

„ქიმია - მიღწევები და პერსპექტივები“

აკადემიკოს გივი ცინცაძის დაბადებიდან 90 წლისადმი
მიძღვნილი საერთაშორისო - სამეცნიერო კონფერენციის
შრომების კრებული

საგამომცემლო სახლი
„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

„ქიმია - მიღწევები და პერსპექტივები“

აკადემიკოს გივი ცინცაძის დაბადებიდან 90 წლისადმი
მიძღვნილი საერთაშორისო - სამეცნიერო კონფერენციის
შრომების კრებული



თბილისი
2023

საორგანიზაციო კომიტეტი

პროფ. გურგენიძე დავითი (თავმჯდომარე), პროფ. კვესიტაძე გიორგი, პროფ. ხუროძე რამაზი, პროფ. კლიმიაშვილი ლევანი, პროფ. კოპალიანი კარლო, პროფ. გასიტაშვილი ზურაბი, პროფ. გახოკიძე ჯემალი, პროფ. წერეთელი ნუგზარი, პროფ. ასლან ცივაძე

სარედაქციო საბჭო

პროფ. ცინცაძე მია, პროფ. ცინცაძე თამარი, პროფ. გელოვანი ნანა, პროფ. მშვილდაძე მია, პროფ. მაისურაძე მამუკა, პროფ. ლოლაძე თამარი, პროფ. კუციავა ნაზი, პროფ. ერისთავი დიმიტრი, პროფ. ხუციშვილი დოდო, პროფ. საბაშვილი ზურაბი, პროფ. ჩირაგოვი ფამილი, პროფ. გოლუბი ალექსანდრე, პროფ. მუსაევი ფაიკა, პროფ. კაპანაძე თენგიზი, პროფ. ამირასლანოვი იმამადინი, პროფ. ნასაფოგლი ნასალი.

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2023

ISBN 978-9941-28-970-5

<http://www.gtu.ge>

ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილის (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

წიგნში მოყვანილი ფაქტების სიზუსტეზე პასუხისმგებელია ავტორი/ავტორები.

ავტორის/ავტორთა პოზიციას შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომცემლო სახლის პოზიციას.



GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

"Chemistry - Achievements and Prospects"

Collection of Scientific Works of the International Scientific
Conference dedicated to the 90 th anniversary of Givi Tsinstadze



TBILISI

2023

Organizing Committee

Prof. Gurgeniԁze David (Chairman), prof. Kvesitadze Giorgi, prof. Khuroԁze Ramaz, prof. Klimiashvili Levan, prof. Kopalian Carlo, prof. Gasitashvili Zurab, prof. Ghakhokidze Jemal, prof. Tsereteli Nugzar, prof. Aslan Tsivadze

Editorial board:

Prof. Tsintsadze Maya, Prof. Tsintsadze Tamar, Prof. Gelovani Nana, Prof. Mshvildadze Maya, Prof. Maisuradze Mamuka, Prof. Loladze Tamar, Prof. Kutsiava Nazi, Prof. Eristavi Dimitri, Prof. Khutsishvili Dodo, Prof. Sabashvili Zurab, Prof. Chiragov family, Prof. Golub Alexander, Prof. Musaev Faika, Prof. Kapanadze Tengiz, Prof. Amiraslanov Imamadin, Prof. Nasafogli Nasal.

© Publishing House - Technical University,
2023 ISBN 978-9941-28-970-5
<http://www.gtu.ge>



All rights reserved. No part of this publication may be reproduced (will this be a text, photo, illustration or otherwise) in any form or by any means (electronic or mechanical) without the prior written permission of publisher.

Piracy is punished according to the law.

Author(s) are responsible for the accuracy of all the facts provided in the book.

The position of author(s) might not be coinciding with the position of the Publishing House.

აკადემიკოსი გივი ცინცაძე

აკადემიკოს გივი ცინცაძეს 18 აპრილს 90 წელი შეუსრულდებოდა. მან ცხოვრებისა და მოღვაწეობის შინაარსიანი და ნაყოფიერი გზა განვლო. იცხოვრა შემოქმედებითი და ძიებით დატვირთული ცხოვრებით და დატოვა კვალი - მისეული და გამორჩეული.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი გივი ცინცაძე იყო მეცნიერების კლასიკოსი, რომელიც თავის თავში აერთიანებდა სულიერ სიღრმეს, არაჩვეულებრივ მეხსიერებასა და მჭვრეტელობის გამორჩეულ ნიჭს.

წლების მანძილზე იგი იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ზოგადი ფიზიკისა და ელექტრონიკის, ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტების სადისერტაციო საბჭოს წევრი, აგრეთვე, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის რ. აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოების წევრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დიდი და პროფესორთა საბჭოების წევრი, იყო საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიის განყოფილების აკადემიკოს მდივანი; „საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნეს (ქიმიის სერია)“, აგრეთვე „საქართველოს ქიმიური ჟურნალის“, „საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების კრებულისა“ და ჟურნალ „მეცნიერება და ტექნოლოგიების“ სარედაქციო კოლეგიების წევრი. ხელმძღვანელობდა პ. მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის კომპლექსური ნაერთების ქიმიისა და რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ლაბორატორიებს.

უაღრესად ფართო და მასშტაბურია გ. ცინცაძის მეცნიერული მოღვაწეობის დიაპაზონი. მისმა სამეცნიერო შრომებმა საყოველთაო აღიარება მოიპოვა როგორც საქართველოს, ასევე საზღვარგარეთის ქვეყნებში. ბატონი გივის სამეცნიერო კვლევის შედეგები მსოფლიო სამეცნიერო ლიტერატურაშია შესული და ფართოდაა ციტირებული როგორც სამამულო, ასევე საზღვარგარეთის გამოცემებში. ეს შრომები დიდ ინტერესს იწვევს ქიმიის, მედიცინისა და სოფლის მეურნეობის დარგის სპეციალისტების ფართო წრეებში, რადგან მეცნიერის მოღვაწეობა ვრცელდება არა მარტო ფუნდამენტური კვლევის დარგზე, არამედ იგი გამოყენებით-პრაქტიკულ ხასიათსაც ატარებს.

პროფესორ გ. ცინცაძისა და მისი თანამშრომლების მიერ შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ბაზაზე შეიქმნა თანამედროვე კოორდინაციული ქიმიის არსებითად ახალი დარგი – ლითონების ფსევდოჰალოგენიდური კომპლექსების ქიმია, თანაც სრულიად განსხვავებულ ასპექტებში: სინთეზური ქიმია, სპექტროქიმია, სტრუქტურული ქიმია, კრისტალური სტრუქტურების შესწავლისა და კვანტურქიმიური გამოკვლევების ჩათვლით, ლითონების ფსევდოჰალოგენიდური კომპლექსების გამოყენებითი ქიმია.

კოორდინაციული ქიმიის სფეროში შესრულებული ნაშრომების ციკლისათვის – „ფსევდოჰალოგენიდების ქიმია“, 1990 წელს გ. ცინცაძემ უკრაინელ და გერმანელ მეცნიერებთან ერთად უკრაინის სახელმწიფო პრემია დაიმსახურა, ხოლო 1998 წელს თანამშრომლებთან ერთად ნაშრომების ციკლისათვის „ლითონების კოორდინაციული ნაერთები: სინთეზი, აღნაგობა, თვისება“ – საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატის წოდება მიენიჭა.

თეორიული გამოკვლევებიდან ყველაზე მეტად შთამბეჭდავია გამოკვლევები ბიოარაორგანული ქიმიის დარგში. მიკროელემენტების და სამკურნალო ნივთიერებების საფუძველზე ახალი ბიოკომპლექსების სინთეზმა, მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებისა და ელექტრონული სტრუქტურების შესწავლამ საიმედო ფუნდამენტი შეუქმნა ბიოლოგიური აქტივობის მექანიზმის გაგებას. გ. ცინცაძის ინიციატივით შექმნილმა ამ მიმართულებებმა – ნაერთების სინთეზმა, სპექტრულმა, მაგნეტოქიმიურმა, სტრუქტურულმა და სხვა თანამედროვე გამოკვლევებმა ფართო გამოხმაურება პოვა და ამჟამადაც ინტენსიურად მიმდინარეობს მრავალ სამეცნიერო ცენტრში (თბილისში, მოსკოვში, ბაქოში, კიშინიოვში, დონის-როსტოვში, ტაშკენტში და სხვ.).

გ. ცინცაძის ნაშრომთა ციკლი, რომელიც რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მონაცემებზეა დამყარებული, საფუძველად დაედო ბიოლოგიურად აქტიური ბიოარაორგანული კომპლექსების მიზანმიმართულ სინთეზს. ბატონი გივი დიდ ყურადღებას უთმობდა საქართველოს მრეწველობაში ახალი ტექნოლოგიების დანერგვის საკითხებს. იგი მონაწილეობდა სტიბიუმის სულფიდის მიღების, ტექნოლოგიის დამუშავებისა და ამ ტექნოლოგიის რაჭის სამთოქიმიურ ქარხანაში დანერგვაში.

გ. ცინცაძემ დაამუშავა მადნეულის საბადოში ოქროსა და პალადიუმის განსაზღვრის მოდიფიცირებული მეთოდიკა. აქვე უნდა აღინიშნოს მისი შრომები ინდიუმისა და კადმიუმის სორბციული ქცევის შესახებ სამამულო ანიონიტების როდანიდულ ფორმებზე. ამ გამოკვლევების შედეგად შესაძლებელი გახდა წინაპირობები შექმნილიყო რიგი იშვიათი ლითონების დაყოფისა და გამოყენებისათვის.

გ. ცინცაძის სამეცნიერო მოღვაწეობის შედეგები, შესრულებული არაორგანული, კოორდინაციული და სტრუქტურული ქიმიის, კრისტალოქიმიის, სპექტროქიმიის, კვანტური

ქიმიის, ქიმიის ისტორიის სფეროებში, თავმოყრილია მრავალ სამეცნიერო ნაშრომში, რომელთა შორის 10 მონოგრაფია, 13 სახელმძღვანელო და დამხმარე სახელმძღვანელო და 7 საავტორო მოწმობაა.

ათეული წლების მანძილზე ლექციებს კითხულობდა ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტსა და ამავე უნივერსიტეტის სოხუმის ფილიალში, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სრული პროფესორი, მისთვის ჩვეული მაღალი პროფესიონალიზმით უძღვებოდა ახალგაზრდა თაობის აღზრდას საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში.

ამ პერიოდში მისი ავტორობითა და ხელმძღვანელობით შეიქმნა სახელმძღვანელოები და სასწავლო-მეთოდური ლიტერატურა ზოგად და არაორგანულ ქიმიაში სამშენებლო, ენერგეტიკის, მანქანათმშენებლობის, ჰიდროტექნიკის, მეტალურგიული და სხვა საინჟინრო სპეციალობის სტუდენტებისათვის.. გ. ცინცაძის მონოგრაფიები ქიმიური პროფილის სტუდენტთა და სპეციალისტთა სამაგიდო წიგნებია.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია გ. ცინცაძის მოღვაწეობა ქიმიაში საშუალო სკოლებისათვის სახელმძღვანელოების შესაქმნელად. მისი ხელმძღვანელობითა და თანაავტორობით დაიწერა ქიმიის სახელმძღვანელოები საშუალო სკოლის VII-XI კლასებისათვის, აგრეთვე, ამოცანებისა და სავარჯიშოების კრებული VII-XI კლასებისათვის, რომლებიც რამდენჯერმე გამოიცა.

აკადემიკოსი გივი ცინცაძე თავის ყველაზე დიდ მონაპოვრად მეცნიერ-მოწაფეთა დიდ პლეადას თვლიდა და მრავალ რეგალიებს შორის ყველაზე დიდ მიღწევად კოორდინაციული ქიმიის ქართული სკოლის შექმნას მიიჩნევდა. მის მიერ შექმნილი კოორდინაციული ქიმიის ქართული სკოლა მსოფლიოშია ცნობილი და აღიარებული. „ქართველი ახალგაზრდობა, ზოგადად ქართველი ხალხი – ნიჭიერებითაა გამორჩეული, ნიჭი „უფლის საჩუქარია, მაგრამ ნიჭს სათანადოდ მოხმარება უნდა – ამას მაღლი ჰქვია“- წერდა ერთერთ ინტერვიუში ბატონი გივი. იგი ადვილად შეიგრძნობდა ნიჭს, ამ ნიჭის „რიგიანად მოხმარების უნარის გამომუშავებაში“ კი ყველას უშურველად ეხმარებოდა.

როცა მკვლევარი თავის ქვეყანაში რაიმე მეცნიერულ მიმართულებას, მეცნიერულ სფეროს ჩაუყრის საძირკველს –ეს უკვე უკვდავებაა მისი. მისი მოსწავლეების „გეოგრაფია“ თუ „რუკა“ თვით ახალ ზელანდიამდეა განვრცობილი. მისი აღზრდილები წარმატებით მოღვაწეობენ საქართველოში, რუსეთში, უკრაინაში, აზერბაიჯანში, გერმანიაში, კანადაში, აშშ-ში, ახალ ზელანდიაში.

გივი ცინცაძე იყო საქართველოს ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, ინფორმატი-
ზაციის საერთაშორისო აკადემიის, რუსეთის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემიის,
ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი, საქართველოს მეცნიერების დამსა-
ხურებელი მოღვაწე, საქართველოსა და უკრაინის სახელმწიფო პრემიების ლაურეატი, ტარას
შევჩენკოს სახელობის კიევის ნაციონალური უნივერსიტეტის საპატიო დოქტორი, ივ.
ჯავახიშვილის სახელობის მედლის, გიორგი ნიკოლაძის მედლის, ღირსების ორდენის
მფლობელი, დაჯილდოებულია ამერიკის ბიოგრაფიული ინსტიტუტის ვერცხლის მედლით,
მეცნიერების ისტორიის საქართველოს საზოგადოების მედლით “მეცნიერებაში მიღწეული
წარმატებისათვის” - მიღწევებისა და რეგალიების ეს არასრული ჩამონათვალი მისი სამეცნიერო
და პედაგოგიური მოღვაწეობის მნიშვნელობის აღიარების დასტურია.

მისი ჯილდოები, პრემიები და წოდებები იმ ღვაწლის დადასტურებაა, რომელსაც ის
წლების მანძილზე თავდაუზოგავი შრომით ქმნიდა.

იგი ცხოვრების საზრისს ძიებაში ხედავდა, თავისი შრომის საოცარი უნარით
“წარსულის დიდ კაცებსაც გავდა და მომავლის მოქალაქეც იყო”. რა სფეროშიც არ უნდა ემოღ-
ვაწავა მას, ყველგან დააჩენდა თვალსაჩინო კვალს - მისეულსა და გამორჩეულს.

ბატონი გივი გამოირჩეოდა თავისი ადამიანური სითბოთი და განსაკუთრებული
პიროვნული თვისებებით: სიკეთით, ერთგულებით, სიყვარულით. ის ყოველთვის იყო მეგობ-
რული, მზრუნველი, შორსმჭვრეტელი, კორექტული და ტაქტიანი კოლეგების, თანამშრომ-
ლების და მოწაფეების მიმართ.

მადლობა ბატონო გივი ადამიანურობის გაკვეთილებისთვის, სითბოსთვის, სიკეთის-
თვის, თანადგომისთვის...

აკადემიკოს გივი ცინცაძის ხსოვნა სამუდამოდ გაყვება ყველას, ვისაც მასთან რაიმე შეხ-
ება ჰქონია, განურჩევლად ასაკისა და პროფესიისა, ყოველთვის ვამაყობდით და მუდამ ვიამა-
ყებთ, რომ თქვენთან ურთიერთობა გვარგუნა ბედმა...

A.A. Golub

National University of Kyiv-Mohyla Academia

agolub@ukma.edu.ua

Kyiv, Ukraine

Shepherd of the Beauty of Coordination Chemistry

This year, we celebrate the 90th anniversary of an exceptional chemist, a remarkable researcher of coordination compounds, a crystallographic chemist, a spectroscopist, an environmental chemist, a medicinal chemist, an excellent teacher, an incomparable bearer of wonderful Caucasian humor, and simply a wonderful person. All of this refers to an outstanding Georgian, a patriot of his wonderful country, Academician Givi Tsintsadze.

Givi Tsintsadze can be considered a world-class scientist, but his scientific discoveries, inventions, and educational achievements are most valuable for his homeland, the beautiful and proud country of the victorious mountaineers, for his native homeland. Not only can Georgia be proud of its wonderful son, but heroic Ukraine can also be proud of the academician because he took his founding steps in becoming an outstanding scientist in Ukraine, especially at Taras Shevchenko Kyiv National University. There was a time when two young friends, then candidates of sciences and future academicians, one of the Ukrainian and the other of the Georgian Academy of Sciences, Viktor Skopenko, and our jubilee were working on their doctoral theses on the 3rd floor of the old building of the Chemistry Faculty of Kyiv University. Then Viktor Skopenko, then the rector of Kyiv University, mentioned that Givi Vasyliovych was an excellent specialist in the field of crystallography and X-ray structural analysis, which helped young scientists establish the structure of synthesized complexes and find an adequate structure-property relationship for building fundamental theories of coordination chemistry. These studies, led by the then Head of the Department of Inorganic Chemistry, Andriy Golub, later formed the basis of the world-famous monograph *Chemistry of Pseudohalogenides*, which was published in German by Springer and translated into English and other languages by Elsevier. For this monograph, Prof. Tsintsadze, together with co-authors, was awarded the State Prize of Ukraine.

In brotherly Georgia, Professor Givi Tsintsadze, together with Professor Andriy Golub, created a scientific school of pseudohalogenide chemistry, whose representatives, A. Mamulashvili, A. Tsivadze, A. Managadze, T. Mahatadze, R. Alasania, and others, were postgraduate students or trainees at the Department of Inorganic Chemistry of Taras Shevchenko University of Kyiv.

As a result of such joint scientific efforts, new knowledge and inventions were born, as well as discoveries in the field of coordination chemistry and chemical science and education in general. It is

not without reason that the Academic Council of Taras Shevchenko National University of Kyiv unanimously elected Academician of the National Academy of Sciences of Georgia, Givi Tsintsadze, as an honorary professor of the University for his great achievements in scientific and educational achievements and for building strong ties between scientists of Ukraine and Georgia and between our countries in general.

Our recent meetings and scientific discussions with the academician indicated an extremely wide range of scientific interests and interests of the scientist. They ranged from the creation of cutting-edge materials, the development of technological processes and chemical productions to bio-coordination chemistry and the creation of fertilizers and medicines, as well as the problems of green chemistry. At this time of celebration of the scientist's anniversary, on behalf of Ukrainian scientists, I would like to thank the Georgian people for giving the world such an outstanding scientist and patriotic citizen and wish glorious Georgia to restore its territorial integrity as soon as possible and to become free and equal, together with Ukraine, among the countries of the European family of nations - European Union.

ქიმია

„მარტივი“ თიოციანატური კომპლექსნაერთებიდან ორმაგ და ბიმეტალური კომპლექსნაერთებამდე

- ნანა გეგეშიძე** ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველო. 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. 69, რ. აგლადის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. საქართველო. 0186, თბილისი, მინდელი ქ. 11
E-mail: nana.gegeshidze@gtu.ge
- ნინო კილასონია** ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველო. 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. 69, რ. აგლადის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. საქართველო. 0186, თბილისი, მინდელი ქ. 11
E-mail: nino-kilas@mail.ru
- ნინო თაბუაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, აკადემიური დოქტორი, საქართველო. 0175, თბილისი, კოსტავას ქ.
E-mail: n.tabuashvili@gtu.ge
- მაია ცინცაძე** პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველო. 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. 69, რ. აგლადის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. საქართველო. 0186, თბილისი, მინდელი ქ. 11
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ნ. ბოლქვაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიის დეპარტამენტი. ასოცირებული პროფესორი, საქართველო. თბილისი. კოსტავას ქ. №69.

E-mail: nona.bolkvadze63@gmail.com

თ. გიორგაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ. № 77,

E-mail: Tamar.giorgadze@gtu.ge

ანოტაცია: პროფესორ გ.ცინცაძისა და მისი თანამშრომლების მიერ შესრულებულია სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები ლითონების ფსევდოჰალოგენიდური კომპლექსების ქიმიის დარგში. შემუშავებულია ორგანული ლიგანდების (დიმეთილსუფოქსიდი, N,N-დიმეთილფორმამიდი, კარბამიდი, ნიკოტინ-, იზონიკოტინ- და პიკოლინმჟავას ამიდები და სხვ.) და ფსევდოჰალოგენიდური ჯგუფების შემცველი კომპლექსების არაწყალხსნარებში. ნაერთები შესწავლილია იწ სპექტროსკოპიისა და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მეთოდების

გამოყენებით. არსებული შრომების საფუძველზე გაგრძელდა კვლევები ახალი ორმაგი და ბიმეტალური კომპლექსნაერთების სინთეზის მიმართულებით, რომელშიც ერთდროულად შეიცავენ აღნიშნულ ორგანულ ლიგანდებს და როდანიდულ ჯგუფებს.

საკვანძო სიტყვები: ფსევდოჰალოგენიდური კომპლექსების ქიმია, დიმეთილსულფოქსიდი, N,N-დიმეთილფორმამიდი, კარბამიდი, ნიკოტინ-, იზონიკოტინ- და პიკოლინმჟავას ამიდები, კვანტურ-ქიმიური გათვლები ნახევარემპირიული AM1, MP3 და MNDO-d მეთოდები

შესავალი

პროფესორ გ.ცინცაძისა და მისი თანამშრომლების მიერ შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ბაზაზე შეიქმნა თანამედროვე კოორდინაციული ქიმიის არსებითად ახალი დარგი – ლითონების ფსევდოჰალოგენიდური კომპლექსების ქიმია, რომელმაც გააერთიანა რამდენიმე ასპექტი: სინთეზური ქიმია, სპექტროქიმია, სტრუქტურული ქიმია, კრისტალური სტრუქტურების შესწავლისა და კვანტურ-ქიმიური გამოკვლევების ჩათვლით, ლითონების ფსევდოჰალოგენიდური კომპლექსების გამოყენებითი ქიმია.

მიღებულია და შესწავლილია შერეულილიგანდიანი კომპლექსები, რომლებიც გარდა ჰალოგენებისა შეიცავენ ფსევდოჰალოგენიდურ ჯგუფებს და ორგანულ ლიგანდებს. ნაერთები ძირითადად სინთეზირებულია არაწყალხსნარებში ისეთი გამხსნელების გამოყენებით, როგორცაა აცეტონი, მეთილის ან ეთილის სპირტი, დიოქსანი, ტეტრაჰიდროფურანი, პირიდინი, N,N-დიმეთილფორმამიდი, სულფოქსიდი ან აცეტონ-წყალხსნარი, ეთანოლწყალხსნარი და სხვ.

ნაერთები შესწავლილია ორი ფიზიკური დისციპლინის – ინფრაწითელი სპექტროსკოპიისა და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზისმეთოდების ერთდროული გამოყენებით, რაც მაქსიმალურად ზუსტ ინფორმაციას იძლევა ნივთიერებების აგებულების შესახებ.

განხილულია ზოგიერთი გარდამავალი ლითონის (მანგანუმის, კობალტის, ნიკელის, სპილენძის, თუთიის, ვერცხლის, პლატინის) როდანიდული და სელენოციანატური კლასის ნაერთების კრისტალოქიმიის მნიშვნელოვანი პრობლემების კვლევის შედეგები.

ძირითადი ნაწილი

თეორიული (ნახევრადემპირიული) მეთოდით შესწავლილია ინფრაწითელი სპექტრები როდანიდული და სელენოციანატური იონების და მათი ლითონებთან შეკავშირებული ჯგუფების კოორდინირების სამივე ხერხი: $M-NCX$, $M-XCN$ და $M-NCX-M$, სადაც $X=S, Se$.

ექსპერიმენტალურად შესწავლილია თუთიის, კადმიუმის და ნიკელის ტრი-, ტეტრა- და ჰექსაროდანიდული კომპლექსების იწ სპექტრები როგორც კრისტალურ მდგომარეობაში, აგრეთვე ხსნარებში [1-3].

შემუშავებულია ლითონთა იმ ტიპის კომპლექსური ნაერთების სინთეზის მეთოდიკა, რომლებიც ერთდროულად შეიცავენ როგორც ორგანულ ლიგანდებს, ასევე თიოციანატ- ან სელენოციანატურ ჯგუფებს. ორგანულ ლიგანდებად გამოყენებულია 2,2'-დიპირიდილი (α -Dipy) და 4,4'-დიპირიდილი (γ -Dipy), ამიაკი, პირიდინი (Py), 2-ამინოპირიდინი (Ampy), 1,10-ფენანტროლინი (Phen), ფორმამიდი (FA), N-მეთილფორმამიდი (MFA) და N,N-დიმეთილ-ფორმამიდი (DMF), დიმეთილსულფოქსიდი (DMSO), უროტროპინი (Ur), ბენზოილჰიდრაზინი (BH) და სხვა.

სინთეზირებულია და გამოკვლეულია შემდეგი ტიპის ნაერთები [19]:

$M(NCS)_2 \cdot 4Py$ (სადაც $M = Mn, Fe, Co, Cd$, ხოლო $X = O, S, Se$); $M(NCS)_2 \cdot 2\alpha$ -Dipy (სადაც $M = Mn, Co, Fe, Ni, Zn, Cd$, ხოლო $X = O, S, Se$); $KM(NCS)_3$ (სადაც $M = Cu, Hg, Cd$, ხოლო $X = O, S, Se$); $M'_2M(NCS)_4$ (სადაც $M' = K, NH_4^+$, $M = Co, Zn, Hg$, ხოლო $X = O, S, Se$)

კვლევების შედეგად დადგენილია მრავალი ციანატური, თიოციანატური და სელენოციანატური ნაერთის იზოტრუქტურულობა.

ჩატარებულია სიმთეზირებელი ნაერთების რენტგენოსტრუქტურული კვლევა. შესაწავლილია მაგნეტოქიმიური და სპექტრალური (ელექტრონული სპექტრების) მონაცემები. დადგენილია სინთეზირებული კომპლექსნაერთების აგებულება. მაგალითად, ნაერთს $Ni(NCS)_2 \cdot 2Py$ აქვს ექვსკოორდინაციული აგებულება. SCN-ჯგუფები ერთმანეთის მიმართ იმყოფებიან ტრანს- მდგომარეობაში. იგივე შეიძლება ითქვას $Fe(NCS)_2 \cdot 2Py$, $Co(NCS)_2 \cdot 2Py$ და მსგავსი ტიპის ნაერთების აგებულებაზეც.

ცნობილია, რომ კომპლექსებს $M(NCS)_2 \cdot 2L$, სადაც $M = Mn, Fe, Co, Ni$ და Zn , ხოლო $L = \alpha$ -Dipy, Phen აქვთ ოქტაედრული აგებულება.

აკად. გ. ცინცაძის მიერ თავის სადოქტორო ნაშრომში [19] წარმოდგენილი აქვს კვლევები La, Ce, Pr, Nd, Sm და Gd თიოციანატური და სელენოციანატური 22 ნაერთი შესახებ. იწ სპექტრალურმა და რენტგენოგრაფული კვლევის საფუძველზე წარმოდგენილია მოსაზრება ნაერთებში $M'Ln(NCS)_4 \cdot 4C_2H_5OH$ ($M' = K, Pb, Cs, Ln-Sm, Gd$), $Sm(NCS)_3 \cdot 4C_4O_2H_8$ და $Na_2Gd(NCS)_5 \cdot C_2H_5OH$ თიოციანატური ჯგუფების კოორდინირების შესახებ მეტალკომპლექს-წარმოქმნელთან, კერძოდ, დადგენილია რომ ჩამოთვლილ ნაერთებში SCN-ჯგუფები კოორდინირდებიან აზოტის ატომის საშუალებით [4].

შესწავლილია $M(\text{NCS})_2 \cdot n\text{FA}$ ტიპის კომპლექსური ნაერთები, სადაც $M = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$, ხოლო $n=4$ და კომპლექსური ნაერთი $\text{Cd}(\text{NCS})_2 \cdot 2\text{FA}$.

შესწავლილია $M(\text{NCX})_2 \cdot n\text{L}$ ტიპის კომპლექსური ნაერთები, სადაც $M = \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$, ხოლო $n=4$ და $\text{Cd}(\text{NCX})_2 \cdot 2\text{L}$, სადაც $\text{L} = \text{MFA}, \text{DMF}, \text{X} = \text{S}, \text{Se}$.

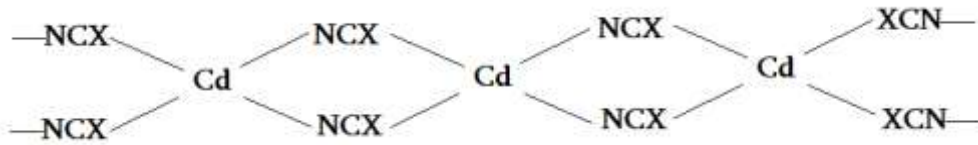
$M(\text{NCX})_2 \cdot n\text{DMF}$ ($\text{X} = \text{S}, \text{Se}$) შედგენილობის დიმეთილფორმამიდური კომპლექსების იწ სპექტრების გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ $\text{NCS} - \text{NCSe}$ ჯგუფები კობალტის (II), ნიკელის (II) და მანგანუმის (II), კოორდინაციულ ნაერთებში ხორციელდება იზოთიოციანატური სტრუქტურა, ანუ ცენტრალურ ატომთან ეს ჯგუფებია კოორდინირებულები არიან აზოტის ატომის საშუალებით. მეტალების თიოციანატურ კომპლექსებში $\nu(\text{CN})$ ჯგუფის რხევითი სიხშირეები აღინიშნება $2035 - 2102 \text{ სმ}^{-1}$ უბანში, ხოლო $\nu(\text{CS})$ ჯგუფის - 790 სმ^{-1} უბანში. სინთეზირებულ ნაერთებში კარბონილის ჯგუფის $\nu(\text{CO})$ რხევითი სიხშირეები შემცირებულია $\sim 1650 \text{ სმ}^{-1}$ -მდე, რაც მიუთითებს N, N -დიმეთილფორმამიდის მოლეკულის კოორდინირებაზე კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის ატომის საშუალებით.

შესწავლილია $M(\text{NCX})_2 \cdot n\text{FA}$ შედგენილობის კომპლექსური ნაერთები, სადაც $M = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$, ხოლო $\text{X} = \text{S}, \text{Se}$. კომპლექსური ნაერთების იწ სპექტრებში $\nu(\text{CN})$ რხევითი სიხშირე გამოვლენილია 2070 სმ^{-1} უბანში, ხოლო $\nu(\text{CS}) - 780 - 790 \text{ სმ}^{-1}$ უბანში. იგივე სურათი აღინიშნება N -მეთილფორმამიდის კომპლექსური ნაერთების იწ სპექტრებში. $\nu(\text{CX})$ რხევითი სიხშირეები თიოციანატო- და სელენოციანატურ კომპლექსებში შესაბამისად გამოვლენილია 790 და 610 სმ^{-1} . ამრიგად, აღნიშნული ნაერთები წარმოადგენენ იზოთიო- და იზოსელენოციანატო-კომპლექსებს.

შესწავლილია $M(\text{NCX})_2 \cdot 4\text{L}$ ტიპის კომპლექსური ნაერთები, სადაც $M = \text{Co(II)}, \text{Ni(II)}, \text{Mn(II)}, \text{Zn}$, $\text{L} = \text{DMSO}$, $\text{X} = \text{S}, \text{Se}$. კობალტის(II), ნიკელის(II), მანგანუმის(II) და თუთიის თიოციანატოკომპლექსური ნაერთების იწ სპექტრებში $\nu(\text{CN})$ რხევითი სიხშირეები გამოვლენილია $2065 - 2100 \text{ სმ}^{-1}$ უბანში, ხოლო $\nu(\text{CS}) - 795 - 855 \text{ სმ}^{-1}$. მონაცემების მიხედვით აქაც ხორციელდება იზოთიოციანატური სტრუქტურა და NCX -ჯგუფები კოორდინირებულები არიან მეტალკომპლექსწარმომქმნელთან აზოტის ატომის საშუალებით. იგივეს ადასტურებენ $M(\text{NCX})_2 \cdot 4\text{DMSO}$ შედგენილობის ნაერთების რენტგენოგრაფული კვლევა, სადაც $M = \text{Mn(II)}, \text{Fe(II)}, \text{Co(II)}, \text{Ni(II)}$ და Zn , ხოლო $\text{X} = \text{S}, \text{Se}$ [5].

სინთეზირებულია კომპლექსური ნაერთები $\text{Cd}(\text{NCX})_2 \cdot 2\text{L}$, სადაც $\text{L} = \text{FA}, \text{MFA}, \text{DMF}, \text{DMSO}$. დადგენილია, რომ კადმიუმისთვის დამახასიათებელია ოქტაედრული აგებულება, ამიტომ ორგანული ლიგანდის მონოდენტატურობის შემთხვევაში, შესაძლებელია NCX -ჯგუფების ხიდური ფუნქცია. მაგრამ აღნიშნული კომპლექსების იწ სპექტრებში $\nu(\text{CN})$ რხევითი

სიხშირეები აღინიშნება 2120 სმ^{-1} უბანში, რაც ხიდური ფუნქციის NCX-ჯგუფებისთვის არ არის დამახასიათებელი. სიხშირეების ამგვარნიშვნელობებს ავტორები ხსნიან კადმიუმის ატომის დიდი მასით ან NCX-ხიდების ნაკლები მდგრადობით. თუ NCX-ჯგუფები ხიდურია, მაშინ სავარაუდოა კადმიუმის გარემოცვა იყოს ოქტაედრული:



რაც შეეხება ორგანული ლიგანდის კოორდინირების წესს, ნაერთების $\text{Cd}(\text{SCN})_2 \cdot 2\text{DMF}$ და $\text{Cd}(\text{XCN})_2 \cdot 2\text{DMSO}$, $\text{X}=\text{S}, \text{Se}$, იწ სპექტრების თანახმად კოორდინირება კადმიუმის ატომთან ხორციელდება ჟანგბადის ატომის საშუალებით: $\nu(\text{CO})=1644 \text{ სმ}^{-1}$ და $\nu(\text{SO})=1010 \text{ სმ}^{-1}$. თუ ამ ნართებში ვივარაუდებთ XCN-ჯგუფების მონოდენტურობას, მაშინ დასაშვებია კადმიუმის ატომის ტეტრაედრული გარემოცვა [6-19].

კვლევები თიოციანატური კომპლექსნაერთების აგებულების და თვისებების შესახებ გაგრძელდა შემდგომშიც. აკად. გ.ცინცაძის ხელმძღვანელობით საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ზოგადი და არაორგანული ქიმიის კათედრაზე შესრულებული იქნა საკანდიდატო დისერტაციები. მაგალითად, სინთეზირებულია და შესწავლილია $[\text{M}(\text{NCS})_2 \cdot 4\text{DMF}]$ შედგენილობის კომპლექსური ნაერთები, სადაც $\text{M}=\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$, ხოლო $\text{X}=\text{S}, \text{Se}$. დადაგენილია, რომ XCN-ჯგუფებს წრფივი აგებულება აქვთ. ბმების M-N და NCX-ჯგუფების ღერძის კუთხე შედაგენს $\sim 180^\circ$. DMF მოლეკულების კოორდინირება ხორციელდება ჟანგბადის ატომის საშუალებით. კომპლექსებს ოქტაედრული აგებულება აქვს. XCN-ჯგუფები კოორდინირდებიან აზოტის ატომების საშუალებით და იმყოფებიან ტრანს-მდგომარეობაში ერთმანეთის მიმართ.

ნაჩვენებია, რომ კომპლექსების სინთეზისას არაწყალხსნარების გამოყენება ზრდის შერეული ფსევდოჰალოგენიდური და ფსევდოჰალოგენიდურ-ჰალოგენიდური ნაერთების მდგრადობას ხსნარებში და აადვილებს შერეული ტიპის კომპლექსების გამოყოფას მყარ მდგომარეობაში.

ორგანული გამხსნელების (აცეტონი, ეთანოლი) და შერეული (აცეტონი-დიოქსანი, წყალი-ეთანოლი) გამხსნელების გამოყენებით სინთეზირებულია მანგანუმის (II), კობალტის (II), ნიკელის (II), თუთიის, კადმიუმის (II) და ვერცხლისწყლის (II) შერეული თიოციანატურ-სელენოციანატური ნაერთი [20-22].

წყალხსნარებში და ეთანოლხსნარებში სინთეზირებულია მანგანუმის(II), ნიკელის (II), სპილენძის (II), თუთიის და კადმიუმის კოორდინაციული ნაერთები იზონიკოტინ-, ნიკოტინ-

და პიკოლინმჟავების ამიდებთან. კოორდინაციული ნაერთების მიღებულია მარილის და ლიგანდის ხსნარების შერევისას თანაფარდობით 1:1, 1:2, 1:3. მიღებულია კოორდინაციული ნაერთები ზოგადი შედგენილობით $MX_2L_2 \cdot nH_2O$, სადაც $X = HCOO^-$, CH_3COO^- ; $L =$ იზონიკოტინ-, ნიკოტინ- და პიკოლინამიდი, $n=0 \div 6$ [23-26].

სხვადასხვა წლებში შესრულებულ შრომებშიფართოდ არის წარმოდგენილიმასალა რომელშიც აღწერილია მთელი რიგი კოორდინაციული ნაერთებისსინთეზის მეთოდიკა, დადგენილია მათი სტრუქტურა და, აგრეთვე, შესწავლილია მათი ინფრაწითელი, კომბინაციური გაბნევის, გამარეზონანსული, ელექტროპარამაგნიტური რეზონანსის სპექტრები და მაგნეტოქიმია.

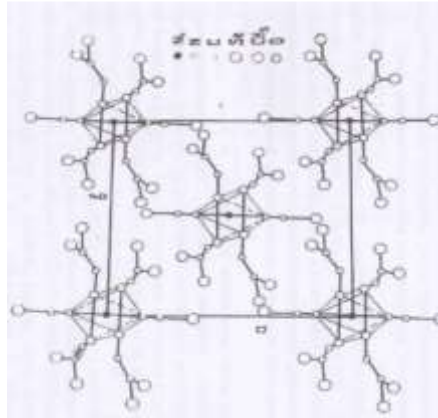
სინთეზირებულია და შესწავლილია ლითონების ჰალოგენიდების, ფსევდოჰალოგენიდების, კარბოქსილატების, ნიტრატების, ნიტრიტების, სულფატების კოორდინაციული ნაერთები ამინებთან, ამიდებთან, ჰიდრაზიდებთან, ჰიდრაზონებთან, დიამიდებთან (α -, β - და γ -ამინოპირიდინები, α -ამინოპირიდინის მეთილწარმოებულები, პიკოლინის, ნიკოტინის და იზონიკოტინმჟავას ამიდები და ჰიდრაზიდები, მჟაუნმჟავას და ერზომჟავას დიამიდები და დიჰიდრაზიდები, ფორმამიდი და მისი C- და N-მეთილწარმოებულები – (აცეტამიდი, პროპიონამიდი, N-მეთილფორმამიდი, N,N-დიმეთილფორმამიდი, N,N-დიმეთილაცეტამიდი), დიმეთილსულფოქსიდთან, პირიდინთან და მის სხვადასხვა წარმოებულებთან (2,2' – დიპირიდინი, 1,10 – ფენანტრონინი, 3- და 4-პირიდინალდეჰიდი, 2,4,6-კოლიდინი, 2,6-ლუტიდინი), უროტროპინთან და სხვ. [28-50].

ამ მიმართულებით სამუშაოები აქტიურად გრძელდება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქინიის დეპარტამენტის და ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ.აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის არაორგანული ნაერთების ფიზიკაქიმიის ლაბორატორიის ბაზაზე. სამუშაოებში აქტიურად არიან ჩართული სამივე საფეხურის სწავლების სტუდენტები. აღნიშნულ თემატიკაზე შესრულებულია სადოქტორო და სამაგისტრო ნაშრომები. წარმოდგენილია მოხსენებები სხვადასხვა სამეცნიერო ფორუმზე. მათ შორის სტუდენტთა და ახალგაზრდა მეცნიერთა საერთაშორისო კონფერენციებზე [51-59].

ჩატარებულია გათვლები ნახევრადემპირიული AM1 კვანტურ-ქიმიური მეთოდით, რომლის მიზანი იყო გამხსნელის გავლენის შესწავლა დიმეთილსულფოქსიდის, N,N-დიმეთილფორმამიდის და კარბამიდის (შარდოვანას) მოლეკულების კომპლექსწარმოქმნის უნარზე. შესწავლილია მათი ენერგეტიკული, სტრუქტურული და გეომეტრიული მახასიათებლები.

გამოვლენილია დონორი ატომები. გამხსნელებად შერჩეული იქნა წყალი, ეთანოლი, აცეტონი, დიმეთილფორმამიდი, ჰექსანი და სხვა. [60].

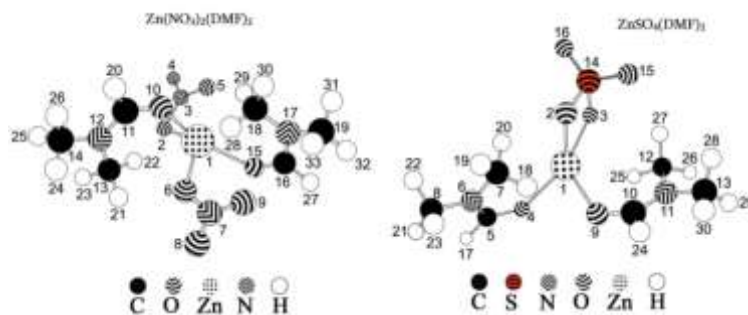
N,N-დიმეთილფორმამიდის მოლეკულის კვანტურ-ქიმიური გათვლების მონაცემები სრულ თანხვედრაშია კომპლექსური ნაერთის $[M(NCX)_2(DMF)_4]$ (სადაც $M=Mn(II), Co(II), Ni(II)$, $DMF=HCON(CH_3)_2$, $X=S, Se$) კრისტალების რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის შედეგებთან [61-63].



ნახაზი 1. კრისტალების $[Ni(NCX)_2(HCON(CH_3)_2)_4]$ სტრუქტურის პროექცია სიმკვრივეზე (001)

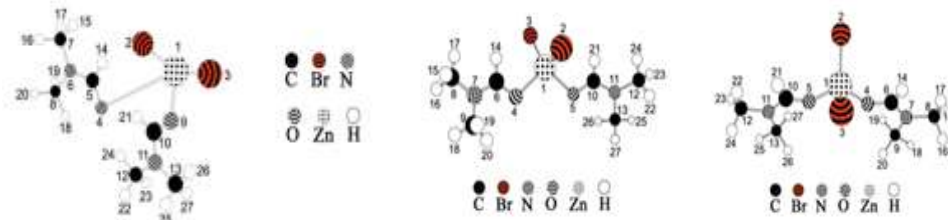
N,N-დიმეთილფორმამიდთან თუთიის ნიტრატის, სულფატის და ბრომიდის კომპლექსნაერთებისმოლეკულების ასევე ჩატარებულია კვანტურ-ქიმიური კვლევა ნახევრადემპირირული AM1, MP3 და MNDO-dმეთოდით სხვადასხვა გამხსნელში, კომპლექსწარმოქმნის უნარის პროგნოზირებისთვის და დონორული ატომების გამოვლენის მიზნით.

კვანტურ-ქიმიური ნახევარემპირირული AM1 მეთოდით შესწავლილია დიმეთილ-სულფოქსიდთან თუთიის სულფატის, ნიტრატის, ქლორიდის და ბრომიდის $ZnX_2(DMSO)_2$ ($X=SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-, Br^-$) კომპლექსნაერთებისთვის ენერგეტიკული, ელექტრონული და სტრუქტურული მახასიათებლები.



ნახაზი 2. N,N-დიმეთილფორმამიდთან თუთიის სულფატის და ნიტრატის კოორდინაციული ნაერთები

ნახევარემპირიული მეთოდების გამოყენებით, როგორცაა AM1, MP3 და MNDO-d მეთოდებით შესრულებულია N,N-დიმეთილფორმამიდთან თუთიის სულფატის და ნიტრატის, აგრეთვე თუთიის ბრომიდის კვანტურ-ქიმიურიგათვლები. გათვლების შედეგად დადგენილია ნაერთების ენერგეტიკული, ელექტრონული და სტრუქტურული მახასიათებლები [64, 65]:



მეთოდი AM1

მეთოდი MP3

მეთოდი MNDO-d

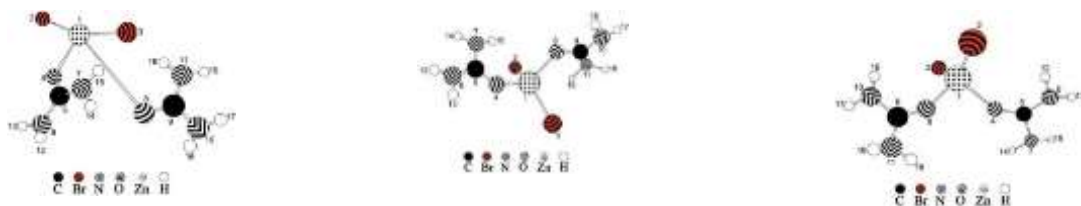
ნახ. 3. N,N-დიმეთილფორმამიდთან თუთიის ბრომიდის კოორდინაციული ნაერთი

ასევე ნახევარემპირიული AM1 მეთოდით ჩატარებულია კარბამიდთან (შარდოვანასთან) თუთიის სულფატის და ნიტრატის კოორდინაციული ნაერთების კვანტურ-ქიმიური გათვლები:



ნახ. 4. კარბამიდთან თუთიის სულფატის და ნიტრატის კოორდინაციული ნაერთები (მეთოდი AM1)

რაც შეეხება კარბამიტან თუთიის ბრომიდის კოორდინაციულ ნაერთს, ამ შემთხვევაშიც კვანტურ-ქიმიური გათვლები ჩატარებულია არა მხოლოდ ნახევარემპირიული AM1, არამედ PM3 და MNDO-d მეთოდებითაც. დამატებით ამ ორი მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა გათვლების იმ ხარვეზების გამოსწორების, რომელიც მივიღეთ გათვლების AM1 მეთოდით ჩატარებისას:



მეთოდი AM1

მეთოდი MP3

მეთოდი MNDO-d

ნახ. 5. კარბამიდის კოორდინაციული ნაერთი თუთიის ბრომიდთან

სინთეზირებულია კობალტის(II), ნიკელის (II), თუთიის, მანგანუმის (II), კადმიუმის და სპილენძის (II) სულფატების კოორდინაციული ნაერთები დიმეთილსულფოქსიდთან (DMSO): $\text{CoSO}_4 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{CdSO}_4 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{DMSO}$. იწ სპექტრების შესწავლის საფუძველზე დადგენილია, რომ სპილენძის (II), თუთიის და კადმიუმის სულფატების შემთხვევაში დიმეთილსულფოქსიდის კოორდინირება ცენტრალურ ატომთან ხორციელდება გოგირდის ატომის საშუალებით, ხოლო დანარჩენ კომპლექსნაერთებში - ჟანგბადის ატომის საშუალებით.

აგრეთვე დიმეთილსულფოქსიდთან სინთეზირებულია კობალტის (II) და ნიკელის (II) ქლორიდის, კობალტის (II), ნიკელის (II), მანგანუმის (II) და სპილენძის (II) ბრომიდის კოორდინაციული ნაერთები: $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{CoBr}_2 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{NiBr}_2 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{MnBr}_2 \cdot 4\text{DMSO}$, $\text{CuBr}_2 \cdot 4\text{DMSO}$. შესწავლილია სინთეზირებულია ნაერთების იწ სპექტრები, დადგენილია მათი აღნაგობა. დადგენილია, რომ დიმეთილსულფოქსიდის კოორდინირება აღნიშნულ ნაერთებში ხორციელდება ჟანგბადის ატომის საშუალებით. ექსპერიმენტული შედეგები სულ თანხვედრაშია თეორიულ, კვანტურ-ქიმიური გათვლების შედეგებთან [66, 67].

N,N-დიმეთილფორმამიდთან სინთეზირებულია კობალტის (II), ნიკელის (II), თუთიის და სპილენძის (II) სულფატების კოორდინაციული ნაერთები $[\text{CoSO}_4 \cdot 4\text{L}] \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 4\text{L}$, $[\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{L}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{L}$. აგრეთვე კობალტის (II), ნიკელის (II), კადმიუმის (II), მანგანუმის (II) და სპილენძის (II) ქლორიდების კოორდინაციული ნაერთები N,N-დიმეთილფორმამიდთან: $[\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{L}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $[\text{NiCl}_2 \cdot 4\text{L}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CdCl}_2 \cdot 2\text{L}$, $[\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{L}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $[\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{L}] \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$. შესწავლილია სინთეზირებული ნაერთების იწ სპექტრები, რომელთა საფუძველზეც დადგენილია ორგანული ლიგანდის კოორდინირების წესი მეტალკომპლექსწარმომქმნელთან. ჩატარებულია კომპლექსნაერთების თერმოგრაფიკული და კოლორიმეტრული კვლევა.

სინთეზირებულია მანგანუმის(II), სპილენძის(II), ნიკელის(II) და კადმიუმის (II) შერეული ლიგანდიანი კოორდინაციული ნაერთები N,N-დიმეთილფორმამიდთან: $\text{Mn}(\text{SCN})\text{Cl} \cdot 4\text{L}$, $\text{Cu}(\text{SCN})\text{Cl} \cdot 4\text{L}$, $\text{Ni}(\text{SCN})\text{Cl} \cdot 4\text{L}$, $\text{Cd}(\text{SCN})\text{Cl} \cdot 4\text{L}$, სადაც $\text{L} = \text{N,N-დიმეთილფორმამიდი}$. ნაერთების შესწავლილია იწ სპექტროსკოპიის მეთოდით. დადგენილია მათი სტრუქტურა [68-71].

N,N-დიმეთილფორმამიდთან სინთეზირებულია კობალტის (II), ნიკელის (II), მანგანუმის (II) და სპილენძის (II) ორმაგი კოორდინაციული ნაერთები: $[\text{Co} \cdot 6\text{L}][\text{Co}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Ni} \cdot 6\text{L}][\text{Ni}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Cu} \cdot 5\text{L}][\text{Cu}(\text{SCN})_4] \cdot 2\text{KCl}$, $[\text{Mn} \cdot 6\text{L}][\text{Mn}(\text{NCS})_4] \cdot 2\text{KCl}$.

აგრეთვე N,N-დიმეთილფორმამიდთან სინთეზირებულია კობალტის (II), ნიკელის (II), მანგანუმის (II), თუთიის, რკინის (II), ტყვიის (II) და სპილენძის (II) ბიმეტალური კოორდინაციული ნაერთები: $[\text{Cu} \cdot 5\text{L}][\text{Ni}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Zn} \cdot 5\text{L}][\text{Ni}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Cd} \cdot 5\text{L}][\text{Ni}(\text{NCS})_4] \cdot \text{KCl}$,

$[\text{Fe}\cdot 6\text{L}][\text{Ni}(\text{NCS})_4]\cdot 2\text{KCl}$, $[\text{Pb}\cdot 6\text{L}][\text{Ni}(\text{NCS})_4]\cdot 4\text{KCl}$, $[\text{Co}\cdot 6\text{L}][\text{Ni}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Mn}\cdot 5\text{L}][\text{Ni}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Ni}\cdot 6\text{L}][\text{Co}(\text{NCS})_4]$. შესწავლილია სინთეზირებული ნაერთების იწ სპექტრები, რომელთა საფუძველზეც დადგენილია ორგანული ლიგანდის კოორდინირების წესი მეტალკომპლექს-წარმომქმნელთან. ჩატარებულია კომპლექსნაერთების თერმოგრაფიმეტრული და კოლორი-მეტრული კვლევა [72-74].

ნახევრადემპირიული კვანტურ-ქიმიური AM1 მეთოდით გამოთვლილია იზონიკოტი-ნამიდის და პიკოლინამიდის მოლეკულების ენერგეტიკული, გეომეტრიული და სტრუქტურული მახასიათებლები. ელექტრონული სტრუქტურის მიხედვით დადგენილია გამხსნელის გავლენა ორგანული მოლეკულების კომპლექსწარმოქმნის უნარზე ლითონთან. გამხსნელებად შერჩეულ იქნა წყალი, აცეტონი, მეთანოლი, ეთანოლი, დიმეთილსულფოქსიდი, ქლოროფორმი, ჰერქსანი.

სინთეზირებულია ნიკელის (II) ორი შერეულლიგანდიანი კომპლექსური ნაერთი: მონობირთვული შერეულლიგანდიანი კომპლექსური ნაერთი $[\text{Ni}(\text{L})_2(\text{DMF})_2(\text{SCN})_2]$, და ორმაგი კომპლექსური ნაერთი $[\text{NiL}_4(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Ni}(\text{NCS})_4]$, სადაც L - იზონიკოტინამიდია, DMF - N,N-დიმეთილფორმამიდი.

სინთეზირებულია კობალტის (II) ორი შერეულლიგანდიანი კომპლექსურინაერთი იზონიკოტინამიდთან (L): $[\text{Co}2\text{L}(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და $[\text{Co}2\text{L}(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$. აგრეთვე სინთეზირებულია კობალტის (II) ორი ბიმეტალური კომპლექსური ნაერთი პიკოლინამიდთან (L'): $[\text{Co}2\text{L}'(\text{H}_2\text{O})][\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და $[\text{Co}2\text{L}'(\text{H}_2\text{O})][\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$.

ორგანული ლიგანდების - იზონიკოტინამიდის და პიკოლინამიდის - მოლეკულების, აგრეთვე ჰექსაცანოფერატ(II)-იონის $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ და ნიტროპრუსიდ-იონის $[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-}$ კოორდინირების წესის დადგენის მიზნით სინთეზირებული ნაერთები შესწავლილია შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით.

ჩატარებულია სინთეზირებული კოორდინაციული ნაერთების თერმოგრაფიმეტრული კვლევა [75-78].

დასკვნა

ნაშრომში ჩვენ არ დავვისახავს მიზნად გაკვეთებია აკად. გ.ცინცაძის შრომების სრული მიმოხილვა, რაც შეუძლებელი იქნებოდა ამ სტატიის ფორმატში. ჩვენ შევვხებთ აკად. გ.ცინცაძის სამეცნიერო მემკვიდრეობის მხოლოდ მცირე ნაწილს. მიზნად დავისახეთ გვეჩვენებინა კონკრეტულად თიოციანატური ნაერთების შესახებ გ.ცინცაძის შრომების

აქტუალობა თანამედრო სამეცნიერო კვლებში, თუ რა გავლენას ახდენენ ისინი და რამდენად ეხმარებიან ახალგაზრდა მკვლევარებს მათ სამეცნიერო მუშაობაში.

ლიტერატურა:

1. Yu.Ya.Kharitonov, G.V.Tsintsadze, M.A.Porai-Koshits. Report AN SSSR, 160, no. 6, 1351 (1965)
2. G. V. Tsintsadze, Yu. Ya. Kharitonov, M. A. Poray-Koshits. Approximate theoretical (semi-empirical) analysis of oscillations of coordinated groups // J. inorganic. chemistry. - 1965. - V.10. - No. 4. - S. 792-801.
3. Yu.Ya.Kharitonov, G.V.Tsintsadze, M.A.Porai-Koshits. J. inorgan. Chemistry, 10, 792 (1965)
4. G.V. Tsintsadze. Study of cyanate, thiocyanate and selenocyanate compounds of metals. Abstract for the competition. degree of doctor of chemical sciences. Tbilisi. 1970
5. V.V. Skopenko, G.V. Tsintsadze, A.I. Brusilovets. Ukr. Chem. Zh. 36, 5 (1970)
6. Givi Tsintsadze, Maia Tsintsadze, Tamar Giorgadze. Study of infrared absorption spectra of compounds with XCN groups. Technical University. Tbilisi. 2017
7. G. V. Tsintsadze, A. Yu. Tsivadze, and A. N. Borshch, Infrared absorption spectra of some samarium and gadolinium thiocyanates, Soobshch. AN GSSR. - 1969. - T. 56. - No. 3. - S. 565-567.
8. G.V. Tsintsadze, A.V. Tovbis, A.M. Mamulashvili and AI Kvitashvili. Cargo. polytechnic in-ta. - 1969. - No. 5 (134).
9. G.V. Tsintsadze, Yu.Ya. Kharitonov, A.Yu. Tsivadze. Infrared absorption spectra of cadmium trirhodanide complexes // J. inorganic. chemistry. - 1970. - T. 15. - No. 4. - S. 949-953.
10. G. V. Tsintsadze, Yu. Ya. Kharitonov, A. Yu. Tsivadze. Infrared absorption spectra of some tetra-rhodanide complexes of cadmium and mercury // J. inorganic. chemistry. - 1970. - T. 15. - No. 8. - S. 2123-2128.
11. G. V. Tsintsadze, A. M. Mamulashvili, L. E. Demchenko. About the products of the interaction of hexa-methylenetetramine with cyanates, thiocyanates and selenocyanates of some metals // J. inorganic. chemistry. - 1970. - T. 15. - No. 1. - S. 276-278.
12. G. V. Tsintsadze and A. Yu. Tsivadze, "Synthesis of some zinc and cadmium trirhodanide complexes," Tr. cargo. Polytechnic in-ta. - 1970. - No. 3 (138). - S. 85-87.G.Tsintsadze, Yu.Ya.Kharitonov, A. Yu. Tsivadze.Infrared Spectra of Zn Hexathiocyanates //Inorganic and Nuclear Chemistry Letters. - 1970. - V. 6. - #2. - P. 197-200.
13. G.Tsintsadze, Yu.Ya. Kharitonov, A. Yu. Tsivadze.Infrared Spectra of Some Zn and Ni Trithiocyanate Complexes// Inorganic and Nuclear Chemistry Letters. - 1970. - V. 6. - #2. - P.201-203.
14. G. V. Tsintsadze, A. Yu. Tsivadze, Yu. Ya. Kharitonov. Infrared spectra of nickel hexarodanide complexes, Izv. Academy of Sciences of the USSR. Chemical series - 1971. - No. 11. - S. 2460-2464.
15. G. V. Tsintsadze, A. N. Borshch, and E. A. Kvezereli, Infrared absorption spectra of some europium rhodanide compounds, Soobshch. AN GSSR. -1971. - T.64. - No. 1. - P.69-71.
16. G. V. Tsintsadze, D. I. Eristavi, L. B. Kereselidze. On the nature of the coordination of XCN-groups (X=S, Se) in solvate complexes of some metals with formamide and N-methylformamide, Tr. Cargo. polytechnic in-ta. - 1971. - No. 5 (145). - S. 33-37.
17. G. V. Tsintsadze, A. Yu. Tsivadze, Yu. A. Kharitonov. Investigation of the vibrational spectra of thio- and selenocyanate complexes in solutions // J. inorganic. chemistry. - 1972. - V.17. - No. 11. - S. 2912-2918.

18. G.V. Tsintsadze, T.N. Tsivtsivadze, F.V. Orbeladze, L.A. Samsonadze. Preliminary X-ray diffraction study of crystals of some complex compounds with XCN - groups (X=O, S, Se) // Tr. Cargo. polytechnic in-ta.- 1973.- No. 8 (164). - S. 133-134.
19. A.S. Managadze. Investigation of mixed pseudohalide and pseudohalide nido-halide complex compounds of certain metals. Abstract for the competition. degree of candidate of chemical sciences. Tbilisi. 1973
20. G. V. Tsintsadze, A. Yu. Tsivadze, and A. S. Managadze, "Infrared absorption spectra of mixed thio- and selenocyanate complexes of some metals," Soobshch. AN GSSR. - 1972. - T.65. - No. 2. - S. 429-432.
21. G. V. Tsintsadze, E. A. Kvezereli, A. S. Managadze. Thermographic characteristics of some mixed complexes $MHg(SCN)_2 \cdot X_2 (M=Mn, Co, Ni, Zn; X=Cl, Br, NCSe)$ // Tr. Cargo. polytechnic in-ta. - 1972. - No. 5 (153). - S. 29-32.
22. Gverdtsiteli L.V. Coordination compounds of transition metal carboxylates with amides of pyridinecarboxylic acids. Abstract for the competition. scientific degree cand. chemical sciences. Tbilisi. 1988
23. Gongadze N.P. Study of coordination compounds of metals with N.N-dimethylacetamide and nicotinic acid amide. Abstract for the competition. scientific degree cand. chemical sciences. Tbilisi. 1976
24. Lezhava A.P. Coordination compounds of germanium (IV) halides and thiocyanates with some nitrogen- and oxygen-containing bioactive metals Abstract of the competition. scientific degree cand. chemical sciences. Tbilisi. 1988
25. Co-authors: E.A. Kvezereli, A.P. Lezhava. Rhodanide complexes of germanium (IV) // Zh. chimi. - 1975. - T.20. - No. 6. - S. 1552-1555.
26. Turiashvili T.N. X-ray diffraction study of coordination compounds of metals with amides and hydrazides. Abstract for the competition. scientific degree cand. chemical sciences. Tbilisi. 1988
27. G. V. Tsintsadze, D. I. Eristavi, L. B. Kereselidze. On thiocyanate complexes and with formamide, Tr. Cargo. Polytechnic in-ta. - 1968. - No. 7 (127). - S. 39-44.
28. G.V. Tsintsadze, N.A. Parpiev, Yu.Ya. Kharitonov, A.Yu. Tsivadze, O.F. Khodzha-ev. Coordinating compounds of metals with formamide and its derivatives. -Tashkent, FAN. - 1979.
29. G. V. Tsintsadze, N. A. Parpiev, Yu. Ya. Kharitonov, O. F. Khodzhaev, and A. Yu. Coordination compounds of metals with formamide // Tashkent: FAN, 1980. - 112 p.
30. G. Tsintsadze, S. Kuznetsov, K. Tsereteli, M. Meladze. Quantum-chemical study of complex compounds of zinc iodide with formamide and dimethylformamide // Materials. Sat. I RSP. three times.- Matt. Conf. In Inorganic Chemistry. - Tbilisi 1990. - p. 12-18.
31. G. V. Tsintsadze, M. G. Matiashvili, M. M. Ugulava. Coordinating compounds of some metals with urea//Communication. AN GSSR. - 1973. - T.70.- No. 3. - S. 613-616.
32. G.V. Tsintsadze, T.I. Tsivtsivadze, M.G. Matiashvili, F.V. Orbeladze. IR - spectral and X-ray diffraction study of crystals of the complex of cadmium (II) with urea // XVIII scientific and technical conference. Abstracts of reports. Part II. -Tb., 1974.- S. 79-80.
33. G.V. Tsintsadze, T.I. Tsivtsivadze, M.G. Matiashvili, F.V. Orbeladze, N.I. Pirtskhalava, M.M. Ugulava. IR - Spectral and X-ray diffraction study of crystals of complexes of manganese (II) with carbamide // Tret'e Vses. meeting on the chemistry of coordination compounds of cobalt, nickel and manganese. Abstracts of reports. - Tb., 1974. -S. 230.
34. G.V. Tsintsadze, A.Yu. Tsivadze, S.A. Kuznetsov, M.G. Tsintsadze, L.D. Napetvaridze, N.A. Kutsiava. Coordination compounds of metals with ethylene urea and bicyclic bioureas. - Tb., Publishing House of Tech. un-ta, 1995. - 139 p.
35. G.V. Tsintsadze. Rhodanide compounds of some metals with dimethyl sulfoxide // J. inorganic. chemistry. - 1971. - V.16 - No. 4. - S. 1160-1161.

36. G.V. Tsintsadze, A.S. Antsyshkina. Structure of dimethylformamide molecules in complexes // All-Union Conf. on the study of the structure and reactivity by physical methods. Abstracts of reports. - Frunze: ILIM, 1966. - S. 238.
37. G. V. Tsintsadze, A. Yu. Tsivadze, N. P. Gongadze. Investigation of coordination compounds and with - diethyl-nicotinamide (DENA) and nicotinic acid amide (ANA) by electron spectroscopy // Abstracts of reports XIX scientific and technical. conf. prof.-teacher composition of higher educational institutions of the Transcaucasian republics. T. II. - Tb., 1977.- S. 148.
38. G.V. Tsintsadze, E.A. Kvezereli, A.Yu. Tsivadze, E.G. Sirbiladze .. Coordination compounds of silicon and germanium with picolinic acid amide // Coord. chemistry. - 1984. - T. 10. - No. 3. - S. 418-420.
39. G.V. Tsintsadze, A.Yu. Tsivadze, Kh.D. Sharashidze, V.A. Trofimov. Coordination compounds of nickel with amides of isonicotinic and picolinic acids // J. inorganic. chi-mi. - 1985.- T. 30. - No. 7. - S. 1760-1768.
40. G.V. Tsintsadze, A.Yu. Tsivadze, L.G. Chikhladze. Coordination compounds of palladium(II) with amides of pyridinecarboxylic acids // J. inorganic. chemistry. - 1985. - T.30. - No. 2. - S. 429-433.
41. G.V. Tsintsadze, R.A. Kiguradze, A.N. Shnulin, Kh.S. Mamedov. Structure of bis(formiato) bis(isonicotinamide) diquacoped(II) // J. Struct. chemistry. - 1986. - T. 27.- No. 1. - S. 101-107.
42. G.V. Tsintsadze, R.A. Kiguradze, A.N. Shnulin, Kh.S. Mamedov, E.A. Zion, M.V. Gverdtsiteli. Structure of bis (formiato) bis (nicotinamide) diquacoped(II) dihydrate // J. Struct. chemistry. - 1986. - T. 27. - No. 2. - S. 123-131.
43. G.V. Tsintsadze, R.Sh. Kurtanidze, N.P. Gongadze, T.T. Lezhava, H.D. Sharashidze, E.D. Getsadze, A.I. Kvitashvili. Complexes of 3d – metals with amides and N, – dimethylamides of picolinic and isonicotinic acids// VI all-session. meeting in the chemistry of non-aqueous solutions of inorganic and complex compounds. Abstracts of reports. - Rostov-on-Don, 1987. - S. 94.
44. G.V. Tsintsadze, M.V. Shavtvaladze, A.Yu. Tsivadze. Isocyanatocomplexes of cobalt(II) and nickel(II) with amides of pyridinecarboxylic acids// Coord. chemistry. - 1990. - T. 16. No. 12. - S. 1666-1670.
45. G.V. Tsintsadze, K.I. Tsintsadze, L.V. Gverdtsiteli, D.M. Dikhamindzhia, D.I. Nozadze, R.G. Tediashvili. Influence of amides of pyridinecarboxylic acids on the fluidity of blood sugar, oxygen consumption by tissues, blood pressure and electrocardiogram in animals // Tr. Cargo. tech. university - 1992. - No. 1 (384). - S. 16-18.
46. G.V. Tsintsadze, R. Sh. Kurtanidze, D. D. Bakhtadze Effect of some mixed-ligand coordination compounds of cobalt and manganese with carboxylate groups and amides of pyridinecarboxylic acids on blood sugar fluidity, oxygen consumption by tissues and electrocardiogram in animals // Tr. Cargo. tech. university - 1992. - No. 3 (386). - S. 36-38.
47. G.V. Tsintsadze, L.D. Napetvaridze, M.G. Tsintsadze, N.P. Gongadze, Kh.D. Sharashidze, L. G. Chikhladze, L. V. Gverdtsiteli. Coordination compounds of manganese (II), cobalt (II), nickel (II), copper (II), zinc (II), cadmium (II) and palladium (II) with pikolin-, nicotine- and isonicotinamides // XVIII Chugaev conference. – M.: Nauka, 1996. – S. 135.
48. V. Tsintsadze, L.D. Napetvaridze, M.G. Tsintsadze, N.A. Gongadze, Kh.D. Sharashidze. Coordination compounds of zinc and cadmium with isonicotinamide (INA) // Izv. Academy of Sciences of Georgia. Series Chemical. - 1997. - T.23. - No. 1-4. - P.67-70
49. G. Tsintsadze, T. Tsivtsivadze, M. Tsintsadze, R. Kighuradze. Biocoordination compounds of cobalt and copper with amides of pyridinecarboxylic acids. National Academy of Sciences of Georgia. Tbilisi. 2011.

50. M. Kurkhuli. Synthesis and research of cobalt (II) heteronuclear mixed ligand complex compounds. Master's thesis, Stu, Tbilisi, 2022
51. S. gelovan Research and synthesis of mono- and heteronuclear mixed-gandian complex compounds M. Abesadze, M. Tsintsadze. N. Kilasonia. SYNTHESIS OF MIXED LIGAND COORDINATION COMPOUNDS OF BIOLOGICALLY ACTIVE METALS WITH N-N-DIMETHYLFORMAMIDE. International Online Conference "Compounds and Materials with Specific Properties" July 10-11, 2020 Tbilisi, Georgia P.61-62
52. L. Arabuli, L. Skhirtladze, M. Tsintsadze. Synthesis and study of IR spectra of polynuclear mixed-ligand metals with N,N-dimethylformamide International Scientific and Technical Conference "Environmental Protection and Sustainable Development" November 11-12, 2019 ISBM 978-9941-8-1875-2 p. 22.
53. Abesadze M., Tsintsadze M., Tsintsadze G. Synthesis and study of IR spectra of bimetallic mixed-ligand transition metals with N,N-dimethylformamide. International Scientific and Technical Conference "Environmental Protection and Sustainable Development" November 11-12, 2019 ISBM 978-9941-8-1875-2 p. 23.
54. M. G. Abesadze, N. G. Gegeshidze, N. O. Kilasonia, D. M. Lochoshvili, M. G. Tsintsadze. Quantum-chemical study of coordination compounds of zinc nitrate and sulfate with N,N-dimethylformamide (DMF). "Pottery", 2019. 22.1(42). 3-8 ISSN 1512-0325
55. L. Arabuli, N. Gegeshidze, M. Kereselidze, L. Skhirtladze. SYNTHESIS AND PROPERTIES OF MIXED LIGAND COMPLEX COMPOUNDS OF NICKEL (II). International Online Conference "Compounds and Materials with Specific Properties" July 10-11, 2020 Tbilisi, Georgia P.63
56. D. Margievi M. Tsintsadze N. Kilasonia. SYNTHESIS OF COORDINATION COMPOUNDS OF SOME BIOLOGICALLY ACTIVE d-METALS. International Conference of Students International Conference of Students and Young Scientists and Young Scientists "CHEMISTRY TO-DAY AND IN FUTURE" "CHEMISTRY TODAY AND IN FUTURE" November 16-17, 2018, Tbilisi, Georgia P. 53-54 ICSYS-2018
57. Z. Gogberashvili M. Tsintsadze. QUANTUM-CHEMICAL STUDY OF THE COORDINATION COMPOUNDS OF NITRATE, SULFATE, CHLORIDE AND ZINC BROMIDE WITH DIMETHYL SULFOXIDE (DMSO). International Conference of Students International Conference of Students and Young Scientists and Young Scientists "CHEMISTRY TODAY AND IN FUTURE" "CHEMISTRY TODAY AND IN FUTURE" November 16-17, 2018, Tbilisi, Georgia P. 54-56 ICSYS-2018
58. G. V. Tsintsadze, M. G. Tsintsadze, M. M. Mamiseishvili, N. G. Gegeshidze, M. K. Kereselidze, D. M. Influence of the solvent on the complexing ability of N,N-dimethylformamide Georgian Chemical Journal. Tbilisi. 2015(15)N2. Page 14-17
59. G.V. Tsintsadze. X-ray diffraction study of trans-diisosenocyanato-tetradimethylforamide-nickel(II)-[Ni(NCSe)₂(HCON(CH₃)₄)₂] crystals. Georgian National Academy of Sciences, Tbilisi, 2014. 55 p.
60. L. Skhirtladze, A. Mamulashvili, T. Edilashvili, N. Maisuradze. Solvent Effect on Complex Formation on Dimethylsulfoxide. Modern Researches and Prospects of their Use in Chemistry, Chemical Engineering and Related Fields International Scientific Conference September 21-23, 2016, Ureki, Georgia
61. Lili Skhirtladze, Aivengo Mamulashvili, Tamar Edilashvili, Neli Maisuradze. Solvent Effect on Complex Formation on Dimethylsulfoxide. Bulletin of the National Academy of Sciences of Georgia, Chemistry Series 2016 Vol. 42, No. 3 p. 312-313
62. M. G. Abesadze, N. G. Gegeshidze, N. O. Kilasonia, D. M. Lochoshvili, M. G. Tsintsadze. Quantum-chemical study of coordination compounds of zinc nitrate and sulfate with N,N-dimethylformamide (DMF). "Pottery", 2019. 22.1(42). 3-8 ISSN 1512-0325

63. M. Abesadze, N. Gegeshidze, M. Tsintsadze, N. Kilasonia. Quantum-chemical study of the coordination compound of zinc bromide with N,N-dimethylformamide (DMF) by semiempirical methods AM1, MP3 and MNDO-d Georgian Journal of Chemistry 19(1) 2019 Pp. 42-46
64. G. V. Tsintsadze, A. M. Mamulashvili, G. M. Manvelidze, N. A. Maisuradze. Synthesis and IR spectral study of coordination compounds of bromides of some d-elements with dimethyl sulfoxide. Chemical Journal of Georgia Tbilisi 2016 16 №1 P.25-27G. Tsintsadze, A. Mamulashvili, L. Skhirtladze, M. Mamiseishvili. Synthesis and infrared spectra of coordination compounds of sulfates of Cu(II), Zn and Cd with dimethylsulfoxide. Georgian Chemical Journal Tbilisi 2017 Vol. 17. No. 1. p. 24-26M. Tsintsadze, L. Skhirtladze, A. Mamulashvili, T. Edilashvili. Synthesis and Spectra of Coordination compounds of 3d-metals with N,N-Dimethylformamide. International Mini-Symposium "Bioactive Compounds, Antimicrobial and Biomedical Products & Materials for Protection of Human and Environment" May 4-5, 2018, Tbilisi, Geotgiap. 56-57
65. N. Bolqvadze, A. Mamulashvili, M. Tsintsadze. COORDINATION COMPOUNDS OF MANGANESE (II) CHLORIDE WITH DMSO AND DMF: SYNTHESIS, STRUCTURE, PROPERTIES. "Chemistry-achievements and perspectives" theses of the international scientific-methodological conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of Academician Givi Tsintsadze. October 19-20, Tbilisi - 2018p. 73-74.
66. N. Gegeshidze, N. Kilasonia, M. Tsintsadze, A. Mamulashvili, L. Skhirtladze, M. Kereselidze. Synthesis and IR spectral study of complex compounds of N,N-dimethylformamide (DMF) with chlorides of biologically active metals. 2020 Georgian Chemical Journal 19(1) 2019 Pp. 29-32
67. M. Tsintsadze, N. Gegeshidze. Complexing ability of dimethyl sulfoxide, N,N-dimethylformamide and urea (urea) (monograph). Tbilisi Technical University. 2022 103 pp. ISBN 978-9941-28-812-8
68. M. Tsintsadze, N. Kilasonia, M. Kereselidze, L. Skhirtladze, D. Lochoshvili. Quantum-chemical study of zinc sulfate, nitrate, chloride and bromide coordination compounds with dimethyl sulfoxide (DMSO). Chemical Journal of Georgia Tbilisi 2018 18 (1) Pp. 35-38
69. Mamulashvili, N. Bolqvadze, T. Edilashvili, G. Tsintsadze. Synthesis of complex compounds of chlorides of biologically active metals with N,N-dimethylformamide and study of IR spectra. International Scientific and Technical Conference "Environmental Protection and Sustainable Development" dedicated to the 80th anniversary of the birth of Doctor of Chemistry Professor Viktor Dimitris-dze Eristavi November 11-12, 2019 ISBN 978-9941-8-1875-2 p. 24
70. Гегешидзе Н.Г. Киласония Н.О. Цинцадзе М.Г. Термогравиметрическое и колориметрическое исследование комплексных соединений сульфатов и хлоридов биологически активных металлов с N,N-диметилформамидом. The VIII International Scientific Conference «THE CHEMISTRY OF COORDINATION COMPOUNDS» dedicated to the 85th anniversary of the Department of Analytical Chemistry 22-23 December Baki-2020 Стр. 95-98
71. M. Tsintsadze, N. Kilasonia. Preparation and characterization of some double complex compounds of metals with N,N-dimethylformamide. CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF BIOPOLYMERS. Book Volume IP. 26-35 Publishing House "UNIVERSAL" 2020 ISBN 978-9941-26-769-7
72. M. Tsintsadze, N. Gegeshidze, N. Kilasonia, Endeladze. Synthesis and study of a double complex compound of nickel (II) with isonicotinamide and thiocyanate. „Ceramic“, № 1(45) 2021. 33. 71-79
73. Kereselidze M., Skhirtladze L., Kurkhuli M. Synthesis of bimetallic cobalt (II) complex compounds with isonicotinamide and picolinamidomethyl. Kyiv Conference on Analytical Chemistry. Modern Trends. Book of Abstracts. Київ 2022. p.46 ISBN 978-966-999-298-7

74. Kilasonia N., Lochoshvili D., Tsintsadze M., Gelovani S. Study of the effect of solvents on the complexing ability of picolinamide molecules by semi-empirical quantum chemical method AM1. Kyiv Conference on Analytical Chemistry, Modern Trends. Book of Abstracts. Київ 2022. p.54-55 .

From "simple" to double and bimetallic thiocyanate complexes

- Nana Gegeshidze** Associate Professor, Georgia Tech University, Department of Chemistry, Georgia. 0175, Tbilisi, Kostava st. 69, Rs. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Georgia. 0186, Mindeli St., Tbilisi 11
E-mail: nana.gegeshidze@gtu.ge
- Nino Kilasonia** Associate Professor, Georgia Tech University, Department of Chemistry, Georgia. 0175, Tbilisi, Kostava st. 69, Rs. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Georgia. 0186, Mindeli St., Tbilisi 11
E-mail: nino-kilas@mail.ru
- Nino Tabuashvili** Technical University of Georgia, Department of Chemistry, Academic Ph.D., Georgia. 0175, Tbilisi, Kostava st.
E-mail: n.tabuashvili@gtu.ge
- Maia Tsintsadze** Professor, Georgia Tech University, Department of Chemistry, Georgia. 0175, Tbilisi, Kostava st. 69, Rs. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Georgia. 0186, Mindeli St., Tbilisi 11
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

Abstract. Professor G. Tsintsadze and his collaborators have conducted extensive research in the field of chemistry of pseudohalide complexes of metals. Synthesis of complexes containing simultaneously organic ligands (dimethyl sulfoxide, N, N-dimethylformamide, carbamide, amides of nicotinic, isonicotinic and picolic acids, etc.) and pseudohalide groups using non-aqueous solvents has been developed. The compounds were studied using IR spectroscopy and X-ray diffraction analysis. On the basis of existing works, research has continued in the direction of synthesis of new double and bimetallic complex compounds that simultaneously contain these organic ligands and rhodanide groups.

Keywords: chemistry of pseudohalide complexes, dimethyl sulfoxide, N, N-dimethylformamide, carbamide, made of nicotinic, isonicotinic and picolic acids, quantum chemical calculations by semi-empirical methods AM1, MP3 and MNDO-d.

მეთოდური მიდგომები სტრუქტურულად მგრძობიარე რეაქციების შესწავლისათვის

ორინე ბერძენიშვილი ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას ქ. 69

- მანანა სირაძე** E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge
ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერინგის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას ქ. 69.
- ქეთი ჯიქიძე** E-mail: ma.siradze@gtu.ge
ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას ქ. 69
E-mail: jikidze.keti13@gmail.com

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69.

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

ნ. გელოვანი, პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69.

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ანოტაცია. სტატიაში მიმოხილულია მატერიის შესწავლისადმი არსებული ძირითადი მეთოდური მიდგომები. ფიზიკურ ქიმიასა და არის მატერიის შესწავლის ორი მეთოდური მიდგომა ან ორი თვალთახედვა მატერიაზე: მოლეკულური და ფენომენოლოგიური. სტრუქტურულად მგრძობიარე რეაქციებისა და კატალიზის ფენომენის მრავალწახნაგოვნობის გათვალისწინებით, ნაშრომში აზოტის ამიაკამდე ჰიდრირების რეაქციის კვლევისას, რომელიც Fe -ის კატალიზატორის ზედაპირზე მიმდინარეობს, გამოყენებულია კომპლექსური მიდგომა. გაანგარიშებულია აზოტის მოლეკულების დისოციაციური ადსორბციის აქტივაციის ენერგია კატალიზატორის თანხლებით და მის გარეშე. კატალიზატორის თანაობისას აქტივაციის ენერგია თითქმის 100 ჯერ ნაკლებია.

ნაშრომში ნათლად ნაჩვენებია გეომეტრიული ფაქტორის როლი, რომელიც კატალიზატორის კრისტალური გისოსის სტრუქტურასთანაა დაკავშირებული. მნიშვნელოვანი განსხვავებები დაფიქსირდა რკინის სხვადასხვა კრისტალოგრაფიული სიბრტყის კატალიზურ აქტივობაში: რეაქციის სიჩქარე მაქსიმალურია $Fe(111)$ და $Fe(211)$ სიბრტყეებზე. ამრიგად, სტრუქტურულად მგრძობიარე რეაქციების რეალიზაციისათვის მიზანშეწონილია კატალიზატორის სტრუქტურაში ჭარბობდეს სპეციფიკური აქტიური კრისტალოგრაფიული წახნაგების მქონე ნაწილაკები.

საკვანძო სიტყვები: აქტივაციის ენერგია, კატალიზატორი, მეთოდური მიდგომები, სიბრტყე, სიჩქარე, სტრუქტურულად მგრძობიარე რეაქციები.

შესავალი

სადღეისოდ მატერიის შესწავლა ორი მეთოდური მიდგომის გამოყენებით ხდება ანუ თანამედროვე ფიზიკური ქიმიის მეცნიერებაში მატერიას ძირითადად ორი მნიშვნელოვანი თვალთახედვით განიხილავენ [1-3]:

- პირველი მიკროსკოპული/ მოლეკულური მიდგომა ეფუძნება ნივთიერების მიკროგამოვლინების ცოდნას ანუ მოლეკულებისა ან სხვა სტრუქტურული მიკრო-ობიექტებისაგან მატერიის მოწყობის ცოდნას.
- მეორე მაკროსკოპული/ ფენომენოლოგიური მიდგომა ეფუძნება ნივთიერების მაკროგამოვლინების ცოდნას. აქ ჩვენ თვით სხეულები გვინტერესებს: მათი მასა, ენერგია, ზომები, მოცულობა და სხვ. ანუ აქ კვლევა სხეულის მოლეკულურ მდგენელთა სრული უგულებელყოფით მიმდინარეობს.

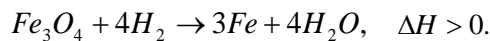
ეს ორი მიდგომა ერთიმეორეს ავსებს, თუმცა განსახილველი ამოცანიდან გამომდინარე, ერთ-ერთი მათგანი შეიძლება აღმოჩნდეს უფრო მეტად მისაღები, მეტად დროული ან და მარტოდენ შესაძლებელი.

კატალიზის მოვლენა რთული მრავალწახნაგოვანი ფენომენია და მისი კვლევა კომპლექსურ მიდგომას მოითხოვს, რომელსაც თვალსაჩინოებისა და დამაჯერებელი მოდელოური ინტერპრეტაციის უპირატესობები გააჩნია.

ამასთან, პრინციპული განსხვავებაა ჰომოგენურ და ჰეტეროგენულ კატალიზურ სისტემებს შორის. თუ პირველ შემთხვევაში კატალიზატორი და ამოსავალი რეაგენტები (სუბსტრატი) ერთ ფაზაშია და კატალიზატორის ფუნქციას გარკვეული ქიმიური ნაერთების (მჟავები, მარილები, ტუტეები) მოლეკულები ასრულებს, მეორე შემთხვევაში – სუბსტრატი და კატალიზატორი სხვადასხვა ფაზაშია და მყარი კატალიზატორის (ლითონი, ოქსიდი, მყარი მარილი) ზედაპირული ატომების მხოლოდ მცირე ნაწილი ე.წ. აქტიური ცენტრები მონაწილეობს კატალიზურ პროცესში. ჰეტეროგენული კატალიზური რეაქცია მიმდინარეობს სწორედ ამ აქტიურ ცენტრებზე, სადაც ხდება რეაგენტების მოლეკულების გარდაქმნა [1, 3-7].

ძირითადი ნაწილი

ქიმიური მრეწველობის ერთ-ერთი სტრატეგიულად მნიშვნელოვანი მიმართულებაა ამიაკის სინთეზი. NH_3 მიიღება წყალბადისა და აზოტისგან ჰებერ-ბოშის მეთოდით $T = 723 - 773K$ და $P = 300$ ატმ პირობებში. აზოტის ჰიდრირების რეაქცია არის ეგზოთერმული (დიდი უარყოფითი ენთალპიური ეფექტით $\Delta H = -91,96$ კჯ/მოლ), სტრუქტურულად მგრძობიარე და რკინის კატალიზატორის ზედაპირზე მიმდინარეობს, რომელიც მიიღება მაგნეტიტის ალდგენით:



კატალიზატორი პრომოტირებულია Al_2O_3, K_2O, CaO ოქსიდებით [5-8].

იმავედროულად აზოტის ჰიდრირების რეაქცია რთულია და ყველა სტადიაში ორმხრივია, ამიტომ მისი სიჩქარე განისაზღვრებოდა პირდაპირი და შებრუნებული პროცესების სიჩქარეების სხვაობით შემდეგი კინეტიკური განტოლებით:

$$v = kp_{N_2} \left(\frac{p_{H_2}^3}{p_{NH_3}^2} \right)^m - k' \left(\frac{p_{NH_3}^2}{p_{H_2}^3} \right)^{1-m},$$

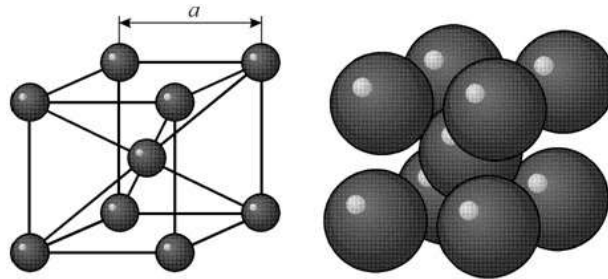
სადაც k და k' – პირდაპირი და შებრუნებული პროცესების სიჩქარის კონსტანტები, P – აირადი კომპონენტის პარციალური წნევა.

აქვე უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ჩვეულებრივი კატალიზატორისათვის $m = 0,5$. გაანგარიშებამ აჩვენა, რომ N_2 მოლეკულების დისოციაციის ენერგია საკმაოდ დიდია, $\Delta U = 941,6$ კჯ/მოლ; E_a აქტივაციის ენერგია ასეთივე სიდიდისაა, რის გამოც კატალიზატორის გარეშე წყალბადისა და აზოტის ნარევი შეიძლება ინახებოდეს განუსაზღვრელად დიდი ხნის განმავლობაში. ამისგან განსხვავებით, ჩვეულებრივ რკინის კატალიზატორზე კი N_2 მოლეკულების დისოციაციური ადსორბციის $E_a = 10$ კჯ/მოლ, რაც თითქმის 100 ჯერ ნაკლებია.

სტატიაში ასევე განვიხილავთ გეომეტრიული ფაქტორის გავლენას, რომელიც დაკავშირებულია კატალიზატორის კრისტალური გისოსის სტრუქტურასთან და შესაბამისად, ნაშრომის მიზანია ლითონის კატალიზურ აქტივობასა და გეომეტრიულ ფაქტორს შორის არსებული კორელაციის გამოვლენა. ამჟამად კვლევებში ყურადღება კონცენტრირებულია კრისტალების ყველაზე გავრცელებულ კლასზე – კუბურ კრისტალურ სისტემაზე. პირველ

ნახაზზე წარმოდგენილია მოცულობადაცენტრებული კუბური (მდკ) უჯრედი წიბოს a

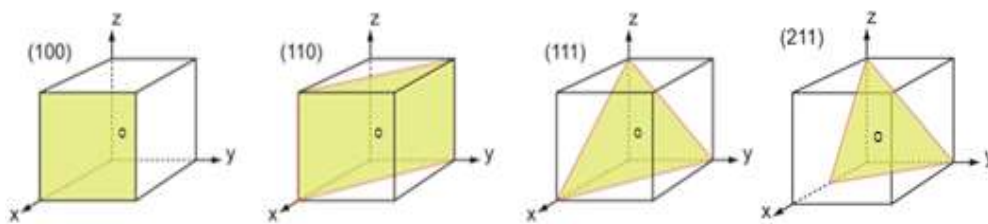
სიგრძით; ატომური რადიუსი იანგარიშება ფორმულით: $r = \frac{\sqrt{3}}{4} a$.



ნახაზი 1. ნაწილაკთა განლაგების სქემა მდკ ელემენტარულ უჯრედში

ამგვარი გისოსი აქვს ისეთ ლითონებს როგორცაა $\alpha - Fe$, $\beta - Ti$, Ba, W, Mo, Cr, V , ტუტე ლითონებსა და სხვ. [9-11].

ცხადია, რომ მდკ ელემენტარული უჯრედის ატომებზე შესაძლებელია სხვადასხვა კრისტალოგრაფიული სიბრტყის და, შესაბამისად, ატომთა განსხვავებული ზედაპირული სიმჭიდროვის მქონე სიბრტყეების გატარება (ნახ. 2).



ნახაზი 2. კრისტალოგრაფიული სიბრტყეები მდკ სტრუქტურაში

კრისტალოგრაფიული ინდექსების აღნიშვნისათვის მილერის ინდექსებს ვიყენებთ [3, 9-11]. მოყვანილი მაგალითებიდანვე ჩანს, რომ ატომთა რიცხვი და მათი განლაგება თითოეულ კრისტალოგრაფიულ სიბრტყეში ინდივიდუალურად განსხვავებულია. სტრუქტურულად მგრძნობიარე რეაქციის სიჩქარე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული კატალიზატორის ზედაპირზე ამ ატომების გეომეტრიულ წყობაზე, რადგან სწორედ ეს რამდენიმე ატომი ურთიერთქმედებს სუბსტრატის მოლეკულებთან, აკავებს მათ ზედაპირზე და აჩქარებს ქიმიურ გარდაქმნას.

ამრიგად, აშკარაა, რომ კატალიზატორის ზედაპირზე ატომების/ აქტიური ცენტრების განლაგება დამოკიდებულია კატალიზატორის კრისტალური გისოსის სტრუქტურაზე და იმ კრისტალოგრაფიული სიბრტყეების ინდექსებზე, რომლებითაც გისოსი კატალიზატორის

ზედაპირზე წყდება. გასაკვირი არ არის, რომ კატალიზატორის ზედაპირზე არსებული კრისტალოგრაფიული სიბრტყის ინდექსებიდან გამომდინარე, ატომებს სხვადასხვა თავისუფალი ვალენტობა და ასევე განსხვავებული კატალიზური აქტივობა აქვს.

ამ თვალსაზრისით ძალზე საინტერესოა Fe -ის მონოკრისტალის 4 კრისტალოგრაფიული სიბრტყის აქტივობა – $Fe(100)$, $Fe(110)$, $Fe(111)$ და $Fe(211) - NH_3$ -ის სინთეზის პროცესის ეფექტური კატალიზების უნართან მიმართებაში. დადგენილია, რომ NH_3 -ს წარმოქმნის სიჩქარეთა თანაფარდობა $773K$ -ზე რკინის კატალიზატორის საკვლევ ზედაპირებზე არის:

$$\frac{Fe(111)}{Fe(111)} : \frac{Fe(211)}{Fe(111)} : \frac{Fe(100)}{Fe(111)} : \frac{Fe(110)}{Fe(111)} = 1 : 0,91 : 0,059 : 0,0024.$$

როგორც ვხედავთ, თუ რკინის ნაწილაკებისათვის ჭარბობს $Fe(100)$ და $Fe(110)$ კრისტალოგრაფიული სიბრტყეები, მაშინ ამიაკის სინთეზის სიჩქარე უმნიშვნელოა; $Fe(111)$ და $Fe(211)$ კრისტალოგრაფიული სიბრტყეების სიჭარბის შემთხვევაში პროცესის სიჩქარე საგრძნობლად მატულობს. ეს შედეგი ცხადყოფს, რომ აღნიშნული სიბრტყეები კატალიზურად ბევრად აქტიურია, ვიდრე $Fe(100)$ და $Fe(110)$.

ბუნებრივია, რომ სხვადასხვა ინდექსის მქონე სიბრტყეების მიერ წარმოქმნილი ზედაპირების რეაქციული უნარი არის განსხვავებული. კალიუმისა და კალციუმის არსებობაც კატალიზატორის ზედაპირზე საგრძნობლად ზრდის სტერიულ მამრავლსა და აქტიური ცენტრების რიცხვს. დროთა განმავლობაში კატალიზატორის აქტივობა მცირდება სხვადასხვა თანაპროცესით.

დასკვნა:

სამრეწველო კატალიზატორის რეალური ზედაპირი არის არაერთგვაროვანი როგორც გეომეტრიული, ისე ენერგეტიკული თვალსაზრისით. ამიტომ ძალზე მნიშვნელოვანია მასალის სტრუქტურირება მთელ მოცულობაში.

დასკვნის სახით აღსანიშნავია, რომ სტრუქტურულად მგრძობიარე რეაქციები, ისევე როგორც კატალიზი მთლიანობაში რთული მრავალფაქტორული მოვლენაა და ამ ფენომენის რომელიმე ერთი მხრიდან ან რომელიმე ერთი მიდგომით აღწერის მცდელობები უშედეგოა.

სტრუქტურულად მგრძობიარე რეაქციების მართვის ორგანიზაცია კინეტიკური, თერმოდინამიკური, კრისტალთქიმიური მონაცემების შეკრებისა და დამუშავების მეთოდების კომპლექსს მოითხოვს.

ლიტერატურა:

1. Atkins P., Paula J. & Keeler J. (2022). *Atkins' Physical Chemistry*, 12th Oxford University Press. <https://www.chemcome.com/wp-content/uploads/2020/11/Physical-chemistry-by-R.-L.-Madan-z-lib.org.pdf>
2. Eremin V.V., Kargov S.I., Uspenskaya I.A. (2021). Fundamentals of physical chemistry. In 2 volumes. M.: Laboratory of Knowledge. (in Russian).
3. <https://byjus.com/chemistry/heterogeneous-catalyst/>
4. L. L. Makarova. (2019). Chemical kinetics and catalysis. Izhevsk: UdGU Publishing House. (in Russian).
5. Berdzenishvili I. (2020). Formal Kinetics. Test Items. Tbilisi: Technical University. (in Georgian).
6. Berdzenishvili I.G., Siradze M.G., Hitalishvili S.V., Kobaladze I.D. (2017). Chemical Equilibrium and Qualitative Assessment of its Direction Shift. Journal of the Georgian Ceramists' Association "Ceramics", vol. 19. 1(37), 34-37.
7. <https://www.le-comptoir-geologique.com/miller-indices-glossary.html>
8. Baraz V.R., Levchenko V.P., Povzner A.A. (2009). Structure and physical properties of crystals. Yekaterinburg: USTU. (in Russian).
9. Berdzenishvili I. (2023). Crystal Structures, Crystallographic Indices. Tbilisi: Technical University. (in Georgian).
10. Berdzenishvili I. (2019). *Physical Chemistry. Laboratory Manual*. Tbilisi: Technical University. (in Georgian).

Methodical approaches to the study of structure-sensitive reactions

Irine Berdzenishvili	Department of Chemistry, Technical University of Georgia, Georgia, 0105, Tbilisi, Kostava st. 69. E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge
Manana Siradze	Department of Chemical and Biological Engineering, Technical University of Georgia, Georgia, 0105, Tbilisi, Kostava st. 69 E-mail: ma.siradze@gtu.ge
Keti Jikidze	Department of Chemistry, Technical University of Georgia, Georgia, 0105, Tbilisi, Kostava st. 69 E-mail: jikidze.keti13@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the consideration of the methodical approaches to the study of matter. In physical chemistry there are two methodical approaches or two points of view on matter: molecular and phenomenological. Considering the versatility of structure-sensitive reactions and the phenomenon of catalysis, a complex approach is used to study the reaction of hydrogenation of nitrogen to ammonia, which occurs on the surface of *Fe* catalyst. The activation energy of dissociative adsorption of nitrogen molecules with and without a catalyst was calculated. In the presence of catalyst, the activation energy is almost 100 times lower.

The work clearly shows the role of the geometric factor, which is related to the crystal lattice structure of the catalyst. Significant differences were observed in the catalytic activity of various crystallographic planes of iron: reaction rate is maximum in the case of $Fe(111)$ and $Fe(211)$ planes. Therefore, for the occurrence of structure-sensitive reactions, it's advisable that particles with certain active crystallographic faces predominate in the catalyst structure.

Keywords: activation energy, catalyst, methodological approaches, plane, rate structure-sensitive reactions.

ელექტრონული სწავლება ქიმიაში-ქიმიური წონასწორობა

ჟუჟნა პეტრიაშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ელექტრონული სწავლების ტექნოლოგიების ცენტრი ქიმიაში, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69. E-mail: Zh.petriashvili@gtu.ge
დავით სონღულაშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 77. E-mail: Songul.david@gmail.com
რევაზ კლდიაშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ელექტრონული სწავლების ტექნოლოგიების ცენტრი ქიმიაში, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69. E-mail: Kldiashvilirevazi04@gtu.ge

რეცენზენტები:

ი. ბერძენიშვილი, სტუ, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, პროფესორი,

E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge

ნ. ბოლქვაძე, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი,

E-mail: bolkvadzenona04@gtu.ge

ანოტაცია. სამუშაოს მიზანია ვირტუალური სასწავლო რესურსის შექმნა ქიმიაში, რომლის გამოყენება შესაძლებელია როგორც სკოლებში, ისე უმაღლესი სასწავლებლის ბაკალავრიატის სა-ფეხურზე ქიმიის სწავლებისას.

წარმოდგენილი სამუშაო ეხება ქიმიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხის-ქიმიური წონასწორობის და მასზე მოქმედი ფაქტორების სწავლებას ელექტრონული-ვირტუალური მეთოდით.

სამუშაო შედგება სამი ნაწილისაგან: თეორიული მასალა ანიმაციებით, ვირტუალური ექსპერიმენტები და თვითშეფასების ტესტები. ექსპერიმენტული ნაწილში განიხილება მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციის და ხსნარის ტემპერატურის გავლენა კობალტის კომპლექსური მარილების ხსნართა წონასწორულ პროცესზე.

სამუშაოს მესამე ნაწილში სხვადასხვა ტიპის თვითშეფასების არჩევითპასუხიანი ტესტების განხილვისას შესაძლებელია დაშვებული შეცდომების გაანალიზება და ამით მასალის ათვისების დონის შემოწმება.

საკვანძო სიტყვები: წონასწორობა, ვირტუალური სწავლება, თვითშეფასება.

შესავალი

სწავლება ელექტრონული რესურსების გამოყენებით სულ უფრო აქტუალური ხდება ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრებისათვის. ელექტრონული რესურსების გამოყენება შესაძლებელია როგორც საუნივერსიტეტო აუდიტორიებში, ასევე მის გარეთ ინტერნეტ-სივრცეში.

ჩვენი მიზანია ქართული ინტერფეისის მქონე ვირტუალური სასწავლო რესურსის შექმნა ქიმიაში, რომლის გამოყენება შესაძლებელია როგორც ზოგადსაგანმანათლებლო სასწავლებლებში, ისე უმაღლესი სასწავლებლის ბაკალავრიატის საფეხურზე ქიმიის სწავლებისას.

წარმოდგენილი სამუშაო ეხება ქიმიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხის-ქიმიური წონასწორობის სწავლებას ელექტრონული-ვირტუალური მეთოდით.

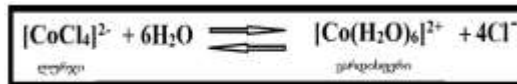
ქიმიური წონასწორობა და მასზე მოქმედი ფაქტორები ქიმიური მეცნიერების საკმაოდ მნიშვნელოვანი ნაწილია და საჭიროებს როგორც თეორიული მასალის შესწავლას, ასევე ლაბორატორიული ექსპერიმენტების ჩატარებას და პრაქტიკული დავალებების შესრულებას.

ძირითადი ნაწილი

სამუშაო შედგება სამი ნაწილისაგან: თეორიული მასალა ანიმაციებით, ექსპერიმენტული ნაწილი და თვითშეფასების ტესტები ელექტრონულ ფორმატში.

სამუშაოს პირველ - თეორიულ ნაწილში განხილულია პირდაპირი და შექცევადი რეაქციები; წონასწორობის ცნება; წონასწორობის გადახრა და ლე-შატელიეს პრინციპი; წონასწორობის გადახრაზე მოქმედი ფაქტორები: წნევა, ტემპერატურა, კონცენტრაცია, კატალიზატორი; წონასწორობის მუდმივა და მისი გაანგარიშება სხვადასხვა პროცესისათვის. ამავე ნაწილში განხილულია მაგალითები ანიმაციებით, სადაც პროცესები ნაჩვენებია მოლეკულურ დონეზე.

სამუშაოს მეორე ნაწილში მომხმარებელი შეძლებს ჩაატაროს ექსპერიმენტული სამუშაოები: კობალტის ტეტრაქლორიდის და კობალტის ჰექსაჰიდრატის ხსნართა წონასწორობა და აღნიშნულ წონასწორულ პროცესზე ტემპერატურის და კონცენტრაციის გავლენა. ელემენტ კობალტისათვის ერთ-ერთი დამახასიათებელი ჟანგვის რიცხვია +2. Co^{+2} -ის უწყლო ნაერთები და უწყლო კომპლექსური იონები $[\text{Co}(\text{Cl})_4]^{2-}$ ლურჯი ფერისაა. კობალტის ჰექსაჰიდრატი- $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ -კი ვარდისფერია. თუ ხსნარი ერთდროულად შეიცავს აღნიშნულ იონებს წონასწორულ მდგომარეობაში, ხსნარი იისფერია.



ექსპერიმენტული ნაწილის მიზანია მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციის და ხსნარის ტემპერატურის გავლენის შესწავლა კობალტის კომპლექსური ნაერთების ხსნართა წონასწორულ პროცესზე.

I. ნივთიერებათა კონცენტრაციის ცვლილების გავლენა წონასწორობის გადახრაზე.

ექსპერიმენტის ჩატარებამდე სტუდენტები გამოთქვავენ ჰიპოთეზას, თუ რომელი მიმართულებით გადაიხრება ქიმიური რეაქციის წონასწორობა კონცენტრაციის ცვლილებისას? შემდეგ ჩაატარებენ ექსპერიმენტებს:

- ა. ექსპერიმენტი ნივთიერებების კონცენტრაციის გაზრდისას და
- ბ. კონცენტრაციის შემცირებისას მიმდინარე პროცესები.

ცდა 1. კონცენტრაციის გავლენა წონასწორობის გადახრაზე. (ქლორიდ იონების სიჭარბე).

ა. კობალტის ქლორიდის ჰექსაჰიდრატის $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6\text{Cl}_2]$ ვარდისფერ კრისტალებს ხსნიან წყალში (ხსნარი ვარდისფერია) და ამატებენ ქლორიდ იონების (Cl^-) შემცველ ხსნარს. ვარდისფერ ხსნარს ანაწილებენ ორ სინჯარაში. ერთ შემთხვევაში ხსნარს უმატებენ მარილ-მჟავას (HCl), ხოლო მეორე შემთხვევაში კალციუმის ქლორიდის (CaCl_2) უფერო ხსნარს. ქლორიდ იონების (Cl^-) სიჭარბის გამო წონასწორული პროცესი გადაიხრება მარჯვნიდან მარცხნივ. ორივე შემთხვევაში ვარდისფერი ხსნარი ლურჯ შეფერილობას იღებს.



ცდა 2. კონცენტრაციის გავლენა წონასწორობის გადახრაზე. (ქლორიდ იონების ნაკლებობა).

ა. პირველ ცდაში მიღებულ ლურჯ ხსნარზე წყლის დამატებით - ქლორიდ იონების შედარებით დაბალი კონცენტრაციის გამო ხსნარი კვლავ ვადისფერი გახდება.

ბ. პირველ ცდაში მიღებულ ლურჯ ხსნარზე ვერცხლის ნიტრატის (AgNO_3) დამატებით ვერცხლის იონები შებოჭავს ქლორიდ-იონებს ვერცხლის ქლორიდის თეთრი ნალექის წარმოქმნის გამო ($2\text{Ag} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl}$).

ქლორიდ იონების შედარებით დაბალი კონცენტრაციის გამო წონასწორობა გადაიხრება ამ იონების გაზრდის მიმართულებით - ხსნარი კვლავ ვადისფერი გახდება.



II. ტემპერატურის გავლენა წონასწორობის გადახრაზე.

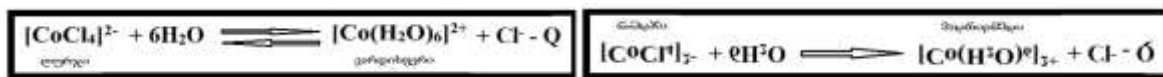


ექსპერიმენტის ჩატარებამდე სტუდენტები გამოთქვავენ ჰიპოთეზას, თუ რომელი მიმართულებით გადაიხრება ქიმიური რეაქციის წონასწორობა ტემპერატურის ცვლილებისას? შემდეგ ჩატარებენ ექსპერიმენტებს:

- ა. ხსნარის ტემპერატურის გაზრდისას
- ბ. ტემპერატურის შემცირებისას.

ცდა 3. ტემპერატურის გაზრდის გავლენა წონასწორობის გადანაცვლებაზე. ა. კოლბაში ათავსებენ კობალტის ქლორიდის ჰექსაჰიდრატის $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ვარდისფერ კრისტალებს და ხსნიან წყალში (ხსნარი ვარდისფერია). კოლბას შეანჯღრევენ, ჩადგავენ წყლიან კრისტალიზატორში, რომელიც მოთავსებულია ქურაზე და ჩართავენ ქურას.

ტემპერატურის გაზრდით ქიმიური რეაქციის წონასწორობა გადაიხრება მარცხნიდან მარჯვნივ - ენდოთერმული რეაქციის მხარეს. ხსნარი ვარდისფერ შეფერილობას მიიღებს.



ცდა 4. ტემპერატურის შემცირების გავლენა წონასწორობის გადანაცვლებაზე.

ბ. კოლბაში ათავსებენ კობალტის ქლორიდის ჰექსაჰიდრატის $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ვარდისფერ კრისტალებს და ხსნიან წყალში (ხსნარი ვარდისფერია). კოლბას შეანჯღრევენ, ჩადგავენ წყლიან კრისტალიზატორში, რომელიც მოთავსებულია ყინული და თერმომეტრი.

ტემპერატურის შემცირებით ქიმიური რეაქციის წონასწორობა გადაიხრება მარჯვნიდან მარცხნივ - ეგზოთერმული რეაქციის მხარეს. ხსნარი ლურჯ შეფერილობას მიიღებს.



ექსპერიმენტების ჩატარების და დაკვირვების შემდეგ სტუდენტები აკეთებენ დასკვნას: კონცენტრაციის და ტემპერატურის ცვლილება რა გავლენას ახდენს ქიმიური წონასწორობის გადახრაზე. შეადგენენ ჩატარებული სამუშაოს ოქმს.

შეადარებენ მათ მიერ გამოთქმულ ვარაუდს ექსპერიმენტების შედეგებთან.

სამუშაოს მესამე ნაწილში მოცემულია სხვადასხვა ტიპის თვითშეფასების არჩევით პასუხიანი ტესტები, სადაც მომხმარებელი შეძლებს შეაფასოს მასალის ათვისების დონე, დააფიქსიროს და გაანალიზოს დაშვებული შეცდომები და ამით გაიღრმავოს ცოდნა აღნიშნულ თემასთან-ქიმიური წონასწორობა და წონასწორობის გადახრაზე მოქმედო ფაქტორები - მიმართებაში. ტესტებში მოცემული კითხვის დაფიქსირებისას გამოჩნდება სავარაუდო პასუხები, რომელთაგანაც სასურველ ვარიანტს ირჩევს სტუდენტი. თითოეულ კითხვაზე გაცემულ სწორ პასუხზე სტუდენტი იღებს 1 ქულას. განხილულია 8 დავალება. თითოეული დავალება მოიცავს 10 ან 15 კითხვას. სულ გროვდება 100 ქულა.

დასკვნა:

სწავლების ვირტუალური და ტრადიციული მეთოდების შედარებისას აღმოჩნდა, რომ ვირტუალური მეთოდის გამოყენებისას, დროის მცირე მონაკვეთში, სტუდენტებმა შეძლეს საკმაოდ მოცულობითი თემის თეორიულად დამუშავება, ექსპერიმენტების ჩატარება და თვითშეფასება. ამავე დროს, გაიზარდა სტუდენტთა მოტივაცია, აქტიურობა და მოსწრების დონე.

ლიტერატურა:

1. R.Thomas Myers, Keith B. Oldham, Salvatore Tocci. (2000). Chemistry (visualizing matter), Holt, Rinehart and Winston, New-York. (In English);
2. C.Maxatadze, G.Cincadze, A.Mamulashvili. (2000). Basics of coordination Chemistry. GTU, Tbilisi.(In Georgian);
3. Brian F. Woodfield, Matthew C. Asplund. (2013). Virtual ChemLab-General Chemistry Laboratories. v.4.5. Upper Saddle River,NJ 07458 Pearson education. Brigman Young University. (In English).

Electronic learning in chemistry-chemical equilibrium

- Zhuzhuna Petriashvili** Georgian Technical University, Electronic Teaching Technology center in chemistry, Georgia, 0105, Tbilisi, 69-Kostava street.
E-mail: Zh.petriashvili@gtu.ge
- David Songulashvili** Georgian Technical University, Faculty of Informatics and control systems, Georgia, 0105, Tbilisi, 77-Kostava street.
E-mail: Songul.david@gmail.com
- Revaz Kldiashvili** Georgian Technical University, Electronic Teaching Technology center in chemistry, Georgia, 0105, Tbilisi, 69-Kostava street.
E-mail: Kldiashvilirevazi04@gtu.ge

Abstract. The aim of the work is to create a virtual educational resource in chemistry that can be used in teaching chemistry both in schools and at the bachelor's level of higher education.

The presented work refers to the teaching of one of the important issues of chemistry-chemical equilibrium by electronic-virtual method.

The work consist of three parts: theoretical material with animations, virtual experiments and self-assessment tests.

In the experimental part, the equilibrium process of solution of cobalt complex compounds is considered. In particular, the influence of concentration of substances and solution temperature on the equilibrium process.

In the third part of the work, various types of tests for self-assessment are given in electronic format.

Keywords: balance, virtual learning, self-assessment.

24-წევრიანი აზომეთინური მაკროციკლის იმობილიზაცია სილიკაგელის ზედაპირზე

- ზურაბ გელიაშვილი** პროფესორი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, მ. კოსტავას ქუჩა 69
E-mail: z.geliashvili@gtu.ge
- თეა მათითაიშვილი** ასოც. პროფესორი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, მ. კოსტავას ქუჩა 69
E-mail: t.matitaishvili@gmail.com

რეცენზენტები:

თ. ჭეიშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

თ. ქარქუსაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: t.karkusashvili@gtu.ge

ანოტაცია. იმობილიზებული ორგანული ფრაგმენტების ნომენკლატურის გაზრდის და თვისებების შესწავლის მიზნით, დამუშავდა სინთეზირებული 24-წევრიანი მაკროციკლური პოლიაზომეთინის იმობილიზაციის პროცესი სიმეტრიული ტრიაზინით წინასწარ გააქტივებულ/მოდифიცირებულ სილიკაგელის ზედაპირზე.

არაორგანული მატრიცის ზედაპირზე 24- წევრიანი მაკროციკლური აზომეთინის იმობილიზაცია ხორციელდება მასში არსებული ფენოლური ჯგუფების აქტიური წყალბადატომის და ციანურქლორიდით გააქტიურებული სილიკაგელის ორგანულ ფრაგმენტში შემავალი მეორე ძვრადი ქლორის ატომის მონაწილეობით.

სილიკაგელის ზედაპირზე იმობილიზებული 24-წევრიანი აზომეთინური მაკროციკლის ულტრაიისფერი ელექტრონული შთანთქმის სპექტრის ჩაწერა განხორციელდა მოდიფიცირებული მეთოდით, რაც მდგომარეობს იმაში, რომ დისპერსულ გარემოდ შერჩეულია ქიმიურად სუფთა გლიცერინი, რომლის მაღალი სიბლანტის გამო, სპექტრის ჩაწერის მიმდინარეობისას ე.წ. პიგმენტის სედიმენტაციის დრო მინიმალურია.

დამყნობილი პოლიაზომეთინი ხასიათდება სხვადასხვა გამხსნელის, მათ შორის პირიდინით დამუშავების მიმართ გაზრდილი მდგრადობით, რაც განპირობებულია დამყნობილი ფრაგმენტის ბუნებითა და სილიკაგელის ზედაპირთან წარმოქმნილი კოვალენტური ბმით.

დამყნობილი მაკროციკლის აღნაგობიდან გამომდინარე სავარაუდოა- გარდამავალი ჯგუფის მეტალის მარილებთან იმობილიზებული კომპლექსნაერთებითა და ჰეტეროფუნქციონალურ ლუმინოფორულ პიგმენტებად წარმოდგენა.

საკვანძო სიტყვები: დამყნობილი ფრაგმენტი, იმობილიზაცია, მაკროციკლი, მოდიფიცირებული სილიკაგელი, პოლიაზომეთინი, ტრიაზინილსილიკაგელი, ციანურქლორიდი/ტრიაზინი.

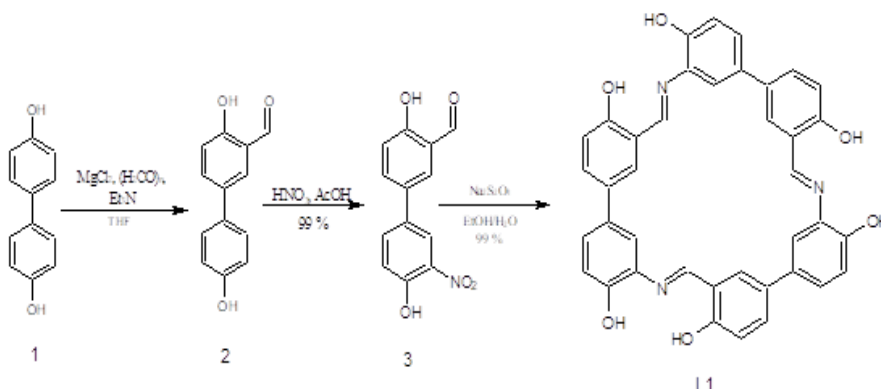
შესავალი

იმობილიზებული ორგანული ნაერთების რაოდენობა არაორგანული და ორგანული ბუნების მატრიცებზე დღესდღეობით მზარდია და მათზე წაყენებული ტექნიკური მოთხოვნები მეტად მნიშვნელოვანია. სამეცნიერო ლიტერატურაში აღწერილია სილიკატებისა და აზბესტის ზედაპირზე სხვადასხვა ბუნების ორგანული ფრაგმენტების, მათ შორის ჩანაცვლებული ფენილის, ნაფთილის, თიენილისა და სხვა ჰეტეროციკლური სისტემების იმობილიზაციის პროცესები და მათი შემდგომი გარდაქმნების საფუძველზე განხორციელდა მაღალი ტექნიკური თვისებების მქონე აზო პიგმენტების სინთეზი [1-4].

დღესდღეობით მაკროციკლური აზომეთინების სინთეზი, რომელიც ერთდროულად მოიცავს როგორც აზომეთინების, ისე მაკროციკლური პოლიაზომეთინური ნაერთების თვისებებს, საკმაოდ აქტუალურია [5-8].

ძირითადი ნაწილი

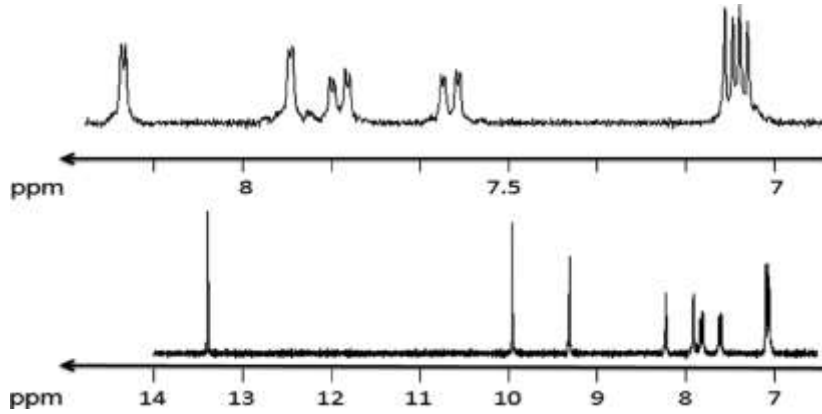
მიზნობრივი 24-წევრიანი აზომეთინური მაკროციკლის სინთეზი განხორციელებული იქნა ლიტერატურაში აღწერილი მეთოდის მიხედვით [9].



სქემა 1. მიზნობრივი მაკროციკლის L1 სინთეზი

წინასწარ სინთეზირებული 4,4'-დიჰიდროქსიბიფენილიდან (1) თანმიმდევრული გარდაქმნით მიიღება 4,4'-დიჰიდროქსიბიფენილ-3-კარბალდეჰიდი (2), შემდეგ საფეხურზე მანიტრირებელი ნარევიტ დამუშავებით წარმოიქმნება 4,4'-დიჰიდროქსი-3'-ნიტრობიფენილ-3-კარბალდეჰიდი (3), რომლის ნიტროჯგუფს ნატრიუმის დითიონიტით აღადგენენ 4,4'-დიჰიდროქსი-3'-ამინობიფენილ-3-კარბალდეჰიდად, ნაერთს გამოყოფის გარეშე უტარდება მოლეკულათაშორისი ციკლური ტრიმერიზაცია და შედეგად წარმოიქმნება მეწამული შეფერილობის 24-წევრიანი მაკროციკლური პოლიაზომეთინური ნაერთი L1 (სქემა 1).

სინთეზირებული მაკროციკლური ნაერთის L1 გასუფთავების მიზნით ვისარგებლეთ სვეტური ქრომატოგრაფიის მეთოდით, რომელშიც ინერტულ ადსორბენტად გამოყენებულია ალუმინის ოქსიდის ფხვნილი, ხოლო ელუენტად კი დიქლორნეთანისა და მეთანოლის ნარევი 1:1 მოცულობითი თანაფარდობით. შედეგად გამოყოფილია მუქი წითელი შეფერილობის ფხვნილი, რომელიც 300°C-ზე იშლება.



ნახაზი 1. სინთეზირებული L1 მაკროციკლის ¹H-ბმრ სპექტრი DMSO-d₆-ში

განხორციელდა პროდუქტის პროტონული ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსული სპექტრომეტრით კვლევა. ¹H-ბმრ სპექტრების ინტერპრეტაციით დადგინდა, რომ სპექტრმა დიმეტილსულფოქსიდში (DMSO-d₆) აჩვენა იმინის (N=) ჯგუფის ერთჯერადი სიგნალი 9,31 ppm-ზე და ჰიდროქსილის ჯგუფის ორი სიგნალი 13,39 და 9,94 ppm-ებზე. შესაბამისად ეს პიკები უპირატესად მიუთითებს სიმეტრიული ნაერთის წარმოქმნაზე და არა ოლიგომერების ნარევეზე (ნახ. 1).

შესწავლილია სინთეზირებული პოლიაზომეთინური ნაერთის რეაქციისუნარიანობა ფენოლური ჯგუფების ხარჯზე, რაც საშუალებას იძლევა ციანურქლორიდის რგოლის მეშვეობით განხორციელდეს ამ პოლიაზომეთინური L1 ნაერთის სილიკაგელის ზედაპირზე იმობილიზაცია.

გაშრობა ჩატარებულია როტაციული ამორთქლებლის IP-3M გამოყენებით. **სილიკაგელის გასუფთავება და გაშრობა.** არაორგანულ მატრიცაზე იმობილიზაციისათვის გამოყენებულია სილიკაგელი მარკით L100/250, რომელიც წინასწარ გაირეცხა მარილმჟავითა და წყლით (ჩარეცხილი წყლის pH 6.5-6.7) და სილიკაგელს აშრობენ ვაკუუმ-საშრობ კარადაში 60±5 °C/2,7კპა ნარჩენი წნევისას 2-სთ-ის განმავლობაში. ადსორბირებული წყლის მოცილებით მასის დანაკარგი 8-10%-ია. სილიკაგელის შრობის პროცესის შესწავლის შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

სილიკაგელის (L100/250) შრობის ოპტიმალური რეჟიმი

კაჟბადის მარკა და ტიპი	სილიკაგელის მასა		შრობის რეჟიმი		ფიზისორბირებულ ული წყლის დანაკარგი %
	გამრობამდე გ.	გამრობის შემდეგ,* გ.	°C/კვა	დრო, სთ	
სილიკაგელი L 100/250	20	18.38	110/101	1	8.0
	<u>20</u>	<u>18.22</u>		2	<u>8.7</u>
	20	18.16		3	9.0
	20	18.28	1	8.1	
	<u>20</u>	<u>18.24</u>	120/101	2	<u>8.5</u>
	20	18.12	3	8.9	
	20	18.22	1	9.1	
	<u>20</u>	<u>18.18</u>	60/2.7	2	<u>10.0</u>
	20	18.16	3	10.1	

*ნიმუშები აწონილია 15 წთ-ში ერთხელ

სილიკაგელის (L100/250) გასუფთავება და გამრობა განხორციელებულია შემდეგი მეთოდით: 20გ სილიკაგელს ამატებენ 100მლ კონც. მარილმჟავას 15-20წთ. მორევის შემდეგ მარილმჟავას აცილებენ დეკანტაციით, დარჩენილ მასას ფილტრავენ მინის ქსოვილზე და გულმოდგინედ რეცხავენ წყლით pH=6-7-მდე. გარეცხილ სილიკაგელს აშრობენ 110±5 °C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე. გამრობის პროცესში მასა მცირდება 8-10%-ით. შრობის ხანგრძლივობა 3,5÷4სთ-ია.

სილიკაგელის ფიზიკური თვისებები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

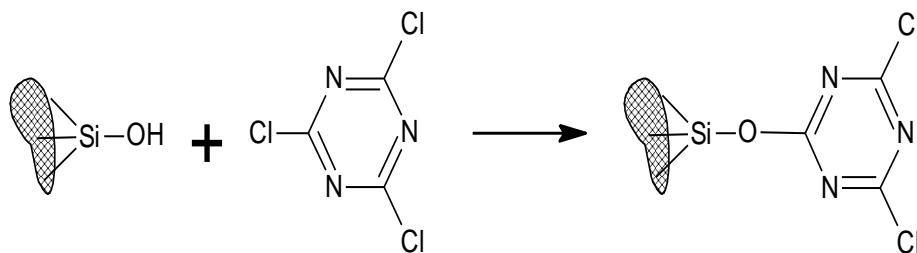
ცხრილი 2.

სილიკაგელის ფიზიკური თვისებები

სილიკაგელის მარკა და ტიპი	pH	ფორების საშუალო დიამეტრი Å	ფორების ხვედრითი მოცულობა სმ³/გ	ხვედრითი ზედაპირი მ²/გ	მარცვლების ზომა მმ
L 100/250	6-7	80	0,6-0,75	600-700	0,1-0,25

სილიკაგელის ზედაპირზე ციანურქლორიდის იმობილიზაცია.

გასუფთავებული სილიკაგელის ზედაპირზე სიმეტრიული ციანურქლორიდის იმობილიზაცია განხორციელდა ლიტერატურაში აღწერილი მეთოდის მიხედვით [4,10].



სქემა 2. სილიკაგელის ზედაპირზე ციანურქლორიდის იმობილიზაცია

სილიკაგელის ზედაპირზე ციანურქლორიდის იმობილიზაცია დადასტურებულია იწ სპექტრის საშუალებით. ტრიაზინილსილიკაგელის იწ სპექტრი (ვახელინის ზეთი, cm^{-1}) მოიცავს შთანთქმის მახასიათებელ ზოლებს: 1520 (C=N); 1125, 1090, 930 (Si-O-C); 760 (C-Cl).

Si-O-C ბმის მახასიათებელი შთანთქმის ზოლის არსებობა მიუთითებს ციანურქლორიდის რგოლის იმობილიზაციას სილიკაგელის ზედაპირზე, რაც ხორციელდება კოვალენტურად ბმული ჟანგბადის ხიდის საშუალებით.

არაორგანული მატრიცის ზედაპირზე- სილიკაგელზე დამყნობილი ციანურქლორიდის ფრაგმენტის (სქემა 2) რაოდენობრივი განსაზღვრა განხორციელებულია ელემენტური ანალიზის მონაცემების საფუძველზე [11].

მიღებულ ორგანოსილიკაგელებში ორგანული ნივთიერების შემცველობა ელემენტური ანალიზის მონაცემებზე დაყრდნობით გამოითვლება ფორმულით:

$$W = [C(M-1)] / A$$

სადაც: W % გააქტივებულ სილიკაგელში ორგანული ნივთიერების რაოდენობა;

C% -ნახშირბადის შემცველობა ელემენტური ანალიზის მიხედვით;

M-დამყნობილი ნივთიერების მოლეკულური მასა;

A - დამყნობილ ნაერთში ნახშირბადის ატომის მასა.

ელემენტური ანალიზის მონაცემებით სიმეტრიული ციანურქლორიდით გააქტივებულ სილიკაგელში ნახშირბადის ატომის შემცველობა შეადგენს $C = 1.5\%$ -ს.

იმობილიზებული ორგანული ნაერთის რაოდენობა N_1 (მკმოლი/მ²) და N_2 (ჯგუფი/ნმ²) იანგარიშება შემდეგი ფორმულებით:

$$N_1 = 10^6 \times P_c / 1200 \times N_c - C \times M \times S_{\text{გ}}$$

$$N_2 = 6.02 \times 10^5 \times P_c / 1200 \times N_c \times M \times S_{\text{გ}}$$

სადაც : P_c -ნახშირბადის შემცველობა, %;

M -ნახშირბადის ატომების მოლური მასა;

N_c -ნახშირბადის ატომების რაოდენობა დამყნობილ ჯგუფში, გ;

№8 -სილიკაგელის ხვედრითი ზედაპირი

გათვლებით მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში 3.

აღნიშნული მეთოდი ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ორგანოსილიკაგელში ორგანული ფრაგმენტების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის [11].

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ორგანული ფრაგმენტის რაოდენობაზე მატრიცის ერთეულზე მოქმედებს მათი მოცულობითი ფაქტორი.

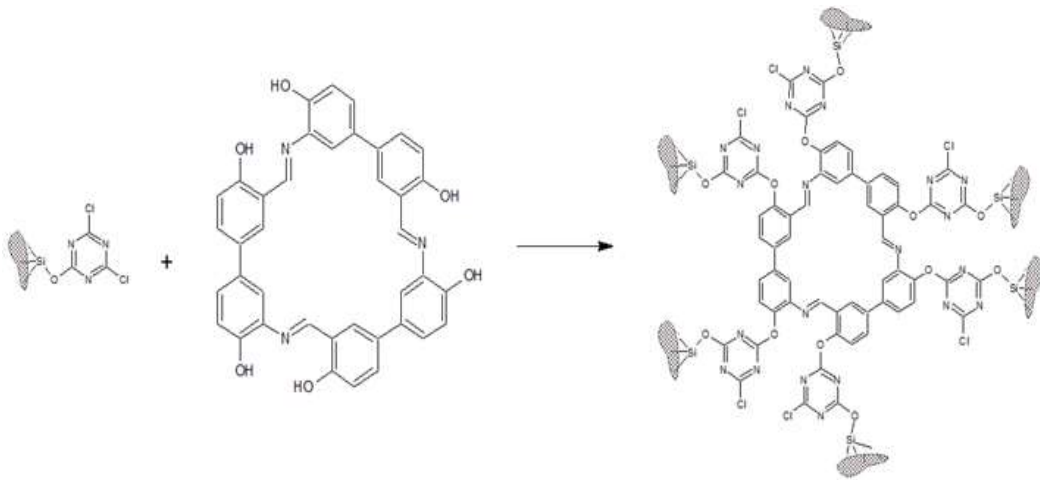
ცხრილი 3.

სილიკაგელზე იმობილიზებული ციანურქლორიდის შემცველობა

C %	N ₁ მკმოლი/მ ²	N ₂ ჯგუფი/ნმ ²	W%
1.6	0.734	0.44	6.89
1.5*	0.685*	0.41*	6.46*
1.5	0.680	0.42	6.47

* -საშუალო მნიშვნელობა

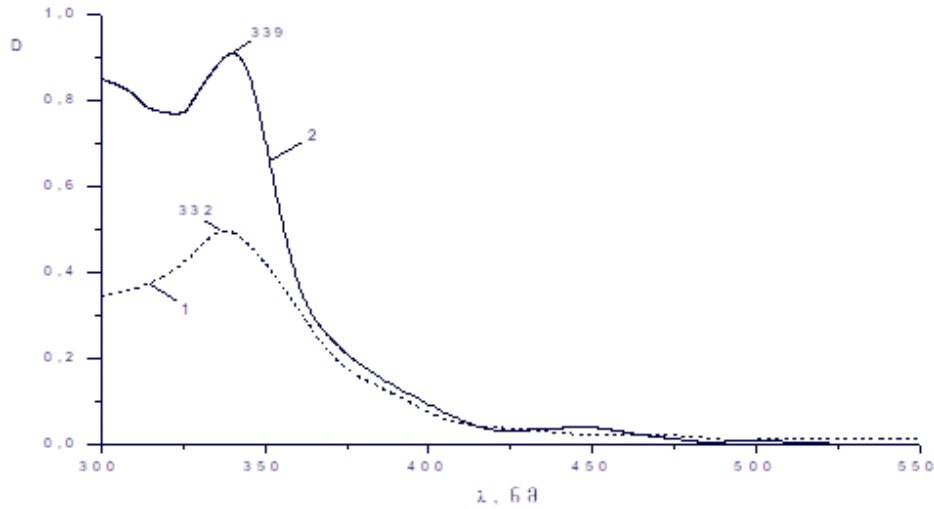
მიზნობრივი მაკროციკლური აზომეთინური ნაერთის სილიკაგელის ზედაპირზე იმობილიზაცია. მიზნობრივი მაკროციკლური აზომეთინური ნაერთის L1 იმობილიზაცია ტრიაზინილსილიკაგელზე მიმდინარეობს ფენოლური ჯგუფების მონაწილეობით (იხ. სქემა 3).



სქემა 3. 24-წევრიანი აზომეთინური მაკროციკლის ტრიაზინილსილიკაგელზე იმობილიზაცია

პოლიაზომეთინი L1 წინასწარ გარდაიქმნება ფენოლატანიონის სახით და დიმეთილფორმამიდის არეში 2სთ-ის განმავლობაში 20-30°C ტემპერატურაზე დაემატა ტრიაზინით მოდიფიცირებული სილიკაგელი სარეაქციო ნარევის pH 6-7 შენარჩუნებით. შემდეგ 50°C ტემპერატურაზე განუწყვეტელი მორევის პირობებში კიდევ 1 საათს აყოვნებენ და სარეაქციო სისტემას აცივებენ, ფილტრავენ, ჩარეცხავენ ცივი და ცხელი წყლით, შემდეგ ეთილის სპირტით

და დიმეთილფორმამიდით. მაკროციკლის (L1) ადსორბირების გამორიცხვის მიზნით სილიკაგელი პირიდინით დამუშავდა. მოვარდისფრო სილიკაგელს 2სთ-ის განმავლობაში აშრობენ საშრობ ლუმელში 50°C ტემპერატურაზე.



ნახაზი 2. სილიკაგელზე იმობილიზებული მაკროციკლის ელექტრონული შთანთქმის სპექტრი

სადაც: 1. იმობილიზებული მაკროციკლი (დისპერსული გარემო- გლიცერინი), 2. მოდელური მაკროციკლი (L1) (გამხსნელი-ეთანოლი)

სილიკაგელის ზედაპირზე ტრიაზინილის რგოლით მაკროციკლის იმობილიზაცია დადასტურებულია იწ სპექტრით, რომელშიც ჰიდროქსილის ჯგუფის რხევები 3348 სმ^{-1} და 1273 სმ^{-1} უბანში აღარ ვლინდება, ხოლო C-O ბმის მახასიათებელი შთანთქმა 1242 სმ^{-1} უბანში შენარჩუნებულია.

იმობილიზებული აზომეთინის ელექტრონული შთანთქმის სპექტრის ჩაწერა განხორციელდა მოდიფიცირებული მეთოდით. ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ დისპერსული გარემო გლიცერინია, რომელიც მისი მაღალი სიბლანტის გამო ამცირებს ე.წ. პიგმენტის სედიმენტაციის დროს, რაც დროის მცირე მონაკვეთში, სპექტრის ჩაწერის მიმდინარეობისას მინიმალურია [4,10].

ანალიზის შედეგად შთანთქმის ელექტრონული სპექტრის მონაცემებიდან მოსალოდნელიც იყო, რომ მაკროციკლური აზომეთინის შთანთქმის მაქსიმუმები იმობილიზაციამდე და იმობილიზაციის შემდეგ პრაქტიკულად უმნიშვნელოდ 3-7 ნმ-ით იცვლება, კერძოდ ჰიფსოქრომულადაა წანაცვლებული შესაბამის მოდელურ მაკროციკლთან შედარებით.

დამყნობილი პოლიაზომეთინი ხასიათდება სხვადასხვა გამხსნელის, მათ შორის პირიდინით დამუშავების მიმართ გაზრდილი მდგრადობით, რაც განპირობებულია დამყნობილი ფრაგმენტის ბუნებითა და სილიკაგელის ზედაპირთან წარმოქმნილი კოვალენტური ბმით.

დასკვნა

4,4'-დიჰიდროქსიბიფენილიდან თანმიმდევრული გარდაქმნით მიიღება 4,4'-დიჰიდროქსიბიფენილ-3-კარბალდეჰიდი, მანიტრირებელი ნარევით დამუშავებით წარმოიქმნება 4,4'-დიჰიდროქსი-3'-ნიტრობიფენილ-3-კარბალდეჰიდი, რომლის ნიტროჯგუფის ნატრიუმის დითიონიტით აღდგენით კი 4,4'-დიჰიდროქსი-3'-ამინობიფენილ-3-კარბალდეჰიდი, ხოლო დასკვნით ეტაპზე ციკლური ტრიმერიზაციით წარმოიქმნება მეწამული შეფერილობის მიზნობრივი 24-წევრიანი პოლიაზომეთინური მაკროციკლი L1.

განხორციელებულია და დადასტურებულია სიმეტრიული ციანურქლორიდის მეშვეობით მაკროციკლური აზომეთინის იმობილიზაცია სილიკაგელის ზედაპირზე.

დადგენილია, როგორც მოდელური, ისე დამყნობილი 24-წევრიანი მაკროციკლური პოლიაზომეთინური ნაერთების აღნაგობა სპექტრალური თვისებების შესწავლის გზით.

ლიტერატურა:

1. Chirakadze G.G, Geliashvili Z.E., Razmadze T.O.(2001). Immobilization of thienyl-containing azo pigments on the silica surface. *Journal of Organic Chemistry*, 37(11), 1063-1066;
2. Kh. Gogoladze, T. Shengelia, T. Karkusashvili, Z. Geliashvili. (2017). Synthesis of benzidine azo dyes immobilized on an inorganic matrix. *Georgian Engineering News*, 1 (81), 139-141;
3. T.G.Karkusashvili, Z.E.Geliashvili, N.P. Gongadze, G.G.Chirakadze, E.N. Elizbarashvili. (2005). New organosilicon composite materials. *Georgian chemical journal*. 5(5), 512-515;
4. Geliashvili Z.E., Matitaishvili T.R., Chirakadze G.G. (1998). Immobilization of synthetic dyes to the surface of natural hydrosilicates. *Georgian Engineering News*. 1(5), 49-52;
5. Hayvali Z., Hayvali M., Dal H. (2004). Synthesis and spectroscopic characterization of new Schiff bases containing the benzo-15-crown-5 moiety. *Molecules*, 9, 860-866;
6. Matitaishvili T., Lagvilava I., Elizbarashvili E. (2008). Synthesis, Chemical Reactivity And Characterization Of Novel Macrocyclic Azomethine Compounds. *Georgian Chemical Journal*, 8(1), 21-28;
7. Lagvilava I., Matitaishvili T., Iardalashvili I., Elizbarashvili E. (2008). A one-pot synthesis of some novel tetrakisazo disperse dyes bearing twenty-membered macrocyclic polyazomethine. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*. 74(3), 409-418.
8. E. Elizbarashvili, T. Matitaishvili, Kh. Topuria. (2007). Synthesis of Macrocyclic Polyazomethines. *Journal. Braz. Chem. Soc.*, 18(6), 1254-1258.
9. Guieu S. (2012). *Synthetic Communications: An International Journal for Rapid Communication of Syntetic Organic Chemistry*. 42 (21), 3180-3185.
10. Topuria Kh.D., Obolashvili N.Z., Karkusashvili T. G., Geliashvili Z. E. (2011). Novel 24-membered macrocyclic polyazomethines immobilized on silica gel. *Georgian Engineering News*, 2, 58, 123-125.
11. Z.E.Geliashvili, T.G.Karkusashvili, P.N.Apkhazava, N.P.Gongadze, G.G.Chirakadze. (2006). Determination of quantity of organic fragments in modified silica gels. *Georgian Chemical Journal*. 6(2), 144-146;

Immobilization of a 24-membered azomethine macrocycle on the silica gel

Zurab Geliashvili DEPARTMENT OF CHEMISTRY, GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY,
GEORGIA, 0192, TBILISI, 69^A M. KOSTAVA STR.
E-mail:z.geliashvili@gtu.ge

Tea Matitaishvili DEPARTMENT OF CHEMISTRY, GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY,
GEORGIA, 0192, TBILISI, 69^A M. KOSTAVA STR.
E-mail:z.matitaishvili@gtu.ge

Abstract. In order to increase the nomenclature of immobilized organic fragments and investigate their properties, the process of immobilization of synthesized 24-membered macrocyclic poly(azomethine) on the surface of silica gel pre-activated/modified with symmetrical triazine was processed.

Immobilization of 24-member macrocyclic azomethine on the surface of the inorganic matrix is carried out with the participation of the active hydrogen atom of the phenolic groups, and with the participation of the second movable chlorine atom in the organic fragment of the silicon gel activated by cyanide chloride.

Recording of the ultraviolet absorption spectrum of 24-membered azomethine macrocycle immobilized on the surface of silica gel was performed by a modified method, the essence of which is that chemically pure glycerin was selected for the dispersion medium because of its high viscosity, The time for pigment sedimentation during spectrum recording is minimal.

Grafted poly(azomethine) is characterized by increased resistance to various solvents, including pyridine, which is due to the nature of the grafted fragment and the covalent bonds formed at the surface of the silica gel.

Based on the structure of the grafted macrocycle, it is probable to form complex compounds immobilized with metal salts of the transition group. Due to the structure of the grafted macrocycle, it is probable to be presented as Immobilized complex compounds with transitional group metal salts and heterofunctional luminophore pigments.

Keywords: cyanide chloride/triazine, grafted fragment, immobilization, macrocycle, modified poly(azomethine), silica gel, triazinyl silica gel.

სედიმენტაციის პოტენციალის თეორიულ-ექსპერიმენტურლი საფუძვლები

დემეტრე ნარსია ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქიმიის მაგისტრი, დოქტორანტი საქართველო, 0192, თბილისი, მ. კოსტავას 69

E-mail: demetre.narsia22@gmail.com

მალხაზ რაზმაძე ქიმიური ტექნოლოგიის და ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქიმიის დეპარტამენტი, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175,

E-mail: m_razmadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ჭეიშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

თ. ქარქუსაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: t.karkusashvili@gtu.ge

ანოტაცია. კოლოიდური ქიმია არის ქიმიური მეცნიერების ერთ-ერთი წამყვანი დარგი, რომელიც მოიცავს ბუნებისა და ადამიანის საქმიანობის უდიდეს არეალს, კოსმოსური ნისლეულებიდან დედამიწამდე, ცოცხალი ბუნების სასიცოცხლო საკვები ნივთიერებებით, ადამიანის სიცოცხლის შენარჩუნების ორგანოთა სისტემების შენარჩუნებამდე და ა.შ.

კოლოიდური ქიმიის ერთ-ერთი წამყვანი ნაწილია ელექტროკინეტიკური მოვლენები, მათ შორის ისეთს, როგორცაა დალექვის პოტენციალი და კოლოიდური ნაწილაკების ორმაგი ელექტრული შრე და მათი შედარებითი გავლენა დანალექების პროცესებზე. დალექვის პროცესები გადამწყვეტ როლს თამაშობს სხვადასხვა ტიპის პროდუქციის წარმოების ტექნოლოგიებში. მაგალითად, რძის პროდუქტის დამზადების ტექნოლოგია. ეს მიდგომები ასევე საფუძვლად უდევს გეოლოგიაში დანალექი ქანების წარმოშობა-ფორმირების პროცესებს. ასეთ გეოლოგიურ პროცესებში ძირითადად მონაწილეობენ დედამიწაზე გავრცელებული სილიკატური ქანები. ამიტომ, ჩვენ ავირჩიეთ სილიციუმის დიოქსიდი - ბუნებრივი სილიკატების მთავარი შემადგენელი ნაწილი - როგორც მთავარი მყარი, დისპერსიული ფაზა ამ სამაგისტრო სამუშაოს ძირითადი შესწავლისთვის.

Zetasizer Nano ZEN 3690 გამოვიყენეთ ექსპერიმენტში არსებული სილიციუმის დიოქსიდის ნაწილაკების ზომის განაწილების შესამოწმებლად, რომელმაც აჩვენა, რომ ექსპერიმენტული სილიციუმის ფხვნილი შედგებოდა ოთხი ფრაქციისგან (ნაწილაკების ზომები მოცემულია ნმ-ში). $90 \div 300$ და $460 \div 710$.

ექსპერიმენტული მონაცემების გაზომვის სიზუსტე შემოწმდა ყველა გაზომვისთვის, ციფრული მილივოლტ-მილიამპერმეტრებისთვის 0,05 სიზუსტის კლასის პოტენციომეტრით. აღმოჩნდა, რომ საზომი ხელსაწყოების გაზომვის სიზუსტე იყო 99,9%, რაც სავსებით დამაკმაყოფილებელია ხარისხის ექსპერიმენტის ჩასატარებლად. მათემატიკური ფორმულები მათი მონაცემების 100% სიზუსტისთვის ასევე შემუშავებულია ყველა საზომი ხელსაწყოებისთვის.

შესწავლილი იქნა სამი სისტემა - "SiO₂ - გამოხდილი წყალი", "SiO₂ - NaCl - გამოხდილი წყალი" და "SiO₂ - KCl - გამოხდილი წყალი". დისპერსიული ფაზის რაოდენობა იცვლებოდა ექსპერიმენტის დროს - 0,25, 0,5, 1, 2, 4 და 8 გ ინტერვალით დისპერსიული საშუალო ხსნარის 100 მლ-ზე. დისპერსიამ ასევე შეცვალა ექსპერიმენტების ქიმიური შემადგენლობა და დისპერსიულ გარემოში გახსნილი კათიონების რაოდენობა - Na⁺ და K⁺, ხოლო ანიონის ტიპი (Cl⁻) არ შეცვლილა.

საბოლოოდ დადგინდა, რომ მიღებული ექსპერიმენტული დამოკიდებულებების $F(\text{sed}) = f(\tau)$ შედეგების 80%-ზე მეტი მსგავსი ხასიათისაა. ტიპიური დალექვის პროცესები იყოფა ორ ნაწილად - სწრაფი და ნელი კოაგულაციის უბნებად. ასევე ნაჩვენებია, თუ რა სახის მათემატიკური მოდელები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ამ მოდელების აღსაწერად 99% სიზუსტით ექსპერიმენტული მონაცემების შესაბამისად.

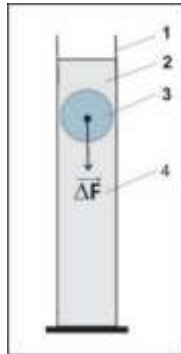
საკვანძო სიტყვები: დისპერსიული ფაზის რაოდენობა, ტიპიური დალექვის პროცესები, გამოხდილი წყალი.

შესავალი

მაღალდისპერსულ კოლოიდურ სისტემებში სედიმენტაცია არის პროცესი, რომლის დროსაც დისპერსული ფაზის ნაწილაკები სადისპერსიო არეში გადაადგილდებიან სიმძიმის ძალის მოქმედების მიმართულებით და წარმოქმნიან ნალექს [1].

ნალექის ფენის წარმოქმნისას ვიზუალურად ვხედავთ, რომ ისინი გარკვეული კანონზომიერებით განლაგდებიან. ცნობილია ნალექის კონსოლიდაციის ანუ მიღების სხვადასხვა მეთოდები, მაგალითად კოლოიდური სისტემების სიმძიმის ძალით გამოწვეული ბუნებრივი

სედიმენტაცია, ცენტრიფუგირება ან სედიმენტაცია დახრილ სიბრტყეზე. ასეთი პროცესებისას მიიღება შესქელებულ-შემკვრივებული ან დაპრესილი ნაღები.



ნახაზი 1. სედიმენტაციური პროცესების შესასწავლი ხელსაწყოს გამარტივებული ფორმა, სადაც 1 - ჭურჭლის კედელია, 2 - სადისპერსიო არე, 3 - სედიმენტირებადი დისპერსული ფაზის ნაწილაკი

პირველ რიგში განხილულ იქნა კოლოიდურ სისტემებში სიმძიმის ძალით გამოწვეული პოლიდისპერსული ფაზის ბუნებრივი სედიმენტაცია, რომელიც საკვლევი თემის ძირითადი პროცესია. განხილვა დავიწყით უმარტივესი შემთხვევიდან, წარმოვიდგინოთ რომ სითხეში იძირება (სედიმენტირება) გარკვეული რადიუსის მქონე სფერული ფორმის დისპერსული ფაზის ერთი ნაწილაკი. შემდგომ კი თანდათანობით გავართულებთ სედიმენტაციის პროცესისადმი მიდგომას. ასეთი სახის ამოცანის შესასწავლი მოწყობილობის სქემატური აღწერა ნაჩვენებია ნახ.1-ზე. [2, 3]

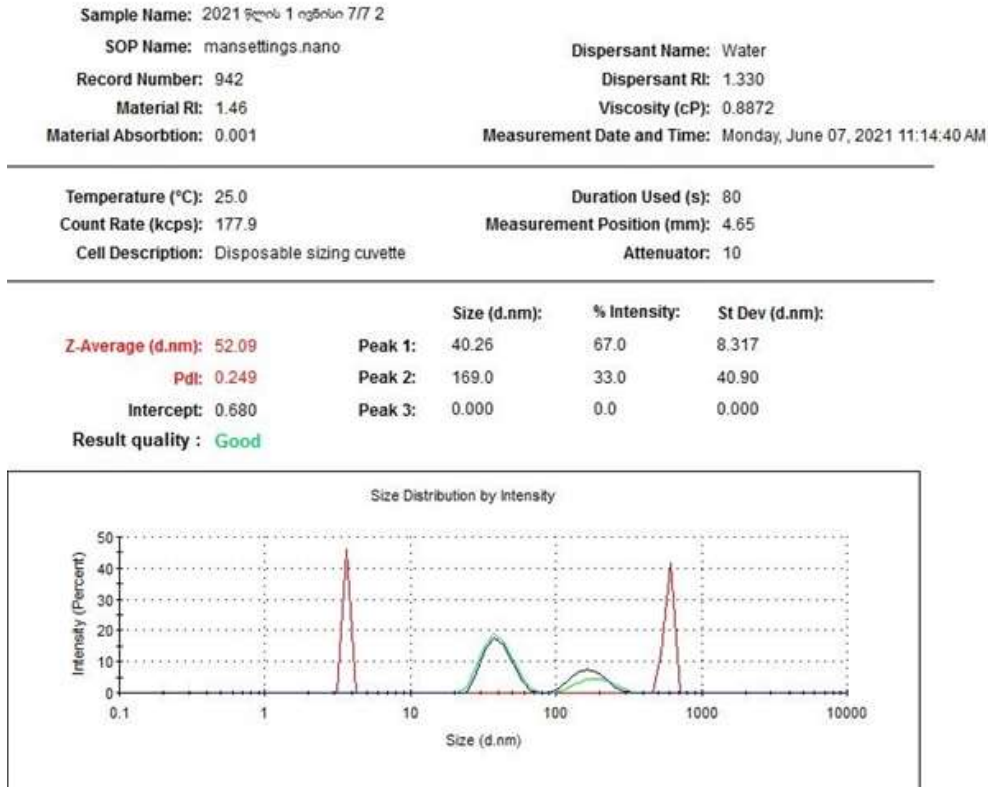
ძირითადი ნაწილი

ჩვენ სედიმენტაციური მოვლენების შესასწავლად გამოვიყენეთ ჰოპპლერის ვისკოზი-მეტრის მაგვარი ხელსაწყო. დავიწყით იმით, რომ დისპერსული ფაზის ნაწილაკების დალექვის სიჩქარე პირდაპირპროპორციულადაა დამოკიდებული ნაწილაკზე (ნაწილაკებზე) მოქმედ ძალთა ტოლქმედის ($\overline{\Delta F}$) სიდიდეზე. $\overline{\Delta F}$ არის სამი სხვადასხვა ხასიათის ძალის ერთდროული მოქმედების რეზულტატური ძალა. ნაწილაკზე მოქმედი ძალებია: [3]

1. სიმძიმის ძალა - $F_{სიმძ}$;
2. არქიმედის ამომგდები ძალა - $F_{არქ}$;
3. სედიმენტაციისას ნაწილაკზე სითხის მხრიდან მოქმედი ხახუნის ძალა - $F_{ხახ}$

ასტრონომიულ ობიექტებზე (მათ შორის დედამიწაზეც) მოქმედი სიმძიმის ძალა ყალიბდება ორი მდგენელისაგან, პირველი გრავიტაციული მიზიდულობის, ხოლო მეორე კი

ცენტრიდანული ძალის მდგენელისაგან. რადგან დედამიწისათვის მეორე მდგენელი პირველ-თან შედარებით პროცენტის მესამედსაც ვერ სცდება, ამიტომ მიღებულია, რომ დედამიწაზე სიმძიმის ძალა ტოლია



ნახაზი 2. Zetasizer Nano-ს მეშვეობით ჩატარებული სედიმენტაციური ანალიზის შედეგები

$$\vec{F}_{სიმძ} = m\vec{g}$$

სადაც m სხეულის მასაა, ხოლო $g=9,81$ მ/წმ² და იგი თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა. თუ მხედველობაში მივიღებთ რომ ჩვენს გამარტივებულ სიტუაციაში ერთი სფერული, r რადიუსისა და $\rho_{ნაწილ}$ სიმკვრივის მქონე ნაწილაკი სედიმენტირებს, მაშინ (1) ფორმულა შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$\vec{F}_{სიმძ} = m\vec{g} = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{ნაწილ}\vec{g}$$

- ასევე ყველასათვის კარგად ცნობილია არქიმედეს ამომგდები ძალა, რომელიც მოქმედებს გარკვეული სიმკვრივის სითხეში ან აირში ჩაყურსულ სხეულზე (ნაწილაკზე) და მიმართულია სიმძიმის ძალის საწინააღმდეგოდ. არქიმედეს ამომგდები ძალა გამოითვლება შემდეგი სახის ფორმულით

$$\vec{F}_{არქ} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{გარემო} \vec{g}$$

სადაც r - დისპერსული ფაზის სფერული ნაწილაკის რადიუსია, $\frac{4}{3} \pi r^3$ მისი მოცულობა, $\rho_{გარემო}$ - სადისპერსიო გარემოს სიმკვრივე და \vec{g} კი თავისუფალი ვარდნის აჩქარება;

- ლამინარული მოძრაობის რეჟიმში ($Re \leq 2300$) მიმდინარე სედიმენტაციისას, ნაწილაკზე სითხის მხრიდან მომქმედი ხახუნის ძალა გამოითვლება სტოქსის ფორმულით:

$$\vec{F}_{ახ} = 6\pi\eta rV$$

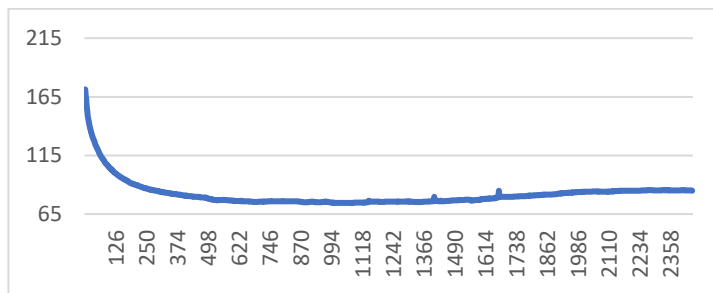
სადაც r - დისპერსული ფაზის სფერული ნაწილაკის რადიუსია, η – სადისპერსიო გარემოს დინამიური სიბლანტე და V კი სედიმენტაციის დროს დისპერსული ფაზის ნაწილაკის დალექვის სიჩქარეა. [4]

Zetasizer Nano ZEN 3690 გამოვიყენეთ ექსპერიმენტში არსებული სილიციუმის დიოქსიდის ნაწილაკების ზომის განაწილების შესამოწმებლად, რომელმაც აჩვენა, რომ ექსპერიმენტული სილიციუმის ფხვნილი შედგებოდა ოთხი ფრაქციისგან (ნაწილაკების ზომები მოცემულია ნმ-ში). $90 \div 300$ და $460 \div 710$.

სილიციუმის დიოქსიდის ფხვნილში ნათლად გამოიკვეთა ნაწილაკთა შემდეგი ოთხი ძირითადი ფრაქცია:

1. $3 \div 4.3$ ნმ-ის ფრაქცია ფუძის სიგანით ~ 1.3 ნმ და რაოდენობის მაქსიმუმით 3.8 ნმ ზომის ნაწილაკებზე;
2. $25 \div 77$ ნმ-ის ფრაქცია ფუძის სიგანით ~ 52 ნმ და რაოდენობის მაქსიმუმით 33 ნმ ზომის ნაწილაკებზე;
3. $90 \div 300$ ნმ-ის ფრაქცია ფუძის სიგანით ~ 210 ნმ და რაოდენობის მაქსიმუმით 169 ნმ ზომის ნაწილაკებზე;
4. $460 \div 710$ ნმ-ის ფრაქცია ფუძის სიგანით ~ 250 ნმ და რაოდენობის მაქსიმუმით 605 ნმ ზომის ნაწილაკებზე;

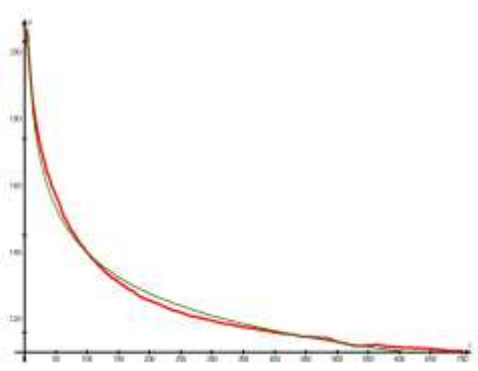
ექსპერიმენტული სამუშაოს შესრულებისას სედიმენტაციის პოტენციალი, ყველაზე მაღალი, ამ შემთხვევაში გვექონდა: 0,25 გ SiO_2 , 100მლ H_2O . (ნახ. 3.) პროცესის დასაწყისში, 170 mV-მდე ძაბვა გვიჩვენა, რომელიც კლების შემდგომ ყველაზე ნაკლებად გაიზარდა. ძაბვის ვარდა დაახლოებით 18 წუთის მანძილზე ხდებოდა, 70 mV-მდე. 23 წუთის მანძილზე, კი მრუდზე მკაფიოდ ჩანს, თუ როგორ იზრდებოდა მონაცემები, რომელის ექსპერიმენტის ბოლოს 85 mV-ს გაუტოლდა.



ნახაზი 3. 0.25 გ სილიციუმის დიოქსიდის ფხვნილისა და 100 მლ გამოხდილი წყლის შედგენილობის მქონე სუსპენზიის სედიმენტაციის პოტენციალის დამოკიდებულება სედიმენტაციის დროზე

ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ სილიციუმის დიოქსიდის ნაწილაკების ზედაპირზე ორმაგი ელექტრული შრის წარმოქმნის შემდეგ, გარკვეული სიდიდის ზედაპირული მუხტით გადაადგილდებიან ლიტერატურულ მიმოხილვაში აღწერილი თეორიული პრინციპების გათვალისწინებით სუსპენზიის ზედაპირიდან ქიმიური ჭურჭლის ფსკერისკენ. ამ დროს, რა თქმა უნდა სედიმენტაციის პროცესში შემოდის სხვადასხვა ძალები, რომელიც სავარაუდოთ იწვევენ იმ ექსპერიმენტალურ მრუდებზე იმ ჩავარდნებს რომლებიც ჩანს მათზე. ეს ძალებია ელექტრული ველისა და იონომეტრის ხარვეზი, აგრეთვე ანათვლების აღების მომენტში გარემოს მინიმალური მექანიკური ზემოქმედება ჭიქაში მოთავსებულ სუსპენზიაზე. [5]

სედიმენტაციის პროცესი გაიყო ორ ნაწილად, სწრაფი სედიმენტაცია $0 \div 698$ წმ და ნელი სედიმენტაცია $698 \div 2402$ წმ-ის ინტერვალად. შესაბამისად ორად გაიყო ექსპერიმენტული მონაცემების რიცხვითი მასივიც. ექსპერიმენტულ მონაცემთა მასივები დამუშავებულ იქნა პროგრამა **Advanced Grapher 2.2**-ით, რის შედეგადაც მივიღეთ სწრაფი და ნელი სედიმენტაციის პროცესის აღმწერი მათემატიკური განტოლება-მოდელები:



ნახაზი 4. სწრაფი სედიმენტაციის გრაფიკული აღწერის სიზუსტე

სწრაფი სედიმენტაციის აღმწერი განტოლება და მისი სიზუსტის მახასიათებელი პარამეტრები:

$$\varphi_{\text{სედ}} = 257.9079628 \cdot \tau^{-0.1328512}$$

სტანდარტული გადახრა – 1.666

$$R^2=0.9901$$

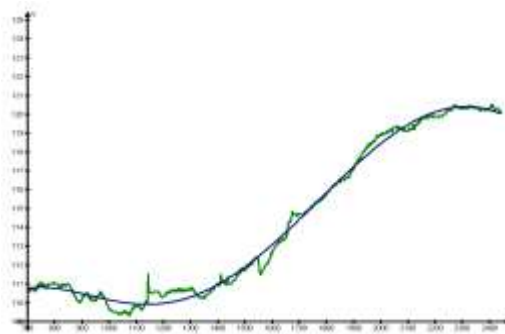
ნელი სედიმენტაციის აღწერილობითი განტოლება და მისი სიზუსტის მახასიათებელი პარამეტრები:

4-ე ხარისხის პოლინომი

$$\varphi_{\text{სედ}} = -7.7892098 \cdot 10^{-12} \cdot \tau^4 + 4.0365132 \cdot 10^{-8} \cdot \tau^3 - 6.5443284 \cdot 10^{-5} \cdot \tau^2 + 0.0389643 \cdot \tau + 103.9450929$$

სტანდარტული გადახრა – 0.3457

$$R^2 = 0.9926$$



ნახაზი 5. ნელი სედიმენტაციის გრაფიკული აღწერის სიზუსტე

დასკვნა:

1. დადგენილია, რომ სილიციუმის დიოქსიდის საექსპერიმენტო ფხვნილი ოთხი ძირითადი ფრაქციისგან შედგებოდა:
2. $3 \div 4.3$ ნმ, $25 \div 77$ ნმ, $90 \div 300$ ნმ და $460 \div 710$ ნმ. რომელიც გაზომილია „Zetasizer Nano ZEN 3690“ საშუალებით.
3. ექსპერიმენტის მსვლელობისას დისპერსული ფაზის რაოდენობა იცვლებოდა 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 გრამის ინტერვალში, 100 მლ სადისპერსიო გარემოს ხსნარში. ამავდროულად სადისპერსიო გარემოს ქიმიური შედგენილობა იცვლებოდა და განიხილებოდა სამი სისტემა, გამოხდილი წყლის, Na^+ და K^+ -ის კათიონების სხვადასხვა პროცენტული შემცველობით. Na^+ და K^+ -ის კათიონების შემცველ სადისპერსიო არეში უცვლელი იყო ანიონების რაობა, კერძოდ Cl^- .
4. დადგენილია, რომ სედიმენტაციის პროცესის სიჩქარის დამოკიდებულება დროზე მკაცრ კორელაციაშია სადისპერსიო არის ელექტროლიტების რაობასა და კონცენტრაცია-ასთან. მათი ერთმანეთთან ექსპერიმენტული მსგავსება ~80%-ია, ხოლო ამ დამოკიდებულებების მათემატიკური მოდელები კი იძლევა ~99 %-იან დათვლის სიზუსტეს.

ლიტერატურა

1. Gregory R., Edzwald J., Sedimentation & Flotation, AWWA & McGrawHill. American Water Works Association (2010) Chapt.9 in Water Quality & Treatment, 6th Edtn.; 984 – 985.
2. Luke. O.V., PH Physical Chemistry., A Series of Monographs ; Journal of the American Chemical Society; 1955 Oct 1, 5453.
3. Rentsch S., Pericet-Camara R., Papastavrou G., Borkovec M., Probing the validity of the Derjaguin approximation for heterogeneous colloidal particles, Phys. Chem, 2006, 8, 2531.
4. Genovese D. B., Shear rheology of hard-sphere, dispersed, and aggregated suspensions, and filler-matrix composites, Advanced Colloid Interface Science, 2012, 171, 1, 5.
5. Ying-Guang Fang a,* , Hao Liu a, Ling-Feng Guo a, Xiao-Long Li a, Pei-Xu Wang a, Ren-guo Gu a,b, Calculation theory and experiment verification of sedimentation potential of the complex particle system, 2022, 9 june;

Theoretical-experimental foundations of sedimentation potential

Demetre Narsia	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Technical University of Georgia Master of Chemistry, Ph.D. Georgia, 0192, Tbilisi, m. 69 of Kostava E-mail: demetre.narsia22@gmail.com
Malkhaz Razmadze	Faculty of Chemical Technology, Technical University of Georgia, Department of Chemistry, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175, E-mail: m_razmadze@gtu.ge

Abstract. Colloidal chemistry is one of the leading fields of chemical science, covering the largest area of nature and human activity, from cosmic nebulae to the earth, to the vital nutrients of living nature, to the maintenance of human life-sustaining organ Systems, etc.

One of the leading parts of colloidal chemistry is electrokinetic phenomena, including parameters such as the sedimentation potential and the double electric layer of the colloidal particle and their relative influence on sedimentation processes. Sedimentation processes play a crucial role in the production technologies of various types of products. For example, the technology of making many dairy products. They are also the basis for the formation-formation processes of sedimentary rocks in geology. In such geological processes, mostly decomposed silicate rocks on Earth participate. Therefore, we chose silicon dioxide - the main constituent of natural silicates - as the main solid, dispersive phase for the main study of this master work.

The Zetasizer Nano ZEN 3690 was used to test the particle size distribution of silicon dioxide used in the experiment, which showed that the experimental silicon powder consisted of four fractions (particle sizes are given in nm). $90 \div 300$ and $460 \div 710$.

The measurement accuracy of the experimental data was checked for all measurements, for digital millivolt-milliamperemeters, with a potentiometer of the 0.05 accuracy class. It was found that the

measurement accuracy of the measuring instruments was 99.9%, which is completely satisfactory for conducting a quality experiment. Mathematical formulas for 100% accuracy of their data are also developed for all measuring instruments.

Three systems were studied - "SiO₂ - distilled water", "SiO₂ - NaCl - distilled water" and "SiO₂ - KCl - distilled water". The amount of dispersion phase varied during the experiment - at intervals of 0.25, 0.5, 1, 2, 4 and 8 g per 100 ml of dispersion medium solution. Dispersion also changed the chemical composition of the experiments and the number of cations dissolved in the dispersion medium - Na⁺ and K⁺, while the anion type (Cl⁻) did not change.

Finally, it was found that more than 80% of the results of the obtained experimental dependence $\varphi_{\text{sed}} = f(\tau)$ are of a similar nature. Typical sedimentation processes are divided into two parts - fast and slow coagulation areas. It has also been shown what kind of mathematical models can be used to describe these models with 99% accuracy in matching experimental data.

Keywords: amount of dispersed phase, typical sedimentation processes, distilled water.

ნიკელის (II) და კობალტის (III) ტეტრათიონატიმონატების (V) ამიაკატური კომპლექსების სინთეზი და კვლევა

მადონა სამხარაძე აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი. საქართველო, ქუთაისი, თამარ მეფის №59 საფოსტო ინდექსი 4600.
E-mail: madona.samkharadze@atsu.edu.ge

ნინო კახიძე აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი. საქართველო, ქუთაისი, თამარ მეფის №59 საფოსტო ინდექსი 4600.
E-mail: nino.kakhidze1@atsu.edu.ge

რეცენზენტები:

მ. ჩიქოვანი, საქართველო, ქუთაისი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი. აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი.

E-mail: manuchar.chikovani@atsu.edu.ge

ხ. წიქარიშვილი, სტუ-ს. ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგის ფაკულტეტი. ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ქ.მ.კ;

E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge

ანოტაცია. ამიაკატური კომპლექსები კოორდინაციულ ნაერთთა მნიშვნელოვან კლასს წარმოადგენს. ამიაკატების მდგრადობა არაერთნაირია, ზოგიერთი მეტალის კომპლექსი იმდენად არამგრადია, რომ წყალთან შეხებისასაც კი იშლება და აქვაკომპლექსებში გადადის. ბევრი მეტალის ამიაკატი Co(III) , Cu(II) , წყალხსნარებში საკმაოდ მდგრადია, რასაც სხვადასხვა ფაქტორები განაპირობებს, კერძოდ, კომპლექსწარმომქმნელი იონის მუხტი და ზომა. წინამდებარე ნაშრომში, სწორედ ამ მხრივ იქნა შერჩეული, სხვადასხვა კომპლექსწარმომქმნელით კოორდინაციული ნაერთების მიღება. სინთეზის გარდა, მოხდა მათი შესწავლა კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით, დადგინდა აღნაგობა, თერმული და კალორიმეტრული ანალიზით შესწავლილი იქნა ამ ნაერთებში მათი გახურების შედეგად მიმდინარე ინდივიდუალური პროცესები. გარდა ამისა განისაზღვრა მათი დამოკიდებულება სხვადასხვა დამჟანგავების მიმართ და ზოგიერთი ფიზიკური პარამეტრი (ფერი, წყალში და სპირტში ხსნადობა). სინთეზირებული და შესწავლილი ნაერთები მოიცავს რამდენიმე ბიოლოგიურად აქტიურ ელემენტს: გოგირდს, აზოტს. საინტერესოა, მათი კომბინაცია სტიბიუმთან და კომპლექსწარმომქმნელებთან ნიკელის (II) და კობალტის (III) იონებთან. კოორდინაციული ნაერთები თავის მხრივ მოიხმარება მედიცინის, სოფლის მეურნეობის, ტექნიკის სახვადასხვა მიმართულებებში. სინთეზირებული ნაერთების რეალურად გამოყენების მიზნით, უნდა დადგინდეს მათი, როგორც ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების თვისებები. ეს საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ გამოყენების არეალი.

საკვანძო სიტყვები: ამიაკატური კომპლექსები, თერმული ანალიზი, სპექტროსკოპია, კოორდინაციული ნაერთები, ტეტრათიოანთიმონატები.

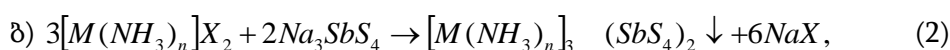
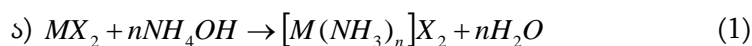
შესავალი

ამიაკი ერთ-ერთი გავრცელებულია მოდენტატურ ლიგანდებს შორის. გარდამავალ მეტალთა ამიაკატების აბსოლუტური უმრავლესობა წყალში ხსნად კომპლექსებს წარმოადგენს [1,2]. ამიტომ ამ უკანასკნელთა ინდივიდუალურ მდგომარეობაში გამოყოფა მოითხოვს დედახსნარის დაკონცენტრირებას, რაც მნიშვნელოვან სიძნელესთანაა დაკავშირებული. ჩვენს კვლევებში ნაჩვენებია ნიკელის (II) და კობალტის (III) ტეტრათიოანთიმონატების (V) ამიაკატური კომპლექსების სინთეზი და შემდგომ მიღებულ ნაერთთა კვლევა სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის მეთოდებით.

ძირითადი ნაწილი.

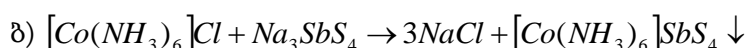
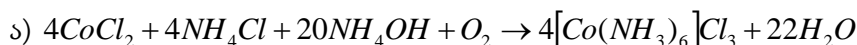
გამოსავალ ნივთიერებებად გამოვიყენეთ: ნიკელისა (II) და კობალტის (II) ქლორიდები, ხოლო სტიბიუმშემცველ ნაერთად კი ნატრიუმის ტეტრათიოანთიმონატი $Na_3SbS_4 \cdot 9H_2O$, ეს უკანასკნელი მიიღებოდა [3] მეთოდის მიხედვით, ყოველი ექსპერიმენტის წინ. აღნიშნული მარილი ინახება სპირტში, თუმცა ადვილად იშლება გარკვეული დროის შემდეგ.

ექსპერიმენტით დადგენილ იქნა, რომ ნიკელის (II) ტეტრათიოანთიმონატის(V) ამიაკატური კომპლექსი შეიძლება მიღებულ იქნას მეტალის შესაბამისი მარილის წყალხსნარზე ჭარბი ამონიუმის ჰიდროქსიდის მოქმედებით და მიღებული პროდუქტის, ქიმიურად სუფთა მდგომარეობაში გამოყოფის გარეშე, ექვივალენტური რაოდენობა ნატრიუმის ტეტრათიოანთიმონატის წყალხსნარით დამუშავების შედეგად. მიზანი მიიღწევა შემდეგ თანმიმდევრულ რეაქციათა ერთობლიობით:



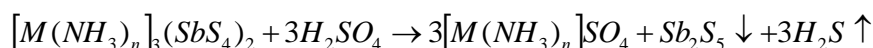
სადაც $M = Ni$, ხოლო $n = 6$.

ანალოგიურად ვერ მივიღეთ, კობალტის (II) ტეტრათიოანთიმონატის ამიაკატი. შემდეგში, სინთეზირებულ იქნა კობალტის (III) ტეტრათიოანთიმონატის ამიაკატი შემდეგი თანმიმდევრულ რეაქციებით:



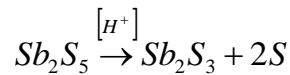
დადგენილია, სინთეზირებულ ნივთიერებათა ელემენტური ანალიზის შედეგები და ზოგიერთი ფიზიკური კონსტანტა.

სინთეზირებული კოორდინაციული ნაერთები წარმოადგენენ სხვადასხვა შეფერილობის წვრილკრისტალურ ნივთიერებებს, რომლებიც არ იხსნებიან წყალში და ჩვეულებრივ ორგანულ გამხსნელებში. მუავებით (HCl, H_2SO_4, HNO_3) დამუშავებისას განიცდიან გარდაქმნას, ნალექის სახით გამოიყოფა Sb_2S_5 ეს პროცესი, ზოგადად, ასე შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ:



გოგირდწყალბადის გამოყოფა ფიქსირდება სუნითა და ტყვიის (II) ნიტრატის ხსნარში გატარებით, - შედეგად მიიღება შავი ფერის წყალში უხსნადი ნალექი (PbS).

ნარევი გოგირდის თანამყოფობა მტკიცდება იმით, რომ Sb_2S_5 -ის ბენზოლით დავამუშავებთ, გაუხსნელ ნაწილში სურმის შემცველობა მატულობს 1-2%-ით, რაც უნდა აიხსნას სურმის (III) სულფიდის მოლური წილის გაზრდით. როგორც ჩანს, მჟავა გარემოში სურმის პენტა-სულფიდი ნაწილობრივ იშლება:



გაცილებით რთულად მიმდინარეობს რეაქცია $Co(III)$ -ის და $Ni(II)$ -ის ტეტრათიო-ანთიმონატების ამიაკატების კონცენტრირებული აზოტმჟავით დამუშავებისას. როგორც ირკვევა, ამ შემთხვევაში სტიბიუმის სულფიდური ფორმებიც განიცდიან გარდაქმნას.

საკვლევი კოორდინაციული ნაერთები არ იხსნებიან ტუტეებშიც ($NaOH$ და KOH) თუმცა ამიაკის გამოყოფა აშკარად შეინიშნება და სათანადოდ ფიქსირდება (დასველებული ლაკმუსის ქაღალდს აღურჯებს).

სპექტრების მისაღებად, გამოყენებულ იქნა ვაზელინის ზეთში საკვლევი ნიმუშების პოლიკრისტალების ემულსიების დამზადების მეთოდი. თერმოგრაფიმეტრული კვლევები ჩატარდა უნგრული ფირმა MOM-ის წარმოების F. Paulik, J. Paulik, L. Endey-ის ტიპის დერივატოგრაფზე Q-1500. დანადგარის მუშაობის პრინციპი და დეტალური აღწერა მოცემულია (4-5). საკვლევი ნიმუშები ხურდებოდა ჰაერის ატმოსფეროში $1000^{\circ}C$ -მდე $10^{\circ}/წთ$ -ში სიჩქარით. სასწორის მგრძობიარობა - 100 მგ. DIA გალგანომეტრის მგრძობიარობა $250 \mu V$, $DTG - 500 \mu V$. ეტალონური ნივთიერება - კორუნდი. ექსპერიმენტი ტარდებოდა - 0,3 მლ ტევადობის ცილინდრული ფორმის პლატინის ტიგელში. ნიმუშების მასა - 100 მგ. კალორიმეტრული კვლევები ჩატარდა ფრანგული ფირმა Setaram-ის დიფერენციალურ-სკანირების კალორიმეტრ DSC-111-ზე.

მიღებული შედეგების განხილვა.

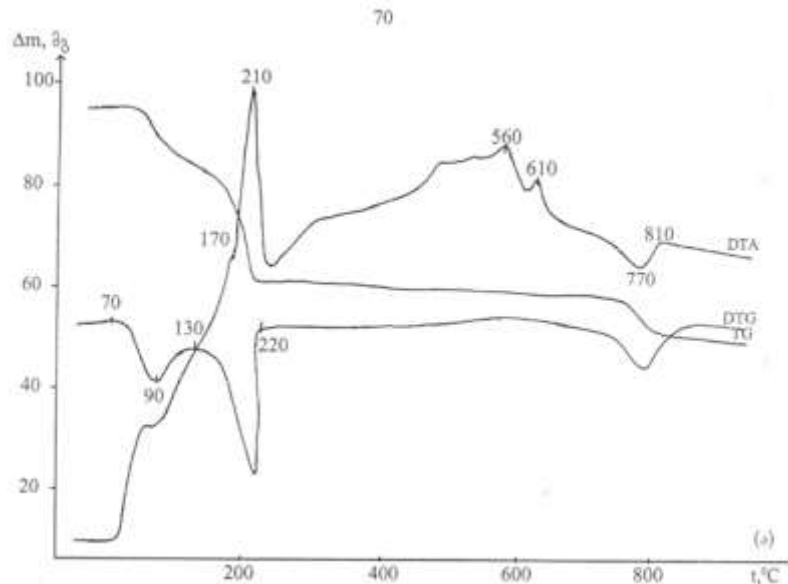
მეტალთა ტეტრათიოანთიმონატების (V) კვლევის პროცესში მიღებული მონაცემები შევსებული და დადასტურებულ იქნა იწ სპექტროსკოპით. სინთეზირებულ ნაერთებში ბმა ლიგანდსა (NH_3) და მეტალურ იონს შორის (კომპლექსწარმომქმნელი) $H_3N - M$ დასტურდება იწ სპექტროსკოპის მონაცემებითაც. ნაერთების სპექტრებში შეიმჩნევა შთანქექმის ზოლები $3300, 1600, 1300$ და 825 მ^{-1} უბნებში, რაც დამახასიათებელია $> N - H$ ბმების ვალენტური რხევებისათვის [6].

ჩვენს შემთხვევებში შთანქექმის ზოლები განლაგებულია ინტერვალებში: $3350-3290 \text{ მ}^{-1}$ და $3170-3150 \text{ მ}^{-1}$ $\nu(NH_3)$, $1650-1590 \text{ მ}^{-1}$ $\delta_d(NH_3)$, -1300 მ^{-1} $\delta_s(NH_3)$, $847-840 \text{ მ}^{-1}$ $\rho_r(NH_3)$, რაც

მიანიშნებს NH_3 – ის კოორდინირებაზე კომპლექსწარმოქმნელთან აზოტის ატომის მეშვეობით.

ჩატარებული რენტგენოგრაფიული კვლევა ნათელყოფს, რომ ხელოვნურად ჩვენს მიერ სინთეზირებული ნაერთები ხასიათდებიან წვრილდისპერსიულობითა და ყველანი კრისტალებიან რომულ სინგონიაში. აქაც, ისევე როგორც d- მეტალთა ტეტრათიოანტიმონატების (V) შემთხვევაში, შესწავლისათვის გამოყენებულ იქნა ე. წ. ჰომოლოგიის მეთოდი.

შესწავლილ იქნა სინთეზირებულ მეტალთა ტეტრათიოანტიმონატების (V) ამიაკატური კომპლექსების ქიმიური ქცევა გახურებისას. ამიაკატების თერმოლიზმა აჩვენა, რომ კომპლექსების დაშლა-დესტრუქცია იწყება ამიკის მოხლეჩვა-მოცილებით. თერმოლიზის შედეგი მოტანილია [სურ.1]-ის.



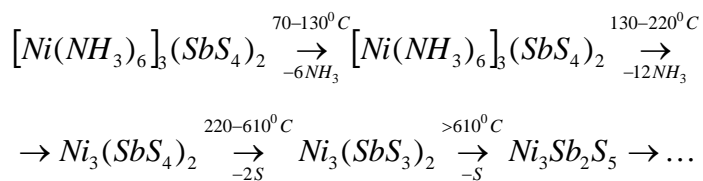
სურათი 1. სინთეზირებული: $[Ni(NH_3)_6]_3(SbS_4)_2$ -ის თერმოგრამა

ნიმუშად განვიხილოთ ჰექსამინნიკელის (II) ტეტრათიოანტიმონატის თერმოლიზი [სურ.1]. $[Ni(NH_3)_6]_3(SbS_4)_2$ – ის თერმული დაშლა იწყება $70^{\circ}C$ -დან ლიგანდის-ამიკის მოწყვეტით, პროცესი მიმდინარეობს ორ ეტაპად. პირველი ენდოთერმული ეფექტი შეინიშნება DTA მრუდზე $70-130^{\circ}C$ -ის ინტერვალში, პიკით $90^{\circ}C$ -ზე. ამ ეტაპზე მასის კლება შეადგენს 11,39%-ს, რაც შეესაბამება 6 მოლი NH_3 -ის მოწყვეტას (თეორიული - 10,38%).

შემდგომი მასის კლება მიმდინარეობს $130-220^{\circ}C$ ტემპერატურულ ინტერვალში, პიკით $210^{\circ}C$ -ზე. მასა ამ შემთხვევაში მცირდება 21,51%-ით, რაც შეესაბამება დარჩენილი 12 მოლი ამიკის მოცილებას (20,77%-თეორიული).

შედარებით რთული პროცესი მიმდინარეობს 220-810°C-ის ტემპერატურულ ინტერვალში. DTA მრუდზე შეინიშნება ორი ეგზოთერმული პიკი 770°C-ზე. მასის კლება 220-610°C ინტერვალში შეადგენს 6,32%-ს (პრაქტიკული), რაც შეესაბამება 2 მოლი გოგირდის მოცილებას (თეორიული - 6,51%). შემდგომ, 610°C-ზე ზემოთ კვლავ აქვს ადგილი მასის ცვლილებას, კერძოდ, მასა მცირდება 3,81%-ით (პრაქტიკული), რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ერთი მოლი გოგირდის მოცილებით (თეორიული - 6,51%).

ზემოთნათქვამიდან გამომდინარე, $[Ni(NH_3)_6]_3(SbS_4)_2$ – ის თერმული დაშლის სავარაუდო სქემა შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ:



განხილული მაგალითის მსგავსად $[Co(NH_3)_6]SbS_4$ – ის თერმული დაშლაც, რაც უპირველესად ლინგანდის-ამიაკის მოწყვეტაში და შემდგომ დეთიონირებაში გამოიხატება.

დასკვნა:

ჩატარებული ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური კვლევები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ სინთეზირებული ნაერთები წარმოადგენენ შესაბამის მეტალთა ტეტრათიოანთიმონატების ამიაკატებს.

სინთეზირებული და შესწავლილი ნაერთები მოიცავს რამდენიმე ბიოლოგიურად აქტიურ ელემენტს: გოგირდს, აზოტს. საინტერესოა, მათი კომბინაცია სტიბიუმთან და კომპლექსწარმომქმნელებთან ნიკელის (II) და კობალტის (III) იონებთან. სინთეზირებული ნაერთების გამოყენების მიზნით, უნდა დადგინდეს მათი, როგორც ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების თვისებები.

ლიტერატურა :

1. I. Didbaridze, G. Khelashvili, A. Chubinidze, R. Gigauri. (1998) Synthesis and Study of Tetrathioarsenates of d10-Metals.// Bulletin of the Georgian of Sciences, 157, #1, -p. 56-59.
2. Guide to inorganic synthesis (edited by B. Brauer), (1985) v. 2. -M.: Mir.
3. Nakamoto K., (1966) Infrared spectra of inorganic and coordination compounds. M.: Mir, 411
4. p. Paulik F., Paulik J., Erdey L., (1966) Talanta Review.
5. T. Machaladze, (2006) Thermal Analysis, Publishing House, Technical University.

Synthesis and research of nickel (II) and cobalt (III) tetrathioantimonates (V) ammonia complexes

Madona Samkharadze Akaki Tsereteli State University, Department of Chemistry. Georgia, Kutaisi, king Tamar's Avenue No. 59, postal code 4600.
E-mail: madona.samkharadze@atsu.edu.ge

Nino Kakhidze Akaki Tsereteli State University, Department of Chemistry. Georgia, Kutaisi, king Tamar's Avenue No. 59, postal code 4600.
E-mail: nino.kakhidze1@atsu.edu.ge

Abstract. Ammonia complexes are an important class of coordination compounds. The stability of ammonia is not the same. Some metal complexes are so unstable that even when they come into contact with water, they break down and become aqua-complexes. Many metallic ammonias, Co(III), Cu(II), are quite stable in aqueous solutions, which is determined by various factors, in particular, the charge and size of the complexing ion. In the present work, it was in this respect that the preparation of coordination compounds with different complexing agents was selected. In addition to synthesis, they were studied by physico-chemical methods of research, their structure was determined, individual processes occurring in these compounds as a result of their heating were studied by thermal and calorimetric analysis. In addition, their dependence on various oxidants and some physical parameters (color, solubility in water and alcohol) were determined. The synthesized and studied compounds include several biologically active elements: sulfur, nitrogen. Their combination with stibium and complex-forming nickel (II) and cobalt (III) ions is very interesting. In turn, coordination compounds are used in various areas of medicine, agriculture, and technology. In order to actually use the synthesized compounds, their properties as biologically active substances should be determined. This will allow us to define the area of use.

Keywords: ammonia complexes, thermal analysis, spectroscopy, coordination compounds, tetrathioantimonate.

**კობალტის (II) და ნიკელის (II) მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-
ნიტრობენზოილჰიდრაზონთან (L) კოორდინაციული ნაერთების სინთეზი და
ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების კვლევა**

- თამარ გიორგაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 69
E.mail: Tamar.giorgadze@gtu.ge
- ინდირა შარია** სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორიანა პოლიტკოვსკაიას ქ. 61, 0186. თბილისი, საქართველო
E.mail: indira.sharia@gmail.com
- ეკატერინე თოფურია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 69
E.mail: topuriaekaterine@mail.ru
- თათია ტუსიაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 69
E.mail: tusiashvilitatia@yahoo.com
- დალი ბახტაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 69

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 77.

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

ლ. სხირტლაძე, ი.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ.აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. არაორგანული ნაერთების ფიზიკა-ქიმიის ლაბორატორია, მინდელის ქ. 11. 0186, ქ. თბილისი, საქართველო E-mail: l.skhirtladze@tsu.ge

ანოტაცია. სინთეზირებული იქნა მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონი (მნბაპნბჰ-L) და მის საფუძველზე კობალტის (II) და ნიკელის (II) ორი ახალი კოორდინაციული ნაერთი მნბაპნბჰ-თან -CoCl₂-L და NiCl₂-L. მიღებულია ჰაერ-მდგრადი, მყარი წვრილად კრისტალური ნივთიერებები. განსაზღვრული იქნა ლიგანდის ფერი, ხსნადობა

წყალში და სხვადასხვა ორგანულ გამხსნელებში, ხოლო ინდივიდუალობის დასადგენად ლღობის ტემპერატურა.

შესწავლილია არაკოორდინირებული (თავისუფალი) და კოორდინირებული ჰიდრაზონების შთანთქმის იწ სპექტრები.

შესწავლილია არაკოორდინირებული (თავისუფალი) და კოორდინირებული ჰიდრაზონი - კოორდინაციული ნაერთები შთანთქმის იწ სპექტროსკოპიით. დადგენილია ორგანული ლიგანდის, წყლის მოლეკულების და ქლორიდის იონის კოორდინაციის რიგი. შემოთავაზებული მათი სავარაუდო აღნაგობა.

საკვანძო სიტყვები: მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილ ჰიდრაზონი, სინთეზი, იწ სპექტროსკოპია, ლიგანდი.

შესავალი

ლითონთა ნაერთები ამინებთან, ამიდებთან, ჰიდრაზიდებთან და ჰიდრაზონებთან დიდ მეცნიერულ და პრაქტიკულ ინტერესს იწვევს. ჰიდრაზონები აზომეთინების კლასს მიეკუთვნება და ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში, სინთეზურ და ანალიზურ ქიმიაში [1-2]. მაგრამ, ამ ნაერთების ყველაზე ფასეულ თვისებას წარმოადგენს მათი მაღალი ფიზიოლოგიური აქტიურობა.

ძირითადი ნაწილი.

ჩვენს მიერ სინთეზირებული იქნა მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონი (მნბაპნბჰ-L) და კობალტის (II) და ნიკელის (II) კოორდინაციული ნაერთები მნბაპნბჰ-თან. მარილების სახით შერჩეული იქნა ქლორიდები. მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონის (მნბაპნბჰ-L) სინთეზს ვახდენდით მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის ურთიერთქმედებით პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზიდთან, თანაფარდობით - 1:1 (სინთეზისთვის ვიყენებდით ეთანოლის ხსნარს).

მიღებულ ნაერთს 4-5 დღის შემდეგ ვაცილებდით დედახსნარს გაფილტვრით, გადაგვქონდა ფილტრის ქაღალდზე და ვრეცხავდით ცივი ეთანოლის მცირე ულუფებით და ვაშრობდით CaCl_2 -ზე ვაკუუმ-ექსიკატორში ოთხი დღის განმავლობაში. მიღებულია ღია-ჩალისფერი ფხვნილისებური ნივთიერება - მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონი (მნბაპნბჰ-L).



ნახაზი 1. მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონის (მნბაპნბპ) მოლეკულა

ცხრილი 1.

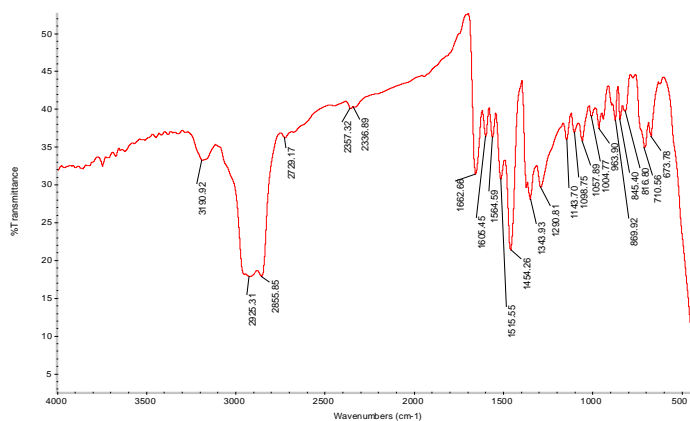
მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონის (მნბაპნბპ) და მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონთან კობალტის (II) და ნიკელის (II) კოორდინაციული ნაერთების ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

№	ნაერთი	გამხსნელი							ფერი	ლღობის ტემპ°C.	
		ეთანოლი	მეთანოლი	დმფა	დმსო	ბენზოლი	აცეტონი	დმაცამდი			წყალი
1	(მნბაპნბპ)			ხსნ. გაცხ.	ხსნ. გაცხ.		ხსნ. გაცხ.	ხსნ. გაცხ.		ღია-ჩალისფერი	242-244
2	CoCl ₂ ·L			ხსნ. გაცხ.	ხსნ. გაცხ.		ხსნ. გაცხ.	ხსნ. გაცხ.		მუქი მწვანე	95-97 დაიშალა
3	NiCl ₂ ·L			ხსნ. გაცხ.	ხსნ. გაცხ.		ხსნ. გაცხ.	ხსნ. გაცხ.		ყავისფერი	260 დაიშალა

უშუალოდ კოორდინაციული ნაერთების სინთეზისთვის ვიყენებდით ეთანოლ- და ეთანოლ-დიმეთილფორმამიდიან ხსნარებს. MeCl₂·L - კოორდინაციული ნაერთის სინთეზს ვახდენდით თანაფარდობით მარილი:ლიგანდი - 1:1 (Me=Co, Ni). ≈10 მლ ეთანოლში ოდნავი შეთბობით გახსნილ მარილის (0,05 მოლი) (CoCl₂·6H₂O და NiCl₂·6H₂O) ხსნარს (pH≈5) ვუმატებდით (0,05 მოლი) ლიგანდის მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარანიტრობენზოილჰიდრაზონის (L) დიმეთილფორმამიდ:ეთანოლიან ხსნარს (თანაფარდობა დმფა:ეთანოლი – 10 მლ:20 მლ) (pH≈3). ლიგანდის გახსნა ხდებოდა ოდნავი შეთბობით. მიღებულ ხსნარს ვათავსებდით წყლის აბაზანაზე და დუღილით დაგვყავდა ≈1/3-მდე. დუღილისას გამოიყოფოდა ნალექი, რომელსაც ოთახის ტემპერატურაზე ვაყოვნებდით ამწოვ კარადაში. ოთხი-ხუთი დღის შემდეგ ნაერთები გადაგვქონდა ფილტრის ქალაღზე ვრეცხავდით ცივი ეთანოლის მცირე ულუფებით და გასაშრობად ვათავსებდით კალციუმის ქლორიდზე ვაკუუმ-ექსიკატორში.

მიღებული ლიგანდი - მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონი (მნბაჰნბჰ) და მის საფუძველზე მიღებული კოორდინაციული ნაერთები გამოყოფილია თავისუფალი სახით ფხვნილისებურ (მნბაჰნბჰ) და წვრილკრისტალურ (უშუალოდ კოორდინაციული ნაერთები: $\text{CoCl}_2 \cdot \text{L}$ და $\text{NiCl}_2 \cdot \text{L}$) მდგომარეობაში. მათი ინდივიდუალურობის დასადგენად განსაზღვრული იქნა თითოეული მათგანის ხსნადობა სხვადასხვა გამხსნელებში, ფერი და ლღობის ტემპერატურა.

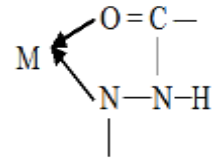
შესწავლილია არაკოორდინირებული (თავისუფალი) და კოორდინირებული ჰიდრაზონების შთანთქმის იწ სპექტრები. შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრები გადაღებულია ვაზელინის ზეთში (in Nujol) ვაზელინში FTIR-ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელ სპექტრომეტრზე „TERMO NICOLET“, AVATAR 370, დიაპაზონი: $4000-400 \text{ cm}^{-1}$ ფარგლებში; გაზომვის სიზუსტე: 0.5 cm^{-1} .



ნახაზი 2. მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონის იწ სპექტრი (FTIR spectrum) ვაზელინის ზეთში (in Nujol)

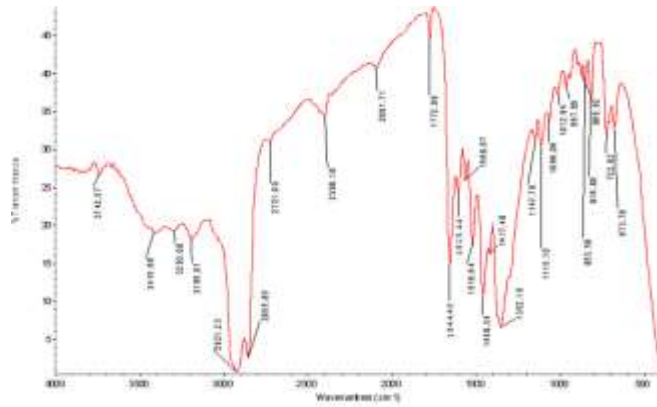
ლიგანდის სპექტრში მონახულია თავისუფალი, არაკოორდინირებული ჰიდრაზონის მოლეკულისთვის დამახასიათებელი ყველა რხევის სიხშირე. „ამიდ-I“-ის (უპირატესად კარბონილის ჯგუფის $\nu(\text{CO})$ და მცირე $\nu(\text{C}=\text{N})$ რხევის წვლილით) რხევის სიხშირე არაკოორდინირებული მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონის მოლეკულაში მდებარეობს 1662.66 cm^{-1} -თან ახლოს. „ამიდ-II“ - სავალენტო რხევების სიხშირე რომელიც OCN სავალენტო რხევის ფრაგმენტისა და NH ჯგუფის დეფორმაციული რხევის კომბინაციას წარმოადგენს მდებარეობს 1515.55 cm^{-1} და 1564.59 cm^{-1} ფარგლებში. მნბაჰნბჰ-ის სპექტრში გამოვლენილია ასევე, ამიდ-III“-ის რხევები, რომლებიც განპირობებულია OCN და NH ჯგუფის სიმფაზური რხევებით - 1290.81 cm^{-1} -თან ახლოს. აზომეთინის $\nu(\text{C}=\text{N})$ რხევის სიხშირე მდებარეობს 1605.45 cm^{-1} -თან ახლოს (სურ.2).

მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონთან კობალტ(II)-ის და ნიკელ(II)-ის ქლორიდული კოორდინაციული ნაერთების შთანთქმის იწ სპექტრების გაშიფვრის შედეგები გვიჩვენებს, „ამიდ-I“-ის $\nu(\text{CO})$ სავალენტო რხევების სიხშირე ლითონთა კოორდინაციული ნაერთების შესაბამის სპექტრებში 1644,40-1640,48 სმ^{-1} ფარგლებშია. ე.ი. „თავისუფალი“ (არაკოორდინირებული) ლიგანდის $\nu(\text{CO})$ -თან შედარებით გადანაცვლებულია $\approx 20 \text{ სმ}^{-1}$ -ით, რაც მიუთითებს კოორდინაციულ ნაერთებში, აღნიშნული ლიგანდების (CO) კარბონილის ჯგუფების კოორდინირებას ჟანგბადის ატომების მეშვეობით და $\text{M} \leftarrow \text{O}=\text{C}$ ბმების არსებობას.

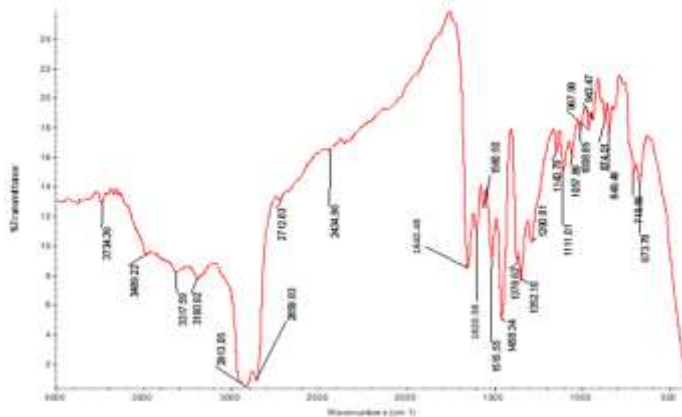


მეორე მხრივ, შთანთქმის იწ სპექტრებში აზომეთინური ჯგუფის $\nu(\text{C}=\text{N})$ სავალენტო რხევის სიხშირე სინთეზირებული კოორდინაციული ნაერთების სპექტრებში, არაკოორდინირებულ მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის მეტა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონთან შედარებით, გადანაცვლებულია 10-20 სმ^{-1} -ით, რაც დასტურია იმისა, რომ ადგილი აქვს ლითონებთან აღნიშნული ლიგანდების კოორდინაციას აზომეთინური (C=N) ჯგუფების აზოტის მეშვეობით და $\text{M} \leftarrow \text{N}=\text{C}$ ბმების რეალიზებას. მაშასადამე, მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონთან კობალტისა და ნიკელის კოორდინაციული ნაერთების შთანთქმის იწ სპექტრების მონაცემების ანალიზი და შედარება შესაბამისი, თავისუფალი, ჰიდრაზონის სპექტრებთან ადასტურებს, რომ ჰიდრაზონის მოლეკულა ასრულებს ციკლურ-ბიდენტატური ლიგანდის ფუნქციას და ორივე სინთეზირებულ კოორდინაციულ ნაერთში ლიგანდი (მნბაპნბპ-L) კოორდინირებულია ცენტრალურ ატომებთან (Co(II), Ni(II)) კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადატომისა და აზომეთინური ჯგუფის აზოტის ატომის მეშვეობით, შესაბამისად, ხუთწევრიანი ლითონოციკლების წარმოქმნით [3,4,5]:

კომპლექსნაერთთა იწ სპექტრების კობალტის (II) (3190,92 სმ^{-1} და 3742,57 სმ^{-1}), და ნიკელის (II) კოორდინაციული ნაერთის (3190,92 და 3734,39 სმ^{-1}) ფიქსირდება კომპლექს-წარმომქმნელ ლითონებთან არაკოორდინირებულ წყლის მოლეკულების $\nu(\text{OH})$ შესაბამის რხევათა სიხშირეების ზოლები. რაც გვამღევეს ვარაუდის საშუალებას, რომ, ორივე ნაერთს გააჩნია გარე სფეროში კრისტალიზაციური წყალი. გარდა ამისა, ორივე ნაერთში ფიქსირდება შიდა-სფერული წყლისთვის დამახასიათებელი რხევის სიხშირეების ზოლები: კობალტის (II) კოორდინაციული ნაერთის შემთხვევაში 3293,08 სმ^{-1} და 3415,66 სმ^{-1} , ხოლო ნიკელის (II) კოორდინაციული ნაერთის -3317,59 სმ^{-1} და 3489,92 სმ^{-1} უბანში.

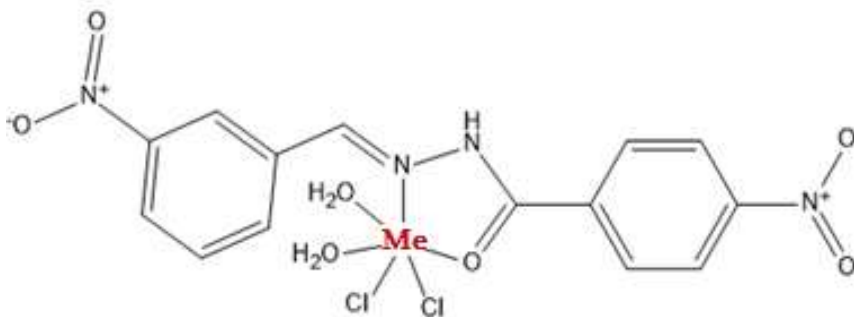


ნახაზი 3. $\text{CoCl}_2 \cdot \text{L}$ იწ სპექტრი (FTIR spectrum) ვაზელინის ზეთში (in Nujol)



ნახაზი 4. $\text{NiCl}_2 \cdot \text{L}$ იწ სპექტრი (FTIR spectrum) ვაზელინის ზეთში (in Nujol)

ყოველი ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ორივე კოორდინაციულ ნაერთში, გარდა კრისტალიზაციური წყლის მოლეკულებისა, კიდევ ორ-ორი წყლის მოლეკულა იმყოფება შიდა სფერში და ასრულებს ნეიტრალური ლიგანდის ფუნქციას და შესაბამისად, ავსებს საკოორდინაციო სფეროს და, შესაბამისად მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონთან კობალტისა (II) და ნიკელის (II) ქლორიდული კომპლექსნაერთების სტრუქტურული ფორმულები შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით: $[\text{CoL}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$ და $[\text{NiL}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$. სქემატურად მათი შიდა სფეროს შესაბამისი სავარაუდო აღნაგობა მოცემულია ნახ.5:



ნახაზი 5. $[\text{MeL}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$, სადაც $\text{Me} = \text{Co}(\text{II})$ და Ni

დასკვნა:

ლიგანდის ფუნქციას და შესაბამისად, ავსებს საკოორდინაციო სფეროს და, შესაბამისად მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონთან კობალტისა (II) და ნიკელის (II) ქლორიდული კომპლექსნაერთების სტრუქტურული ფორმულები შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით: $[CoL(H_2O)_2Cl_2] \cdot H_2O$ და $[NiL(H_2O)_2Cl_2] \cdot H_2O$.

ლიტერატურა:

1. Rollas S. and Küçükgülzel Ş. G., "Biological activities of hydrazone derivatives," *Molecules*, 2007, vol. 12, no. 8, pp. 1910–1939.
2. Deep A., Jain S., Sharma P. C., Verma P., Kumar M., and Dora C. P., "Design and biological evaluation of biphenyl-4-carboxylic acid hydrazide-hydrazone for antimicrobial activity," *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 2010. vol. 67, no. 3, pp. 255–259.
3. Hasanein A. A. (King Saud Univ. & Alexandria Univ.) and Evans M. W. (Univ. North Carolina), *Computational Methods in Quantum Chemistry*. Vol. 2. 1996, World Scientific Series in Contemporary Chemical Physics, Vol. 5, 256 p.
4. Chil J., New approaches to the synthesis of hydrazone derivatives and their antimonometric evaluation. *Chem. 2012. Soc.vol. 57 no.2.* pp. 1118-1121.
5. Tsintsadze M., Sharia I., Giorgadze T., Tsintsadze G.. Coordination compounds of Co(II) and Ni(II) with nitrogen- and oxygen-containing ligands - derivatives of the heterocyclic series (meta-nitrobenzaldehyde hydrazones) . Publishing House "Technical University". Tbilisi, 2021, 145 p.

Synthesis of coordination compounds of cobalt (II) and nickel (II) meta-nitrobenzaldehyde with para-nitrobenzoylhydrazone (L) and study of physicochemical properties

Tamar Giorgadze	Technical University of Georgia, Department of Chemistry, Associate Professor. 69 Kostava St., Tbilisi 0171, Georgia E.mail: Tamar.giorgadze@gtu.ge
Indira Sharia	Sukhumi State University, Associate Professor Politkovskaya str. 61, 0186. Tbilisi, Georgia E.mail: indira.sharia@gmail.com
Ekaterine Topuria	Technical University of Georgia, Department of Chemistry, Associate Professor. 69 Kostava St., Tbilisi 0171, Georgia E.mail: topuriaekaterine@mail.ru
Tatia Tusiashvili	Technical University of Georgia, Department of Chemistry, Associate Professor. 69 Kostava St., Tbilisi 0171, Georgia E.mail: tusiashvilitatia@yahoo.com
Dali Bakhtadze	Technical University of Georgia, Department of Chemistry, Candidate of Chemical Sciences. 69 Kostava St., Tbilisi 0171, Georgia

Abstract. Meta-nitrobenzaldehyde para-nitrobenzoylhydrazone was synthesized and two new coordination compounds of cobalt (II) and nickel (II) were obtained on its basis. Air-stable solid finely crystalline coordination compounds have been obtained.

The color, solubility in water and organic solvents of the ligand of meta-nitrobenzaldehyde para-nitrobenzoylhydrazone (MNBAPNBH - L) and coordination compounds of cobalt (II) and nickel (II) with it were determined. To determine the individuality, their melting points are determined.

Meta-nitrobenzaldehyde p-nitrobenzoylhydrazone and coordination compounds derived from it have been studied by absorption IR spectroscopy. The order of coordination of the organic ligand, water molecules, and chloride ion has been established.

Keywords: para-nitrobenzoyl hydrazone of meta-nitrobenzaldehyde, synthesis, IR spectroscopy, ligand.

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF VANADIUM(V) WITH AZO-DERIVATIVE OF B-DIKETONES IN THE PRESENCE OF THIRD COMPONENTS

- Vusala Mardanova** Baku State University, Faculty Of Chemistry, Az 1148, Azerbaijan, Baku, Z. Khalilov 23,
E.mail: Vusala_Chem@Mail.Ru
- Famil Chiragov** Baku State University, Faculty Of Chemistry Az 1148, Azerbaijan, Baku, Z. Khalilov 23
- Abel Mahharamiv** Baku State University, Faculty Of Chemistry Az 1148, Azerbaijan, Baku, Z. Khalilov 23
- Maia Tsintsadze** Georgian Technical University, professor, Str. Costava 77, 0175, Tbilisi.
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge,
- Nino Iminadze** Georgian Technical University, associate professor Str. Costava 77, 0175, Tbilisi. Georgia,
E-mail: nimnadze@ktl-georgia.com

Reviewers:

M. Chanturia, Sukhumi State University, associate professor, Tbilisi, Georgia, Anna Politkovskaya st. 61, 0186.

E-mail: minedachanturia1@gmail.com

L. Berishvili, Georgian Technical University, associate professor, Str. Costava 77, 0175, Tbilisi.

E-mail: berishvili.lamara@gmail.com

Abstract. The interaction of vanadium(V) with 3-[2-hydroxy-3-sulfo-5-nitrophenylazo]-pentadione-2,4 (R) in the presence and in the absence of phenanthroline (phen) and α,α' -dipyridil (α,α' -dip) was studied. The interval of concentration obeying Beer's law is established. In the complex formation of vanadium(V), the dependence $A = f(C)$ is expressed by linear equations. The effect of time and temperature has been studied. The stability constants of binary and mixed-ligand vanadium(V) complexes were calculated. The ratio of the reacting components in the binary complex is 1:2, and in the mixed ligand 1:2:2. The effect of foreign ions and masking substances on the complex formation of vanadium(V) with reagents has been studied. Alkaline, alkaline earth and some transition elements practically do not interfere with the determination. Due to these characteristics, these complexes can be used for the determination of vanadium(V) in various objects.

Keywords: vanadium(V), azo compounds, cationic surfactants, phenanthroline, α,α' -dipyridil

INTRODUCTION.

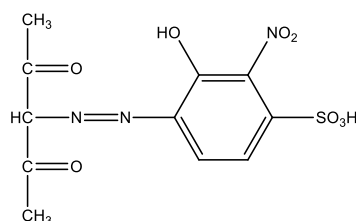
The complex composition of the studied natural and industrial objects requires the development of new selective, sensitive, rapid and accurate methods of analysis. It is known that vanadium(V) compounds are used in various fields of industry - to impart certain properties to steel and other alloys, as a catalyst in catalytic reactions, in the semiconductor and paint and varnish industries. Vanadium oxides are used as inhibitors in biological systems in the synthesis of enzymes and amines, to regulate the rate of sugar, but its high concentrations act toxically and genotoxically on living organisms. Therefore, we believe that the synthesis of new and well-known β -diketones - based azo compounds and their application for the photometric determination of vanadium(V) is an urgent problem both from a theoretical and practical point of view. From this point of view, the development of unique methods for determining this metal in such objects is one of the main tasks facing analysts. A study of recent literature data shows that the most used reagents for the determination of vanadium(V) are polyphenols, azo compounds, hydroxamic acid and its derivatives, dyes, diantipyrylmethane and its homologues. A study of recent literature data shows that the most used reagents for the determination of vanadium(V) are polyphenols, azo compounds, hydroxamic acid and its derivatives, dyes, diantipyrylmethane and its homologues [1-17]. But the study of these data suggests that most of the reagents used do not produce results in which all analytical parameters are high. It is known that due to the improvement of the analytical parameters of the reaction, mixed-ligand complexes have found wide use in the spectrophotometric determination of elements.

In the present work, the complex formation of vanadium(V) with 3-[2-hydroxy-3-sulfo-5-nitrophenylazo]-pentadione-2,4 (R) in the presence of phenantroline (phen) and α,α' -dipyridil (α,α' -dip).

Main part

MATERIALS AND METHODS: Equipment. The pH of the solutions was measured with a PHS-250 ionometer with a glass electrode. The optical density of solutions was measured using a KFK-2 photocolormeter ($l = 1$ cm). Absorption spectra were recorded with a Lambda 40 spectrophotometer (Perkin Elmer).

Solutions and reagents: The reagent was synthesized according to the method [18], its composition and structure were determined by elemental analysis and IR spectroscopy.



We used $1 \cdot 10^{-3}$ M aqueous solutions of R and a solution of phenantroline (phen) (1×10^{-2} M) and α,α' -dipyridil (α,α' -dip). 1×10^{-2} M phenantroline and α,α' -dipyridil solutions are prepared by dissolving in a water-ethanol mixture [3:1]. A vanadium(V) solution with a known concentration was obtained by dissolving the NH_4VO_3 salt in a H_2SO_4 (1:1) solution with heating and subsequent dilution with distilled water. [19]. Acetate-ammonia buffer solutions (pH 3-11) and fixanal HCl (pH 0-2) were used to create the required acidity. All reagents used were of at least analytical grade.

RESULTS AND DISCUSSION. It has been established that an aqueous solution of R at pH 4.5 has an absorption band with a maximum of $\lambda = 445$ nm. The study of the dependence of complex formation on pH (Table 1) showed that the yield of the V(V)-R complex is observed at pH=4 and optimal $\lambda_{\text{max}} = 425$ nm. The reagent has a light absorption maximum at 383 nm.

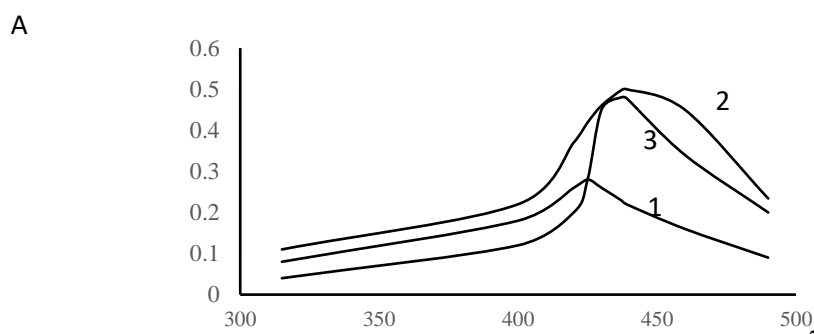


Fig.1. Absorption spectra of solutions of V(V) complexes
1-V(V)-R, 2-V(V)R-phen, 3-V(V)R- α,α' -dip

In the presence of third compounds are formed V(V)-R, V(V)-R-phen and V(V)-R- α,α' -dip. The light absorption maximum of mixed-ligand V(V) complexes with respect to the absorption maximum of the binary complex are $\lambda_{\max}=429$ nm, 439 nm and 437 nm, respectively. The optimal pH of complexations shifts to the acidic region: 4,3 and 3 respectively.

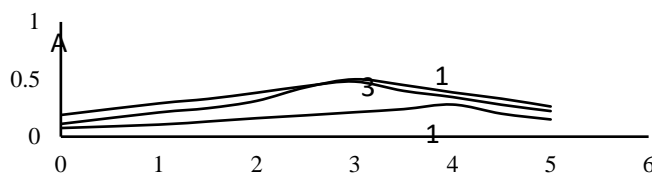


Fig.2. Absorption spectra of the reagent solution and its complexes with V(V) in the presence and absence of phen and α,α' -dip at the optimal pH of the corresponding systems: 1- V(V)-R, 2-V(V)-R-phen, 3-V(V)-R- α,α' -dip

The influence of the concentration of surfactants and reagents on complexation was studied. The maximum yield of V(V)-R complexes at optimal pH is $8 \cdot 10^{-5}$ M R, V(V)-R-phen $8 \cdot 10^{-5}$ M R and $4 \cdot 10^{-5}$ M phen, V(V)-R- α,α' -dip $8 \cdot 10^{-5}$ M R and $4.2 \cdot 10^{-5}$ M α,α' -dip respectively.

Complexes are formed after mixing solutions. So if the binary complex is stable for 3 hours and when heated to 50°C , then the mixed ligand complex is stable for more than a day and when heated to 80°C . The ratio of the reacting components in the complexes was established by the methods of isomolar series of the relative yield of Starik-Barbanel, equilibrium shift and is 1:2 V(V)-R, 1:2:2 V(V)-R-phen, V(V)R- α,α' -dip[20].

Table 1.

Spectrophotometric characteristics of vanadium(V) complexes

Complexes	H_{opt}	λ_{\max} , nm	λ	ϵ	: R	Obeying Beer's law, mcg/ml	to	$Lg\beta$
V(V)R		425	2	7000	:2	0.02-2,04		$10,88 \pm 0,05$
V(V)R-phen		439	6	12500	:2:2	0,02-2,02		$12,47 \pm 0.06$
V(V)R- α,α' -dip		437	4	12000	:2:2	0,02-2,02		$12,04 \pm 0.06$

The reactive form of the reagent under the conditions of V(V) complex formation in the presence and in the absence of surfactants is R. The Astakhov method was used to determine the number of protons displaced during complex formation, and the indicated ratio of components in the complexes was confirmed [20]. Considering these data and the hydrolysis constants [15] V(V) $pK_{(h)1}=5,71 \pm 0,01$, $pK_{(h)2}=8,81 \pm 0,01$ ($\mu=0.1$) we can write the following scheme of complexation:

To establish the interval subject to Beer's law, a series of solutions were prepared, containing 0.02–2.04 µg/ml vanadium(V) for homogeneous ligand and 0.02–2.02 µg/ml vanadium(V) for mixed ligand as described above, measured their absorption at $\lambda_{opt}=490\text{nm}$ relative to the solution of the control experiment. Molar absorption coefficients were calculated from the saturation curves (Table 1).

The effect of foreign ions on the complex formation of vanadium(V) with R in the absence and presence of third components was studied. Alkali metals and Ca(II), Ba(II), Mn(II), Cr(III) ions do not interfere to the determination of vanadium(V). It has been established that in the presence of surfactants, the selectivity of the reaction is much higher and increases in comparison with other reagents (Table 2).

Table 2.

Permissible ratios of foreign ions to vanadium(V) when it is determined in the form of homogeneous and mixed ligand complexes ($C_T=2 \cdot 10^{-5}$, error 5%)

Interfering ions and masking agents	V(V)-R	V(V)R-phen	V(V)R- α, α' -dip	V-TCAB [5]
Na(I)	6000	6000	6000	
K(I)	10000	10000	10000	
Cu(I)	*	15	15	
Mg(II)	600	6250	600	
Ca(II)	600	600	1000	
Ba(II)	2020	2020	2020	0,047
Sr(II)	350	350	3250	
Zn(II)	1354	2130	2130	0,005
Cd(II)	1200	4000	4000	
Mn(II)	1432	2650	2650	0,073
Ni(II)	201	1550	420	0,0033
Co(II)	950	2100	2100	0,0014
Pb(II)	2000	4058	2000	0,009
Al(III)	200	270	250	203
Fe(III)	10	50	50	
Bi(III)	10	20	20	
Cr(III)	1810	3600	3600	0,0066
Zr(IV)	*	*	*	0,005
V(V)	*	48	48	0,009
Mo(VI)	*	20	20	
W(VI)	15	20	15	
Trylon B	*	40	10	
Urea	2500	3060	3060	
Thiourea	570	1055	1055	
Citric acid	20	20	20	
Wine acid	104	210	210	

* interferes

CONCLUSION:

1. To determine vanadium(V) by spectrophotometric method, the azo derivative of acetylacetone with pyrogallol was used in the presence of third components.
2. The complex compounds of vanadium(V) with a reagent in the presence of third component were studied spectrophotometrically, the optimal conditions for complex formation and characteristics of the complexes (pH_{opt}, molar absorption coefficients, composition of complexes, interval of obedience to Beer's law, stability constant) were determined. It was determined that in the presence of the third component, some analytical reaction parameters increase.
3. The effect of foreign ions and masking substances on complexation reactions was studied. It was found that reactions with modified forms of the reagents are characterized by higher selectivity. These methods are highly sensitive and selective. It is a very rapid and a simple technique.

REFERENCES:

1. Alieva R.A., Nazarova R.Z., Nagiev Kh.D., Chiragov F.M. Determination of vanadium(V) in soil with bis-(2,3,4 trihydroxyphenylazo)benzidine // Factory Laboratory. material diagnostics. 2010, Vol. 76, No. 1, p. 19-21
2. Alieva R.A., Nazarova R.Z., Chiragov F.M. Photometric determination of vanadium(V) with 2,3,4-trihydroxy-4-fluorobenzene in the presence and absence of Triton X-114 / Vseros. International Forum "Analytics and Ornaments" Voronezh September 22-26, 2008, V.2, p. 382
3. Alieva R.A., Nazarova R.Z., Chiragov F.M. Photometric determination of vanadium(V) in oil sludge / Azerbaijan Chemical Journal 2009, No. 1, pp. 134-137
4. Alieva R.A., Nazarova R.Z., Chiragov F.M. Spectrophotometric study of the effect of CPs on the complex formation of vanadium(V) with bis-(2,3,4-trihydroxyphenylazo)benzidine // Bulletin of the Moscow State University. Series "Natural Sciences" 2009, No. 4. p.18-22
5. G. N. Kerimov, T. I. Alieva, Kh. F. Khadzhiyeva, and F. M. Agaev. Interaction of vanadium (V) with 2,3,4-trihydroxy-4'-sulfoazobenzene in the presence of hydrophobic amines // Young scientist. 2018. No. 6 V.192, pp. 11-15.
6. Zainab H. Khudhair Spectrophotometric determination of vanadium (V) using an organic reagent // Mesopotamia Environmental Journal 2017, V. 4, N.1, p. 42-51.
7. T. N. Kiran Kumar, H. D. Revanasiddappa Spectrophotometric determination of vanadium using variamine blue and its application to synthetic, environmental and biological samples // Journal of the Iranian Chemical Society 2005, V. 2, p. 161-167
8. Melwanki MB, Seetharamappa J, Masti SP. Spectrophotometric determination of vanadium(V) in minerals, steels, soil and biological samples using phenothiazine derivatives. // Anal Sci. doi: 2001, V.17, N.8, p.979-82
9. Varghese A, George L. Simultaneous first order derivative spectrophotometric determination of vanadium and zirconium in alloy steels and minerals. // Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc. 2012 Sep;95. p.46-52.

10. K.Suresh Kumar, S.H.Kang, K.Suvaradhan, K. Kiran Facile and sensitive spectrophotometric determination of vanadium in various samples // Environmental Toxicology and Pharmacology 2007, V. 24, N. 1, p. 37-44
11. Tom Cherian and B. Narayana A simple spectrophotometric determination of trace amounts of vanadium using thionin // Bull. Chem. soc. Ethiopia. 2005, V.19. N. 2, p.155-161
12. ChatterjeeSukumar, PillaiAjai K., gupta V.K., A simple and sensitive spectrophotometric determination of vanadium(V) in various environmental samples. // Indian Chem Soc. 2001, v. 78, no. 9, p. 479-481.
13. Feng De-Yun Wen Catalytic spectrophotometric determination of vanadium and its application to some natural and agricultural products// Anal chem 2006, V.51, N.2, p. 400-402
14. Sao A., Pillai A., Gupta V.K. Spectrophotometric determination of vanadium using rhodamine-B// J. Indian Chem Soc. 2006, V.83, N.4, p. 319-325
15. Feng Qi-Li, Wen D-Y Catalytic spectrophotometric determination of vanadium and its application to the same natural and agricultural products // ChemiaAnalityczna2006, V.51, N.2, p. 319-325
16. Li Ming, Ai Hua-Lin, Li Hai-Tao, Hu Qiu-Fen Spectrophotometric determination of vanadium in alloys with 2-(2-quinolinylnyl azo)-4-methyl-1,3-dihydroxidebenzene. //Guangpushiyanshi 2005, T.22, N.1, p. 145-147
17. Kumar A.P., Reddy P.R., Reddy V.K. 2-hydroxy-3-methoxy benzaldehydethiosemicarbazone (HMBATSC) as a spectrophotometric reagent for simultaneous second order derivative determination of nickel(II) and vanadium(V).// J. Indian Chem. soc. 2007, V.84, N.3, p. 307-309
18. Borodkin V.F. Chemistry of dyes. M.: Chemistry, 1981. 248 p.
19. Korostelev P.P. Preparation of solutions for chemical-analytical work. M.: Nauka, 1964. 261 p.
20. Bulatov M.I., Kalikin I.P. Workshop on photometric and spectrophotometric methods of analysis. L: Chemistry. 1972. 407 p.

გამხსნელების გავლენა სალუზიდის (2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონი) კომპლექსწარმოქმნის უნარზე

მინედა ჭანტურია	სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ. 61, 0186. თბილისი, საქართველო E.mail: minedachanturia1@gmail.com
თამარ გიორგაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 69 E.mail: Tamar.giorgadze@gtu.ge
დიმა ლოჩოშვილი	ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი რ.აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, აკადემიური დოქტორი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ. 61, 0186. საქართველო E.mail: dimitri.lochoshvili@tsu.ge
დარეჯან გულბანი	სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, აკადემიური დოქტორი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ. 61, 0186. თბილისი, საქართველო E.mail: darejangulbani67@gmail.com

რეცენზენტები

ლ. სხირტლაძე, ი.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ. აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. არაორგანული ნაერთების ფიზიკა-ქიმიის ლაბორატორია, მინდელის ქ. 11. 0186, ქ. თბილისი, საქართველო

E.mail: l.skhirtladze@tsu.ge

მ. კერესელიძე, ი.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ. აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. არაორგანული ნაერთების ფიზიკა-ქიმიის ლაბორატორია, მინდელის ქ. 11. 0186, ქ. თბილისი, საქართველო

E.mail: m.kereselidze@tsu.ge

ანოტაცია. ნახევრადემპირიული კვანტურ-ქიმიური AM1 მთოდით, გამოთვლილია ლითონებთან სალუზიდის (2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილ-ჰიდრაზონი - L) მოლეკულის კომპლექსწარმოქმნის უნარი. შესწავლილია, მოლეკულის (L) ენერგეტიკული, ელექტრონული და სტრუქტურული მახასიათებლები როგორც აირად ფაზაში ასევე, დიელექტრიკული შეღწევადობის სხვადასხვა მნიშვნელობის მქონე გამხსნელებში: წყალი, დიმეთილსულფოქსიდი (დმსო), მეთანოლი, ეთანოლი, აცეტონი, ქლოროფორმი და ჰექსანი.

გამოთვლების შედეგად დადგენილია 2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილ-ჰიდრაზონის მოლეკულაში დონორული ატომები და განსაზღვრულია მისი, როგორც ლიგანდის კოორდინირების ხერხი.

საკვანძო სიტყვები: კვანტურ-ქიმიური AM1 მთოდი, ჰიდრაზონი, დონორული ატომები, კოორდინირება, კოორდინირების ხერხი.

შესავალი

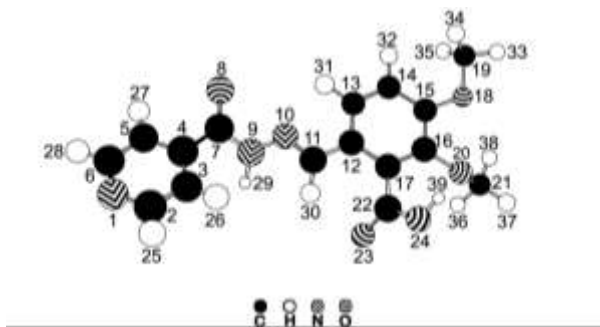
გარდამავალი ლითონების კომპლექსების შესწავლა ჰიდრაზონის ორგანულ წარმოებულებთან თანამედროვე კოორდინაციული ქიმიის ერთ-ერთი პერსპექტიული სფეროა. ამ კლასის ნაერთების დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა მრავალი მიზეზით არის განპირობებული. პირველ რიგში - ორგანული ჰიდრაზონის წარმოებულები და მათზე დაფუძნებული კომპლექსები ხასიათდება მაღალი ფიზიოლოგიური და ბიოლოგიური აქტივობით, რაც შესაძლებელს ხდის ამ ნაერთების გამოყენებას როგორც ანტისიმპიკურ, ანტივირუსულ, ბაქტერიციდულ და ფსიქოტროპულ აგენტებად. მეორე - მრავალი ჰიდრაზონი გამოიყენება

როგორც გარდამავალი ლითონის იონებისა თუ საღებავების ანალიზური რეაგენტები და როგორც კატალიზატორები სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესებისთვის.

ასეთი ლიგანდების სისტემებზე, განსაკუთრებული ყურადღება, კოორდინაციულ ქიმი-
აში, აიხსნება მათი დენტატურობის შეცვლის უნარით კონკრეტული რეაქციის პირობებიდან
გამომდინარე. ასევე, ჰიდრაზონები, წარმოქმნიან სხვადასხვა ტაუტომერულ ფორმებს, რაც
შესაძლებელს ხდის სხვადასხვა სტრუქტურის კოორდინაციული ნაერთების სინთეზირებას.
თუმცა, თუნდაც საკმაოდ მარტივი (მაგ. ერთბირთვული) სისტემების აღსაწერად,
აუცილებელია გავითვალისწინოთ ელექტრონული და გეომეტრიული ხასიათის ფაქტორების
მრავალფეროვნება. ამ პრობლემის გადაჭრის ერთ-ერთი შესაძლო გზაა ჰიდრაზონების კვლევა
ნახევრადემპირიული კვანტურ-ქიმიური მეთოდებით და კერძოდ, AM1 მეთოდით, რომელიც
წარმოადგენს კვლევის ერთ-ერთ თანამედროვე და მნიშვნელოვან მეთოდს ორგანული
ლიგანდების კომპლექსწარმოქმნის უნარის შესწავლისათვის.

პირითადი ნაწილი

კვლევა მოიცავს ნახევრადემპირიული კვანტურ-ქიმიური AM1 მთოდით, ლითონებთან
სალუზიდის (2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონი - L)
მოლეკულის (ნახ.1) კომპლექსწარმოქმნის უნარის შესწავლას. კვლევის შედეგები საშუალებას
იძლევა დადგინდეს ლიგანდის დენტატობა, განისაზღვროს მასში დონორული ატომები და
მათი კომპლექსწარმოქმნაში მონაწილეობის შესაძლებლობები და ასევე, კომპლექსწარ-
მოქმნისთვის ხელსაყრელი პირობები.



ნახაზი 1. სალუზიდის - 2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის
იზონიკოტინოილჰიდრაზონის - L მოლეკულა

გათვლები ჩატარებულია აირად ფაზაში და სხვადასხვა გამხსნელებში (წყალი, ეთანოლი, მეთანოლი, დიმეთილსულფოქსიდი, დიმეთილფორმამიდი, ჰექსანი, აცეტონი, ქლოროფორმი), რომლებსაც დიელექტრული შეღწევადობის სხვადასხვა მნიშვნელობები გააჩნიათ.

როგორც გამოთვლებიდან ჩანს, 2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (L) მოლეკულის წარმოქმნის სითბოს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს აირად ფაზაში (-356.913 კჯ/მოლი), რაც იმაზე მიუთითებს, რომ გამხსნელები მნიშვნელოვნად ზრდიან მოცემული მოლეკულის მდგრადობას. სალუზიდის მოლეკულის დიპოლური მომენტის ყველაზე დაბალი მნიშვნელობას იღებს ასევე აირად ფაზაში და ჰექსანში (შესაბამისად 4.351 და 5.443), ხოლო დანარჩენ გამხსნელებში დაახლოებით ერთნაირად მატულობს (9,963÷12,687 ფარგლებში), რაც დიპოლური ინდუქციური მომენტის წარმოქმნით (ცხრ.1) აიხსნება.

როგორც კვანტურ-ქიმიური გამოთვლებიდან ჩანს 2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის მოლეკულაში ბმის სიგრძის ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა გააჩნია C(4)–C(7) (1.492-1.493Å საზღვრებში) (ცხრ. 2.) რაც აღემატება ბმის სიგრძის სტანდარტულ მნიშვნელობას, რომელიც, sp²-ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბად ატომებს შორის, ტოლია 0,140 Å-ის. ეს რამდენადმე შემცირებული ბმის რიგის მნიშვნელობებით დასტურდება, რომელიც შესაბამისად 0.917÷0,924 ტოლია. ამ ფაქტიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ კარბონილური ჯგუფის O(8) ჟანგბადის ატომის ორბიტალები არ ურთიერთქმედებენ ბენზოლური ბირთვის π-ელექტრონულ სისტემასთან (ცხრ. 2).

ბმის კუთხეები C(7)-N(9)-N(10) და C(7)-N(9)-H(29) 2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილ-ჰიდრაზონის მოლეკულაში, შესაბამისად ტოლია 122,278÷122,630° და 116,823÷117,251° მაშასადამე, მოლეკულაში N(9) აზოტის ატომის იმყოფება sp²-ჰიბრიდულ მდგომარეობაში.

სალუზიდის მოლეკულაში N(10) აზოტის ატომი მიეკუთვნება აზომეთინურ ჯგუფს (>C=N-). კუთხეების ანალიზით N(10) აზოტის ატომიც sp²-ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია, რადგან კუთხე N(9)-N(10)-C(11) - 120,434÷120,893° ფარგლებში იცვლება (ცხრ.3). ბმის რიგი N(9) – N(10) სალუზიდის მოლეკულაში იმყოფება 1,034÷1,054 Å საზღვრებში (ცხრ. 2), ე.ი. p-ორბიტალების ხარჯზე, N(9)–N(10) აზოტის ატომებს შორის, ხორციელდება გარკვეული ურთიერთქმედება.

ატომთშორის მანძილებსა და ვალენტურ კუთხეებს შორის ასეთი განსხვავებები მიუთითებს გამხსნელების გავლენაზე მეტა-ნიტრობენზალდეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილ-ჰიდრაზონის მოლეკულის ხაზობრივ და კუთხურ პარამეტრებზე.

ატომების ჯამური დასახლების (ელექტრონული სიმკვრივე) და მათი ეფექტური მუხტების ანალიზმა C(7) ატომებზე აჩვენა ელექტრონული სიმკვრივის ($q = +0,367 \div +0.427$) დიდი დეფიციტი, რაც ნახშირბადის ამ ატომების ურთიერთქმედების შედეგს წარმოადგენს ისეთ ელექტროუარყოფით ატომებთან, როგორც არის ჟანგბადი და აზოტი (ცხრ.4).

შედარებით მაღალი მნიშვნელობები უარყოფითი ეფექტური მუხტების შეიმჩნევა N(1) აზოტის ატომზე ($-0,120 \div -0.237$), აზომეთინურ N(10) აზოტის ატომზე ($+0.006 \div -0,065$), აზოტის N(9) ატომზე ($-0,286 \div -0.317$), ჟანგბადის ატომებზე: O(8) ($-0.288 \div -0.473$), O(18) ($-0,204 \div -0,267$), O(20) ($-0,235 \div -0,264$), O(23) ($-0,320 \div -0,449$) და O(23) ($-0,281 \div -0,330$), (ცხრ.4).

ე. ი. მნიშვნელოვანი ელექტრონული თვისებები უნდა გააჩნდეთ ჟანგბადის ხუთივე ატომს და N(1) და N(9) აზოტის ატომებს, ხოლო აზომეთინური აზოტის ატომი, მუხტის მნიშვნელობის მიხედვით ან სუსტად უნდა ურთიერთქმედებდეს ლითონის იონებთან, ან საერთოდ არ უნდა იღებდეს მონაწილეობას ურთიერთქმედებაში.

N(9) აზოტის ატომის ორბიტალების დასახლების ანალიზით ჩანს, რომ ელექტრონული წყვილი კონცენტრირებულია p_z -ორბიტალზე. რადგან ამ შემთხვევაში მათ შესაბამებათ π -ორბიტალები, მაშინ ატომური ორბიტალების გადაფარვის არეს დონორსა და აქცეპტორს შორის გააჩნია ნულოვანი მნიშვნელობა. შესაბამისად, მაღალი უარყოფითი ეფექტური მუხტის მნიშვნელობის მიუხედავად N(9) აზოტის ატომს არ შეუძლია ელექტრონული წყვილის უზრუნველყოფა, რომლებიც შეძლებდნენ σ -დონორულ-აქცეპტორული ბმების წარმოქმნას.

ცხრილი1.

2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის მოლეკულის წარმოქმნის სითბო (ΔH) და დიპოლური მომენტი (μ)

N	გამხსნელი	წარმოქმნის სითბო, კჯ/მოლი	დიპოლური მომენტი, დებაი
1	აირი	-356.913	4.351
2	H ₂ O, წყალი	-462.848	12.687
3	C ₂ H ₆ SO, დიმეთილსულფოქსიდი (დმსო)	-487.877	12.528
4	CH ₃ OH, მეთანოლი	-487.406	12.320
5	C ₂ H ₅ OH, ეთანოლი	-485.008	12.104
6	(CH ₃) ₂ CO, აცეტონი	-482.316	11.950
7	CHCl ₃ , ქლოროფორმი	-440.619	9.963
8	C ₆ H ₁₂ , ჰექსანი	-400.080	5.443

აზომეთინური აზოტის ატომზე შეიმჩნევა აბსოლუტურად განსხვავებული სურათი. ელექტრონებით დასახლების ანალიზით ვასკვნით, რომ N(10) აზომეთინური აზოტის არაჰიბრიდულ p_z -ორბიტალზე იმყოფება ერთი ელექტრონი, ხოლო წყვილი ელექტრონი

კონცენტრირებულია ჰიბრიდულ sp^2 - ორბიტალებზე. მაშასადამე, აზომეთინური აზოტის N(10) ატომსაც აქვს უნარი მონაწილეობა მიიღოს კოორდინაციული ბმის წარმოქმნაში.

ცხრილი 2.

2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის მოლეკულაში ბმის სიგრძე (R_{ij}) და ბმის რიგი (P_{ij})

N	ატომთაშორისი ბმა		გამხსნელი							
			აირი	H ₂ O, წყალი	C ₂ H ₆ SO, დმსო	H ₃ OH, მეთანოლი	C ₂ H ₅ OH, ეთანოლი	CH ₃) ₂ C O, აცეტონი	HCl ₃ , კლორო- ფორმი	C ₆ H ₁₂ , ჰექსანი
1	N(1)-C(2)	სიგრძე, Å	1.347	1.347	1.347	1.347	1.347	1.347	1.346	1.347
		რიგი	1.433	1.423	1.421	1.423	1.424	1.424	1.428	1.430
2	N(1)-C(6)	სიგრძე, Å	1.347	1.347	1.346	1.347	1.347	1.347	1.347	1.347
		რიგი	1.432	1.420	1.422	1.420	1.421	1.421	1.423	1.429
3	C(4)-C(7)	სიგრძე, Å	1.493	1.493	1.492	1.492	1.492	1.492	1.492	1.493
		რიგი	0.917	0.922	0.924	0.922	0.922	0.923	0.922	0.921
4	C(7)-N(9)	სიგრძე, Å	1.412	1.392	1.393	1.393	1.394	1.395	1.403	1.407
		რიგი	0.996	1.108	1.101	1.099	1.096	1.092	1.051	1.023
5	N(9)-N(10)	სიგრძე, Å	1.330	1.337	1.335	1.337	1.336	1.336	1.336	1.332
		რიგი	1.054	1.034	1.038	1.036	1.037	1.038	1.045	1.048
6	N(10)-C(11)	სიგრძე, Å	1.309	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.306	1.308
		რიგი	1.823	1.836	1.831	1.835	1.836	1.834	1.840	1.829
7	C(15)-O(18)	სიგრძე, Å	1.379	1.386	1.386	1.386	1.386	1.386	1.385	1.381
		რიგი	1.042	1.012	1.014	1.012	1.012	1.012	1.013	1.033
8	O(18)-C(19)	სიგრძე, Å	1.425	1.434	1.436	1.434	1.434	1.434	1.433	1.427
		რიგი	0.968	0.938	0.936	0.939	0.939	0.939	0.943	0.961
9	C(16)-O(20)	სიგრძე, Å	1.385	1.377	1.378	1.377	1.377	1.377	1.376	1.381
		რიგი	1.023	1.045	1.042	1.045	1.046	1.046	1.047	1.034
10	O(20)-C(21)	სიგრძე, Å	1.431	1.433	1.435	1.433	1.433	1.432	1.431	1.430
		რიგი	0.947	0.933	0.932	0.934	0.934	0.934	0.939	0.946
11	C(22)-O(23)	სიგრძე, Å	1.234	1.242	1.242	1.242	1.241	1.242	1.239	1.236
		რიგი	1.807	1.719	1.719	1.723	1.724	1.725	1.752	1.780
12	C(22)-O(24)	სიგრძე, Å	1.362	1.358	1.357	1.358	1.358	1.358	1.359	1.362
		რიგი	1.065	1.086	1.085	1.085	1.085	1.085	1.077	1.066
13	N(9)-H(29)	სიგრძე, Å	1.005	1.011	1.011	1.010	1.010	1.010	1.008	1.006
		რიგი	0.877	0.856	0.857	0.858	0.858	0.859	0.867	0.872
14	O(24)-H(39)	სიგრძე, Å	0.970	0.976	0.975	0.975	0.975	0.975	0.973	0.970
		რიგი	0.911	0.886	0.886	0.888	0.888	0.888	0.896	0.906
40	O(24)-H(39)	სიგრძე, Å	0.970	0.976	0.975	0.975	0.975	0.975	0.973	0.970
		რიგი	0.911	0.886	0.886	0.888	0.888	0.888	0.896	0.906

H(29) წყალბადის ატომს აქვს ელექტრონის დიდი დეფიციტი (+0,220÷+0,282), გარდა ამისა, N(9)-H(29) ბმის რიგის დაბალი მნიშვნელობა (0,856÷0,877) შეესაბამება მითითებული ბმის იონურობის გაზრდას და H(29) მობილურობის (მჟავიანობის) ზრდას. რაც განსაზღვრავს მის უნარს, ხელი შეუწყოს კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის O(8) ატომზე, ლითონის იონის შემდგომ ჩანაცვლებას.

C(2)-N(1)-C(6) ბმის კუთხეები 2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის მოლეკულაში $\approx 118^\circ$ -ის ტოლია, ბმის სიგრძე C(2)-N(1) და N(1)-C(6) - 1,347Å, ხოლო ბმის რიგი =1,430±0,005 აქედან, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ N(1) აზოტის ატომი მოლეკულაში იმყოფება sp^2 -ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. ამასთან, ორბიტალების დასახლების ანალიზით ჩანს, რომ N(1) აზოტის ატომებზე ელექტრონული წყვილი არ არის კონცენტრირებული არაჰიბრიდულ p_z -ორბიტალზე (ცხრ.4). მამასადამე, N(1) აზოტის ატომს აქვს უნარი განახორციელოს ბმა დონორულ აქცეპტორული მექანიზმით კომპლექსწარმოქმნელთან.

ბმის სიგრძეებისა და ბმის რიგის შეჯერებით (ცხრ.2) ჟანგბადის ატომები O(8) O(18), O(20), O(23) და O(24) იმყოფება sp^2 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში.

ცხრილი 3.

2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის მოლეკულაში ატომებს შორის სავალენტო კუთხეების მნიშვნელობები

N	სავალენტო კუთხე	გამხსნელი							
		აირი	H ₂ O, წყალი	C ₂ H ₆ SO, დმსო	CH ₃ OH, მეთანოლი	C ₂ H ₅ O ეთანოლი	(CH ₃) ₂ CO, აცეტონი	CHCl ₃ , ქლორო- ფორმი	C ₆ H ₁₂ , ჰექსანი
1	C(2)-N(1)-C(6)	117.381	118.202	118.279	118.145	118.153	118.202	117.980	117.645
2	C(7)-N(9)-N(10)	122.505	122.509	122.630	122.503	122.547	122.536	122.278	122.372
3	N(9)-N(10)-C(11)	120.445	120.434	120.661	120.409	120.461	120.525	120.893	120.546
4	C(15)-O(18)-C(19)	116.107	114.363	114.310	114.297	4.264	114.238	114.877	116.285
5	C(16)-O(20)-C(21)	114.750	117.415	117.063	117.501	117.612	117.757	117.832	117.031
6	C(7)-N(9)-H(29)	116.961	117.251	116.999	117.218	117.152	117.218	116.823	117.157
7	C(22)-O(24)-H(39)	110.771	110.739	111.113	110.619	110.739	110.687	110.738	110.861

C(22)-O(24)-H(39) კუთხის ანალიზით (110,619÷111,113°) (ცხრ.3) და ბმის სიგრძეებისა და ბმის რიგის შეჯერებით (ცხრ.2), შეიძლება დავასკვნათ, რომ O(24) ჟანგბადის ატომი sp^3 ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. ამასთან, ორბიტალების დასახლების ანალიზით (ცხრ.4)

ელექტრონული წყვილი კონცენტრირებულია p_z -ორბიტალზე. ამასთან, წყალბადის H(39) ატომს აქვს ელექტრონის დიდი დეფიციტი (+0,249÷+0,298), გარდა ამისა, O(24)-H(39) ბმის რიგის დაბალი მნიშვნელობა (0,911÷0,886) შეესაბამება მითითებული ბმის იონურობის გაზრდას და H(39) მობილურობის (მჟავიანობის) ზრდას. შესაბამისად, კარბოქსილის ჯგუფის O(24) ჟანგბადის ატომს აქვს უნარი განახორციელოს ბმა: 1) მჟაური წყალბადის H(39) ლითონით ჩანაცვლების ხარჯზე, და 2) ჰიბრიდული p_z -ორბიტალით დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმით; და, ამ შემთხვევაში დაიკავოს ორი საკოორდინაციო ადგილი ცენტრალურ ატომთან.

ორბიტალების დასახლების ანალიზით ჩანს, რომ O(18), O(20) და O(23) ჟანგბადის ატომებზე ელექტრონული წყვილი კონცენტრირებულია p_z -ორბიტალზე. ამ შემთხვევაში მათ შეესაბამებათ π -ორბიტალები, და მაღალი უარყოფითი ეფექტური მუხტის მნიშვნელობის მიუხედავად O(18), O(20) და O(23) ჟანგბადის ატომებს არ შეუძლიათ ელექტრონული წყვილის უზრუნველყოფა, რომლებიც σ -დონორულ-აქცეპტორული ბმების წარმოქმნას შეძლებდნენ.

ყოველი, ზემოთთქმულიდან, გამომდინარეობს:

1. სალუზიდის მოლეკულა შეიძლება იყოს ბიდენტატური და განახორციელოს კოორდინაცია ცენტრალურ ატომთან O(8) ჟანგბადის ატომით, ჟანგბადთან მიერთებული წყალბადის ატომის ჩანაცვლების ხარჯზე და აზომეთინური აზოტის N(10) ატომით და წარმოქმნას ხუთწევრიანი მეტალოციკლი.
2. სალუზიდის მოლეკულას შეუძლია გამოვიდეს მონოდენტური ლიგანდის როლში და განახორციელოს კოორდინირება კომპლექსწარმომქმნელთან პირიდინის რგოლის N(1) აზოტის მეშვეობით.
3. სალუზიდის მოლეკულას შეუძლია გამოვიდეს ბიდენტატური ლიგანდის როლში და განახორციელოს ბმა ცენტრალურ ატომთან კარბოქსილის ჯგუფის ჟანგბადის O(24) ატომით, მჟაური წყალბადის H(39) ლითონით ჩანაცვლების ხარჯზე, და ჰიბრიდული p_z -ორბიტალით დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმით.

ცხრილი 4.

გამხსნელების დიელექტრიკული შეღწევადობები (ϵ), 2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის მოლეკულაში მუხტი ატომებზე (q), ატომზე ელექტრონების სიმკვრივე და ატომურ ორბიტალებზე (s, p) ელექტრონების განაწილება

№	გამხსნელი, ϵ	ატომი	მუხტი ატომებზე	ატომზე ელექტრონების სიმკვრივე	n	ელექტრონების განაწილება ორბიტალებზე			
						nS	nP _x	nP _y	nP _z
1	აირი	N(1)	-0.120	5.120	2	1.716	1.071	1.241	1.092
		C(7)	0.367	3.633	2	1.205	0.771	0.867	0.789

		O(8)	-0.288	6.288	2	1.915	1.628	1.400	1.346
		N(9)	-0.317	5.317	2	1.477	1.319	1.146	1.374
		N(10)	0.006	4.994	2	1.726	1.010	1.090	1.168
		O(18)	-0.204	6.204	2	1.869	1.395	1.151	1.788
		O(20)	-0.235	6.235	2	1.870	1.200	1.777	1.388
		O(23)	-0.320	6.320	2	1.913	1.654	1.420	1.333
		O(24)	-0.281	6.281	2	1.859	1.304	1.422	1.695
		H(29)	0.220	0.780	1	0.780			
		H(39)	0.249	0.751	1	0.751			
2	H ₂ O, წყალი 78,5	N(1)	-0.237	5.237	2	1.708	1.095	1.278	1.156
		C(7)	0.427	3.573	2	1.203	0.757	0.810	0.803
		O(8)	-0.473	6.473	2	1.913	1.465	1.776	1.318
		N(9)	-0.286	5.286	2	1.474	1.519	1.121	1.172
		N(10)	-0.065	5.065	2	1.725	1.117	0.966	1.257
		O(18)	-0.265	6.265	2	1.871	1.838	1.200	1.356
		O(20)	-0.261	6.261	2	1.866	1.403	1.333	1.661
		O(23)	-0.449	6.449	2	1.911	1.516	1.227	1.795
		O(24)	-0.329	6.329	2	1.855	1.746	1.424	1.305
		H(29)	0.282	0.718	1	0.718			
		H(39)	0.298	0.702	1	0.702			
3	C ₂ H ₆ SO, დმსო 49,0	N(1)	-0.236	5.236	2	1.707	1.095	1.279	1.154
		C(7)	0.428	3.572	2	1.203	0.768	0.809	0.791
		O(8)	-0.469	6.469	2	1.913	1.416	1.802	1.338
		N(9)	-0.287	5.287	2	1.473	1.491	1.097	1.225
		N(10)	-0.060	5.060	2	1.724	1.138	0.945	1.253
		O(18)	-0.267	6.267	2	1.871	1.879	1.174	1.342
		O(20)	-0.264	6.264	2	1.866	1.340	1.381	1.676
		O(23)	-0.447	6.447	2	1.911	1.560	1.258	1.718
		O(24)	-0.330	6.330	2	1.854	1.705	1.456	1.314
		H(29)	0.279	0.721	1	0.721			
		H(39)	0.296	0.704	1	0.704			
4	CH ₃ OH, მეთანოლი 32,6	N(1)	-0.233	5.233	2	1.708	1.094	1.277	1.154
		C(7)	0.426	3.574	2	1.203	0.761	0.810	0.800
		O(8)	-0.463	6.463	2	1.913	1.447	1.778	1.325
		N(9)	-0.288	5.288	2	1.475	1.509	1.120	1.185
		N(10)	-0.061	5.061	2	1.725	1.122	0.962	1.252
		O(18)	-0.264	6.264	2	1.871	1.854	1.205	1.333
		O(20)	-0.260	6.260	2	1.865	1.360	1.337	1.698
		O(23)	-0.443	6.443	2	1.911	1.545	1.229	1.758
		O(24)	-0.328	6.328	2	1.855	1.729	1.426	1.317
		H(29)	0.278	0.722	1	0.722			
		H(39)	0.296	0.704	1	0.704			
5	C ₂ H ₅ OH, ეთანოლი 24,3	N(1)	-0.231	5.231	2	1.708	1.094	1.276	1.152
		C(7)	0.425	3.575	2	1.203	0.763	0.810	0.799
		O(8)	-0.459	6.459	2	1.913	1.441	1.777	1.328
		N(9)	-0.289	5.289	2	1.475	1.506	1.121	1.188
		N(10)	-0.060	5.060	2	1.725	1.124	0.962	1.250
		O(18)	-0.263	6.263	2	1.871	1.864	1.203	1.325
		O(20)	-0.259	6.259	2	1.866	1.334	1.340	1.720
		O(23)	-0.441	6.441	2	1.911	1.562	1.230	1.738
		O(24)	-0.326	6.326	2	1.855	1.712	1.432	1.328

		H(29)	0.277	0.723	1	0.723			
		H(39)	0.295	0.705	1	0.705			
6	(CH ₃) ₂ CO, აცეტონი 20,7	N(1)	-0.230	5.230	2	1.708	1.094	1.276	1.151
		C(7)	0.426	3.574	2	1.203	0.770	0.809	0.791
		O(8)	-0.456	6.456	2	1.913	1.409	1.794	1.340
		N(9)	-0.291	5.291	2	1.474	1.488	1.105	1.224
		N(10)	-0.056	5.056	2	1.725	1.137	0.947	1.247
		O(18)	-0.264	6.264	2	1.871	1.881	1.190	1.322
		O(20)	-0.258	6.258	2	1.865	1.307	1.352	1.734
		O(23)	-0.440	6.440	2	1.911	1.588	1.256	1.685
		O(24)	-0.326	6.326	2	1.855	1.691	1.448	1.331
		H(29)	0.275	0.725	1	0.725			
H(39)	0.295	0.705	1	0.705					
7	CHCl ₃ , ქლოროფორმი 4,7	N(1)	-0.200	5.200	2	1.710	1.089	1.266	1.135
		C(7)	0.411	3.589	2	1.204	0.788	0.805	0.791
		O(8)	-0.399	6.399	2	1.913	1.350	1.792	1.344
		N(9)	-0.300	5.300	2	1.478	1.442	1.116	1.264
		N(10)	-0.036	5.036	2	1.723	1.141	0.945	1.227
		O(18)	-0.256	6.256	2	1.870	1.829	1.212	1.345
		O(20)	-0.248	6.248	2	1.865	1.179	1.381	1.823
		O(23)	-0.403	6.403	2	1.912	1.715	1.270	1.505
		O(24)	-0.312	6.312	2	1.856	1.535	1.456	1.464
		H(29)	0.257	0.743	1	0.743			
H(39)	0.279	0.721	1	0.721					
8	C ₆ H ₁₂ , ჰექსანი 1,9	N(1)	-0.158	5.158	2	1.713	1.079	1.254	1.112
		C(7)	0.389	3.611	2	1.204	0.764	0.862	0.781
		O(8)	-0.344	6.344	2	1.914	1.646	1.424	1.360
		N(9)	-0.312	5.312	2	1.476	1.321	1.150	1.365
		N(10)	-0.019	5.019	2	1.725	1.020	1.091	1.183
		O(18)	-0.222	6.222	2	1.869	1.361	1.139	1.854
		O(20)	-0.239	6.239	2	1.867	1.133	1.528	1.711
		O(23)	-0.360	6.360	2	1.913	1.688	1.377	1.382
		O(24)	-0.298	6.298	2	1.858	1.322	1.420	1.698
		H(29)	0.239	0.761	1	0.761			
H(39)	0.257	0.743	1	0.743					

ლიტერატურა:

1. Tsintsadze M.G., Manvelidze G.M., Narimanidze A.P.†, Maisuradze N.L., Giorgadze T.Z., Gvelesiani I.O., ISONICOTINOYLHYDRAZONE OF FULFURALACETONE (LARUSAN) AND ITS COORDINATING COMPOUNDS WITH METALS , Publishing House “TECHNICAL UNIVERSITY”, Tbilisi 2018, ISBN 978-9941-28-305-5, <http://www.gtu.ge>
2. Dewfr M.I.S., Zoebich E.G., Rcoly E.F., Stewart I. AM1: A new purpose quantum mechanical mjlekular model. A.Amer. Chem. Soc. P. 3902-3909.
3. M. Tsintsadze, I. Sharia, T. Giorgadze, G. Tsintsadze Coordination compounds of Co(II) and Ni(II) with nitrogen- and oxygen-containing ligands - derivatives of the heterocyclic series (meta-nitrobenzaldehyde hydrazones); "Technical University" Tbilisi 2021. ISBN 978-9941-28-700-8 (<http://www.gtu.ge>)
4. Z. Gogberashvili. Semiempirical methods and their application to the study of complex organic molecules. Engineering news of Georgia. 2022. N.2. p. 107-110. Tsintsadze M.G. Coordination

compounds of metals with nitrogen- and oxygen-containing ligands-derivatives of aliphatic, aromatic and heterocyclic series. National Science Academy. Tbilisi 2008. 2019

5. Dewar M.I.S., Zoebish E.G., Rcoly E.F., Stewart I. AM1: Anew purpose quantum mechanical molecular model. A. Amer chem. soc. p.3902-3909.

Influence of solvents on the ability of saluside (2-carboxy-3,4-dimethoxybenzaldehyde isonicotinoylhydrazone) to form complexes

Mineda Chanturia	Sukhumi State University, Associate Professor, A. Politkovskaya st. 61, 0186. Tbilisi, Georgia E.mail: minedachanturia1@gmail.com
Tamar Giorgadze	Technical University of Georgia, Department of Chemistry, Associate Professor. 69 Kostava St., Tbilisi 0171, Georgia E.mail: Tamar.giorgadze@gtu.ge
Dima Lochoshvili	Iv. Javakhishvili Tbilisi State University R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry, Academic Doctor, A. Politkovskaya str. 61, 0186. Georgia E.mail: dimitri.lochoshvili@tsu.ge
Darejan Gulbani	Sukhumi State University, academic doctor, A. Politkovskaya str. 61, 0186. Tbilisi, Georgia E.mail: darejangulbani67@gmail.com

Abstract. Quantum-chemical AM1 method, the complex formation ability of saluside (2-carboxy-3,4-dimethoxybenzaldehyde isonicotinoylhydrazone L) molecule with metals was calculated. The energetic, electronic and structural characteristics of the L molecule were studied both in the gas phase and in different solvents: water, dimethylsulfoxide (DMSO), methanol, ethanol, acetone, chloroform and hexane.

Based on the calculations, it was determined that: The saluside molecule can be bidentate and coordinate to the central atom (8) with an oxygen atom, at the expense of replacing the hydrogen atom attached to the oxygen, and azomethine with the N(10) nitrogen atom and form a five-membered metallocycle; The saluside molecule can act as a monodentate ligand and coordinate with the complexing agent through the N(1) nitrogen of the pyridine ring; The saluside molecule can act as a bidentate ligand and bond to the central atom with the oxygen O(24) atom of the carboxyl group, at the cost of replacing the acidic hydrogen H(39) with the metal, and with the hybrid p-orbital through the donor-acceptor mechanism;

Keywords: quantum-chemical AM1 model, hydrazone, donor atoms, coordination, coordination method.

**ზოგიერთი 3D-მეტალის შერეულიგანდიანი კოორდინაციული ნაერთების
სინთეზი და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების კვლევა**

- მაია ცინცაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რ.აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. პროფესორი, კოსტავას ქ. 69, 0175, თბილისი, საქართველო,
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge
- ზურაბ გოგბერაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, დოქტორანტი, კოსტავას ქ. 69, 0175, თბილისი, საქართველო,
E-mail: zuragogberashvili93@gmail.com
- თამარ ედილაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასიტენტ პროფესორი, კოსტავას ქ. 69, 0175, თბილისი, საქართველო,
E-mail: maiamamisika@gmail.com
- მაია მამისეიშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასიტენტ პროფესორი, კოსტავას ქ. 69, 0175, თბილისი, საქართველო,
E-mail: m.mamiseishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

- თ. გიორგაძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 77,
E-mail: Tamar.giorgadze@gtu.ge
- მ. კერესელიძე** - ი. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ. აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. არაორგანული ნაერთების ფიზიკა-ქიმიის ლაბორატორია, მინდელის ქ. 11. 0186, ქ. თბილისი, საქართველო E-mail: m.kereselidze@tsu.ge

ანოტაცია შერეული ეთნოლ-წყალხსნარებიდან სინთეზირებულია კობალტის, ნიკელის, სპილენძის, მანგანუმის ქლორიდული, სულფატური, თიოციანატური, ნიტრატული შერეულიგანდიანი (აზელაინის მჟავას დიჰიდრაზიდი, 2-ამინო-6-მეთილპირიდინი) 12 სრულიად ახალი კოორდინაციული ნაერთი. ნაერთები გამოყოფილია მყარი სახით, მდგრადია ჰაერზე. განსაზღვრულია მათი ლღობის ტემპერატურა, შესწავლილია ხსნადობა არაორგანულ და ორგანულ გამხსნელებში. ორგანული ლიგანდების მოლეკულები გათვლილია კვანტურ-ქიმიური AM1 მეთოდით. ლიგანდთა კოორდინირების წესის დადგენის მიზნით შესწავლილია მათ საფუძველზე სინთეზირებული კოორდინაციული ნაერთების ინფრაწითელი სპექტრები. კომპლექსნაერთთა სპექტრების ანალიზი აჩვენებს, რომ ყველა შემთხვევაში აზელაინის მჟავას

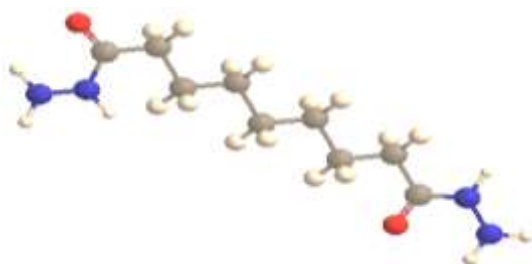
დიჰიდრაზიდი კოორდინირებს კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის და ჰიდრაზიდული ჯგუფის აზოტის ატომებით. ამინოპირიდინის მოლეკულა კი კოორდინირებს ჰეტეროციკლის აზოტის ატომით. სპექტრების მონაცემებით დადგენილია აგრეთვე წყლის მოლეკულების და ასევე აციდოლიგანდების მდებარეობა შიდა თუ გარე სფეროში. სინთეზირებული კომპლექსნაერთები შესწავლილია აგრეთვე თერმოგრავიმეტრული მეთოდით.

საკვანძო სიტყვები: შერეულილიგანდიანი; კარბონმჟავას დიჰიდრაზიდი; ამინოპირიდინის მეთილნაწარმი. კოორდინირება; კომპლექსწარმომქმნელი; იწ სპექტროსკოპია.

შესავალი

უკანასკნელ წლებში სულ უფრო ფართოდ მიმდინარეობს ისეთი კომპლექსნაერთების სინთეზი, რომლებსაც ანტიმიკრობული, ანტიბაქტერიული და სხვა თვისებები აქვთ. ლიგანდების სახით ასეთი კოორდინაციული ნაერთების სინთეზისთვის ასევე მაღალი ბიოაქტიურობის მქონე ორგანული მოლეკულების შერჩევა ხდება. ამ მხრივ განსაკუთრებით საინტერესოა მკვლევართათვის კარბონმჟავათა როგორც მონო-, ასევე დიჰიდრაზიდები, რომლებიც განსაკუთრებული, უნიკალური თვისებებით გამოირჩევიან. იგივე შეიძლება ითქვას ამინოპირიდინის მეთილნაწარმებზეც. აქედან გამომდინარე, განსაკუთრებით საინტერესოა ისეთი კომპლექსნაერთების სინთეზი, ფიზიკურ-ქიმიური და ფიზიოლოგიური თვისებების კვლევა, რომელთა ბირთვებიც ერთდროულად ორ ბიოაქტიურ ლიგანდს შეიცავენ. მსგავს კვლევებს როგორც თეორიული, ასევე დიდი პრაქტიკული ღირებულება აქვთ. სწორედ ამ მიზნით იქნა შერჩეული ჩვენს მიერ, ერთის მხრივ „სიცოცხლის“ მეტალები - კობალტი, ნიკელი, სპილენძი, მანგანუმი, ხოლო მეორეს მხრივ - აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდი და 2-ამინო-6-მეთილპირიდინი

ძირითადი ნაწილი ნაწილი



აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდი



2-ამინო-6-მეთილპირიდინი

კვანტურ-ქიმიური, ნახევრადემპირიული AM1 მეთოდით კვლევა

კვლევის მიზანს წარმოადგენს აზელაინის მჟავას დიჰიდრაზიდის, როგორც პერსპექტიული ორგანული ლიგანდის, კვანტურ-ქიმიური ნახევრადემპირიული AM1 მეთოდით გამოკვლევა. რადგან ჰიდრაზიდები პერსპექტიული აზოტმემცველი ლიგანდებია, ამ მეთოდით კვლევის შედეგები საშუალებას იძლევა დადგინდეს მოლეკულის დენტატობა, გამოვლინდეს მასში დონორული ატომები და მათი კომპლექსწარმოქმნაში მონაწილეობის შესაძლებლობები, ასევე კომპლექსწარმოქმნისთვის ყველაზე ხელსაყრელი მექანიზმი. გათვლები ჩატარებულია როგორც აირადი ფაზის, ასევე სხვადასხვა გამხსნელებისთვის (წყალი, ეთანოლი, მეთანოლი, დიმეთილსულფოქსიდი, დიმეთილფორამიდი, ჰექსანი, აცეტონი, ქლოროფორმი).

ამოვლენილია დონორული ატომები: ორივე კარბონილის ჯგუფის ქანგბადის ატომი და ჰიდრაზიდული დაჯგუფების აზოტის ატომები.

სინთეზის ზოგადი მეთოდика.

ნაერთების სინთეზისთვის ლითონი, L და L^1 აღებულ იქნა თანაფარდობით 2:1:4. სინთეზი ჩატარდა როგორც ეთანოლში, ასევე, ზოგიერთ შემთხვევაში, ეთანოლ-წყალხსნარში, კომპლექსნაერთის გამოყოფის სიჩქარე სხვადასხვა ლითონის შემთხვევაში განსხვავებულია.

შესაბამის მარილს გაცხელებით და მუდმივი მორევით ვხსნიდით დაახლოებით $\approx 5-8$ მლ ეთანოლში, აზელაინის მჟავას დიჰიდრაზიდს ვხსნიდით მინიმალური რაოდენობის წყალში, დაახლოებით $\approx 5-8$ მლ და შემდეგ ვამატებდით ≈ 5 -მლ ეთანოლს, ვდგამდით წყლის აბაზანაზე და ვაგრძელებდით გაცხელებას უწყვეტი მორევით. მეორე ლიგანდი - 2-ამინო-6-მეთილპირიდინი ცივ ეთანოლში კარგად იხსნება, გახსნისთანავე ეთანოლხსნარს ასევე ვათავსებდით წყლის აბაზანაზე.

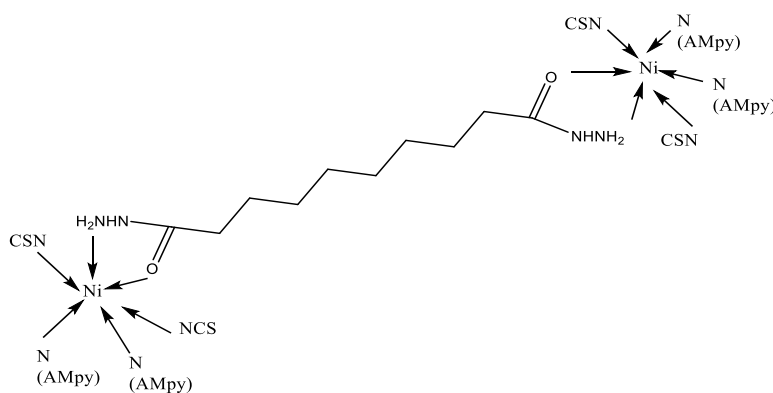
ერთნაირი ტემპერატურის ცხელ ხსნარებს, რომლებიც ორგანული ლიგანდებს შეიცავენ, სწრაფად ვურევდით ერთმანეთში, ისევ ვაჩერებდით წყლის აბაზანაზე და ასევე სწრაფად ვამატებდით მარილის ცხელ ეთანოლხსნარს. ზოგიერთ შემთხვევაში ხსნარი მხოლოდ იმდერეოდა და იცვლიდა ფერს, ზოგ შემთხვევაში კი, მყისიერად ხდებოდა ნალექის გამოყოფა. სარეაქციო ნარევის ვაყოვნებდით არაუმეტეს 3 დღე-ღამისა, შემდეგ ვფილტრავდით, ვაცილებდით დედახსნარიდან, ვრეცხავდით ცივი ეთანოლით და გამოყოფილ ფხვნილს ან კრისტალებს ვაშრობდით $CaCl_2$ -ის თანაობისას.

სინთეზირებულია 12 სრულიად ახალი შერეული ლიგანდიანი კოორდინაციული ნაერთი: $CoCl_2 \cdot L \cdot 2L^1$, $Co(NCS)_2 \cdot L \cdot 2L^1$, $CoSO_4 \cdot L \cdot 2L^1$, $Co(NO_3)_2 \cdot L \cdot 2L^1$, $NiCl_2 \cdot L \cdot 2L^1$, $Ni(NCS)_2 \cdot L \cdot L^1$, $NiSO_4 \cdot L \cdot L^1$, $CuSO_4 \cdot L \cdot 2L^1$, $CuCl_2 \cdot L \cdot 2L^1$, $MnCl_2 \cdot L \cdot 2L^1$.

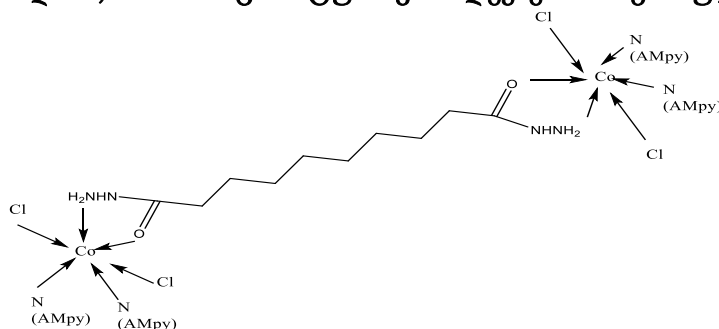
შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტროსკოპია

აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდის და 2-ამინო-6-მეთილპირიდინის შერეულილიგანდიანი ზოგიერთ 3d-ლითონთა სინთეზირებული კოორდინაციული ნაერთების შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრების საშუალებით, ორგანული ლიგანდის მოლეკულების ფუნქციის დადგენის მიზნით, განხილულ იქნა აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდის და 2-ამინო-6-მეთილპირიდინის შთანთქმის იწ სპექტრები. შედეგები შედარებულ იქნა სინთეზირებული კოორდინაციული ნაერთების შთანთქმის ინფრაწითელ სპექტრებთან ლიგანდის და კომპლექს-წარმომქმნელ ლითონებთან კოორდინირების წესისა და კომპლექსნაერთების სავარაუდო აღნაგობის დადგენის მიზნით.

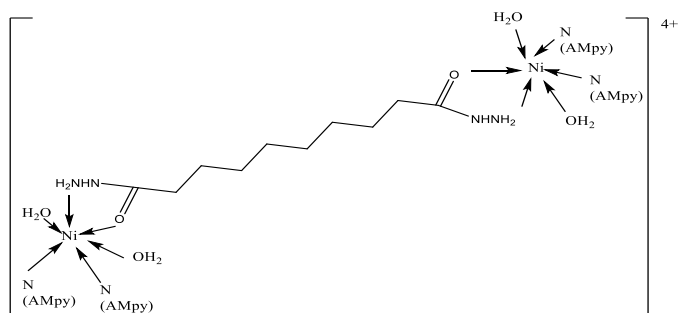
კომპლექსნაერთთა სპექტრების ანალიზი აჩვენებს, რომ ყველა შემთხვევაში აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდი გვევლინება ტეტრადენტატური ლიგანდის სახით და კოორდინირებს კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის და ჰიდრაზიდული ჯგუფის აზოტის ატომებით. ასეთი დასკვნის საფუძველს გვაძლევს თავისუფალი (არაკოორდინირებული) ლიგანდების იწ სპექტრების შედარება კომპლექსნაერთთა სპექტრებთან, რის შედეგადაც ჩანს, რომ შესაბამისი რხევის სიხშირეები, რომლებიც ამ ჯგუფებისთვისაა დამახასიათებელი, გადანაცვლებულია 10-20 cm^{-1} -ით.



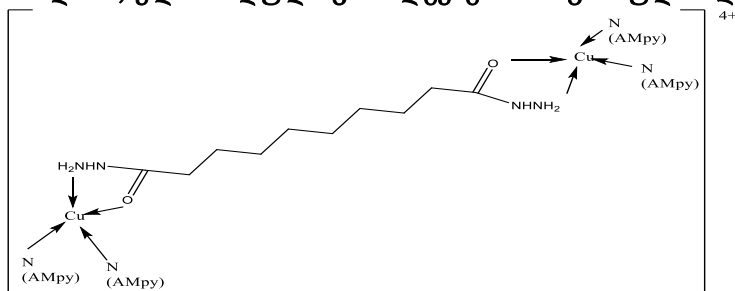
კობალტის და ნიკელის შერეულილიგანდიანი (აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდი, 2-ამინო-6-მეთილპირიდინი) იზოთიოციანატური კომპლექსების სავარაუდო აღნაგობა



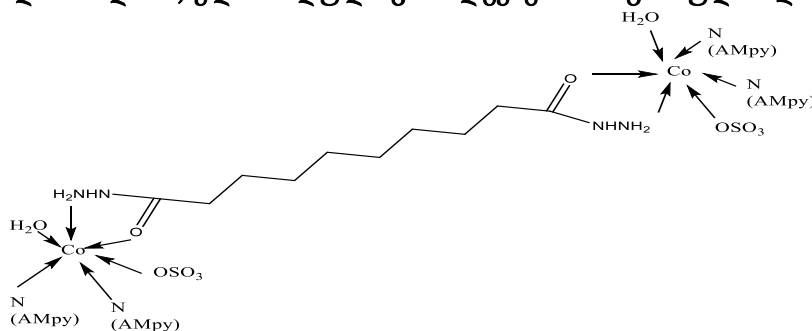
კობალტის შერეულილიგანდიანი (აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდი, 2-ამინო-6-მეთილპირიდინი) ქლორიდული კომპლექსის სავარაუდო აღნაგობა



ნიკელის და მანგანუმის შერეულიგანდიანი (აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდი, 2-ამინო-6-მეთილპირიდინი) ქლორიდული კომპლექსების სავარაუდო აღნაგობა



სპილენძის შერეულიგანდიანი (აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდი, 2-ამინო-6-მეთილპირიდინი) ქლორიდული კომპლექსების სავარაუდო აღნაგობა



კობალტის შერეულიგანდიანი (აზელანის მჟავას დიჰიდრაზიდი, 2-ამინო-6-მეთილპირიდინი) სულფატური კომპლექსის სავარაუდო აღნაგობა

დასკვნა:

რაც შეეხება ამინოპირიდინის მოლეკულას, ამ ნაერთებში ის მონოდენტატურია, კოორდინირებს რა ჰეტეროციკლის აზოტის ატომით. სპექტრების მონაცემებით დადგენილია აგრეთვე წყლის მოლეკულების და ასევე აციდოლიგანდების: თიოციანატ-, ქლორიდ-, სულფატ-, ნიტრატ-იონების მდებარეობა შიდა თუ გარე სფეროში. თიოციანატ-ჯგუფების კოორდინირებისას განხორციელებულია იზოთიოციანატური კავშირი - ბმა წარმოქმნილია აზოტის ატომსა და კომპლექსწარმომქმნელს შორის. სულფატ-იონები შიდასფერულეობა და მონოდენტატურ ფუნქციას ავლენენ, ქლორიდ იონები ზოგიერთ კომპლექსში შიდასფერულეობა, ზოგ

შემთხვევაში კი - გარესფერული (კატიონური კომპლექსები) ზოგიერთი კომპლექსნაერთის შიდა სფეროში იმყოფება წყალი. სპექტრების მონაცემების შედეგად დავად-გინეთ კომპლექსნაერთთა სავარაუდო აღნაგობა:

კომპლექსნაერთთა სპექტრების ანალიზი აჩვენებს, რომ ყველა შემთხვევაში აზელანინის მჟავას დიჰდრაზიდი გვევლინება ტეტრადენტატური ლიგანდის სახით და კოორდინირებს კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის და ჰიდრაზიდული ჯგუფის აზოტის ატომებით.

სპექტრების მონაცემებით დადგენილია აგრეთვე წყლის მოლეკულების და ასევე აციდოლიგანდების: თიოციანატ-, ქლორიდ-, სულფატ-, ნიტრატ-იონების მდებარეობა შიდა თუ გარე სფეროში. თიოციანატ-ჯგუფების კოორდინირებისას განხორციელებულია იზოთიოციანატური კავშირი - ბმა წარმოქმნილია აზოტის ატომსა და კომპლექსწარ-მომქმ-ნელს შორის. სულფატ-იონები შიდასფერულდება და მონოდენტატურ ფუნქციას ავლენენ, ქლორიდ იონები ზოგიერთ კომპლექსში შიდასფერულდება, ზოგ შემთხვევაში კი - გარესფერული (კატიონური კომპლექსები) ზოგიერთი კომპლექსნაერთის შიდა სფეროში იმყოფება წყალი.

ლიტერატურა:

1. Tabuashvili N., Tsintsadze T., Tsintsadze M., Lochoshvili D., Kilasonia N., Gegeshidze N. Quantum-chemical investigation of the effect of solvent on the ability of ortho-aminopyridine methyl derivatives to form complexes with metals. Chemical Journal of Georgia. 2011. Vol. 11. N.2. p. 261-269
2. Dewar M.I.S., Zoebish E.G., Rcoly E.F., Stewart I. AM1: Anew purpose quantum mechanical molecular model. A. Amer chem. soc. p.3902-3909.
3. Nelson L., Ryder D. The Stereoizomers of Vic. Dialkylpiperidines. The 2-n-Butyl-3-methylpiperidines. J. Organic Chem.1953. V.18.N.5. p. 598-608.
4. T. Machaladze. Thermal analysis. Tbilisi. Gam-Ba. "Technical University". 2006. 91 p.
5. Spectroscopy. Wiley; 2 edition. 1996. 200 pg.
6. Z. Gogberashvili. Semiempirical methods and their application to the study of complex organic molecules. Engineering news of Georgia. 2022. N.2. p. 107-110.
7. Tsintsadze M.G. Coordination compounds of metals with nitrogen- and oxygen-containing ligands-derivatives of aliphatic, aromatic and heterocyclic series. National Science Academy. Tbilisi 2008. 2019
8. Z.Gogberashvili, M.Tsintsadze, N.Gegeshidze. Quantum-chemicals study of the coordination compounds of nitrate, sulfate, chloride and zinc bromide with dimethyl sulfoxide (DMSO). International Conference of Students International Conference of Students and Young Scientists and Young Scientists "CHEMISTRY TODAY AND IN FUTURE" "CHEMISTRY November 16-17, 2018, Tbilisi, Georgia P. 54-56(In English)
9. Lochoshvili D.M., Tsintsadze M.G., Chanturia M.M., Dolidze Ts.G., Skhirtladze L.I. Study of the structure and complexing ability of 2-amino-4-methylpyridine by the AM1 quantum-chemical method. Chemical Journal of Georgia. 2004. V.4 N.4. With. 326.
10. Zhorzholiani N.B. Comparative study of Mg(II) and Mn(II) coordination compounds with some carboxylic acid dihydrazides. Dis. cand. chem. Sciences., Tbilisi, 1987.

11. Machkhoshvili R.N., Kharitonov Yu.Ya. Hydrazines. Hydrazides. (Obtaining, structure, properties). M.: Science. 1988. 145p.

Synthesis and study of physicochemical properties of some 3d-metal mixed ligand coordination compounds

- Maia Tsintsadze** Georgian Technical University; Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Professor, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge
- Zurab Gogberashvili** Technical University of Georgia, PhD student, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia
E-mail: zuragogberashvili93@gmail.com
- Tamar Edilashvili** Georgian Technical University; Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, assistant professor, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia
E-mail: maiamamisika@gmail.com
- Maia Mamiseushvili** Georgian Technical University; Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, assistant professor, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia
E-mail: m.mamiseishvili@gtu.ge

Abstract. 12 completely new coordination compounds of cobalt, nickel, copper, manganese chloride, sulfate, thiocyanate, nitrate mixed ligands (azelaic acid dihydrazide, 2-amino-6-methylpyridine) were synthesized from mixed ethanol-water solutions. Compounds are isolated in solid form, stable in air. Their melting temperature is determined, solubility in inorganic and organic solvents is studied. Molecules of organic ligands are calculated by quantum-chemical AM1 method. In order to determine the mode of coordination of ligands, the infrared spectra of coordination compounds synthesized on their basis were studied. Analysis of spectra of complex compounds shows that in all cases azelaic acid dihydrazide is coordinated by oxygen atoms of carbonyl group and nitrogen atoms of hydrazide group. And the aminopyridine molecule coordinates with the nitrogen atom of the heterocycle. According to the data of the spectra, the location of water molecules and acid ligands in the inner or outer sphere is determined. Synthesized complex compounds are also studied by thermogravimetric method.

Keywords: mixed ligand; Carbonic acid dihydrazide; Aminopyridine methyl product. coordination; complex forming; Spectroscopy.

ქვევრი ძველ წერილობით წყაროებში

ხათუნა წიქარიშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ფარმაციის დეპარტამენტი. საქართველო. თბილისი. კოსტავას ქ. №69 E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge
მაია ცინცაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიის დეპარტამენტი. საქართველო. თბილისი. კოსტავას ქ. №69 E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge
ნონა ბოლქვაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიის დეპარტამენტი. საქართველო. თბილისი. კოსტავას ქ. №69. E-mail: nona.bolkvadze63@gmail.com
ნინო ბეკოშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიის დეპარტამენტი. საქართველო. თბილისი. კოსტავას ქ. №69

რეცენზენტები:

თ. ცინცაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ფარმაციის დეპარტამენტი. მედიცინის მეცნიერებათა კანდიდატი. პროფესორი.

E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ფარმაციის დეპარტამენტი. ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი. პროფესორი.

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ანოტაცია ქვევრზე, ღვინოზე და მათი ურთიერთკავშირის შესახებ, ძველ ქართულ წერილობით წყაროებში, მთელი რიგი ცნობები მოიპოვება. მოცემულია უძველესი ფაქტები ქვევრის დასამზადებელი ჩარხის, თიხის ნაკეთობის გამოწვის, ქვევრის მიწაში ჩადგმის წესები, ქვევრის რეცხვასთან დაკავშირებული დეტალები. განხილულია ქვევრში ღვინის დაყენებასა და შენახვასთან დაკავშირებული საკითხები.

საკვანძო სიტყვები: ქვევრი. ღვინო. მარანი. შენახვა.

შესავალი

ქვევრი უძველესი კერამიკული ჭურჭელია. ის საინტერესოა ქართული ყოფის, მატერიალური კულტურისა და ქიმიის ისტორიის თვალსაზრისით. ქვევრი ორგანულად არის დაკავშირებული მასში შესანახ პროდუქტთან-ღვინოსთან, მისი დაყენებისა და შენახვის დროს მიმდინარე ქიმიურ პროცესებთან. ძველი ქართული წერილობითი წყაროები ქვევრზე და მის განვითარების ისტორიაზე საინტერესო ცნობებს მოიცავს.

ძირითადი ნაწილი

ჯერ კიდევ ქართულ „დაბადებაში“ მოყვანილია ძალზე საყურადღებო ფრაგმენტი, რომელიც თუმცა ჭურჭლის დამამზადებელს ეხება, მაგრამ ქვევრის ოსტატზეც შეიძლება გავრცელდეს. კერძოდ, ისუ ნავინის ერთ-ერთ თავში მოყვანილია ასეთი ფრაგმენტი: „აგრეთვე მეკეცეცა მჯდომარე საქმესა ზედა თვსსა, დამბრუნებელი ფერხითა თვსითა ბორბლისა, რომელი ზრუნვასა ზედა ძეს მარადის საქმესა ზედა თვსსა, აღმრიცხველი ყოვლისა საქმისა მისისა. მარჯუწნით თვსითა გამოსახოს თიჯა, და წინაშე ფერხითა მოდრიკოს ძალი თვსი. გული თვსი მისცეს აღსრულებლად ჭურჭლისა, და მღვიმარება მისი განწმედად საწმილისა“ [1]. როგორც ვხედავთ, აქ ბორბალში იგულისხმება მორგვი (ჩარხი), რომელიც ფეხით მოიყვანება მოძრაობაში. აქვე, როგორც ჭურჭლის დამზადების ბოლო სტადიისათვის გამოყენებული ჭურჭლის გამოსაწვავი თუნი მოხსენიებულია „სახმილის“ ფორმით.

არქეოლოგ ლ. ჭილაშვილის მიერ აღმოჩენილ უძველესი დროის ქვევრზე ამოკაწრულია სიტყვები „დავრგე ჭური“ [2]. თუმცა ავტორი ამ ქვევრს ქრისტიანობამდელ ხანას განაკუთვნებს, მაგრამ მეცნიერთა უმრავლესობა ამ აზრს არ ეთანხმება და მას დაახლოებით VI - VII სს-ით ათარიღებს. თუმცა მიუხედავად ამისა, ქვევრის არქაულობა მაინც არ იცვლება. ჩვენ მისი სახით შემორჩენილი გვაქვს ტერმინი „ჭურის“ ალბათ ყველაზე ადრეულ წყაროში მოხსენიება. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ჭურის მიწაში დაფლვა აქ წარმოდგენილია მცენარისთვის დამახასიათებელი დარგვის ფორმით. ქვევრის განთავსება მიწაში ძალზე საპასუხისმგებლო ღონისძიებას წარმოადგენდა და თავისი არსით მცენარის დარგვას ჰგავდა.

განსაკუთრებით საინტერესოა ქანანელის „უსწორო კარაბადინის“ (XI საუკუნე) მონაცემები. ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი, რომელიც თიხის ჭურჭელს უნდა ახასიათებდეს, ეს არის მისი მცირე ფორიანობა და შესაბამისად სითხის უდანაკარგოდ შენახვის შესაძლებლობა. თიხის ნაკეთობის სხვადასხვა ხარისხით გამოწვით მიღებული ჭურჭელი ყოველთვის არ არის დაზღვეული ამ ნაკლისაგან. ეს კარგად არის ცნობილი ქანანელისათვის და ამისათვის წამლის შესანახად ის შემდეგ რეკომენდაციას იძლევა: „ჩაასხენ ჭურჭელსა ჭიქისასა და ანუ ქურაზარა მაგარსა რომე არა გაიწოვოს ჭურჭელმან ზეთი და თაფლი და წახდეს წამლისა ძალი“ [3]. ე.ი. როგორც ვხედავთ ფორიანი თიხის ჭურჭლის ნაცვლად აქ მინის ჭურჭელი ან ძალზე მაგრად გამომწვარი თიხის ჭურჭელი, ანუ ქურაზარა არის რეკომენდებული. ე.ი. ქანანელისთვის არა მარტო ჭურჭლის ფორებით სითხის გაწოვის ფაქტია ცნობილი, არამედ ამ ხარვეზის გამოსწორების გზაც, რომელიც მაღალ ტემპერატურაზე თიხის გამოწვით, მისი ნაწილაკების დადნობას და მდნარი მასით ფორების შევსებას უზრუნველყოფდა.

განსაკუთრებით საინტერესოა „უსწორო კარაბადინში“ მოყვანილი ღვინის დუდილის პროცესის აღწერა „სხვათა ბრძენთა უბრძანებია ვითა, როგორც ყურძენი დასწურო და ქვევშიგა ჩაასხა და ადულდეს და გაწმდეს და ქაფი ზეითა მოიგდოს და თხლე ძირსა წავიდეს, ამა წესითა ყვავილი იქნების ადულდების სისხლი და დაწმდების, და ყვავილი გარეთ გამოვა“ [3]. როგორც ვხედავთ, აქ ზუსტად არის გადმოცემული ქვევრში ღვინის დადულების პროცესი ჭაჭაზე. დუდილის პროცესში ქვევრში ღვინის ზედაპირზე ნახშირორჟანგის გამოყოფის შედეგად ქაფი გროვდება, ხოლო პროცესის დამთავრებისას ჭაჭა თხლის სახით ფსკერზე იძირება, ნახშირორჟანგისგამოყოფა წყდება და ღვინო შესაბამისად იწმინდება.

„უსწორო კარაბადინში“ საინტერესო ცნობაა მოყვანილი თიხის, როგორც მოსაგოზი მასალის შესახებ: „პირსა მოჰკრა და მოგოზო თიხითა და ბზითა წურილითა და თმითა შეზელილითა, რომე ქარი არ შეუვიდეს“ [3]. ე.ი. ამ შემთხვევაში თიხას ემატება თმა, ან ბზე იმ მიზნით, რომ ის უფრო მოქნილი გახდეს, ისე მჭიდროდ დაეცოს სახურავისა და ჭურჭლის შემერთებელ ადგილებს, რომ სავსებით დაცული იყოს ჭურჭლის ჰერმეტიზაცია და მასში ჰაერმა („ქარი“) ვერ შეაღწიოს.

„უსწორო კარაბადინში“ ქანანელი თიხის ჭურჭლის (ცხადია მათ რიცხვში ქვევრის) გამოსაწვავ ქურასაც მოიხსენიებს. ეს უკანასკნელი თხზულებაში ფურნის სახელწოდებით არის წარმოდგენილი. აღნიშნულ „ფურნეს“ ის განასხვავებს კირის გამოსაწვავ თონისაგან და ტექსტში ასეთნაირად მოიხსენიებს „ფურნესა კეცი ან ქოთნები რომე დაიწვას“ [3]. აქ კეცი ზოგადად თიხის ჭურჭელს აღნიშნავს, ხოლო ქოთნები - ამ მასალის ჭურჭლის ერთ-ერთ კერძო სახეობას.

მეთუნეობისა და ღვინის დაყენება-შენახვის საკითხებზე საკმაოდ დიდი ინფორმაციაა დაცული ძველ ქართულ სიგელ-გუჯრებში, რომელიც თ. ჟორდანიას და ი. დოლიძის მიერ არის გადმოცემული [4-6].

განსაკუთრებით საინტერესოა მე-11 საუკუნის ისეთი მნიშვნელოვანი საბუთი, როგორც არის „ნიკორწმინდის იადგარი“. აქ სამონასტრო მეურნეობის აღწერილობასთან ერთად მოყვანილია ქვევრების მიწაში ჩადგმის საინტერესო ფაქტები. კერძოდ, ქვევრის ჩაფლვის ფაქტი გადმოცემულია სიტყვებით; „დავფალ შიგან ჭური“ და იქვე მითითებულია ამ ჭურების რაოდენობა. ამავე დოკუმენტში ყურადღებას იქცევს ის ფაქტი, რომ მონასტრის ხელისუფლებს „ნიკოლასო წმიდას“ სამონასტრო ტერიტორიაზე თექვსმეტი ნავარძული ჭური დაურგიათ [6]. დამამზადებელი ადგილის ჩვენება ამ შემთხვევაში ამ პუნქტის დიდ ავტორიტეტზე უნდა მიუთითებდეს, რაც ვლინდება ერთი საინტერესო ფაქტით. კერძოდ, უკანასკნელ დრომდე იმერეთში მომქმედი ქვევრების ხუთ საწარმოს რიცხვში ნავარძეთის

ქვევრის საწარმოც შედიოდა [7]. ეს კი ნიშნავს, რომ ნავარძეთში ქვევრის კეთების ტრადიციას, როგორც მინიმუმ ათი საუკუნის ისტორია აქვს.

უაღრესად საინტერესო ცნობაა სამთავისის საეპისკოპოსოს 1459 წლის წიგნში. მასში ეპისკოპოსი გრიგოლი აცხადებს, რომ მან გარდაცვლილი ერისთავის ვირშელის „საადაპოდ“ შემდეგი ღონისძიება განახორციელა: „შვიდის საპალნის ჩასავალი შემოსწირეთ ხატს მღთებას; და ჩავდგი საყდრის ძირს ჩრდილოეთით“ [6] აქ, როგორც ვხედავთ, მოიხსენება შვიდ საპალნის ჩასავალი, რაც მიუთითებს სახელწოდების საკმაოდ ადრეულ წარმოშობაზე. ამასთან ერთად, ეს საბუთი იმ ფაქტზე მიუთითებს, რომ ამ დროისათვის უკვე მიღებული იყო ძალზე დიდი ქვევრებისა (ე.ი. ჩასავალების) და ზომიერი მოცულობის ქვევრების ერთმანეთისგან გამიჯვნა.

სიგელ-საბუთებში ხშირად ვხვდებით, ქვევრის რეცხვასთან დაკავშირებულ დეტალებს [5].

ერთ-ერთი საბუთიდან კარგად ჩანს, თუ რა მნიშვნელობა ჰქონდა თიხის ჭურჭლის ოსტატისთვის ქურას. კერძოდ, 1612 წლის საბუთში ვინმე გიორგი მეჭურ-ჭლესთან დაკავშირებით, ამ უკანასკნელის ქონება დასახელებულია: „სასახლე, ქურა და მის გარშემო რაც ქონებოდა“ [6]. ე.ი. ამ ოსტატის ქონებიდან, როგორც ძალზე მნიშვნელოვანი, სასახლის შემდეგ ქურა არის დასახელებული.

ზოგიერთი ცნობები კერამიკული ნაკეთობებისა და ღვინის შენახვის საკითხებთან დაკავშირებით მოყვანილია ვახტანგ VI -ს (1675 - 1737) ცნობილ ნაშრომში „წიგნი ზეთების შეზავებისა და ქიმიის ქმნის“ და დავით ბატონიშვილის „შემოკლებულ საქმით ფისიკაში“ [8-9].

ვახტანგ VI თავის ცნობილ ნაშრომში „წიგნი ზეთების შეზავებისა და ქიმიისა ქმნის“ განიხილავს კერამიკულ ნაკეთობებთან დაკავშირებულ მთელ რიგ საკითხებს. მაგალითად, თიხის ცომის დასამზადებლად საჭიროა ჯერ თიხის წინასწარი დამუშავება, რომელიც მის გამრობას და შემდეგ დანაყვას ითვალისწინებს. დანაყვის პროცესში მასიდან გამოცალკევდება არასასურველი მინარევი („რაც შიგ ან ქვა იყოს, ან ერიოს რამე გამოარჩიე“) და საბოლოო სახით სუფთა თიხა, ანუ „წმინდა მიწა“ მიიღება. მხოლოდ შემდეგ თიხას ემატება წყალი და იზილება რბილი ცომის, ანუ „რბილს ტალახად“ მისაღებად. აქვე რეკომენდებულია მოზელვის პროცესში კვერცხის ცილის დამატება, რის შედეგადაც მასა უფრო პლასტიკური ხდება და ის შეიძლება გამოყენებული იქნეს საგოზავის დანიშნულებით [8].

ვახტანგისთვის ცნობილია ღვინის ქვა და მისგან მიღებული მარილი, რომელთან დაკავშირებითაც მას ასეთი განმარტება მოჰყავს: „სალტალტარი ქვევრს თუ ბოჩკას ღვინისაგან

ქვასავით მიეკვრის, იმისი მარილია“. როგორც ვხედავთ, ვახტანგი ერთმანეთისაგან განასხვავებს ღვინის ქვას, რომელიც შეიძლება ღვინისგან გამოიყოს და მის მარილს. ღვინის ქვას ის „თორთის“ სახელითაც მოიხსენიებს[8]. რაც შეეხება მისგან მიღებულ „სალტალტარს“ („სალტალტარი, რომელიც არის თორთის მარილი“), ის წარმოადგენს ღვინის ქვის გახურების შედეგად მიღებულ პოტაშს.

დავით ბატონიშვილის (1767-1819) კრებულში „შემოკლებული ფისიკა“, რომელიც თავის შემადგენლობაში ქიმიის კურსსაც მოიცავს, გვხვდება ქვევრებთან და ღვინოსთან დაკავშირებული საინტერესო საკითხი. მაგალითად ქიმიური ოპერაციებიდან ფერმენტაცია („ფერენტაციო“) განმარტებულია ღვინის დუღილის მაგალითზე ასეთი სიტყვებით: „მაჭრისა მსგავსი აღდუღებაი“[9].

ყურძნის წვენი, მისი განმარტებით, შეიცავს სიტკბოს ანუ „შაქრიანობას“ და მასთან ერთად „ლაზსა ნახშირიანსა“, ანუ ნახშირორჟანგს. ტკბილის დუღილის პროცესში ანუ დავითის სიტყვებით „ტკბილებრი აღდუღებაში“ „იგულისხმების მოძრაობა შინაგანთა ნაწილაკთა მათ შორის პოებულთა, რომელნიცა განიწვალებიან და შეადრგენენ ახალსა ნივთსა და განწვამებული სიზრქეთაგან შეადგენს სითხესა წოდებულსა სპირტად“. ამ ქიმიური მექანიზმის შედეგად მიმდინარე პროცესები „შემოკლებულ ფისიკაში“ ასე არის წარმოდგენილი: „აღმღვრევა ამოყრაზე მრავალ ბურთთა შიშინი და თავისი თვისით მიღება სითბოისა“. როგორც ვხედავთ, აქ კარგად არის გადმოცემული ტკბილის დუღილისთვის დამახასიათებელი ამღვრევის მოვლენა, რასაც თან სდევს მართლაც „შიშინით“ ნახშირორჟანგის ბუმტუკების გამოყოფა. დავითი იმ ფაქტსაც აღნიშნავს, რომ ამ დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციების ხარჯზე სითბოც გამოიყოფა. დადუღების შემდგომ სტადიას კი ავტორი ასე გადმოსცემს: „შემდგომად დადუღებისა თხლეი დაილექების ძირს და ზე დაშთების წმინდა სითხეი“.

სახელმძღვანელოში თიხის შესახებაც გვხვდება ცნობები. კერძოდ, მიწის სხვადასხვა სახეობის ჩამოთვლისას, ის ცალკე გამოყოფს ე.წ. „თიხიერ“ მიწას, რომელშიც თიხას გულისხმობს. ხოლო თიხის ნაკეთობის გამოწვის პროცესს, ის სილიკატური ნივთიერებების, ანუ „ჭიქური მიწის“ დნობასთან აიგივებს: „თიხისა ჭურჭლისა გამოწვა სხვა არა რაიმე არს გარდა ჭიქად დაწყებისა, რომელნიცა იწყებენ დნობასა ძლიერისა ცეცხლისაგან“[9].

წერილობითი წყაროების მცირერიცხოვნებას ერთგვარად ავსებენ ქართული ლექსიკოგრაფიული ნაშრომები, რომელთა შორის პირველ რიგში უნდა დავასახელოთ სულხან-საბა ორბელიანის „სიტყვის კონა“[10-11]. საინტერესო მასალებია დაცული იოანე ბაგრატიონის „საბუნებისმეტყველო განმარტებით ლექსიკონში“, დავით ჩუბინაშვილის ლექსიკონში. ძალზე

საყურადღებოა სტეფანე მენტეშაშვილის „ქიზიყური ლექსიკონი“, რომელშიც ბევრი საკითხია განმარტებული, როგორც ქვევრის, ისე ღვინის დაყენებასა და შენახვასთან დაკავშირებით.

საინტერესოა სულხან-საბა ორბელიანის ლექსიკონში მოყვანილი ის განმარტებები, რომლებიც ქვევრსა და მასთან დაკავშირებულ საკითხებს ეხება. მისი განმარტებით, „ქვევრი კეცის ჭურია,“ ე.ი. თიხისგან დამზადებული ჭურჭელია[11]. თვით კეცს ის „მიწა საჭურჭლეს“ უწოდებს და ცხადია, რომ ამ შემთხვევაში მიწაში თიხა იგულისხმება. რაც შეეხება თვით ტერმინ თიხას, საბას განმარტებით, ის „ტალახია,“ „ტალახში“ კი დასველებული თიხა იგულისხმება, რომლისგანაც შესაბამისი ნაკეთობები მზადდებოდა[10].

ქვევრის გარდა საბა ტერმინ „ჭურსაც“ ხმარობს და მას განმარტავს, როგორც ტკბილის („ტყბილის“) საცავს. ჭური რამდენიმე სახისაა და ეს სახეობები მათ ზომებზეა დამყარებული. ლექსიკოგრაფის განმარტებით „ქოცო“ ეწოდების მცირე ჭურს, „ყვიბარი“ მომცრო ჭურს, „ქვევრი“ კი - დიდი ზომის ჭურს. საინტერესოა საბასეული თხლის განმარტება, რომელსაც ის „ღვინოს დალეკებულს“ უწოდებს. მისივე სიტყვებით „ლეკი ეწოდების თხლესა ქვე დალეკებულსა,“ ხოლო „დალეკება,“ იგივე „დათხლევება“ [11].

საგულისხმოა, რომ ქართულად სიტყვა „მარანი“-სადვინე სახლი (სულხან -საბა ორბელიანი), უფრო განზოგადებულად, პურ-ღვინის შესანახი ადგილია, რომელიც ქართველი ხალხისთვის სიწმინდეს, ღვთიურობას აღნიშნავს. მარანი წმიდა ალაგად ითვლება, რასაც ცხადყოფს ეთნოგრაფიული სინამდვილე, ტრადიციული ყოფა.

დასკვნა:

მოყვანილი ცნობები ბევრ საინტერესო ინფორმაციას გვაძლევს ქვევრზე და მასთან დაკავშირებულ საკითხებზე. სამწუხაროდ, არ არის მასალა ტექნოლოგიური პროცესების შესახებ, რომელშიც ქვევრის დამზადება იქნებოდა განხილული, მაგრამ ჩვენამდე მოღწეული ფრაგმენტული ხასიათის ცნობები ნაწილობრივ ავსებენ ამ ხარვეზს.

პირველი მნიშვნელოვანი სამუშაო, რომელიც უშუალოდ აღნიშნულ საკითხებს ეხება, საქართველოში ძალზე გვიან, კერძოდ კი მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში შესრულდა თ. ჯორჯაძის მიერ 1876 წ. გამოცემული წიგნის „მევენახეობა და ღვინის დაყენება“ სახით.

ლიტერატურა:

1. L. Bochorishvili. Georgian ceramics. Kakhuri. Georgian national academy of science. Tbilisi, 1949. 258 p. (In Georgian)
2. L. Chilashvili. The ancient Georgian inscription of Nekresi . Kartvelologi. №8. 2001. p. 29-37.(In Georgian)

3. Cananeli. Usoro Karadini. The text was processed by L. Kotetishvili. Tbilisi, 1940. 398 p.(In Georgian)
4. T. Jordania. Chronicles and other materials on the history of Georgia of writing. Book II. Tbilisi. 1897. p. 40-46 (In Georgian)
5. I. Dolidze, Monuments of Georgian Law. Vo.II. Science Tbilisi. 1965. 798 p.(In Georgian).
6. I. Dolidze, Monuments of Georgian Law.Vol.II. Science Tbilisi. 1970. 1319 p. (In Georgian).
7. L Fruidze, Viticulture and winemaking in Georgia: according to ethnographic materials. Racha,. Tbilisi 1974. 336 p.(In Georgian)
8. Vakhtang VI. The book of mixing and chemistry of oils creates. Tbilisi. TSU. 1981. 267p. (In Georgian)
9. N. Bolkvadze, M. Ukleba, R. Chagunova, N. Nebieridze; Questions of chemistry in David Bagration's Abbreviated Physics. STU. Tbilisi 1996. 62 p.
10. Sulkhani-Saba Orbeliani. Georgian dictionary. Vol. I Tbilisi, 1991. 636 p. (In Georgian)
11. Sulkhani-Saba Orbeliani. Georgian dictionary. Vol. II Tbilisi. 1993. 654 p. (In Georgian)

Pitcher in ancient written sources

Khatuna Tsikarishvili	Georgian Technical University. Department of Pharmacy. Georgia. Tbilisi. Kostavast. № 69 E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge
Maia Tsintsadze	Georgian Technical University. Department of Chemistry. Georgia. Tbilisi. Kostavast. № 69 E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge
Nona Bolkvadze	Georgian Technical University. Department of Chemistry. Georgia. Tbilisi. Kostavast. № 69. E-mail: nona.bolkvadze63@gmail.com
Nino Bekoshvili	Georgian Technical University. Department of Chemistry. Georgia. Tbilisi. Kostavast. № 69.

Abstract. A number of references can be found in ancient Georgian written sources about the pitcher, wine and their relationship. The ancient facts about the machine for making the pitcher, the rules for placing the pitcher in the ground, and the details related to the washing of the pitcher are given. Issues related to making and storing wine in pitcher are discussed.

Keywords: pitcher. wine. cellar.

კობალტის (II) ჰეტერობირთვული კოორდინაციული ნაერთების თერმოგრაფიკული კვლევა

ნანა გეგეშიძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი, საქართველო. 0175, თბილისი, კოსტავას

- ქ. 69; რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. საქართველო. 0186,თბილისი, მინდელი ქ. 11
E-mail: nana.gegeshidze@gtu.ge
- ნინო კილასონია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი, საქართველო. 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. 69; რ.აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. საქართველო. 0186,თბილისი, მინდელი ქ. 11
E-mail: nino-kilas@mail.ru
- მაია ცინცაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, როფესორი, საქართველო. 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. 69; რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. საქართველო. 0186,თბილისი, მინდელი ქ. 11
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge
- ლალი სხირტლაძე** ი.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ. აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. არაორგანული ნაერთების ფიზიკა-ქიმიის ლაბორატორია, მინდელის ქ. 11. 0186, ქ. თბილისი, საქართველო
E-mail: l.skhirtladze@tsu.ge
- მაზურა კერესელიძე** ი.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ. აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. არაორგანული ნაერთების ფიზიკა-ქიმიის ლაბორატორია, მინდელის ქ. 11. 0186, ქ. თბილისი, საქართველო
E-mail: m.kereselidze@tsu.ge

რეცენზენტები:

ნ. ბოლქვაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიის დეპარტამენტი. ასოცირებული პროფესორი, საქართველო. თბილისი. კოსტავას ქ. №69.

E-mail: nona.bolkvadze63@gmail.com

თ. გიორგაძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 77,

E-mail: Tamar.giorgadze@gtu.ge

ანოტაცია: სინთეზირებულია კობალტის (II) ორი ჰეტერობირთვული კომპლექსური ნაერთი: $[\text{Co}_2\text{L}(\text{H}_2\text{O})_2]_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და $[\text{Co}_2\text{L}'(\text{H}_2\text{O})][\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, სადაც L-იზონიკოტინამიდი, L'- პიკოლინამიდი.

ჩატარებულია სინთეზირებული ნაერთების თერმოგრაფიმეტრული კვლევა. კვლევის თანახმად კომპლექსური ნაერთის $[\text{Co}_2\text{L}(\text{H}_2\text{O})_2]_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ თერმული დაშლის პროცესი მიმდინარეობს ოთხ თანმიმდევრულ საფეხურად. ნაერთი მდგრადია 70°C-ზე. თერმული დაშლის საბოლოო პროდუქტია კომპლექსწარმომქნელი მეტალების ოქსიდთა ნარევი.

კომპლექსური ნაერთის $[Co2L'(H_2O)]_2[Fe(CN)_6] \cdot 2H_2O$ თერმული დაშლა მიმდინარეობს ორ საფეხურად, რასაც თან ახლავს ენდოთერმული და ეგზოთერმული ეფექტები. კომპლექსური ნაერთი გამოირჩევა მაღალი თერმული მდგრადობით, რაც შეიძლება აიხსნას მასში ხიდური ფუნქციის მქონე ციანიდ-იონების არსებობით. თერმული დაშლის საბოლოო პროდუქტებს წარმოქმდენს კობალტის და რკინის ოქსიდთა ნარევი.

მიღებული მონაცემების შეჯამების და გაანალიზების საფუძველზე მოწოდებულია სინთეზირებული კოორდინაციული ნაერთების სავარაუდო სტრუქტურები.

საკვანძო სიტყვები: ჰეტერობირთვული კომპლექსური ნაერთები, იზონიკოტინამიდი, პიკოლინამიდი, ჰექსაციანოფერატ-იონი, თერმოგრავიმეტრული კვლევა

შესავალი

ვაგრძელებთ იზონიკოტინამიდთან, პიკოლინამიდთან და კალიუმის ჰექსაციანოფერატთან (II) კობალტის (II) ჰეტერობირთვული კომპლექსური ნაერთების კვლევას. სინთეზირებულია ბიმეტალური კოორდინაციული ნაერთები $[Co2L(H_2O)]_2[Fe(CN)_6] \cdot 2H_2O$ და $[Co2L'(H_2O)]_2[Fe(CN)_6] \cdot 2H_2O$, სადაც L - იზონიკოტინამიდი და L' - პიკოლინამიდი. შესწავლილია სინთეზირებული ნაერთების ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისება. ჩატარებულია კვლევა იწ სპექტროსკოპიის მეთოდით, დადაგენილია მათი აღნაგობა [1-6].

ჩვენ მიზანს წარმოადგენს ბიოლოგიურად აქტიურ ორგანულ ლიგანდებთან კობალტის (II) ჰეტერობირთვული კომპლექსური ნაერთების თერმოგრავიმეტრული კვლევა.

ლიტერატურაში ფართოდ არის წარმოდგენილი მასალა, რომელშიც განხილულია ორმაგი და ბიმეტალური კომპლექსური ნაერთების თერმოგრავიმეტრული კვლევის შედეგები. აღწერილია კომპლექსური ნაერთები, რომლებიც შეიცავენ შედარებით მარტივ ლიგანდებს, როგორცაა ამიაკი, ჰალოგენები, ნიტრიტ-იონი, ოქსალატ იონი და სხვა. ზოგ შემთხვევაში წარმოდგენილია ორგანული ლიგანდის შემცველი ბიმეტალური კოორდინაციული ნაერთები (ეთილენდიამინი, α, α' -დიპირიდინი და სხვ.).

ლიტერატურის მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ $[Me^1L_6]_x[Me^2X_6]_y \cdot nH_2O$ (L = ur, tn, en, X - CN^- , $\frac{1}{2} C_2O_4^{2-}$, NO_2^-) ტიპის ორმაგი კომპლექსური ნაერთების თერმული დაშლის პროცესი მიმდინარეობს სტადიებად: ორმაგი კომპლექსური ნაერთების გაუწყლოვება; კომპლექსური კათიონების და ანიონების დაშლა, რასაც თან სდევს ორმაგი კომპლექსური ნაერთების კრისტალური მესრის დაშლა; ნაწილობრივ მიმდინარეობს ლიგანდების დესტრუქცია; ორმაგი კომპლექსური ნაერთების ანიონური ნაწილის დაშლა ციანიდების და

ოქსალატების წარმოქმნით, რომლებიც თავის მხრივ იშლებიან თავისუფალ აზოტამდე და ნახშირბადამდე [7].

ძირითადი ნაწილი

კობალტთან (II) იზონიკოტინამიდის, პიკოლინამიდის და ჰექსაციანოფერატ-იონის (II) კომპლექსური ნაერთების თერმული მდგრადობის შესწავლის მიზნით ჩატარებულია სინთეზირებული ნაერთების თერმოგრაფიმეტრული კვლევა.

სინთეზირებული კომპლექსების თერმოგრაფიმეტრული კვლევები ჩატარებულია „NETSCH STA 2500 REQUILUS“ მარკის თერმულ ანალიზატორზე. ხორციელდებოდა დიფერენციალური (DTA), დიფერენციალურ-თერმოგრაფიმეტრული (DTG) და მასის ცვლილების ინტეგრალური (TG) მრუდების ჩაწერა. გამოყენებულ იქნა ალუმინის ტიგელები, ნიმუშების გახურება ხდებოდა ჰაერზე 600°C-მდე, გახურების სიჩქარე 10°/წთ. სასწორის მგრძობელობა – 100 მგ, გალვანომეტრის DTA სასწორის მგრძობელობა - 250 μ v, DTG - 500 μ v.

შედეგების ანალიზის პროგრამული უზრუნვეყოფისას გამოყენებულია პროგრამა Proteus.

[Co₂L(H₂O)₂]₂[Fe(CN)₆]·2H₂O, (L - იზონიკოტინამიდი)

თერმოგრამა გვიჩვენებს თერმული ეფექტის არსებობას და საკვლევი ნივთიერების მასის კლებას 600°C ტემპერატურულ ინტერვალში. პირველი ენდოთერმული ეფექტი 73.7°C შეესაბამება გაუწყლოების პროცესს - გარე სფეროში არსებული კრისტალიზაციური წყლის და შიგა სფეროში არსებული წყლის მოლეკულების მოცილებას. საკვლევი ნივთიერების მასის დანაკარგი შეადგენს 8.62% (ენდოთერმული ეფექტი). მასის ცვლილების სიჩქარე შეადგენს 1.50%/წთ.

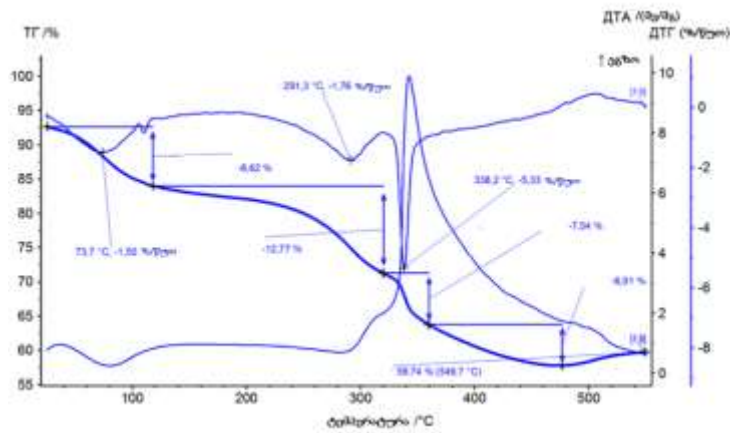
291.3°C ტემპერატურაზე მასის დანაკარგი აღწევს მაქსიმუმს 12.77% (ენდოთერმული ეფექტი). მასის ცვლილების სიჩქარე 1.76 %/წთ. აღნიშნულ ტემპერატურულ ინტერვალში მიმდინარეობს ერთი მთლიანი ციანწყალბადის HCN, აგრეთვე აზოტის N₂ და აზოტის (I) ოქსიდის მოცილებას.

338.2°C-ზე საწყისი ნივთიერების მასის დანაკარგი შეადგენს 7.54% (ენდოთერმული ეფექტი). მასის ცვლილების სიჩქარე შეადგენს 5.33%/წთ. სავარაუდოდ, ამ სტადიაზე მიმდინარეობს დიციანის მოლეკულების გამოყოფა.

480°C-ზე მასის დანაკარგი აღნიშნულ ტემპერატურაზე შეადგენს 6.01%. მომდინარეობს კომპლექსური კათიონის დაშლა და ნარჩენი ციანიდ-იონების გამოყოფა. ნარჩენი მასა

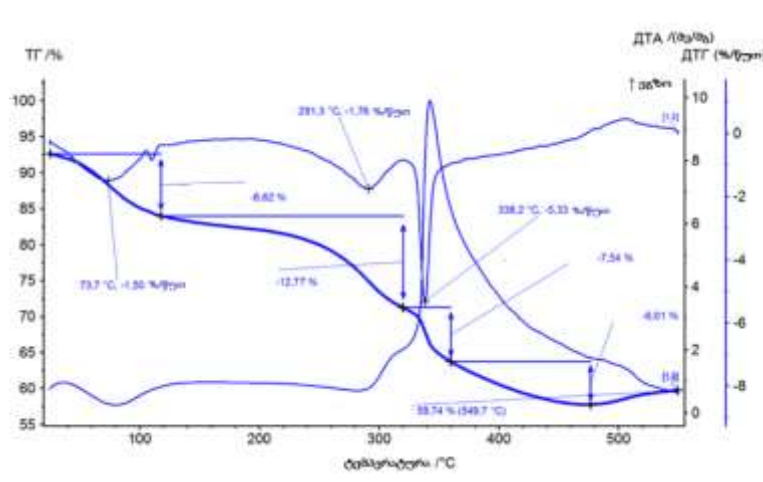
შეადგენს 59.74%. სავარაუდოდ, კომპლექსური ნაერთის საბოლოო დაშლის პროდუქტებია Co_2O_3 , Fe_2O_3 და გრაფიტი.

თერმოგრამა გვიჩვენებს თერმული ეფექტის არსებობას და საკვლევი ნივთიერების მასის დაკარგვას 600°C ტემპერატურულ ინტერვალში. 302.0°C ტემპერატურაზე აღინიშნება ძლიერი ენდოთერმული ეფექტი, საკვლევი ნივთიერების მასის დანაკარგი შეადგენს 53.03%. მასის ცვლილების სიჩქარე შეადგენს 13.35%/წთ. სავარაუდოდ, ამ ტემპერატურულ ინტერვალში მიმდინარებს გარე და შიგასფერული წყლის მოლეკულების მოცილება, აგრეთვე ორგანული ლიგანდების სრული დესტრუქცია (გამოიყოფა აზოტი N_2 , აზოტის (I) ოქსიდი N_2O , ნახშირბადის დიოქსიდი CO_2 , ციანწყალბადი HCN და დიციანი $(\text{CN})_2$).



ნახაზი 1. სინთეზირებული ნაერთის $[\text{Co}_2\text{L}(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ თერმოგრამა $[\text{Co}_2\text{L}'(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, სადაც L' - პიკოლინამიდი

322.7°C ტემპერატურაზე აღინიშნება მცირე ენდოთერმული ეფექტი. მასის ცვლილების სიჩქარე 8.69 %/წთ.



ნახაზი 2. სინთეზირებული ნაერთის $[\text{Co}_2\text{L}'(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ თერმოგრამა

ძლიერი ეგზოთერმული ეფექტი აღინიშნება 329.5°C-ზე. საწყისი ნივთიერების მასის დანაკარგი შეადგენს 18.65%. აღნიშნულ ტემპერატურულ ინტერვალში სავარაუდოდ კომპლექსური კათიონების დაშლის პარალელურად მიმდინარეობს დარჩენილი ციანო-ჯგუფების მოცილება.

ცხრილი 1.

კობალტის (II) ჰეტერობირთვული კოორდინაციული ნაერთების თერმული ანალიზის შედეგები

ნაერთი	სტადი	თერმო- ეფექტი ს ტემპ. ინტერვ ალი T ₀ -T _m °C	წონე	კჯ/მოლი	მასის %	თერმო- ეფექტის მიკუთვნება	ნაშთი
[Co ₂ L(H ₂ O) ₂] ₂ [Fe(CN) ₆]·2H ₂ O	I	73.7	1.50	ენდო	8.62	H ₂ O, NH ₃	Co ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ გრაფიტი
	II	291.3	1.76	ენდო	12.77	H ₂ O, (CN) ₂	
	III	338.2	5.33	ენდო	7.54	(CN) ₂	
	IV	480		ენდო	6.01		
[Co ₂ L'(H ₂ O)] ₂ [Fe(CN) ₆]·2H ₂ O	I	302.0	13.35	ენდო	53.03	H ₂ O, N ₂ , N ₂ O, CO ₂ , HCN, (CN) ₂	CoO FeO
	II	322.7	8.69	ეგზო	18.65	CN ⁻	

ნარჩენი მასა შეადგენს 16.54%. სავარაუდოდ, კომპლექსური ნაერთის საბოლოო დაშლის პროდუქტებია Co₂O₃, Fe₂O₃.

სინთეზირებული კომპლექსური ნაერთის მაღალი თერმული მდგრადობა შესაძლებელია აიხსნას ხიდური ფუნქციის მქონე ციანიდ-იონების არსებობით კომპლექსურ კათიონში.

სინთეზირებული კომპლექსური ნაერთების თერმოგრავიმეტრული კვლევის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 1.

დასკვნა

სინთეზირებული ნაერთების თერმოგრავიმეტრული კვლევის შედეგად დადგინდა რომ კომპლექსური ნაერთის [Co₂L(H₂O)₂]₂[Fe(CN)₆]·2H₂O თერმული დაშლის პროცესი მიმდინარეობს ოთხ თანმიმდევრულ საფეხურად. ნაერთი მდგრადია 70°C-ზე. თერმული დაშლის საბოლოო პროდუქტია კომპლექსწარმომქნელი მეტალების ოქსიდთა ნარევი.

კომპლექსური ნაერთის [Co₂L'(H₂O)]₂[Fe(CN)₆]·2H₂O თერმული დაშლა მიმდინარეობს ორ საფეხურად, რასაც თან ახლავს ენდოთერმული და ეგზოთერმული ეფექტები. კომპლექ-

სური ნაერთი გამოირჩევა მაღალი თერმული მდგრადობით, რაც აიხსნება მასში ხიდური ფუნქციის მქონე ციანიდ-იონების არსებობით. თერმული დაშლის საბოლოო პროდუქტებს წარმოქმდენს კობალტის და რკინის ოქსიდთა ნარევი.

ლიტერატურა

1. M. Tsintsadze, N. Gegeshidze, N. Kilasonia. Synthesis and study of a double complex compound of nickel (II) with isonicotinamide and thiocyanate. *Ceramics*, Vol. 1(45) 2021. pp. 71-79.
2. Kereselidze M., Skhirtladze L., Kurkhuli M. Synthesis of bimetallic cobalt (II) complex compounds with isonicotinamide and picolinamidomethyl. *Kyiv Conference on Analytical Chemistry. Modern Trends. Book of Abstracts. Київ 2022.* p.46 ISBN 978-966-999-298-7
3. Kilasonia N., Lochoshvili D., Tsintsadze M., Gelovani S. Study of the effect of solvents on the complexing ability of picolinamide molecules by semi-empirical quantum chemical method AM1. *Kyiv Conference on Analytical Chemistry, Modern Trends. Book of Abstracts. Київ 2022.* p.54-55
4. N. Kilasonia, M. Tsintsadze, N. gelovan Synthesis and study of cobalt (II) bimetallic coordination compound with picolinamide and sodium nitroprusside. *Science and Technology N. 3(740) 2022* p. 75-81
5. N. Kilasonia, M. Tsintsadze, M. Kurkhuli. Synthesis and study of cobalt (II) bimetallic coordination compounds with isonicotinamide, picolinamide and potassium hexacyanoferrate (II). *Engineering News of Georgia No. 2 2022* p. 98-100
6. N. Danelia, N. Kilasonia, M. Tsintsadze, D. Lochoshvili. Quantum chemical study of the malonic acid dihydrazide molecule in different solvents. *Science and technologies N. 3(740) 2022* p. 64-74.
7. Pechenyuk S.I., Domonov D.P., Gosteva A.N. *Ros. chem. and. (J. Russian Chemical Society named after D.I. Mendeleev), 2020, vol. LXIV, No. 1*

Thermogravimetric study of cobalt(II) heteronuclear coordination compounds

Abstract

Nana Gegeshidze	Georgia Tech University, Department of Chemistry, Associate Professor, Georgia. 0175, Tbilisi, Kostava st. 69; R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Georgia. 0186, Tbilisi, Mindeli st. 11 E-mail: nana.gegeshidze@gtu.ge
Nino Kilasonia	Georgia Tech University, Department of Chemistry, Associate Professor, Georgia. 0175, Tbilisi, Kostava st. 69; R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Georgia. 0186, Tbilisi, Mindeli st. 11 E-mail: nino-kilas@mail.ru
Maia Tsintsadze	Georgia Technical University, Department of Chemistry, Professor, Georgia. 0175, Tbilisi, Kostava st. 69; R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Georgia. 0186, Tbilisi, Mindeli st. 11 E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge
Lali Skhirtladze	R. of I. Javakhishvili Tbilisi State University Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Laboratory of Physics and

Chemistry of Inorganic Compounds, Mindeli St. 11. 0186, st. Tbilisi
Georgia

E-mail: l.skhirtladze@tsu.ge

Mazura Kereselidze

R. of I Javakhishvili Tbilisi State University. Agladze Institute of
Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Laboratory of Physics and
Chemistry of Inorganic Compounds, Mindeli St. 11. 0186, st. Tbilisi
Georgia

E-mail: m.kereselidze@tsu.ge

Abstract. Two mixed ligand complex compounds of cobalt (II) have been synthesized: $[\text{Co}2\text{L}(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and $[\text{Co}2\text{L}'(\text{H}_2\text{O})][\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, where L-isonicotinamide, L'-picolinamide.

Thermogravimetric study of synthesized compounds was carried out. According to the study, the process of thermal decomposition of the complex compound $[\text{Co}2\text{L}(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ proceeds in four successive stages. The connection is stable up to a temperature of 70°C. The final product of thermal decomposition is a mixture of oxides of complex-ing metals. Thermal decomposition of the complex compound $[\text{Co}2\text{L}'(\text{H}_2\text{O})][\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ proceeds in two stages, accompanied by endothermic and exothermic effects. The complex compound is characterized by high temperature resistance, which can be explained by the presence of cyanide ions with a bridging function in it. The final products of thermal decomposition are formed from a mixture of cobalt and iron oxides. Based on the generalization and analysis of the data obtained, approximate structures of synthesized coordination compounds are given.

Keywords: heteronuclear complex compounds, isonicotinamide, picolinamide, hexacyanoferrate ions, thermogravimetric study

ჰეტერობირთვული კოორდინაციული ნაერთების სინთეზი მალონმჟავას დიჰიდრაზიდთან

ნინო დანელია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, დოქტორანტი, კოსტავას
ქ. 69, 0175, თბილისი, საქართველო

E-mail: nino.danelia22@gmail.com

მაია ცინცაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; ივ.ჯავახიშვილის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რ. აგლაძის ქიმის და
ელექტროქიმის ინსტიტუტი. პროფესორი, კოსტავას ქ. 69, 0175,
თბილისი, საქართველო

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

ზურაბ გელიაშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, პროფესორი, კოსტავას ქ. 69, 0175, თბილისი, საქართველო
E-mail: z.geliashvili@gtu.ge

ნანა ჟორჯოლიანი ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, პოლიტკოვსკაიას ქ. 31-0186, საქართველო
E-mail: n.zhorzholiani@tsu.ge

რეცენზენტები:

ე. თოფურია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 77.

E-mail: topuriaekaterine@mail.ru

თ. ტუსიაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 77

E-mail: tusiashvilitatia@yahoo.com

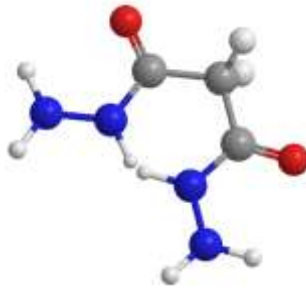
ანოტაცია. ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მალონმჟავას დიჰიდრაზიდთან ჰეტერომეტალური კოორდინაციული ნაერთების სინთეზი. სინთეზისთვის შევარჩიეთ გარდამავალი ტიპის მეტალები: კობალტი, ნიკელი, სპილენძი, რკინა, მანგანუმი; ხოლო აციდოლიგანდებად ქლორიდ-, სულფატ-, ნიტრატ-, თიოციანატ-იონები.

მალონმჟავას დიჰიდრაზიდის, როგორც ლიგანდის გამოყენება საინტერესოა რამდენიმე თვალსაზრისით. პირველ რიგში, აღსანიშნავია, რომ კარბონმჟავათა ჰიდრაზიდები, მათ შორის მალონის ჰიდრაზიდიც ორ ჰიდრაზიდულ დაჯგუფებას შეიცავენ, რომლებშიც ბიოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია O = C – NH - ფრაგმენტი. მეორეს მხრივ, ამას ემატება ისიც, რომ მეტალები, რომლებიც ჩვენ კოორდინაციული ნაერთების სინთეზისთვის შევარჩიეთ, სიცოცხლის მეტალებად იწოდებიან და აუცილებელი არიან ორგანიზმის ცხოველქმედებისთვის და ნორმალური ფუნქციონირებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: ორგანული ლიგანდი; კომპლექსწარმოქმნა; დონორული ატომი; კომპლექსწარმოქმნელი; კოორდინაციული ნაერთი; ჰეტერომეტალური; ორბირთვიანი; მიკროელემენტები.

შესავალი

კარბონმჟავათა დიჰიდრაზიდებთან მეტალთა კომპლექსნაერთებს მაღალი ბიოლოგიური და ფიზიოლოგიური აქტივობა ახასიათებთ. ცნობილია მათი ფსიქოტროპული, სიმსივნის საწინააღმდეგო, ტუბერკულოზის საწინააღმდეგო და სხვა ბაქტერიციდული თვისებები თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ლიტერატურაში აღწერილია მხოლოდ მონობირთვული ნაერთები.



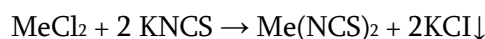
მალონმჟავას დიჰიდრაზიდი

ექსპერიმენტის დაწყებამდე მალონმჟავას დიჰიდრაზიდის მოლეკულა შევისწავლეთ კვანტურ-ქიმიური მეთოდით. ამ კვლევის მიზანი იყო გამოგვევლინა მოლეკულის დონორული შესაძლებლობები კომპლექსწარმოქმნის თვალსაზრისით (კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის ატომი და ჰიდრაზიდული დაჯგუფების აზოტის ატომები). გარდა ამისა, აღნიშნული კვლევა ითვალისწინებს სხვადასხვა გამხსნელების გამოყენების თეორიულ შესაძლებლობებსაც, რამაც საშუალება მოგვცა შეგვეჩინა სინთეზის ჩატარების ოპტიმალური პირობები.

ძირითადი ნაწილი

თიოციანატური კომპლექსნაერთების მისაღებად საწყის ეტაპზე სპირტხსნარებში მივიღეთ კობალტის, ნიკელის, სპილენძის თიოციანატები.

კობალტის, ნიკელის, სპილენძის თიოციანატების მისაღებად საწყისი ნივთიერებების სახით ვიყენებდით CoCl_2 , NiCl_2 , CuCl_2 და KNC -ს. რეაქციას ვატარებდით ეთანოლხსნარში, რადგან რეაქციის ერთ-ერთი პროდუქტი - KCl ეთანოლში უხსნადია, ამიტომ მიმდინარეობს მიმოცვლის რეაქცია:

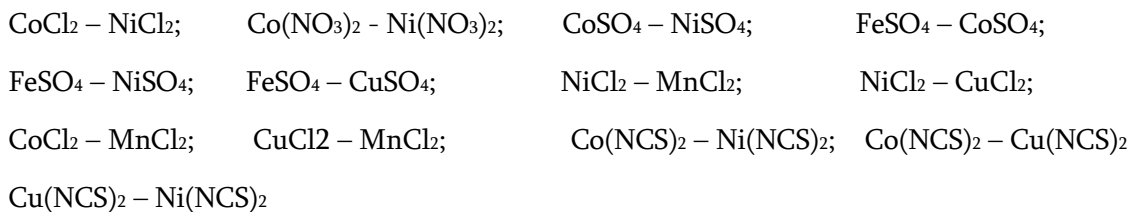


მეტალის ქლორიდს გაცხელებით ვხსნიდით ეთანოლში; ასევე ეთანოლში (~ 5 -10 მლ) ვხსნიდით KNCS . ცხელი ხსნარების შერევისთანავე შეიმჩნეოდა KCl -ის თეთრი ფერის ნალექის გამოყოფა. გაფილტვრით ვაშორებდით. ფილტრატს ვიყენებდით კომპლექსწარმოქმნის რეაქციისთვის.

სინთეზირებული ნაერთების ლღობის ტემპერატურა და ხსნადობა სხვადასხვა გამხსნელებში.

ნაერთი	გამხსნელი	წყალი	ეთანოლი	მეთანოლი	აცეტონი	ბენზოლი	ჰექსანი	დმფა	დმსო	აცეტონიტრილი	ფერი
CoCl ₂ ·NiCl ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	ხსნ	მ.ხ	ღია მოვარდისფრო
Co(NO ₃) ₂ ·Ni(NO ₃) ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	ხსნ	მ.ხ	მოყავისფრო
CoSO ₄ ·NiSO ₄ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	ხსნ	მ.ხ	მუქი ალუბალი
FeSO ₄ ·CoSO ₄ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	ხსნ	მ.ხ	აგურისფერი
FeSO ₄ ·NiSO ₄ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	ხსნ	მ.ხ	მუქი მურა
FeSO ₄ ·CuSO ₄ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	ხსნ	მ.ხ	აგურისფერი
NiCl ₂ ·MnCl ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ.	უხსნ.	უხსნ.	ხსნ.	ხსნ	მ.ხ	მოცისფრო.
NiCl ₂ ·CuCl ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ.	უხსნ.	უხსნ.	ხსნ.	ხსნ	მ.ხ	მურა ფერის
CoCl ₂ ·MnCl ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ.	უხსნ.	უხსნ.	ხსნ.	ხსნ	მ.ხ	მოვარდისფრო-მოიისფერო
CuCl ₂ ·MnCl ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ.	ხსნ	მ.ხ	მუქი მოშავო.
Co(NCS) ₂ ·Ni(NCS) ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ.	ხსნ	მ.ხ	მუქი იისფერი
Co(NCS) ₂ ·Cu(NCS) ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ.	ხსნ	მ.ხ	მუქი აგურისფერი
Cu(NCS) ₂ ·Ni(NCS) ₂ ·L ₂	გაცხ	უხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	უხსნ	უხსნ	ხსნ	ხსნ	მ.ხ	ნარინჯისფერი

სამუშაოს მომდევნო ეტაპზე ვატარებდით მალონმჟავის დიჰიდრაზიდთან კობალტის(II), ნიკელის(II), მანგანუმის(II), სპილენძის(II) და რკინის(II) ჰეტერობირთვული კოორდინაციული ნაერთების სინთეზს. ჰეტერობირთვების ფორმირებისთვის საწყის მარილებად შევარჩიეთ შემდეგი წყვილები:



კოორდინაციული ნაერთების სინთეზის საერთო მეთოდიკა. სინთეზისთვის აღებული საწყისი ნივთიერებების თანაფარდობა ასეთია: Me : Me¹ : L = 1 : 1 : 2. ჰეტერობირთვული კომპლექსნაერთის სინთეზი ჩავატარეთ ეთანოლ-წყალხსნარებში.

მარილებს ვხსნიდით გაცხელებით და მორევით (წყლის აბაზანაზე) მინიმალური რაოდენობის ეთანოლში (დიმეთილფორმამიდში). მალონმჟავას დიჰიდრაზიდს კი ასევე

ვაცხელებით და მორევით მინიმალური რაოდენობის წყალში და ვამატებდით დაახლოებით 5-8 მლ ეთანოლს.

ერთნაირი ტემპერატურის მარილთა წყალხსნარებს სწრაფად ვურევდით ერთმანეთში და შემდეგ, ასევე სწრაფად, მიღებულ ნარევს ვამატებდით იგივე ტემპერატურის ლიგანდის ხსნარს. კობალტის და ნიკელის შემთხვევაში ხსნარის შემღვრევა და ნალექის გამოყოფა მყისიერად ხდებოდა, იგივე შეიძლება ითქვას $\text{FeSO}_4 - \text{CuSO}_4$, $\text{Cu}(\text{NCS})_2 - \text{Ni}(\text{NCS})_2$, $\text{Cu}(\text{NCS})_2 - \text{Ni}(\text{NCS})_2$ წყვილებზე.

ყველა სხვა დანარჩენ შემთხვევაში ხსნარის შემღვრევა შესამჩნევი იყო, მაგრამ ნალექის გამოყოფა შეიმჩნეოდა დაყოვნებიდან 15-20 წუთის შემდეგ. ნახევარი საათით დაყოვნების შემდეგ სარეაქციო ნარევს ვაცხელებდით წყლის აბაზანაზე და ვაორთქლებდით დაახლოებით 30-40 წუთის განმავლობაში. ამ დროს უკვე შეიმჩნეოდა ნალექის ინტენსიური გამოყოფა.

სარეაქციო ნარევს ვაცივებდით, ვაყოვნებდით რამდენიმე დღით. შემდეგ ხსნარიდან ნალექს ვაშორებდით გაფილტვრით და ვაშრობდით ფილტრზევე ჯერ ჰაერზე, შემდეგ კი ექსიკატორში.

განვსაზღვრეთ სინთეზირებული ნაერთების ლღობის ტემპერატურა და შევისწავლეთ მათი ხსნადობა სხვადასხვა გამხსნელებში. შედეგები ასეთია

მეთოდები: კვანტურ-ქიმიური ნახევრადემპირიული AM1 მეთოდი; სინთეზის მეთოდი-კა; ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრის კაპილარული მეთოდი, ხსნადობის შესწავლა.

დასკვნა

სინთეზირებულია 13 ახალი ჰეტერომეტალური ბიბირთვული კოორდინაციული ნაერთი. შემუშავებულია სინთეზის საერთო მეთოდიკა სხვადასხვა გამხსნელებში (წყალი, ეთანოლი, დიმეთილფორმამიდი). შესწავლილია სინთეზირებული ნაერთების ხსნადობა წყალში და ორგანულ გამხსნელებში; განსაზღვრულია მათი ლღობის ტემპერატურა. კვანტური-ქიმიური გათვლების მიხედვით, თეორიულად, საუკეთესო გარემო სინთეზის ჩასატარებლად არის დიმეთილფორმამიდი. თუმცა, პრაქტიკულად, უკეთესი გამოსავლით კომპლექსწარმოქმნის რეაქცია მიმდინარეობს ძირითადად ეთანოლ-წყალხსნარებში. ეს ფაქტი, სავარაუდოდ, აიხსნება სინთეზირებული კომპლექსნაერთების ხსნადობით დიმეთილფორმამიდში, რაც სინთეზის შემდგომ კვლევამ დაადასტურა.

მივიღეთ კობალტის, ნიკელის, სპილენძის თიოციანატები.

ყველა ნივთიერება ჰაერზე მდგრადია. ფერის შესახებ მსჯელობა შევძელით მხოლოდ გაშრობის შემდეგ.

ლიტერატურა:

1. Zhorzholiani N.B., Vardosanidze T.O., Sobolev A.N. –Synthesis and structure of some simple and mixed compounds of Mg and Mn(II) with succinic acid dihydrazide. Abstracts of the reports of the 4th All-Union Conference on the Chemistry of Coordination Compounds. Tbilisi. 1983, p.66.
2. Gobejishvili K.M., Nagebashvili S.Sh., Dolidze Ts.G. – Synthesis and thermographic study of mixed coordination compounds of some transition metals with dihydrazides and pseudohalide groups. Scientific Trudy Gruz. Polytechnic Institute. 1982, No. 12, pp. 20-23.
3. M. Tsintsadze, N. Frangishvili, N. Kilasonia, M. Mamiseishvili, G. Tsintsadze - research of the electronic structure of the acetone isonicotinoylhydrazone molecule and the complex formation ability in different solvents. Proceedings of Technical University of Georgia. "Technical University", 2019. p. 73-81
4. M.Tsintsadze, N.Kilasonia, Z.Gogberashvili, N.Gegeshidze. Synthesis and physico-chemical properties research of mixed ligand coordination compounds with para-dimethylaminbenz aldehyde nicotinoylhydrazone and 2-amino-6-methylpyridine. VIII Inter.Scienc.Conf.“The Chemistry of coord. compounds”dedicated to the 85th anniversary of the Department of Analytical Chemistry. Baku 2020.
5. N. Danelia, N. Kilasonia, N. Gegeshidze, M. Tsintsadze, D. Lochoshvili. Quantum chemical study of the malonic acid dihydrazide molecule in different solvents. Science and Technology. 3(740). 2022. pp. 64-74
6. N.Danelia, M.Tsintsadze, N.Kilasonia, D. Lochoshvili. Study of the effect of solvents on the complexing ability of Malonic Acid Dihydrazide molecules by semiempirical quantum chemical method AM1. Kyiv Conference on Analytical Chemistry Modern Trends. Book of Abstracts. Київ.2022, p.50-51
7. N. Danelia. Coordination compounds of metals with dihydrazides of carboxylic acids. Engineering news of Georgia. #2. 2022. p. 101-104

Synthesis of heteronuclear coordination compounds with malonic acid dihydrazide

Nino Danelia	Technical University of Georgia, PhD student, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia E-mail: nino.danelia22@gmail.com
Maia Tsintsadze	Georgian Technical University; Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry. Professor, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge
Zurab Geliashvili	Technical University of Georgia, professor, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia E-mail: z.geliashvili@gtu.ge
Nana Zhorzholiani	Iv. Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia, Politkovskaya St. 31-0186, Georgia E-mail: n.zhorzholiani@tsu.ge

Abstract. The aim of our research was the synthesis of heterometallic coordination compounds with malonic acid dihydrazide. For synthesis we selected transition type metals: cobalt, nickel, copper, iron, manganese; And chloride, sulfate, nitrate, thiocyanate ions are used as acid ligands.

The use of malonic acid dihydrazide as a ligand is interesting from several points of view. First of all, it should be noted that hydrazides of carboxylic acids, including malonic hydrazide, contain two hydrazide groups, in which the O = C – NH fragment is important from a biological point of view. On the other hand, it is added that the metals that we have chosen for the synthesis of the coordination compound are called life metals and are necessary for the animal activities and normal functioning of the organism.

13 new heterometallic binuclear coordination compounds have been synthesized. A common method of synthesis in different solvents (water, ethanol, dimethylformamide) has been developed. The solubility of the synthesized compounds in water and organic solvents was studied; Their melting temperature is determined. According to quantum-chemical calculations, theoretically, the best environment for the synthesis is dimethylformamide. However, practically, the reaction of complex formation with better yield takes place mainly in ethanol-water solutions. This fact is probably explained by the solubility of the synthesized complex compounds in dimethylformamide, which was confirmed by the post-synthesis research.

Keywords: organic ligand; complex formation; donor atom;; complex forming; coordination compound; heterometallic; dual core trace elements.

წყალხსნარებიდან მძიმე ლითონების გამოყოფა მცენარეული ნარჩენებიდან მიღებული ბუნებრივი სორბენტით

- ნაზი დავითაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, დოქტორანტი, შპს „ბათუმის წყალი“, საქართველო, ბათუმი 6000, თაბუკაშვილის ქ№19
E-mail: nazidavitadze@mail.ru ,
- ირინა ბეჟანიძე** ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, პროფესორი. საქართველო, ბათუმი 6010, ნინოშვილის/რუსთაველის ქ№35/32
E-mail: irina.bejanidze@bsu.edu.ge, irina.bejanidze@live.ru
- მაია ცინცაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 77,
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

რეცენზენტები :

მ. ქორიძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასისტენტ პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 77,

E-mail: m.koridze@yahoo.com

ი. უგრეხელიძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, ასისტენტ პროფესორი. საქართველო, თბილისი 0171, კოსტავას ქ№ 77,

E-mail: irina.ugrexelidze@mail.ru

ანოტაცია ციტრუსოვანთა ნაყოფების: ლიმონი, მანდარინი, ფორთოხალი და პომელო ნარჩენებიდან დამუშავებულია პექტინის და Na^+ -პექტატ სორბენტების თხევადი და მყარი ფორმით, მიღების ტექნოლოგიური სქემა, მიღებულია სხვადასხვა სახის პექტინი და Na^+ -პექტატ სორბენტები, შესწავლილია სორბენტების კომპლექსწარმოქმნის უნარი მძიმე ლითონების მიმართ $0,02\text{M}$. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ წყალხსნარებიდან. მიღებულ სორბენტში განისაზღვრა - თავისუფალი მჟავური და ეთერიფიცირებული კარბოქსილური ჯგუფები, გალაქტურონმჟავა და პექტინის სრული სტატიკური ტევადობა. ჩატარებულია პოტენციომეტრიული და კონდუქტომეტრიული გატიტვრა. დადგენილია: სპილენძის და ტყვიის იონების სორბციის იზოთერმების მსგავსება; მეტალის ბუნება ახდენს გავლენას შესაბამისი პექტინური პოლისაქარიდების სორბციულ ტევადობაზე: პექტინური პოლისაქარიდის სორბციული აქტიურობა ტყვიის იონების მიმართ უფრო მაღალია, ვიდრე სპილენძის. დადგენილია ლენგმიურის წრფივი ფორმის განტოლების გამოყენების საშუალება გარე ხსნარის კონცენტრაციების ფართო ინტერვალში, რაც იძლევა მაქსიმალური ტევადობის შეფასების საშუალებას; პექტინური პოლისაქარიდის ბუნებაზე დამოუკიდებლად, ტყვიისა და სპილენძის იონების სორბციაზე ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას გალაქტურონ მჟავას შეკავშირებული და თავისუფალი კონცენტრაციების კავშირი. შესწავლილია ორვალენტური ლითონთა იონების პექტინური პოლისაქარიდებით სორბციის კანონზომიერებები. დადგენილია: კომპლექსწარმოქმნის პროცესში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია იონურ მიმოცვლას.

საკვანძო სიტყვები: სორბენტი, კომპლექსი, მძიმე ლითონი, ელექტროგამტარობა

შესავალი

გარემოს დაბინძურება დიდ გავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმზე მიუხედავად იმისა, რომ მას შეუძლია ადაპტირება გარემოს ცვლად პირობებთან. ჯანმრთელობის შენარჩუნება შესაძლებელია ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებით, სრულყოფილი კვებით, ადამიანის იმუნიტეტის გაზრდით ტოქსიკურ გარემოსა და დაავადებების მიმართ.

მოსახლეობის ჯანმრთელობის შენარჩუნება ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებით და სრულყოფილი კვებით, ამჟამად, ჩვენს ქვეყანაში, პრაქტიკულად შეუძლებელია ქვეყნის ეკონომიური შესაძლებლობების გამო.

კვება - მნიშვნელოვანი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების მატარებელია, რომლებიც ზრდიან ორგანიზმის იმუნიტეტს არასასურველ მოქმედებისადმი. თანამედროვე პირობებში კვების ჩვეულებრივი პროდუქტებით შეუძლებელია ადამიანის ორგანიზმის უზრუნველყოფა ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნივთიერებების ოპტიმალური რაოდენობით. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად აუცილებელია დამცავი მოქმედების ღირებულ კვების დანამატებით სპეციალიზირებული პროდუქტების შექმნა და გამოყენება. ასეთი კვების დანამატად შეიძლება განიხილოს პექტინი, მაგრამ პექტინი შემოიტანება ჩვენს ქვეყანაში იმპორტით და შესაბამისად მას აქვს მაღალი ღირებულება.

აგრეთვე, შეიქმნა მნიშვნელოვანი პრობლემა, დაკავშირებული გარემოს დაბინძურებასთან მძიმე ლითონებით და მათ შორის რადიონუკლიდებით. დაახლოებით 30 მეტალი და მეტალოიდი პოტენციურად ტოქსიკურია ადამიანისათვის [1]. ზოგიერთი ლითონი, რომელიც ესაჭიროება ერთ ორგანიზმს, მეორეზე ახდენს ტოქსიკურ მოქმედებას. ლითონები აბინძურებენ ეკოსისტემებს. ეს დაბინძურება ნაკლებად შესამჩნევი და პირდაპირია, ვიდრე სხვა სახის დაბინძურებები [2]. ზოგიერთი მძიმე ლითონების არსებობა ეკოსისტემებში ნეგატიურ გავლენას ახდენს მათზე, რადგან ისინი არ იშლება და მათ აქვთ ნახევარდაშლის ხანგრძლივი პერიოდი. მათ შეუძლიათ ბიოაკუმულაცია ცოცხალ ქსოვილებში და ტოქსიკური სიმპტომების გამოწვევა [3].

მძიმე ლითონები პრაქტიკულად უხსნადია წყალში, მათ აქვთ ტენდენცია ადსორბციისადმი ტივტივრულ მყარ ნაწილაკებზე, ისინი მოქმედებენ ცოცხალ ორგანიზმებზე, არ ამჟღავნებენ ტოქსიკურ ეფექტებს გარემოში და ორგანიზმში მოხვედრისთანავე, უმეტესად ისინი გამოიმჟღავნებენ არსებობას მხოლოდ 6 წლის შემდეგ [6]. ორგანიზმზე მძიმე ლითონების მოქმედების ხანგრძლივობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მათ ბიოაკუმულაციაზე. ზოგჯერ, მიუხედავად იმისა, რომ მოქმედების პერიოდი მცირეა, ორგანიზმში დეკონირებული ლითონის რაოდენობა შეიძლება იყოს მნიშვნელოვანი [4].

პექტინური ნივთიერებების უმნიშვნელოვანესი თვისებაა - კომპლექსწარმოქმნის უნარი, დაფუძნებული პექტინის მოლეკულის ურთიერთქმედებაზე ლითონების იონებთან. ამ თვისებამ განაპირობა პექტინის ჩასმა იმ პირების კვების რაციონში, რომლებიც იმყოფება რადიონუკლიდებით დაბინძურებულ გარემოში და რომლებსაც აქვთ კონტაქტი მძიმე ლითონებთან. პექტინის დანერგვის შემაჩერებელი ფაქტორია - იმპორტით შემოტანილი პექტინის მაღალი ფასი.

კვლევის სამეცნიერო და პრაქტიკულ ინტერეს წარმოადგენდა მცენარეული ნარჩენებიდან პექტინური პოლისაქარიდების საფუძველზე ხსნადი და უხსნადი ფორმით სორბენტის მიღება, მძიმე ლითონების იონებთან კომპლექსწარმოქმნის უნარის შესწავლა და კანონზომიერებების დადგენა.

ძირითადი ნაწილი

1. ბიოპოლიმერების კომპლექსწარმოქმნა მძიმე მეტალებთან.

ბოლო წლებში კვლევების დიდი რაოდენობა მიმართულია კომპლექსწარმოქმნის პროცესების შესწავლაზე, რომლებშიც ჩართულია სხვადასხვა ლიგანდები, კერძოდ, შეისწავლება ბიოპოლიმერების კომპლექსები სხვადასხვა ლითონებთან. კომპლექსების წარმოქმნა მიმართულია ლითონების საფუძველზე ახალი ეფექტური ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მიღებაზე, რომლებსაც ექნებად მნიშვნელოვანი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების ფართო სპექტრი.

მრავალი ორგანული ნაერთების კომპლექსში ადგილი აქვს ელექტრონ-დონორული ჯგუფების ურთიერთქმედება მძიმე ლითონების კათიონებთან, შედეგად ცილების სულფო-ჰიდრილურ ჯგუფებთან წარმოიქმნება კოვალენტური ბმები და კომპლექსები ამინო, ფოსფატური, კარბოქსილური და ჰიდროქსილური ჯგუფების საფუძველზე. ამ დროს ქვეითდება მძიმე ლითონების ტოქსიკური მოქმედება, რადგან ისინი შედიან რეაქციაში მეტაბოლიზმში მონაწილე პრაქტიკულად ყველა ნივთიერებებთან (პორფირინებთან, ფოსფოლიპიდებთან, კოფერმენტებთან, ნუკლეოტიდებთან და ფერმენტებთან).

დადგენილია, რომ მიკროორგანიზმების შედგენილობაში შემავალი ფერმენტების აქტიური ცენტრების ჯგუფებთან მძიმე ლითონების ურთიერთქმედებისას, ისინი ფერმენტებში ჩაენაცვლება სხვადასხვა იონებს და ამით იწვევენ [5] ფერმენტების ბუნებრივი აქტიურობის ინჰიბირებას. ნაშრომში [7] მოყვანილია მონაცემები რადიოაქტიური ელემენტების -ტორი-

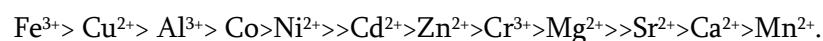
უმისა და ურანის ბიოსორბციაზე სოკოების (*Rhizopusarrhizus*) - სპოროგოფორების უჯრედულ კედლებზე. ავტორები ამტკიცებენ, რომ ასეთ პროცესში ადგილი აქვს როგორც კომპლექს-წარმოქმნას, ასევე ფიზიკურ ადსორბციას.

ზოგი ავტორის [8] აზრით ლითონების სორბცია უნდა ჩატარდეს ძლიერი ბიოსორბენტების სახით გამოყენებული ბაქტერიებით, რადგან ბაქტერიების უჯრედულ აპკებში აღმოჩენილია სორბციის პროცესებზე დადებითად მოქმედი მაღალი კუთრი ზედაპირები. ნაშრომებში [9,10] ნაჩვენებია, რომ მიკრობების ცალკეული სახეების სუფთა შტამებს გააჩნია მაღალი ტევადობები ლითონების სელექტიური შთანთქმის დროს განსხვავებული მეტალშემცველი ხსნარებიდან.

ნაშრომში [11,12] განხილულია ხიტინისა და მისი ნაწარმების სორბციული თვისებები. ნაჩვენებია, რომ ქიტოზანს გააჩნია მრავალფეროვანი ბიოლოგიური აქტიურობა, რადგან მას აქვს მაღალი დადებითი მუხტები და მისი სორბცია მიდის ლიპიდების, პესტიციდების, ცილების და მღებავების მოლეკულების სორბციისათვის დამახასიათებელი მექანიზმებით და აგრეთვე ლითონთა იონების (Cu^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2} , Cd^{+2} , Hg^{+2} , Pb^{+2} , Cr^{+3} , VO_2^{+2} , UO_2^{+2}) და რადიონუკლიდების ხელატირების ანალოგიურად [12,13].

დადგენილია, რომ უმაღლესი ობის სოკოების *Aspergillus niger* მიცერალური მასიდან გამოყოფილი ჰიტინ-გლუკანის და ჰიტოზან-გლუკანის პოლიმერების Pb^{2+} იონების მიმართ სორბციული ტევადობა უფროდაბალია - 81,29 მგ/გრ., ვიდრე დეცეტილირებული ბიოკომპლექსის - 152,67მგ/გრ. ავტორების აზრით ეს განპირობებულია დეცეტილირებული ბიოკომპლექსში მასში პირველადი მაღალაქტიური ამინოჯგუფების არსებობით. დადგენილია მექანიზმი და კანონზომიერებები [14], ჰიტინ - გლუკანის დაჰიტოზან-გლუკანის კომპლექსებზე Pb^{2+} იონის სორბციის დადგენის შემდეგ, განისაზღვრა ბიოპოლიმერული კომპლექსების ადსორბციული ცენტრების და ადსორბატების სორბციული ურთიერთქმედების მექანიზმები და კანონზომიერებები. დადგენილია, რომ წარმოიქმნება სტაბილური ხელატური კომპლექსები.

ნაშრომში [15] განხილულია ლითონთა იონების ნიადაგის ჰუმუსურ ნაერთებთან კომპლექსწარმოქმნა. ექსპერიმენტალური გზით დადგენილია ზოგიერთი მეტალ - ჰუმუსური ნივთიერებების კომპლექსების მდგრადობის პირობითი კონსტანტები. ექსპერიმენტები ჩატარებულია Al^{3+} , Sr^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} იონებზე. მიღებული მონაცემების და კომპლექსების გამოთვლილი მდგრადობის კონსტანტების საფუძველზე ავტორებმა შეადგინეს შემდეგ „ლითონთა აქტივობის“ შემდეგი ჯაჭვი :



განხილულია [16,17] ლითონთა იონების სორბცია ცელულოზის შემცველი მასალებით, შესწავლილია მიღებული კომპლექსის სტრუქტურა, რაოდენობა, ფუნქციური ჯგუფების ბუნება და ხელმისაწვდომობა. განისაზღვრა ბიოპოლიმერთა თვისებები და აღნაგობა, აგრეთვე მათი სორბციული ცენტრები და სორბციული მახასიათებლები,

ამჟამად, ბიოპოლიმერების მეშვეობით მძიმე ლითონების წყალხსნარებიდან გამოყოფისათვის დამუშავებულია სხვადასხვა მეთოდიკების დიდი რაოდენობა. ეს მეთოდიკები დაფუძნებულია მოდიფიცირებული ქიმიური, ბიოქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და ფიზიკური მეთოდების გამოყენებაზე, რომლებიც რეკომენდირებულია მძიმე ლითონებიდან წყლების (წყალმომარაგებაში, მედიცინაში, ფარმაცევტულ და კვების მრეწველობაში გამოყენების მიზნით) და სხვადასხვა საკვები ხსნარების (ღვინო, წვენი დასხვა) გაწმენდისათვის. პოლისაქარიდული კომპლექსები, რომლებიც წარმოადგენენ ესენციალური მიკრო და მაკრო ელემენტების სორბციის ნარჩენებს, გამოიყენება ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების (ბადების) წარმოებაში. სორბენტები, სორბციის პროცესის შემდეგ, შეიძლება გამოყენებული იქნას ბეტონის წარმოებაში [18].

შესწავლილია ლითონებთან პექტინების კომპლექსწარმომქნელი უნარი [19,20] გარემოს pH-ზე დამოკიდებულებით. დადგენილია გარემოს pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობები, ისინი შეადგენენ pH=4-10 მნიშვნელობებს, რომლებზეც პექტინის და ლითონების კომპლექსწარმოქმნის უნარი იქნება მაქსიმალურ.

[21] ნაშრომში ნაჩვენებია ნიკელის და თუთიის იონების მნიშვნელობა ადამიანის ორგანიზმში სხვადასხვა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ფუნქციების შესრულებაში. პექტინური პოლიმერებისადა აღნიშნული ლითონების საფუძველზე ახალი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების შექმნა გააფართოებს მათ საფუძველზე მიღებული ახალი ხსნადი კომპლექსების სპექტრს.

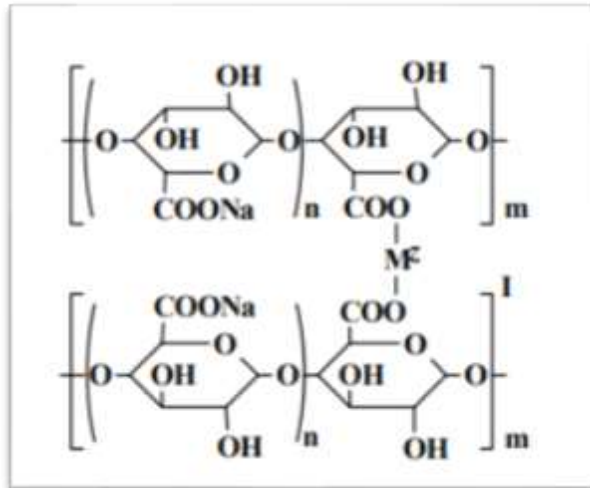
2. პექტინი - მცენარეული ნედლეული ბიოხსნადი კომპლექსების მისაღებად.

პექტინური ნივთიერებები წარმოადგენენ მჟავე პოლისაქარიდებს, რომლებშიც კარბოქსილური ჯგუფების მდგომარეობა საზღვრავს მათ თვისებებს -ურთიერთქმედების უნარს კათიონებთან, ამინებთან და სხვა ორგანული და არაორგანული ბუნების ნივთიერებებთან .

პექტინის ყველაზე დამახასიათებელი თვისებაა - უნარი კომპლექსწარმოქმნისადმი s, p და d ლითონების იონებთან. კომპლექსწარმოქმნაში მონაწილეობენ, როგორც პექტინური მოლეკულების თავისუფალი კარბოქსილური ჯგუფები (ნახ.1), ასევე მათი ნაწარმები, კერძოდ, ტუტე ლითონების მარილები, რომლებიც მეტალებთან მიმოცვლის რეაქციით წარმოქმნიან

ორვალენტიანი ლითონების კათიონებთან კომპლექსებს. წარმოქმნილი კომპლექსები უხსნადია წყალში და გამოიყოფა ხსნარებიდან გელების სახით.

უმეტესად შეისწავლება პექტინის კომპლექსწარმოქმნა s მეტალებთან : Ca^{2+} და Mg^{2+} . d ლითონებიდან ყველაზე მეტად შესწავლილია პექტინის კომპლექსწარმოქმნა Cu^{+2} კათიონებთან. დადგენილია, რომ Cu^{+2} კომპლექსებში ლიგანდის კვანძს აქვს ფსევდოოქტაედრული კომფიგურაცია, მაშინ როდესაც ეკვატორიალურ სიბრტყეში Cu^{+2} კათიონი კოორდინირებულია ჟანგბადის ოთხი ატომით.



ნახაზი 1. პოლიმეტალოკომპლექსების წარმოქმნის მექანიზმი

ბოლო ათეულ წლებში სხვადასხვა ნაერთების კომპლექსწარმოქმნის პროცესები, მათ შორის ბიოპოლიმერების ლითონებთან, იპყრობენ მეცნიერების ყურადღებას, არა მხოლოდ მეტალოკომპლექსების თვისებებსა და სინთეზზე ახალი თეორიული ცოდნის მიღების თვალსაზრისით, არამედ მეტალოკომპლექსებს შორის ახალი ეფექტური სამკურნალო პრეპარატების შექმნის მიზნით დაკავშირებით. დადგენილია, რომ კომპლექსწარმოქმნა ზრდის ლიგანდების თერაპიულ აქტიურობას, აქვეითებს მათ ტოქსიკურობას და ანიჭებს სპეციფიკურ თერაპიულ მოქმედებას და იმუნოლოგიურ აქტიურობას. ამ დროს მნიშვნელოვანია მეტალოკომპლექსების ხსნადობა წყალში, რადგან ის ზრდის პრეპარატების ბიოშეთვისებას და ქმნის მათი ფართო პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობას.

კომპლექსწარმოქმნელი უნარი არ არის დამოკიდებული პექტინის მოლეკულის მასაზე, ის განისაზღვრება კათიონური მიმოცვლის სელექტიურობის კოეფიციენტით, რომელიც წარმოადგენს პექტინური ნივთიერებების ორვალენტიანი კათიონით გაჯერების მახასიათებელს. ცნობილია, რომ პექტინური ნივთიერებების კომპლექსწარმოქმნელი თვისებები დამოკიდებულია კარბოქსილური ჯგუფების შემცველობაზე ანუ პექტინების ძირითადი ჯაჭვის -

პოლიკარბოქსილური პოლიმერული ჯაჭვის ეთერიფიკაციის ხარისხზე-კარბოქსილური ჯგუფების ეთერიფიკაცია მეთანოლით. ეთერიფიკაციის ხარისხი განსაზღვრავს მაკრომოლეკულის მუხტის წრფივ სიმკვრივეს და შესაბამისად კათიონების კავშირის ძალასა და ხერხს.

მაღალეთერიფიცირებული კარბოქსილური ჯგუფები ან კარბოქსილური ანიონები დაშორებულია ერთმანეთისგან. ეთერიფიკაციის ხარისხის შემცირებისას ისინი უახლოვდება ერთმანეთს, მაკრომოლეკულის მუხტი იზრდება და შესაბამისად იზრდება კათიონებთან პექტინების დაკავშირების ძალა. მთლიანად დეეთერიფიცირებული პექტინი - პექტატმჟავა წარმოქმნის ყველაზე მდგრად კომპლექსებს. თუ ეთერიფიკაციის ხარისხი 40%, მაშინ იწყება მაკრომოლეკულების კომფორმაციის ცვლილება, რომელიც იწვევს პექტინური მაკრომოლეკულების აგრეგაციას და მდგრადი შიდა მოლეკულური ხელატური ბმის წარმოქმნას.

პექტინისკომპლექსწარმოქმნის უნარი დამოკიდებულია გარემოს pH-ზე. მაქსიმალური კომპლექსწარმოქმნა პექტინის ყოველი ტიპისათვის ინდივიდუალურია და დამოკიდებულია პექტინის შემცველ ნედლეულზე. ყველა პექტინური ნივთიერებები ამჟღავნებენ მაღალ კომპლექსურ უნარს pH-ის ინტერვალში 4-დან 12-მდე და მაქსიმალურ მნიშვნელობას კი - $pH = 5$ და $pH = 9$ -ზე.

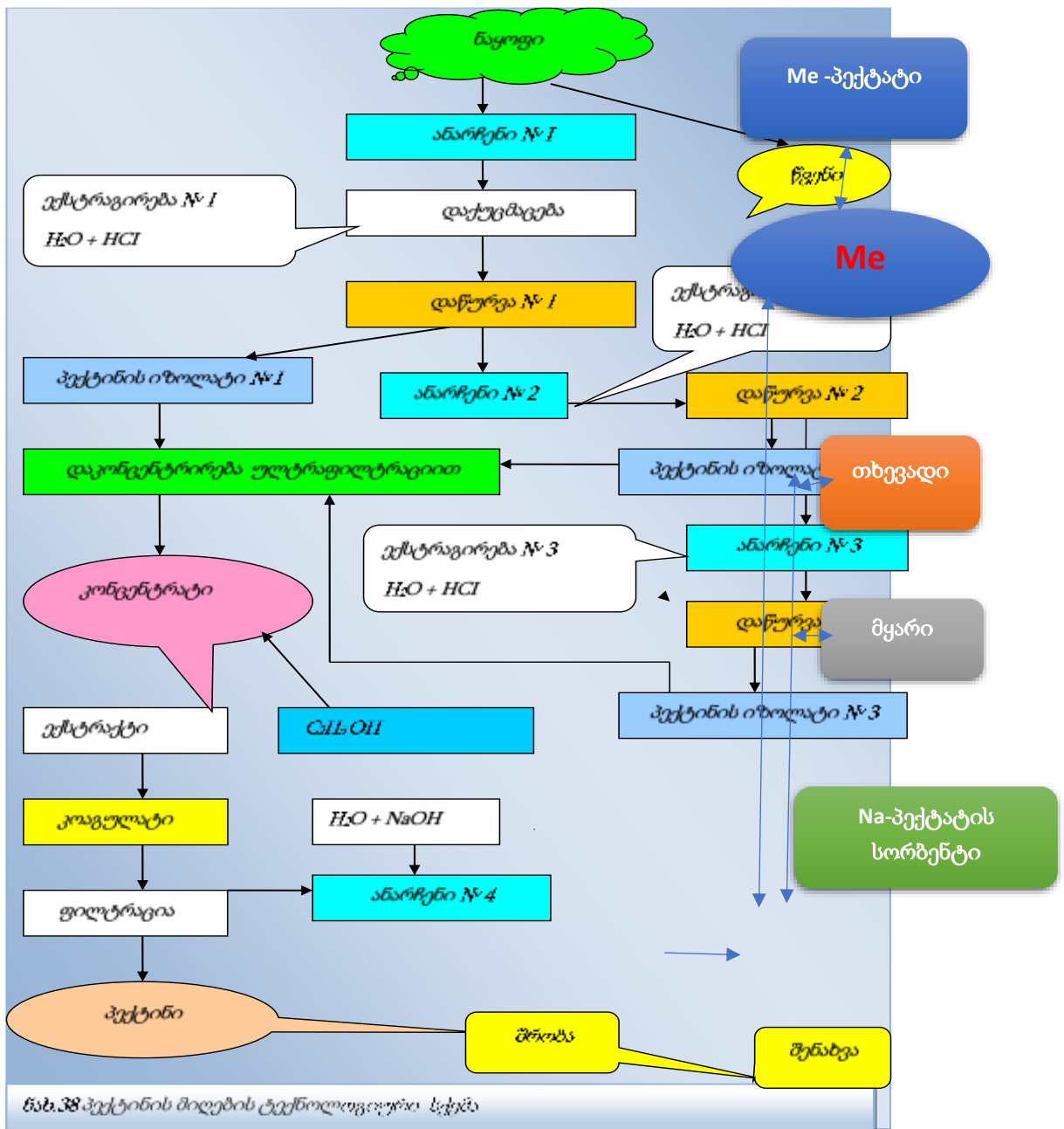
მნიშვნელოვანი ფაქტორია d- მეტალების მიზნობრივი მეტალოკომპლექსების მიღების გზების დამუშავებისას მათი ხსნადობა. პექტინების ცნობილი მეტალოკომპლექსები წყალში უხსნადია.

მიღებული მონაცემები და მათი განხილვა, კვლევის ობიექტები

ციტრუსოვანთა ნაყოფების: ლიმონი, მანდარინი, ფორთხალი და პომელოს ნარჩენებიდან: კანიდან, რბილობიდან, ტირებიდან მოკრეფის დროზე და გაშენებაზე დამოკიდებულებით, მიღებულია სხვადასხვა სახის პექტინი. ნაყოფიდან მიღებული პექტინის იზოლატი ჯერ კონცენტრირდებოდა ულტრაფილტრაციულ UPL დანადგარზე, $P=1.8$ ატმ., მემბრანის სახით გამოყენებულია პოლიამიდური ღრუ ბოჭკოები UPM-P, ფორების ზომით $500A^0$, და გაფილტვრის ფართობით - $2m^2$. კონცენტრირებული იზოლატიდან პექტინი გამოიყო 95% ეთილის სპირტით, ნიმუშები გაირეცხა სპირტით და შემდეგ ეტაპზე პექტინიდან მიიღებოდა სორბენტი მშრალი NaOH დამატებით პექტინის მთლიანად გახსნამდე. ამით პექტინი გადაიყვანებოდა Na^+ პექტატ ფორმაში.

პექტინის და სორბენტის იდენტიფიცირება ტარდებოდა მაღალ ეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით (ქრომატოგრაფი LC-20AD Prominace-Shimadzu). სტანდარტული

ნივთიერების სახით გამოიყენებოდა პექტინი (ნახ.3). კუთრი ელექტროგამტარობა განისაზღვრა კონდუქტომეტრით "LASANY". პექტინის და სორბენტის მიღება მოყვანილია ჩვენს მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიური სქემით (ნახ.2).

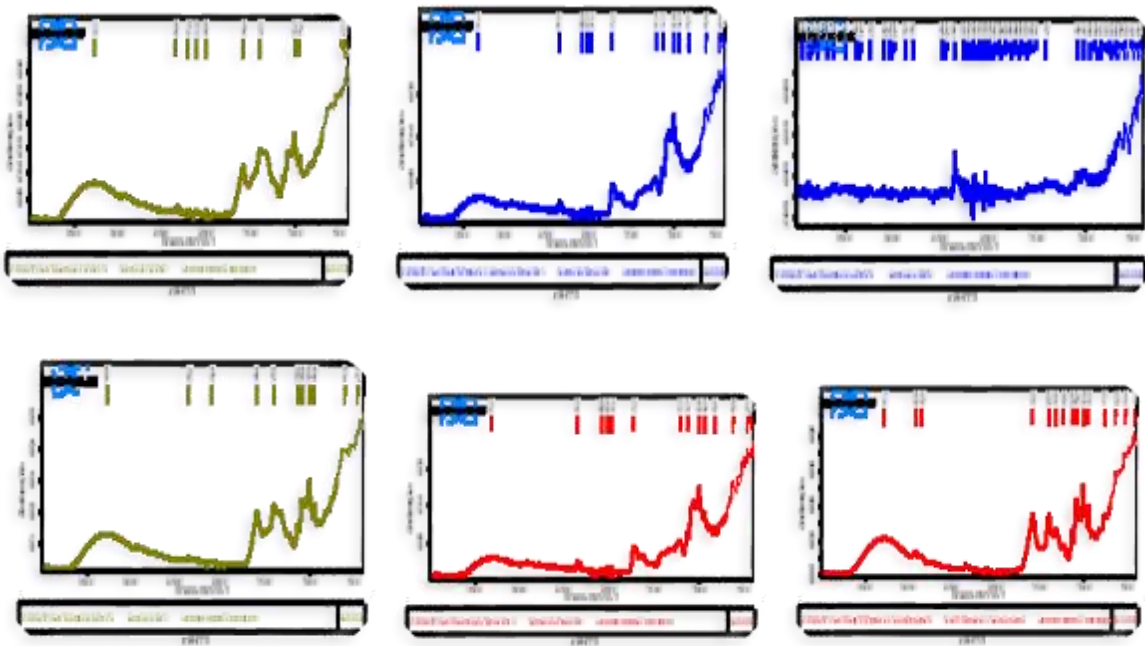


ნახაზი 2. პექტინის და პექტინური სორბენტის მიღების ტექნოლოგიური სქემა კვლევის მეთოდუკები

პექტინის და სორბენტის იდენტიფიცირება ტარდებოდა მაღალ ეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით (ქრომატოგრაფი LC-20AD Prominace-Shimadzu). სტანდარტული

ნივთიერების სახით გამოიყენებოდა პექტინი (ნახ.3). კუთრი ელექტროგამტარობა განისაზღვრა კონდუქტომეტრით "LASANY". პექტინის და სორბენტის მიღება მოყვანილია ჩვენს მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიური სქემით (ნახ.2). მძიმე ლითონების სორბციის კინეტიკის დასადგენათ მიღებულ თხევად სორბენტს 1:1 თანაფარდობით ემატებოდა შესაბამისი ლითონის მარილის წყალხსნარი ($0,02M$. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; $NiCl_2 \cdot 6H_2O$; $CoCl_2 \cdot 6H_2O$; $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$) და მიღებულ ნარევს ვაყოვნებდით მათ 1სთ, 2სთ, 4სთ, 6სთ, 8სთ, 12სთ და 24სთ.-ით. Na^+ -პექტატ სორბენტი მიღებულია თხევად და მყარ მდგომარეობაში. მეტალკომპლექსების წარმოქმნის მექანიზმი მოყვანილია ნახ.2 -ზე.

მიღებულ სორბენტში GOST -ის მიხედვით განისაზღვრა - თავისუფალი მჟავური და ეთერიფიცირებული კარბოქსილური ჯგუფები, გალაქტურონმჟავა და სორბენტის სრული სტატიკური ტევადობა. სორბენტის სტრუქტურა დამტკიცდა გადაღებული - IK -სპექტრებით (ნახ.3):



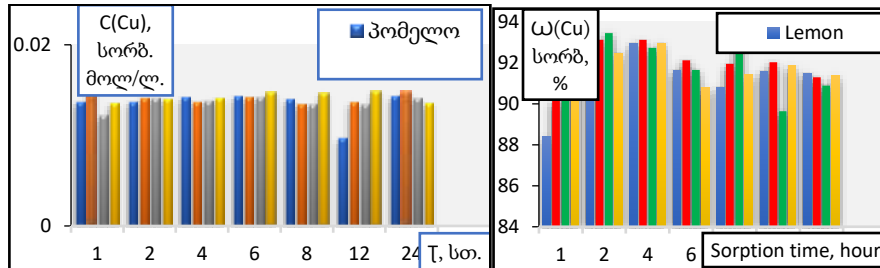
ნახაზი 3. სორბენტების სპექტროგრამები

მიღებული მონაცემების განხილვა

მძიმე ლითონთა სორბციის მიღებული მონაცემები მოყვანილია ნახ. 4-8-ზე. ლიმონის, ფორთოხლის, მანდარინის და პომელოს სორბენტებზე სპილენძის სორბციის მონაცემების შედარებით დადგენილია, რომ პირველი საათის განმავლობაში ფორთოხლიდან მიღებულ Na -პექტატ სორბენტზე სპილენძის სორბცია შეადგენს 91.7%, ეს ტენდენცია გრძელდება მეორე საათის განმავლობაში და სორბცია აღწევს მაქსიმალური მნიშვნელობას -93,5%. დანარჩენი

ციტრუსოვანთა ნაყოფიდან მიღებულ სორბენტზე სორბციის მაქსიმუმი-93% მიიღწევა 4 საათში.

სორბციის კინეტიკით ანუ სორბირებული სპილენძის (%) რაოდენობის გაზრდის მიხედვით ციტრუსოვანთა ნაყოფები განლაგდება რიგში:

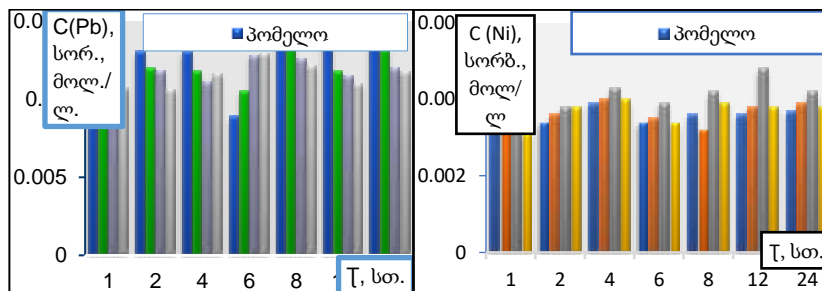


ნახაზი 4. Cu^{+2} სორბციის კინეტიკა Na^{+} -პექტატის სორბენტზე.

- ✓ 1სთ.: ლიმონი (88,4) – პომელო (90,2) – მანდარინი (91,1) – ფორთოხალი (91,7);
- ✓ 2 სთ.: ლიმონი (90,8) – მანდარინი (92,5) – პომელო (93,1) – ფორთოხალი (93,5);
- ✓ 4 სთ.: ფორთოხალი (92,7) – ლიმონი (93) = მანდარინი (93) – პომელო (93,1);
- ✓ 6 სთ.: ფორთოხალი (91,4) – მანდარინი (90,8) – პომელო (92,1) – ლიმონი (93);
- ✓ 8 სთ.: ლიმონი (90,8) – მანდარინი (91,4) – პომელო (91,9) – ფორთოხალი (93);
- ✓ 12 სთ.: ფორთოხალი (89,6) – ლიმონი (91,6) – მანდარინი (91,9) = პომელო (91,9);
- ✓ 24 სთ.: ფორთოხალი (90,1) – პომელო (92,3) – მანდარინი (91,4) – ლიმონი (91,5).

დადგენილია, რომ სორბცია თხევად სორბენტზე მიდის არათანაბრად და არ აღწევს 100%, რაც ალბათობით, დაკავშირებულია სტერიულ დაბრკოლებებთან, რომლებიც წარმოიქმნება დიდი მასის განშტოებულ პოლიმერზე სორბციის შედეგად იმის გამო, რომ მის შედგენილობაში შედის გრძელი სპირალისებურად დახვეული ჯაჭვები და ის წარმოადგენს ტიპიურ ლიოფილურ კოლოიდს გელისებრი სტრუქტურით.

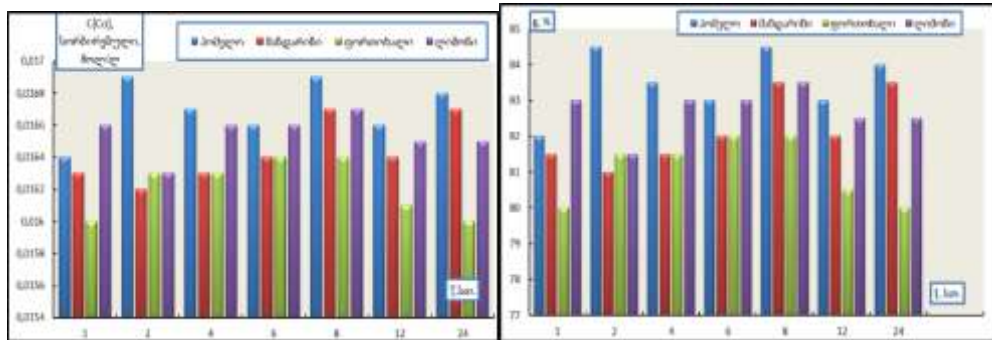
შემდეგ განისაზღვრა ტყვიის სორბციის კინეტიკა (ნახ.5).



ნახაზი 5, 6. Pb^{2+} და Ni^{+2} სორბციის კინეტიკა Na^{+} -პექტატის სორბენტით.

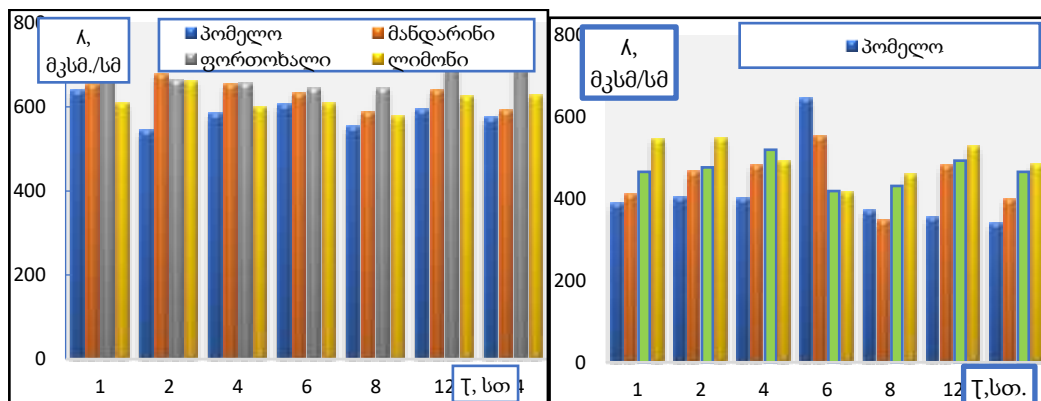
ტარდებოდა ნიკელის ქლორიდის ხსნარიდან ნიკელის იონის სორბცია.ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი მიღებულია ფორთოხლის სორბენტისათვის - 12 საათი დაყოვნების შემთხვევაში (ნახ.6).

რაც ეხება კობალტის იონს ყველაზე მაღალ სორბციულ უნარს იჩენს პომელოს ნარჩენებიდან მიღებული სორბენტი, შემდეგ ლიმონის, ფორთოხლისა და მანდარინის. კობალტის სორბციის მაქსიმუმი მიიღწევა სორბციის პირველ საათში.(ნახ.7).



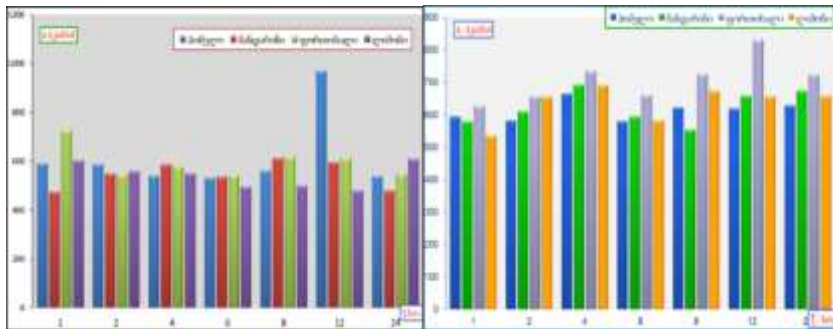
ნახაზი 7. Co^{2+} სორბციის კინეტიკა Na^{+} -პექტატის სორბენტით:ა) მოლ/ლ , ბ) %.

განისაზღვრა საწყისი და სორბენტის ადსორბციის შემდეგ მიღებული ხსნარის კუთრი ელექტროგამტარობა.ცნობილია, რომ კუთრი ელექტროგამტარობის სიდიდე დამოკიდებულია ხსნარის ბუნებაზე, კონცენტრაცია (ნაჯერობაზე) და ტემპერატურაზე. ტემპერატურის გაზრდით ის იზრდება, რაც გამოწვეულია იონების სოლვატირების შემცირების გამო მოძრაობის სიჩქარის გაზრდით და ხსნარის სიბლანტის შემცირებით.



ნახაზი 8. 0.02 მ. ხსნარიდან სორბციის შედეგად მიღებული ფილტრატის ელექტროგამტარობა
 ა) $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ (საწ. $\Lambda=3540$ მკსმ/სმ) ბ) $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ (Λ =საწ. 1162 მკსმ/სმ)

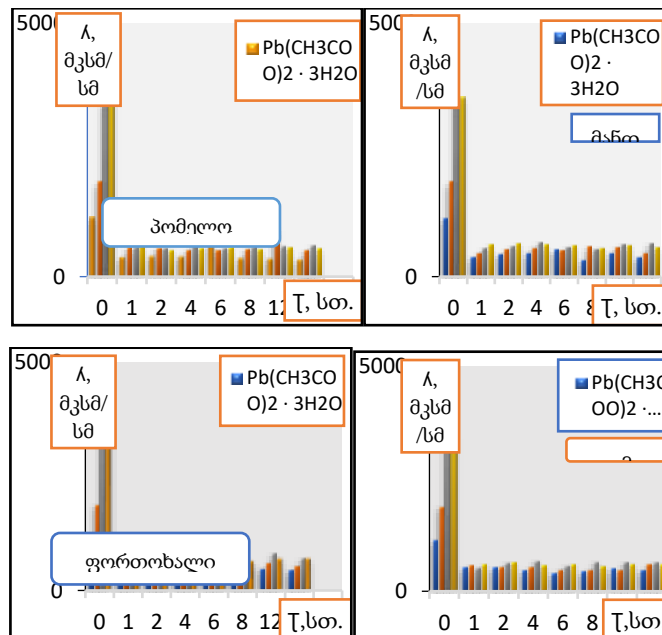
კუთრი ელექტროგამტარობა ნაჯერობის გაზრდით ჯერ იზრდება, აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას, შემდეგ მცირდება. განზავებულ ხსნარებში იონური მოძრაობა მცირედ დამოკიდებულია ნაჯერობაზე და საწყისში იზრდება იონების რაოდენობის გაზრდის პირდაპირპროპორციულად. კონცენტრაციის გაზრდით იონების ურთიერთქმედება ძლიერდება, რაც იწვევს იონების მოძრაობის შენელებას. თუ ელექტროლიტი სუსტია, როგორც საკვლევი ხსნარები, დამოკიდებულებას ექნება მაქსიმუმი, რადგან დისოციაციის ხარისხი ქვეითდება კონცენტრაციის გაზრდით. როდესაც მიიღწევა განსაზღვრული ნაჯერობა, კონცენტრაცია იწვევს უფრო ჩქარა, ვიდრე იონების შემცველობა ხსნარში.



ნახაზი 9. 0.02 მ. ხსნარიდან სორბციის შედეგად მიღებული ფილტრატის ელექტროგამტარობა



ნახ.10-ზე შედაფებულია ლითონების სორბცია ციტრუსოვანთა სორბენტის სახეობაზე დამოკიდებულებით.



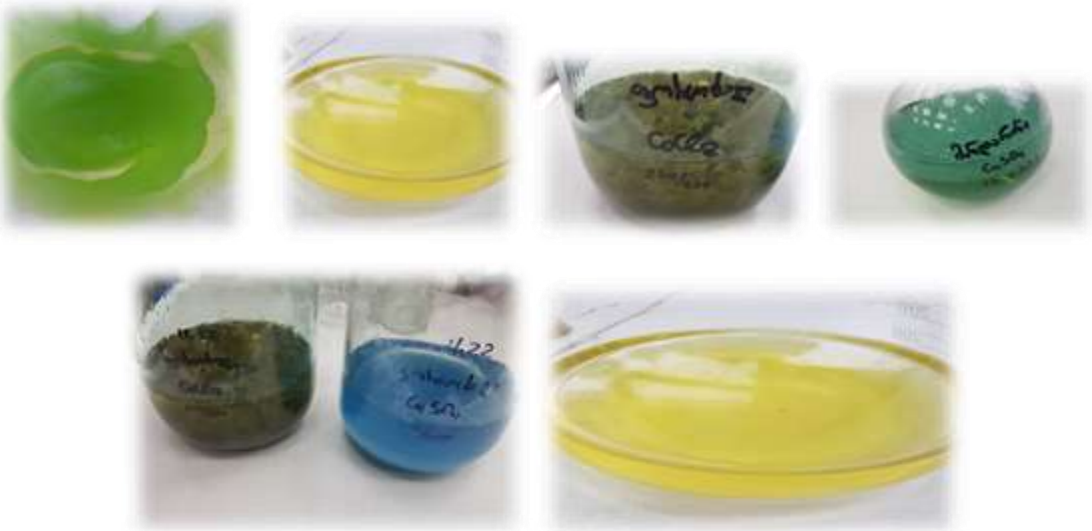
ნახაზი10. სორბციის შედეგად მიღებული ფილტრატის ელექტროგამტარობის დამოკიდებულება ხსნარის სახეობაზე.

დადგენილია რომ კობალტის ქლორიდის ხსნარიდან სორბციის შედეგად მიღებულ ფილტრატებში ელექტროგამტარობა პრაქტიკულად არ იცვლება (ნახ.8ა) სორბციის მსვლელობაში. უმნიშვნელოდ იზრდება პირველ, 12 და 24 საათის სორბციის შედეგად. მაქსიმალური მნიშვნელობა მიღებულია ფორთოხლის სორბენტზე.

ტყვიისა (ნახ.8ბ.), სპილენძის 9ა), და ნიკელის (ნახ. 9ბ) მაქსიმალური სორბცია მიიღწევა პომელოს სორბენტზე შესაბამისად 6,8 და 12 საათში.

დადგენილია, რომ პომელოს სორბენტზე ყველაზე აქტიურად სორბირებს სპილენძი, საწყისი ხსნარის ელექტროგამტარობა მცირდება 7 ჯერ, მანდარინის სორბენტზე კობალტის, ფორთოხლის და ლიმონის სორბენტებზე- ნიკელის იონები

ნახ.11 -ზე ნაჩვენებია მიღებული მეტალოკომპლექსების ნიმუშები.



ნახაზი13. მიღებული მეტალოკომპლექსების ნიმუშები

დასკვნა:

ციტრუსოვანთა ნაყოფების: მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი და პომელოს ნარჩენებიდან სტატიკურ რეჟიმში, მჟავური ექსტრაქციით მიღებულია პექტინური პოლისაქარიდები და მათ საფუძველზე შემუშავებულია 100% მარილშემცველობის, სრულად დეეთერიფიცირებული, ფართო მოქმედების სპექტრის პექტატ Na^+ სორბენტის მიღების ტექნოლოგიური სქემა. მიღებულ მცენარეულ სორბენტს აქვს მაღალი იონმიმოცვლითი და კომპლექსწარმოქმნის უნარი; ბიოგენურ d-მეტალებთან-მიკროელემენტებთან (Co^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+}) მიღებულია პოლმეტალოკომპლექსები. დადგენილია პროცესის ოპტიმალური პირობები, ლითონების ზღვრული კონცენტრაცია - 0.02 გ-ექვ./ლ.. შემუშავებულია პექტინური პოლისაქარიდების ბიოგენური მეტალების კათიონებთან პოლიმეტალოკომპლექსების მიღების ტექნოლოგია.

სორბენტი და მეტალოკომპლექსები მიღებულია წყალში ხსნადი და უხსნადი ფორმით. ჩატარებულია პოტენციომეტრიული და კონდუქტომეტრიული გატიტვრა. დადგენილია, რომ მეტალების ბუნება ახდენს გავლენას შესაბამისი პექტინური პოლისაქარიდების სორბციულ ტევადობაზე: აქტიურობა ტყვიის იონების მიმართ უფრო მაღალია, ვიდრე სპილენძის. დადგენილია, პექტინური პოლისაქარიდის ბუნებაზე დამოუკიდებლად, ტყვიისა და სპილენძის იონების სორბციაზე ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას გალაქტურონ მჟავას ნაშთი, ამაზე მიუთითებს ტყვიისა და სპილენძის მაქსიმალური ტევადობების კავშირი და აგრეთვე, გალაქტურონ მჟავას შეკავშირებული და თავისუფალი კონცენტრაციების კავშირი საწყის პოლიმერში. შესწავლილია ორვალენტიანი ლითონთა იონების პექტინური პოლისაქარიდებით სორბციის კანონზომიერებები. დადგენილია კომპლექსარმოქმნის პროცესში იონური მიმოცვლის მნიშვნელოვანი როლი. პექტინური პოლისაქარიდები შეიძლება გამოიყენოს ორგანიზმიდან მძიმე ლითონების გამომყოფი ეფექტური ენტეროსორბენტის - საკვები ბოჭკოების სახით.

ლიტერატურა:

1. Chiarelli, R., & Roccheri, M. C. (2014). Marine Invertebrates as Bioindicators of Heavy Metal Pollution. *Open Journal of Metal*, 4(December), 93–106.
2. Emami Khansari, F., Ghazi-Khansari, M., Abdollahi. (2015). Heavy metals content of canned tuna fish: *Food Chemistry. M.*, V.93, P. 293
3. Jakimska, A., Konieczka, P., Skóra, K., & Namieśnik, J. (2011). Bioaccumulation of metals in tissues of marine animals, part I: The role and impact of heavy metals on organisms. *Polish Journal of Environmental Studies*. 20(5), P.1117–1125.
4. Jadhav, J.P., Kalyani, D.C., Telke, A.A., Phugare, S.S., Govindwar, S.P. (2010). Evaluation of the efficacy of a bacterial consortium for the removal of color, reduction of heavy metals, and toxicity from textile dye effluent: *Bioresource Technology*, V. 101, P. 165-173.
5. Bagaeva, T.V. (2013). Microbiological remediation of natural systems from heavy metals: Educational and methodological manual / T.V. Bagaeva, N.E. Ionova, G.V. Nadeeva. Kazan: Kazan University, 56 p.
6. White, C. (2015) The role of microorganisms in biosorption of toxic metals and radionuclides / C. White, S.C. Wilkinson, G.M. Gadd // *Int. Biodeterior. Biodegr.* V.35, P.17.
7. Tsezos, M. (1981) Biosorption of uranium and thorium / M. Tsezos, B. Volesky // *Biotechnol. Bioeng.* V.23, P.583-604.
8. M.N. Nourbakhsh (2002). [et al.] // Biosorption of Cr⁶⁺, Pb²⁺, Cu²⁺ ions in industrial waste water on *Bacillus sp.* / *Chem. Eng. J.* V.85, P.351-355.
9. Gorovoy, L.F. (2002). Sorption properties of chitin and its derivatives / Chitin and chitosan. Obtaining, properties and application / L.F. Gorovoy, V.N. Kosyakov / Ed. K.G. Scriabin, G.A. Vikhoreva, V.P. Varlamov. M: Science, S.217-246.
10. Chitosan / Ed. K.G. Scriabin, S.N. Mikhailova, V.P. Varlamov. –M.: (2013). Center "Bioengineering" RAS, 593 p.
11. Kurchenko, S.V. Buga, N.V. Petrashkevich [et al.] (2016). // Technological bases for obtaining chitin and chitosan from insects / V.P. Proceedings of BSU, V.11., Part 1. -p.110-126.

12. Novinyuk, L.V. (2017). Patterns of sorption of lead ions (Pb²⁺) by chitin- and chitosaglucone biopolymers isolated from the mycelium of the fungus *aspergillus niger* / L.V. Novinyuk, D.Kh. Kulev, P.Z. Velinzon // *Bulletin of the Kazan Technological University*. T.20, No.14, S.132-135.
13. 134. Dinu, M.I. (2015.) Interaction of metal ions in waters with humic substances in gley-podzolic soils / M.I. Dinu // *Geochemistry*. No. 3, S.276-288]
14. T.E. Nikiforova, N.A. Bagrovskaya, V.A. Kozlov, S.A. Lilin (2009). //Sorption properties and nature of the interaction of cellulose-containing polymers with ions metals / *Chemistry of plant raw materials*. No. 1, P. 5-14.
15. Nikiforova, T.E. (2014). Physical and chemical bases of chemisorption of dmetal ions by modified cellulose-containing materials: dis. dr. chem. Sciences / T.E. Nikiforova. Ivanovo, 365s.
16. Dvoenosova, P.A. Development of technology for a pectin-containing product with sorption and nutritional properties: Ph.D. dis. ... cand. tech. Sciences / P.A. Dvoenosov. M., 2009, 25s.
17. Gusev, I.V. (2015). Development of highly structured hydrogel depomaterials for targeted drug delivery: Cand. cand. tech. Sciences. Moscow, 182s
18. Mykots, L.P. (2010). Determination of the sorption kinetics of the metal cation by pectin from citrus fruits / L.P. Mykots, N.A. Tukhovskaya, S.N. Bondar // *Successes of modern natural science. Chemical Sciences*. No. 6, S.55-57.
19. V.F. Mironov, O.V. Tsepaeva, A.B. Vyshtakalyuk [et al.] (2004). // Polymetal complexes of pectin polysaccharides and their biological activity // *Chemistry and computer modeling. Butler messages*. -.-T.5.-No.1.-S.33-35.
20. A.N. Karasaeva, O.V. Tsepaeva, A.B. Vyshtakalyuk [et al.] (2003). // Some new aspects of complex formation of pectin polysaccharides with d-metal cations/ *Chemistry and computer modeling. Butler messages*. No. 3, P. 45-50.
21. Kang, S.Y. (2004). Selective biosorption of chromium (III) from wastewater by *Pseudomonas aeruginosa* / S.Y. Kang, J.U. Lee, K.W. Kim // *The 227th American Chemical Society National Meeting, Anaheim Division of Environmental Chemistry*. ENVR. 91.

Separation of heavy metals from aqueous solutions by natural sorbent derived from plant residues

- | | |
|------------------------|--|
| Nazi Davitadze | PhD student of Georgian Technical University, LTD Batumi Water, Georgia; Batumi GE 6000, 19 Tabukashvili str.
E-mail: nazidavitadze@mail.ru . |
| Irina Bejanidze | Department of Chemistry, Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia, Batumi, GE 6010, 35/32 Ninoshvili/Rustaveli str.
E-mail: irina.bejanidze@bsu.edu.ge , irina.bejanidze@live.ru |
| Maia Tsintsadze | Department of Chemical and Biological Technology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi, GE 0171, 77 Kostava str.,
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge . |

Abstract. Pectin and Na⁺-pectate sorbents in liquid and solid form were processed from citrus fruit residues: lemon, tangerine, orange and pomelo. CuSO₄ · 5H₂O, NiCl₂ · 6H₂O, CoCl₂ · 6H₂O, Pb(CH₃COO)₂ · 3H₂O from aqueous solutions. Free acidic and esterified carboxylic groups, galacturonic

acid and full static capacity of pectin were determined in the obtained sorbent. Potentiometric and conductometric titrations were performed. It is determined: similarity of sorption isotherms of copper and lead ions; The nature of the metal affects the sorption capacity of the corresponding pectin polysaccharides: the sorption activity of pectin polysaccharides towards lead ions is higher than that of copper. A means of using the Langmuir linear equation in a wide range of concentrations of the external solution is established, which allows for the estimation of the maximum capacity; Regardless of the nature of the pectin polysaccharide, the sorption of lead and copper ions is significantly influenced by the relationship between the bound and free concentrations of galacturonic acid. The regularities of sorption of divalent metal ions by pectin polysaccharides have been studied. It has been established: ion exchange plays an important role in the complex formation process.

Keywords: sorbent, complex, heavy metal, electrical conductivity

EFFECT OF THE EXTRACT FROM PRUNUS DOMESTICA FRUITS ON THE GROWTH OF NON-CORROSIVE BACTERIA AND FUNGI OF EXTRACT

- Igor Seniuk** PhD, Assistant professor, Department of Biological Chemistry, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine;
E-mail: citochrom@gmail.com ;
- Vira Kravchenko** PhD, Professor, Department of Biological Chemistry, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine;
E-mail: kvn5135@gmail.com;
- Nataliia Filimonova** PhD, Professor, Department of Microbiology, Virology, and Immunology; National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine;
E-mail: natafilimanova@gmail.com;

Reviewers:

M. Tsintsadze, Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Chemistry, Technical University of Georgia, Georgia, 0105, Tbilisi, Kostavas 69.

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

N. Gelovani, Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Technical University of Georgia, Georgia, 0105, Tbilisi, Kostavas 69.

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

Abstract. One of the main directions of improving the concept of treatment of diseases of the gastrointestinal tract and liver, which is accompanied by dysfunction of the hepatobiliary system and intestines, was the search and development of herbal remedies with hepatoprotective effect with a laxative effect and concomitant prebiotic activity.

Aim of the research: to study the antimicrobial and prebiotic properties of the studied phytosubstance obtained from the fruits of *Prunus domestica*.

The study of the antimicrobial activity of the test sample of plum fruit extract with fibers was performed *in vitro* by the method of multiple serial dilutions. The reference strains of the following microorganisms were used as the microbiological model: *S. aureus*-ATCC-25923, *E. coli*-ATCC-25922, *P. aeruginosa*-ATCC-27853, *B. subtilis*-ATCC-6633, *C. albicans*-ATCC-885653.

The determination of the prebiotic properties of the studied sample was carried out by the method of cultivation of bacteria *Bifidobacterium bifidum No.1* and *L. rhamnosus R0011 ND* on nutrient media, which included the composition of plum fruit with fibers.

Studies on the antimicrobial activity of plum fruit extract with fibers showed that the studied phytosubstance does not reveal antagonistic properties both with respect to gram-positive and gram-negative bacteria, as well as in the case of *Candida fungi*. The results of studies on the study of the prebiotic properties of the studied extract confirmed the improvement of the main physiological parameters of the culture of *Bifidobacteria* strain *Bifidobacterium bifidum No.1* and the strain *lactobacillus L. rhamnosus R0011 ND* when the fruit plums with fibers were added to the culture medium.

The conducted studies allowed to establish the prebiotic properties of the studied extract of plum fruits with fibers, which proves the promise of its use in complex therapy schemes for gastrointestinal pathology.

Keywords: hepatoprotective agent, fruits of *Prunus domestica*, *Bifidobacteria*, *Lactobacilli*, prebiotic properties, antimicrobial activity.

Introduction

The concept of hepatoprotective agents' use is to minimize the effects of toxic agents on the liver. Most medicinal products and xenobiotics are converted into the liver and initiate the first phase of the enzyme detoxification reaction, which causes the formation of active metabolites (products of lipid peroxidation) and leads to membrane-disruptive effect. The key role of the destabilizing action of free radicals, products of lipid peroxidation in the pathogenesis of liver diseases was proved, and the

possibility of their treatment with hepatoprotective drugs was substantiated. The promising direction of the pharmacotherapy of liver disease is the use of phytopreparations. The advantages of pharmacotherapy with herbal medicines are: the absence of toxic effects, the possibility of prolonged use, a significant range and "softness" of the effect, the optimal pharmaco-economic component, the possibility to use in patient at all age groups [1, 2]. Therefore, the *Prunus Domestica* attracted the interesting and unique chemical content of its fruits and its wide application in folk medicine was chosen as object for experimental research [3].

Prunus domestica (family *Rosaceae*) is widespread horticultural crops in Ukraine. It has a lot of breeds and occupy the second place in quantity after apples, pears and cherries [4, 5]. Extracts of *Prunus Domestica* were firstly developed at the department of chemistry of nature substances of the National University of Pharmacy [6].

In the previous research the qualitative and quantitative chemical composition of the *Prunus domestica* were determined. It was shown the presence of organic acids (malate, citrate, chlorogenic, neoclonogenic and caffeic acids) anthocyanins, rutin, gallic acid, sugars, dietary fibers and hydroxy-cinnamic acids in the raw material [7, 8].

According to literature data, *Prunus domestica* fruits are widely used in the treatment of diseases of the gastrointestinal tract (constipation and intestinal atony, bile stains, liver disease). Fruits of *Prunus domestica* are a source of polyphenolic compounds with a wide range of effects. The extract from the *Prunus domestica* fruits decreases the content of cholesterol in the blood, inhibits the development of tumors of the rectum by inhibiting phosphorylation and expression of protein kinase B/Akt. There is evidence of the effectiveness of the use of *Prunus domestica* extracts in the prevention and treatment of liver cancer. Flavonoids presented in *Prunus domestica* can be used in the treatment of hepatitis C [9].

The most active extract and its maximum effective dose were detected as a result of the pharmacological screening studies in the research of the laxative and hepatoprotective properties of extracts from *Prunus domestica* [10, 11]. Characterizing the chemical composition of the fruits of the plum and taking into account the indications for use in diseases of the gastrointestinal tract, one should understand the prospects of using the drug on the basis of the fruit extract of the plum in diseases of infectious nature. Today, the use of antimicrobial drugs is often accompanied by various side effects, including the development of dysbiosis [12]. The basis of this syndrome is the imbalance of the microbiota of the intestine [13]. Among the autochthonous microorganisms, the main role belongs to *Bifidobacteria* and *Lactobacilli* [14, 15]. It is difficult to overestimate the role of these microorganisms in the function of the human body [16]. Therefore, it was relevant to study the antimicrobial activity and prebiotics properties of the extract of fruit plum with fibers.

Main part

Aim of research. The purpose of these researches were to study the antimicrobial activity and the effect of the plumbance herbal substance on the growth of *Bifidobacteria* and *Lactobacillus*.

Research Method. Determination of antimicrobial activity was carried out by the method of serial dilutions, the essence of which consists in conducting two-fold dilutions of a test sample in 2 ml of meat-pepton broth (MPB environment No.1) (only 10 samples). It was used a separate pipette for each dilution. After that, 0.2 ml of microbial curvature of a test strain with an appropriate number of microbial cells was injected into each test tube. Additionally, controls were prepared: 2 test tubes with 2 ml of used medium in each - control of the medium; 2 test tubes of 2 ml of the medium to which 0.2 ml of microbial curvature of the test strain was also introduced to control the growth of the test microorganism.

As a microbiological model, were used the strains of the following microorganisms: *S. aureus*-ATCC-25923, *E. coli*-ATCC-25922, *P. aeruginosa*-ATCC-27853, *B. subtilis*-ATCC-6633, *C. albicans*-ATCC- 885653.

Inocula of the bacterial and fungal cultures were prepared according to the optical turbidity standard of 0.5 IU from a daily agar culture. The suspension of microorganisms (the microbial load – 150×10^6 microbes per 1 mL) was transferred into the experimental solutions of extract of fruit plum with fibers and the reference test-tubes. The test-tubes containing bacterial cultures were kept in thermostat for 24 h at 37°C, and test-tubes containing the cultures were kept in thermostat for 48 h. at 25°C. The lowest concentration of the experimental substation under research, at which any turbidity (growth of microorganisms) was not observed, was taken as the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) value.

In the control of the growth of the test microorganism, the growth of microorganisms should be observed; the control of the environment should be sterile [17].

Experimental procedures.

In order to confirm the prebiotic properties of the dry extract of fiber plums, cultivation of bacteria *Bifidobacterium bifidum* No.1 and *Lactobacillus rhamnosus* R0011 ND in vitro was performed on media with the test sample.

In experiments, bacillus preparations were used, which consisted of *B. bifidum* and *Lactobacillus rhamnosus*. The preparation "Bifidobacterium dry" was pre-dissolved in the medium and activated at a temperature of 37-38°C for 24 hours. Then, this preparation was introduced into the nutrient medium prepared for cultivation in the range of 5 doses per 1 liter of medium. The cultivation of microorganisms

was carried out under anaerobic conditions on a modified Bluraux medium. To determine the effectiveness of the action on the growth of *B. bifidum* microorganisms, the fruit plum extract with fibers (EPC) was included in the nutrient medium. Cell counting of *Bifidobacteria* was performed on fixed stained smears using the Vinogradsky-Shulgin-Brig method [17].

The drug "Lacidophil" was pre-dissolved in MRS-1 medium (pH 6.7±0.1) and reconstituted at 37±0.5°C for 24 hours. Subsequently, sequencing was performed on media of MRS-2 (pH 7.3±0.1) and MRS-4 (pH 7.9±0.1). Then, in a quantity of 10%, the culture was introduced into the prepared medium of KD-5. To determine the effectiveness of the action on the growth of *L.rhamnosus* R0011 ND microorganisms in the nutrient medium included EPRV. The number of live bacteria was determined by counting colonies on the MRS-4 medium [18].

The experiments were carried out in 3 times biological repeats.

Microscopy of cultures was performed using a Granum light microscope. According to the basic morphological characteristics, the declared cultures of *Bifidobacteria* and *Lactobacilli* corresponded to the established standards [19-20].

Results and Discussion. The first stage of research was the determination of the antimicrobial activity of the studied extract of plum fruits with fibers. Screening data is presented in Table 1.0.

To solve these problems, the next stage of research was the study of prebiotic properties. For this study, the bacterial strains that are representatives of the human intestinal microbiota, *B.bifidum* and *L.rhamnosus*, were introduced into the screening.

Table 1.0

The results of the study of antimicrobial activity

Sample	MIC, mg/mL				
	<i>S.aureus</i> - ATCC- 25923	<i>E.coli</i> - ATCC- 25922	<i>P.aeruginosa</i> - ATCC-27853	<i>B.subtilis</i> - ATCC-6633	<i>C.albicans</i> - ATCC- 885653
Fruit extract of <i>Prunus domestica</i>	growth	growth	growth	growth	growth

Antimicrobial activity is one of the positive criteria for the effectiveness of drugs in the pharmacotherapy of diseases of the gastrointestinal tract. Taking into account the literature data on the chemical composition of plum fruit, special attention is paid to the rather high content of organic acids

(apple, amber, etc.). Given the insignificant content of salicylic acid, one of the tasks of the work was to study the antimicrobial activity of the investigated extract.

The antimicrobial activity of extract of fruit plum with fibers *in vitro* was studied in accordance with the requirements of the State Pharmacopoeia of Ukraine (ed.1) by the double serial dilution method in the liquid growth medium. The extract of fruit plum with fibers were tested against Pharmacopoeia strains of gram negative (*E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa*-ATCC-27853) and gram positive (*S. aureus* ATCC 25923, *B. subtilis*-ATCC-6633) bacteria, as well as against the fungal strain of *Candida albicans* (ATCC 885653).

The results of the researches showed that the extract of fruit plum with fibers did not show antimicrobial activity in relation to gram-positive (*S. aureus*, *B. subtilis*), gram-negative (*E. coli*, *P. aeruginosa*) and fungi of the genus *Candida*. Data are given in Table 1.0.

Table 2.0

Results of quantitative determination of *Bifidobacteria*

Samples	CFU/mL
Nutrient medium with EFPP	10 ¹¹
Control (nutrient medium without additional components)	10 ¹⁰

Considering the chemical composition of the fruits of *Prunus domestica*, represented by organic substances with weak acidic properties, literature data on the effectiveness of the use of phyto-raw materials (plum-based preparations), an assumption was made about the possible prebiotic properties of the obtained extract.

Studies have shown that *bifidobacteria* of strain *Bifidobacterium bifidum* No.1 have shown good growth rates in the experimental nutrient medium. Analysis of the control *Bifidobacteria* showed that the introduction of the test substance into the nutrient medium was accompanied by an increase in the number of bacteria (10¹¹ CFU/ml). In the control, quantitative growth indicators of *Bifidobacteria* were detected at a level of 10¹⁰ CFU/ml. Data are given in Table 2.0.

Table 3.0

Results of quantitative determination of *Lactobacilli*

Samples	Number of living bacteria, billion microbial cells
Nutrient medium with EFPP	6.2±0.2
Control (nutrient medium without additional components)	5.9±0.2

Morphological signs of bacteria *Bifidobacterium bifidum* No.1 with growth in the experimental nutrient medium were preserved and corresponded to the literature.

In determining the impact of extract of fruit plum with fibers on the growth of *Lactobacilli* showed that the introduction of experimental substance positively affects the growth of culture of *lactobacilli*. Analysis of the results of counting cells of *L. rhamnosus* R0011 ND on MRS-4 medium showed that in comparison with the control, the amount of *Lactobacilli* when introduced into the nutrient medium of the additional component (EFPF) was accompanied by an increase in the number of microbial cells in almost 1.1 times. Data are given in Table 3.0.

Establishing the prebiotic properties of an experienced, first-time-received sample of plum fruit extract with fibers requires further research both *in vitro* and *in vivo*. Positively assessing the results obtained, one should study the intensity of metabolic processes of *Bifidobacteria* and *Lacto-bacilli* on media containing *Prunus domestica* fruit extract as an additional prebiotic component.

Analysis of literature data on the study of the antimicrobial activity of plum extracts showed that some of its objects (leaves, fruits) are characterized by the presence of antibacterial properties. In particular, extracts obtained from the leaves of *Prunus salicina* revealed antimicrobial activity due to the presence of polyphenols in the chemical composition [21]. As for extracts obtained from plum fruits (water extract from the cake), bacteriostatic activity has been established against some pathogenic microorganisms, which is mediated by the presence in the chemical composition of a large content of flavonol [22]. Evaluating the results of the primary antimicrobial screening of the dry extract from fruit of the *Prunus domestica* we are studying, it should be noted that the low content of flavonol derivatives explains the absence of antibacterial action and its low toxicity [23].

Conclusions:

1. It is proved that the phytosubstance does not reveal antimicrobial activity in relation to reference cultures *S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*.
2. As a result of the research, it was established that the cultivation of *Bifidobacterium bifidum* №.1 and *L. rhamnosus* R0011 ND *in vitro* conditions on a medium with an extract of pollen extracts with fibers showed good growth rates and biomass accumulation.
3. The studies have shown that the presence of prebiotic properties in the fruit extract of plum with fibers, accompanied by the intensification of growth of both *Bifidobacteria* and *Lactobacilli*.

4. It is proved that the studied extract from *Prunus domestica* fruits with fibers is promising for use in complex therapy schemes for gastrointestinal pathology.

References:

1. Ubeeva E.A., Nickolaev S.M., Ubeeva I.P. (2017). The main directions of phytotherapy of liver diseases. *Vestnik. Medicine and Pharmacy*. №3, 3-9.
2. Ubeeva I.P., Nickolaev S.M., Botoeva E.A. (2009). Herbal medicine for diseases of the hepatobiliary system. Irkutsk: RIO IGIUAs, 109.
3. Medicinal plants: Encyclopedic reference book / red. A. M. Grodinsky. - K.: "Ukrainian Encyclopedia" Publishing House named after M. P. Bazhan, Ukr. Production and Commercial Center "Olympus", 1992 – 544 s.
4. Pharmaceutical encyclopedia. Ed. by Chernykh V. P. Kyiv: Morion, 2010. 1952 p.
5. The State Pharmacopoeia of Ukraine. State Enterprise "Ukrainian scientific Pharmacopoeia center". Kharkiv: RIREG, 2008. 620 p.
6. Mohammed Shahm Basim, Lenchik L. V., Caidov N. B. (2017). *Prunus Domestica* fruits – perspective row for drugs development. *Nauka i innovaciya. Seriya estestvennyh nauk*. 4, 42–48.
7. Upyr T., Shahm Basim Mohammed, Bashar Al-Jabbar Ali Sahlani, Lenchyk L., Senyuk I. (2018). Phytochemical and pharmacological study of polysaccharide complexes of *Prunus Domestica* fruit. *Scientific Journal "ScienceRise: Pharmaceutical Science"*. 3(13), 32-37.
8. Celik F. et. al. (2017). Determination of phenolic compounds, antioxidant capacity and organic acids contents of *Prunus domestica L.*, *Prunus cerasifera Ehrh.* and *Prunus spinosa L.* fruits by HPLC. *Acta Chromatographica*. 29(4), 507–510. doi: <http://doi.org/10.1556/1326.2017.00327>
9. Kayano Sh., Kikuzaki H., Fukutsuka N., Mitani T., Nakatani N. (2002). Antioxidant Activity of Prune (*Prunus domestica L.*) Constituents and a New Synergist. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 13, 3708–3712.
10. Senyuk I. V., Bashar A.-S. J., Lenchyk L. V. (2017). Investigation of different substances laxative properties made from *Prunus domestica*. *Ukrainian biopharmaceutical journal*. 5(52), 21–25. doi: <http://doi.org/10.24959/ubphj.17.134>
11. I.V. Senyuk, Bashar Jabar Al Sakhlanee, Shahm Basim Mohammed. (2018). Study of hepatoprotective effect of extracts from *Prunus domestica* fruits. *Pharmaceutical review*. 4(48), 57-61. doi: <http://doi.org/10.11603/2312-0967.2018.4.9692>.
12. O. A. Tochilina, I. A. (2013). Chastoedova Intestinal dysbiosis and enzyme-excretory function in young children after use antibiotics and methods of correction. *Human ecology*. P-44-48.
13. Gibson, G. R., Probert, H. M., Van Loo, J., Rasrall, R. A., and Roberfroid, M. B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Nutr. Res. Rev.* 17, 259–275. doi: 10.1079/ NRR200479
14. Astashkina Anna P. (2010). Modern views on the biological role of bifidobacteria and lactobacilli. *Vestnik VGU, Series: Chemistry. Biology, Pharmacy*. № 1, P. 133-139.
15. Anderson, R. C., Cookson, A. L., Mcnabb, W. C., Park, Z., Mccann, M. J., Kelly, W. J. et al. (2010). Lactobacillus plantarum MB452 enhances the function of the intestinal barrier by increasing the expression levels of genes involved in tight junction formation. *BMC Microbiol.* 10:316. doi: 10.1186/1471-2180-10- 316
16. Carlos Lifshitz, I.N. Zakharova, Y.A. Dmitrieva (2017). Effect of intestinal microbiome in norm and pathology on human health // *Medical Advice*. №1, P. 155-159.
17. River. Yu. L. Volyansky, I. S. Gritsenko, V. P. Shirobokov et al. (2004). Study of specific activity of antimicrobial drugs: Method. 40p.

18. Cheremushkina I. V., Glushchenko A. S., Anohina E. P., Chigirina N. A. et al. (2010). Biotechnology mannosoderzhaschih hydrolysates and study of prebiotic properties of mannose. *Biotechnology*. № 5, P. 56-61.
19. Holt J., Krieg N., Smith P., Staley G., Williams C. (1997). The determinant of Berdji bacteria. Vol. 1, 432p.
20. Holt J., Krieg N., Smith P., Staley G., Williams C. (1997). The determinant of Berdji bacteria. Vol. 2, 359p.
21. Delgado-Adámez J., Fernanda M., Belén F. L., González-Gómez D. (2012). In vitro assays of the antibacterial and antioxidant activity of aqueous leaf extracts from different *Prunus salicina* Lindl. Cultivars. *Food and Chemical Toxicology*. Vol. 50, N.7, P. 2481-2486. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.02.024>
22. Sójkaa M., Kołodziejczyk K., Abadias M., Milalaa J. et al. (2015). Composition and properties of the polyphenolic extracts obtained from industrial plum pomaces. *Journal of Functional Foods*. Vol. 12, P. 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.11.015>
23. Kravchenko V. M., Bashar Jabbar Ali Sahlani, Senyuk I. V. Investigation of acute toxicity of plum home fruit extracts. Prospects for the development of medicine in EU countries and Ukraine. International scientific and practical conference. Wloclawek, Republic of Poland, December 21-22, 2018. P. 109-112.

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგია

**8H- ტრიაზოლ [6,7-F] -კუმარინისა და 7-ბენზოილ-8H- ტრიაზოლ [6,7-F] -
კუმარინის სინთეზი.**

მამუკა მაისურაძე	ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქიმიური, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175 E-mail: m_maisuradze@gtu.ge
ელენე კალანდია	ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქიმიური, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175 E-mail: elene.kalandia@gtu.ge
გიორგი ფალავანდიშვილი	ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქიმიური, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175 E-mail: g.palavandishvili@gtu.ge
მანანა მათნაძე	ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქიმიური, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175 E-mail: m.mathnadze@gtu.ge
ნანა გახოკიძე	სსიპ თბილისის № 70 საჯარო სკოლა, თბილისი, ფონიჭალა 3, E-mail: nana.gaxokidze@gtu.ge
სოფიო ცქვიტაია	შსს საექსპერტო კრიმინალისტიკური დეპარტამენტი, თბილისი, გულუას ქ.10, 0114 E-mail: sophotskvitaia@gmail.com

ხათუნა წეროძე

ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ქიმიური,
თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175
E-mail: kh.tserodze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ზ. გელიაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის პროფესორი,

E-mail: z.geliashvili@gtu.ge

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, ბიოკომპლექსების შექმნის და კვლევის ცენტრი. პროფესორი. საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69.

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ანოტაცია: ახალი სამკურნალო საშუალებების შექმნისათვის მნიშვნელოვანია ცნობილი ფიზიოლოგიურად აქტიური მოლეკულის ქიმიური მოდიფიკაცია, რომელიც ასევე გულისხმობს ბიოლოგიური აქტიურობის მქონე მოლეკულების ერთ მოლეკულაში გაერთიანებას, რასაც ხშირად მივყავართ ბიოლოგიური აქტიურობის ინტენსივობის და/ან სპექტრის ცვლილებასთან. ამ სტატიაში წარმოდგენილია ტრიაზოლშემცველი ტრიციკლური კონდენსირებული ჰეტეროციკლური სისტემა და მისი წარმოებული კუმარინის ბაზაზე. კუმარინის ნიტრირებით, შემდგომ მისი აღდგენით, ალკილირებით, კვლავ ნიტრირებით, კვლავ აღდგენითა და დამცავი ჯგუფის მოხსნით მიიღება 6,7-დიამინოკუმარინი(7). ნატრიუმის ნიტრიტის წალხსნარით და კატალიზური რაოდენობის მარილმჟავათი ნაერთი (7)-დან მიიღება ტრიციკლური კონდენსირებული სისტემები: 8H-ტრიაზოლო-[6,7-f]-კუმარინი (8); 7-ბენზოილ-8H-ტრიაზოლო[6,7-f]-კუმარინი(9). ამ ნაერთებმა, PASS Online პროგრამის მათემატიკური გათვლების გამოყენებით, უჩვენეს საკმაოდ მაღალი სავარაუდო ბიოლოგიური აქტიურობები (70%-95%). მიღებული ნაერთები აკმაყოფილებენ ლიპინსკის წესს.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი ნაერთები, ბიოლოგიური აქტიურობა, ტრიაზოლი, კუმარინები, ლიპინსკის წესი.

შესავალი

ბუნებრივ ნაერთთა შესწავლისას არცთუ იშვიათად ადგილი აქვს მრავალი, საოცრად საინტერესო ტიპის ახალი ორიგინალური ნაერთის აღმოჩენას. კუმარინი და მისი წარმოებულები, ასეთი აღმოჩენის ტიპური მაგალითია. კუმარინები მცენარეულ სამყაროში ფართოდაა გავრცელებული ისინი აღმოჩენილია ასევე ცხოველებისა და მიკროორგანიზმების ცხოველ-მოქმედების პროდუქტებში. ბუნებრივი კუმარინები -ეს არის ბიოორგანული ქიმიის შედარებით ახალი განშტოება. [1]

დღეს, ქიმიკოსებთან ერთად, კუმარინებით დაინტერესებული არიან: სხვადასხვა სფეროს მეცნიერები: ფიზიკოსები, ფარმაკოლოგები, ციტოლოგები, ტოქსიკოლოგები, კლინიკის-ტები, ბიოლოგები, პარფიუმერები. [2]

ჩვენი მიზანი იყო ერთ მოლეკულაში გაგვეერთიანებინა ისეთი ჰეტეროციკლური ფრაგმენტები, როგორცაა: კუმარინი და ტრიაზოლი. გაერთიანების შემდეგ, ჩვენი ვარაუდით, გაიზრდებოდა მიღებული ნაერთის ბიოლოგიური აქტიურობა.

ჩვენს ძირითად სამუშაოს წარმოადგენდა ახალი, ბიოლოგიურად აქტიური ჰეტეროციკლური კონდენსირებული სისტემის - 8H-ტრიაზოლ[6,7-f]-კუმარინის და მისი წარმოებულის - 7-ბენზოილ-8H-ტრიაზოლ[6,7-f]-კუმარინის მიღება. [5-6]

ტრიაზოლ და კუმარინშემცველი ნაერთები ხასიათდება ფიზიოლოგიური აქტიურობის ფართო სპექტრით: ანტივირუსული, გულ-სისხლძარღვთა დაავადების საწინააღმდეგო, ანტიკანცეროგენული, ანტიმიკრობული, ანთების საწინააღმდეგო ანტიბაქტერიული, და ა.შ. აქტივობით. [3-6].

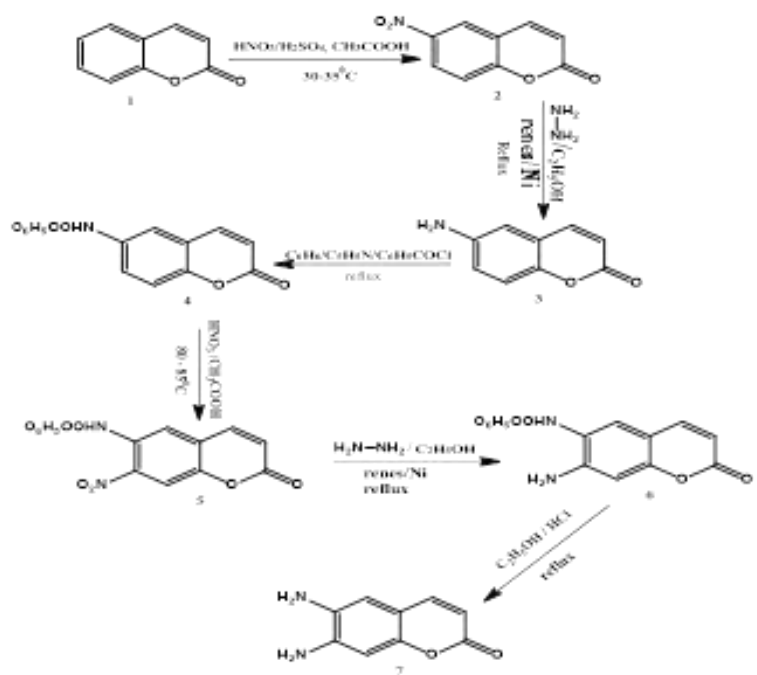
ძირითადი ნაწილი

ჩვენი კვლევის საწყის ნაწილს წარმოადგენდა კუმარინის მოლეკულაზე თანმიმდევრული „მიშენების” გზით ტრიაზოლის ბირთვის ანელირება. თეორიულად შესაძლებელია ტრიაზოლის ბირთვის სამ სხვადასხვა მდგომარეობაში მიერთება. ჩვენ ძალისხმევა მივმართეთ ხაზოვანი სტრუქტურის შექმნაზე, კერძოდ - 6,7-დიამინოკუმარინიდან იმავე მდგომარეობის ტრიაზოლოკუმარინის მიღებაზე.

საწყის ნივთიერებად გამოყენებულ იქნა კუმარინი. კუმარინის (1) ნიტრირებით - ცინულოვან ძმარმჟავაში კონცენტრირებული აზოტმჟავა - გოგირდმჟავას ნარევის დამატებით - მივიღეთ 6-ნიტროკუმარინი (2), რეაქცია მიმდინარეობს 30-35°C-ტემპერატურაზე. 6-ნიტროკუმარინის (2) აღდგენას ვაწარმოებდით ეთილის სპირტში, ჰიდრაზინ ჰიდრატით და რენეს Ni კატალიზატორით. შედეგად დასინთეზებულ იქნა 6-ამინოკუმარინი (3). შემდეგ

ეტაპზე გადასასვლელად საჭირო გახდა მიღებულ 6-ამინოკუმარინში (3) ამინის ჯგუფის დაცვა. დაცვას ვატარებდით ბენზოილქლორიდით, ბენზოლისა და პირიდინის არეში, რეაქციის შედეგად მივიღეთ 6-ბენზამიდოკუმარინი(4). მიღებული 6-ბენზამიდოკუმარინის (4) კვლავ ნიტრირებით აზოტმჟავათი ყინულოვანძმარმჟავას არეში მივიღეთ 6-ბენზამიდო-7-ნიტროკუმარინი(5), რეაქცია ტარდებოდა 80-85°C-ზე. შემდეგ ეტაპზე 6-ბენზამიდო-7-ნიტროკუმარინის(5) აღდგენა ხდებოდა ნაერთი (3)-ის ანალოგიურად. მივიღეთ 7-ამინო-6-ბენზამიდოკუმარინი(6). 7-ამინო-6-ბენზამიდოკუმარინს (6) დეაცილირება ხდებოდა ეთანოლის არეში მარილმჟავათი დუღილის პირობებში, მივიღეთ 6,7-დიაამინოკუმარინი (7). საწყისი ნაერთების მიღების სქემა (1) მოცემულია ქვემოთ.

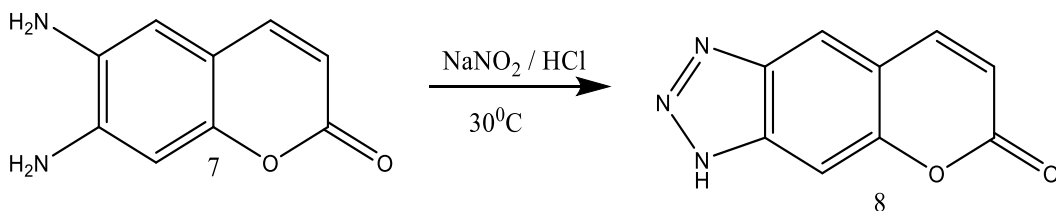
მიღებული ნაერთებიდან 1-3 ნაერთი არ წარმოადგენს ახალ ნაერთებს. მათი ლღობის ტემპერატურები შედარებულ იქნა ლიტერატურულ მონაცემებს და ძირითადად დაემთხვა, რითაც დასტურდება ნაერთების იდენტურობა. ხოლო 4-7 ნაერთები ჩვენს მიერ იქნა მიღებული და ამასთან, ნაერთი (5)-ის სტრუქტურა ¹H ბმრ- სპექტრომეტრით იქნა დადგენილი.



სქემა 1. 6,7-დიაამინოკუმარინის (7) მიღება

როგორც ცნობილია, ორთო-ფენილენდიაამინზე ნატრიუმის ნიტრიტის, მარილმჟავას და ძმარმჟავას ზემოქმედებით მიიღება ბენზოტრიაზოლი, რეაქციის დროს ხდება ერთი ამინის ჯგუფის დიაზოტირება [7]. რეაქცია წარიმართება დაბალ ტემპერატურასა და სარეაქციო

ნარევის ულტრაბგერითი დასხივების პირობებში [8-9]. ამ რეაქციის ანალოგიით სინთეზირებულ იქნა: ტრიციკლური ჰეტეროციკლური კონდენსირებული სისტემა: 8H-ტრიაზოლო-[6,7-f]-კუმარინი (8);



სქემა 8. 8H-ტრიაზოლო[6,7-f]-კუმარინის (8) მიღება

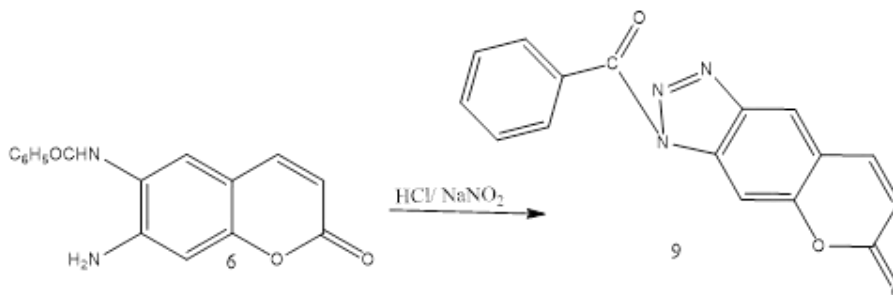
ცხრილი 1. 6,7-დიაზინოკუმარინისა (7) და 8H-ტრიაზოლო[6,7-f]-კუმარინის (8) ¹H-ბმრ სპექტრების პარამეტრები

ნაერთი	გამხსნელი	ქიმიური ძვრადობა (σ, δ, τ)								J, ჰც
		3-H	4-H	5-H	7-H	8-H	9-H	NH ₂	NH	
7	DMSO	6.29	7.53	6.73	-	6.44	-	3.50	-	J _{4,3} =9.62 J _{5,8} =0.88
8	DMSO	6.32	8.08	7.93	8.47	-	7.68	-	10.20	J _{4,3} =9.62 J _{5,9} =0.47

6,7-დიაზინოკუმარინისა (7) და 8H-ტრიაზოლო-[6,7-f]-კუმარინის(8) აღნაგობა დადასტურებულ იქნა ¹H-ბმრ სპექტრომეტრის მეშვეობით. პარამეტრები მოცემულია ცხრილში:

ასევე დასინთეზებულ იქნა ერთი წარმოებული: 7-ბენზოილ-8H-ტრიაზოლო[6,7-f]-კუმარინი(9), რომლის 7-ამინო-6-ბენზამიდო-

კუმარინიდან (6) მიღება ხორციელდება ნატრიუმის ნიტრიტის წყალხსნარით, მარილმჟავას თანაობისას:



სქემა 3. 7-ბენზოილ-8H-ტრიაზოლო-[6,7-f]-კუმარინის (9) მიღება

ექსპერიმენტული ნაწილი

რეაქტივები, რომლებიც ექსპერიმენტისთვის იქნა გამოყენებული, წინასწარ იყო გასუფთავებული გადაკრისტალებით და გამოხდით. რეაქტივები იყო სამრეწველო წარმოების.

სპექტრების ჩანაწერში გამოყენებული გამხსნელების სისუფთავე შეესაბამებოდა კვალიფიკაციას „სპექტროსკოპიული ანალიზისთვის“.

¹H-ბმრ სპექტრები ჩაწერილი იქნა სპექტრომეტრზე BRUKER WM-00 (400 მჰ). ქიმიური წანაცვლებები (δ) მოცემულია მილიონობით წილებში (მწ), ხოლო სპინ-სპინური ურთიერთქმედების კონსტანტები (J) კი ჰერცებში (ჰ).

ლღობის ტემპერატურა განსაზღვრულ იქნა ლღობის MEL-TEMP 3.0 აპარატზე.

6-ნიტროკუმარინი(2) - სამყელა კოლბაში, რომელზეც მორგებულია თერმომეტრი, საწვეთი ძაბრი, სარეველა, ათავსებენ 15გ (0.07მოლი) კუმარინს. ამატებენ 17მლ კონც. ძმარმჟავას. მორვესას ნივთიერება თანდათან იხსნება. შემდეგ საწვეთი ძაბრით ამატებენ 6 მლ აზოტმჟავას ($d=1,5$), ნარევს აცივებენ და ამატებენ 12მლ გოგირდმჟავას. სარეაქციო მასას აცხელებენ 20 წუთის განმავლობაში. მიღებულ თეთრი ფერის კრისტალებს ფილტრავენ შოტის ფილტრზე და რეცხავენ წყლით ნეიტრალურ რეაქციამდე. კონტროლი - ქლოროფორმი : ეთილაცეტატი 3:1; (გამოსავლიანობა): 96%; $M=191$; $C_9H_5NO_4$ $T_{\text{ღ}}=175-180^{\circ}C$

6-ამინოკუმარინის(3). - 190 მლ 96%-იან ეთილის სპირტში ხსნიან 7,5გ (0,046 მოლი) 6-ნიტროკუმარინს(2), ამატებენ 17,4 მლ ჰიდრაზინჰიდრატს . მორვეს და დუღილის პირობებში შეაქვთ რენეს/Ni კატალიზატორი. თეთრი ფერის კრისტალები ნელ-ნელა იხსნება და სარეაქციო მასა ხდება გამჭვირვალე ყვითელი. სინთეზი გრძელდება 40-45 წთ. ამინის მოყვითალო კრისტალებს რეცხავენ წყლით შოტის ფილტრზე. ამრობენ ოთახის ტემპერატურაზე. ამინის გადაკრისტალება ხდება 96%-იან ეთილის სპირტში, შრობის შედეგად მიიღება ყვითალი ფერის კრისტალები. კონტროლი - ქლოროფორმი : ეთილაცეტატი 3:1; გამოსავლიანობა: 61,5%; $M=161$; $T_{\text{ღ}}=156-158^{\circ}C$. $C_9H_7NO_2$

6-ბენზამიდოკუმარინი(4). 55 მლ ბენზოლისა და 16 მლ პირიდინის არეში შეაქვთ 3,8გ (0,02მოლი) 6-ამინოკუმარინი (3). დუღილის პირობებში წვეთ-წვეთობით ამატებენ 3,5 მლ ბენზოილქლორიდს. ექსპერიმენტის ხანგრძლივობა 30 წთ. სინთეზის შედეგად გამოლექილ თეთრი ფერის კრისტალებს ფილტრავენ შოტის ფილტრზე, რეცხავენ ყინულოვანი ძმარმჟავით, პირიდინის მოსაცილებლად, შემდეგ წყლით ნეიტრალურ რეაქციამდე. კონტროლი - ქლოროფორმი : ეთილაცეტატი 3:1

გამოსავლიანობა: 93,05%; $M=265$; $T_{\text{ღ}}=137-140^{\circ}C$; $C_{16}H_{11}NO_3$

7-ნიტრო-6-ბენზამიდოკუმარინი(5). სამყელა კოლბაში, რომელიც აღჭურვილია მექანიკური სარეველათი, თერმომეტრით და საწვეთური ძაბრით ათავსებენ 3,1გ (0,013მოლი)

6-ბენზამიდოკუმარინს (4), ამატებენ 91 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას და 7,3 მლ აზოტმჟავას. რეაქცია მიმდინარეობს 80-85°C-ზე. ხსნარში გამოვარდნილ ყვითელ კრისტალებს შლიან ყინულზე, საბოლოოდ ფილტრავენ შოტის ფილტრზე და რეცხავენ ნეიტრალურ არემდე. გამო-სავალი: 88%; $T_{\text{ლღ}}=162-163^{\circ}\text{C}$; $M=310$; $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_5$

7-ამინო-6-ბენზამიდოკუმარინი(6). 2გ (0.006მოლი) 6-ბენზამიდო-7-ნიტროკუმარინს(5) ათავსებენ სამყელა კოლბაში, ამატებენ 65მლ 96%-იან ეთილის სპირტსა და 9 მლ 31%-იან მარილმჟავას. ნივთიერება არ იხსნება ცივ მდგომარეობაში, ამიტომ ხდება მისი გაცხელება და დუღილისას ულუფებად შეაქვთ 3გ თუთიის მტვერი. ყვითელი შეფერილობის სარეაქცია არე თანდათან ხდება გამჭირვალე ნარინჯისფერი. რეაქცია მიმდინარეობს 40-45 წუთი. ნარევის გაფილტვრა ხდება ცხლად ფილტრის ქაღალდზე. ფილტრატის შეტუტიანება ხდება ამიაკის წყალხსნარით სუსტ ტურე არემდე. მიღებული კრისტალების რეცხვა ხდება შოლტის ფილტრზე წყლით. გაშრობის შემდეგ 7-ამინო-6-ბენზამიდოკუმარინის გადაკრისტალება ხდება 96%-იანი ეთანოლით. კონტროლი - ქლოროფორმი:ეთილაცეტატი 3:1; გამოსავალი: 75%; $M=280$; $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_3$. $T_{\text{ლღ}}=185-190^{\circ}\text{C}$

6,7-დიამინოკუმარინი(7). 12 მლ ეთილის სპირტის არეში ათავსებენ 1გ(0,0035 მოლი) 7-ამინო-6-ბენზამიდოკუმარინს(6) და დუღილის პირობებში ამატებენ 5 მლ მარილმჟავას. მარილმჟავას დამატების შედეგად ნივთიერება გაიხსნა და დაახლოებით 20 წუთის შემდეგ ნარევი გახდა ნარინჯისფერი, მიღებულ ყვითელ კრისტალებს ფილტრავენ შოტის ფილტრზე და რეცხავენ ნეიტრალურ არემდე. აშრობენ. გამოსავალი: 91%; $M=176$; $T_{\text{ლღ}}=126-129^{\circ}\text{C}$ $\text{C}_9\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$

8H-ტრიაზოლო-[6,7-f]-კუმარინი(8). - სამყელა კოლბაში, რომელიც აღჭურვილია საწვე-თური ძაბრითა და უკუმაცივრით, ათავსებენ 0,5გ (0,0028მოლი) 6,7-დიამინოკუმარინს (7), ამატებენ 0,36მლ 31%-იან მარილმჟავას(HCl) და 4 მლ წყლის ნარევის. ნივთიერება მარილმჟავაში არ იხსნება, ჯირჯვდება. ცივი წყლით გაცივებისა და მორევის პირობებში ამატებენ 0,1გ ნატრიუმის ნიტრიტს (NaNO_2) გახსნილს 0,5 მლ წყალში. ნიტრიტის მიმატების დაწყებისთანავე ნარევი მიიღო მურა ყავისფერი შეფერილობა, დაახლოებით 10 წუთის შემდეგ შეფერილობა გაღიადა. ნიტრიტის დამატებიდან კიდევ 10 წუთი ცივ მდგომარეობაში მიმდინარეობს მორევა, შემდეგ დაახლოებით 30 წუთი ნარევი თბება 24-30°C-მდე. ნარევი იფილტრება ცივად. ირეცხება წყლით ნეიტრალურ არემდე. მიღებული კრისტალები გადაკრისტალდება ძმარმჟავაში და ირეცხება ამიაკის წყალხსნარით, შემდეგ წყლით ნეიტრალურ რეაქციამდე. კონტროლი- ეთილაცეტატი: ჰექსანი:ეთერი=5:1:3. გადაკრისტალება

ხდება აცეტონში და მიიღება ჩალისფერი კრისტალები. გამოსავალი: 78%; ქიმ. ფორმულა: $C_9H_5N_3O_2$; $M=187.04$; $T_{\text{ლ.}}=293-295^{\circ}\text{C}$;

7-ბენზოილ-8H-იმიდაზოლო[6,7-f]-კუმარინის(9) მიღება მიმდინარეობს ნაერთი (8)-ს ანალოგიურად მიიღება ღია ყავისფერი-მონაცრისფრო კრისტალები. კონტროლი - ეთილაცეტატი : ჰექსანი : ეთერი=5:1:3;

გამოსავალი: 73% ქიმ. ფორმულა: $C_{16}H_{19}N_3O_2$; $M=291.06$ $T_{\text{ლ.}}=238-240^{\circ}\text{C}$

დასკვნა:

1. კუმარინზე თანდათანობითი მიშენების გზით დასინთეზებულია ტრიაზოლშემცველი კონდენსირებული ტრიციკლური ჰეტეროციკლური სისტემა - 8H-ტრიაზოლო[6,7-f]-კუმარინი(8).
2. მიღებული ჰეტეროციკლური სისტემის საფუძველზე დასინთეზებულია წარმოებული მოსალოდნელი ბიოლოგიური აქტიურობით - 7-ბენზოილ-8H-ტრიაზოლო[6,7-f]-კუმარინი(9)
3. საერთო ჯამში მიღებულ იქნა 6 ახალი ნაერთი, დამუშავებულია მათი მიღების პრეპარატურული მეთოდები.
4. დადგინდა კუმარინის ნიტრირების, ამინირებისა და ბენზოილირების რეაქციების ოპტიმალური პირობები.
5. განსაზღვრულია ექვსივე ახალი ნაერთის ლლობის ტემპერატურები.
6. მიღებული 6-ბენზამიდო-7-ნიტროკუმარინის(5); 6,7-დიამინუკუმარინის(7) და 8H-ტრიაზოლო[6,7-f]-კუმარინის(8) აღნაგობა დადასტურებულია ^1H -ბმრ-სპექტრომეტრიის გამოყენებით.

ლიტერატურა:

1. Melisa M. Melough Ock K.CHun/Dietary furocoumarins and skin cancer: A review of current biological evidence/Food and Chemical Toxicology/Volume 122, December 2018, Pages 163-171
2. Annacarbone^aAlessandraMontalbano^aVirginiaSpanò^bIlariaMusante^bLuisI.V.Galietta^{bc}PaolaBarraja/Furocoumarins as multi-target agents in the treatment of cystic fibrosis/European Journal of Medicinal Chemistry/Volume 180, 15 October 2019, Pages 283-290
3. ChaoNiu^{ab}Guang XianPang^{ab}GenLi^{ab}JunDou^{ab}Li FeiNie^{ab}HelimayHimit^{ab}MadinaKabas^{ab}Haji AkberAisa/Synthesis and biological evaluation of furocoumarin derivatives on melanin synthesis in murine B16 cells for the treatment of vitiligo/Bioorganic & Medicinal Chemistry/Volume 24, Issue 22, 15 November 2016, Pages 5960-5968
4. Vivek K. Vyas, Manjunath Ghate, Chetan Chintha and Paresh Patel. 3D QSAR Studies on Substituted Benzimidazole Derivatives as Angiotensin II-AT1 Receptor Antagonist. Department of Pharmaceutical Chemistry, Institute of Pharmacy, Nirma University, S.G. Highway, Charodi,

- Ahmedabad 382 481, Gujarat, India. *Current Computer-Aided Drug Design*, 9(3): 433-445. Volume 12, 4 Issues, 2016
- M.Maisuradze, G.Phalavandishvili, N.Gakhokidze, M.Matnadze, S.Tskhvitaia, E.Kalandia/ Novel diazole and dibenzothiophenedioxide containing tetracyclic systems/ *Chemical Science International Journal*, 2017, vol. 9, number 3. DOI: [10.4236/ijoc.2017.71004](https://doi.org/10.4236/ijoc.2017.71004)
 - M.Maisuradze, G.Phalavandishvili, N.Gakhokidze, M.Matnadze, S.Tskhvitaia, E.Kalandia/ Novel diazole/triazole and dibenzothiophenedioxide containing pentacyclic systems with promising biological activities/ *International journal of Organic Chemistry*, 2017, vol.8, Number2, p.143-150
 - Claudio, M. P.; Pereira, Helio A.; Stefani, Karla P.; Guzen, Aline T. G. (29 August 2006). "Improved Synthesis of Benzotriazoles and 1-Acylbenzotriazoles by Ultrasound Irradiation". *Letters in Organic Chemistry* 4: 43–46. doi:10.1002/chin.200731104. Retrieved 23 November 2011.
 - H. Gillman, A.L. Jacoby, H.A. Pacevitz. Relative reactivities of organometallic compounds. Selective metalations of dibenzothiophene. *J.Org. Chemistry*. **1938**; 3(1): 120-124
 - M.Maisuradze, G.Ugulava. The Triazole and Thiophene Containing New Heterocyclic Systems. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*. USA 2012 . Vol.6, No. 4, 378-383;

Synthesis of 8H-triazole [6,7-f]-coumarin and 7-benzoyl-8H-triazole [6,7-f]-coumarin

Mamuka Maisuradze	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Technical University of Georgia, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175 E-mail: m_maisuradze@gtu.ge
Elene Kalandia	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Technical University of Georgia, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175 E-mail: elene.kalandia@gtu.ge
Giorgi Palavandishvili	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Technical University of Georgia, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175 E-mail: g.palavandishvili@gtu.ge
Manana Matnadze	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Technical University of Georgia, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175 E-mail: m.mathnadze@gtu.ge
Nana Gakhokidze	Public School No. 70 of LSI Tbilisi, Tbilisi, Fonichala 3, E-mail: nana.gaxokidze@gtu.ge
Sofio Tskvitaya	Expert Forensic Department of the Ministry of Internal Affairs, Tbilisi, 10 Gulua St., 0114 E-mail: sophotskvitaia@gmail.com
Khatuna Tserodze	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Technical University of Georgia, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175 E-mail: kh.tserodze@gtu.ge

Abstract: the chemical modification of a known physiologically active molecule is important for the creation of new medicinal products, which also involves combining molecules with biological activity into one molecule, which often leads to a change in the intensity and/or spectrum of biological

activity. This article presents a triazole-containing tricyclic condensed heterocyclic system and its derivative based on coumarin. By nitration of coumarin, further its reduction, alkylation, again nitration, again reduction and removal of the protecting group, 6,7-diaminocoumarin(7) is obtained. Tricyclic condensed systems are obtained from sodium nitrite solution and catalytic amount of hydrochloric acid compound (7): 8H-triazolo-[6,7-f]-coumarin (8); 7-Benzoyl-8H-triazolo[6,7-f]-coumarin (9). These compounds, using the mathematical calculations of the PASS Online program, showed quite high estimated biological activities (70%-95%). The obtained compounds satisfy Lipinski's rule.

Keywords: natural compounds, biological activity, triazo-ly, coumarins, Lipinski's rule.

INFLUENCE OF ACID ON THE CHEMICAL COMPOSITION, STRUCTURE AND POROSITY OF NATURAL HEULANDITE

- Vladimer Tsitsishvili** Department of Chemistry & Chemical Technologies, Georgian National Academy of Sciences, Georgia, 0108, Tbilisi, 52, Sh. Rustaveli av.;
Petre Melikishvili Institute of Physical & Organic Chemistry, Tbilisi State University, Georgia, 0186, Tbilisi, 31 A. Politkovskaia str.
E-mail: v.tsitsishvili@gmail.com
- Nanuli Dolaberidze** Petre Melikishvili Institute of Physical & Organic Chemistry, Tbilisi State University, Georgia, 0186, Tbilisi, 31 A. Politkovskaia str.
E-mail: n_dolaberidze@yahoo.com
- Nazibrola Kutsiava** Technical University of Georgia, 0171, 77 Kostava str., Tbilisi, Georgia.
E-mail: n.kutsiava@gtu.ge
- Nato Mirdzveli** Petre Melikishvili Institute of Physical & Organic Chemistry, Tbilisi State University, Georgia, 0186, Tbilisi, 31 A. Politkovskaia str.
E-mail: nato.mirdzveli@gmail.com
- Manana Nijaradze** Petre Melikishvili Institute of Physical & Organic Chemistry, Tbilisi State University, Georgia, 0186, Tbilisi, 31 A. Politkovskaia str.
E-mail: manana.nij955@gmail.com
- Zurab Amiridze** Petre Melikishvili Institute of Physical & Organic Chemistry, Tbilisi State University, Georgia, 0186, Tbilisi, 31 A. Politkovskaia str.
E-mail: zurabamiridze55@gmail.com
- Bela Khutsishvili** Petre Melikishvili Institute of Physical & Organic Chemistry, Tbilisi State University, Georgia, 0186, Tbilisi, 31 A. Politkovskaia str.
E-mail: bela.khutsishvili@tsu.ge

Abstract. Chemical composition, structure and porosity of acid treated natural heulandite from the Tedzami-Dzegvi deposit, selected for the creation of new bactericidal zeolite filter and filler materials, have been studied by chemical analysis, X-ray diffraction patterns, water and benzene adsorption and nitrogen adsorption-desorption methods. It was found that the treatment with mineral hydrochloric acid

does not cause the destruction of the crystal microporous structure of heulandite, but leads to a significant dealumination and decationization of zeolite framework, as well as to a slight increase in surface hydrophobicity. Small water molecules freely enter the micropores of heulandite, while for larger nitrogen molecules the micropores become accessible only after acid treatment. Low-temperature nitrogen adsorption-desorption isotherms show acid-mediated sharp increase of adsorption in micropores and of the BET surface area, as well as changes in the mesoporous systems, leading to the prevalence of small pores with a diameter up to 4 nm.

Keywords: acid treatment, dealumination, decationization, heulandite, micropores, mesopores.

Introduction

Natural and synthetic zeolites, crystalline microporous aluminosilicates with general formula $M_nSi_xAl_nO_{2(n+x)} \cdot mH_2O$, $M^+ = Na^+, K^+, \frac{1}{2}Ca^{2+}, \frac{1}{2}Mg^{2+}$, etc., are considered the most promising molecular-sieves, sorbents and ion-exchangers for various purposes, which is covered in detail in reviews of recent years [1-9]. The open framework uniform structures of zeolites are constructed from alternating SiO_4 and AlO_4^- tetrahedrons [10]: the union of tetrahedrons leads to the formation of different rings, the union of rings leads to the formation of cages, and the union of uniform cages forms endless channels. The existence of cages and channels of strictly defined dimensions determines shape-selectivity of zeolites and other unique properties including low density and large volume of free spaces, high degree of hydration and the presence of so-called “zeolite water”, possibility of sorption of molecules and ions, ion exchange capacity and catalytic properties.

The bottom sediments of the Ocean are relatively huge and very rich in zeolites, but this source of natural zeolites is not yet available to humans. However, natural zeolites such as clinoptilolite, morденite, chabazite, etc. can be important constituents of rocks, tuffs or clay. Such surface zeolite-containing sediments can be mined using a relatively simple and inexpensive opencast method. It is generally accepted that zeolites were formed in nature over several thousand years as a result of the reaction of volcanic ash with the waters of the basic lakes. In laboratory and industrial conditions, hydrothermal processes of zeolite crystallization are simulated using elevated temperature and/or pressure, and various sources of silicon and aluminum are used as raw materials. Carrying out hydrothermal synthesis requires appropriate equipment, clean raw materials and energy, and the price of the product is much higher than the price of natural zeolite. Modern research is focused on finding cheaper and more accessible raw materials for the production of synthetic zeolites, while trying to reduce the production cost.

Natural zeolites have a high selectivity for ammonium ions, as well as for ions of toxic and heavy metals, so they have found important applications in environmental protection (wastewater treatment, purification of gases) and agriculture (carriers of agrochemicals and fertilizers, feed additives, treatment of soil and fish ponds). Natural zeolites are also used as water adsorbents (desiccation of organic solvents, heat storage), active fillers (construction materials, paper, polymers) and pet litters.

However, natural zeolites are of limited use for a number of reasons. First, the content of the zeolite phase in rocks and tuffs, as a rule, does not exceed 90%, and impurities, as well as the composition of exchangeable cations, can vary from site to site, even within the same deposit. Secondly, the properties of zeolites strictly depend on their crystal structure, and the main disadvantage is that the diameters of peripheral rings, called entrance windows, are small (0.3 – 1.0 nm) and are sometimes clogged with impurities and/or relatively large cations. It is noted [9] that, compared with natural zeolites, synthetic zeolites have a greater capacity for adsorption and cation exchange due to the high uniformity of pore size distribution, hydrophobicity/hydrophilicity, and the presence of a single compensating cation.

It is believed that the modification of natural zeolites with various chemical treatments (ion exchange, acids, bases) can improve their properties [11]. It has been shown that treatment with acids and/or bases leads to the removal of impurities that clog the entrance windows, which leads to an increase in the cation exchange capacity [12]. Acid treatment was considered as a method for the secondary synthesis of zeolites [11], and it was shown that it leads to structural degradation due to significant dealumination (extraction of aluminum from the zeolite network) and decationization with the formation of a hydroxyl nest. It was found that acid-mediated decationization and dealumination of clinoptilolite-containing tuff affects ammonium uptake by Croatian zeolite [13] and zinc removal from acid rock drainage by zeolite from Bear River, USA [14]; on the other hand, acid-modified (1 M of HCl during 24 h) Ukrainian Transcarpathian clinoptilolite demonstrated highest adsorption of cadmium without considerable dealumination [15]. The effect of acid type on the structure of natural zeolite was recently considered [16].

The aim of this work was to study acid mediated dealumination, decationization and structural changes in heulandite-containing tuff from the Tedzami-Dzegvi deposit, selected for the creation of new bactericidal zeolite filter and filler materials. Preliminary results of studies of acid-treated heulandite-bearing tuff from the Tedzami-Dzegvi deposit and other zeolites from Kazakhstan and Armenia have been published recently [17, 18], this article summarizes these studies and contains additional information not included in these publications.

Main Part

EXPERIMENTAL Acid treatment of heulandite-containing tuff from the Tedzami-Dzegvi deposit (HTD sample) was carried out in a shaking water bath (OLS26 Aqua Pro, Grant Instruments, US, linear mode) with HCl solutions (0.5, 1.0 and 2.0 N) at a solid to liquid ratio of 1:10 and at 75 °C. This temperature was chosen as sufficiently high and optimal to ensure reproducibility of results and control of temperature constancy throughout the acid treatment, as well as for comparison with the results of published works [13-16]. To achieve maximum effect, acid treatment was carried out in three steps: the 1st lasted 1 hour, the 2nd – 2 hours, and the 3rd – 3 hours, each step was followed by washing with distilled water until no Cl⁻ ions were detected in the washing water by using AgNO₃ (purchased from Merck KGaA, Darmstadt, Germany, and used without any further purification) solution; the products obtained at each step were weighed.

The obtained samples of acid-treated HTD are characterized by X-ray energy dispersion spectra (EDS; obtained from high performance scanning electron microscope JSM-6490LV, JEOL, Japan, equipped with INCA Energy 350 XRED analyzer, Oxford Instruments), powder diffraction (XRD) patterns obtained from a diffractometer D8 Endeavor, Bruker, Germany, employing the Cu-K α line ($\lambda = 0.154056$ nm); the samples were scanned in the 2Θ range of 5° to 60° with a 0.02° step at a scanning speed of 1°/min. Sorption of water and benzene vapors was measured in static conditions at room temperature and constant pressure. Nitrogen adsorption/desorption isotherms were measured at 77 K using ASAP 2020 Plus analyzer, Micromeritics, Norcross GA, USA.

RESULTS & DISCUSSION The chemical composition and structure of original heulandite-containing tuff (HTD sample) were characterized by EDS, powder XRD pattern, infrared-Fourier (FTIR) spectrum collected by a 10.4.2 spectrometer (Perkin-Elmer, UK), and low-temperature nitrogen adsorption-desorption isotherms [19]; thermal properties of the HTD sample (dehydration and structural transformations) were studied by thermogravimetric [20], XRD and other methods [21], and it was found that the crystal structure of the sample is stable up to approx. 400 °C. It has been established that the zeolite phase content in the HTD sample is approx. 90% by weight; the chemical composition of the zeolite phase can be described by the empirical formula given in Table 1, content of main impurities per aluminum atom is Fe_{0.2}, Ca_{0.14}, and Ti_{0.005}, and by the value of the silicate modulus (Si/Al=3.6), the HTD sample can be classified as high-silica heulandite belonging to the HEU type (crystal chemical data [Ca₄(H₂O)₂₄] [Al₈Si₂₈O₇₂]-HEU, [10, pp. 156-157]).

Weight loss and chemical composition. When processing a sample in a hydrochloric acid solution, its weight is lost, quantitative data depending on the concentration of the solution and the processing step are given in Table 1.

Table 1

Weight loss (%) from acid treatment (0.5 – 1.0 – 2.0 N) steps (1 – 2 – 3) of HTD sample			
Step	From 0.5 N	From 1.0 N	From 2.0 N
1	9.75	12.8	15.4
2	7.05	7.8	7.95
3	4.5	6.1	5.25
Total	21.3	26.7	28.6

Such a high weight loss (>20%) cannot be due to dealumination and decationization alone, and it is obvious that the zeolite dissolves in an acidic environment. The degree of dealumination and decationization is determined by XR-EDS analysis, and it has been found that after the first stage of acid treatment (1 h), the degree of dealumination reached 87-92% of the final value obtained as a result of the second stage of treatment (2 h); after the third stage (3 h) the chemical composition of the resulting product did not change. All results below refer to samples obtained from the three-stage processing.

The effect of acid treatment on the chemical composition of the HTD sample (XR-EDS analysis) is shown in Table 2, in terms of averaged empirical formulas for dehydrated HEU type zeolites, the Si/Al molar ratio, and the degree of dealumination (DD), which is defined as the ratio of the aluminum content in the acid-treated sample to the aluminum content in original HTD sample.

An increase in the Si/Al molar ratio from 3.6 to 9.5, and a decrease in the aluminum content to 44% of the original, indicates deep acid-mediated dealumination in the Georgian heulandite. Strong dealumination of heulandite-clinoptilolites treated with HCl solutions has been noted by a number of authors [13-15, 22-23], but it usually occurs at a higher temperature (close to the water boiling point) and a longer treatment time. Under the conditions applied to the HTD sample [17], significant dealumination (Si/Al increases from 5 to 9) was established by us for the clinoptilolite of the Nor-Kokhb deposit, Armenia, while in the Kazakhstani zeolite from the Chankanay deposit, aluminum is not so significantly leached (Si/Al increases from 3 to 3.6).

The acidic environment at a relatively high temperature also causes strong decationization of heulandite, as shown in Fig. 1, by a decrease in the total charge of compensating ions, as well as the share of each of these cations (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , and Mg^{2+}) in compensating the negative charge of the zeolite

framework as they are leached and replaced by H⁺ in the framework with the formation of the so-called H-forms.

Table 2

Chemical composition of unit cell, Si/Al molar ratio, and degree of dealumination (DD) in original and acid-treated samples

Sample	Empirical formula	Si/Al	DD
HTD	(Na _{1.95} K _{0.47} Ca _{1.49} Mg _{1.17})[Al _{7.83} Si _{28.2} O ₇₂]	3.6	1.00
0.5N-HTD	(Na _{0.62} K _{0.67} Ca _{0.71} Mg _{0.47})[Al _{4.58} Si _{31.4} O ₇₂]	6.85	0.58
1.0N-HTD	(Na _{0.47} K _{0.4} Ca _{0.65} Mg _{0.46})[Al _{4.26} Si _{31.7} O ₇₂]	7.45	0.54
2.0N-HTD	(Na _{0.096} K _{0.5} Ca _{0.61} Mg _{0.26})[Al _{3.43} Si _{32.6} O ₇₂]	9.5	0.44

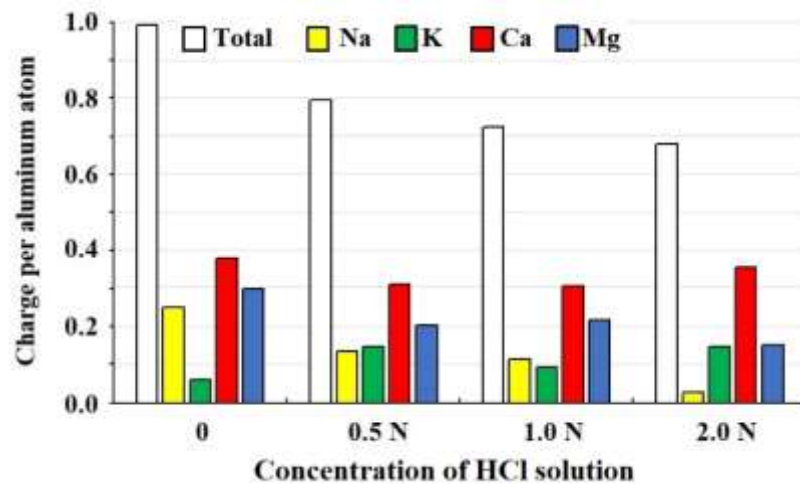


Fig. 1. Cationic charge per aluminum atom of native (0) and acid-treated HTD

The total charge of EDS-measured compensating ions monotonically decreases from ≈ 1 to ≈ 0.68 with increasing acid concentration. The greatest changes in the cationic composition occur for sodium, its content decreased by ≈ 9 times after treatment with 2.0 N HCl solution, so that the contribution of Na⁺ ions to the compensation of the negative charge on aluminum atoms is significantly reduced, which means that of all compensating cations, sodium is leached out to the greatest extent. The contribution of Mg²⁺ ions to the compensation of the negative charge on aluminum atoms decreases by a factor of ≈ 2 , while the contribution of Ca²⁺ ions decreases by only 7%. These ions are washed out of the framework in the N⁺>Mg²⁺>Ca²⁺ series, so that the negative charge of the framework is compensated mainly by K⁺ ions, whose contribution increases nonmonotonically. It is possible to conclude that the decationization of HTD sample mainly proceeds due to sodium ions, while calcium and, in particular, potassium are practically not involved in this process. This conclusion is consistent with the results obtained for Croatian clinoptilolite-containing tuff, where it was also found that samples treated with HCl solutions

exchanged mainly Na^+ ions, followed by Mg^{2+} and Ca^{2+} ions, whereas K^+ ions from the clinoptilolite practically did not participate in an exchange process [13]. On the contrary, acid treatment of Turkish clinoptilolite mainly leaches out cations of alkaline earth metals, while the removal of monovalent Na^+ and K^+ cations is insignificant at treatment temperatures of 25–100 °C, and changed little with changes in acid concentration [24].

It should be noted that although decationization was considered by many authors, in the overwhelming majority of works, the production of H-forms was not based on the direct action of acid, but on the replacement of metal cations by an ammonium cation NH_4^+ , followed by calcination, in which ammonia is removed ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}^+$). These studies were carried out with the aim of obtaining catalysts, monocationic synthetic zeolites (Na-forms) were used, and the content of cations was approximately halved (Na/Al decreased from 1 to 0.5 [25]).

Structural changes. Structural changes of the studied materials are fixed by powder XRD patterns. Powder XRD pattern of untreated HTD sample (see Fig. 2) shows all intense low-angle ($2\Theta = 5 - 35^\circ$) peaks of the heulandite (empirical refined composition $[\text{K}_{8.48}(\text{H}_2\text{O})_{18}] [\text{Al}_{9.36}\text{Si}_{26.64}\text{O}_{72}]$) simulated powder XRD pattern from classical collection [26, pp. HEU]; according to chabazite ($[\text{K}_{4.16}(\text{H}_2\text{O})_{7.23}] [\text{Al}_{3.84}\text{Si}_{8.16}\text{O}_{24}]$) simulated powder XRD pattern [26, pp. CHA], additional peaks are attributed to the CHA type ($[\text{Ca}_6(\text{H}_2\text{O})_{40}] [\text{Al}_{12}\text{Si}_{24}\text{O}_{72}]$ -CHA, [10, pp. 96-97]); the ratio of HEU and CHA structures in the HTD sample is 8:1 [15].

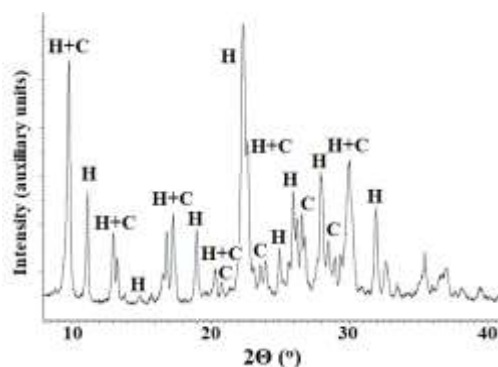


Fig. 2. Powder XRD pattern of original HTD sample; H – peaks of heulandite, C – peaks of chabazite

The powder XRD pattern shows no changes after treatment of the HTD sample with a dilute HCl solution (0.5 N), but treatment with concentrated solutions leads to a change in the intensity of some peaks (see Fig. 3).

Comparison of the patterns show that the low-angle peak at $2\Theta = 9.85^\circ$ (Miller indices $hkl/020$; d-spacing 8.98 Å) decreases with increasing acid concentration, intensity of peaks at $\approx 22^\circ$ ($hkl/131, 400, 330$; ≈ 4 Å) first increase (after treatment with 1.0 N solution), and then decrease (2.0 N), while the

intensity of the weak peak at $\approx 28^\circ$ (hkl -422 and/or -441; ≈ 3.15 Å) initially decreases, and then sharply increases with increasing the acid concentration to 2N; peaks at $2\Theta = 13^\circ$ (hkl -201; 6.8 Å), 15° (hkl 220; ≈ 6 Å) and $\approx 33^\circ$ (hkl -261 and/or 061; ≈ 2.8 Å) decrease and disappear from X-ray diffraction patterns with increasing acid concentration.

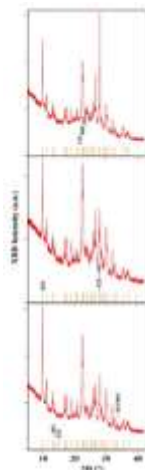


Fig. 3. Powder XRD patterns of acid treated HTD sample with Miller indices of intensity-changing peaks

The overall intensity of the XRD pattern decreases slightly with increasing acid concentration, but no line broadening in XRD pattern is observed, so that the acidic environment does not cause amorphization of the HTD sample. In a recent work of Çakıcıoğlu-Özkan and Becer [16], the amorphization of clinoptilolite observable in powder XRD patterns was noted only after treatment of the zeolite with highly concentrated (5 and 10 N) solutions of hydrochloric acid.

Sorption properties

Sorption indicators of zeolites carry information about the possibility of penetration of molecules into micro- and mesopores. Zeolites with a relatively high aluminum content are hydrophilic, and small water molecules with a kinetic molecular diameter of 0.266 nm pass through all the pores. It is believed that the adsorption capacity for water vapor at a relative pressure $p/p_0 = 0.4$ reflects the micropore volume, and the adsorption capacity at saturated water vapor pressure ($p/p_0 = 1.0$) reflects the total volume of micro-, meso-, and macropores [27]. Measured under static conditions, the adsorption capacities of the original and acid-treated HTD samples for water vapor and benzene are shown in Table 3.

Table 3

Water vapor and benzene sorption (mmol/g) on original and acid-treated HTD samples

Adsorbate	Related pressure	Sample			
		HTD	0.5N-HTD	1.0N-HTD	2.0N-HTD
Water	0.4	5.35	5.50	5.43	5.53
Water	1.0	8.01	9.76	8.66	9.58
Benzene	1.0	1.40	1.57	1.53	1.51

The volume of micropores accessible for water molecules in untreated HTD sample is about 60% of the total pore volume; adsorption in micropores practically does not change as a result of acid treatment, and the total adsorption of water molecules in all pores increases nonmonotonically. An increase in the total adsorption of water vapor is associated with the formation of mesopores; such a process was described for synthetic zeolite more than a quarter of a century ago [28].

It is believed [28-30] that water molecules interact to the greatest extent with acidic protons H^+ located at the framework aluminum atoms, so that the amount of adsorbed water should be proportional to the content of framework aluminum. If we follow these ideas, then since dealumination occurs during acid treatment, the adsorption of water molecules should correspondingly decrease, which is not observed. The seeming contradiction is explained by the fact that we studied a “hydrophilic” zeolite with a relatively high aluminum content, while the correlation between the adsorption of water molecules and the aluminum content was based on the results of a study of high-silica ($Si/Al = 35$ [29], $Si/Al > 42$ [30]) and “hydrophobic” zeolites. Obviously, in our case, a small amount of $H^+(Al)$ cannot play a significant role in the adsorption of water molecules in the pores of heulandite and the impurity phase of chabazite, although it is possible that a slight increase in adsorption after acid treatment (see Table 3) is associated with the formation these centers that strongly bind water molecules. As for the hydrophilicity / hydrophobicity of the zeolite, this information can be obtained by considering the adsorption of non-polar molecules.

The entrance windows in the heulandite crystal structure are 10-membered ring with sizes 0.75×0.31 nm and two 8-membered rings (0.47×0.28 nm and 0.46×0.36 nm), in chabazite crystal structure is only one 8-membered ring (0.38×0.38 nm) [10], so that large (kinetic diameter 0.585 nm) non-polar benzene molecules cannot pass into the micropores of the zeolite and are adsorbed on the surface. Measured benzene adsorption changes insignificantly, but the results obtained indicate an increase in the hydrophobicity of the surface of zeolite after acid treatment. More detailed information about surface and mesopores was obtained by analyzing nitrogen adsorption-desorption isotherms using Brunauer–Emmett–Teller (BET, [31]) and Barrett–Joyner–Halenda (BJH, [32]) models.

Experimental low-temperature adsorption-desorption isotherms of nitrogen on the studied original and acid-treated HTD samples are shown in Fig. 4; at low relative pressures ($p/p_0 < 0.3$) they correspond to the filling of micropores (Langmuir plot) and demonstrate a hysteresis loop at $0.4 < p/p_0 < 0.99$, which indicates the presence of a developed system of mesopores.

According to the so-called BDDT classification of isotherms [33] adopted by IUPAC, as well as the classification of hysteresis loops [34], the obtained isotherms belong to type IV (complete filling of pores) with a combined hysteresis loop: H₁ (cylindrical pore channels) in the region of high relative pressures and H₃ (slit-shaped pores) in the region of medium pressures $0.4 < p/p_0 < 0.9$.

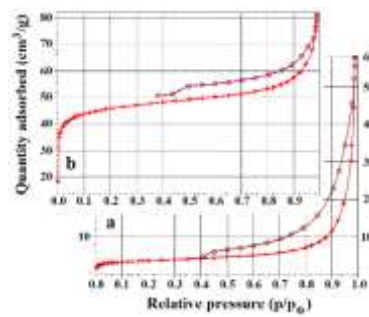


Fig. 4. N₂ adsorption-desorption isotherms on untreated (a) and acid-treated (2.0N, b) HTD samples

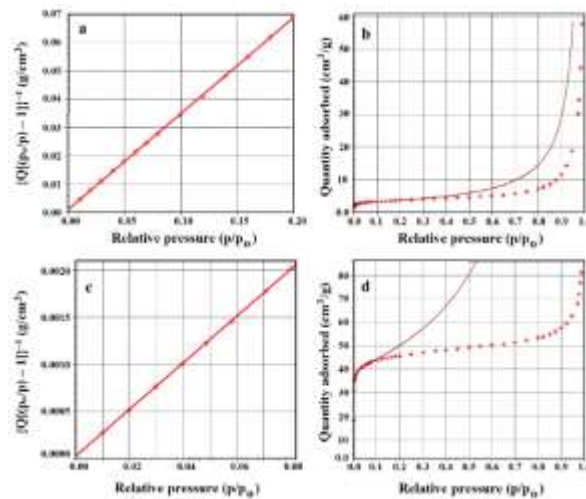


Fig. 5. BET surface area plot (left) and BET isotherm plot (right) of untreated (a, b) and treated with 2.0 N HCl solution (d, c) HTD samples

The experimental data at low pressure are well described by the BET equation ($\{Q[(p_0/p) - 1]\}^{-1} = (Q_m C)^{-1} + \{[(C - 1)/Q_m C]\} (p/p_0)$), where Q is quantity adsorbed at pressure p , Q_m is the monolayer specific volume on the adsorbent surface, C is the ratio of the adsorption equilibrium constant in the

first layer and the condensation constant [31]). For an untreated HTD sample, the BET model is applicable in the range of relative pressures $0.01 < p/p_0 < 0.20$ (see Fig. 5a), significant discrepancies between the BET equation and the measured values occur at relative pressures $p/p_0 > 0.4$ for (Fig. 5b), for acid-treated samples, the model applicability range narrows (Fig. 5c), and significant discrepancies appear already at a pressure of $p/p_0 > 0.2$ for (Fig. 5d).

The constant $C \approx 370$ for the untreated sample, and for the acid-treated samples it has values greater than 1000, so the BET equation simplifies to the form $\{Q[(p_0/p)-1]\}^{-1} = (p/p_0)/Q_m$ or $Q_m = Q[1 - (p/p_0)]$, which makes it possible to calculate the surface area S_{BET} with high accuracy using the formula $S_{BET} = W_m N_A A_x / M$, where N_A is Avogadro constant ($6.023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$), A_x – effective cross-sectional area of N_2 molecule (0.162 nm^2), M – adsorptive (nitrogen gas) molar volume ($22,414 \text{ mL/mol}$). The surface area S_{BET} and other porosity parameters of original and acid-treated HTD samples are given in Table 4.

Table 4

Porosity parameters of original and acid-treated HTD samples

Concentration of HCl solution (N)	0	0.5	1.0	2.0
Quantity adsorbed at $p/p_0 \approx 0.4$ (cm^3/g)	4.184	35.0	42.3	48.2
Quantity adsorbed at $p/p_0 \approx 1.0$ (cm^3/g)	57.89	48.8	55.8	68.1
Total volume of pores (cm^3/g)	0.0895	0.109	0.1129	0.1256
Volume of micropores (cm^3/g)	0.00647	0.0782	0.0856	0.0889
BET surface area (m^2/g)	12.8	126.7	154.7	175.0
BJH average pore diameter (nm)	17.2	13.1	11.6	11.1

Quantity adsorbed in micropores at low pressures on original HTD sample is rather low (at $p/p_0 = 0.4$ is adsorbed only $\approx 7\%$ of adsorbed at $p/p_0 \approx 1$), while the micropore volume, according to water vapor adsorption data, is at least two-thirds (67%) of the total pore volume. The same effect was noted for clinoptilolite-containing tuff from Gördes (Turkey), which the authors attributed to the blocking of most of the pores by cations considered as impurities [16]. Low value of nitrogen adsorption in micropores of untreated HTD sample is apparently due to the fact that non-polar nitrogen molecule N_2 has kinetic diameter of 0.364 nm and can pass only into one 8-membered ring ($0.46 \times 0.36 \text{ nm}$) of heulandite due to considerable flexibility of its framework [10].

As a result of acid treatment, the quantity of adsorbed nitrogen molecules at $p/p_0 = 0.4$ and the corresponding volume of micropores, as well as the BET surface area increase sharply and continue to increase with increasing acid concentration, while the total volume of micro- and mesopores (pores with diameter less than 200 nm) increases monotonically with increasing acid concentration.

Çakıcıoğlu-Özkan and Becer reported a more than 12-fold increase in micropore volume after treatment of clinoptilolite with 3 N HCl solution, but with further increase in the concentration, the micropore volume decreased [16]. Akimkhan [22] did not observed an increase in the total pore volume upon treatment of clinoptilolite at room temperature with 3M HCl solution for 24 hours, but noted an approx. twofold increase in pore volume with an increase in acid concentration to 12 M and more than a threefold increase upon acid treatment with a boiling solution. Silva and coworkers [23] found that treatment with HCl solutions increased the surface area by about 16 times.

The BJH method [32] was used to estimate the mesopore size and calculate the pore size distribution. The basis of the BJH method is the modified Kelvin equation $\ln(p/p_0) = -4\gamma V_{\text{liquid}}/r_p RT$ (where γ is surface tension of liquid nitrogen, V_{liquid} is liquid molar volume, and r_p is pore radius, R is gas constant, T is temperature), establishing the relationship between the pore radius and the condensation pressure. The calculations use the desorption branch of the hysteresis loop, which reflects the amount of adsorbate removed from the pores of the zeolite as the relative pressure p/p_0 decreases; the pore radius r_p is taken as the sum of the critical radius r_k and the statistical thickness t : $r_p = r_k + t$; the critical radius for nitrogen desorption at 77 K is $r_k(\text{Å}) = 4.15/[\log(p_0/p)]$, and the thickness is calculated as $t(\text{Å}) = 3.54[5/\log(p_0/p)]^{0.333}$, according to the Halsey equation [35] and Faass correction [36].

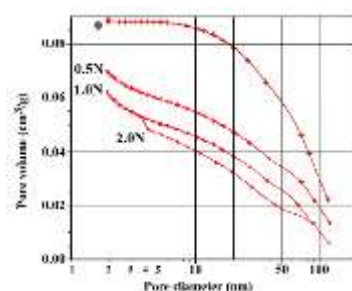


Fig. 6. Pore size distribution $V(D)$ curves of original (0) acid-treated HTD samples

The BJH desorption average pore diameter ($2r_p$) for an untreated HTD sample is 17.2 nm, and as a result of acid treatment, this porosity parameter sharply decreases, but depends little on the acid concentration. Thus, acid treatment affects not only the micropore system, but also the mesopores.

Wide hysteresis loop indicates broad pore size distribution, and the curve $V(D)$ (pore volume V vs. pore diameter D , see Fig. 6) calculated from desorption isotherm on untreated HTD sample shows the presence of mesopores up to 100 nm in diameter.

The shape of pore size distribution curves $V(D)$ calculated for acid-treated samples changes, and the specific volume of mesopores generally decreases with increasing acid concentration. Thus, the observed increase in the total pore volume from 0.08 to 0.125 cm^3/g , apparently, is mainly due to the

“opening” of micropores for nitrogen molecules. According to the nitrogen adsorption values given in Table 4, after processing the HTD sample in solutions with a concentration of 0.5, 1.0 and 2.0 N, the specific volume of micropores increases to 72, 76 and 71% of the total pore volume, respectively. However, the water vapor adsorption values given in Table 3 show that for the same samples, the specific volume of micropores decreases to 56, 63, and 58% of the total pore volume. This discrepancy is probably due to the fact that in the first case the adsorption of non-polar molecules is considered, and in the second case, the adsorption of polar molecules.

According to the differential dV/dD pore size distribution curves (Fig. 7), the broad size distribution of mesopores in the original HTD sample has a maximum at ≈ 12 nm; as a result of acid treatment, this maximum disappears, but a sharp maximum appears at ≈ 4 nm, which increases with increasing acid concentration.

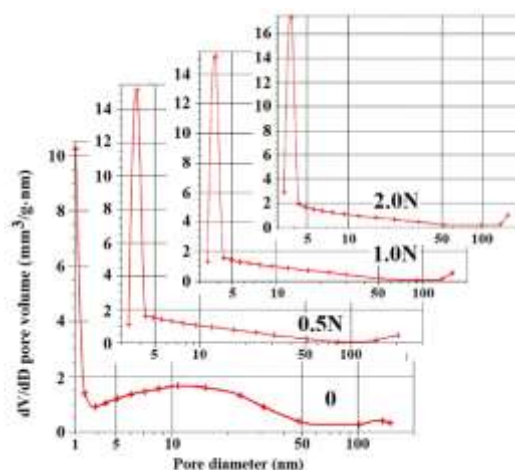


Fig. 7. Pore size distribution differential $dV(D)/dD$ curves of original (0) acid-treated HTD samples

Taking into account, albeit small, but still an increase in the total pore volume with increasing acid concentration, it can be assumed that after acid treatment in the mesopore system of HTD sample, small pores, up to 4 nm in diameter, become predominant. Silva and coworkers [23] also found that HCl treatment more than halved the mesopore diameter of clinoptilolite.

Conclusion:

Based on the conducted studies, it can be concluded that the treatment of heulandite-containing tuff from the Tedzami-Dzegvi deposit with mineral hydrochloric acid does not cause the amorphization of the crystalline microporous structure of the zeolite, but gradually dissolves it, and also leads to significant dealumination and decationization. In the decationization process, sodium ions Na^+ take the greatest part, calcium and magnesium ions are washed out to a lesser extent, and potassium ions K^+ do not

participate in the process and become the main ions that compensate for the negative charge of the remaining aluminum atoms.

It was found that the total volume of pores with a diameter of less than 200 nm in Georgian heulandite-containing tuff is 89.5 mm³/g, of which $\approx 2/3$ (≈ 60 mm³/g) are micropores that are completely accessible to water molecules, but only a part of these pores ($\approx 7\%$ of the total pore volume) is accessible to larger nitrogen molecules. Acid treatment “opens” micropores for nitrogen molecules, increases the surface area of the adsorbent from ≈ 13 to 126-175 m²/g, slightly increases the hydrophobicity of the surface, decreases the volume of mesopores and leads to the predominance of relatively small mesopores up to 4 nm in diameter.

This work was supported by the International Science and Technology Center (ISTC) under the project GE-2506 “Scientific substantiation of the possibility of creating new bactericidal zeolite filter materials for purification-decontamination of water from various sources”.

References:

1. Laurino, C., & Palmieri, B. (2015). Zeolite: “the magic stone”; main nutritional, environmental, experimental and clinical fields of application. *Nutricion Hospitalaria*, 32, 573-581.
2. Yuna, Z. (2016). Review of the natural, modified, and synthetic zeolites for heavy metals removal from wastewater. *Environ. Eng. Sci.*, 33, 443-454.
3. Nakhli, S.A.A., Delkash, M., Bakhshayesh, B.E., & Kazemian H. (2017). Application of zeolites for sustainable agriculture: a review on water and nutrient retention. *Water, Air, & Soil Pollution*, 228(12), 464, <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3649-1>.
4. Kraljević Pavelić, S., Simović Medica, J., Gumbarević, D., Filošević, A., Pržulj, N., & Pavelić, K. (2018). Critical review on zeolite clinoptilolite safety and medical applications in vivo. *Front. Pharmacology*, 9, 1350, <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01350>.
5. Hardi, G.W., Maras, M.A.J., Riva, Y.R.R., & Rahman S.F. (2020). A review of natural zeolites and their applications: Environmental and industrial perspectives. *International Journal of Applied Engineering Research*, 15(7), 730-734.
6. Król, M. (2020). Natural vs. Synthetic zeolites. *Crystals*, 10, 622. <https://doi.org/10.3390/cryst10070622>.
7. Li, Y., & Yu, J. (2021). Emerging applications of zeolites in catalysis, separation and host-guest assembly. *Nature Reviews Materials*, 6, 1156-1174.
8. Cataldo, E., Salvi, L., Paoli, F., Fucile, M., Masciandaro, G., Manzi, D., Masini C.M., & Mattii G.B. (2021). Application of zeolites in agriculture and other potential uses: a review. *Agronomy*, 11, 1547-1561.
9. de Magalhães, L.F., da Silva, G.R., & Peres, A.E.C. (2022). Zeolite application in wastewater treatment. *Adsorpt. Sci. Technol.*, 2022, 4544104, <https://doi.org/10.1155/2022/4544104>.
10. Baerlocher, Ch., McCusker, L.B.m & Olson, D.H. (2007). Atlas of zeolite framework types, 6th revised edition. Amsterdam: Elsevier, http://www.iza-structure.org/books/Atlas_6ed.pdf.
11. Szostak, R. (2001). Secondary synthesis methods. In H. van Bekkum, E.M. Flanigen, P.A. Jacobs, & J.C. Jansen, J.C. (Eds), *Introduction to Zeolite Science and Practice* (pp. 261-297). Amsterdam: Elsevier, [https://doi.org/10.1016/S0167-2991\(01\)80248-2](https://doi.org/10.1016/S0167-2991(01)80248-2).

12. Wang, S., & Peng, Y. (2010). Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. *Chem. Eng. J.*, 156, 11–24.
13. Rozić, M., Cerjan-Stefanović, S., Kurajica, S., Maefat, M.R., Margeta, K., & Farkas, A. (2005). Decationization and dealumination of clinoptilolite tuff and ammonium exchange on acid-modified tuff. *J. Colloid Interface Sci.*, 284, 48-56.
14. Xu, W., Li, L.Y., & Grace, J.R. (2014). Dealumination of clinoptilolite and its effect on zinc removal from acid rock drainage. *Chemosphere*, 111, 427-433.
15. Vasylechko, V.O., Gryshchouk, G.V., Kuz'ma, Yu.B., Zakordonskiy, V.P., Vasylechko, L.O., Lebedynets, L.O., & Kalytovs'ka, M.B. (2003). Adsorption of cadmium on acid-modified Transcarpathian clinoptilolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 60(1-3), 183-196.
16. Çakıcıoğlu-Özkan, F., & Becer, M. (2019). Effect of the acid type on the natural zeolite structure. *Journal of the Turkish Chemical Society, section B*, 2, 69-74.
17. Tsitsishvili, V., Dolaberidze, N., Mirdzveli, N., Nijaradze, M., Dzhakipbekova, N., Harutyunyan, L., Amiridze, Z., & Khutsishvili, B. (2022). Acid treatment of Georgian, Kazakhstani and Armenian natural heulandite-clinoptilolites. *Scientific Collection «InterConf»*, 138, 363-370.
18. Tsitsishvili, V., Dolaberidze, N., Mirdzveli, N., Nijaradze, M., Dzhakipbekova, N., Harutyunyan, L., Amiridze, Z., & Khutsishvili, B. (2023). Acid treatment of Georgian, Kazakhstani and Armenian natural heulandite-clinoptilolites. II. Adsorption and porous structure. *Scientific Collection «InterConf+»*, 31(147), 483-502.
19. Tsitsishvili, V., Panayotova, M., Miyamoto, M., Dolaberidze, N., Mirdzveli, N., Nijaradze, M., Amiridze, Z., Klarjeishvili, N., Khutsishvili, B., Dzhakipbekova, N., & Harutyunyan, L. (2022). Characterization of Georgian, Kazakh and Armenian natural heulandite-clinoptilolites. *Bull. Georgian Natl Acad. Sci.*, 16(4), 115-122.
20. Tsitsishvili V., Machaladze T., Dolaberidze N., Nijaradze M., Mirdzveli N., Djakipbekova N., & Harutyunyan L. (2022). Dehydration and structural transformations during thermal treatment of Georgian, Kazakhstani and Armenian natural heulandite-clinoptilolites. *Scientific Collection «InterConf»*, 136, 356-364.
21. Tsitsishvili, V., Dolaberidze, N., Mirdzveli, N., Nijaradze, M., Dzhakipbekova, N., Harutyunyan, L., Amiridze, Z., & Khutsishvili, B. (2023). Thermal treatment of Georgian, Kazakhstani and Armenian natural heulandite-clinoptilolites. *Scientific Collection «InterConf+»*, 29(139), 242-260.
22. Akimkhan, A.M. (2012). Structural and ion-exchange properties of natural zeolite. In A. Kilislioglu (Ed), *Ion Exchange Technologies* (pp. 261-282), IntechOpen: London, UK.
23. Silva, M., Lecus, A., Lin, Y.T., & Corrao, J. (2019). Tailoring natural zeolites by acid treatments. *J. Mater. Sci. Chem. Eng.*, 7, 26–37.
24. Cakıcıoğlu-Ozkan, F., & Ulku, S. (2005). The effect of HCl treatment on water vapor adsorption characteristics of clinoptilolite rich natural zeolite. *Micropor. Mesopor. Mat*, 77, 47–53.
25. Lee, S., Kim, H., & Choi, M. (2013). Controlled decationization of X zeolite: mesopore generation within zeolite crystallites for bulky molecular adsorption and transformation. **J. Mater. Chem. A**, 1, 12096-12102.
26. Treacy, M.M.J., & Higgins, J.B. (2001). *Collection of simulated XRD powder patterns for zeolites*. Fourth revised edition. Elsevier: Amsterdam.
27. Yamaka, S., Malla, P.B., & Komarnani, S. (1989). Water sorption and desorption isotherms of some naturally occurring zeolites. *Zeolites*, 9, 18-22.
28. Sano, T., Yamanhita, N., Iwami, Y., Takeda, K., & Kawakami, Y. (1996). Estimation of dealumination rate of ZSM-5 zeolite by adsorption of water vapor. *Zeolites*, 16, 258-264.

29. Simonot-Grange, M., Elm'Chaouri, A., Weber, G., Dufresne, P., Raatz, F., & Joly, J. (1992). Characterization of the dealumination effect into H faujasites by adsorption: Part 1. The water molecule as a structural aluminum ion selective probe. *Zeolites*, 12, 155-159.
30. Olson, D.H., Haag, W.O., & Borghard, W.S. (2000). Use of water as a probe of zeolitic properties: Interaction of water with HZSM-5. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 35/36, 435-446.
31. Brunauer, S., Emmett, P. H., & Teller, E. (1938). Adsorption of gases in multimolecular layers. *J. Amer. Chem. Soc.*, 60(2), 309-319.
32. Barrett, E.P., Joiner, L.G., & Halenda, P.P. (1951). The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms. *J. Am. Chem. Soc.*, 73(1), 373-380.
33. Brunauer, S., Deming, L., Deming, W., & Teller, E. (1940). On a theory of the van der Waals adsorption of gases. *J. Amer. Chem. Soc.*, 62, 1723-1727.
34. Sing, K.S.W., Everett, D.H., Haul, R.A.W., Moscou, L., Pierotti, R.A., Rouquérol, J., & Siemieniewska, T. (1985). Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity. *Pure Appl. Chem.*, 57, 603-619.
35. Halsey, G.D. (1948). Physical adsorption on non-uniform surfaces, *J. Chem. Phys.*, 16, 931-938.
36. Faass, G.S. (1981). Correlation of gas adsorption, mercury intrusion, and electron microscopy pore property data for porous glasses. Thesis, Chemical Engineering, Georgia Institute of Technology, US. <http://hdl.handle.net/1853/32965>.

**მჟავას გავლენა ბუნებრივი ჰეილანდიტის ქიმიურ შედგენილობაზე,
სტრუქტურასა და ფორიანობაზე**

- | | |
|---------------------------|--|
| ვლადიმერ ციციშვილი | ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიების განყოფილება, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, საქართველო, 0108, თბილისი, შ. რუსთაველის გამზ. 52;
თსუ, პეტრე მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ. 31
E-mail: v.tsitsishvili@gmail.com |
| ნანული დოლაბერიძე | თსუ, პეტრე მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ.31
E-mail: n_dolaberidze@yahoo.com |
| ნაზი კუციავა | საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი , 0171, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 77.
E-mail: n.kutsiava@gtu.ge |
| ნატო მირძველი | თსუ, პეტრე მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ.31
E-mail: nato.mirdzveli@gmail.com |
| მანანა ნიჟარაძე | თსუ, პეტრე მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ.31
E-mail: manana.nij955@gmail.com |

ზურაბ ამირიძე

თსუ, პეტრე მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ.31

E-mail: zurabamiridze55@gmail.com

ბელა ხუციშვილი

თსუ, პეტრე მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ა. პოლიტკოვსკაიას ქ.31

E-mail: bela.khutsishvili@tsu.ge

ანოტაცია. ახალი ბაქტერიციდული ცეოლითური ფილტრებისა და შემავსებლების შესაქმნელად შერჩეული, თეძამი-ძეგვის საბადოს, მჟავით დამუშავებული ჰეილანდიტ-შემცველი (90%-მდე) ტუფის ქიმიური შედგენილობა, სტრუქტურა და ფორიანობა შესწავლილია ქიმიური ანალიზის (რენტგენული გამოსხივების ენერჯის განზნევის სპექტრები - XR-EDS), რენტგენული დიფრაქტომეტრის (XRD), წყლისა და ბენზოლის ადსორბციის, აზოტის ადსორბცია-დესორბციის იზოთერმების მეთოდების გამოყენებით. გამოვლენილია, რომ მინერალური მარილმჟავით (ხსნარები კონცენტრაციით 2.0 ნ-მდე) დამუშავება არ იწვევს ჰეილანდიტის კრისტალური მიკროფოროვანი სტრუქტურის დაშლას, მაგრამ იწვევს ცეოლითის კრისტალური მესრის მნიშვნელოვან დეალუმინირებას (Si/Al მოლური თანაფარდობა იზრდება 3.6-დან 9.5-მდე) და დეკატიონირებას (ალუმინის უარყოფითი მუხტის კომპენსაცია ლითონის იონებით მცირდება 68%-მდე), აგრეთვე აქტიური ზედაპირის ჰიდროფობურობის უმნიშვნელო მატებას. წყლის მცირე ზომის მოლეკულები თავისუფლად შედიან ჰეილანდიტის მიკროფორებში, ხოლო უფრო დიდი ზომის აზოტის მოლეკულებისთვის მიკროფორები ხელმისაწვდომი ხდება მხოლოდ მჟავით დამუშავების შემდეგ. დაბალტემპერატურული ადსორბცია-დესორბციის იზოთერმები აჩვენებენ მჟავას გავლენით მიკროფორებში ადსორბციისა და ბრუნაუერ-ემეტ-ტელერის (BET) მოდელის თანახმად განსაზღვრული ზედაპირის ფართის ზრდას 12-დან 175 მ²/გ-მდე, აგრეთვე მეზოფორულ სისტემაში ცვლილებებს, რაც იწვევს 4 ნმ-ზე მცირე ზომის ფორების რაოდენობის მომატებას.

საკვანძო სიტყვები: დეალუმინირება, დეკატიონირება, მეზოფორები, მიკროფორები, მჟავური დამუშავება, ჰეილანდიტი.

ACOUSTIC DIFFRACTION MODEL OF A RECTANGULAR APERTURE ARRAY

Aleksandre Tarkhnishvili

Chemical and biological technology department, Georgian Technical University, Kostava str. N69, 0192, Tbilisi, Georgia

E-mail: Lex.trx@gmail.com

Liana Kartvelishvili Electrical and computer engineering faculty, Technion, Haifa 3200003, Israel
E-mail: lianak@technion.ac.il

Teimuraz Cheishvili Chemical and biological technology department, Georgian Technical University, Kostava str. N69, 0192, Tbilisi, Georgia.
E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

Reviewers:

Z. Kovziridze Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU
E-mail: kovziri@gtu.ge

M. Razmadze Associate professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU
E-mail: m_razmadze@gtu.ge

Abstract The aim of our work is finding methods to control the distribution of acoustic wave energy that is important for calculation of ultrasound irradiation in biological tissues. The distribution of acoustic pressure and the possibility of focusing on a certain place is of great importance in studying the effect of high-frequency mechanical vibrations in living cells.

We simulated the acoustic field diffraction on the grating with rectangular aperture. Fraunhofer diffraction theory was applied for calculation of the acoustic far field distribution in analogy with light diffraction. We studied the dependence on the acoustic field pattern the following parameters of the grating: the size of the apertures, the number of apertures, the distance between the apertures and the ratio of the wavelength of the emitter to the size of the aperture. The simulation results are presented in our work.

Keywords: diffraction mathematical model, Fraunhofer diffraction, ultrasound focusing.

Introduction

1. Rectangular Aperture Array Model

If we direct ultrasound wave through array of rectangular apertures, we can change size, shape and energy of the ultrasound wave that fall on the sample.

Bellow we simulate different cases of the rectangular apertures array, where we change number, dimension of the apertures, distance between the apertures and the wave frequency.

Calculated applied for the wave distributed at the water, sound velocity in water is 1316 m/c.

As far as acoustic wave sources are concerned, if the source has a maximum overall dimension or aperture (D^2) that is large compared to the wavelength λ , the far-field region is commonly taken to exist at distances larger than Fraunhofer distance, $d_F = \frac{D^2}{4\lambda}$.

We used far field region for the measurements, so we need to know ultrasound field distribution at the measurements area.

We can calculate intensity distribution of the ultrasound beam from number of antennas by using the Fraunhofer diffraction theory condition is that the overall dimensions of the object should be much smaller than the distances to source or point of observation - far field region (John M. Cowley, Diffraction Physics).

1.1 Fraunhofer diffraction

As the Fraunhofer diffraction pattern of the structure is related to the Fourier transform of the function $U(x, y)$, at large distances from the sound source.

$$U(x, y) = \frac{\exp(ikz)}{i\lambda z} \exp\left[\frac{ik}{2z}(x^2 + y^2)\right] \iint_{\infty} U(X, Y) \exp\left[-\frac{ik}{2z}(xX + yY)\right] dXdY \quad (1.1)$$

Far field Fraunhofer approximation:

$$z \gg \frac{k}{2}(X^2 + Y^2)_{\max} \quad (1.2)$$

Fourie transform frequencies:

$$f_x = \frac{x}{\lambda z}, \quad f_y = \frac{y}{\lambda z} \quad (1.3)$$

1.2 Rectangular Aperture Array

Rectangular aperture array function can be represented as superposition of rectangular aperture transmission function and periodical structure function, like N slits diffraction grating transmission function.

Rectangular aperture transmission function is:

$$T(X, Y) = \text{rect}\left(\frac{X}{d_x}\right) \text{rect}\left(\frac{Y}{d_y}\right) \quad (2.1)$$

Where the d_x and d_y is the aperture size.

$$U(x, y) = \frac{\exp(ikz)}{i\lambda z} \exp\left[\frac{ik}{2z}(x^2 + y^2)\right] F\{U(X, Y)\}_{f_x = \frac{x}{\lambda z}, f_y = \frac{y}{\lambda z}} \quad (2.2)$$

$$U(x, y) = \frac{\exp(ikz)}{i\lambda z} \exp\left[\frac{ik}{2z}(x^2 + y^2)\right] \times (d_x d_y) \text{sinc}\left(\frac{kd_x x}{2z}\right) \text{sinc}\left(\frac{kd_y y}{2z}\right) \quad (2.3)$$

Amplitude of Fraunhofer diffraction on rectangular aperture calculated by:

$$I(x, y) = \left(\frac{d_x d_y}{\lambda z} \right)^2 \text{sinc}^2 \left(\frac{kd_x x}{2z} \right) \text{sinc}^2 \left(\frac{kd_y y}{2z} \right) \quad (2.4)$$

N slits diffraction grating transmission function can be represented by formula:

$$f(X) = \sum_{n=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} \delta(X - n\Lambda) \quad (2.5)$$

Far field response for N slits is:

$$F(x) = \sum_{n=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} \exp(i \frac{2px}{\lambda z} n\Lambda) = \sum_{n=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} \exp(in\Lambda k \frac{x}{z}) \quad (2.6)$$

$$F(x) = \frac{\sin \left(N\Lambda k \frac{x}{z} \right)}{\sin \left(\Lambda k \frac{x}{z} \right)}$$

We can introduce spherical coordinates and set $\frac{x}{z} = \sin \theta \cos \varphi$

$$F(x) = \frac{\sin \left(\frac{N\Lambda k}{2} \sin \theta \cos \varphi \right)}{\sin \left(\frac{\Lambda k}{2} \sin \theta \cos \varphi \right)} \quad (2.7)$$

Angular phase shift in the x direction we determine as θ_0 and for $\varphi=0$, can write:

$$F(x) = \frac{\sin \left(N\Lambda k (\sin \theta - \sin \theta_0) / 2 \right)}{\sin \left(\Lambda k (\sin \theta - \sin \theta_0) / 2 \right)} \quad (2.8)$$

Far field response for N rectangular antennas array with phase shift θ can be calculated by formula:

$$E(x, y) = U(x, y) F(x) = \left(\frac{d_x d_y}{\lambda z} \right) \text{sinc} \left(kd_x \frac{x}{2z} \right) \text{sinc} \left(kd_y \frac{y}{2z} \right) \times \frac{\sin \left(\frac{N\Lambda k}{2} \left(\frac{x}{z} - \sin \theta_0 \right) \right)}{\sin \left(\frac{\Lambda k}{2} \left(\frac{x}{z} - \sin \theta_0 \right) \right)} \quad (2.9)$$

Amplitude is:

$$I(x, y) = [E(x, y)]^2 \quad (2.10)$$

here k is the wave vector, λ is the wavelength, Λ is grating period.

For N number of the rectangular apertures the field of ultrasound wave calculated by the formula:

$$E(x, y) = \left(\frac{d_x \cdot d_y}{\lambda z} \right) \text{sinc} \left(kd_x \frac{x}{2z} \right) \text{sinc} \left(kd_y \frac{y}{2z} \right) \times \frac{\sin \left(\frac{N \Lambda k}{2} \cdot \frac{x}{z} \right)}{\sin \left(\frac{\Lambda k}{2} \cdot \frac{x}{z} \right)} \quad (2.11)$$

Amplitude distribution by x, y direction at the distance z from the aperture is:

$$I(x, y) = [E(x, y)]^2 \quad (2.12)$$

Here $d_x \cdot d_y$ aperture dimension, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ is the wave vector, λ is the wavelength, Λ is distance between apertures, N number of apertures.

Main part

Simulation Results: We used array number of antennas or apertures to manipulate by the energy (ultrasound field) distribution.

Fig. 2 On Fig 1. and Fig. 2 represented simulation of diffraction of sound with different frequency on rectangular aperture. Size of diffraction pattern on one rectangular aperture 1×1 mm proportional to the sound wavelength.

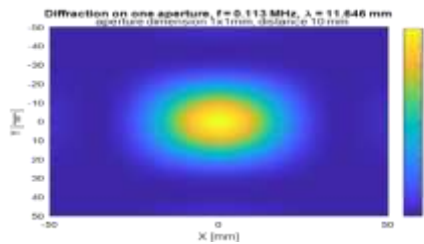


Fig 1.

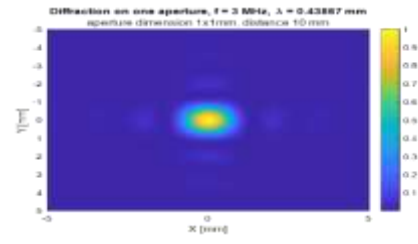


Fig. 2

On Fig 3. and Fig. 4 represented simulation of diffraction of sound with same number of apertures (5) and different frequencies.

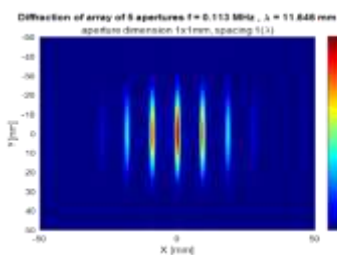


Fig.3

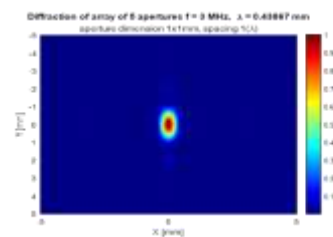


Fig. 4

In the first case size of the each aperture less than wavelength and the wave is diffracted on number of lines. In the second case, aperture is two times of the wavelength and wave energy from 5 sources concentrated to one point.

Case of different numbers of the apertures represented on Figs. 5-7

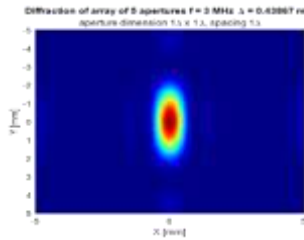


Fig. 5

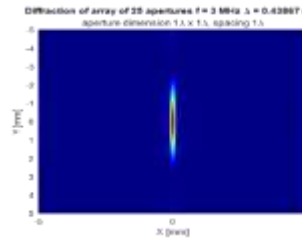


Fig. 6

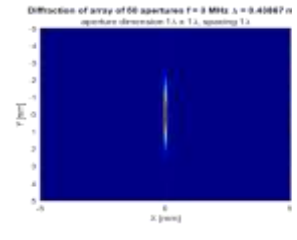


Fig. 7

Here we have three models of aperture array with 5, 25 and 50 apertures. We can conclude, that array works as energy concentrator. Beam area decreases with the increasing of number of apertures. On Fig 8. and Fig. 9 represented simulation of diffraction of sound with same number of apertures (5) and different spacing between apertures in wavelength size: In Fig.8 distance is equal one lambda and in Fig.9 distance is equal ten lambda.

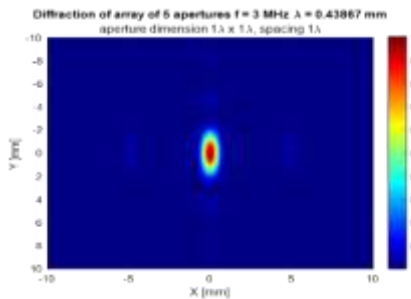


Fig.8

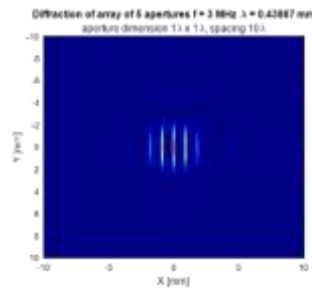


Fig.9

Conclusions

Our calculations shown, that array works as an energy concentrator. We can conclude that diffraction pattern depends on the spacing between apertures. If the distance less then wavelength, so as the beam energy is concentrated into one point, if the distance larger then wavelength, the beam energy is separated. Additionally, ultrasound beam area decreases with the increasing of number of apertures.

References:

1. Fuyin Ma, Zhen Huang, Chongrui Liu, et al. (2022) Acoustic focusing and imaging via phononic crystal and acoustic metamaterials. J. Appl. Phys. 131, 011103.
2. Zangeneh-Nejad F., Fleury R. (2019) Active times for acoustic metamaterials. Reviews in Physics Volume 4, November 2019, 100031.
3. Kino, G., ed. (2000). Acoustic Waves: Devices, imaging, and analog signal processing. Prentice Hall. Chapter 3, page 165.
4. John M. Cowley, Diffraction Physics, 1995.
5. Daniel Tarrazó-Serrano, Constanza Rubio, Oleg V. Minin, Pilar Candelas, Igor V. Minin. Ultrasonic, Volume 91, January 2019, Pages 237-241.

მართკუთხა აპერტურის მასივის აკუსტიკური დიფრაქციის მოდელი

- ალექსანდრე თარხნიშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, კოსტავას ქ. N69, 0192, თბილისი, საქართველო
E-mail: Lex.trx@gmail.com
- ლიანა ქართველიშვილი** ელექტრო და კომპიუტერული ინჟინერიის ფაკულტეტი, ტექნიონი, ჰაიფა 3200003, ისრაელი
E-mail: lianak@technion.ac.il
- თეიმურაზ ჭეიშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, კოსტავას ქ. N69, 0192, თბილისი, საქართველო
E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

ანოტაცია ჩვენი სამუშაოს მიზანია ვიპოვოთ მეთოდები აკუსტიკური ტალღის ენერჯის განაწილების გასაკონტროლებლად, რაც მნიშვნელოვანია ბიოლოგიურ ქსოვილებში ულტრაბგერითი გამოსხივების გამოსათვლელად. ცოცხალ უჯრედებში მაღალი სიხშირის მექანიკური ვიბრაციების ეფექტის შესწავლისას დიდი მნიშვნელობა აქვს აკუსტიკური წნევის განაწილებას და გარკვეულ ადგილზე ფოკუსირების შესაძლებლობას. ჩვენ მოვახდინეთ აკუსტიკური ველის დიფრაქციის სიმულაცია მართკუთხა აპერტურის მესერზე. ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის თეორია გამოყენებული იქნა აკუსტიკური შორეული ველის განაწილების გამოსათვლელად სინათლის დიფრაქციის ანალოგიით. ჩვენ შევისწავლეთ აკუსტიკური ველის გადანაწილების დამოკიდებულება მესერის შემდეგ პარამეტრებზე: აპერტურის ზომა, აპერტურების რაოდენობა, აპერტურებს შორის მანძილი და ემიტერის ტალღის სიგრძის თანაფარდობა აპერტურის ზომასთან. სიმულაციის შედეგები წარმოდგენილია ჩვენს ნაშრომში.

საკვანძო სიტყვები: დიფრაქციის მათემატიკური მოდელი, ფრაუნჰოფერის დიფრაქცია, ულტრაბგერის ფოკუსირება

რკინის ქვეჟანგჟანგის ნახშირბადით აღდგენის პროცესის კინეტიკის თავისებურებების კვლევა მაღალი წნევის პირობებში

- მედეა წეროძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი „აღმასებისა და კომპოზიციური მასალების“ სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი, 0171, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: m.tserodze@gtu.ge

- ზურაბ ავალიშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი „ალმასებისა და კომპოზიციური მასალების“ სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი, 0171, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: zura.avalishvili.gtu@gmail.com
- ნინო კენჭიაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი „ალმასებისა და კომპოზიციური მასალების“ სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი, 0171, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: n.kenchiashvili@gtu.ge
- მიხეილ ტაბატაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი „ალმასებისა და კომპოზიციური მასალების“ სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი, 0171, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: mikheil.tabatadze0210@gmail.com
- ნიკოლოზ ლოლაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი „ალმასებისა და კომპოზიციური მასალების“ სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი, 0171, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: n.loladze@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69.

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

ნ. გელოვანი, პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69.

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ანოტაცია. ნაშრომი ეძღვნება რკინის ქვეანგჟანგის (Fe_3O_4) ნახშირბადთან ურთიერთ-ქმედების კინეტიკის შესწავლას მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში. Fe_3O_4 -ის მეტალურ რკინამდე აღდგენისას მიღებული კინეტიკური მრუდების საფუძველზე, პროცესის აქტივაციის ენერგია გამოითვალა ტემპერატურულ დიაპაზონში 970 - 1120°C. რეაქციის საწყის ეტაპზე აქტივაციის ენერგიის მნიშვნელობა იყო 55 კკალ/მოლი, შემდგომი ეტაპისთვის პროცესი ხასიათდება აქტივაციის ენერგიით დაახლოებით 19 კკალ/მოლი. მიღებული მონაცემები მიუთითებს იმაზე, რომ წნევის ფაქტორი მნიშვნელოვნად ცვლის აღდგენის პროცესის მექანიზმს.

საკვანძო სიტყვები: კინეტიკა, რკინის ქვეანგჟანგი, თერმობარული პროცესი, რეაქციის სიჩქარე, რეაქციის აქტივაციის ენერგია.

შესავალი

მეტალთა ჟანგეულების ნახშირბადთან ურთიერთქმედების პროცესს მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ქიმიურ და მეტალურგიულ წარმოებაში. ჟანგეულების ნახშირბადით აღდგენა ის ძირითადი მეთოდია, რომელიც გამოიყენება მეტალებისა და შენადნობების მისაღებად.

სრულყოფილი ტექნოლოგიების შექმნისათვის აუცილებელია მიმდინარე რეაქციების მექანიზმის და კინეტიკის სიღრმისეული შესწავლა. როგორც ლიტერატურიდან ცნობილია, ლითონების ჟანგეულებთან ნახშირბადი “ურთიერთქმედების დროს მნიშვნელოვანი როლი” შეიძლება ენიჭებოდეს ოქსიდების გადასვლას ორთქლის მდგომარეობაში და ამ ორთქლის გადატანას აღმდგენის ზედაპირზე. ძირითად აღმდგენ აგენტს ამ დროს წარმოადგენს არა ნახშირბადის აირადი ნარევი, არამედ, მყარი ნახშირბადი, რომლის ზედაპირზეც მიმდინარეობს აღდგენის პროცესი. ზოგიერთ ტემპერატურულ ინტერვალში (800-900°C) აღდგენის მექანიზმი რიგი ლითონთა ჟანგეულისათვის შესაძლებელია ნახშირბადის ჟანგეულების მონაწილეობით განხორციელდეს. ყველა შემთხვევაში ლითონის უჟანგეულსა და ნახშირბადს შორის ურთიერთქმედების პროცესის თერმოდინამიკა და კინეტიკა განპირობებული იქნება საწყისი რეაგენტების თვისებებით (რეაგენტების კრისტალური აღნაგობა, ქცევა მაღალი ტემპერატურის პირობებში და ა.შ.) [1-4].

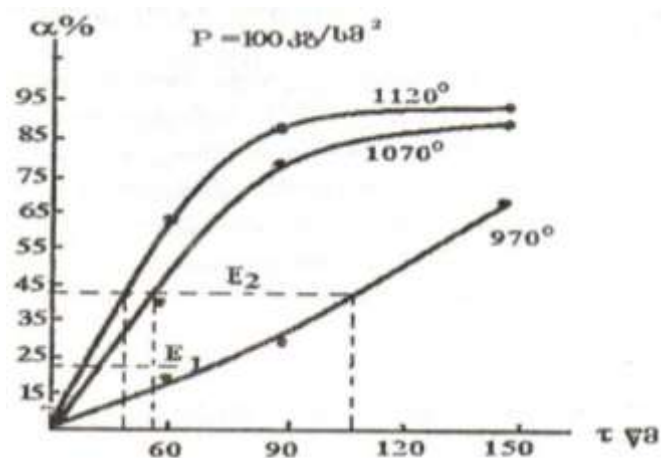
სტრუქტურების და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების განსაკუთრებული მრავალფეროვნებით გამოირჩევიან მყარი ნახშირბადოვანი მასალები. ისეთი ნახშირბადოვანი მასალები, როგორცაა გრაფიტი, კოქსი, ქვანახშირი, შუმანახშირბადი და მური ძალიან განსხვავდებიან როგორც კრისტალური, ასევე ზემოლეკულური სტრუქტურებით. ამ ნახშირბადოვანი მასალების სტრუქტურული თავისებურებები უმეტეს შემთხვევაში გამოიხატება მათი მკვეთრად განსხვავებული რეაქციის უნარიანობით ერთი და იგივე პროცესში.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენს ადრინდელ სამუშაოში [5] ნაჩვენები გვქონდა თვალსაჩინო განსხვავება ისეთი მასალების ქცევაში, როგორცაა მური, კოქსი, ქვანახშირი რკინის ქვეჟანგჟანგთან აღდგენის რეაქციისას თერმობარულ პირობებში.

წარმოდგენილ სამუშაოში შესწავლილია Fe_3O_4+C რეაქციის კინეტიკა ტემპერატურულ ინტერვალში 970-1120°C, $P=100$ კგ/სმ² პირობებში, როცა რეაქციის მაქსიმალური ხანგრძლივობა შეადგენდა 150წმ. რკინის ქვეჟანგჟანგთან აღდგენის ხარისხი განისაზღვრა ფორმულით $\alpha = m_1/m_2 \cdot 100\%$,

სადაც m_1 -აღდგენილი რკინის რაოდენობაა გრ, m_2 - რკინის შემცველობა საწყის კაზმში (Fe_3O_4 სახით). გახურების კლასიკური “ლუმელის მეთოდის” ნაცვლად გამოიყენებოდა ელექტროკონტაქტური გახურების მეთოდი, ე.წ. ინტენსიური ელექტროშეცხობის მეთოდი. აღდგენის რეაქციის $Fe_3O_4 + 2C_{აყ.} \rightarrow 3Fe + 2CO_2$ წარმატებით მიმდინარეობისათვის ნახშირბადის კონცენტრაცია, მისი სხვადასხვა შემცველობის (75-96%) გათვალისწინებით ჩვენს შერჩეულში მასალებში შეადგენდა 17-28 მას.%. მეტალური რკინის მისაღებად შერჩეული საწყისი კაზმი წარმოადგენდა რკინის მადანისა და ნახშირბადის ფხვნილების ნარევს ($<1000 \mu m$). ნახშირბადის შემცველობა მერყეობდა 20-დან 40 მას.%-მდე. ფხვნილების ნარევი წინასწარ იწნებოდა $P=1000 \text{ კგ/სმ}^2$, 26 მმ დიამეტრის და 10-18 მმ სიმაღლის ცილინდრული ნაკეთობების მისაღებად. კომპაქტებს ვათავსებდით ცეცხლგამძლე და ელექტროსაიზოლაციო მასალისაგან დამზადებულ 26მმ ნახვრეტის დიამეტრის მქონე ყალიბებში. ელექტროკონტაქტებად გამოყენებული იყო ცეცხლგამძლე ფოლადის ან გრაფიტის პუნსონები. გახურება ხორციელდებოდა მაღალი სიმძლავრის დენის (1000-2000A) პირდაპირი გატარებით. პროცესის მაქსიმალური ტემპერატურა $950^\circ C$, დაყოვნების დრო 150წმ. დგინდებოდა საწყისი კაზმიდან რკინის აღდგენის ხარისხი α ნახშირბადის სხვადასხვა შემცველობისას [5].



ნახაზი 1. აღდგენის ხარისხის ცვლილება დროში სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში

ნახ.1-ზე მოტანილია რკინის ქვეჟანგჟანგის აღდგენის კინეტიკური მრუდი, როდესაც აღმდგენად გამოყენებული იქნა კოქსი (KNPC). მონაცემები ცხადყოფენ, რომ შედარებით დაბალი ტემპერატურის პირობებში რეაქციის პროდუქტიულობა ძირითადად დამოკიდებულია დროის ფაქტორზე. ტემპერატურის მომატება იწვევს რეაქციის სიჩქარის მკვეთრ ზრდას და ფაქტიურად პროცესი მთავრდება 90-100წმ-ში.

როგორც მოტანილი კინეტიკური მრუდებიდან ჩანს, პროცესის მიმდინარეობის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ტემპერატურის მცირე ცვლილებასთანაც კი. ეს გარემოება მიუთითებს მიმდინარე პროცესის აქტივაციის ენერგიის (E) საკმაოდ მაღალ მნიშვნელობებზე. მიღებულმა კინეტიკურმა მრუდებმა საშუალება მოგვცა გაგვეთვლა ნახშირბადით რკინის ქვეჟანგჟანგის ლითონურ რკინამდე აღდგენის პროცესის აქტივაციის ენერგიები მიმდინარე რეაქციის სხვადასხვა სტადიისათვის, როდესაც $\alpha_1 \approx 23\%$ და $\alpha_2 \approx 44\%$ – ტემპერატურულ ინტერვალში $970^\circ\text{C} - 1120^\circ\text{C}$.

რეაქციის აქტივაციის ენერგია განისაზღვრა [6] ნაშრომში აღწერილი მეთოდოლოგიით. E-ს განსაზღვრის სიზუსტე ანალიზის წონითი მეთოდის გამოყენებისას შეადგენდა 10-20%. გათვლებისათვის გამოყენებული იყო ცნობილი გამოსახულება $\frac{d \ln V}{dT} = E/RT^2$

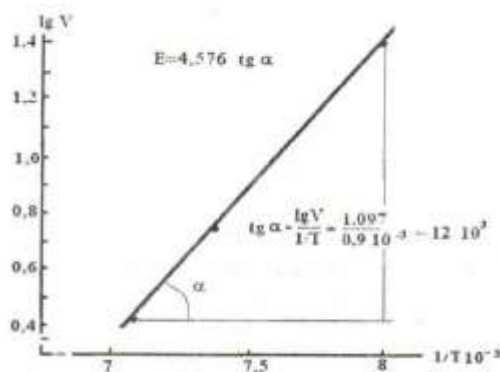
საერთო გამოსახულების გამარტივებით მიიღება

$$E = 4,576 \frac{\lg V}{1/T}$$

სადაც, V – ახალი ფაზის (მეტალური რკინის) წარმოქმნის სიჩქარეა.

წარმოქმნის მასური სიჩქარე გამოისახება $V = m/\tau$, სადაც, m – აღდგენილი რკინის მასაა, τ – აღდგენის რეაქციის ხანგრძლივობა. როგორც ცნობილია $\frac{\lg V}{1/T} = \text{tg} \alpha$ მაშინ, $E = 4.576 \text{ tg} \alpha$, გამოსახული კალ/მოლ.

ნახ. 2-ზე მოტანილია რეაქციის სიჩქარის \lg -ის დამოკიდებულება პროცესის ტემპერატურის შებრუნებულ სიდიდეს ($1/T$) შორის. დამოკიდებულება აგებული იყო პროცესის საწყისი ეტაპისათვის α -ს მცირე მნიშვნელობებისათვის (ნახ. 1, E₁).



ნახაზი 2. სიჩქარის \lg -ის დამოკიდებულება ტემპერატურის შებრუნებულ სიდიდეზე

თერმობარულ პროცესში მიმდინარე აღდგენის რეაქციის გათვლილმა აქტივაციის ენერგიამ სის ამ ეტაპისათვის შეადგინა $E_1 \approx 55$ კკალ/მოლ. მიღებული მნიშვნელობა საგრძნობ-

ლად აღმატება ლიტერატურულ მონაცემებს რკინის ხენჯის ნახშირბადით აღდგენის რეაქციისთვის, რომელიც შეადგენს 15 კკალ/მოლ [5]. ანალოგიურად განსაზღვრულმა პროცესის აქტივაციის ენერგიამ რეაქციის უფრო გვიანი ეტაპისათვის $\alpha=44\%$ შეადგინა $E_2 \approx 19$ კკალ/მოლ, რაც ფაქტიურად ემთხვევა ლიტერატურულ მონაცემებს.

დასკვნა:

ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები მეტყველებენ, რომ რკინის ქვეანგჟანგის ნახშირბადით აღდგენის რეაქციის პროცესი მაღალი წნევის ($P=100$ კგ/სმ²) ზემოქმედების შედეგად მიმდინარეობს მკვეთრად განსხვავებული მექანიზმით და იგი დამახასიათებელია პროცესის საწყისი სტადიისათვის, სავარაუდოდ, პროცესის შემდგომი ეტაპი ($\tau > 40$ წმ) მიმდინარეობს ცნობილი მექანიზმით, მხოლოდ მნიშვნელოვნად უფრო მაღალი სიჩქარეებით, რაც ჩვენი აზრით, განპირობებულია წნევის ზემოქმედების ფაქტორით. აღწერილი პროცესების მექანიზმის სრულყოფილი ინტერპრეტაციისათვის აუცილებელია დამატებითი ექსპერიმენტული მონაცემები.

ლიტერატურა:

1. Eliyitin V., Pavlov V., Poliakov V. & Sheboldaev S. (1976), Interaction of metal oxides with carbon. Moscow: Metallurgia.
2. Kozhina G.; Estemirova S.; Pechishcheva N.; Murzakaev A.; Vovkotrub E.; Skrylnik, M.; Shunyaev, (2017) K. Joint mechanical activation of MnO_2 , Fe_2O_3 and graphite: Mutual influence on the structure. Adv. Powder Technol. 28, 1202–1212.
3. Sheshukov O, Mikhail Mikheenkov M., Vedmid L.& Egiazaryan D. (2022). Mechanochemical Activation Effect on Technogenic Iron Oxide Reduction Kinetics. Materials 15, 320. <https://doi.org/10.3390/ma15010320>
4. Minh Dang Nguyen, Hung-Vu Tran, Shoujun Xu, T. Randall Lee. (2021) Fe_3O_4 Nanoparticles: Structures, Synthesis, Magnetic Properties, Surface Functionalization, and Emerging Applications. Appl. Sci. 11(23) 2-20; <https://doi.org/10.3390/app112311301>
5. Loladze N., Tserodze M., Okhaladze T., Tabidze r. (2008) On the role of the structure of the carbon material used as a reducing agent in the direct reduction of iron ore to metallic iron. Tbilisi: Chemical series. 34(2) 225-228.
6. Loladze N. Diamonds and other carbon materials. (2009). Tbilisi: Technical university.

Some Peculiarities of Reduction Process Kinetics of Iron Oxide with Carbon In the High Pressure Conditions

Medea Tserodze

Technical University of Georgia "Diamonds and Composite Materials"
Educational and Scientific Center, Kostavas 69, Tbilisi, Georgia, 0171
E-mail: m.tserodze@gtu.ge

Zurab Avalishvili Technical University of Georgia "Diamonds and Composite Materials" Educational and Scientific Center, Kostavas 69, Tbilisi, Georgia, 0171
E-mail: zura.avalishvili.gtu@gmail.com

Nino Kenchiashvili Technical University of Georgia "Diamonds and Composite Materials" Educational and Scientific Center, Kostavas 69, Tbilisi, Georgia, 0171
E-mail: n.kenchiashvili@gtu.ge

Mikheil Tabatadze Technical University of Georgia "Diamonds and Composite Materials" Educational and Scientific Center, Kostavas 69, Tbilisi, Georgia, 0171
E-mail: mikheil.tabatadze0210@gmail.com

Nikoloz Loladze Technical University of Georgia "Diamonds and Composite Materials" Educational and Scientific Center, Kostavas 69, Tbilisi, Georgia, 0171
E-mail: n.loladze@gtu.ge

Abstract. Article concerns study of kinetics of Fe₃O₄ interaction with carbon at high temperature and pressure. Activation energy of the Fe₃O₄ reduction process to metallic Fe at temperatures in a range of 970-1120°C have been calculated on the basis of experimental kinetic curves. Value of activation energy for initial step of reaction is 55 kcal/mol, for the next step of reaction activation energy decreases till 19 kkal/mol. Received data shows that the factor of pressure significantly changes mechanism of reduction process.

Keywords: kinetics, iron oxide, thermobaric process, reaction rate, reaction activation energy.

საყოფაცხოვრებო გაზში ოდორანტის დამატების აუცილებლობის შესახებ

ქეთევან მახაშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, პროფესორი, თბილისი, საქართველო
E-mail: q.makhashvili@gmail.com,

შოთა მესტირიშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამშენებლო ფაკულტეტის თბოაირმომარაგების დეპარტამენტი, პროფესორი, თბილისი, საქართველო
E-mail: mestvirishvili@gtu.ge

თემურ რიგიშვილი სამეცნიერო-საწარმოო კომპანია „სოვბი“, ინჟინერიის დოქტორი, თბილისი, საქართველო,
E-mail: sovbi@rambler.ru,

ნუგზარ იაშვილი საქართველოს საინჟინრო აკადემია, თბილისი, საქართველო
E-mail: n.iashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ხ. წიქარიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge

ანოტაცია: სტატიაში განხილულია საყოფაცხოვრებო გაზში სპეციალური ნივთიერების - ოდორანტის დამატების პროცესი. ოდორიზაცია წარმოადგენს ადამიანის მიერ მოხმარებული გაზის საყოფაცხოვრებო და საწარმოო პირობებში უსაფრთხოდ გამოყენების აუცილებელ ოპერაციას. ნაჩვენებია ოდორიზაციის რამდენიმე დანადგარი და გაზში ოდორიზაციის ინტენსივობის განსაზღვრის ხელსაწყო. საყოფაცხოვრებო გაზში ოდორანტის დამატებით მოხმარებული იგრძნობს გაზის გაჟონვას, რაც თავიდან აგვაცილებს უბედურ შემთხვევებს.

საკვანძო სიტყვები: საყოფაცხოვრებო გაზი, ოდორანტი, ოდორიზაციის მოწყობილობა.

შესავალი

მოსახლეობის მიერ მოხმარებულ საყოფაცხოვრებო გაზს სუნი არა აქვს, ამიტომ ბინაში გაზის გაჟონვის აღმოჩენა ძნელია, მაგრამ არსებობს მეტად მარტივი და საიმედო ხერხი - ოდორიზაცია - ბუნებრივ გაზში მძაფრი, უსიამოვნო სუნის მქონე ნივთიერების, ე.წ. ოდორანტის დამატება. ოდორანტად ძირითადად გამოიყენება ეთილმერკაპტანი, რომელსაც გააჩნია სუსტი მჟავას თვისებები, აქვს მეტად მძაფრი უსიამოვნო სუნი. მისი დამატება ხდება გაზის მიწოდების წინ გაზგამანაწილებელ სადგურებში, რის შემდეგადაც მობინადრებს შეუძლიათ შეამჩნიონ ბინაში გაზის გაჟონვა.

ძირითადი ნაწილი

ჩვეულებრივ ოდორიზაციას ახდენენ გაზის მოსახლეობისათვის მიწოდების წინ გაზგამანაწილებელ სადგურებში (გგს).

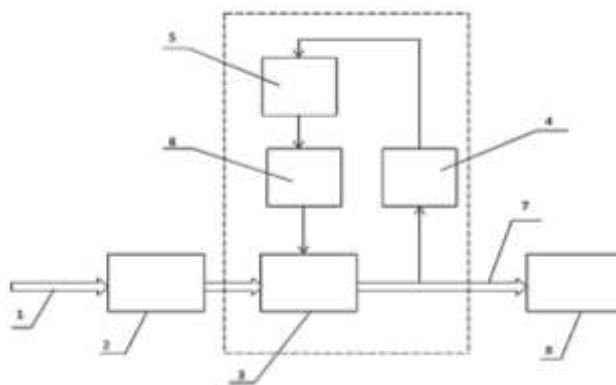
ზოგადად, ოდორანტებს წაეყენებათ სამი ძირითადი მოთხოვნა: 1. არ უნდა იყოს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მავნე, მომწამვლელი და სახიფათო; 2. ოდორანტის დამატებით საყოფაცხოვრებო გაზმა უნდა შეიძინოს სპეციფიკური სუნი, რომელიც მკვეთრად უნდა განსხვავდებოდეს სხვა სუნებისგან; 3. არ უნდა იწვევდეს გაზის დანადგარების და მილების დაზიანებას - კოროზიას.

საყოფაცხოვრებო გაზის ოდორიზაციისათვის გამოიყენება რამდენიმე ტიპის ნივთიერებები - ოდორანტები: კაპტანი, პენ-კაპტანი, ეთილმერკაპტანი, ბუთილმერკაპტანი და სხვა. გაზში დამატებული ოდორანტის სუნი უნდა იყოს შესამჩნევი. პრაქტიკულად გამოთვლილია, რომ ეს მნიშვნელობა შეადგენს 10-30 გ 1000 მ³ გაზზე და დამოკიდებულია გაზის ხარისხზე, წნევაზე, ტემპერატურაზე, გაზგაყვანილობის ქსელის მდგომარეობაზე, მის სიგრძეზე, გაზის ნაკადის ხაზოვან სიჩქარეზე და ზოგიერთ სხვა ფაქტორებზე.

არსებობს საყოფაცხოვრებო გაზის ოდორიზაციის სხვადასხვა ხერხი:

1. წვეთოვანი შეყვანა; 2. ფითილური ხერხით შეყვანა; 3. ბარბოტაჟული მეთოდით შეყვანა.

ჩამოთვლილი მეთოდებიდან ყველაზე გავრცელებულია წვეთოვანი ხერხი, რაც განპირობებულია მისი სიმარტივით და სიიაფით. მას საფუძვლად უდევს სითხის ერთი წვეთის ფარდობითი მნიშვნელობა: 1გ. ოდორანტი შეიცავს დაახლოებით 50 წვეთს. წვეთების რაოდენობის დათვლით დროის ერთეულში შესაძლებელია მიღწეული იქნას ოდორანტის საჭირო ხარჯი. ცხადია, ამან განაპირობა თვით ოდორიზაციის პროცესის ავტომატიზაციის აუცილებლობის საკითხი.



ნახაზი 1. ოდორიზაციის ადგილი მომხმარებლისათვის გაზის მიწოდების ქსელში:
 1 - მაგისტრალური გაზი; 2 - გამანაწილებელი სადგური; 3 - ოდორიზაციის მოწყობილობა; 4 - დოზირების ბლოკი; 5 - ოდორანტის ჭურჭელი; 6 - ოდორიზაციის საკონტროლო ხელსაწყო; 7 - ოდორიზებული გაზი; 8 - მომხმარებელი

ოდორიზაციის პროცესის ავტომატიზაციის მთავარი შემადგენელი ელემენტებია ოდორანტის ავტომატურად მიწოდება და ოდორანტის დოზირების ოპერაციები. მეორე მხრივ, ოდორანტი წარმოადგენს მავნე გაზს, მაღალი კონცენტრაცია საყოფაცხოვრებო გაზში სახიფათოა გაზის მომხმარებლისათვის, სხვებზე უფრო ხშირად გამოიყენება ოდორანტი ეთილმერკაპტანი C_2H_5S , რომელიც რთული მედგენილობის ნივთიერებაა და მის შემადგენლობაში შეიძლება იყოს სხვადასხვა მერკაპტანის წილობრივი რაოდენობები: ეთილმერკაპტანი - 42%-მდე; იზო-პროპილენმერკაპტანი - 31%-მდე, ბუთილმერკაპტანი - 11%-მდე, ნ-პროპილმერკაპტანი - 6% და ტრეტბუთილმერკაპტანი - 5%-მდე.

მაგისტრალური გაზის მიწოდება მომხმარებლისთვის ხდება გაზგამანაწილებელი სადგურის გავლით, სადაც ხდება გაზის წნევის დაწევა. აქვე ხდება გაზის ოდორიზაცია ანუ ბუნებრივ გაზში სპეციფიკური სუნის მქონე ნივთიერების დამატება. გაზის ოდორიზაცია არ არის მარტივი პროცესი და შესაბამისად, რთული აგებულების არის ოდორიზაციის დანადგარი. ცხადია, რომ აუცილებელია თვით ოდორიზაციის პროცესის კონტროლი, რათა განისაზღვროს ოდორიზაციის ხარისხი, რადგან ოდორანტის ნაკლებობა ან მეტობა არასასურველია. ოდორანტი თუ მცირე კონცენტრაციით არის დამატებული გაზში, ის ვერ ასრულებს თავის დანიშნულებას. მომხმარებელი ვერ გაიგებს ჟონავს თუ არა მეთანი, რადგან ვერ შეიგრძნობს ოდორიზებული გაზის უსიამოვნო მკვეთრ სუნს.

ოდორიზაციას ახასიათებენ ოდორანტის შენახვის ჭურჭელის ტევადობით, წარმადობით, ტუმბოს სიმძლავრით და ოდორიზაციის პროცესის ოპერაციების კონტროლის დონით.

საყოფაცხოვრებო გაზის ოდორიზაციის ადგილი მომხმარებლისათვის გაზის მიწოდების ქსელში ნაჩვენებია (ნახ. 1).

თბილისში გაზის გამანაწილებელ ერთ-ერთ სადგურში გაზის ოდორიზაციას ახორციელებენ უკრაინული წარმოების დანადგარით KCOF-3. ოდორიზაციის ეს კომპლექსი განკუთვნილია საყოფაცხოვრებო გაზში ოდორანტის გაზის ხარჯის პროპორციულად იმპულსურ დოზირებით მიწოდებისათვის. აუცილებელია მისი მორგება ადგილობრივი პირობებისთვის და დანადგარში გარკვეული ცვლილებების შეტანა, მართვის ბლოკში ახალი ფუნქციონალური ოპერაციების დამატება, რის შემდეგაც დოზირების პროცესი გახდება უფრო ზუსტი.

დასკვნა:

ამრიგად, გაზგამანაწილებელ სადგურებში ოდორიზაციის პროცესის შემდეგ მოითხოვება სპეციალური მოწყობილობის - ოდორანტის კონცენტრაციის განსაზღვრის ავტომატური

ანალიზატორის გამოყენება, რომელიც განსაზღვრავს საყოფაცხოვრებო ოდორიზებულ გაზში მერკაპტანის კონცენტრაციას.

ოდორიზაციის ხარისხის განსაზღვრა შესაძლებელია აგრეთვე სპეციალური ხელსაწყოთი: გაზის სუნის ინტენსივობის ინდიკატორით. ინდიკატორი არსებული სტანდარტის შესაბამისად განსაზღვრავს ბუნებრივი გაზის ოდორიზაციის ხარისხს, რომელიც გამოიხატება ქულებით, რომელიც შესაძლებელია დავაკავშიროთ ოდორანტის რაოდენობასთან, რომელიც იზომება მგ/მ³ -ში. ინდიკატორი მუშაობს გაზის სუნის განსაზღვრის ელექტროქიმიური მეთოდით.

ნახ. 2-ზე მოტანილია გაზის სუნის ინტენსივობის განსაზღვრის ავტომატური ხელსაწყოები.



ნახაზი 2. გაზის სუნის ინტენსივობის განსაზღვრის ავტომატური ხელსაწყოები

საყოფაცხოვრებო გაზში ოდორანტის დამატება წარმოადგენს ადამიანის მიერ მოხმარებული გაზის საყოფაცხოვრებო და საწარმოო პირობებში უსაფრთხოდ გამოყენების აუცილებელ ოპერაციას.

ჩვენს მიერ შედგენილია გაზის ოდორიზაციის პროცესის ალგორითმი და განსაზღვრულია ოდორიზაციის მოდერნიზებული დანადგარის სტრუქტურა.

ლიტერატურა:

1. Makhashvili K.A., Mestvirishvili Sh.A. and Iashvili N.G. (2020). ON THE DEVICE FOR QUALITY CONTROL OF NATURAL GAS ODORIZATION. J. Georgian Engineering News (GEN), 2(91), 64-66.
2. Mestvirishvili Sh., Makhashvili K., Iashvili N. (2021). Odorization of natural gas as a necessary condition for safe use of gas. Tbilisi, GTU, International Scientific Conference Modern Energy Successes and Challenges.
3. Staskevich N.L. (1990). Handbook on gas supply and use of gas. Leningrad, Ed. Subsoil.
4. Kovalev B.K. (2007) Some problems of gas odorization. M., "Gazprommash Bulletin", Vol. 1.

5. Karpyuk N.A., Gavrilov D.Z. (1975). New devices for monitoring the intensity of the smell of combustible gases. -M., "Gas industry", No. 7.
6. Gavrilov L.E., Palozkov V.T. (1969). Method for determining the degree of odorization of liquefied hydrocarbon gases. Moscow, VNIIEGazprom, No. 3.

About the necessity of adding an odorant to household gas

Ketevan Makhashvili	Technical University of Georgia, Department of Food Technology, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, Professor, Tbilisi, Georgia E-mail: q.makhashvili@gmail.com ,
Shota Mestvirishvili	Technical University of Georgia, Department of Heating and Air Supply of the Faculty of Construction, Professor, Tbilisi, Georgia E-mail: mestvirishvili@gtu.ge
Temur Rigishvili	Scientific-production company "Sovbi", Doctor of Engineering, Tbilisi, Georgia, E-mail: sovbi@rambler.ru ,
Nugzar Iashvili	Engineering Academy of Georgia, Tbilisi, Georgia E-mail: n.iashvili@gtu.ge

Abstract. The article discusses the process of adding a special substance - an odorant - to household gas. Odorization is a necessary operation for the safe use of gas consumed by humans in domestic and industrial conditions. Several odorization devices and a device for determining the intensity of odorization in gas are shown. By adding an odorant to domestic gas, the user will feel gas leaks, which will prevent accidents.

Keywords: household gas, odorant, odorization device.

თიხოვანი ქანების აფუების პროცესის რეგულირება ტექნოგენური დანამატებით

ანა გურასპაშვილი	ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. N 69, 0192, თბილისი, საქართველო. E-mail: A.guraspashvili89@gmail.com
მაია მშვილდაძე	ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. N 69, 0192, თბილისი, საქართველო. E-mail: maia_mshvildadze@gtu.ge
თეიმურაზ ჭეიშვილი	ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. N 69, 0192, თბილისი, საქართველო.

რეცეზენტები:

გ. ლოლაძე სტუ-ს ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: g.loladzei@gtu.ge

ვ. გორდელაძე სტუ-ს ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: v.gordeladze@gtu.ge

ანოტაცია. ხელოვნურად მიღებულ არაორგანული ბუნების ფორიან მასალებს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავიათ და ფართოდ გამოიყენებიან სხვადასხვა სამრეწველო დარგებში. მათ შორის გამორჩეულათ შეიძლება ჩაითვალოს სამშენებლო საქმე, თბოტექნიკა, აგროინდუსტრია და რიგი სხვა. ასეთი მასალების მიღება ძირითადად ხდება სხვადასხვა სახის თიხოვანი ქანიდან, ასევე სხვა მინისებრი და კრისტალური ბუნების ქანებიდან (პერლიტი, ობსიდიანი, ვულკანური ფერფლი და ა.შ.).

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ფორივანი ხელოვნური მასალების მიღების შესაძლებლობის რეალიზაცია, როდესაც საწყისი ნედლეული წარმოდგენილია ადგილობრივი ქიმიური შედგენილობით და ფიზიკური მდგომარეობით გამორჩეული ე.წ. „არატრადიციული ქანებით“. მათი აფუების საკითხის გადასაწყვეტად გამოყენებული იქნა შემდეგი მიდგომა: ადგილობრივი ნედლეულის ფორივან მასალაში გარდასაქმნელად, მათგან მზადდებოდა ნარევი, როდესაც დანამატად აღებული იქნა სამი სახეობის ტექნოგენური ნარჩენი (ამორტიზირებული ზეთი, ნახერხი, ნახშირი).

დადგინდა, რომ ადგილობრივი პრობლემური თიხოვანი ქანების ფორიან მასალაში გარდასაქმნელად და სასურველი თვისებების უზრუნველსაყოფად ორგანული ბუნების ტექნოგენური დანამატების ოპტიმალური რაოდენობა 2-4 %-ს შეადგენს. „თიხოვანი ქანი - ტექნოგენური ნარჩენი“ კომპოზიციაში მიღებულია 500 – 600 კგ/მ³ ნაყარი სიმკვრივის და 6,5-დან 13,5-მდე მპა სიმტკიცის მქონე და პრაქტიკულად გამოსაყენებელი ხელოვნური არაორგანული ფორიანი მასალები.

საკვანძო სიტყვები: აფუების ხარისხი, თიხაფიქალი, მარცვლების ზომა, ტექნოგენური ნედლეული.

შესავალი

ფორიანი მასალების მიღების შესაძლებლობას განსაზღვრავს რამოდენიმე ფაქტორი, რომელთაგან გამოყოფენ სანედლეულო ქანების ქიმიურ შედგენილობას და ასაფუბელი მასალის გრანულომეტრიას. ქანების, როგორც სანედლეულო მასალების ქიმიური შედგენილობასთან მიმართებაში არის მოთხოვნა – ისინი უნდა გამოირჩეოდნენ ადვილდნობადობით, აფუბის გამომწვევი წყაროების (კირქვოვანი ან ორგანული ნაერთები) მათში გარკვეული რაოდენობით არსებობით, ხოლო გრანულომეტრიასთან მიმართებაში - მყარი სახეობის ქანებთან მარცვლების ზომა არ უნდა იყოს 5 მმ-ზე ნაკლები. სხვა შემთხვევაში საჭირო ხდება აფუბის პროცესის ხელოვნურად გამომწვევი მასალების გამოყენება. მეთოდური წყაროებიდან ცნობილია გავრცელებული მიდგომა - პრობლემურ ნედლეულში სპეციალურ ამაფუბებელ დანამატად ორგანული ნაერთების მოზიდვა [1, 2].

ამ მიზნით, ჩვენს მიერ შეირჩა და მიზნობრივად ექსპერიმენტში დანამატად გამოყენებული იქნა სამი სახის ტექნოგენური ნედლეული: ამორტიზებული („ნამუშევარი“) ავტომობილის ზეთი, ადგილობრივი (ტყიბულის) საბადოს ქვანახშირი (წვრილმანი) და მერქნის გადამუშავების (სახერხში ნარჩენი) ნახერხის სახით. მოყვანილი დანამატის სამივე სახეობა – ნარჩენია, როგმელთა ტექნოგენურ ნედლეულად ჩართულობა ასევე ეკოლოგიური პრობლემური საკითხის გადაწყვეტას შეუწყობს ხელს [3].

ძირითადი ნაწილი

ბუნებრივი წარმოშობის ნედლეულის (თიხა/ფიქალი) და შერჩეული დანამატებისაგან მზადდებოდა სპეციალური ნაზავები. თიხის შემთხვევაში მიიღებოდა ხელოვნური დაგუნდავებით წარმოქმნილი გრანულები, ხოლო მყარი თიხოვანი ქანების წმინდაფრაქციული ნარჩენიდან (მარცვლების ზომა 5 მმ-ზე ნაკლები) მექანიკური ნარევები. ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარებული კვლევები მოითხოვდა ორივე სახის მასალასიდან მიღებული ნარევების შამოტის 250-300 მლ ტევადობის ქოთნებში მოთავსებას და შემდგომ თერმულ დამუშავებას. შედარებით კვლევებში სამივე სახის ნარევი დამუშავებული იქნა 1200°C-ზე, როდესაც დაყოვნების დრო შეადგენდა 17-20 წუთს. ნარევებიდან ფორიანი მასალის მიღების შესაძლებლობა შეფასდა ნაყარი მოცულობითი წონების დადგენით [4].

საკვლევად შერჩეულ მყარი სახეობის თიხოვან მასალათა ქიმიურ შედგენილობათა მიმართებაში შეიძლება აღინიშნოს, რომ ტრადიციულ ნედლეულთან მიმართებაში საკვლევი მასალებში ძირითად ოქსიდთა შემცველობა გარკვეულ მსგავსებას იძლევა, მაგრამ არის ორი მნიშვნელოვანი გამოწვევისი. მათგან პირველი თიხოვანი ქანების - შედგენილობაში ტუტე

ოქსიდთა გაზრდილი რაოდენობაა, რაც აფუების პროცესისათვის ხელსაყრელ ფაქტორად ვერ იქნება მიჩნეული. მეორე, ასევე აფუებისათვის აუცილებელი (აირწარმომქმნელთა რაოდენობას განსაზღვრავს) – ხურების (ვარვარების) დანაკარგების დაბალი სიდიდეებია (ცხრილი1).

ექსპერიმენტის პირობებიდან გამომდინარე მიღებული ფორიანი მასალებისათვის განისაზღვრათ ნაყარი მოცულობითი წონები, როგორც საწყისი ნედლი თიხაფიქალისათვის (γ' , კგ/მ³), ასევე მიზნობრივად შედგენილი დანამატიანი ნარევის აფუებით მიღებული მასალისათვის (γ'' , კგ/მ³) და განისაზღვრა აფუების კოეფიციენტი $K_{აფ} = \gamma' / \gamma''$.

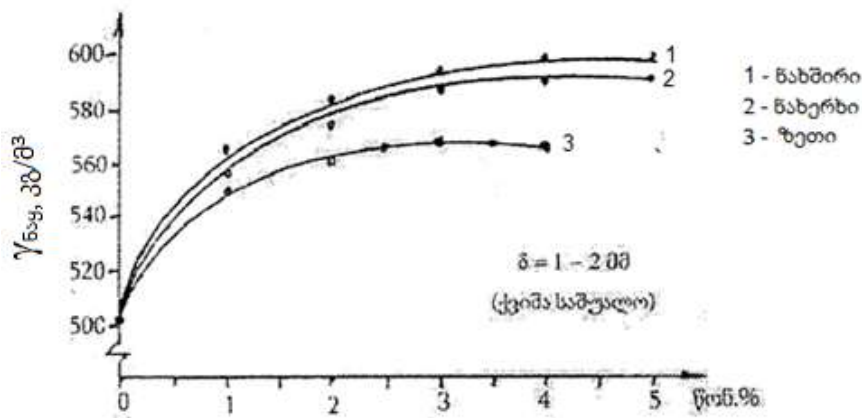
ცხრილი 1.

ფორიანი (კერამზიტური მასალების მისაღები ტრადიციული ნედლეულის და ადგილობრივი თიხოვანი ქანების ქიმიური შედგენილობა

ნედლეული მასალა	ოქსიდების შემცველობა, წონა %							ხ.დ
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O	SO ₃	
კერამზიტის წარმოების თიხაფიქლები და თიხები	56,3-64,8	17,0-21,7	6,1-9,2	1,2-4,2	1,8-3,9	2,3-4,1	0,1-0,6	6,2-7,7
თიხოვანი ქანები	56,7-58,5	18,4-19,4	7,2-8,1	1,3-1,5	0,9-1,3	3,8-4,7	0,7-0,9	5,5-6,0

ექსპერიმენტის შედეგები, სხვადასხვა ფრაქციულობის საცდელი ნედლეულის და დანამატთა სახეობა – რაოდენობის (ურთიერთდამოკიდებულებათა ტენდენციებთან მიმართებაში და მათი ნაყარ სიმკვრივის მნიშვნელობაზე გავლენა წარმოდგენილია ნახ.1-ზე.

ჩატარებული კვლევით დაფიქსირდა ზოგადი ხასიათის კანონზომიერება – დანამატების რაოდენობათა ზრდა, ყველა სახის ტექნოგენური მასალისათვის, მეტ-ნაკლებად ამცირებს აფუების კოეფიციენტის სიდიდეებს.



ნახაზი 1. ორგანული ბუნების ტექნოგენური მასალა-დანამატის სახეობისა და რაოდენობის გავლენა მიღებულ ფორივან მასალათა ნაყარ მოცულობის წონაზე

ექსპერიმენტით მოპოვებული მასალა, რომელიც საშუალებას იძლევა დამყარდეს ურთიერთკავშირი აფუების კოეფიციენტის სიმტკიცე და საკვლევ ნარევიდან მიღებული ფორიანი მასალების ფრაქციულობის შორის, წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

სამივე კომპოზიციაში მიღებული მასალებისათვის განისაზღვრა სიმტკიცე კუმშვაზე (σ^1 , მპა), კერძოდ ოპტიმალური შედგენილობის ნარევიდან, რომლებშიც ორგანული დანამატების რაოდენობა შეადგენდა: 2% ზეთი (შედგენილობა SO-2), 4-4% ნახშირი (შედგენილობა SC) ან ნახერხი (შედგენილობა SF). თავდაპირველად განისაზღვრა σ -ს მნიშვნელობა მიღებული სხვადასხვა ფრაქციულობის აფუებული მასალისათვის (ცხრილი 2).

ცხრილი 2.

ოპტიმალური ნარევიდან მიღებული აფუებული მშრალი მასალების ნაყარი მოცულობითი წონები და სიმტკიცე კუმშვაზე

მასალის ინდექსი	მშრალი აფუებული მასალის მოცულობითი წონები (γ_{gr} , კგ/მ ³) და სიმტკიცე კუმშვაზე (σ^1 , მპა)							
	ფრ. 0,5 – 1 მმ		ფრ. 1– 2 მმ		ფრ. 2 – 3 მმ		ფრ. 3 – 5 მმ	
	γ_{gr}	σ^1	γ_{gr}	σ^1	γ_{gr}	σ^1	γ_{gr}	σ^1
S	540	8,2	500	7,9	475	7,2	460	6,7
SO – 2	560	9,9	550	9,8	490	7,7	480	7,5
SF - 4	620	12,4	595	11,3	525	8,9	505	6,2
SC – 4	595	13,3	595	13,2	525	9,1	495	7,9

დადგინდა, რომ σ -ს ყველაზე დაბალი მნიშვნელობა ახასიათებს ბუნებრივ მასალიდან მიღებულ პროდუქტს, ხოლო ნარევიდან მიღებული ფორიანი მასალებიდან შეიძლება გამოიკვეთოს ნახშირის დანამატით შედგენილი კომპოზიცია - მას ყველაზე მაღალი სიმტკიცე აქვთ. ზოგადად, ორგანული დანამატებით შედგენილ კომპოზიციაში შესაძლებელია 6.7-დან 13,3-მდე მპა სიმტკიცის მქონე მასალების მიღება.

დასკვნა:

მყარი ბუნების თიხოვანი მასალის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციების აფუების ხარისხის რეგულირების მიზნით შედგენილი და შესწავლილი იქნა სამი სახის ნარევი: „თიხაფიქალი-ზეთი“, „თიხაფიქალი-ნახერხი“ და „თიხაფიქალი - ნახშირის წვრილმანი“. მათი აფუება ჩატარდა ტემპერატურათა იდენტურ პირობებში (1200°; 17-20 წთ). აღნიშნულ პირობებში ჩატარებული აფუების პროცესების და მიღებული მასალების ძირითადი მახასიათებელი თვისებების შესწავლით შესაძლებელი გახდა ზოგადი ხასიათის დასკვნების გაკეთება:

– აფუებისადმი მიდრეკილების მაღალი უნარი მკაფიოდ ვლინდება „თიხოვანი ქანი-ტექნოგენური დანამატი“ ნარევებში, მათი 2-4 % შემცველობისას, რაც უკავშირდება აფუების სტიმულატორის/დანამატის თანაბარზომიერ გადანაწილებას და აფუების პროცესის სრულყოფილად წარმართვას;

– ყველა სახის ქანის აფუების ხარისხზე გავლენას ახდენს დანამატად გამოყენებული ტექნოგენური მასალების რაოდენობა და მათი აფუებისადმი მიდრეკილების ზრდა ფიქსირდება შემდეგ მწკრივში: დამუშავებული ზეთი → ნახერხი → ნახშირი;

– დადგინდა საკვლევი მასალების გრანულომეტრიის გავლენა აფუების ხარისხზე - გრანულომეტრიის ზრდა პროპორციულად იწვევს მარცვლოვან მასალათა აფუებისადმი მიდრეკილებას;

– საკვლევი ნარევების აფუებით შესაძლებელია 500-600 კგ/მ³ ნაყარი მოცულობითი წონის მქონე ფოროვანი მასალების მიღება, რომელთა სიმტკიცე კუმშვაზე დამოკიდებულია მარცვლების ზომაზე და 6,5-13,5 მგპასკ-ს შეადგენს.

ლიტერატურა:

1. Z. Javashvili, T. Cheishvili (2015). Prospects of receipt and application of porous inorganic materials in Georgia. International Scientific journal „Intellectual”, N28, pp. 112-117 (in Georgian)
2. T. Cheishvili, Z. Javashvili, N. Omiadze (2016). Porous materials on the basis of local clay states and their properties. Georgian Chemical Journal. N1, pp. 2013-2016 (in Georgian)
3. E. Shapakidze, R. Skvitaridze, I. Kamushadze, L. Gabunia, I. Gejadze, O. Cheishvili, T. Petriashvili (2022). Development of the regime of thermal modification of clayey rocks for their poz-zolanic activation. Mining Journal. 1(43), pp. 71-76 (in Georgian).
4. Z. Javashvili, T. Cheishvili (2015). Obtaining and study of porous materials with the use of local natural rocks. Transactions of Georgian Technical University. N4(498), pp. 37-41 (in Georgian).

Clayey rocks expansion process control using technogenic additives

Ana Guraspashvili	Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, Kostava Str., 0192, Tbilisi, Georgia E-mail: A.guraspashvili89@gmail.com
Maia Mshvildadze	Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, Kostava Str., 0192, Tbilisi, Georgia E-mail: maia_mshvildadze@gtu.ge
Teimuraz Cheishvili	Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, Kostava Str., 0192, Tbilisi, Georgia E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

Abstract. Artificially obtained porous materials of inorganic nature hold a prominent place and are widely used in different industry fields. Among them a construction industry, thermal engineering, agrarian industry and number of other branches has to be considered as especially important. Such materials are mainly manufactured from different kinds of clayey rocks, as well as from vitreous and crystalline rocks (perlite, obsidian, volcanic cinder etc.).

The research goal was to establish opportunities of porous artificial materials production, when an initial raw material is represented by so-called “non-conventional rocks” standing out by local chemical composition and physical state. In order to solve the problem of their expansion the following approach has been used: for local raw materials conversion into porous materials, the mixtures have been prepared from them, in which a technogenic waste of three types (shock-proofed oil, sawdust, and coal) has been taken as an additive.

It has been established that the optimum amount of technogenic additives of organic nature has to be equal to 2-4% for conversion of local problematic clayey rocks into porous materials and for provision of their desirable properties. Artificial inorganic porous materials with 500-600 kg/m³ pour density, strength varying within 6,5-13,5 MPa and used in practice are obtained in the composition “clayey rock – technogenic waste”.

Keywords: expansion degree, slate, grain size, technogenic raw materials.

ჭიათურის მუნიციპალიტეტის ტყემლოვანას თიხების ზოგადი მიმოხილვა ღვინის ქვევრების დასამზადებლად

გივი ლოლაძე	ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ.69, 0192, თბილისი, საქართველო. E-mail: g.loladze@gtu.ge
მანანა კეკელიძე	ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ.69, 0192, თბილისი, საქართველო. E-mail: m.kekelidze@gtu.ge
ილია გურული	ტყემლოვანას კერამიკული საწარმო „ქვევრულა“, ჭიათურის რაიონი სოფელი მანდაეთი. E-mail: guruli.ilia@yahoo.com

რეცენზენტები:

გ. ტაბატაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: g.tabatadze@yahoo.com

ვ. გორდელაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: v.gordeladze@gtu.ge

ანოტაცია. ცნობილია, რომ კერამიკულ ქვევრში ღვინის დაყენების ქართული ხალხური წესი მსოფლიოში უნიკალურია და 2013 წელს იუნესკომ მას არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის სტატუსი მიანიჭა. ქვევრი ღვინის დასაყენებელი და ამავე დროს შესანახი უნიკალური ჭურჭელია. ქვევრს, როგორც ამ მიმართულებით გამოსაყენებელ ნაწარმს, მოეთხოვება გარკვეული პარამეტრები, რომელსაც ის უნდა აკმაყოფილებდეს - კერძოდ, დაბალი ფორიანობა ე.ი. დაბალი წყალშთანთქმა, რაც უზრუნველყოფს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ღვინის შენახვას თავისი საუკეთესო თვისებებით.

საქართველოში ცნობილია ქვევრის დამამზადებელ-ამომყვანები, როგორც კახეთის ისე იმერეთის მხარეში. ორივე შემთხვევაში დამზადებული მზა ქვევრების გამოყენება პრაქტიკულად შეუძლებელია ამოსანთვლის (ქვევრის შიდა ზედაპირის ცვილით დაფარვა) გარეშე [1,2]. ამ შემთხვევაში ღვინოს ქვევრის კერამიკულ კეტთან, კედლებთან არავითარი შეხება არ აქვს, კერამიკიდან ანუ თიხიდან არ გადადის არცერთი მიკროელემენტი, ეს კი ერთგვარად მიუღებელია. ჩვენი მიზანია ამოსანთვლის გარეშე მივიღოთ ტყემლოვანას თიხებზე დამზადებული ქვევრები, დაბალი წყალშთანთქმით, რაც უზრუნველყოფს გაჟონვის გარეშე მიღებულ ქვევრს, რომელიც არ გაატარებს ღვინოს და შესაბამისად მასში გადავა ის მიკროელემენტები, რაც დადებითად მოქმედებს ღვინის თვისებებზე, რომელიც ასე ალაფრთოვანებს როგორც ევროპის, ისე მსოფლიოს ღვინის მოყვარულებს.

ფორიანობის შესამცირებლად გამოყენებულ იქნა ტყემლოვანას ადგილ-მდებარეობის თიხები, რომელსაც ემატებოდა სხვადასხვა საწისქვილო დანამატები, კერძოდ მინის ლეწი, პერლიტი, მდინარე დურუჯის ლამი 3-30% წონით ნაწილის რაოდენობით. მიღებული გამომწვარი ნაწარმი იტესტებოდა წყალშთანთქმაზე. აღმოჩნდა, რომ ამ დანამატებიდან ყველაზე კარგი შედეგი მოგვცა 3% მინის ლეწის დამატებამ. ფორიანობის სიდიდე აღწევს 5%-ს, თუმცა ეს სიდიდე შეესაბამება და აკმაყოფილებს კრამიტისთვის განსაზღვრულ ნორმებს,

კვლევითი სამუშაოები კი კერამიკული ქვევრის მისაღებად მისი შიდა ზედაპირის ცვილით დაფარვის გარეშე გრძელდება.

საკვანძო სიტყვები: კერამიკა, ქვევრი, თიხა, ფორიანობა, წყალშთანთქმა.

შესავალი

საქართველო მდიდარია ე.წ. დაბალღობადი წითელი თიხებით, რომელთა კეცის შეცხოვის ტემპერატურა მერყეობს 900-1150°C-მდე. ამ ტემპერა-ტურაზე ნაწარმის მისაღებად მათი გამოწვა ხდებოდა ძირითადად შეშის ღუმელებში, რომელთა გამოწვის ხანგრძლივობა იყო რამდენიმე დღე და ზოგჯერ კვირაც კი. არქეოლოგიური გათხრები გვიჩვენებს, რომ მათი დამუშავება ხდებოდა ჯერ კიდევ ჩვენ წელთაღრიცხვამდე. დღეს კი თანამედროვე პირობებში, შეშის ღუმელები შეიძლება ჩაანაცვლოს ელექტრო და აირზე მომუშავე ღუმელებმა, რაც იძლევა საშუალებას შემცირდეს შრომის და გამოწვის ხანგრძლივობა, საშუალოდ 36-42 სთ-მდე, რაც ზრდის ქვევრების რაოდენობას და შესაბამისად მათზე მომხმარებლის მზარდი მოთხოვნილების დაკმაყოფილებას, როგორც საქართველოში ისე საზღვარგარეთ. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ სამუშაოს მიზანს და კვლევების მიმართულებას წარმოადგენდა, მომხდარიყო გამოუსანთლავი ქვევრების ხარჯზე მათი რეალიზაცია. ეს არ წარმოადგენს სიახლეს, რადგან ჩვენი წინაპრები ახერხებდნენ გაეკეთებინათ ქვევრები წითელი თიხისაგან, მისი შიდა ზედაპირის დაფარვის გარეშე, რასაც არქეოლოგიური გათხრებიც ადასტურებენ. დროთა განმავლობაში გარემო პირობების გავლენამ განაპირობა ნედლეულის სტრუქტურის და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების ცვლილება. ამიტომ გართულებულია დღევანდელ პირობებში იგივე დასახელების თიხებზე წყალგაუმტარი ქვევრების მიღება, შესაბამისად საჭიროა ამ თიხების ხელახალი შესწავლა- დამუშავება.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის ჩატარება განაპირობა დღევანდელმა გარემომამ, რომ გაიზარდა მოთხოვნილება ამოუსანთლავ ქვევრებზე. აღნიშნული თიხები შესწავლილი იქნა გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების (GIZ) მიერ, გერმანიის ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების ფედერალური სამინისტროს (BMZ) სახელით[1]. მათ მიერ გამოკვლეული მონაცემები მოცემულია ცხრილში 1.

მოცემული ცხრილიდან ჩანს, რომ ტყემლოვანას თიხების წყალშთანთქმა 11500C-ზე გამოწვის ტემპერატურაზე შეადგენს 10-15%-ს, რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია და

მიანიშნებს, რომ ამოუსანთლავი ქვევრები ატარებს სითხეს, როგორც წყალს, ისე ღვინოს. კვლევის მონაცემებით დგინდება, რომ ასეთივე შედეგებით ხასიათდება ვარდისუბნის და საწაბლეს თიხები.

ცხრილი 1

ტყემლოვანას კარიერიდან ამოღებული თიხის ძირითადი მახასიათებლები

პარამეტრი	მაჩვენებელი
ქიმიური შემადგენლობა, (%)	
Al ₂ O ₃	17-21
SiO ₂	56-63
მძიმე მეტალები	დასაშვებ ნორმაზე დაბლა
ნახშირბადი	5-9
შეცხოვის ტემპერატურა, °C	1150
წყლის შთანთქმა (%)	10-15
ფორიანობა (%)	20-29
ფხვიერი მასის სიმკვრივე (g/cm ³)	1,88-2,0
თიხიდან ღვინოში მინერალების მოხვედრის მაჩვენებელი (%)	0,04

წყალშთანთქმის შემცირების მიზნით გამოვიყენეთ ისეთი დანამატები, რომლებიც კაზმში შეყვანით არ ავნებს და არ შეცვლის ღვინის თვისებებს. ასეთი დანამატებია ჩვენ შემთხვევაში მეორადი მინის ლეწი, მდინარე დურუჯის ლამი, ვულკანური წარმოშობის პერლიტი. საკვლევი კაზმის შედგენილობები წონით ნაწილებში მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2.

საკვლევი კაზმის შედგენილობები წონით ნაწილებში, %

მასის N	კაზმის შედგენილობა, %				გამოწვის ტემპერატურა, °C
	ტყემლოვანას თიხა	მინის ლეწი	მდ. დურუჯის ლამი	პერლიტი	
A-1	99	1	–	–	950-1150
A-2	97	3	–	–	
A-3	95	5	–	–	
A-4	90	10	–	–	
A-6	80	–	20	–	
A-7	70	–	30	–	
A-8	82	–	–	18	
A-9	80	–	–	20	

გამოვითვალეთ პლასტიურობის რიცხვი, რომელიც ტოლია 9,7 -ის. ცდა ჩავატარეთ ბალანსური კონუსის მეთოდით. ჩვენი კვლევის ძირითადი პარამეტრის წყალშთანთქმის განსაზღვრისათვის კაზმს ვფქვავდით ბურთულებიან წისქვილში 4 საათის განმავლობაში, შლიკერის გაცრას ვაწარმოებდით N0,5 საცრზე რათა მონაცემები ყოფილიყო პრაქტიკასთან ახლოს. შლიკერებიდან ჩამოსხმის მეთოდით ვამზადებთ ფიალებს, გამოშრობის და გამოწვის შემდეგ ვასხავდით წყალს ვაყოფნებდით გარკვეული დროის მანძილზე. შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3

პარამეტრი	კაზმის ნომერი						
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-6	A-7	A-8
წყლის გაჟონვის დრო, წთ	30	60	60	—	60	30	—
წყალშთანთქმა, %	11,64	4,8	5,5	9,2	—	8,1	—

როგორც ცხრილიდან და პრაქტიკული ცდებიდან ჩანს, მართალია კეცის შეცხოვა გაუმჯობესდა, წყალშთანთქმის უნარიც შემცირდა, მაგრამ ბოლომდე ვერ აკმაყოფილებს, რომ პრაქტიკულად მივიღოთ ქვევრები დაბალი წყალშთანქმით, ყოველგვარი ამოსანთვლის (ქვევრის კედლების დაფარვა) გარეშე. კვლევები გრძელდება და ჩვენ სამუშაო ჯგუფს იმედი აქვს, რომ მივაღწევთ სასურველ შედეგს.

ლიტერატურა:

1. Ulrich Mertz, I. Bitarishvili and others. Identity of Pitcher wine. Tbilisi, 2017, p. 60 ISBN 978-9941-9491-5-9;
2. Makharadze. Physico-chemical Investigation of Alaverdi 10th-11th Century Wine Cellar Pitcher. Author abstract, Tbilisi, GTU, 2021, p. 56

**General overview of Tkemlovana clays of Chiaturi municipality for making wine
pitchers**

- Givi Loladze** Department of Chemical Technology and Biotechnology, Georgian Technical University, 69 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia
E-mail: g.loladze@gtu.ge
- Manana Kekelidze** Department of Chemical Technology and Biotechnology, Georgian Technical University, 69 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia
E-mail: m.kekelidze@gtu.ge
- Ilia Guruli** Tkemlovana ceramic factory "Kvevrula", Chiaturi district Mandaeti village.
E-mail: guruli.ilia@yahoo.com

Abstract. It is known that kvevri is a unique vessel for making and storing wine at the same time. The pitcher is required to meet certain parameters - in particular, low porosity ie. Low water absorption, which ensures long-term storage of wine with its best properties.

In Georgia, kvevari producers are known, both in Kakheti and Imereti regions. In both cases, it is practically impossible to use ready-made pitchers without waxing (coating the inner surface of the pitcher with wax). In this case, the wine does not have any contact with the ceramic lid and walls of the pitcher, no microelements are transferred from the ceramic or clay, and this is somehow unacceptable. Our goal is to produce pitchers made on Tkemlovana clays without leaching, with low water absorption, which ensures a pitcher obtained without leakage,

To reduce the porosity, clays from the Tkemlovana area were used, to which various milling additives were added, namely, glass slag, perlite, Duruji river sludge in the amount of 3-30% by weight. The obtained baked products were tested for water absorption. It was found that adding 3% of glass fiber gave the best results out of these additives. The amount of porosity reaches 5%, which does not meet the standards set for the pitcher. And the research works to obtain a ceramic pitcher without covering its inner surface with wax continue.

Keywords: Sludge; Clay; Kaolin; Burning;

აგროპროდუქტების პრეზერვაცია პოლიმერული ბიომიმეტიკით: პროცესის მათემატიკური დაგეგმვა

- | | |
|----------------------|---|
| თამარ ჯიბლაძე | საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიის დეპარტამენტი. დოქტორანტი. საქართველო, 0171, თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №69.
E-mail: Jibladze.tamar@gtu.ge |
| თამარ ფალავანდიშვილი | საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი. აკადემიური დოქტორი. საქართველო, 0171, თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №69.
E-mail: t.palavandishvili@gtu.ge |
| რამაზ ქაცარავა | საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი. ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველო, 0171, თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №69.
E-mail: Kats.ram@yahoo.com |

რეცენზენტები:

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ხ. წიქარიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge

ანოტაცია. დღეისათვის აგროპროდუქტების შენახვის ისეთი მეთოდები, როგორცაა დაკონსერვება, შრობა, ვაკუუმირება, გაყინვა, ცვილით ან ქაფით დაფარვა ჩაანაცვლა ინოვაციურმა მეთოდმა - საკვები პროდუქტების თხელი პოლიმერული აფსკით დაფარვამ. ასეთი აფსკები აკონტროლებს წყლის და აირების დიფუზიას, აფერხებს ბაქტერიებით და სხვა მიკრობებით პროდუქტების ზედაპირის კოლონიზაციას, C ვიტამინის და სხვა მნიშვნელოვანი სასარგებლო კომპონენტების შემცველობის დაქვეითებას. ყოველდღიურად იზრდება ინტერესი ბიოდეგრადირებადი, ე.წ. საკვები აფსკების მიმართ, რადგან არადეგრადირებადი მასალები დიდ ზიანს აყენებს გარემოს და ადამიანის ჯანმრთელობას. ჩვენს ექსპერიმენტებში გამოვიყენეთ მონოკომპონენტიანი, ამინომჟავური ბიოდეგრადირებადი პოლიმერის (ფსევდოპროტეინის) საკვები საფარი აფსკი. აგროპროდუქტების თხელი პოლიმერული აფსკით დასაფარად დავამზადეთ სხვადასხვა კონცენტრაციის პოლიმერის სპირტხსნარები, რომლებშიც ჩაყურსვის მეთოდით და შემდგომი გაშრობით (სპირტის აორთქლებით) დავფარეთ ვაშლისა და სტაფილოს ნიმუშები. ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის გზით შევისწავლეთ ფსევდოპროტეინული საკვები საფარით აგროპროდუქტების შენახვისუნარიანობა. საოპტიმიზაციო პარამეტრად შერჩეულია წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება და მასზე მოქმედ ფაქტორებად განისაზღვრა ტემპერატურა, აგროსაფარის ხსნარის კონცენტრაცია და შენახვის დრო. პროდუქტების სამთვიანი შენახვის შედეგად ჩატარებული ექსპერიმენტებისა და ვიზუალური დაკვირვების საფუძველზე გამოიკვეთა, რომ აგროსაფარი უნარჩუნებს აგროპროდუქტებს სიმწიფეს, კარგ ბუნებრივ ფერსა და გარეგნულ სახეს.

შესავალი

ახალი ხილი და ბოსტნეული, როგორც ორგანიზმისათვის კვებითი რაციონის შემადგენელი მნიშვნელოვანი ნაწილი, ხასიათდება სამკურნალო თვისებებით, რასაც მათში შემავალი, ადვილად შესათვისებელი ნახშირწყლები (შაქრები), ორგანული მჟავები, ვიტამინები, მინერალური მარილები და ამინოჟავები განაპირობებენ [1]. როგორც წვნიანი პროდუქტები, ისინი შეიცავს წყლის დიდ რაოდენობას და ამიტომ მალფუჭებადი პროდუქტებია. აგროპროდუქტების ყველაზე ხელსაყრელი შენახვის მეთოდის ასარჩევად მნიშვნელოვანი და გასათვალისწინებელი ფაქტორებია ტემპერატურა, გარემოს ტენიანობა და სხვა. შენახვის ტემპერატურა ან მისი ცვალებადობა განაპირობებს ხილისა და ბოსტნეულის შენახვისუნარიანობას, ბიოქიმიურ შედგენილობას, ასევე წონის კლებას და პროდუქტის დანაკარგებს. ისეთ ქვეყანაში, როგორც საქართველოა, სადაც სასოფლო-სამეურნეო წარმოება ძირითადად სეზონურია, მოსავლის შენახვის საკითხები მაქსიმალურად მაღალ დონეზე უნდა გადაწყდეს, რათა რაც შეიძლება ხანგრძლივად იქნეს შენახული აგროპროდუქტები. ეს პროცესი სულ უფრო აქტუალური ხდება, რადგან ხილი და ბოსტნეული მალფუჭებადია და დანაკარგი დიდია.

საქართველოს ეკონომიკის განვითარებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს სოფლის მეურნეობას. საქართველოს ნიადაგურ-კლიმატური პირობები მრავალი სახეობის ხილისა და ბოსტნეულის წარმოების საშუალებას იძლევა, მიუხედავად ამისა ქართველი ფერმერების უმრავლესობის პროდუქტიულობა საკმაოდ დაბალია. სხვა ფაქტორებთან ერთად ამაში მნიშვნელოვან როლს შენახვის პირობებიც თამაშობს.

შენახვის ძველი მეთოდები, როგორცაა შრობა, გაყინვა, ვაკუუმირება, ქაფით ან ცვილით დაფარვა, დაკონსერვება, მოიცავს რიგ უარყოფით მომენტებს, რის გამოც ისინი ჩაანაცვლა ინოვაციურმა მიდგომებმა, კერძოდ კი პროდუქტების თხელი პოლიმერული აფსკით დაფარვამ, რომელიც ხელს უშლის ბაქტერიებით და სხვა მიკროორგანიზმებით პროდუქტების ზედაპირის კოლონიზაციას, ასევე ვიტამინ C-ს და სხვა სასარგებლო კონპონენტების შემცველობის დაქვეითებას, აკონტროლებს წყლის და აირების დიფუზიას.

ამ იდეის რეალიზაცია დაიწყო, ჯერ კიდევ, გასული საუკუნის 80-ან წლებში, სხვადასხვა მასალის, მათ შორის სინთეზური პოლიმერების გამოყენებით. ამერიკულ პატენტში [2] ამ მიზნისათვის გამოიყენეს სინთეზური პოლიმერები - მეთაკრილის მჟავას ესტერების ლატექსები, რომლებსაც ამატებდნენ 45%-მდე წყალში ხსნად ბუნებრივ (კაზეინს ან ჟელატინს) ან სინთეზურ პოლიმერს (პოლივინილის სპირტს, პოლივინილპიროლიდონს ან ოქსიეთილირებულ სახამებელს). მაგრამ აკრილის ლატექსები, ისევე როგორც შემდგომში

გამოყენებული სხვა კარბოჯაჭვური პოლიმერები [2, 3] არ ექვემდებარებიან ბიოდაშლას და მოხმარების წინ აუცილებელია პროდუქტის ზედაპირიდან მათი მოშორება, რის სრულფასოვნად განხორციელება პრაქტიკულად შეუძლებელია, ხოლო საფარის დარჩენილი ნაწილი წარმოადგენს საფრთხეს ჯანმრთელობისთვის. ამიტომ უკანასკნელ პერიოდში უპირატესობა ენიჭება საკვებად ვარგის საფარს [4]. საკვებ საფარებად გამოიყენება პოლისაქარიდეები, ალგინატები, ცილები, ბუნებრივი ფისები, მაგალითად, ალოე ვერას გელი და სხვ. ასეთი საფარების საკვებთან ერთად მიღების უნარი გარანტირებული უნდა იყოს მათი უსაფრთხოებით, ისინი უნდა ინარჩუნებდნენ პროდუქტის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს (მისთვის დამახასიათებელ გემოს, ტექსტურას და გარეგნულ სახეს), სხვაგვარად, შეუმჩნეველი უნდა იყვნენ მომხმარებლისთვის (მათი სისქე არ უნდა აღემატებოდეს 100-200 ნმ-ს). ასევე აღსანიშნავია, რომ თხელი და შეუმჩნეველი პოლიმერული საფარი აფსკები პერსპექტულია სხვა ორგანული პროდუქტების, მაგალითად, ყვავილების პრეზერვაციისთვისაც [5].

ძირითადი ნაწილი

უკანასკნელ წლებში უპირატესია საკვები საფარი, რომელიც უწყობს რა ხელს მოსავლის აღების შემდგომ ხილისა და ბოსტნეულის ხარისხის შენარჩუნებას, მიზნად ისახავს არასაკვები (არაბიოდეგრადირებადი) შესაფუთი მასალების ჩანაცვლებასა და ამ სფეროდან განდევნას.

წინამდებარე კვლევის ფარგლებში ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის ოპტიმალური პირობების დასადგენად ვიყენებთ საქართველოში შექმნილ ინოვაციურ მასალას - ფსევდოპროტეინს (ავტორთა ჯგუფი რ.ქაცარავა, დ.ტულუში, ვ.ბერიძე) ე.წ. ფსევდოპროტეინს (ბიომიმეტიკს) - α -ამინომჟავების საფუძველზე მიღებულ სინთეზურ პოლიმერებს, რომელთა შექმნა და პრაქტიკაში დანერგვა აღინიშნა საქართველოს ეროვნული პრემიით 2021 წელს.

ფსევდოპროტეინები დაინერგა ძირითადად მედიცინაში წამლების მატარებლებისა და ქირურგიული იმპლანტების სახით, შესაბამისად ნაჩვენებია მათი მაღალი ბიოთავსებადობა და რიგი უპირატესობებისა ბუნებრივ პოლიმერებთან - პროტეინებთან (ცილებთან) შედარებით. მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა მკვეთრად გავაფართოვოთ ფსევდოპროტეინების გამოყენების არეალი, დავენერგოთ იგი სხვა დარგებშიც, კერძოდ საქართველოსათვის ტრადიციულ კვების მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში. მოცემულ ეტაპზე ჩვენი მიზანია გამოვიყენოთ ფსევდოპროტეინები ორგანული პროდუქტების (ხილი, ბოსტნეული) პრეზერვაციისათვის.

აგროსაფარის ზემოთ აღნიშნული თვისებების გათვალისწინებით ჩატარებული კვლევების მიზანია ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის ოპტიმალური პირობების დადგენა ექსპერიმენტების მათემატიკური დაგეგმვის გზით.

კვლევის ობიექტებად შერჩეულია ვაშლის ჯიში „ბანანი“ და სტაფილოს ჯიში „ნანტი“.

ექსპერიმენტების მათემატიკური მეთოდით დაგეგმვის მიზნით შერჩეულია საოპტიმიზაციო პარამეტრი ვაშლისა და სტაფილოსათვის - (Y) - წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება, % და მასზე მოქმედი ფაქტორები (X_1 - ტემპერატურა, °C, X_2 - აგროსაფარის კონცენტრაცია, %, X_3 - შენახვის დრო, კვირა).

ვაშლსა და სტაფილოში წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება განისაზღვრა რეფრაქტომეტრული მეთოდით [6].

საოპტიმიზაციო პარამეტრი, როგორც წესი, დამოკიდებულია მასზე მოქმედ ფაქტორებზე, რაც გამოისახება ტეილორის პოლინომით, რომელსაც ასეთი სახე აქვს [7]:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + b_{12}X_1X_2 + \dots + b_{(n-1)n}X_{n-1}X_n + b_{12}X_2^2 + \dots + b_{nm}X_n^2 \quad (1)$$

პოლინომში, რაც მეტია წევრთა რაოდენობა, იგი მით უფრო ზუსტად აღწერს პროცესს, მაგრამ ამ შემთხვევაში რთულდება განტოლების ამოხსნა, ამიტომ კმაყოფილდებიან განტოლების წრფივი ნაწილით, რომელსაც ასეთი სახე აქვს:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + b_{(n-1)n}X_{n-1}X_n \quad (2)$$

(2) განტოლება წარმოადგენს არასრულ კვადრატულ (რეგრესიის) განტოლებას. სიმბოლოები b_0, b_1, \dots, b_n ცალკეული ფაქტორების კოეფიციენტებია, ხოლო $b_{12}, \dots, b_{(n-1)n}$ - ფაქტორების ერთდროული ზემოქმედების. მათი გამოთვლით და მე-2 განტოლებაში ჩასმით ვღებულობთ პროცესის მათემატიკურ მოდელს.

პროცესის მათემატიკური მოდელი, საშუალებას იძლევა, განისაზღვროს ფაქტორების გავლენა საოპტიმიზაციო პარამეტრებზე და მოიძებნოს პროცესის ოპტიმიზაციის გზა.

ჩვენს შემთხვევაში პროცესის მიმდინარეობაზე მოქმედი ფაქტორების რაოდენობაა $k = 3$, ექსპერიმენტების მათემატიკური დაგეგმვისათვის ჩასატარებელი ცდების რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით:

$$N = 2^k = 2^3 = 8$$

ჩატარებული ცდების გეგმის ძირითადი მახასიათებლები მოცემულია 1-ლ ცხრილში, ხოლო ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა 2 და 3 ცხრილებში. 1-ლ ცხრილში წარმოდგენილი ძირითადი დონის პარამეტრები აღებულია წინასწარი სასინჯი ცდებით.

რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების გაანგარიშების საფუძველზე შემუშავებული იქნა ვაშლის შენახვის პროცესის მათემატიკური მოდელი, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$Y = 13.418 - 0.39375X_1 + 0.53125X_2 - 0.99375X_3$$

მიღებული განტოლება ადექვატურობაზე შემოწმებული იქნა ფიშერის (F) კრიტერიუმით, ხოლო ცდებში დისპერსიის შეფასება კოხრენის (G) კრიტერიუმით, რომელთა გამოთვლილი მნიშვნელობები ნაკლები აღმოჩნდა 95%-იანი რწმუნების ალბათობის ცხრილურ მნიშვნელობებზე; რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მიღებული განტოლება ადექვატურად აღწერს პროცესს, ხოლო შედეგების დისპერსია დასაშვებ ზღვრებშია.

ცხრილი 1.

ჩატარებული ცდების ძირითადი მახასიათებლები

ფაქტორები	X ₁ , t °C	X ₂ , C გ/ლ	X ₃ , დრო, კვირა
ძირითადი დონე	4,5	5	9
ვარიაციების ინტერვალი	4,5	3	5
ზედა დონე	9	8	14
ქვედა დონე	0	2	4

რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების შეფასებამ სტიუდენტის კრიტერიუმით, გვიჩვენა რომ X₁, X₂ და X₃ ცვლადების კოეფიციენტები მნიშვნელოვანია, სამივე ფაქტორის (ტემპერატურა, კონცენტრაცია და დრო) ცვლილება გავლენას მოახდენს საოპტიმიზაციო პარამეტრის სიდიდეზე. აქედან მეორე ფაქტორის (აგროსაფარის კონცენტრაცია) გაზრდა გამოიწვევს საოპტიმიზაციო პარამეტრის მნიშვნელობის გაზრდას, ვინაიდან მისი კოეფიციენტის ნიშანი დადებითია.

ცხრილი 2.

ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა ვაშლისთვის (საოპტიმიზაციო პარამეტრი - წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება, %)

ცდის №	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	Y ₁	Y ₂	S _i ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	14,6	13,7	0,405
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	13,4	13,8	0,08
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	15,2	14,9	0,045
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	14,6	15,1	0,125
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	12,8	13,2	0,08
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	11,1	10,5	0,18
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	13,4	12,7	0,245
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	12,7	13,0	0,045

რადგან პირველი (ტემპერატურა) და მესამე (დრო) ფაქტორის კოეფიციენტის ნიშანი უარყოფითია, მისი გაზრდა პირიქით შეამცირებს მას. ყველაზე მეტ გავლენას საოპტიმიზაციო პარამეტრის სიდიდეზე მოახდენს მესამე ფაქტორის (დრო) ცვლილება. ვინაიდან მისი კოეფიციენტის აბსოლუტური მნიშვნელობა დანარჩენზე მეტია.

ცხრილი 3.

ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა სტაფილოსათვის საოპტიმიზაციო პარამეტრი - წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება, %)

ცდის №	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	Y ₁	Y ₂	S _i ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	11,0	11,7	0,245
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	10,5	10,1	0,08
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	11,0	10,6	0,08
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	10,9	9,9	0,5
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	9,5	8,7	0,32
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	8,2	7,9	0,045
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	10,75	9,8	0,4512
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	10,1	10,7	0,18

ასევე შემუშავებული იქნა სტაფილოს შენახვის პროცესის მათემატიკური მოდელი, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$Y = 10.084375 - 0.62813X_3 + 0.496875X_2X_3$$

დასკვნა

- ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ პოლიმერული საფარით შესამღებელია პროდუქტების კვებითი ღირსების ეფექტური შენარჩუნება ხანგრძლივი შენახვის პირობებში.
- ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის გზით მიღებულია მათემატიკური მოდელები ვაშლისა და სტაფილოსათვის, რომლებიც ადეკვატურად აღწერს პროცესს.

ლიტერატურა:

- E.M.Yahia,; García-Solís, P.; Celis, M.E. Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. In Post-Harvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables; Woodhead Publishing: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 19–45.

2. W. Polovina, Polymerc film coating method for protecting plants, vegetables, and fruit from drought. US patent # 4783342 (1988).
3. W. X. L. Felicia, K. Rovina, M. N. Nur'Aqilah, J. M. Vonnice, K. H. Erna, M. Misson, N. F. A. Halid, Recent Advancements of Polysaccharides to Enhance Quality and Delay Ripening of Fresh Produce: A Review. *Polymers* 2022, 14, 1341.
4. <https://doi.org/10.3390/polym14071341>.
5. M.M. H. Senna, K. M. Al-Shamrani, A. S. Al-Arifi. Edible Coating for Shelf-Life Extension of Fresh Banana Fruit Based on Gamma Irradiated Plasticized Poly(vinyl alcohol)/ Carboxymethyl Cellulose/Tannin Composites. *Materials Sciences and Applications*, 5(6), 2014, 395-415. DOI:10.4236/msa.2014.56045
6. H.E.Tahir; Xiaobo, Z.; Mahunu, G.K.; Arslan, M.; Abdalhai, M.; Zhihua, L. Recent developments in gum edible coating applications for fruits and vegetable preservation: A review. *Carbohydr. Polym.* 2019, 224, 115141.
7. G.Danelia, T.Falavandishvili, N.baraTeli. Laboratory practice in Ecochemical examination of food products. Technical University Publishing: Tbilisi 2011. pp. 25-144.
8. L. Gvasalia. Modeling of Technological Processes. The course of lectures, electronic version. GTU Library, CD-711.

Preservation of agricultural products by polymer biomimetics: mathematical planning of the process

Tamar Jibladze

Georgian Technical University. Department of Chemistry. PhD student. Georgia, 0171, Tbilisi, m. Kostava Avenue No. 69.

E-mail: jibladze.tamar@gtu.ge

Tamar Palavandishvili

Georgian Technical University. Department of Chemical and Biological Technologies. Academic doctor. Georgia, 0171, Tbilisi, m. Kostava Avenue No. 69.

E-mail: t.palavandishvili@gtu.ge

Ramaz Katsarava

Georgian Technical University. Department of Chemical and Biological Technologies. Doctor of Chemical Sciences, Georgia, 0171, Tbilisi, m. Kostava Avenue No. 69.

E-mail: Kats.ram@yahoo.com

Abstract. Today, such methods of storing agricultural products as canning, drying, vacuuming, freezing, covering with wax or foam have been replaced by an innovative method - covering food products with a thin polymer coating. Such films control the diffusion of water and gases, prevent the colonization of the surface of products with bacteria and other microorganisms, decrease the content of vitamin C and other important useful components. The increasing /growing interest in edible and biodegradable films for food packaging is becoming more evident every day, as non-degradable materials doing much damage to human health and the environment. Monocomponent pseudoprotein biodegradable food coating films is used in this experiment. Polymer alcoholic solutions of different concentrations were prepared, with which samples of apples and carrots were covered by the method of dip-

coating. Through the mathematical planning of the experiment, the chemistry and the storage capacity of agricultural products with pseudoprotein food coating was investigated. Water-soluble dry matter have been selected as research parameters. Temperature, coating materials concentration and storage time are selected as factors affecting the research parameter. Based on the experiments and visual observation of the three-month preservation of the products, it was revealed that coated samples kept ripening, good natural colour and appearance.

Keywords: Agricultural products, Biodegradable edible coating, Biometric, Food coating, Polyesteruretan, Pseudo-protein films, Polymer.

პამიდორის კულტურის ქვეშ ივერიის ბარზე გავრცელებული ყავისფერი ნიადაგების აკუმულაციურ ფენაში შესათვისებელი მოძრავი საკვები ელემენტების ქიმიზმი

გიორგი ანდრიაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი. თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №69. E-mail: andriadze.g@gtu.ge
გიორგი დანელია	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი. თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №69. E-mail: daneliagiorgi@gtu.ge

რეცენზენტები:

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ხ. წიქარიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge

ანოტაცია. ბაზისური ვალიდირებული მეთოდებით რაოდენობრივად შესწავლილ იქნა ყავისფერი ნიადაგების ქიმიზმი პამიდორის კულტურის ნედლეულის პროდუქტიულობის ამალგების მიზნით, რადგანაც მცენარის მიერ შესათვისებელი ფორმები ყოველთვის

ცვალებადია და გარდაუვალია მათთვის ქიმიური ანალიზების ჩატარება, ინდექსის ცოდნა, რაც საშუალებას გვაძლევს სასუქების სწორი გამოყენების სისტემის თვალსაზრისით.

საკვანძო სიტყვები: ნიადაგი, ნიადაგის გენეზისი, კოლოიდური სისტემა, თხიერი ფაზა, მცენარის საკვები ელემენტები, ქიმიური ელემენტების პროდუქტიულობა,

შესავალი

შესწავლილია მძიმე მექანიკური შედგენილობის მქონე ყავისფერი ნიადაგების ქიმიზმი (გორის რაიონი სოფ. სვენეთი, სოფ. ატენის, მარნეული) იმ ლოკალიზაციის ტერიტორიაზე, სადაც მოჰყავთ პამიდორის კულტურა ნიადაგის თხევად ფაზაში 0,2-0,4 სმ სიღრმეზე. დამტკიცდა, რომ აღნიშნული ტიპის ნიადაგებში არეს რეაქცია ნეიტრალურია, ხასიათდება ჰუმუსის დაბალი პროცენტობით შესაბამის ინდექსთან შედარებით. რაც შეეხება კარბონატობას პროცენტობით, აღნიშნული ნიადაგები საშუალოდ უზრუნველყოფილია. რაც მთავარია, პირველი მინიმუმის ელემენტი აზოტი მგ/100გ-ზე მცირეა. ასევე შეგვიძლია აღვნიშნოთ მოძრავი ფოსფორის მიმართ. რაც შეეხება გაცვლით კალიუმს, იგი საშუალოდ არის უზრუნველყოფილი. აღნიშნული ტიპის ნიადაგებისათვის, პამიდორის ნედლეულის მოყვანა და შემდგომ მისი ტექნოლოგიური პროცესი სრულიად რეალურია. საკვები ელემენტების სიმცირე გამოწვეულია მცენარის ბიოლოგიური გამოტანით და მოითხოვს მინერალური ხსნადი ოქსიდების გამოყენებას. ყავისფერი ნიადაგები გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოს ტყის სტეპის ზონაში, რომელიც პირველად აღწერილი იქნა ქ. მცხეთაში 1924 წელს. კვლევის შედეგად დამტკიცდა მისი გავრცელების არეალი, ივერიის ბარის მნიშვნელოვან ნაწილში, ასევე კახეთში (წინანდალში). მაგრამ აქ უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოება, რომ ყავისფერი ნიადაგები მაინც ცალკე ტიპად და ქვეტიპად გამოყოფა. რომლის ფართობი საქართველოში 4,8%-ია. შემდგომ პერიოდში აღმოჩნდა, რომ ქ.თბილის და მისი შემოგარენი - წყნეთი, წავკისი, კუმისი, ვაშლიჯვარი - მისი გავრცელების არეალი აღმოჩნდა. თუმცა, როდესაც საუბრობენ ყავისფერი ნიადაგების გენეზისზე, მკვლევარებს სხვადასხვა შეხედულება გააჩნია, რაც განპირობებულია: ლანდშაფტების თავისებურებებით, აბიოტური ფაქტორების ცვალებადობით, აღნიშნული ნიადაგების მიმართ ევოლუციით და სხვა მრავალი.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენთვის ცნობილია ნიადაგის სამი ფაზა: 1. მყარი, 2. თხევადი, 3. გაზისებრი. ამიტომ ჩვენთვის საინტერესო არის პამიდორის კულტურისთვის ფუნჯა-ფესვთა სისტემა და თხევადი

ვაზიდან საკვები ელემენტების ადსორბცია - მექანიკური, ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური. საინტერესოა ის ფაქტი, რომ ყავისფერ ნიადაგებში გრუნტის წყალი ღრმად და ნიადაგის წარმოქმნაში არ მონაწილეობს. ამ ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია იმპერაციული ტენის რეჟიმის ტიპი. ატმოსფერული ნალექების წყლით ამ ნიადაგის პროფილი სველდება 1-1,5 მ სიღრმემდე და ის გრუნტის წყლებამდე ვერ აღწევს. აქ საინტერესოა კალციუმის კარბონატების შემცველობა. ყოველ ნიადაგს გააჩნია თავისი განვითარების ისტორია და გარემოს ბიოტექნოლოგიური ცვლილებების დროს ადგილი აქვს მნიშვნელოვან ცვალებადობის რეჟიმს, ამისათვის საჭიროა მისი მონიტორინგი.

ყავისფერი ნიადაგების ზონაში ნიადაგწარმოქმნის პროცესი ყველგან ერთნაირი ტიპით არ მიმდინარეობს და დამოკიდებულია ბიოკლიმატურ პირობებზე, რელიეფზე, თბურ რეჟიმზე და სხვა, რომელიც გარკვეულ გავლენას ახდენს მცენარეული წარმოშობის ნედლეულის ხარისხზე, ტექნიკურ სიმწიფეზე, საგემოვნო თვისებებზე და ამ ნიადაგებზე მოყვანილი ნებისმიერი ნედლეულის ტექნოლოგიურ რეჟიმზე. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ კულტურულ მცენარეებს ნიადაგიდან გამოაქვთ მხოლოდ შესათვისებელი ფორმის ელემენტები, რის საფუძველზეც ეცემა ყავისფერი ნიადაგების პროდუქტიულობა, რასაც ნიადაგშიდა გამოფიტვა ეწოდება.

ყავისფერი ნიადაგებისთვის დამახასიათებელია ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით პროფილის შუა ნაწილში გათიხების მოვლენა, რაც მკვეთრად არის გამოხატული და გავლენას ახდენს მის მექანიკურ შედგენილობაზე. აუცილებელია აღვნიშნოთ მისი კლასიფიკაციის ქვეტიპები: 1. გამოტუტული, 2. ტიპიური, 3. კარბონატული ნიადაგები. გამოტუტული ყავისფერი ნიადაგები გავრცელებულია აღნიშნული ნიადაგების ზედა საზღვარზე, სადაც აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგების ვერტიკალურ ზონაობაში უკავიათ უფრო მაღალი ფიქსომეტრიული ნიშნები, რომელსაც ხშირად ესაზღვრება მოჟღალო-ყავისფერი ყომრალი ნიადაგები. ტიპიური ყავისფერი ნიადაგები წარმოდგენილია გამოტუტული ყავისფერი ნიადაგების ქვედა სარტყელში, რომლის ძირითადი ნაწილი ათვისებულია როტაციის გზით. ძირითადად მას უკავია დახრილი ფერდობები, შლეიფები და რაც მთავარია ატმოსფერული ნალექების წყლის ზედაპირული გადადინება ნაწილობრივ შეზღუდულია.

რაც შეეხება ყავისფერ კარბონატულ ნიადაგებს, გავრცელებულია მთისწინეთის ქვედა ზოლში, იგი უსტრუქტურია, ხასიათდება კირის თვლებით და ძარღვებით აჭრელებული.

ჩვენთვის მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ ყავისფერი ნიადაგების მორფოლოგია, არამედ ძირითადი პრიორიტეტული სკითხი - ბოსტნეულ კულტურათა პროდუქტიულობა, რადგან

ზემოთ აღნიშნულ რეგიონებში მიღებულ იქნას ბიოლოგიურად სრულფასოვანი და ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეული და ტომატ-პასტა, რომელიც აკმაყოფილებს მისთვის დამახასიათებელ ნიშანთვისებათა ერთობლიობას.

ცხრილი 1.

ნიადაგის ნიმუშების მონაცემები

ნიადაგის ნიმუშის ადგილი	სიღრმე, სმ	pH	ჰუმუსი, %	კარბონატობა, %	ჰიდროლიზური აზოტი, მგ/100 გ ნიადაგზე	მოძრავი ფოსფორი, მგ/100 გ ნიადაგზე	გაცვლითი კალიუმი, მგ/100 გ ნიადაგზე
გორი: ყავისფერი ნიადაგების აკუმულაციური ფენის ზონა (სვენეთი, ატენის რაიონი, ხიდისთავი)	0-20	7,1	2,9	6,0	5,6	1,0	15,5
	20-40	7,4	3,1	5,7	4,7	0,8	15,3
მარნეული	0-20	7,0	1,4	4,9	7,2	0,9	11,0
	20-40	7,3	1,7	5,0	0,7	0,8	9,8

აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით ჩვენს შევისწავლეთ გორის რაიონის აკუმულაციური ფენის ყავისფერი ნიადაგი და შედეგი შეყვანილია ცხრილ #1-ში, სადაც ნათლად ჩანს აღნიშნულ ნიადაგებში არეს რეაქციის კარბონატობის და მოძრავი საკვები ელემენტების შემცველობა და თუ ჩვენ შევადარებთ მას უზრუნველყოფის ინდექსს დავრწმუნდებით, რომ პირველი მინიმუმის ელემენტი -ჰიდროლიზური აზოტი დაბალია. ასევე დაბალია ჰუმუსის ინდექსი. რაც შეეხება CaCO₃-ს, იგი ფრიად განსხვავებულია, რომელიც ნათლად ჩანს იმ გარემოებიდან, რომ გამოვყავით მისი სამი ტიპი. მაგალითად გორის რაიონში შედეგი მივიღეთ 0-20სმ სიღრმეზე 6,0%, ხოლო 20-40სმ სიღრმეზე 5,7%. ამდენად, ყოველი საკვები ელემენტის შემცველობა იცვლება და შესაძლებელი არის, რომ ჰამიდორის ტექნიკური სიმწიფის აღების შემდეგ ბალანსი იყოს უარყოფითი და აუცილებელია მისი შევსება. თითქმის იგივე კანონზომიერებაც არის მარნეულში.

ანალიზები ჩატარდა შემდეგი მეთოდოლოგიით: pH შემოწმდა საველე pH-მეტრით, CaCO₃ შემოწმდა შნეიბერის კალციმეტრით, ჰიდროლიზური აზოტი - ტიურინ-კონანოვას მეთოდით, მოძრავი P₂O₅ მაჩიგინის მეთოდით, გაცვლითი კალიუმი - კირსანოვის მეთოდით.

დასკვნა:

1. ყავისფერი ნიადაგები იყოფა ქვეტიპებად: გამოტუტული, ტიპური კარბონატული. პამიდორის კულტურისათვის საუკეთესოა ტიპური, რომელიც უნდა წარმოადგენდეს გავაკებულ ლანდშაფტს.
2. შესათვისებელი საკვები ელემენტების მიხედვით არ არის უზრუნველყოფილი და მოითხოვს ქიმიზაციის რენტაბელური დონეს.
3. ქიმიზაცია მოგვცემს საშუალებას, რათა მივიღოთ საუკეთესო ხარისხის პროდუქცია, რაც წინაპირობაა პამიდორის ქვესახეობების ნედლეულის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით და ტომატ-პასტის მისარებად.

ლიტერატურა:

1. G. Danelia, T. Palavandishvili. Laboratory practice in ecochemistry. "Technical University" publishing house. Tbilisi 2013 pp. 31-144.
2. T. Urushadze. The main soils of Georgia, publishing house "Tbilisi", Tb., 1997.
3. G. Talakhadze, I. Anjafaridze, V. Lottery, r. Kirvalidze. Soils of Georgia, publishing house "Education", volume, 1983. p. 191-201.

Chemistry of assimilable mobile nutrient elements in the accumulation layer of brown soils spread under tomato culture on Iveria Bar

Giorgi Andriadze Georgian Technical University. Department of Chemical and Biological Technologies. Tbilisi, m. Kostava Avenue No. 69.
E-mail: andriadze.g@gtu.ge

Giorgi Danelia Georgian Technical University. Department of Chemical and Biological Technologies. Tbilisi, m. Kostava Avenue No. 69
E-mail: daneliagiorgi@gtu.ge

Abstract: Based on validated methods, the chemistry of brown soils was quantitatively studied in order to increase the productivity of raw materials for tomato culture, because the forms assimilated by the plant are always changing and it is inevitable to conduct chemical analyzes for them, to know the index, which allows us from the point of view of the correct application of fertilizers.

Keywords: soil, soil genesis, colloid system, bare phase, plant nutrients, productivity of chemical elements,

**ზეთოვანი თესლების (კაკლის, გოგრის, თხილის და ნესვის) მომზადება,
ზეთის გამოსაყოფად**

გიგა პატარიძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175
E-mail: gigapataridze7@gmail.com

მამუკა მაისურაძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175
E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ზ. ჩანქსელიანი, მცხეთის სარაიონათმორისო საწარმოო გაერთიანების "სოფლნაყოფიერების" თავმჯდომარე, სასოფლო-სამეურნეო რესურსების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორი

E-mail: zauri49@yahoo.com

გ. დანელია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175

E-mail: giadanelia55@gmail.com

ანოტაცია. კვლევის ობიექტი: კვლევის ობიექტად გამოყენებულია, გურიის, აჭარის და სამტრედიის რეგიონში აღებული თხილის და კაკლის ნაყოფები და კახეთის, იმერეთის რეგიონში აღებული ნესვის და გოგრის თესლები.

განვსაზღვრეთ შერჩეული ნედლეულის 1. გარეგანი ნიშნები. 2. დაწვრილმანების ხარისხი. 3. მიკროსკოპია. 4. რიცხვითი მაჩვენებლები. 5. სინამე. 6. ნაცრიანობა. მონაცემები თანხვედრაშია ლიტერატურულთან.

მოვახდინეთ ექსტრაქტული ნივთიერებების განსაზღვრა ექსტრაქტის აორთქლების და მუდმივ წონამდე გამოშრობის მეთოდით

შერჩეული მცენარეული ნედლეულიდან მივიღეთ ცივი გამოწურვის ზეთები ზეთის გამოყოფის პრესული მეთოდით“

განვსაზღვრეთ მიღებული ზეთების ფიზიკური მახასიათებლები

საკვანძო სიტყვები: ნაყოფები, თესლები, ექსტრაჰირება, მიკროსკოპია

შესავალი

სამკურნალო მცენარეების გამოყენება თაობათა მდიდარ, პრაქტიკულ გამოცდილებას ემყარება.

აღსანიშნავია, რომ ძველად საქართველოში თუმცა არ იცოდნენ მცენარეების ქიმიური შემადგენლობის შესახებ, მაგრამ ემპირულად ამ მხრივ გარკვეული შეხედულებები შემუშავებული იყო, მაგალითად, შხამიან მცენარეთა სამკურნალოდ გამოყენების შემთხვევაში დაცული იყო ნორმა, მაგალითად, „უსწორო კარაბადინში“ ვხვდებით ასეთ განსაზღვრებას: „შხამინი წამლები დავწრეთ რომე რიდება უნდა და მიცემა არ უნდა...თუ ამ წამლებისგან დაამეტებ და ან მარტოს მისცემდე შხამად შეერგების, თუ ღონე არ ქონდეს და მისცემდე, სიფრთხილით მიეც: მაზარიონი, სინამაქი, აფიონი, ფარფიონი... ჯაზვი, ხარბაცი, ქუნდუსა, საყამუნია...“.

მცენარის დამზადების პროცესში, ტექნოლოგიურ ჯაჭვში ცოცხალი მცენარე -წამალი - მომხმარებელი, მოცემული პროცესის ცალკეული უმნიშვნელოვანესი ეტაპების გასავლელად საჭიროა ნედლეულზე ჩატარდეს რიგი ისეთი ოპერაციებსა როგორცაა - ნედლეულის შეგროვება, პირველადი გადამუშავება, შრობა. ამის შემდეგ შეიძლება საუბარი, რომ საკვლევი ნედლეული მიყვავილია სტანდარტულ მდგომარეობამდე.

პრაქტიკაში ნაყოფებს უწოდებენ მარტივ, რთულ, ან ცრუ ნაყოფებს, ნაყოფედებს და მათ ნაწილებს. დაინტერესების შემთხვევაში, მწიფე ნაყოფებს კრეფენ და ახმოებენ. ზოგიერთ წვნიან ნაყოფს ნედლ მდგომარეობაშიც გადაამუშავებენ.

ძირითადი ნაწილი

ჩვეულებრივი კაკლის, გოგრის, თხილის და ნესვის ნაყოფები გავასუფთავებ მინარევებისაგან და გამოვაშრე, რადგან შენახვისას და გადამუშავებისას მინარევების არსებობა აუარესებს ზეთოვანი თესლების თვისებებს და შესაბამისად მიღებული ზეთის ხარისხიც ქვეითდება, ამ დროს ზეთის დანაკარგიც იზრდება. რადგან ჩვენ გვინტერესებს არამხოლოდ მიღებული ზეთი კოპტონიც შროტი აღმოჩნდა, რომ მათი ხარისხიც დაბალია.

კაკლის და თხილის ნაყოფების, გოგრის და ნესვის თესლების ბიოქიმიური შედგენილობა მოიცავს საკვები და ფიტოქიმიური ნაერთების რთულ კომპლექსს, რომელთა თვისებითი და რაოდენობითი შედგენილობაც საშუალებას გვაძლევს განვიხილოთ ისინი როგორც ნედლეულის წყარო ფართო ასორტიმენტის პროდუქციის წარმოებისათვის. ესენია საკვები, ფარმაცევტული, კოსმეტიკური და ტექნიკური დანიშნულების ზეთები, საღებავები, სხვადასხვა ფუნქციონალური დანიშნულების ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები, საკვები ცილები, ტანინი, ფიტინი და სხვა.

შერჩეული ნედლეულის გამოსაკვლევად, კაკლის და თხილის ნაყოფები, გოგრის და ნესვის თესლები გამხმარ მდგომარეობაში დავათვალიერეთ შეუიარაღებელი თვალით და შემდგომ ლუპის (10X) საშუალებით. ნებისმიერი ნაყოფისთვის დიაგნოზური მნიშვნელობა აქვს ფერს, ნაყოფსაფრის ზედაპირის ხასიათს, ზომებს (ნაყოფის სიგრძე, სისქე, სიგანე), სუნს და გემოს. ნედლეულის ზომებს ვსაზრვრავდით სახაზავით. ნედლეულის ფერს ვაკვირდებოდით დღის სინათლეზე, სუნს - დამტვრევის ან გასრესის შემდეგ, გემოს ვუსინჯავდით მშრალი ნედლეულის ნაჭერს ან მის ნახარშს (გემოს გასინჯვა შესაძლებელია მხოლოდ არაშხამიანი ობიექტების შემთხვევაში). ამის შემდეგ ჩავატარეთ მიკროსკოპია.

მიკროსკოპია. კაკლის და თხილის ნაყოფების, გოგრის და ნესვის თესლების (მთლიანი, დაუზიანებელი ნედლეული). ნამდვილობის დასადგენად გავამზადეთ განივი ანათლები. ყურადღებას მივაქციეთ თესლის საერთო აღნაგობას, თესლის კანის ხასიათს და აგებულებას, სამარაგო - საკვები ქსოვილის ენდოსპერმის სიდიდეს და ფორმას. ჩანასახის - ლებნების, ფესვაკის, ღერაკის, კვირტის ფორმასა და აგებულებას.

განსაკუთრებული დიაგნოზური მნიშვნელობა მივანიჭეთ თესლის კანს, რომელიც შედგება დამახასიათებელი შენების რამდენიმე ფენისაგან. კანის მექანიკური შრე შედგება დაგრძელებული ელემენტებისაგან (ბოჭკოების ტიპი) ან იზოდიამეტრული უჯრედებისაგან. ზოგიერთი თესლისათვის დამახასიათებელია კანის ეპიდერმალურ უჯრედებში ლორწოს, სხვებისათვის - პიგმენტური შრის არსებობა. დიაგნოზური მნიშვნელობა აქვთ აგრეთვე ენდოსპერმის უჯრედების ფორმას, სამარაგო საკვებ ნივთიერებებსა და კრისტალურ ჩანართებს.

ფ ხ ვ ნ ი ლ ი. დიაგნოზური მნიშვნელობა აქვს თესლის კანის შრის, განსაკუთრებით მექანიკური და პიგმენტური შრის აგებულებას. თესლის კანის შრეები ფხვნილის მიკროპრეპარატში განთავსებულია ბელტებად, რაც შეესაბამება კანის ზედაპირის მიკროსკოპულ სურათს, ზოგჯერ გვხვდება გაქვავებული უჯრედები (მცირე ჯგუფებად და ცალ-ცალკე). ხშირად ფხვნილში გვხვდება თესლის კანის ორი ან სამი შრის შეერთება, რაც აგრეთვე დამახასიათებელ ნიშანს წარმოადგენს. დიაგნოზური მნიშვნელობა აქვს ენდოსპერმისა და ჩანასახის უჯრედების შემცველობას (ცხიმოვანი ზეთი, ლორწო, კრისტალური ჩანართები და სხვა.).

ლუმინესცენტური მიკროსკოპია. ტენიან კამერაში დარბილების შემდეგ ვაკვირდებოდით გოგრის და ნესვის თესლების განივ ანათალს. ულტრაიისფერ სხივებში ვაკვირდებოდით ნედლეულის პირველად (საკუთარი) ფლუორესცენციას. გოგრის თესლია შემთხვევაში, მკაფიოდ გამოირჩევა თესლის კანის ცალკეული შრეები, მკვეთრად ფლუორესცირებს გამერქ-

ნებული ქსოვილები; ენდოსპერმისა და ჩანასახის ფლორესცენცია დამოკიდებულია უჯრედების ქიმიურ შემადგენლობაზე; ხოლო რაც შეეხება კაკლის ნაყოფებს, აქ ცხიმოვანი ზეთი განაპირობებს ენდოსპერმისა და ჩანასახის მკვეთრ ცისფერ ფლორესცირებას.

ჰისტოქიმიურ რეაქციებს ვატარებდით ჩვეულებრივი კაკლის, გოგრის, თხილის და ნესვის ნაყოფების ფხვნილზე. რათა დაგვედგინა ცხიმოვანი და ეთეროვანი ზეთების, ლორწოს, გამერქნებული ელემენტების არსებობა და სხვა. (რეაქციების ჩატარების მეთოდიკა აღწერილია შესაბამის ნორმატიულ - ტექნიკურ დოკუმენტაციაში).

თვისებითი რეაქციები ჩატარეთ ნედლეულის გამონაწვლილზე. რეაქციების ჩატარების მეთოდიკა მითითებულია შესაბამის ნორმატიულ - ტექნიკურ დოკუმენტაციაში.

რიცხვითი მაჩვენებლები. ნედლეულში განვსაზღვრეთ:

1. მოქმედი ნივთიერებების შემცველობა, ბიოლოგიურ აქტივობა.
2. ტენიანობა:
3. საერთო ნაცრის და 10% ქლორწყალბადმჟავას ხსნარში უხსნადი ნაცრის შემცველობა;
4. დაქუცმაცების ხარისხი
5. მინარევების შემცველობა.

ჩვეულებრივი კაკლის, გოგრის, თხილის და ნესვის ნაყოფები გავასუფთავე მინარევებისაგან და გამოვაშრე, რადგან შენახვისას და გადამუშავებისას მინარევების არსებობა აუარესებს ზეთოვანი თესლების თვისებებს და შესაბამისად მიღებული ზეთის ხარისხიც ქვეითდება, ამ დროს ზეთის დანაკარგიც იზრდება. რადგან ჩვენ გვაინტერესებს არამხოლოდ მიღებული ზეთი კოპტონიც შროტი აღმოჩნდა, რომ მათი ხარისხიც დაბალია.

კაკლის და თხილის ნაყოფების, გოგრის და ნესვის თესლების ბიოქიმიური შედგენილობა მოიცავს საკვები და ფიტოქიმიური ნაერთების რთულ კომპლექსს, რომელთა ხარისხობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობაც საშუალებას გვამლევს განვიხილოთ ისინი როგორც ნედლეულის წყარო ფართო ასორტიმენტის პროდუქციის წარმოებისათვის. ესენია საკვები, ფარმაცევტული, კოსმეტიკური და ტექნიკური დანიშნულების ზეთები, საღებავები, სხვადასხვა ფუნქციონალური დანიშნულების ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები, საკვები ცილები, ტანინი, ფიტინი და სხვა.

კაკლის და თხილის ნაყოფები, გოგრის და ნესვის თესლები გამოიყენება არასრულად და არარაციონალურად.

წარმოებაში ზეთოვანი თესლების მინარევებისაგან გასაწმენდად ძირითადად იყენებენ მაღალეფექტურ, კომბინირებულ მანქანებს. უფრო მეტად გავრცელებულია აერო - (საცეროვანი) სეპარატორები სადაც თესლებს მინარევების მოსაცილებლად ცრიან შესაბამის ზომის საცერში. სეპარატორის შესასვლელში და გამოსასვლელში თესლებს უბერავენ ჰაერს, რომელიც

ანთავისუფლებს მსუბუქი მინარევებისაგან. სეპარატორის გამოსასვლელთან დაყენებულია მაგნიტი რომელიც იჭერს რკინის მინარევებს.

ჩვენს შემთხვევაში გავასუფთავეთ ხელით. გამოვაშრეთ ოთახის ტემპერატურაზე.

ზეთოვანი კულტურის მინარევებს აქვთ მყარი გარსი, რომელიც საჭიროებს განცალკევებას ზეთის გამოყოფამდე. ზეთოვანი თესლების გარსის ბირთვიდან გამოყოფა აუმჯობესებს მისაღები ზეთის ხარისხს.

მშრალი ნაშთის განსაზღვრა: კაკლის და თხილის ნაყოფებიდან, გოგრის და ნესვის თესლებიდან მივიღეთ ექსტრაქტები. 5 მლ სითხოვანი ექსტრაქტი მოვათავსეთ წინასწარ აწონილ ბიუქსში, ავორთქლეთ წყლის აბაზანაზე და ამოვაშრეთ 3 სთ - ის განმავლობაში $(102.5 \pm 2.5)^{\circ}\text{C}$. შემდეგ გავაციეთ ექსიკატორში 30 წთ - ის განმავლობაში და ავწონეთ.

ტენიანობის განსაზღვრა: დაახლოებით 0.5გ პრეპარატი (კარგად დაქუცმაცებული კაკლის და თხილის ნაყოფები, გოგრის და ნესვის თესლები - ზუსტი წონა) გავაშრეთ მაშრობ კარადაში $(102.5 \pm 2.5)^{\circ}\text{C}$ 5 სთ-ის განმავლობაში. შემდეგ გავაციეთ ექსიკატორში 30 წთ-ის განმავლობაში და ავწონეთ.

შენახვა: დამუშავებული კაკლის და თხილის ნაყოფები, გოგრის და ნესვის თესლები შევინახეთ საფუთავში, რომელიც უზრუნველყოფს ნედლეულის სტაბილურობას მითითებული ვარგისიანობის ვადის განმავლობაში აუცილებლობის შემთხვევაში გრილ, სინათლისგან დაცულ ადგილზე. სითხოვანი ექსტრაქტების შენახვისას შეიმჩნევა ნალექის გამოყოფა.

ცილის განსაზღვრა საერთო აზოტის მიხედვით

ცილის განსაზღვრა საერთო აზოტის მიხედვით დაფუძნებულია იმაზე, რომ აზოტის რაოდენობა ცილების რაოდენობაში პრაქტიკულად ერთნაირია და შეიძლება მიღებული იქნას 16% ტოლად. რადგან ჩვენი ნედლეული ცილის გარდა შეიცავს ბევრ ისეთ ნივთიერებას, რომელთა შემადგენლობაშიც შედის აზოტი, ცილას წინასწარ ვლექავდით სამქლორმმარმჟავათი. ორგანული ნაერთის კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან გაცხელებით მოვახდინეთ მისი მინერალიზაცია აზოტი გადავიდა ამონიუმის სულფატში და შესაძლებელი გახდა მისი რაოდენობითი განსაზღვრა.

ზეთის გამოყოფა მცენარეული ნედლეულიდან

არსებობს ცხიმზეთოვანი ნედლეულიდან მცენარეული ზეთების წარმოების რამდენიმე ხერხი - დაწნეხვა დაბალ ტემპერატურაზე, დაწნეხვა მაღალ ტემპერატურაზე და ქიმიური.

დაწნეხვა თავის მხრივ შეიძლება იყოს ცივი და ცხელი. ცივად დაწნეხვის შემთხვევაში ზეთის გამოსავალი ნაკლებია; გარდა ამისა, ასეთი ზეთი შეიცავს ცილოვან და სხვა კოლოიდურ ნივთიერებებს, რის გამოც იგი ცუდად ინახება; ამიტომ ცივად დაწნეხვის მეთოდს იშვიათ

შემთხვევაში იყენებენ. მას იყენებენ უმეტესად მაღალხარისხოვანი საკვები ან სამკურნალო ზეთების მისაღებად. ხანდახან მიმართავენ ამ ორი დაწნეხის კომბინაციას - თესლს ჯერ დაწნეხენ ცივად, შემდეგ კი, დარჩენილ ნაწილს ცხლად დაწნეხენ. არარაფინირებული ზეთები შეიცავენ ვიტამინების, მინერალებისა და ბიოაქტიური კომპონენტების კომპლექსს, რომლებიც აუმჯობესებენ ჩვენი ცხოვრების ხარისხს.

ნებისმიერი არარაფინირებული ზეთი, რომელიც მიღებულია ცივი გამოწურვის მეთოდით, ექსტრაქციული მეთოდით მიღებული რაფინირებული ზეთებისაგან განსხვავებით, „დაჯილდოებულია“ ყველაზე მაღალი საკვები და სამკურნალო თვისებებით. ცივი გამოწურვით მიღებულ ზეთებში შენარჩუნებულია ვიტამინების, მინერალების, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაქსიმალური რაოდენობა, რომლებიც განსაზღვრავენ ამ ზეთების მრავალფეროვან უნიკალურ თვისებებს.



სურათი 1 (ზეთის გამოსახდელი პრესი)

ზეთის მოპოვების პრესული მეთოდი

მაღალზეთოვანი თესლების გადამუშავებისას გამოიყენება ორმაგი პრესირება. პროცესში შედის ზეთის ძირითადი რაოდენობის წინასწარი მიღება შნეკოვის პრესებზე და საბოლოო მიღება მაღალი წნევის მქონე პრესებზე. წინასწარი ზეთის მოპოვებას თან სდევს თბილტენიანი დამუშავება თბოტენიანი დამუშავება (ნედლეულის რბილი მასის). ეს სტადია ჰიდროთერმული დამუშავება ეხმარება კავშირის შესუსტებას ზეთსა და (ნედლეულის რბილ ნაწილებს) შორის, რომელიც აადვილებს ზეთის გამოყოფას პრესირების დროს. ჩვენ მივმართეთ ზეთის მიღების ამ მეთოდს და შედეგები მოტანილია ცხრილში.

თბოტენიანი დამუშავებისას ნედლეული გადის ორ ეტაპს. 1 - ეტაპზე ნედლეულის და თესლების ტენიანობა დაჰყავთ 7% - 9% - ზე და ტემპერატურა აჰყავთ 60 °C-მდე. 2 - ეტაპზე

მასას აშრობენ 105 °C -ზე და ნედლეულის ტენიანობა მიჰყავთ 5% - 6% - მდე. ამ სტადიაზე ხდება დენატურაცია ცილოვანი ნივთიერების.

ცხრილი 1.

ცხიმოვანი ნივთიერებების გამოსავალი

ნიმუშის დასახელება	%
ჩვეულებრივი კაკლის (კაკალი, ნიგვზის ხე (ლათ. Juglans regia) ხის ნაყოფი	9,2
თხილის (Corylus) ნაყოფები	9,1
ნესვის (Cucumis melo) თესლი	8,9
გოგრის (ლათ. Cucurbita) თესლი	8,7

მიღებული ზეთების გასასუფთავებლად გამოვიყენეთ: 1. დაყოვნება. დაყოვნება ცხიმზეთების წარმოებაში ცხიმებიდან ლორწოების, უჯრედოვანი ქსოვილის ფიფქების, ცილების, წყლის, ფოსფოლიპიდების ნაწილის, მექანიკური და სხვა მინარევების გამოყოფაა. ზოგიერთი მთვანი კოლოიდურ-თხევად მდგომარეობაშია. დაყოვნების პროცესი - ბუნებრივი პროცესია. 2. ცენტრიფუგირება ეს მეთოდი ძირითადად გამოიყენება ცხიმებისა და ზეთების გასაწმენდად სინესტისაგან, მექანიკური ემულგირებული და სუსპენდირებული მინარევებისაგან. ცენტრიფუგებს მაღალი დამყოფი უნარი და დიდი წარმადობა ახასიათებს. ცენტრიფუგების მნიშვნელოვანი მახასიათებელია დაყოფის ფაქტორი (დფ).

ცხრილი 2

ცხრილი 2. ზეთების ფიზიკური მახასიათებლები

მახასიათებლები	ჩვეულებრივი კაკლის (კაკალი, ნიგვზის ხე (ლათ. Juglans regia) ხის ნაყოფი	გოგრის (ლათ. Cucurbita) თესლი	ნესვის (Cucumis melo) თესლი	თხილის (Corylus) ნაყოფები
გამჭირვალობა	გამჭვირვალე	გამჭვირვალე	ოდნავ მღვრიე ფერი	გამჭვირვალე
ფერი	მომწვანო-ყვითელი	მუქი მომწვანო	მომწვანო-ყვითელი	მომწვანო-ყვითელი
სუნი და გემო	დამახასიათებელი რბილი გემო	დამახასიათებელი რბილი გემო	დამახასიათებელი რბილი გემო	დამახასიათებელი რბილი გემო

კაკლის და თხილის ნაყოფებიდან, გოგრის და ნესვის თესლებიდან მოვახდინეთ ზეთოვანი ნივთიერებების წინასწარი ექსტრაქცია, მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 2.

კაკლის და თხილის ნაყოფებიდან, გოგრის და ნესვის თესლებიდან ზეთის მოცილების შემდეგ მიღებული მასის შრობა მოვახდინეთ მაშრობ კარადაში 35°C ზე და მოვახდინეთ მათი ჰომოგენიზაცია - თითოეული ნიმუშის ცალცალკე. სულ აღებული გვქონდა 4 ნიმუში: 1)

ჩვეულებრივი კაკლის (*Juglans regia*) ნაყოფები - 1 კგ, 2) თხილის (*Corylus*) ნაყოფები 1 კგ, 3) გოგრის (*Cucurbita*) თესლები 200 გ და 4) ნესვის (*Cucurbita*) თესლები 200 გ.

დასკვნა:

კვლევის ობიექტად გამოყენებულია, გურიის, აჭარის და სამტრედიის რეგიონში აღებული თხილის და კაკლის ნაყოფები და კახეთის, იმერეთის რეგიონში აღებული ნესვის და გოგრის თესლები.

განვსაზღვრეთ შერჩეული ნედლეულის 1. გარეგანი ნიშნები. 2. დაწვრილმანების ხარისხი. 3. მიკროსკოპია. 4. რიცხვითი მაჩვენებლები. 5. სინამე. 6. ნაცრიანობა. მონაცემები თანხვედრაშია ლიტერატურულთან.

მოვახდინეთ ექსტრაქტული ნივთიერებების განსაზღვრა ექსტრაქტის აორთქლების და მულმივ წონამდე გამოშრობის მეთოდით

შერჩეული მცენარეული ნედლეულიდან მივიღეთ ცივი გამოწურვის ზეთები ზეთის გამოყოფის პრესული მეთოდით“

განვსაზღვრეთ მიღებული ზეთების ფიზიკური მახასიათებლები

ლიტერატურა:

1. http://resonancedaily.com/index.php?id_rub=11&id_artc=19866
2. Kharkevich D. A. Pharmacology: Textbook. — M.: GEOTAR-Media, 2006. — 736 p
3. V. Giorgadze, L. Sanikidze, "Medical Chronicles of the Ancient World", Tbilisi, Soviet Sakatvelo, 1971; 1.
4. Nana Gelovani, Giga Pataridze./Determination of vitamin E (tocopherol) in common walnut (*JUGLANS REGIA*) and hazelnut (*CORYLUS*) fruits, pumpkin (*CUCURBITA*) and melon (*CUCUMIS MELO*) de-oiled seeds /Georgia Technical University Georgian Academy of Business Engineering - Engineering #3. p. 2017 345-349.
5. Giga Pataridze, Nana Gelovani, Mamuka Maisuradze, / Medicinal value of common walnut (*Juglans regia*) and hazelnut (*Corylus*) fruits, pumpkin (*Cucurbita*) and melon (*Cucumis melo*) seeds according to Georgian folk sources. / Publishing House Technical University, works. # 2(508), p. 59-63. 2018
6. G. Pataridze, N. Gelovani, M. Maisuradze. / Preparation of plant collection (composites) from the mass obtained after oil removal from walnut and hazelnut fruits, pumpkin and melon seeds / Journal of Georgian Ceramics Association. Ceramics 20. 1(39). 2018.

Preparation of oilseeds (walnuts, pumpkin, hazelnuts and melons) for oil extraction

Giga Pataridze

Technical University of Georgia, Georgia, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175
E-mail: gigapataridze7@gmail.com

Mamuka Maisuradze

Technical University of Georgia, Department of Chemical Technology,
Georgia, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175
E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

Abstract. Object of the research: the fruits of nuts and walnuts collected in the regions of Guria, Ajara and Samtredia and melon and pumpkin seeds collected in the regions of Kakheti and Imereti are used as the object of the research.

We determined the 1. external signs of the selected raw materials. 2. Quality of details. 3. Microscopy. 4. Numerical indicators. 5. Siname. 6. Grayness. The data are in agreement with the literature.

We determined the extracted substances by the method of extract evaporation and drying to constant weight.

We obtained cold-pressed oils from selected vegetable raw materials using the press method of oil separation.

We determined the physical characteristics of the obtained oils

Keywords: fruits, seeds, extraction, microscopy

სიმინდის ზეთის კვებითი ღირებულება და ფიზიოლოგიური აქტივობა

მანანა სირაძე

ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერინგის დეპარტამენტი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, პროფესორი,
თბილისი, საქართველო/ ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,
E-mail: ma.siradze@gtu.ge,

ირინე ბერძენიშვილი

ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
პროფესორი, თბილისი, საქართველო, ტექნიკის მეცნიერებათა
კანდიდატი,
E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge,

ალექსანდრე აფაქიძე

ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დეპარტამენტი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი,
საქართველო, დოქტორანტი,
E-mail: alika.aphak@gmail.com,

გიორგი ანთია

სამედიცინო ქიმიის დეპარტამენტი, თბილისის სახელმწიფო
სამედიცინო უნივერსიტეტი, ასისტენტ-პროფესორი, თბილისი,
საქართველო, ქიმიის დოქტორი,
E-mail: giorgi_antia81@yahoo.com,

რეცენზენტები:

მ. მაისურაძე, პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, სტუ, E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

ს. ძნელაძე, ასოცირებული პროფესორი, აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი, სტუ,

E-mail: sdzneladze6@gmail.com

ანოტაცია. შეჯამებულია ინფორმაცია სიმინდის ზეთში შემავალი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შედგენილობაზე და დასაბუთებულია მისი კვებითი ღირებულება მასში შემავალი ცხიმოვანი მჟავების თავისებურებებიდან გამომდინარე. სიმინდის ზეთი, როგორც ლინოლის პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავის ჯგუფის ზეთი, რაფინირებულ - დეზოდორირებული, დიეტური პროდუქტია შეუცვლელი ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობის გამო.

განხილულია საკუთარი კვლევის შედეგები სიმინდის ზეთებზე, რომლებიც მიღებულია რბილი რეჟიმის პირობებში ჯანსაღი ემბრიონებიდან და გამოყოფილია "მშრალი" მეთოდით. ჩატარებულია სიმინდისა და მზესუმზირას ზეთების ცხიმმჟავური შედგენილობის შესწავლის შედარებითი ანალიზი და ფიზიოლოგიურ თვისებებში განსხვავებების ასახვად გაანალიზებულია თანმხლები ლიპიდების და მიკრო კომპონენტების შედგენილობა,

მიღებული შედეგებით დადგენილია, რომ სიმინდის ზეთში პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების გარდა ყველაზე ღირებული თანმხლები ნივთიერებებიდან - ტოკოფეროლებიდან, აქტიური ანტიდამჟანგავი - γ -ტოკოფეროლი ერთი რიგით მეტია, ვიდრე მზესუმზირას ზეთში, რაც განსაზღვრავს სიმინდის ზეთების მაღალ მდგრადობას დაჟანგვის პროცესებისადმი.

საკვანძო სიტყვები: ვიტამინები, კვებითი ღირებულება, პოლიუჯერი მჟავები, სიმინდის ზეთი, ტოკოფეროლები, ფიზიოლოგიური აქტივობა, ფოსფოლიპიდები.

შესავალი

სიმინდი წარმოადგენს პერსპექტიულ მრავალფუნქციურ ფიზიოლოგიურად ღირებულ მარცვლოვან კულტურას. სიმინდის ზეთი მიიღება სიმინდის მარცვლის ჩანასახიდან, რომელთა ბოტანიკური ზეთიანობა 32-დან 37%-მდეა [1].

სიმინდის ჩანასახს გამოყოფენ, როგორც მეორად პროდუქტს, სიმინდის მარცვლეულის გადამუშავების დროს. სიმინდის მარცვლის გადამუშავების ყველაზე მნიშვნელოვანი პროდუქტებია ბურღული, ფქვილი, სიმინდის ფანტელები, სახამებელი, აგრეთვე ჩანასახიდან წარმოებული ფიზიოლოგიურად ღირებული ზეთი.

სიმინდის მარცვიდან ჩანასახის გამოყოფა წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ ოპერაციას, იმდენად რამდენადაც მისი ეფექტურობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მიღებული პროდუქციის მთელი ასორტიმენტის ხარისხის მაჩვენებლებზე. ემბრიონის მაქსიმალური განცალკევების აუცილებლობა განპირობებულია მასში შემავალი ნაერთების მაღალი ქიმიური აქტივობით, რაც იწვევს ლიპიდური კომპლექსის მაღალ ჟანგვისუნარიანობას და ჰიდროლიზებას [1 - 3].

სიმინდის ჩანასახში ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს შორისაა პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები, ტოკოფეროლები, ფოსფოლიპიდები, პროვიტამინები A და D, ვიტამინი K, თიამინი, რიბოფლავინი, ფოლის მჟავა, ფიტინი და სხვა მრავალი [2 - 6].

სიმინდის ზეთის რესურსი დიდი არ არის. ვინაიდან ის წარმოადგენს სიმინდის მარცვლის გადამუშავების მეორად პროდუქტს წარმოების მოცულობით მსოფლიოში იკავებს მე-3 ადგილს ხორბლისა და ბრინჯის შემდეგ. | 7, 8|.

ძირითადი ნაწილი

სიმინდის ზეთი, რომლის შედგენილობა და გამოსავლიანობა მრავალი თვალსაზრისით განისაზღვრება ჩანასახის გამოყოფა-განცალკევების მეთოდით, მრეწველობაში იწარმოება მარცვლეულიდან მშრალი და სველი მეთოდით გამოყოფილი ჩანასახიდან. ჩანასახის გამოყოფის მშრალი მეთოდი, სიმინდის ფქვილისა და ბურღულის წარმოებისათვის, უზრუნველყოფს ზეთის მიღებას დაჟანგვის პროდუქტების, თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების და სხვა არასასურველი ნივთიერებების დაბალი შემცველობით. ასეთი ზეთები გამოირჩევიან მაღალი სტაბილურობით დაჟანგვის პროცესების მიმართ, თუმცა მათი გამოსავლიანობა შედარებით მცირეა და შეადგენს ჩანასახის მასის 18-20% [2 - 3].

სველი დამუშავების მეთოდი, სახამებელ-სიროფის წარმოებისათვის, იწვევს ჩანასახში ზეთის ხვედრითი შემცველობის ზრდას 40-50%-მდე წყალში ხსნადი ცილების, ნახშირწყლების, მინერალებისა და სხვა ნივთიერებების შემცველობის შემცირების ხარჯზე [2-3].

სიმინდის ზეთი მიეკუთვნება ლინოლის ჯგუფის ზეთებს და როგორც რაფინირებულ - დეზოდორირებული წარმოადგენს დიეტურ პროდუქტს აუცილებელი ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობით.

სიმინდის ზეთის კვებითი ღირებულებისათვის დამახასიათებელი ობიექტური მონაცემების მოსაპოვებლად, ჩვენს მიერ გამოკვლეულ იქნა სიმინდის ზეთები გამოყოფილი ჯანსაღი ჩანასახიდან რბილი რეჟიმის პირობებში მშრალი მეთოდით.

მცენარეული ზეთების კვებითი ღირებულება მრავალი თვალსაზრისით განისაზღვრება მათ შადგენილობაში შემავალი ცხიმოვანი მჟავების თავისებურებებით.

ადამიანის კვების რაციონში ცხიმების დეფიციტის შემთხვევაში ორგანიზმს შეუძლია მათი სინთეზი აწარმოოს ცილებიდან და ნახშირწყლებიდან, მაგრამ ორი პოლიუჯერი - ლინოლის (ომეგა-6, C 18:2) და ლინოლენის (ომეგა-3, C 18:3) ცხიმოვანი მჟავების სინთეზი ორგანიზმს არ შეუძლია, რის გამოც მათ შეუცვლელს უწოდებენ და ვინაიდან მათ სასიცოცხლო მნიშვნელობა გააჩნიათ, ისინი აუცილებლად უნდა მიეწოდოს ორგანიზმს საკვებთან ერთად.

ამჟამად პროდუქტის ცხიმოვანი კომპონენტების ხარისხის შესაფასებლად გამოიყენება „ბიოლოგიური ეფექტურობის“ მაჩვენებელი, რომელიც ხასიათდება პოლიუჯერი შეუცვლელი ან აუცილებელი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობით [9].

ცნობილია, რომ ორგანიზმში პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების არასაკმარისი შემცველობა იწვევს ზრდის შეფერხებას, კანის ნეკროზულ დაზიანებებს, კაპილარების გამტარიანობის ცვლილებას და სხვა პათოლოგიურ დარღვევებს [9]. პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები არიან ჰორმონის მსგავსი ნივთიერებების - პროსტაგლანდინების წინამორბედები, რომლებიც ამჟღავნებენ ანტიათეროგენულ და იმუნომოდულატორულ თვისებებს. თერაპიული და პროფილაქტიკური ეფექტების უნიკალურმა სპექტრმა განაპირობა მათი გამოყენების ფართო დიაპაზონი.

ორგანიზმის მიერ არასინთეზირებადი ლინოლის და ლინოლენის აუცილებელი ცხიმოვანი მჟავების ბიოსინთეზის პროცესში B₆ ვიტამინის მონაწილეობით წარმოიქმნება არაქიდონის მჟავა, რომელსაც გააჩნია უმაღლესი ბიოლოგიური აქტივობა [9].

აუცილებელი პოლიუჯერი მჟავები, დიფერენცირებული ω -3 და ω -6 ჯგუფებად, ორგანიზმში ასრულებენ სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ ფუნქციას. კონკრეტული ჯგუფის არსებობა განისაზღვრება მეთილენის (CH₂-ჯგუფი) ორმაგი ბმიდან პირველის მდებარეობით. ამრიგად, ω -3 ჯგუფში შედის ცხიმოვანი მჟავები, რომლებშიც ერთ-ერთი ორმაგი ბმა მდებარეობს მე-3 და მე-4 ნახშირბადის ატომებს შორის, ხოლო ω -6 ჯგუფში შედის ცხიმოვანი მჟავები ორმაგი ბმით მე-6 და მე-7 ნახშირბადის ატომებს შორის.

ω -3 ჯგუფის ცხიმოვანი მჟავების ტიპურ წარმომადგენლებს - ლინოლენს (C₁₇ H₂₉COOH), ეიკოზაპენტაენს (C₁₉ H₂₉COOH) და დოკოზაჰექსაენს (C₂₁H₃₁COOH) შესაბამისად გააჩნიათ 3, 5 და 6 ორმაგი ბმა.

ა-6 ჯგუფის - ლინოლის (C₁₇ H₃₁COOH) და არაქიდონის (C₁₉H₃₁COOH) მჟავები, შეიცავენ 2 და 4 ორმაგ ბმას.

ა-3 ჯგუფის ცხიმოვანი მჟავების წყაროებია ზღვის თევზისა და ცხოველების ცხიმები (მთლიანი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობის 30%-მდე), მცენარეული ზეთები -

სელის და ნაკლებად სოიო და რაფსი. ა-6 ჯგუფის ცხიმოვან მჟავებს უპირატესად შეიცავს მზესუმზირას, სიმინდის და სოიოს მცენარეული ზეთები.

თანამედროვე ბიოსამედიცინო და კლინიკური კვლევების შედეგები მოწმობენ, რომ ა-6 ჯგუფის პოლიუჯერი მჟავების გადაჭარბებულმა მოხმარებამ შეიძლება მოახდინოს ათეროსკლეროზის, გულ-სისხლძარღვთა სისტემის პათოლოგიების, ფსორიაზის და ონკოლოგიური დაავადებების პროვოცირება [10]. პირიქით, ა-3 ჯგუფის ცხიმოვანი მჟავები ავლენენ ჰიპოქოლესტერინულ, ჰიპოლიპიდემურ და მემბრანდაცვით თვისებებს და ხელს უშლიან თრომბოზს, აუმჯობესებენ ენერგიულობას, გუნება-განწყობას, ცენტრალური ნერვული სისტემის მუშაობას.

ცხრილი 1

საქართველოს სიმინდისა და მზესუმზირას ზეთების ცხიმმჟავური შედგენილობა

ცხიმოვანი მჟავები	ზეთში მასური წილი, % ჯამურად	
	მზესუმზირა	სიმინდი
<u>ნაჯერი:</u>		
ლაურინის C _{12:0}	არ არსებობს	0 – 0,2
მირისტინის C _{14:0}	არ არსებობს	0 – 0,5
პალმიტინის C _{16:0}	3,5 – 8,5	11,0 – 13,0
სტეარინის C _{18:0}	2,5 – 6,0	2,0 – 3,0
არაქინის C _{20:0}	0,2 – 0,4	0 – 1,0
ბეგენის C _{22:0}	0,5 – 1,3	0 – 0,5
Σ ნაჯერი:	11,0 – 11,9	15,0 – 16,2
<u>მონოუჯერი:</u>		
პალმიტოლეინის C _{16:1}		
ოლეინის C _{18:1}	0,1 – 0,3	0,2 – 0,5
Σ მონოუჯერი:	23,0 – 31,5	25,0 – 33,0
	23,3 – 31,6	25,5 – 33,2
<u>პოლიუჯერი:</u>		
ლინოლის C _{18:2}		
ლინოლენის C _{18:3}	57,2 – 64,6	56,3 – 50,8
ეიკოზის C _{20:1}	0 – 0,2	0,5 – 2,0
Σ პოლიუჯერი:	0 – 0,2	0 – 0,5
	57,4 – 64,8	51,8 – 58,3

ა-3 ცხიმოვანი მჟავების დეფიციტით გამოწვეული სხვადასხვა პათოლოგიების დასაძლევად, მათმა გამოყენებამ უნდა შეადგინოს მთელი პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების

საერთო რაოდენობის 60%, სადაც 15% მოდის ეიკოზაპენტანის და დიკოზაპექსანის ცხიმოვან მჟავებზე.

სიმინდის თესლის ჩანასახიდან მიღებული ზეთის ცხიმმჟავური შედგენილობის შესწავლის და საქართველოსთვის ტრადიციული ზეთოვანი კულტურის, მზესუმზირას თესლიდან მიღებული ზეთების შესწავლის შედარებითი შედეგები მოწმობენ (ცხრ. 1), რომ სიმინდის ზეთის პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების შედგენილობაში ლინოლის მჟავა რამდენადმე ნაკლებია, ხოლო ლინოლენი - უფრო მეტი რაოდენობითაა, ვიდრე მზესუმზირაში. გარდა ამისა, სიმინდის ზეთი შეიცავს უფრო მეტ ნაჯერ ცხიმოვან მჟავებს, უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ანალოგიური შემცველობისას.

სამეცნიერო ლიტერატურაში საკმაოდ მნიშვნელოვანი რაოდენობის მონაცემებია, რომელიც მიუთითებს, რომ სიმინდის ზეთს გააჩნია შესამჩნევად მეტი ჰიპოლიპიდემური და ჰიპოქოლესტერინემური მოქმედება, ვიდრე მზესუმზირას, სოიოს და ამ კლასის სხვა ზეთებს [2, 3, 6]. ამ ასპექტში არსებით ინტერესს წარმოადგენს სიმინდისა და მზესუმზირას ზეთების მედიკო-ბიოლოგიური კვლევების შედარებითი ანალიზი [10]. მიღებული იქნა მონაცემები, რომელიც იძლევა სანდო მტკიცებულებებს იმაზე, რომ მზესუმზირას ზეთთან შედარებით სიმინდის ზეთების ჩართვამ ექსპერიმენტული ცხოველების რაციონში გამოიწვია არტერიული თრომბოზის რისკის მნიშვნელოვნად შემცირება და ანტიათეროგენული თვისებების გამოვლინება.

სიმინდისა და მზესუმზირას ზეთების ფიზიოლოგიურ თვისებებში განსხვავებების ასახსნელად ჩვენს მიერ გაანალიზდა თანმხლები ლიპიდების და მიკრო კომპონენტების შედგენილობა (ცხრ. 2). დადგინდა მნიშვნელოვანი განსხვავება სიმინდისა და მზესუმზირას ზეთების ფოსფოლიპიდების ფრაქციებს შორის. კვლევის შედეგებით სიმინდის ზეთში ფოსფატიდილქოლინების შემცველობა აღწევს 52-60%-ს, რაც 2-3-ჯერ მეტია, მზესუმზირას ზეთთან შედარებით.

გაუსაპნავი ლიპიდებიდან 50%-ზე მეტი სტეროლებია. სტეროლების ფრაქცია შედგება სტიგმასტეროლისგან (8%-მდე), β -სიტოსტეროლისგან (დაახლოებით 70%), კამპე-სტეროლისგან (დაახლოებით 10%) და ერგოსტეროლისგან (3%-მდე), რომელიც წარმოადგენს პროვიტამინ D-ს.

სიმინდის ზეთის ღირებული თანმხლები ნივთიერებებია ტოკოფეროლები, რომელიც უზრუნველყოფს სიმინდის ზეთების მაღალ მდგრადობას დაჟანგვის მიმართ. ძირითადი წილი მოდის β - და γ -ტოკოფეროლებზე (დაახლოებით 90%), რომლებსაც აქვთ ანტიოქსიდანტური აქტივობა. α -ტოკოფეროლების წილი შეადგენს დაახლოებით 10%-ს, რაც განსაზღვრავს სიმინ-

დის ზეთების მაღალ მდგრადობას დაჟანგვის პროცესებისადმი. ჩატარებული კვლევებით სიმინდისა და მზესუმზირას ზეთებში ანალოგიური რაოდენობითაა α -ტოკოფეროლი, ხოლო ყველაზე აქტიური ანტიდამჟანგავი - γ -ტოკოფეროლი სიმინდის ზეთში ერთი რიგით მეტია, ვიდრე მზესუმზირას ზეთში.

ცხრილი 2

სიმინდის და მზესუმზირას ზეთების ფიზიოლოგიური თვისებები

მაჩვენებლები	მზესუმზირას ზეთი	სიმინდის ზეთი
ფოსფოლიპიდების მასური წილი, % მათ შორის:	0,68 – 0,80	0,8 – 1,3
ფოსფატიდილინოზიტოლები	16,0 – 19,0	6,0 – 9,0
ფოსფატიდოლქოლინები	16,5 – 20,5	52,5 – 60,0
ფოსფატიდილსერინები	15,0 – 17,0	1,0 – 5,0
ფოსფატიდილეთანოლამინები	15,0 – 17,0	32,0 – 38,0
ფოსფატიდური მჟავები	18,0 – 25,0	1,0 – 1,5
დიფოსფატიდილგლიცერინები	6,0 – 8,0	არ არსებობს
გაუსაპნავი ლიპიდების მასური წილი, % მათ შორის:	0,75 – 1,85	1,3 – 2,5
სტეროლები	0,27 – 0,30	0,7 – 1,5
α - ტოკოფეროლები	0,03 – 0,07	0,05 – 0,08
γ - ტოკოფეროლები	0,01 – 0,02	0,18 – 0,24
კაროტინოიდები	0,04 – 0,06	0,11 – 0,16
სკვალენი	0,010 – 0,013	0,023 – 0,030

სიმინდის ზეთში სხვა სპეციფიკურ ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს შორის აღმოჩნდა ანტიჰემორაგიული ვიტამინი K (0,3-0,8 მგ%), ასევე უბიქინონი (6,5-8,0 მგ%), რომელიც აქტიურად მონაწილეობს ქსოვილების სუნთქვის ჟანგვა-აღდგენის რეაქციებში. გარდა ამისა, უბიქინონს და γ -ტოკოფეროლს შეუძლიათ ურთიერთქმედება, როგორც კონკურენტული ინჰიბიტორები ვიტამინ K-თან, რაც ხელს უწყობს სისხლის კოაგულაციის მექანიზმების ოპტიმიზაციას.

დასკვნა:

მიღებული მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ სიმინდის ზეთის სპეციფიკური ფიზიოლოგიური აქტივობა განპირობებულია მისი კომპონენტების კომპლექსური მოქმედებით. სიმინდის ზეთი ეფექტური დიეტური პროდუქტია და მისი წარმატებით გამოყენება შესაძლებელია ათეროსკლეროზის პროფილაქტიკისა და მკურნალობისთვის. თუმცა, ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ აღნიშნული ეფექტი ეხება მაღალი ხარისხის სიმინდის ზეთებს, მიღებულს ისეთი ტექნოლოგიური რეჟიმების პირობებში, რომლებიც

უზრუნველყოფენ ბუნებრივი ფიზიოლოგიურად ღირებული კვებითი კომპონენტების მაქსიმალურ შენარჩუნებას.

ლიტერატურა:

1. V.G. Shcherbakov, V. G. Lobanov. (2012). Biochemistry and commodity science of oilseed raw materials. Moscow: Kolos. 392 p. (in Russian).
2. Martynova I.V., Milovanov S.S. (2003). Experience of refining corn oil in world practice / Oils and fats Journal, 9, 12-14. (in Russian).
3. Martynova I.V., Milovanov S.S. (2003). Experience of refining corn oil in world practice / Oils and fats Journal, 10, 1-2. (in Russian).
4. Nechaev A.P. (2005). Functional vegetable oils / Oil and fat industry Journal, 3, 20-21. (in Russian).
5. Novoselov S. N. (2003). The use of corn in the food industry / Food industry Journal, 1, 54-55. (in Russian).
6. M. Siradze, I. Berdzenishvili. (2017). Vegetable oils. Chemical composition and improvement of refining technology: Monograph. (pp. 9-16). Tbilisi. (in Russian).
7. Corn Refiners Association. (2005). Corn Part of Our Daily Lives / Corn Refiners Association Annual Report. Inc. Washington, D. C., 22 p.
8. Corn Refiners Association. (2007). Corn Part of Our Daily Lives / Corn Refiners Association Annual Report. Inc. Washington, D. C., 18 p.
9. Poznyakovsky V. M. (2007). Hygienic fundamentals of nutrition, quality and food safety. 5-th edition, Novosibirsk: 455 p. (in Russian).
10. Schurgers L. J., Vermeer C. C. (2001). Corn oil-induced decrease in arterial thrombosis tendency may be related to altered plasma vitamin K transport / Journal of Lipid Research. Vol. 42, 1120 – 1124.

Nutritional value and physiological activity of corn oil

Manana Siradze	Department of Chemical and Biological Engineering, Technical University of Georgia, Professor, Tbilisi, Georgia/ Candidate of Technical Sciences E-mail: ma.siradze@gtu.ge ,
Irine Berdzenishvili	Department of Chemistry, Technical University of Georgia, Professor, Tbilisi, Georgia, Candidate of Technical Sciences E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge ,
Aleksandre Aphakidze	Department of Chemical and Biological Engineering, Technical University of Georgia, Tbilisi, Georgia, Ph.D. E-mail: alika.aphak@gmail.com ,
Giorgi Antia	Department of Medicinal Chemistry, Tbilisi State Medical University, Assistant Professor, Tbilisi, Georgia, Doctor of Chemistry E-mail: giorgi_antia81@yahoo.com ,

Abstract. Information on the composition of physiologically active substances contained in corn oil is summarized and its nutritional value is justified due to the characteristics of the fatty acids contained in it. The results of own research on corn oils are discussed. which are obtained from healthy

embryos under mild conditions and separated by the "dry" method. A comparative analysis of the study of the fatty acid composition of corn and sunflower oils has been carried out, the composition of accompanying lipids and micro-components was analyzed. According to the obtained results, it is determined that in addition to polyunsaturated fatty acids, from the most valuable accompanying substances - tocopherols, active antioxidant - γ -tocopherol is one order higher than in sunflower oil, which determines the high resistance of corn oils to oxidation processes.

Keywords: vitamins, nutritional value, polyunsaturated acids, corn oil, tocopherols, physiological activity, phospholipids.

სამშენებლო თბოსაიზოლაციო მინერალური ზამბის წარმოების ტექნოლოგიური თავისებურებანი: არსებული გამოწვევები და მათი გადაწყვეტის გზები

- ინგა ჯანელიძე** ასისტენტ პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68
E-mail: i.janelidze@gtu.ge;
- გიორგი ჯანდიერი** აკადემიური დოქტორი, შპს «მეტალურგიული ინჟინერია და კონსალტინგი», 04205, ლაიფციგი, გერმანია.
E-mail: Gigo.jandieri@gmail.com;
- ომარ მიქაძე** პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68
E-mail: omikadze@gtu.ge;

რეცენზენტები:

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ნ. წერეთელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის დეკანი, პროფესორი,

E-mail: n.tsereteli@gtu.ge

ანოტაცია. ნაშრომში წარმოდგენილია თბოსაიზოლაციო სამშენებლო მინერალური ბამბისა და მის ბაზაზე წარმოებული ნაკეთობების დამზადების ტრადიციული ტექნოლოგიებისათვის დამახასიათებელი მაღალი ენერგოტევადობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების პრობლემებთან დაკავშირებული აქტუალური საკითხები. გამოკვეთილია, რომ წარმოების პროცესის სრულყოფა შესაძლებელია ახლადფორმირებული მინერალური ბამბის ფენოლოგორ-მალდეჰიდის ფისით დამუშავების, პოლიმერიზაციისა და მაღალტემპერატურული (600-700 °C) შეცხოების ენერგოტევადი, ეკოლოგიურად მავნე ტექნოლოგიურ ოპერაციაში, საპოლიმერიზაციო ფენოლოგორმალდეჰიდის ახალი ტიპის, პოლიკარბონატულ-პოლიეთილენური ნარჩენებისაგან, სპეციალურად მომზადებული დაბალტემპერატურული 150-170 °C-ზე შეცხოვრებით კომპოზიციური მშრალი ფხვნილოვანი შემკვრელით ჩანაცვლების გზით. აღნიშნული შეთავაზება, დასმული ამოცანის გადაწყვეტის პარალელურად წარმოშობს მეორადი პოლიკარბონატისა და მაღალმოლეკულური პოლიეთილენის საყოფაცხოვრებო-საწარმოო ნარჩენების ტექნოლოგიურად სრულფასოვანი და ეკოლოგიურად უსაფრთხო უტილიზაციის ასევე არანაკლებ მნიშვნელოვან შესაძლებლობას.

საკვანძო სიტყვები: დაბალტემპერატურული შეცხოვა, თბოსაიზოლაციო ბამბა, მინერალური ბოჭკო, ნარჩენების უტილიზაცია.

შესავალი

თბოსაიზოლაციო სამშენებლო ბამბა – ეს არის ხელოვნურად მიღებული ბოჭკოვანი მინერალური მასალა, რომელიც იწარმოება ბუნებრივი ან ტექნოგენური წარმოშობის მინერალური ნედლეულის (კვარცქვიშის, ბაზალტოვანი ქანების, მეტალურგიული წიდების) ბაზაზე, მათი დნობისა და სპეციალური გამფრქვევი დანადგარით ღეროვან სტრუქტურის ნაწილაკებად დეზინტეგრაცია-სწრაფი გაცივების შედეგად [1]. ის ერთ-ერთი ყველაზე მაღალ-მოთხოვნადი პროდუქტია თანამედროვე ენერგოეფექტური შენობა-ნაგებობების მშენებლობის ინდუსტრიაში. მინერალური ბამბის ძირითადი უპირატესობა სხვა თბოიზოლატორებთან შედარებით მის მაღალ მექანიკურ სიმტკიცესა და ტემპერატურამედეგობაში გამოიხატება.

გამოყენებული ნედლეულის სახეობიდან გამომდინარე განასხვავებენ სხვადასხვა ტიპის მინერალურ ბამბას: შუშის ბამბა (იწარმოება კვარცქვიშისაგან), ქვის ბამბა (იწარმოება ბაზალტოვანი ქანებისაგან) და წიდაბამბა (იწარმოება ბრძმედული და სხვა ტიპის მეტალურგიულ პროცესებში გამოყოფილი წიდებისაგან).

თვისობრივი მახასიათებლების მიხედვით ასევე განასხვავებენ სამი ტიპის ბამბას:

1) ბამბა ზეწვრილი ბოჭკოებით 0,5-3 მკმ; 2) ბამბა თხელი ბოჭკოებით 3-6 მკმ; 3) ბამბა მსხვილი ბოჭკოებით 6-12 მკმ.

ეკოლოგიური და ეკონომიკური თვალსაზრისით განსაკუთრებით მომგებიანად ითვლება ტექნოგენურ სანედლეულო ბაზაზე ფორმირებადი ბამბის წარმოება ამ უკანასკნელთა სხვადასხვა პროპორციებით შეზავების გზით. მინერალური თბოსაიზოლაციო ბამბის წარმოებაში გამოყენების პერსპექტივის მქონე ტექნოგენურ რესურსთა ჩამონათვალი შემდეგნაირად გამოიყურება:

1. თუჯის ბრძმედული წარმოების წიდეები, ქიმიური შედგენილობის ზღვრებით: CaO - (29-30) %, SiO₂ (30-40) %; Al₂O₃ - (5-23) %, MgO - (10-18) %, FeO - (0,2-0,6) %; MnO - (0,3-1) %, S - (0,5-3,1) %. დამზადების წესი (ნატეხოვნების მაჩვენებლები) განისაზღვრება სტანდარტით: GOCT 18866-93;

2. ფოლადის ელექტრომეტალურგიული წარმოების წიდეები, ქიმიური შედგენილობით: CaO - (46-48)%; SiO₂ - (16-19)%; Al₂O₃ - (3-4)%; MgO - (15-16)%; C - (0,3-0,4)%; S - 0,5%; P₂O₅ - (0,2-0,3)%; FeO - (12-15)%. დამზადების წესი (ნატეხოვნების მაჩვენებლები) განისაზღვრება სტანდარტით: GOCT 3344-83;

3. მანგანუმიან ფეროშენადნობთა ელექტრომეტალურგიული წარმოების წიდეები, ქიმიური შედგენილობის ზღვრებით: MnO - (10-15)%; CaO - (12-21)%; SiO₂ - (45-50)%; Al₂O₃ - (6-9)%; MgO - (2-5)%; C - (0,8-1,3)%; S - 0,5; P - (0,004-0,01)%; FeO - დანარჩენი. დამზადების წესი (ნატეხოვნების მაჩვენებლები) განისაზღვრება სტანდარტით: GOST 5578-94;

4. მეორადი ალუმინის წარმოების წიდეები, ქიმიური შედგენილობის ზღვრებით: Al₂O₃ - (65-68)%; SiO₂ - (10-12)%; Fe₂O₃ - (19-20)% ; MgO - (6-8)%; CaO - (0-1)%; დამზადების წესი (ნატეხოვნების მაჩვენებლები) განისაზღვრება სტანდარტით: GOCT 5578-94.

მინერალურ სამშენებლო-თბოსაიზოლაციო ბამბაზე და მის ნეკეთობებზე ვრცელდება სახელმწიფოთაშორისი სტანდარტი GOST 4640-2011, ის ასევე მოქმედია საქართველოშიც. მინერალური ბამბა თბოსაიზოლაციო თვისებების თვალსაზრისით უნდა აკმაყოფილებდეს საერთაშორისო სტანდარტს ISO/FDIS 9076-1/2:2008, ხოლო ცეცხლმედეგობის მხრივ უნდა აკმაყოფილებდეს სახანძრო უსაფრთხოების სტანდარტს - ISO 1182.

მინერალური ბამბის გამოყენების სფერო მოიცავს სხვადასხვა ტიპის სამოქალაქო, სამრეწველო და სამხედრო მშენებლობებს, მათ შორის - ე.წ. დასაშლელი კონსტრუქციის მრავალჯერადად გამოყენებადი, გადასატანი მინისახლების, სამხედრო ყაზარმების და სხვა მშენებლობებს [2, 3].

ცხრილი 1.

თბოსაიზოლაციო მინერალური ბამბისა და მისი ნაკეთობების გამოყენება

თბოსაიზოლაციო მინერალური ბამბისა და მისი ნაკეთობების გამოყენების არეალი	სიმკვრივე, კგ/მ ³			
	40-მდე	45÷60	60÷90	100÷110
ჰორიზონტალური და დახრილი სამშენებლო კონსტრუქციების გარე დატვირთვის გარეშე	+			
ვერტიკალური მსუბუქი კონსტრუქციები დატვირთვის გარეშე		+		
გარე ფასადები		+		
მზიდი კედლების თბოსაიზოლაციო დანაფარები		+		
ჰაერის ინტენსიურ ნაკადთან მომუშავე შიდა და გარე ფასადები			+	
ტექნოლოგიური და სამრეწველო მანქანა-დანადგარები			+	+
შედგენილი კონსტრუქციის სენდვიჩ-პანელები				+
	სიმკვრივე, კგ/მ ³			
	110÷120	120÷140	150÷170	175÷200
გადახურვის კონსტრუქციის ქვედა მხარის თბოსაიზოლაციო დაცვა დატვირთვის ქვეშ	+			
სახანძრო დაცვის კამერები და ფირფიტოვანი გარსები	+			
მეწებელი სენდვიჩ-პანელები, იატაკები		+		
სახურავის კონსტრუქციის ზედა თბოსაიზოლაციო დანაფარი		+		
მსუბუქი სახურავების ზედა შრის თბოსაიზოლაცია			+	
სპეციალური რთული პროფილის სახურავები			+	
საგზაო სამშენებლო კონსტრუქციები (ხიდები, გვირაბები)			+	+
ძლიერდატვირთული გადახურავები				+

ცხრილი 2.

თბოსაიზოლაციო ფილების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები.

ხარისხის მაჩვენებელი	მნიშვნელობა ფილის მარკის მიხედვით			
	75	125	175	225
სიმკვრივე, კგ/მ ³ , არა უმეტესი	75	125	175	225
სითბოგამრატობა, ვტ/(მ·კელ) არა უმეტესი, ტემპერატურაზე 298±5 K ტემპერატურაზე 398±5 K	0,047 0,077	0,049 0,072	0,052 0,070	0,054 -
კუმშვადობა, %, არა უმეტესი	20	12	4	-
კუმშვადობა დატენიანების შემთხვევაში, %	26	16	6	-
სიმტკიცე კუმშვაზე 10%-ანი დეფორმაციის პირობებში, მპა	-	-	-	0,04
წყალშთანთქმა, % მასური წილი, არა უმეტესი	-	-	-	30
იოლად დისოცირებადი ორგანული ნივთიერებების შემცველობა, %	3	4	5	6
ტენზომცველობა, % მასური წილი, არა უმეტესი	1	1	1	1

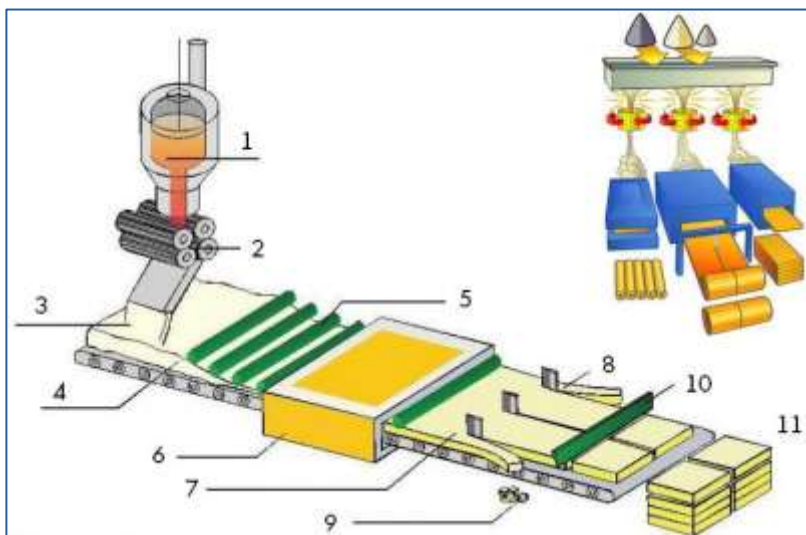
მინერალური ბამბის კომპაქტირების, დაწნევა-გამკვრივებისა და თერმული მოწვის შედეგად მზადდება სპეციალური საამშენებლო თბოსაიზოლაციო სამონტაჟო ფილები, რომელთა ტექნიკური მახასიათებლები რეგლამენტირებულია სტანდარტით GOST 9573-2012.

მინერალური საამშენებლო-თბოსაიზოლაციო ბამბისა და მისგან მიღებული ნაკეთობების გამოყენების არეალი და ექსპლოატაციის ცალკეულ პირობასთან მისადაგებული მთავარი ტექნიკური მოთხოვნის, - სიმკვრივის რეგლამენტირებულ მაჩვენებელთა შესახებ მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში 1. ხოლო, ცხრილში 2 წარმოდგენილია ფილების ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების მონაცემები ნაკეთობის სიმკვრივესთან (მარკასთან) დამოკიდებულებაში.

ძირითადი ნაწილი

დღეისათვის, საწარმოო პრაქტიკაში ფართოდაა გავრცელებული ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს საწყისი ნედლეულის გაღობას თაღოვან ღუმელში ან ბოვში, სადაც მთავარ ენერგეტიკულ წყაროდ გამოიყენება მეტალურგიული კოქსი. სასურველი ტემპერატურის მიღწევის შემდეგ ნალღობი სპეციალური ღარის მეშვეობით მიეწოდება წრიულად მბრუნავ (გამბნევ) ცენტრიფუგას. ცენტრიფუგის თავზე პარალელურად მიეწოდება მაღალი წნევის ჰაერიც. შედეგად, ცენტრიდანული ძალების გამოყენებით ცხელი თხევადი ნალღობი მიკროსკოპული შხეფების სახით გაიფრქვევა და წარიტაცება კომპრესორული ჰაერის მეშვეობით, სადაც ეს უკანასკნელი მყისიერად მყარდება და წარმოქმნიან მინერალურ ბოჭკოვან სტრუქტურას, ანუ - ბამბას, რომელსაც იქვე ეშხურება შემკვრელი ნივთიერება ფენოლის ფისის წყალხსნარის ან ბიტუმის სახით. მიღებული მინერალური ბოჭკო ჰაერის ნაკადითვე გადაიტანება მბრუნავ პერფორირებულ დოლზე, საიდანაც, უკვე წინასწარ შექმნილი გაიშვითების (ვაკუუმირების) ხარჯზე ამოიტუმბება ჰაერი, რის ხარჯზეც მინერალური ბამბა ფაქტობრივად გადაეკვრება დოლის ზედაპირზე, საიდანაც ის გადაეცემა კონვეიერის ტიპის ტრანსპორტიორს. ამის შემდგომ, ბამბა ქანქარის ტიპის დოზატორ-მექანიზმის რხევითი მოძრაობით თანაბარი სიმკვრივით გადანაწილდება კონვეიერის ვერტიკალურ ლენტებს შორის სივრცეში, სადაც მიმდინარეობს მინერალური ბამბის ხალიჩად ფორმირება. კონვეირი მოძრაობს ისეთი სიჩქარით, რომ უზრუნველყოფილი იყოს მინერალური ბამბის ხალიჩის ფორმირება სასურველ სისქემდე. მთელი პროცესი კონტროლდება უწყვეტი ნაკადის მასის ოპერატიულ-ავტომატური აწონვით. ამის შემდეგ, ბამბის ხალიჩა შედის საპოლიმერიზაციო გვირაბში (გამოსაწვავ ღუმელში), სადაც ის კიდევ ერთხელ გაიჟღინთება ფისოვანი ხსნარით და შეცხვება 600-700 °C ტემპერატურაზე. შედეგად ამისა, საბოლოო პროდუქტი მიიღება სასურველი სიმტკიცით, სიმკვრივით, სისქითა და თბოგამტარობით. შემდეგი ოპერაციაა ახლადშემცხვარი

მინერალური ბამბის უწყვეტი ნაკადის დაჭრა სასურველ ზომებად. ამისათვის ეს უკანასკნელი მიეწოდება საჭრელ დგანს, სადაც ხდება მისი დანაწევრება მექანიკური ჭრის გზით (გამოიყენება ლენტური ან დისკური ხერხი). აღნიშნული ტექნოლოგიური ოპერაციის შედეგად მიღებული ფილები (ან მათი დახვევის შედეგად მიღებული რულონი) ეწყობა სასურველ სიმაღლეზე და ხდება შეფუთვა პოლიეთილენის პარკის გადაკვრით.



სურათი 1. მინერალური თბოსაიზოლაციო ბამბის წარმოების ტექნოლოგიური თავისებურებანი

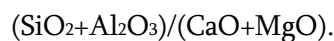
სპეციფიკაცია: 1. საწყისი საკაზმე მასალების სადნობი აგრეგატი; 2. ნადნობის ჭავლის გამბნევი ცენტრიფუგა; 3. ახლადფორმირებული მინერალური ბოჭკოს მასა; 4. მინერალური ბოჭკოს შემკრები ტანსპორტიორი (ბამბის ხალიჩა); 5. მინერალური ბამბის გამამკვრივებელი გორგოლაჭ-წნეხური სისტემა; 6. ბამბის თერმული დამუშავების (მოწვის) კამერა; 7. შემცხვარი ფირფიტოვანი ნაკადი; 8. გრძივი ჭრის დანები (ლენტური ან ცირკული ხერხი); 9. ჩამონაჭრელი ნარჩენების საევაკუაციო მიმმართველი; 10. ფილის განივი ჭრის დანა; 11. დასაწყობებლად გამზადებული, ჰიდროფობული სამანქანო მინერალური ზეთით დამუშავებული სტანდარტული ზომების სარეალიზაციო ნამზადი (ფილები ან რულონი).

წარმოების მზა პროდუქტს წარმოადგენს თანაბარზომიერი და თანაბარი მასის მქონე შეფუთული ფილები. რიგ შემთხვევებში, როდესაც პროდუქციას არ მოეთხოვება მექანიკური სიმტკიცე და ის უნდა იქნეს გამოყენებული უფორმოდ, მაღალი მოქნილობის მქონე ნამზადის სახით, მინერალური ბამბა ცალმხრივად ეწეება ალუმინის თხელ ლენტურ ფოლგას, რომელიც შემდეგ იჭრება გარკვეული სიგრძის ნაჭრებად, იხვევა რულონის ფორმით და ასევე დასაწყობდება პოლიეთილენის შეფუთვებში. მინერალური თბოსაიზოლაციო ბამბის ნაკეთობების წარმოების პრინციპიალური ტექნოლოგიური სქემა ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ცენტრიფუგირების სისტემებით წარმოდგენილია სურათზე 1, რეალური საწარმოო ხაზის ფოტოილუსტრაციები კი წარმოდგენილია სურათზე 2.



სურათი 2. მინერალური თბოსაიზოლაციო ბამბა-ბოჭკოს საწარმოო ტექნოლოგიური ხაზი

მინერალური თბოსაიზოლაციო ბოჭკოვანი ბამბის წარმოების არსებული ტექნოლოგიური სქემის თანახმად ნედლეულის წყაროს შეიძლება წარმოადგენდეს, როგორც ბუნებრივი წარმოშობის სილიკატური მინერალები, ბაზალტის ქვა, შუმის ქარხნის ნარჩენები, ბრძმედული წილები და სხვა, ასევე ამ კომპონენტების ნაზავი. ხშირად, აღნიშნული კომპონენტების ერთობლივი გამოყენება უფრო მაღალეფექტურია, ვიდრე ცალ-ცალკე მათგანის. კომპონენტების მრავალფეროვნება იძლევა შესაძლებლობას იმისა, რომ იმართოს საკაზმე მასალისაგან გამოდნობილი და ბამბაბოჭკოდ გასაფრქვევი თხევადი მასის მჟავიანობის მოდული (ფუძიანობა). მჟავიანობის მოდულის მართვა მინერალური ბამბის წარმოების წარმატების ერთ-ერთი მთავარი განმსაზღვრელი ფაქტორია. მჟავიანობის მოდულის განსაზღვრისათვის უპირატესად გამოიყენება მჟავე და ფუძე ოქსიდების ჯამთა თანაფარდობის ფუნქცია:



მჟავიანობის მოდულის მართვა საჭიროა იმისათვის, რომ მიღებული მინერალური ბამბა მაქსიმალურად მდგრადი იყოს ამა თუ იმ კერძო გარემო პირობებთან. კერძოდ, - გარემოს ტენიანობასთან, მჟავიანობასთან, ტემპერატურულ გრადიენტთან და ა.შ. მაგალითად, მაღალი მჟავიანობის მინერალური ბამბა აგრესიულად მოქმედებს სამონტაჟო ლითონკონსტრუქციებზე, მცირედი ტენის ალების შემთხვევაშიც კი იწვევს მათ კოროზიას, რას აზიანებს როგორც მზიდ კონსტრუქციებს, ასევე – თავად თბოსაიზოლაციო ნაკეთობასაც. თავის მხრივ, მაღალი ფუძიანობის შემთხვევაში, კალციუმის ოქსიდის ჰიდროქსიდად გარდაქმნის შედეგად ($CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$), მინერალური ბამბა იწყებს სტრუქტურულ დეგრადაციას (დაშლას), რაც მკვეთრად ამცირებს თბოსაიზოლაციო ნაკეთობის მექანიკურ სიმტკიცეს და მის საექსპლოატაციო პერიოდს.

ნიშანდობლივია, რომ მჟავიანობის მოდულის მიხედვით განასხვავებენ სამი ტიპის ბამბას. პირველი ტიპის ბამბისათვის აუცილებელია 1.6 მჟავიანობის მოდულის მქონე წიდური ნაღობის შექმნა; მეორე ტიპის ბამბისათვის საჭიროა 1,4-1,6 მჟავიანობა; ხოლო მესამე ტიპისათვის აუცილებელია ნაღობის მჟავიანობის მოდული მდებარეობდეს 1,2-1,4 ზღვრებში.

ზოგადად, მჟავიანობის მოდულის ცვალებადობის დიაპაზონი არ უნდა სცილდებოდეს ზღვრებს 1,2-2, შედარებით მაღალი მჟავიანობის მინერალური ბამბა გამოიყენება ამალეზული ტენიანობის მქონე კლიმატურ პირობებში მომუშავე შენობა-ნაგებობების ან ნაკეთობებისათვის, შესაბამისად, დაბალი მჟავიანობის – შედარებით მშრალი კლიმატის პირობებისათვისაა საუკეთესო. ზოგიერთ კერძო შემთხვევაში, მომხმარებლის დაკვეთიდან გამომდინარე, დასაშვებია მჟავიანობის მოდულის გაზრდა 4 ერთეულამდე და მეტადაც კი. მართალია ეს ზრდის მინერალური ბამბის ბოჭკოების მექანიკურ სიმტკიცეს და საექსპლოატაციო მედეგობას, მაგრამ ეს ასევე ართულებს წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესს, რადგანაც მჟავე წილური ნაღებები გამოირჩევიან შედარებით მაღალი ჰიდრაულიკური სიბლანტით და სითბოშემცველობით, რაც საჭიროებს მინერალური ნედლეულის სადნობი და ჩამოსახმელ-გასაფრქვევი დანადგარის არსებით გადაიარაღება-მოდერნიზაციას. ნედლეულად ბრძმედული წილის გამოყენების შემთხვევაში, ასევე დღის წესრიგში დგება მავნე ლითონური ჩანართების აუცილებელი სეპარირებისა და ბოჭკოებიდან ექსტრაქციის პრობლემა. ლითონური ჩანართები, თბოსაიზოლაციო ნაკეთობის ხანგრძლივი ექსპლოატაციის პირობებში განიცდიან კოროზიულ დეგრადაციას და მოცულობით გაფართოებას, რის შედეგაც ხდებიან ნაკეთობის კონსტრუქციული მთლიანობისა და სიმტკიცის რღვევის მიზეზი. აღნიშნული პრობლემა იოლი გადასაწყვეტია მძლავრი ელექტრომაგნიტური სეპარატორების გამოყენების პირობებში, თუმცადა ეს ნეგატიურად აისახება წარმოების სიმძლავრესა და თვითღირებულებაზე. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ წარმოების თვითღირებულების პრობლემა განსაკუთრებით გამძაფრდა რუსეთ-უკრაინის სამხედრო კონფლიქტებისა და ენერგორესურსებზე ფასების მკვეთრი ზრდის პირობებში. გარდა ამისა, ასევე მზარდ პრობლემას წარმოადგენს აღნიშნული წარმოებისათვის დამახასიათებელი ეკოლოგიური რისკების შემცირების აუცილებლობაც, რაც ერთის მხრივ დაკავშირებულია პროცესის მაღალი ენერგოტევადობით ინსპირირებული სათბური აირების გამოყოფასთან, ხოლო მეორეს მხრივ - განპირობებულია შემკვრელ კომპონენტებად ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიში ქიმიური ნაერთების, მაგალითად, საშიშროების II კლასის ფენოლფორმალდეჰიდის ფისის $[-C_6H_3(OH)-CH_2-]_n$ გამოყენებით.

მინერალური ბოჭკოვანი ბამბის 1 ტ. პროდუქციის წარმოებისათვის აუცილებელი რესურსების დღეისათვის ყველაზე მეტად გავრცელებული ხარჯვითი ნორმები, ძირითად მინერალურ ნედლეულად ბუნებრივი და ტექნოგენური რესურსების ერთობლივი გამოყენების შემთხვევაში შემდეგნაირად გამოიყურება: 1) ბაზალტი – 800, კგ; 2) ბრძმედული წიდა – 350, კგ; 3) დოლომიტირებული კირქვა – 210, კგ; 4) მეტალურგიული კოქსი (შახტური ღუმელის პირობებში) – 140, კგ.

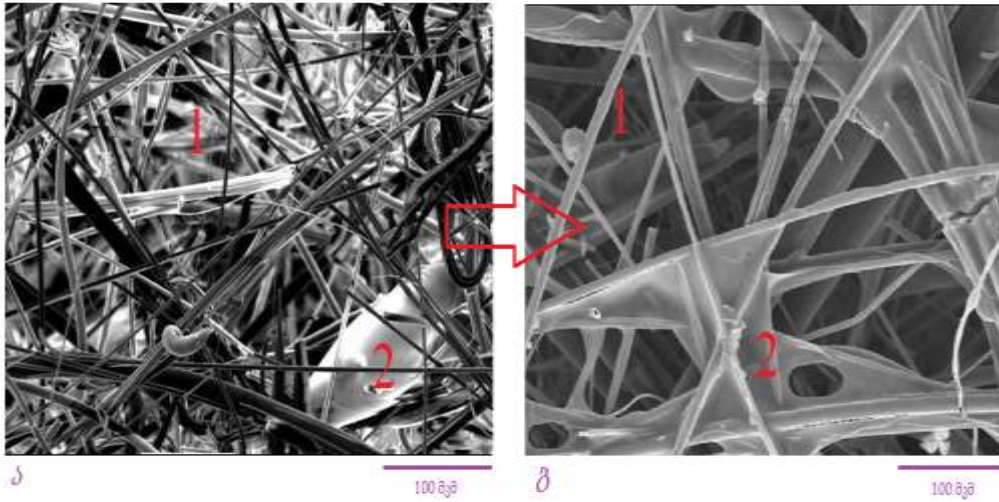
სადნობი ღუმელის ბუნებრივ აირზე (მეთანზე) მუშაობის შემთხვევაში საწვავი აირის ხვედრითი დანახარჯი ტონა პროდუქციაზე საშუალოდ შეადგენს 750 მ³/სთ.ს. თავის მხრივ, ელექტრული ენერჯის ხარჯი დამხმარე მომსახურეობისათვის (კომპრესორები, ტრანსპორტიორები, სხვადასხვა შემსრულებელი მექანიზმები, გამწოვი ვენტილიატორები და ა.შ.) შეადგენს 450-500 კვტ/სთ-ს. სადნობი ღუმელის ელექტრულ ენერჯიაზე მუშაობის შემთხვევაში, ტექნოლოგიური ენერჯის ნომინალური ხარჯი ტონა პროდუქციაზე შეადგენს 650-700 კვტ/სთ-ს. დამხმარე მასალების ხვედრითი ხარჯვითი ნორმები ტონა წარმოებულ პროდუქციაზე შეადგენს: შემკვრელი ფენოლოფორმალდეჰიდის ფისი – 60 კგ; ამიაკის წყალხსნარი (25%)– 0,25 კგ; ამონიუმის სულფატი – 0,15 კგ; კაჟ-წყალბადი (Si_nH_{2n+2}) –1,12 კგ; საავტომობილო მინერალური ზეთი (აალების ტემპერატურა 300 °C) – 2,7 კგ.

ზემოთმოყვანილი ტექნოლოგიური და დამხმარე ხარჯების გადაყვანა ფულად ერთეულებში გვიჩვენებს, რომ დარგი, ევროპის ინდუსტრიულად მაღალგანვითარებულ, მაგრამ ენერგომატარებლების მხრივ მწვავე დეფიციტის მქონე ქვეყნებში საკმაოდ რთული გამოწვევებისა და გამოცდის წინაშე შეიძლება დადგეს. მისი გადარჩენისათვის აუცილებელი გახდება წარმოების ენერგოდამოკიდებულებისა და ეკოლოგიური საშიშროების შემცირების ღონისძიებების დამუშავება.

მინერალური ბოჭკოვანი ბამბის მიღებისა და ნაკეთობების დამზადების საწარმოო სქემის კრიტიკული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ტექნოლოგიის ერთ-ერთ მთავარ ნაკლოვანებას წარმოადგენს ახლადფორმირებული და 150-200 °C ტემპერატურამე გაცივებული ბოჭკოვანი მასის (ხალიჩის) ხელმეორე გახურებისა და 600-700 °C-ზე შეცხობის აუცილებლობა. პრობლემის არსისა და გადაჭრის გზების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ შეცხობის აღნიშნული ეფექტის მსგავსი, მაქსიმალურად მიახლოებული შედეგის მისაღებად აუცილებელი და საკმარისი იქნება 150-170 °C ტემპერატურულ დიაპაზონში მაღალი დენად-პლასტიკური თვისებების მატარებელი ალტერნატიული ნახშირწყალბადოვანი მშრალი, ჰიდროფობული მასალის ან მასალათა კომპოზიციის შექმნა. ეს წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესს მისცემდა საშუალებას ეფექტურად იქნას გამოყენებული ახლადფორმირებული ბოჭკოვანი მასის საკუთარი სითბო და არ იყოს საჭირო მისი ხელმეორე გახურება. აღნიშნული ტექნიკური შემოთავაზების განხორციელების ერთ-ერთ ეფექტურ შესაძლებლობად გვესახება გამდნარი წიდური მასის ცენტრიფუგაზე ჩამოსხმისა და ღეროვან ბოჭკოებად გაფრქვევისას გამოყენებადი ჰაერის მძლავრი კომპრესორული ნაკადის პარალელურად, საშიშროების დაბალი, IV კლასის პოლიკარბონატის (მაგ., ბისფენოლის - C₁₅H₁₆O₂, დნობის ტემპერატურა 158 °C) წარმოების ნარჩენების, ასევე - ექსპლოატაციიდან გამოსული პოლიკარბონატული

ნაკეთობების საუტილიზაციოდ გამზადებული დაქუცმაცებული მასისა და ჯანმრთელობისათვის ასევე უსაფრთხო მაღალი სიმკვრივის (მაღალმოლეკულური) მეორადი პოლიეთილენის 100-200 მკმ ფრაქციამდე დაფქვის და ერთმანეთთან 1:1 პროპორციით შერევის შედეგად მიღებული კომპოზიციური ფხვნილის გამოყენება. აღნიშნული მშრალი კომპოზიციის გამფრქვევები უნდა დამონტაჟდეს დანადგარის აღწერილობაში აღნიშნული მზრუნავი პერფორირებული დოლის (ან ტრანსპორტიორზე მიმმართველ-გამანაწილებელი დოზატორის) გამომავალ ყელში, საიდანაც, ბოჭკოვანი ღეროები წინასწარშექმნილი გაიშვიათების ხარჯზე კომპაქტირდებიან და გადანაწილდებიან კონვეიერის ტიპის თარაზულ ტრანსპორტიორზე. მინერალური ბოჭკოებისაგან თბოსაიზოლაციო ბამბის ხალიჩის შემოთავაზებული მეთოდით ფორმირების შემთხვევაში, ბოჭკოების შეცხოვისა და განმტკიცებისათვის საკმარისი იქნება ამ უკანასკნელის დაწნეხვითი/გამკვრივებადი დამუშავება. აღწერილი ტექნიკური გადაწყვეტა, არსობრივად, ბოჭკოების საკუთარი სითბოს ხარჯზე პოლიკარბონატულ-პოლიეთილენის მატრიცით შეკავშირების პერსპექტიული ური ოპერაციაა, რომლის საწარმოო ტრანსფერი ჯერ კიდევ მრავალრიცხოვან ექსპერიმენტებთან და კვლევებთან არის დაკავშირებული.

წინასწარმა ლაბორატორიულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ შემოთავაზებული ტექნიკური გადაწყვეტა უზრუნველყოფს მაღალი მექანიკური სიმტკიცისა და მდგრადობის თბოსაიზოლაციო ბამბის მიღებას. ბოჭკოების შესაკავშირებლად გამოყენებული პოლიკარბონატულ-პოლიმერული ფხვნილოვანი შემკვრელი მჭიდროდ ეკვრის ცალკეული ბოჭკოვანი ღეროების გარსს და ერთმანეთთან მტკიცედ აკავშირებს მათ - სურ. 3. ერთადერთი პარამეტრი, რაც ტრადიციულთან შედარებით ნაკლოვანი აღმოჩნდა, ეს არის თბოსაიზოლაციო ნაკეთობის მაღალ ტემპერატურებზე ექსპლოატაციისას ფორმისა და სიმტკიცის შენარჩუნების უნარის 10-15 %-ით გაუარესება, რაც მარტივი აღმოსაფხვრელია დღეისათვის სამშენებლო პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენებადი თხელი სინთეტიკური ცხაურებით არმირებისა და წებოცემენტით ბანდაჟირების მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში, რომელიც არ არის დაკავშირებული დამატებით დანახარჯებთან, რადგანაც ეს თავისთავად სავალდებულო ოპერაციაა სამოქალაქო უსაფრთხოების ნორმებიდან გამომდინარე. მიუხედავად ამისა, ხაზგაზმით ავლნიშნავთ, რომ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული დაბალტემპერატურული პოლიკარბონატული შემკვრელით მიღებული თბოსაიზოლაციო ბამბის ნაკეთობების გამოყენება ძირითადად რეკომენდებულია დაბალსართულიანი საყოფაცხოვრებო შენობა-ნაგებობების თბოიზალაციური მოპირკეთების სამუშაოების წარმოებისათვის.



სურ. 3. ა) თბოსაიზოლაციო მინერალური ბაზის ტიპური ბოჭკოვანი მორფოლოგია (1) დაბალტემპერატურული პოლიკარბონატული შემკვრელით (2) შეცხოვრებით; ბ) იგივე, შეცხოვრისა და დაწნევის შემდეგ

დასკვნა:

თბოსაიზოლაციო სამშენებლო მინერალური ბამბის წარმოების წინაშე არსებული გამოწვევებიდან თავისი მასშტაბურობითა და სიმწვავით გამოირჩევა ბოჭკოვანი ნამზადის მიღების ტექნოლოგიური პროცესის ენერგოეფექტურობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ამალღების პრობლემა. კერძოდ, უახლოესი მომავლის გადასაჭრელ ამოცანათა შორის პრიორიტეტული ადგილი უნდა დაიმკვიდროს წარმოების ტექნოლოგიური პროცესიდან ეკოლოგიურად მაგნე შემკვრელი ნივთიერების - ფენოლფორმალდეჰიდის ფისის გამოყენებისა და მინერალურ ბოჭკოებთან მისი პოლიმერიზაციისათვის საჭირო მოწვის ენერგეტიკულად მაღალდანახარჯიანი ტექნოლოგიური ოპერაციის გამორიცხვის ამოცანამ.

აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტის რაციონალურ გზას წარმოადგენს მინერალური ბოჭკოვანი მასის გამკვრივება-განმტკიცებისათვის საკუთარი სითბოს ($\approx 150-200$ °C) ხარჯზე შეცხოვრის უნარის მქონე დაბალტემპერატურული პოლიკარბონატულ-პოლიმერული კომპოზიციური ფხვნილოვანი (მშრალი) შემკვრელის გამოყენება.

ტრადიციული, ეკოლოგიურად მაღალი, საშიშროების IV კლასის ფენოლფორმალდეჰიდის ფისის გაცილებით უსაფრთხო პოლიკარბონატ-მაღალმოლეკულური პოლიმერული ნარევის ბაზაზე მიღებული კომპოზიციური ფხვნილოვანი მასით ჩანაცვლების ოპერაციის განხორციელება უზრუნველყოფს წარმოების ტექნოლოგიური პროცესიდან გამორიცხოს ტრადიციული მაღალენერგოტევადი მოწვა-შეცხოვრის ოპერაცია, შემცირდეს სათბურის აირების ემისია, შემსუბუქსდეს გარემოზე მაგნე ეკოლოგიური ზემოქმედება, შემცირდეს ჰიდროსაიზოლაციო (ჰიდროფობული) სამანქანე მინერალური ზეთის მოხმარების მოცულობა და გაჩნდეს მეორადი

პოლიკარბონატისა და მაღალი სიმკვრივის პოლიეთილენის საყოფაცხოვრებო-საწარმოო ნარჩენების მაღალი დამატებითი ღირებულების პროდუქტად გადამუშავების შესაძლებლობა.

ლიტერატურა:

1. Methodology for the free allocation of emission allowances in the EU ETS post 2012 Sector report for the mineral wool industry. November 2009 Ecofys (project leader) Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research Öko-Institut By order of the European Commission Study Contract: 07.0307/2008/515770/ETU/C2 Ecofys project Number: PECSNL082164.
2. i, G. C., Shan, F. J., & Zhang, Q. K. (2013). Research and Development of Mineral Wool Production with High Temperature Industrial Residual Materials. In Materials Science Forum (Vols. 743–744, pp. 301–305). Trans Tech Publications, Ltd.
3. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.743-744.301>
4. Grehk M. (2022). Mineral wool From landfill to a sustainable polymer composite. Master thesis 30 HP. 52 p.
5. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1696238/FULLTEXT01.pdf>

Technological features of mineral wool production for thermal insulation construction: Existing challenges and ways to solve them

Inga Janelidze	Assistant Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy 0160, Tbilisi, M. Kostava 69 E-mail: i.janelidze@gtu.ge ;
Giorgi Jandieri	Academic Doctor, LLC "Metallurgical Engineering and Consulting", 04205, Leipzig, Germany E-mail: Gigo.jandieri@gmail.com ;
Omar Mikadze	Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, 0160, Tbilisi, m. 69 of Kostava E-mail: omikadze@gtu.ge ;

Abstract. The article presents topical issues related to the problems of high energy intensity and environmental safety, characteristic of traditional technologies for the production of heat-insulating construction mineral wool and products based on it. It is emphasized that improvement of energy-intensive and environmentally harmful production processes of treatment of newly formed mineral wool with phenol-formaldehyde binder resin, with its subsequent polymerization and sintering with fiber wool in high-temperature medium (600-700 °C), possibly by replacing the ecological harmful and energy-consuming phenol-formaldehyde specially prepared for this purpose with low-temperature (150-170 °C) composite powdered polycarbonate-polyethylene dry binder obtained from industrial and household waste. This proposal, in parallel with the solution of this task, creates an equally important

opportunity for the technologically complete and environmentally safe disposal of secondary polycarbonate and high-molecular polyethylene of domestic and industrial origin.

Keywords: Low-temperature sintering, Thermal insulation wool, Mineral fiber, Waste utilization.

საქართველოს ქიმიური ინდუსტრიის საეტაპო მიღწევებისა და სამომავლო ტექნოლოგიური პერსპექტივისათვის

მამუკა მაცაბერიძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, პროფესორი, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: m.matsaberidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ცინცაძე, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტის უფროსი; მედიცინის მეცნიერებათა კანდიდატი, მედიცინის აკადემიური დოქტორი, პროფესორი

E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge

გ. დანელია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას ქ.69, 0175

E-mail: giadanelia55@gmail.com

ანოტაცია. სტატიაში განხილულია საქართველოს ქიმიური ინდუსტრიის განვითარების უმნიშვნელოვანესი ეტაპი, რა პერიოდშიც გადაწყდა ჩვენ ქვეყანაში აზოტოვანი სასუქების წარმოების ტექნოლოგიური პრიორიტეტები. აქვე განხილულია ნახშირორჟანგის უტილიზაციის და სასარგებლო სამრეწველო პროდუქტად გადამუშავების კატალიზური მეთოდების სისტემური ტოპოლოგია.

საკვანძო სიტყვები: აზოტოვანი სასუქები, ამინები, ნიტრობენზოლი, პოლიამიდები, ნიტროგლიცერინი, ანილინი, ნიტროლაქები, ნიტროსალეზავები, CO₂-ის უტილიზება, CO₂-ის ჰიდრირება, ფიშერ-ტროფშის სინთეზი, დიმეთილეთერის (DME) სინთეზი, მეთანის ნახშირ-მჟავოვანი კონვერსია, სათუბის ორი აირის (CO₂ და CH₄) უტილიზება.

შესავალი

საქართველოს ქიმიური ინდუსტრიის საეტაპო მიღწევებისათვის. საქართველოს ქიმიური ინდუსტრიისათვის ბმული აზოტის წარმოების დარგი ქიმიური ტექნოლოგიის გამორჩეული მიმართულებაა, რომლის მნიშვნელობა ხაზგასმულია ნახსენებ დარგში წარმოებული პროდუქციის ასორტიმენტის არასრული ჩამონათვალით: ამიაკი, აზოტმჟავა, ნიტრატები, ნიტრიტები, აზოტის შემცველი მარტივი და კომპლექსური სასუქები, ტროტილი, ამინები, ნიტრობენზოლი, პოლიამიდები (ნეილონი, კაპრონი, კაპროლაქტამი), ნიტროგლიცერინი, ანილინი, ნიტროლაქები, ნიტროსაღებავები და სხვ.

ბმული აზოტის პროდუცირებისას გამოიყენება ურთულესი საქარხნო აღჭურვილობა და ტექნოლოგიები, რომელთა ექსპლოატაცია ხელეწიფებათ მხოლოდ უმაღლესი კვალიფიკაციის სპეციალისტებს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ქვეყანას რომ ჰქონდეს ბმული აზოტის წარმოება, საკმარისი არ არის მხოლოდ ნედლეული და ენერჯია. მასთან ერთად აუცილებელია უმაღლესი კვალიფიკაციის მქონე ინტელექტუალური და საინჟინრო პოტენციალის მატარებელი კადრები; აღნიშნულის გამო, ბმული აზოტის წარმოება ძირითადად განთავსებულია ტექნიკურად მაღალ განვითარებულ ისეთ ქვეყნებში როგორებიცაა: აშშ, გერმანია, საფრანგეთი, რუსეთი, უკრაინა, ბელორუსია, ბულგარეთი, კანადა..., ყოფილ საბჭოთა კავშირში ბმული აზოტის წარმოების 21 საწარმოო ფუნქციონირებდა. აქედან 14 რუსეთის ფედერაციაში, დანარჩენი სხვა რესპუბლიკებში (უკრაინა, ბელორუსია, ყაზახეთი, საქართველო). მათგან რუსთავის, მაშინდელი ს/გ „აზოტი“ ერთ-ერთი მოწინავე იყო.

საქართველოში ბმული აზოტის წარმოების იდეა ჯერ კიდევ გასული, XX, საუკუნის 30-იან წლებში გაჩნდა. ტყიბულის ქვანახშირის გაზიფიკაციით მიღებული აირის ბაზაზე ქუთაისში უნდა აშენებულიყო აზოტოვანი სასუქების ქარხანა, მაგრამ აშენდა მხოლოდ აგურის ქარხანა, რომელსაც საშენი მასალებით უნდა უზრუნველყო მომავალი აზოტის წარმოება, მაგრამ საქმე აღნიშნულის იქით აღარ წასულა.

მეორე მსოფლიო ომის დამთავრებისთანავე დაიწყო რუსთავის მეტალურგიული ქარხნისა და ქ. რუსთავის მშენებლობა და უკვე სერიოზულად დადგა საკითხი მეტალურგიული ქარხნის მიერ წარმოებული კოქსის აირის ბაზაზე რუსთავშივე აშენებულიყო აზოტოვანი სასუქების ქარხანა. ამ იდეას ჰყავდა მოწინააღმდეგეებიც, რომლებიც ამტკიცებდნენ, რომ უმჯობესი იყო კოქსის აირი გამოეყენებინათ როგორც საწვავი თვით მეტალურგიულ ქარხანაში ქარხნის ავტონომიური ენერჯო-მომარაგებისათვის. აღსანიშნავია, რომ წარმოების ამგვარი სქემა ინდუსტრიულად განვითარებულ დასავლეთში კარგა ხნის უარყოფილი იყო.

ხაზგასასმელია, რომ ქართველ ინჟინერ-ქიმიკოსთა და ტექნოლოგთა სახელოვანი პლეადა – ნ. ლანდია, პ. ცისკარიშვილი, რ. აგლაძე, ვ. გეგელე, ი. ბერიძე, ა. შათირიშვილი და

განსაკუთრებით ვ. ჩაგუნავა (ამ პერიოდისათვის, მას უკვე ჰქონდა მეტად მნიშვნელოვანი სამეცნიერო კვლევები ბმული აზოტის ტექნოლოგიის დარგში) კვლევითი მტკიცებულებების მობილიზებით იცავდნენ კოქსის აირის ბაზაზე აზოტოვანი სასუქების ქარხნის აშენების იდეას.

აღნიშნული თვალსაზრისით განსაკუთრებით აღსანიშნავი და საეტაპო მნიშვნელობისაა აკადემიკოს რ. აგლაძის ვრცელი სტატია, იმდროინდელი ოფიციალური მთავარ გაზეთში [1] **“აზოტოვანი სასუქების ქარხნის მშენებლობის შესაძლებელი გზები”**.

ზემოთნახსენებ სტატიაში ავტორი (აკად. რ. აგლაძე) მიმოიხილავს აზოტის წარმოების მნიშვნელობას და ასაბუთებს რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანასთან კოოპერირებულ აზოტის წარმოების გადაუდებელ აუცილებლობას. წყალბადის მიღების არსებული მეთოდების ეკონომიკური ანალიზის შედეგად აკად. რ. აგლაძე ემხრობოდა კოქსის აირიდან წყალბადის გამოყოფას ღრმა გაცივების მეთოდით. აღსანიშნავია, რომ ამ სქემას ანიჭებდა უპირატესობას პროფ. ვ. ჩაგუნავაც.

მოგვიანებით, როდესაც ქართველი მეცნიერები გაეცნენ იმ დროისათვის პროგრესულ მეთოდს - კოქსის აირის შემადგენელი მეთანისა და ნახშირჟანგის კატალიზური კონვერსიის გზით წყალბადის მიღებას, უყოყმანოდ დაუჭირეს მხარი ამ სქემას და შემდგომში სწორედ რუსთავის აზოტოვანი სასუქების ქარხანაში, პირველად საბჭოთა კავშირში, განხორციელდა ეს მეთოდი. ყოველივე აღნიშნულმა სწრაფი შედეგი გამოიღო და 1947 წლის 21 მაისს საბჭოთა კავშირის მინისტრთა საბჭომ მიიღო დადგენილება რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის კოქსის აირის ბაზაზე აზოტოვანი სასუქების ქარხნის მშენებლობის დაწყების შესახებ.

უმძლავრესი ქიმიურ-ტექნოლოგიური საწარმოს შექმნას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა არა მარტო საქართველოსთვის, არამედ მთელი საბჭოთა კავშირისთვისაც. იგი სათავო წარმოება იყო დარგში, რომელმაც პირველად დაწერა კოქსის აირიდან მეთანისა და ნახშირჟანგის კონვერსიის მეთოდით წყალბადის მიღების პრინციპულად ახალი ტექნოლოგია.

1947 წლის ოქტომბერში დაიწყო აზოტოვანი სასუქების ქარხნის მშენებლობა, რომელსაც ახორციელებდა ტრესტი „ამიერკავკასიის მეტალურგმშენი“.

1951-1952 წლებში ექსპლოატაციაში მიიღეს ქარხნის სამმართველო, ჟანგბადშემგვები სადგური, ელექტრომექანიკური და სარემონტო მექანიკური საამქროები. ამ სამუშაოებს ხელმძღვანელობდა ცნობილი ინჟინერ-ტექნოლოგი ა. შათირიშვილი.

1954 წელს ქარხანა შეივსო ახალგაზრდა სპეციალისტების დიდი ჯგუფით, რომელთა შემადგენლობაში იყვნენ: მ. მინდიაშვილი, ვ. შავშერდიანი, მ. ვოდოხლებოვა, ა. პიპკო, ნ. ჯიშკარიანი, თ. ხომასურიძე, ა. კალანდაძე, ბ. პრონინი, ე. ჩიქოვანი, მ. ქავთარაძე, თ. ბურკაძე და სხვანი. ამავე პერიოდში ქარხანაში მოვიდნენ საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ქარხანაში მოღვაწე გამოცდილი ინჟინრები დ. აბრამია, ლ. ვარდოსანიძე და ს. გაბრიჩიძე.

1955 წლის აპრილში გაუშვეს პირველი რიგის გადამამუშავებელი საამქროები (აზოტმ-ჟავასი და ამონიუმის გვარჯილის), რომლებიც შემოტანილ ნედლეულზე მუშაობდნენ. ამ საამქროების გაშვებაზე მუშაობდა სპეციალური ბრიგადა, რომელსაც სათავეში ედგა საბჭოთა კავშირის ქიმიური მრეწველობის სამინისტროს აზოტის მთავარი სამმართველოს უფროსი ლ. კონსტანდოვი (შემდგომში საბჭოეთის ქიმიური მრეწველობის მინისტრი). 1956 წლის 26 თებერვალს მიიღეს ამიაკის პირველი ტონები. სწორედ ეს დღე ითვლება საწარმოს დაბადების თარიღად. ამ პერიოდში ქარხნის დირექტორი იყო ნ. ჭიპაშვილი, ხოლო მთავარი ინჟინერი ვ. ნოვიკოვი.

საწარმოს განვითარების შემდგომ პერიოდში გრძელდებოდა ახალი სიმძლავრეების მწყობრში შესვლა. ამავე წელს გაუშვეს მიკროსასუქების საამქრო. 1955 წლის ბოლოს ექსპლოატაციაში შევიდა აირადი და თხევადი ჟანგბადის (ჰაერგამყოფი) საამქროები, ხოლო 1956 წლის იანვარში მწყობრში ჩადგა კონვერსიის საამქრო.

1957 წლის დეკემბერში ფუნქციონირება დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მიერ დამუშავებული (ხელმძღვანელი აკად. რ. აგლაძე) უნიკალური ელექტროქიმიური ტექნოლოგიით მომუშავე კალიუმის პერმანგანატის საამქრომ. ამ პერიოდში ქარხანაში მოვიდა ახალგაზრდა ქიმიკოს-ტექნოლოგების ახალი ნაკადი. მათ შორის იუვენენ გ. ქებაძე, ი. ოშორიძე, ო. კალანდარიშვილი, მ. გუნცაძე, ბ. დოლიძე, პ. პლისი, ო. ლავრენტოვიჩი, დ. ჩარუხჩიანი, ჭ. რუხაძე და სხვ. ამავე წელს ქარხანაში დაინერგა პროფესორ ვ. ჩაგუნავას მიერ დამუშავებული კოქსის აირის გოგირდორგანული ნაერთებისაგან ერთსაფეხურიანი გაწმენდის ორიგინალური მეთოდი მანგანუმის შემცველი შლამებით. დანერგვაში მონაწილეობდნენ ქარხნის ინჟინრები: ნ. ჭიპაშვილი, ი. კრუგლოვი და ს. გაბრიჩიძე.

1958-60 წლებში ქარხანა შეივსო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის (დღევანდელი ტექნიკური უნივერსიტეტი) ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტის კურსდამთავრებულთა ახალი ჯგუფით – გ. გოგოლაძე, ა. გუბაევი, ბ. გეგელიშვილი, ლ. გვასალია, ე. ბახტაძე, მ. ჯინჭარაძე, გ. ფადავა, ვ. ბახტაძე, ჯ. მეხრაძე, ს. ტაბატაძე, ზ. ფადიურაშვილი, ბ. გოგუაძე, რომელთაგან უმეტესობას, შემდგომი წლების განმავლობაში, ქარხანაში საკვანძო თანამდებობები ეკავა.

1959 წელს მწყობრში ჩადგა არგონის და ნატრიუმის ნიტრიტ-ნიტრატის განყოფილებები ჰაერის გამყოფი და აზოტმჟავას საამქროების ბაზაზე.

1960 წლის სექტემბერში ქარხნის ცხოვრებაში მოხდა მნიშვნელოვანი მოვლენა, რუსთავის ქიმიკოსები, საბჭოთა კავშირში პირველები გადავიდნენ კოქსის აირის ნაცვლად, ბუნებრივი აირის გამოყენებაზე, რამაც მნიშვნელოვნად გაამარტივა ტექნოლოგიური პროცესი (ციკლიდან მთლიანად ამოვარდა აირის გოგირდოვანი მინარევებისაგან გაწმენდის ძვირად

ღირებული პროცესი), გაზარდა ქარხნის წარმადობა და გააიაფა წარმოებული პროდუქცია. ერთი წლის შემდეგ მწყობრში ჩადგა სუსტი აზოტმჟავას კომბინირებული მეთოდით წარმოების საამქრო (3.5 ატმ წნევით).

1960 წლიდან ქ. რუსთავში დაიწყო კიდევ ერთი დიდი საწარმოს – **სინთეზური ბოჭკოს ქარხნის** მშენებლობა. პარალელურად, აზოტოვანი სასუქების ქარხანაში საფუძველი ჩაეყარა **კაპროლაქტამის** წარმოებას, რომელსაც ძირითადი ნედლეულით უნდა მოემარაგებინა სინთეზური ბოჭკოს ქარხანა. კაპროლაქტამის წარმოების საინჟინრო კადრებით დაკომპლექტების მიზნით, მაშინდელი საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტზე, სხვადასხვა სპეციალობის ვაჟი სტუდენტებისაგან დაკომპლექტდა ახალი სპეციალობის - „**ორგანულ ნაერთთა ტექნოლოგია**“ ჯგუფი 25 კაცის შემადგენლობით. მათ შორის იყვნენ ზ. კერვალიშვილი, ვ. ერისთავი, ჯ. მარგველაშვილი, ნ. გიორგობიანი, რ. გაფრინდაშვილი, ნ. კაკაბაძე, გ. ცხადაია და სხვ. ისინი 6 თვით გაიგზავნენ ქ. ძერჟინსკის ანალოგიურ წარმოებაში სტაჟირებაზე. მათთან ერთად ქარხნიდან გაიგზავნა ახალგაზრდა ინჟინერთა ჯგუფი: გ. გოგოლაძე, ვ. შავშერდიანი, ო. კალანდარიშვილი, ზ. ფადიურაშვილი, ლ. გვასალია, ვ. დობროლეჟინი, ა. კოპაძე, რ. კავთიაშვილი და პ. მურვანიშვილი, რომლებმაც აითვისეს წარმოება და თავიანთი წვლილი შეიტანეს კაპროლაქტამის წარმოების საამქროების დაკომპლექტებაში, მონტაჟსა და საექსპლოატაციო გაშვებაში.

1963 წლის ივნისში მწყობრში ჩადგა **ფენოლის ციკლით მომუშვე ციკლოჰექსანონისა და ციკლოჰექსანოლის საამქროები**. ერთი თვის შემდეგ **ამონიუმის ბისულფატის** საამქრო, ხოლო 1963 წლის ოქტომბერში უკვე გამოუშვეს კაპროლაქტამის პირველი პროდუქცია, რამაც განაპირობა ქიმიური ბოჭკოს ქარხნის ფუნქციონირების დაწყება.

1963 წელს აზოტოვანი სასუქების ქარხანა გარდაიქმნა რუსთავის ქიმიურ კომბინატად. კომბინატი თანდათან ფართოვდებოდა, შესაბამისად, იზრდებოდა გამოშვებული პროდუქციის ასორტიმენტი.

1967 წლის ოქტომბერში ამუშავდა **ციანმარილების** საამქრო, რომელიც თავდაპირველად ტექნიკურ მარილს აწარმოებდა, ხოლო 1973 წლიდან, უკვე სუფთა ციანიდების ახალი სახეობის პროდუქციას.

1970 წელს ექსპლოატაციაში შევიდა **კარბამიდის** საამქრო და ცენტრალური საქვაბე. გაუშვეს **ამიაკის** წარმოების ახალი ხაზი.

1975 წელს ჭიათურის მანგანუმის ბაზაზე კომბინატში შეიქმნა **ელექტროლიზური მანგანუმის ორჟანგის** საცდელი საწარმო, რომელიც 1980 წელს ქარხანად გადაკეთდა.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო წარმოებისათვის 1979-81 წლები. ამ პერიოდში ექსპლუატაციაში შევიდა **ამიაკის წარმოების დიდტონაჟიანი ტექნოლოგიური ხაზი**, სრულიად

ახალი პროგრესული ტექნოლოგიით, რომელის წარმადობა ორჯერ აღემატებოდა ადრე არსებულს. ამავ პერიოდში მწყობრში ჩადგა **სუსტი აზოტმჟავასა და ამონიუმის გვარჯილის წარმოებები** გაორმაგებული სიმძლავრებით.

1985 წელს დამთავრდა კაპროლაქტამის წარმოებაში არსებული საამქროების სრული გადაიარაღება, მწყობრში ჩადგა **ნედლი ლაქტამისა და კაპროლაქტამის** საამქროების მეორე რიგი.

1991 წელს ამუშავდა **კოსმეტიკური ფანქრების** საამქრო. იმ დროისათვის წარმოებას ჰქონდა მძლავრი ინფრასტრუქტურა: აშენებული იყო რამდენიმე ათეული მრავალსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსი ქარხნის თანამშრომლებისათვის. წარმოების განკარგულებაში იყო კულტურის შესანიშნავი სასახლე, სასპორტო მოედნები, საავადმყოფო, პოლიკლინიკა, დასასვენებელი და გამაჯანსაღებელი ბაზები ურეკში, მანავაში, უწერასა და ნუნისში.

გასული საუკუნის 90-იან წლებში საწარმოო გაერთიანება „აზოტი“ მძიმე მდგომარეობაში ჩავარდა. ამის მიზეზი იყო ქვეყანაში მიმდინარე ნეგატიური მოვლენები, რომელსაც დაერთო ქვეყნისათვის შეუფერებელი სამრეწველო პოლიტიკის შედეგად ინიცირებული პრობლემები.

აღსანიშნავია, რომ ჯერ კიდევ მე-20 საუკუნის 80-იან წლებში გაუმართლებლად შეწყვიტა ფუნქციონირება **კარბამიდის** საამქრომ შემდეგი გარემოების გამო: თავდაპირველად ქარხანა კარბამიდს უშვებდა ტომრებში დაფასობულს, შემდგომში კი იგი მომხმარებელთან იგზავნებოდა დაუფასობლად, სპეციალური სარკინიგზო ვაგონებით – ე.წ. „ხოკერებით“, რომლებიც იტვირთებოდა ზემოდან, ხოლო ჩამოტვირთვა ხდებოდა ვაგონის ქვედა ნაწილში განთავსებული სარქველიდან.

არც თუ იშვიათად ხდებოდა პროდუქციის შეგოზვა, რის გამოც გამწვანებული იყო „ხოკერების“ ჩამოცლა. საჭირო ხდებოდა შეგოზილი მასისაგან ჩამოსატვირთი სარქველის გათავისუფლება პნევმატური ჩაქურებით ან წერაქვებით. ამის გამო მიმღები ორგანიზაცია უკან აბრუნებდა კარბამიდით სავსე ვაგონებს, რაც მძიმე ფინანსურ ტვირთად აწვებოდა წარმოებას. **შეგოზვის მიზეზი** კი იყო, წარმოების ტექნოლოგიაში დაშვებული შეცდომები, ზოგჯერ კლიმატური პირობებიც. იმის ნაცვლად, რომ გამოევიწყინათ კარბამიდის შეგოზვის მიზეზები და გაეტარებინათ მისი თავიდან აცილების ღონისძიებები ან პროდუქცია ტომრებში დაეფასობინათ, საერთოდ გააჩერეს კარბამიდის საამქრო და საქართველოში შეწყდა ამ მეტად ძვირფასი პროდუქციის გამოშვება.

ამის შემდგომ, ნედლეულის (ბუნებრივი აირი), ენერგორესურსების თუ გასაღების ბაზრების დეფიციტის მიზეზით, ზედიზედ გააჩერეს **არგონის, კალიუმის პერმანგანატის, მანგანუმის ელექტროლიტური ორჟანგის** საამქროები. მაგრამ ყველაზე დიდი დარტყმა

წარმოებისათვის იყო კაპროლაქტამის წარმოების გაჩერება და დაკონსერვება, რაც თავის მხრივ გამოწვეული იყო პროდუქციის ძირითადი მომხმარებლის – რუსთავის ქიმიური ბოჭკოს ქარხნის გაჩერებით.

1997 წლისთვის ქარხანას, რომლის აქციების თითქმის 100 % სახელმწიფოს ეკუთვნოდა დაუგროვდა ასეულ მილიონიანი ვალი (ძირითადად, ბუნებრივი აირის, ელექტროენერჯის, სახელფასო, საბიუჯეტო და ა.შ.) და პრაქტიკულად გაკოტრებული იყო.

1998 წელს მთლიანად შეიცვალა ქარხნის ხელმძღვანელობა. ახლად არჩეულ სამეთვალყურეო საბჭოში (თავმჯდომარე ი. არემიძე) ეკონომიკისა და ქონების მართვის სამინისტროებისა და წარმოების წარმომადგენლებთან ერთად მიწვეული იყვნენ დარგის ცნობილი მეცნიერები – საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არაორგანულ ნივთიერებათა ტექნოლოგიის კათედრის გამგე, პროფესორი ლ. გვასალია (სამეთვალყურეო საბჭოს თავმჯდომარის მოადგილე) და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიის ფაკულტეტის დეკანი, პროფესორი შ. სიდამონიძე.

სამეთვალყურეო საბჭომ საწარმოს გენერალურ დირექტორად ხელახლა მიიწვია ცნობილი სპეციალისტი გ. გოგოლაძე, რომლის სახელთანაც დაკავშირებული იყო ქარხნის ყველა წარმატება მე-20 საუკუნის 70-იანი და 80-იანი წლების დასაწყისში.

ახალი დირექტორის წარდგინებით ქარხნის მთავარ ინჟინრად დაინიშნა ახალგაზრდა სპეციალისტი ა. ხმიადაშვილი, ტექნიკური განყოფილების უფროსად კი გამოცდილი ინჟინერი ა. გუბაევი. ახალმა ხელმძღვანელობამ პირველ რიგში გადაამოწმა თუ რამდენად სწორი იყო ქარხნის დავალიანება. აღმოჩნდა, რომ იგი ხელოვნურად და უსაფუძვლოდ იყო გაზრდილი. ქარხანამ ზედიზედ მოიგო სასამართლო პროცესები, რის შედეგადაც აღმოჩნდა, რომ ქარხნის რეალური დავალიანება არც ისე კატასტროფული იყო (დაახლოებით 30 მილიონამდე), რისი დაფარვაც საწარმოს ნორმალური ფუნქციონირების პირობებში სავსებით რეალური იყო. ასეთ პირობებში საწარმოს ძირითადმა კრედიტორმა, საერთაშორისო ენერგეტიკულმა კომპანია „იტერამ“ თანხმობა განაცხადა აღედგინა ქარხნისათვის ბუნებრივი აირის მიწოდება. სწრაფი ტემპებით მწყობრში ჩააყენეს წარმოების მანქანა-დანადგარები და 1999 წლის იანვარში, ორწლიანი იძულებით შეჩერების შემდეგ, გაუშვეს ამიაკისა და ამონიუმის გვარჯილის წარმოებები. ეს იყო საწარმოს ხელმეორედ დაბადება. ს.ს. „აზოტი“ კოლექტივი დაუღალავი შრომის შედეგად ძალებს იკრეფდა, მალე ხელახლა გაუშვეს ციანმარილებისა და ყველა დამხმარე საამქროები. ამის შედეგი იყო ის, რომ საქართველოს ფინანსთა, ეკონომიკისა და ქონების მართვის სამინისტროების მხარდაჭერითა და მთავარი კრედიტორის – „იტერას“ თანხმობის საფუძველზე, რუსთავის საქალაქო სასამართლომ 2001 წლის 27 ივნისს ს/ს „აზოტის“ რეაბილიტაციის პროგრამა დაამტკიცა, რამაც საწარმო გაკოტრებისაგან იხსნა. ეს

უკვე საწარმოს გადარჩენა იყო, რაშიც ლომის წილი ქარხნის დირექტორს გ. გოგოლაძეს მიუძღოდა და საწარმო უკვე რამდენიმე სახის პროდუქციას უშვებდა, ესაა:

- **ამონიუმის გვარჯილა** – მთლიანად აკმაყოფილებს ამიერკავკასიის რესპუბლიკების (აზერბაიჯანი, სომხეთი, საქართველო) მოთხოვნებს. გარდა ამისა, საექსპორტოდ იგზავნება თურქეთში, საბერძნეთში, ესპანეთში, საფრანგეთში.

- **ამონიუმის სულფატი** – მოიხმარებლება საქართველო, აზერბაიჯანი, სომხეთი.

- **ციანმარილები** – მოიხმარება როგორც შიდა ბაზარზე, ასევე იგზავნება საზღვარგარეთ – სომხეთში, უზბეკეთში, ყაზახეთში, ირანში, კორეაში, ავსტრალიაში.

- **თხევადი და აირადი აზოტი და ჟანგბადი**, აგრეთვე **მშრალი ციხული** – ძირითადად საქართველოში მოიხმარება.

დღევანდელი რეალობა საქართველოს ქიმიური ინდუსტრიის წინაშე გამოარჩევს რიგ ტექნოლოგიურ ამოცანებს, რომლებიც არ ითხოვენ მნიშვნელოვან ენერგო- და მასალატევადობას, მაგრამ ითვალისწინებენ მაღალ მეცნიერებატევადობას.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქონლის მატერიალური წარმოების განვითარება და ბაზარზე შესვლა ხდება სამი მნიშვნელოვანი ფაქტორის გამო:

- საზოგადოების მეცნიერული და ტექნოლოგიური პროგრესი.
- მაღალი სამეცნიერო პოტენციალი.
- საწარმოო საშუალებების ხელმისაწვდომობა და ტექნოლოგიური პროგრესი.

აღნიშნულის სოციალური სტიმული და მოტივი არის ადამიანების მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება - მარტივი ფიზიოლოგიურიდან მოწინავე და სულ უფრო სპეციალიზირებულ მოთხოვნილებებამდე.

- საზოგადოების მეცნიერულ - ტექნოლოგიური წინსვლა და სამეცნიერო პოტენციალი უზრუნველყოფილია ფუნდამენტური საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების წარმატებული განვითარებით - ფიზიკა, ქიმია, მათემატიკა, ბიოლოგია, ბიოქიმია და ა.შ., სწორედ ისინი ქმნიან საფუძველს მეცნიერული აღმოჩენებისთვის, ახალი ნივთიერებების, ახალი მასალებისა და ენერჯის წყაროების წარმოშობისათვის.

დღეისათვის მეცნიერების და ტექნოლოგიების განვითარების პრიორიტეტული სფეროებია:

- ახალი მასალების მისაღები ქიმიური ტექნოლოგიები.
- წარმოების უახლესი ტექნოლოგიები (ნახშირორჟანგის გარდაქმნის ტექნოლოგიებით მაღალი ღირებულების პროდუქციის პროდუცირება).

ძირითადი ნაწილი

ნახშირორჟანგის სასარგებლო პროდუქტად გადამუშავების კატალიზური მეთოდები

CO₂-ის გადამუშავება ქიმიური მრეწველობისა და საწვავის ღირებულ პროდუქტად CO₂-ის უტილიზების ერთერთი ყველაზე პერსპექტიული გზაა. ნახშირორჟანგის უტილიზაციის ამ ხერხს ციკლურ ტექნოლოგიას უწოდებენ. ეს მეთოდი მთლიანად არ იღებს CO₂-ს ატმოსფეროდან, მაგრამ ხელს უწყობს წიაღისეული საწვავის მოხმარების შემცირებას. CO₂-ის ქიმიურ პროდუქტებში (შარდოვანა, პოლიკარბონატები) და საწვავში (მეთანოლი, მეთანი, დიმეთილეთერი, ფიშერ-ტროპშის სინთეზის პროდუქტები) 2050 წელს მიაღწევს 0,3–0,6 და 1–4,2 მილიარდ ტონა CO₂-ს წელიწადში, რაც დღევანდელ 14%-ს შეადგენს ანთროპოგენური CO₂-ის ემისიისაა რაც უდრის 34 მილიარდ ტონას წელიწადში [2].

კატალიზური ტექნოლოგიების სრულყოფა გააჩენს ენერგოეფექტურობის ამაღლების შანსს, ასევე სასარგებლო პროდუქტების ნომენკლატურის გაზრდის და მათი თვითღირებულების შემცირების საშუალებას. როგორც ცნობილია ყველა ქიმიურ-ტექნოლოგიური პროცესის დაახლოებით 90 % იყენებს კატალიზატორებს.

თანამედროვე ქიმიურ-ტექნოლოგიური ინდუსტრია წარმოუდგენელია კატალიზური პროცესების გარეშე. ინდუსტრიულად განვითარებულ ქვეყნებში ქიმიურ-ტექნოლოგიური პროდუქციის ახალი სახეობების პროდუცირება შესაძლებელია მხოლოდ სპეციალური კატალიზატორების გამოყენებით. დღევანდელ მსოფლიოში 15 ტრანსნაციონალური კომპანიაა, რომლებიც აწარმოებენ ასი(100) ძირითადი ტიპის მყარ კატალიზატორებს. საყურადღებოა, რომ უკვე დღეისათვის CO₂-ისგან სამრეწველო მასშტაბში იწარმოება: შარდოვანა [3], სალიცილის მჟავა [4], ეთილენკარბონატი [5] და მეთანოლი [6].

დღევანდელ მსოფლიოში არის კარბამიდის წარმოების რამდენიმე ტექნოლოგია, მაგალითად ერთერთია Urea 2000plus, რომელიც წარმატებით ფუნქციონირებს ჩინეთში (CNOOC¹) და მისი წარმადობაა 2700 ტონა/დღელამეში, წარმოება გაშვებულია 2004 წელს. კატარში 2005 წლიდან ფუნქციონირებს კარბამიდის წარმოების ტექნოლოგიური ხაზი (Qafco IV²) წარმადობით 3200 ტონა/დღელამეში. დღეისათვის მუშავდება კარბამიდის წარმოების მეგადანადგარების საპროექტო წინადადებები, წარმადობით 5000 ტონა/დღელამეში [7].

¹ China National Offshore Oil Corporation is the largest offshore oil and gas producer in China. Headquartered in Beijing, CNOOC was founded on February 15, 1982. With a registered capital of RMB 113.8 billion, CNOOC is the parent company of 5 listed subsidiaries at home and abroad. <https://www.cnooc.com.cn/col/col6141/index.html>

² QAFCO IV - EXPANSION OF EXISTING AMMONIA & UREA PLANT. <https://www.dmsprojects.net/qatar/projects/qafco-iv-expansion-of-existing-ammonia-urea-plant/apr00078>

ნახშირორჟანგის გამოყენებას კარბამიდის საწარმოებლად გააჩნია დასაბუთებული პერსპექტივები, რადგან კარბამიდის ქიმიური თვისებები განაპირობებენ მის ფართო გამოყენებას ქიმიურ მრეწველობაში: **კარბამიდ-ალდეჰიდური** და **კარბამიდ-ფორმალდეჰიდური ფისების** სინთეზისას, რომლებიც ფართოდ გამოიყენებებიან როგორც ადგილობრივი ხის ბოჭკოვანი მასალების დასამზადებლად ავეჯის საწარმოებლად. **კარბამიდისგან** ასევე იწარმოება **შარდოვანას წარმოებულები**, რომლებიც წარმოადგენენ ეფექტურ ჰერბიციდებს.

კარბამიდისგან აწარმოებენ **მელამინს**, რომლის მნიშვნელოვანი წილი გამოყენებულია **ფარმაცევტულ მრეწველობაში**.

ფუნქციური დანიშნულებით **კარბამიდი** წარმოადგენს მინერალურ სასუქს, რომელიც გამოიყენება ნიადაგის ყველა სახეობაზე და ნებისმიერ სასოფლო-სამეურნეო კულტურისათვის. სასუქის ამგვარი(კარბამიდული) ფორმა მნიშვნელოვნად ზრდის ს/ს კულტურების მოსავლიანობას და თუ შევადარებთ კარბამიდს სხვა აზოტოვან სასუქებთან აღმოჩნდება, რომ **კარბამიდი** შეიცავს აზოტის ყველა სხვა სასუქზე მეტ აზოტს - 46,2 %, რაც განაპირობებს მის ეკონომიკურ მიზანშეწონილობას ყველა ს/ს კულტურისათვის და ნებისმიერი ნიადაგისათვის. ცხოველთა კვებაში **შარდოვანას** უმატებენ საკვებში, როგორც ცილის შემცველს, ხოლო სამედიცინო პრაქტიკაში მას იყენებენ როგორც სადეჰიდრატაციო საშუალებას.

კარბამიდი გამოიყენება თბოელექტროცენტრალების და ნაგავსაწვავი დანადგარების გამონაბოლქვების გასაწმენდად; აღნიშნული განპირობებულია კარბამიდის უნარით იყოს აღმდგენელი აზოტის ჟანგეულებისათვის. დიზელის ძრავების გამონაბოლქვის **Euro-4** და **Euro-5** ნორმებთან შესაბამისობისათვის გამოიყენება კარბამიდის ხსნარი სავაჭრო დასახელებით - **AdBlue**³.

ზოგადად, **შარდოვანას** პროდუქციებისას წელიწადში 200 მილიონი ტონის რაოდენობით, უტილიზდება 150 მილიონი ტონა **ნახშირორჟანგი** წელიწადში. ამგვარი პროცესი მიმდინარეობს 185 °C ტემპერატურასა და 150 ბარ წნევაზე, რა დროსაც მიიღწევა CO₂ -ის კონვერსია 85–90 % -ით. ამ მეთოდის CO₂ -ის უტილიზაციის პოტენციის შესაფასებლად გასათვალისწინებელია, რომ ერთ ტონა შარდოვანაზე იხარჯება 0,58 ტონა ამიაკი ენერგო- და ნახშირბადტევადი ჰაბერ-ბოშის⁴ პროცესით [8];

³ **AdBlue** is the marketing term for a fluid used in the catalytic convertor fitted to the exhaust systems of some [diesel cars](https://www.whichcar.com.au/car-advice/what-is-adblue-diesel-exhaust-fluid). It is injected into the exhaust gases and burnt at very high temperatures to break down harmful nitrogen oxides. Some diesel engines need AdBlue to help them meet tough Euro 6 [emissions standards](https://www.whichcar.com.au/car-advice/what-is-adblue-diesel-exhaust-fluid) that regulate what level of harmful emissions can come out of a car's exhaust. <https://www.whichcar.com.au/car-advice/what-is-adblue-diesel-exhaust-fluid>

⁴ The **Haber-Bosch process** is a process that fixes nitrogen with hydrogen to produce ammonia - a critical part in the manufacture of plant fertilizers. The process was developed in the early 1900s by **Fritz Haber** and was later modified to become an industrial process to make fertilizers by **Carl Bosch**. The **Haber-Bosch process** is considered by many

აღწერილ გარემოებათა გამო მიმდინარეობს კვლევები შარდოვანას მისაღებად ნახშირბად-ნეიტრალური ტექნოლოგიების კვლევა, სადაც იყენებენ განახლებადი ენერჯის წყაროებს, მაგალითად განხორციელდა აზოტიდან შარდოვანას სინთეზი, ნახშირორჟანგის და წყლის თანაობისას ოთახის ტემპერატურაზე, ტიტანის დიოქსიდზე დაფენილი სპილენძის და პალადიუმის ნანო ნაწილაკებიანი ელექტროკატალიზატორების გამოყენებით [8].

ნახშირორჟანგის სამრეწველო გამოყენების კიდევ ერთი აქტუალური პროცესია **პოლიურეთანების** სინთეზი, რა დროსაც რეაქციის ამოსავალ კომპონენტებად გამოყენებულია **პოლიოლები** და **ბის-იზოციანატები** [9].

CO₂-ის, როგორც ქიმიური რეაგენტის გამოყენების უმნიშვნელოვანესი პროცესია **სალიცილმჟავას წარმოება კოლბე-შმიტის რეაქციით**⁵ ინგლ. - **Kolbe Schmitt Reaction**. ამგვარი წარმოება ყოველწლიურად ამუშავებს 25 000 ტონა CO₂-ს, რაც შესამჩნევად დაბალია CO₂-ის, იმ მოცულობაზე, რაც გამოყენება შარდოვანას ან პოლიურეთანის სინთეზში.

ქიმიური მრეწველობის უმნიშვნელოვანესი ორგანული ნივთიერებაა **მეთანოლი**, გლობალური წარმოების მოცულობით - 150 მილიონი ტონა/წელიწადში. დღეისათვის მეთანოლი იწარმოება კატალიზური ტექნოლოგიებით ბუნებრივი აირიდან და ქვანახშირის გაზიფიკაციის პროდუქტებიდან. აქ უნდა აღინიშნოს, რომ გაეროს მდგრადი განვითარების კონცეფციის რეგულაციების ფარგლებში მუშავდება **მეთანოლის** მიღების ტექნოლოგია CO₂-ის გამოყენებით [5, 10, 11].

მეთანოლის სინთეზისათვის **ნახშირორჟანგიდან** და **წყალბადიდან** გამოიყენება **Cu-Zn-Zr-O-კატალიზატორი** სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის მქონე **Ga, La, Ce, Cr, Si, B, Al** და **In** ფუნქციური დანამატებით [5].

CO₂-ის **მეთანოლად** გარდაქმნის პირველი სამრეწველო რეალიზება დაიწყო ისლანდიურ კორპორაცია **Carbon Recycling International (CRI)**-ში 2012 წლიდან. ამ ქარხნის წარმადობაა 4000 ტონა მეთანოლი/წელიწადში, ამასთან CO₂-ის ჩართულობის მოცულობა ნახსენებ პროცესში არის 6000 ტონა/წელიწადში. ტექნოლოგიისათვის საჭირო წყალბადი იწარმოება წყლის ელექტროლიზით იმ იაფი და ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის გამოყენებით, რომელიც მიიღება ჰიდროთერმალური წყაროებიდან. **Carbon Recycling International** კომპანიის მიერ

scientists and scholars as one of the most important technological advances of the 20th century - <https://www.thoughtco.com/overview-of-the-haber-bosch-process-1434563>

⁵ **Kolbe Schmitt Reaction** is a type of addition reaction named after **Hermann Kolbe** and **Rudolf Schmitt**. When phenol is treated with sodium hydroxide, phenoxide ion is generated. The phenoxide ion generated is more reactive than phenol towards electrophilic aromatic substitution reaction. Hence, it undergoes electrophilic substitution reaction with carbon dioxide, which is a weak electrophile. Ortho-hydroxybenzoic acid (salicylic acid) is formed as the primary product. This reaction is popularly known as **Kolbe's reaction**. <https://byjus.com/jee/kolbe-reaction-mechanism/>

დამუშავებულია პროექტი ინტეგრირებული ქარხნისა განახლებადი მეთანოლის საწარმოებ-
ლად წარმადობით 100 000 ტონა/წელიწადში [12].

გარდა აღნიშნულისა, ნახშირორჟანგის გადამუშავების საინტერესო ტექნოლოგია
წარმოადგინა კომპანიამ **Canadian Carbon Engineering** რომელიც გვთავაზობს ნახშირბად-
ნეიტრალური თხევადი საწვავის წარმოებას ჰაერის **CO₂-ისგან** და **H₂** – რომელსაც ღებულობენ
ელექტროლიზით [13].

ნახშირორჟანგის კატალიზური გადამუშავების პროცესების უმნიშვნელოვანესი დარგია
CO₂-ის ჰიდრირება, რომელი გზითაც მიიღება მეთანი, ნაჯერი ნახშირწყალბადები,
ოქსიგენატები ან სინთეზ-გაზი. დღევანდელი ქიმიური მრეწველობა ნახშირწყალბადებს იღებს
არააგანახლებადი ბუნებრივი რესურსებიდან - მსუბუქი ალკანების **დეჰიდრირების** ან ნავთობ-
ის კრეკინგის გზით. მეორე მხრივ **CO₂-ის** გადამუშავება ჰიდრირების გზით საშუალებას აჩენს
ძვირფასი ნაერთების წარმოების საშუალებას განახლებადი(**CO₂**) ნედლეულიდან, რაც
საშუალებას იძლევა განეიტრალდეს საზოგადოების დამოკიდებულების მაღალი ალბათობა
სასარგებლო წიაღისეულზე.

CO₂-ის მეთანირების რეაქცია

ბოლო დროს ძალზე აქტუალური გახდა **CO₂-ის** ჩართვის და უტილიზაციის მეთოდის
გამოყენება ნივთიერებების სინთეზირების ენერგოეფექტურ მეთოდოლოგიებთან ერთად.
ამგვარი პროცესი მიმდინარეობს 250–400 °C ტემპერატურაზე და მომატებული წნევისას **Ni, Rh**
ან **Ru** კატალიზატორის თანაობისას, რაც განაპირობებს **CO₂-ის 100 %** კონვერსიას [8].

ფირმა Audi-ს მიერ 2013 წელს გაშვებული იქნა ქარხანა **Power-to-Gas (PtG)** გერმანიის
ჩრდილოეთში, **CO₂-ითა და H₂ -ით** სინთეზური ბუნებრივი აირის საწარმოებლად. ქარხანა
დაკომპლექტებულია ელექტროლიზის დანადგარით სიმძლავრით 6 მვტ - წყალბადის საწარ-
მოებლად მეთანირების დანადგარისათვის, თუმცა ჯერჯერობით ნახშირორჟანგის უტილი-
ზების მასშტაბი მცირეა და შეადგენს 2800 ტონა **CO₂** წელიწადში [14].

დიდ პერსპექტივას ავლენს პროცესი სადაც **CO₂** გამოიყენება **C₂-C₄**-ნახშირწყალბადების
სინთეზისათვის ესაა **ფიშერ-ტროფშის სინთეზის** მოდიფიცირებული პროცესი, რომელიც
მოიცავს რეაქციას - **CO**-ს კონვერსიის უკუ რეაქცია წყლის ორთქლით და **CO**-ს შემდგომი
ჰიდრირებით, რაც თავის მხრივ განაპირობებს ნახშირწყალბადების პროდუცირებას [15].

CO-ს **ჰიდრირების** კომბინირება ოლიგომერიზაციის რეაქციასთან აჩენს შესაძ-
ლებლობას **CO₂-ის** უტილიზებისა და ბენზინების ფრაქციის ნახშირწყალბადების პროდუ-
ცირებისა, რომელიც შედგება იზოპარაფინების, არომატული და ნაფტენური ნახშირწყალ-
ბადების(**C₅-C₁₁**) ნარევისაგან [16]. ამგვარი პროცესის უნიკალობა იმაშია, რომ ჰიდრირების
რეაქცია პოლიფუნქციური კატალიზატორის **Na- Fe₃O₄/ცეოლითი** თანაობისას მიმდინარეობს

სამ ეტაპად: I ეტაპი - CO-ს მიღება Fe_3O_4 -ის ცენტრებზე წყლის წანაცვლებითი უკურეაქციით. II ეტაპი - CO-ს ჰიდრირება ოლეფინებამდე Fe_5C_2 ცენტრებზე ფიშერ-ტროფშის სინთეზის რეაქციით. III ეტაპი - C_5 - C_{11} - ნახშირწყალბადების წარმოქმნა ცეოლითის მჟავურ ცენტრებზე ოლეფინების ოლიგომერიზაციის, იზომერიზაციის და არომატიზაციის რეაქციების შედეგად. აქ ნახშირწყალბადთა წარმოქმნის სელექტიურობა შეადგენს 78 %, CO_2 -ის 22 % კონვერსიისას [16].

CO_2 -ის გადამუშავების უმნიშვნელოვანესი მიმართულებაა ჭიანჭველმჟავას სინთეზი $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{HCOOH}$ და დიმეთილეთერის მიღება, რაც თანამედროვე ქიმიური მრეწველობის მაღალტონაჟიანი პროდუქციაა და განიხილება როგორც ნაერთი ქიმიური ენერჯის შესანახად. ნახსენები ნაერთები წარმოადგენენ წყალბადის მოლეკულა-მატარებლებს განახლებადი ენერჯის მარაგის შექმნისა და ტრანსპორტირების ციკლებში [17]. CO_2 -ის პირდაპირი კატალიზური აღდგენისათვის ჭიანჭველმჟავის სინთეზისათვის გამოიყენება, როგორც ჰომოგენური სისტემები (ანუ Rh, Ru და Ir შემცველი მეტალორგანული ნაერთები), ისე Pt, Pd, Au საფუძვლიანი ჰეტეროგენული კატალიზატორები.

დიმეთილეთერის (DME) სინთეზი

CO_2 -ისა და H_2 -ით დიმეთილეთერის (DME) სინთეზი მოიცავს ჰიდრირებისა და დეჰიდრატაციის თანმიმდევრულ რეაქციებს, რაც მოითხოვს ბიფუნქციური კატალიზატორების გამოყენებას, რომელნიც შეიცავენ მეტალის (მაგ. Cu) და მჟავურ ცენტრებს. დადგენილია, რომ Cu-შემცველი აქტიური ნაწილაკების გაბარიტების შემცირება ზრდის აღნიშნული პროცესის ეფექტურობას [17].

კატალიზში გამორჩეული მნიშვნელობისაა მეთანის ნახშირმჟავოვანი კონვერსია რომლის დროსაც ხდება ერთდროული უტილიზება სათუბის ორი აირისა (CO_2 და CH_4) და ამავე დროს შესაძლებელია სინთეზ-გაზის პროდუცირება, რომლის შემდგომი გარდაქმნა სინთეზურ საწვავში ხდება ფიშერ-ტროფშის რეაქციის. ამ რეაქციისას მაღალ ზაქტივობას ავლენენ ნიკელის საფუძვლიანი კატალიზატორები [18], პროცესი მიმდინარეობს 800–900 °C და ატმოსფერულ წნევაზე, სადაც მანიფესტირდება CO_2 -ის კონვერსიის მაღალი ნიშნულები - 80–90 %. აქვე ნახსია კომპოზიტური კატალიზატორების ეფექტურობა, სადაც აქტიური კომპონენტის Ni ნაწილაკები დამაგრებულია ნახშირბადოვანი ნანომილაკების რელიეფის უმაღლეს წერტილებზე [19]. ნახსენებ სარეაქციო ნარევიში წყლის ორთქლის დამატება ზრდის სისტემის მდგრადობას ნახშირბადოვანი დანალექებისადმი, ჩნდება საშუალება პროცესის პარამეტრების ოპტიმიზირებისა, რითაც ხდება წინასწარ გათვლილი კონვერსიის რეაგენტების და მიღებული სინთეზ-გაზის აუცილებელი შედგენილობის უზრუნველყოფა [20].

დასკვნა

ზემოთაღნიშნულის შეჯამების ფარგლებში შეიძლება აღინიშნოს, რომ CO₂-ის კონვერსია მაღალი ღირებულების ქიმიურ ნივთიერებებში, ისეთებში როგორებიცაა: კარბამიდი, მეთანოლი, პოლიურეთანები, ასევე - CO, CH₄, C₂H₄.

CO₂-ის მოლეკულა თერმოდინამიკურად ძალზე სტაბილურია, რის გამოც მისი აქტივაცია მოითხოვს დიდ ენერგიას, რომლის(ე.ი. ამ ენერგიის) წარმოება ხშირად მიმდინარეობს CO₂-ის გამოფრქვევით, რის გამოც ნახშიროქსანგული გამონაბოლქვების შესამცირებლად აქტუალურია CO₂-ის კონვერსიის ახალი ეფექტური კატალიზატორების შექმნა. კატალიზური კონვერსია შესაძლოა მიმდინარეობდეს აირად ფაზაში, თხევადფაზიან ან ელექტროქიმიურ კონტურებში.

CO₂-ის წყალში ხსნადობის დაბალი უნარის გამო CO₂-ის კონვერსია თხევად ფაზაში დაბალმწარმოებლურია, რის გამოც აქტუალურია CO₂-ის კონვერსიის აირადი ფაზის პროცესები სადაც გამოიყენებიან კატალიზატორები მეტალის ოქსიდებით, დაფენილ მეტალებიანი საფუძვლის მქონე კატალიზატორები და კარბიდ ნახშირბადოვანი მასალები.

CO₂-ის ელექტროქიმიური კონვერსია კატალიზური პროცესების თანაობისას ჯერჯერობით დაპროექტების საწყის სტადიაზეა და საჭიროებს პროცესის ოპტიმიზირების რთულ სამუშაოებს, რაც ეჭვგარეშეა, რომ უახლოეს პერიოდში წარმატებით რეალიზდება თუნდაც ელექტროქიმიური აქტივაციის მნიშვნელოვანი მიღწევების გამო, ტექნოლოგიური სრულყოფის უკვე მიმდინარე ეტაპზე.

ლიტერატურა:

1. Academician R. Agladze, (1945, September 19). Possible ways of building a nitrogen fertilizer plant. Newspaper "Communist" N184.
2. Hepburn, C., et al.; (2019). The technological and economic prospects for CO₂ utilization and removal. Nature. 575, pp. 87–97.
3. Climate Change. Available online (2021 March) <https://www.un.org/en/global-issues/climatechange>
4. Design and Performance Optimization of Renewable Energy Systems. 2021, Academic Press.
5. Goepfert, A., (2014). Recycling of carbon dioxide to methanol and derived products – closing the loop. Chem. Soc. Rev. 43 (23): pp. 7995–8048.
6. Forecast for the development of energy in the world and Russia 2019 (2019) / ed. Makarova, A. A., Mitrova, T. A., Kulagina, V. A.; Moscow School of Management SKOLKOVO. Moscow, 210 p.
7. Zinfer Ismagilov. (2021). CATALYTIC METHODS FOR PROCESSING CARBON DIOXIDE FROM COAL-FIRED GENERATION INTO USEFUL PRODUCTS, pp. 54-74. http://www.coal.sbras.ru/wp-content/uploads/2021/06/Pages%2054-74%20%20from%2010ideas_ENG.pdf

8. Chen, C., et al., (2020). Coupling N₂ and CO₂ in H₂O to synthesize urea under ambient conditions. *Nat. Chem.* N 12: pp. 717–724.
9. North, M., Styring, P. (2015). Perspectives and visions on CO₂ capture and utilization. *Faraday Discuss.* N183: pp. 489–502.
10. Ren, S., et al., (2019). Highly active and selective Cu-ZnO based catalyst for methanol and dimethyl ether synthesis via CO₂ hydrogenation. *Fuel.* N239: pp. 1125–1133.
11. Shulenberger, A. M., et al., (2007). Process for Producing Liquid Fuel from Carbon Dioxide and Water, US Pat. Appl., 2007/0244208 A1.
12. The Emissions-to-Liquids Technology. Available online (2021 April) <https://www.carbonrecycling.is/technology-and-services#services-banner-1>
13. AIR TO FUELSTM PLANTS. Available online (2021 March) <https://carbonengineering.com/our-technology>
14. Audi opens power-to-gas facility in Werlte/Emsland; e-gas from water, green electricity and CO₂. Available online (2021 March) <https://www.greencarcongress.com/2013/06/audi-20130625.html>
15. Jarvis, S. M., Samsatli, S. (2018). Technologies and infrastructures underpinning future CO₂ value chains: A comprehensive review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* N85: pp. 46–68.
16. Wei, J., et al., (2017). Directly converting CO₂ into a gasoline fuel. *Nat. Commun.* N8: p. 15174.
17. Yan, N., Philippot, K., (2018). Transformation of CO₂ by using nanoscale metal catalysts: cases studies on the formation of formic acid and dimethylether. *Curr. Opin. Chem. Eng.* N20: pp. 86–92.
18. Nedolivko V.V. et al. (2020). Carbon dioxide conversion of methane (review). *Journal of Applied Chemistry.* N93 (6): pp. 763–787.
19. Donphai, W., et al., Carbon-structure affecting catalytic carbon dioxide reforming of methane reaction over Ni-carbon composites. *Journal of CO₂ Utilization.* N16: pp. 245–256.

For milestone achievements and future technological prospects of the chemical industry of Georgia

Mamuka Matsaberidze Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Chemical and Biological Technologies, professor, 0160, Tbilisi, m. 69 of Kostava
E-mail: m.matsaberidze@gtu.ge

Abstract. The article discusses the most important stage of the development of the chemical industry of Georgia, during which the technological priorities of the production of nitrogen fertilizers in our country were decided. The system topology of catalytic methods of carbon dioxide utilization and processing into useful industrial products is discussed here.

Keywords: nitrogen fertilizers, amines, nitrobenzene, polyamides, nitroglycerin, aniline, nitro lacquers, nitro paints, CO₂ utilization, CO₂ hydrogenation, Fischer-Tropsch synthesis, dimethyl ether (DME) synthesis, carbonic acid conversion of methane, two furnace gases (CO₂ and CH₄) utilization.

EFFECT OF PROTEOLYTIC ENZYMES ON EHRlich CARCINOMA GROWTH

Tamriko Khobelia Faculty of Chemical Technology and Metallurgy; Educational Center “Biomed”, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
Edisher Kvesitadze Faculty of Chemical Technology and Metallurgy; professor, Educational Center “Biomed”, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
Kristine Museliani Faculty of Chemical Technology and Metallurgy; Educational Center “Biomed”, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

Reviewer:

M. Maisuradze, Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, TU,

E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

M. Mshvildadze, Deputy Dean of the Faculty of Chemical Technology and Metallurgy; Academic Doctor of Chemical Sciences, Professor;

E-mail: m_mshvildadze@gtu.ge

Abstract. Proteolytic enzymes, or proteases, are essential components of living systems that carry out vital biological processes. They play a crucial role in regulating various cellular processes, such as gene expression, cell death, proliferation, signaling cascade regulation, and blood clotting. However, proteases are also involved in tumor growth and progression during primary and metastatic development. Interestingly, certain types of extracellular and intracellular proteases have the opposite effect and are involved in tumor suppression. These enzymes have been identified in microscopic fungi, and our research focuses on their potential use in cancer treatment.

To investigate the potential of proteases found in microscopic fungi as a cancer treatment, we carried out experiments using intracellular lysates of the fungi that contain these enzymes. We extracted and tested samples from two strains, NL 51 and M II-12, in an in vivo model of Ehrlich carcinoma. Our goal was to monitor the effectiveness of these extracts on cancer growth by assessing the life span of mice treated with them. We detected different results, under the influence of the study sample with NL 51 it was observed that the lifespan of the mice decreased by 9.38% ($p < 0.01$) compared to the control. On the other hand, mice treated with the M II-12 sample showed the opposite response, with an increase in lifespan by 31.25% ($p < 0.01$) compared to the control group, which indicates a protective effect against

cancer growth. This suggests that the proteases found in microscopic fungi have potential in cancer treatment, and future research in this area is necessary.

Our research on the potential use of proteases found in microscopic fungi as a cancer treatment has yielded promising results. While the NL 51 sample had a negative effect on mouse life span, the M II-12 sample showed a significant protective effect against cancer growth. These findings highlight the potential of proteases from microscopic fungi as an approach to cancer treatment. Further research in this area could lead to the development of new drugs or therapies that harness the anti-cancer properties of these enzymes.

Keywords: proteolytic enzymes, microscopic fungi, intracellular lysates, Ehrlich carcinoma, lifespan.

Introduction

Proteases are a group of enzymes that play a vital role in the functioning of living organisms. These enzymes are involved in a wide range of biological processes, including protein turnover, digestion, blood coagulation, and the regulation of cell signaling pathways. Proteases are classified into several families based on their structure and function, and they are found in various subcellular compartments, including the cytosol, mitochondria, and lysosomes [1].

Despite their important role in normal physiology, proteases have also been implicated in the pathogenesis of several diseases, including cancer. In fact, aberrant protease activity has been shown to contribute to the development and progression of various types of cancer. Proteases are involved in various stages of cancer progression, including tumor growth, invasion, and metastasis [2].

One way in which proteases contribute to cancer progression is by degrading the extracellular matrix (ECM), a complex network of proteins that provides structural support to tissues. ECM degradation allows cancer cells to break through the tissue barriers and invade surrounding tissues, leading to the spread of cancer to other parts of the body. Matrix metalloproteinases (MMPs) are a family of proteases that are particularly important in ECM degradation and are frequently upregulated in cancer [3].

Additionally, proteases are involved in the processing and activation of growth factors and cytokines, which play a critical role in cancer cell proliferation and survival [4].

Despite their role in cancer progression, some proteases have been shown to have a potential role in cancer treatment. In particular, proteases that have tumor-suppressive functions have been identified and studied for their potential as anti-cancer agents. For example, kallikreins are a family of pro-

teases that are often downregulated in cancer and have been shown to have anti-tumor effects. Additionally, several proteases have been identified in microscopic fungi that have the potential in cancer treatment [5].

Certainly, in addition to kallikreins, other proteases have also been identified as having potential in cancer treatment. Serine proteases have been found to have anti-tumor effects by inducing tumor cell apoptosis and inhibiting angiogenesis [6]. Additionally, proteases such as urokinase plasminogen activator (UPA) and its inhibitor (PAI-1) have been shown to play a role in cancer cell migration and invasion, making them attractive targets for cancer therapy [7].

In recent years, there has been growing interest in the potential of proteases from microscopic fungi as anti-cancer agents. These proteases are produced by various species of fungi, including *Aspergillus*, *Trichoderma*, and *Penicillium*, and have been shown to have anti-tumor effects in preclinical studies [8-10].

The anti-cancer activity of proteases is thought to be due to their ability to induce apoptosis, and modulate the immune response. Proteases from *Aspergillus fumigatus* have been shown to induce apoptosis in lung cancer cells [11]. Proteases from *Penicillium* have also been shown to modulate the immune response against cancer [12].

Main part

In conclusion, proteases are a diverse group of enzymes that play a critical role in both normal physiology and disease pathogenesis. While aberrant protease activity has been implicated in cancer progression, some proteases have been shown to have potential as anti-cancer agents. In particular, proteases with tumor-suppressive functions and proteases from microscopic fungi have emerged as promising targets for cancer therapy. Future research in this area is necessary to fully understand the mechanisms underlying the anti-cancer effects of these proteases and to develop effective therapies based on their activity.

Our research focused on investigating the potential use of proteases derived from microscopic fungi in cancer treatment. To achieve this, we tested proteolytic enzyme contents samples M II-12 and NL-51, on which proteolytic activity was determined with colorimetry assay [13]. We observed the effect of these samples on the lifespan and the volume of cancer in an *in vivo* model of Ehrlich carcinoma.

Materials and methods

Agarose and analytical grade Chemical reagents- Na_2HPO_4 , KH_2PO_4 , NaCl , KCl , were purchased from Alfa Chemical (India). Skimmed milk powder was purchased from LTD Biologica. Commercial protease „ Chymoral ” was purchased from the local pharmacy. Microscopic fungi’s intracellular lysates M II-12 and NL-51, obtained through solid-phase fermentation were purchased from the Scientific and Educational Center “Biomed”, Technical University of Georgia. The Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology, and Radiobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine provided the Ehrlich ascites carcinoma (EAC) cells for the experiment's use.

In vivo modeling of a malignant tumor

To determine the effect of M II-12 and NL-51 samples (which contained proteolytic enzymes) on tumor growth, in vivo models of Ehrlich carcinoma were created. for disease modeling albino male mice with a weight range of 20-25 g, were subcutaneously inoculated with 2×10^6 cells of Ehrlich ascetic carcinoma [14]. Cells for injection were stained with trypan blue and counted using a hemocytometer [15]. During the experiment period, the animals were kept under constant environmental conditions with a light-dark cycle of 12/12 at a temperature of 23 ± 2 °C, and fed with standard granulated feed.

Effect of M II-12 and NL-51 samples on lifespan in an in vivo model of Ehrlich carcinoma

Within the research framework, we initially observed the effect of the samples on the lifespan of mice with cancer. For the experiment, 8-8 mice were selected, the control groups were injected with 100 μl of physiological solution, and the experimental groups were injected with 100 μl of the test solutions-M II-12 and NL-51 (protein concentration 2 mg/ml). The observation was carried out for 84 days.

Assessment of tumor tissue volume in an in vivo model of Ehrlich carcinoma

In parallel with the observation of life expectancy after injection with the samples (M II-12 and NL-51), changes in tumor tissue volume were observed.

The tumor tissue volume was measured with a caliper. The average size was calculated by the formula $V = a \times b \times 2 \times \pi/6$, where a is the length, b is the width and V is the volume in mm^3 [16].

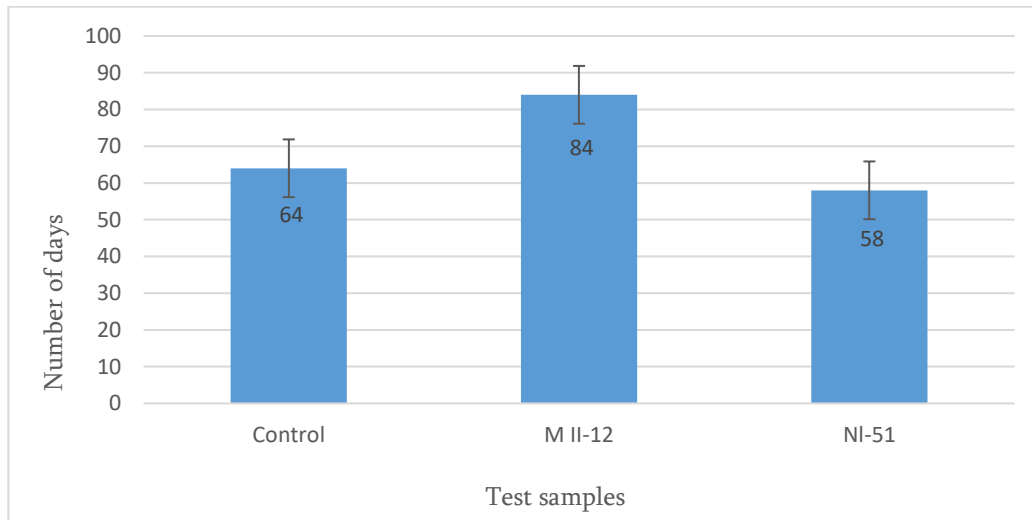


Fig.1 The life expectancy of a carcinoma-bearing mouse as a result of the effects of study samples: M II-12, NL-51. A physiological solution was used as a control sample.

Results and discussion:

Observation on life expectancy Following the injection of test solutions (M II-12, NL-51) into an in vivo model of Ehrlich carcinoma, the lifespan of the mice was observed and recorded. The results showed distinct differences between the groups (see fig. 1). Mice injected with the M II-12 sample exhibited increased viability compared to the control group. On average, the control group lived for 64 days, while the lifespan of the M II-12 group was extended by 20 days. In contrast, the NL-51 sample had the opposite effect, with mice dying earlier than the control group. The lifespan of the NL-51 group were 58 days. As percentage results, M II-12 sample increased lifespan by 31.25% ($p < 0.01$), NL 51 decreased lifespan by 9.38%. These findings suggest that the M II-12 sample may have a positive effect on the survival of mice with Ehrlich carcinoma, while the NL-51 sample may have a negative effect.

Monitoring of the changes in solid tissue size over time

On the 7-10th day following the modeling of Ehrlich carcinoma, the research samples (M II-12, NL-51) were injected intraperitoneally, and the progression of solid tissue growth was monitored (see Fig. 2). The tumor tissue volume of the control group in I week was 1.31 cm. under the influence of the M II-12 sample 0.99 cm. As can be seen from the results, under the influence of the mentioned sample, compared to the control, there is a decrease in the growth of tumor tissue. The same effect was observed

in the 2 and 3rd weeks. As for the NL 51 sample, the opposite response was observed as a result of its exposure, the volume of the tumor tissue increased compared to the control. During all three weeks, there was a trend of tumor tissue growth.

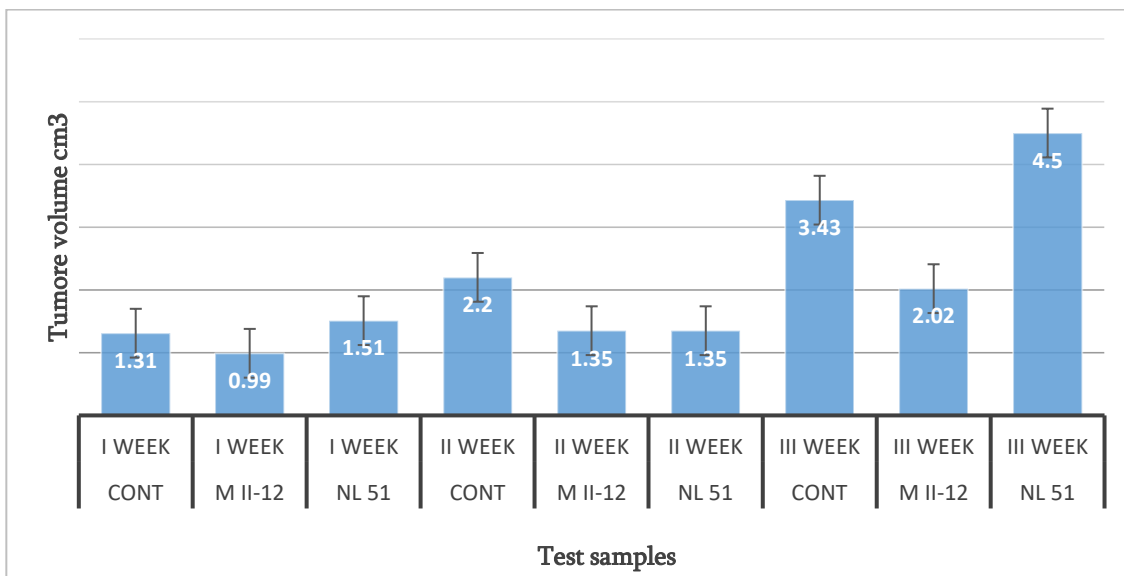


Fig.2 Observation of tumor tissue volume as a result of exposure to research samples M II-12, NL-51

In this study, the effects of two different samples (M II-12 and NL-51) on the growth of Ehrlich carcinoma were examined. The M II-12 sample was found to decrease the growth of tumor tissue, as evidenced by a reduction in tumor volume compared to the control group in all three weeks of observation. In contrast, exposure of the NL-51 sample increased tumor volume compared to the control group. These results suggest that M II-12 may have potential as a treatment for Ehrlich carcinoma, while NL-51 may not be effective and may even promote tumor growth. However, further research is needed to confirm these findings and to evaluate the safety and efficacy of M II-12 as a potential treatment.

Conclusion:

In conclusion, the results of our study suggest that proteases derived from microscopic fungi have the potential to be used as anti-cancer agents. Specifically, our findings indicate that the M II-12 sample may have a positive effect on the lifespan and volume of Ehrlich carcinoma in an in vivo model. While the NL-51 sample did not show any positive effects and even resulted in a decreased lifespan.

Further studies are needed to fully understand the mechanisms underlying the anti-cancer effects of these proteases and to explore their potential use in cancer therapy.

References:

1. Barrett, A. J., Woessner, J. F., & Rawlings, N. D. (Eds.). (2012). *Handbook of Proteolytic Enzymes, Volume 1 (Vol. 1)*. Elsevier.
2. Yang, Y., Hong, H., Zhang, Y., & Cai, W. (2009). Molecular imaging of proteases in cancer. *Cancer growth and metastasis*, 2, CGM-S2814.
3. Zucker, S., Cao, J., & Chen, W. T. (2000). Critical appraisal of the use of matrix metalloproteinase inhibitors in cancer treatment. *Oncogene*, 19(56), 6642-6650.
4. Overall, C. M., & Kleifeld, O. (2006). Validating matrix metalloproteinases as drug targets and anti-targets for cancer therapy. *Nature Reviews Cancer*, 6(3), 227-239.
5. Yousef, G. M., Scorilas, A., Chang, A., Rendl, L., Diamandis, M., Jung, K., & Diamandis, E. P. (2002). Down-regulation of the human kallikrein gene 5 (KLK5) in prostate cancer tissues. *The Prostate*, 51(2), 126-132.
6. Bertini, I., Cacciatore, S., Jensen, B. V., Schou, J. V., Johansen, J. S., Kruhøffer, M., ... & Turano, P. (2012). Metabolomic NMR fingerprinting to identify and predict survival of patients with metastatic colorectal cancer. *Cancer Research*, 72(1), 356-364.
7. Duffy, M. J., & Duggan, C. (2004). The urokinase plasminogen activator system: a rich source of tumor markers for the individualized management of patients with cancer. *Clinical biochemistry*, 37(7), 541-548.
8. Rao, M. B., Tanksale, A. M., Ghatge, M. S., & Deshpande, V. V. (1998). Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiology and molecular biology reviews*, 62(3), 597-635.
9. Naeem, M., Manzoor, S., Abid, M. U. H., Tareen, M. B. K., Asad, M., Mushtaq, S., & Hazafa, A. (2022). Fungal proteases as emerging biocatalysts to meet the current challenges and recent developments in biomedical therapies: an updated review. *Journal of Fungi*, 8(2), 109.
10. Mikawlawng, K. (2016). *Aspergillus in biomedical research*. In *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering* (pp. 229-242). Elsevier.
11. Kushima, H., Tsunoda, T., Matsumoto, T., Kinoshita, Y., Izumikawa, K., Shirasawa, S., & Ishii, H. (2021). Effects of *Aspergillus fumigatus* Conidia on Apoptosis and Proliferation in an In Vitro Model of the Lung Microenvironment. *Microorganisms*, 9(7), 1435
12. Satala, D., Bras, G., Kozik, A., Rapala-Kozik, M., & Karkowska-Kuleta, J. (2023). More than Just Protein Degradation: The Regulatory Roles and Moonlighting Functions of Extracellular Proteases Produced by Fungi Pathogenic for Humans. *Journal of Fungi*, 9(1), 121.
13. Khobelia, T., Museliani, K., Ninua, T., & Kvesitadze, E. (2022). Colorimetric Assay to Determine Total Proteolytic Activity. *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci*, 16(2).
14. Zitvogel, L., Pitt, J. M., Daillyère, R., Smyth, M. J., & Kroemer, G. (2016). Mouse models in onco-immunology. *Nature Reviews Cancer*, 16(12), 759-773.
15. Strober, W. (1997). Trypan blue exclusion test of cell viability. *Current protocols in immunology*, 21(1), A-3B.
16. Su, M., Qian, C., Hu, Y., Lu, W., Huang, R., Chen, M., & Chen, J. (2017). Inhibitory effect of the low-toxic exogenous aryl hydrocarbon receptor modulator 3'3-diindolylmethane on gastric cancer in mice. *Oncology Letters*, 14(6), 8100-8105.

**ფსევდოპროტეინული საკვები საფარით აგროპროდუქტების
შენახვისუნარიანობის შესწავლა ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის გზით**

- თამარ ჯიბლაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიის დეპარტამენტი. თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №77. libladze.tamar@gtu.ge
- რამაზ ქაცარავა** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი. თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №77. Kats.ram@yahoo.com
- თამარ ფალავანდიშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი. თბილისი, მ. კოსტავას გამზირი №77. tamarpalavandishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

ზ. ჩანქელიანი, მცხეთის სარაიონათშორისო საწარმოო გაერთიანების "სოფლნაყოფიერების" თავმჯდომარე, სასოფლო-სამეურნეო რესურსების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორი

E-mail: zauri49@yahoo.com

გ. დანელია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას ქ. 69, 0175

E-mail: giadanelia55@gmail.com

ანოტაცია. ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის გზით შესწავლილ იქნა ფსევდოპროტეინული ბიოდეგრადირებადი საკვები საფარით დაფარული ვაშლისა და სტაფილოს ნიმუშების ქიმიზმი, შენახვისუნარიანობა და შენახვის ოპტიმალური პირობები. დადგინდა, რომ შესაძლებელია შენახვის ხანგრძლივობის გაზრდის მიზნით გამოვიყენოთ ფსევდოპროტეინული საკვები საფარი. ამასთან, კონცენტრაციისა და ტემპერატურის ვარირება საშუალებას გვაძლევს ვმართოთ შენახვისუნარიანობა და გავზარდოთ შენახვის ვადები..

საკვანძო სიტყვები: ბიოდეგრადირებადი საკვები საფარი, პოლიესტერმარდოვანა, ფსევდოპროტეინული აფსკი, ჩაყურსვის მეთოდი.

შესავალი

ახალი ხილი და ბოსტნეული - ორგანიზმისათვის კვებითი რაციონის შემადგენელი მნიშვნელოვანი ნაწილი - ხასიათდება სამკურნალო თვისებებით, რასაც მათში შემავალი ადვილად შესათვისებელი ნახშირწყლები (შაქრები), ორგანული მჟავები, ვიტამინები, მინერალური მარილები და ამინოჟავები განაპირობებენ [1]. როგორც წვნიანი პროდუქტები, ისინი შეიცავს წვენი-წყლის დიდ რაოდენობას და ამიტომ მალფუჭებადი პროდუქტებია. შესაბამისად, მოხმარების პერიოდი შეზღუდულია და ორი ფაქტორით არის განპირობებული: 1. კრეფის დრო და 2. შენახვისუნარიანობა (გენეტიკური თვისება). სწორი და ხარისხიანი შენახვის ტექნოლოგია განსაზღვრავს სარეალიზაციო სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების პროდუქტების მაღალ ხარისხს. აგროპროდუქტების შესანახად ყველაზე ხელსაყრელი შენახვის მეთოდის ასარჩევად მნიშვნელოვანი და გასათვალისწინებელი ფაქტორებია ტემპერატურა, გარემოს ტენიანობა და სხვა. შენახვის ტემპერატურა ან მისი ცვალებადობა განაპირობებს ხილისა და ბოსტნეულის შენახვისუნარიანობას, ბიოქიმიურ შედგენილობას, ასევე წონის კლებას და პროქუქტის დანაკარგებს. ისეთ ქვეყანაში, როგორც ჩვენი სამშობლო საქართველოა, სადაც სასოფლო-სამეურნეო წარმოება ძირითადად სეზონურია, მოსავლის შენახვის საკითხები მაქსიმალურად მაღალ დონეზე უნდა გადაწყდეს, რათა რაც შეიძლება ხანგრძლივად იქნეს შენახული აგროპროდუქტები. ეს პროცესი სულ უფრო აქტუალური ხდება, რადგან ხილი და ბოსტნეული მალფუჭებადია და დანაკარგი დიდია.

ნაყოფი მოკრეფის შემდგომ აგრძელებს დამოუკიდებლად არსებობას, რასაც განაპირობებს სუნთქვის ინტენსივობა. სუნთქვით ნაყოფის სიცოცხლის გასაგრძელებლად საჭირო ენერგია მიიღება. კლიმაქტერიქსი ეწოდება პერიოდს, როდესაც ადგილი აქვს სუნთქვის პროცესის გააქტიურებას, რაც ნაყოფის დამწიფების მაჩვენებელია. ამ პერიოდის გავლის შემდეგ იღბს ნაყოფი სამომხმარებლო თვისებებს, ხოლო პიკის მიღწევის შემდეგ იწყება დაბერების პროცესი. ამრიგად, ნაყოფის შენახვისუნარიანობა პირდაპირ დამოკიდებულია კლიმაქტერიქსისა და მის შემდგომ პერიოდზე, რაც ჯიშებისა და სახეობების მიხედვით განსხვავებულია.

მოკრეფის შემდგომ ნაყოფში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების შედეგად მცირდება ტიტრული მჟავიანობა, შაქრების, ვიტამინების, ფენოლური ნაერთების მაჩვენებლები. მიმდინარეობს სახამებლის და პროტოპექტინის ჰიდროლიზი, დამწიფებისათვის დამახასიათებელი ცილებისა და არომატწარმოქმნელი ნივთიერებების სინთეზი. ნაყოფი შენახვის მთელი პერიოდის მანძილზე რჩება ცოცხალ ორგანიზმად და მისი შენახვის გახანგრძლივების აუცილებელ ფაქტორს წარმოადგენს დაბალი ტემპერატურა.

ძირითადი ნაწილი

საქართველოს ეკონომიკის განვითარებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს სასოფლო მეურნეობას. საქართველოს ნიადაგურ-კლიმატური პირობები მრავალი სახეობის ხილისა და ბოსტნეულის წარმოების საშუალებას იძლევა, მიუხედავად ამისა ქართველი ფერმერების უმრავლესობის პროდუქტიულობა საკმაოდ დაბალია. სხვა ფაქტორებთან ერთად ამაში მნიშვნელოვან როლს შენახვის პირობებიც თამაშობს.

შენახვის ძველი მეთოდები - შრობა, გაყინვა, ვაკუუმირება, ქაფით ან ცვილით დაფარვა, დაკონსერვება) მოიცავს რიგ უარყოფით მომენტებს, რის გამოც ისინი ჩაანაცვლა ინოვაციურმა მიდგომებმა, კერძოდ კი პროდუქტების თხელი პოლიმერული აფსკით დაფარვამ, რომელიც ხელს უშლის ბაქტერიებით და სხვა მიკროორგანიზმებით პროდუქტების ზედაპირის კოლონიზაციას, ასევე ვიტამინ-C-ს და სხვა სასარგებლო კონპონენტების შემცველობის დაქვეითებას, აკონტროლებს წყლის და აირების დიფუზიას.

ამ იდეის რეალიზაცია დაიწყო, ჯერ კიდევ, 80-ან წლებში, სხვადასხვა მასალის, მათ შორის სინთეზური პოლიმერების გამოყენებით. ამერიკულ პატენტში [3] ამ მიზნისათვის გამოიყენეს სინთეზური პოლიმერები - მეთაკრილის მჟავას ესტერების ლატექსები, რომლებსაც ამატებდნენ 45%-მდე წყალში ხსნად ბუნებრივ (კაზეინს ან ჟელატინს) ან სინთეზურ (პოლივინილის სპირტს, პოლივინილპიროლიდონს ანს ოქსიეთილირებულ სახამებელს) პოლიმერს. მაგრამ აკრილის ლატექსები, ისევე როგორც შემდგომში გამოყენებული სხვა კარბოჯაჭვური პოლიმერები [4,5] არ ექვემდებარებიან ბიოდაშლას და მოხმარების წინ აუცილებელია პროდუქტის ზედაპირიდან მათი მოშორება, რის სრულფასოვნად განხორციელება პრაქტუკულად შეუძლებელია, ხოლო საფარის დარჩენილი ნაწილი წარმოადგენს საფრთხეს ჯანმრთელობისთვის. ამიტომ უკანასკნელ პერიოდში უპირატესობა ენიჭება საკვებად ვარგის საფარს [6]. საკვებ საფარებად გამოიყენება პოლისაქარიდები, ალგინატები, ცილები, ბუნებრივი ფისები, მაგალითად, ალოე ვერას გელი და სხვ. ასეთი საფარების საკვებთან ერთად მიღების უნარი გარანტირებული უნდა იყოს მათი უსაფრთხოებით, ისინი უნდა ინარჩუნებდნენ პროდუქტის ორგანოლეპტიკურ თვისებებს (მისთვის დამახასიათებელ გემოს, ტექსტურას და გარეგნულ სახეს), სხვაგვარად, შეუმჩნეველი უნდა იყვნენ მომხმარებლისთვის (მათი სისქე არ უნდა აღემატებოდეს 100-200 ნმ-ს). ასევე აღსანიშნავია, რომ თხელი და შეუმჩნეველი პოლიმერული საფარი აფსკები პერსპექტულია სხვა ორგანული პროდუქტების, მაგალითად, ყვავილების პრეზერვაციისთვისაც [7].

უკანასკნელ წლებში უპირატესია საკვები საფარი, რომელიც უწყობს რა ხელს მოსავლის აღების შემდგომ ხილისა და ბოსტნეულის ხარისხის შენარჩუნებას, მიზნად ისახავს არასაკვები (არაბიოდეგრადირებადი) შესაფუთი მასალების ჩანაცვლებასა და ამ სფეროდან განდევნას.

წინამდებარე კვლევის ფარგლებში ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის ოპტიმალური პირობების დასადგენად ვიყენებთ საქართველოში შექმნილ ინოვაციურ მასალას - ფსევდოპროტეინს (ავტორთა ჯგუფი რ.ქაცარავა, დ.ტულუში, ვ.ბერიძე) ე.წ. ფსევდოპროტეინს (ბიომიმეტიკს), α -ამინომჟავების საფუძველზე მიღებულ სინთეზურ პოლიმერს (პოლიესტერ-შარდოვანა), რომლის შექმნა და პრაქტიკაში დანერგვა აღინიშნა საქართველოს ეროვნული პრემიით 2021 წელს.

ფსევდოპროტეინები დაინერგა ძირითადად მედიცინაში წამლების მატარებლების და ქირურგიული იმპლანტების სახით, შესაბამისად ნაჩვენებია მათი მაღალი ბიოთავსებადობა და რიგი უპირატესობებისა ბუნებრივ პოლიმერებთან - პროტეინებთან (ცილებთან) შედარებით. მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა მკვეთრად გავაფართოვოთ ფსევდოპროტეინების გამოყენების არეალი, დავნერგოთ იგი სხვა დარგებშიც, კერძოდ საქართველოსათვის ტრადიციულ კვების მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში. მოცემულ ეტაპზე ჩვენი მიზანია გამოვიყენოთ ფსევდოპროტეინები ორგანული პროდუქტების (ხილი, ბოსტნეული, ჩურჩხელა) პრეზერვაციისათვის.

აგროსაფარის ზემოთ აღნიშნული თვისებების გათვალისწინებით ჩატარებული კვლევების მიზანია ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის ოპტიმალური პირობების დადგენა ექსპერიმენტების მათემატიკური დაგეგმვის გზით.

კვლევის ობიექტებად შერჩეულია ვაშლის ჯიში „ბანანი“ და სტაფილოს ჯიში „ნანტი“.

ცხრილი 1.

ჩატარებული ცდების ძირითადი მახასიათებლები

ფაქტორები	X ₁ , t °C	X ₂ , C გ/ლ	X ₃ , დრო, კვირა
ძირითადი დონე	4,5	5	9
ვარიანტების ინტერვალი	4,5	3	5
ზედა დონე	9	8	14
ქვედა დონე	0	2	4

ექსპერიმენტების მათემატიკური მეთოდით დაგეგმვის მიზნით შერჩეულია საოპტიმიზაციო პარამეტრები (ვაშლისათვის - (Y1) - ხსნადი მშრალი ნივთიერება, (Y2) სატიტრავი მჟავიანობა, (Y3) უჯრედისი, (Y4) პექტინოვანი ნივთიერებები, %; სტაფილოსათვის - (Y1) - ხსნადი მშრალი ნივთიერება, (Y2) სატიტრავი მჟავიანობა, (Y3) უჯრედისი, %) და მასზე მოქმედი ფაქტორები (X1 - ტემპერატურა C, X2 - აგროსაფარის კონცენტრაცია %, X3 - შენახვის დრო, კვირა).

ცხრილი 2.

ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა ვაშლისთვის

ცდის №	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	S ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	14,6	0,39	1,1	1,13	
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	13,4	0,35	1,19	0,88	
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	15,2	0,43	1,04	1,17	
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	14,6	0,43	1,05	1,16	
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	12,8	0,29	1,6	1,086	
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	11,1	0,19	1,78	0,41	
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	13,4	0,42	1,47	1,046	
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	12,7	0,418	1,6	1,075	

ჩატარებული ცდების გეგმის ძირითადი მახასიათებლები მოცემულია 1-ლ ცხრილში, ხოლო ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა მე-2 და მე-3 ცხრილში.

ცხრილში წარმოდგენილი ძირითადი დონის პარამეტრები აღებულია წინასწარი სასინჯი ცდებით.

ცხრილი 3.

ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა სტაფილოსთვის

ცდის №	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	S ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	14,6	0,39	1,1	1,13	
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	13,4	0,35	1,19	0,88	
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	15,2	0,43	1,04	1,17	
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	14,6	0,43	1,05	1,16	
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	12,8	0,29	1,6	1,086	
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	11,1	0,19	1,78	0,41	
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	13,4	0,42	1,47	1,046	
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	12,7	0,418	1,6	1,075	

დასკვნა:

ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ პოლიმერული საფარით შესაძლებელია პროდუქტების კვებითი ღირსების ეფექტური შენარჩუნება ხანგრძლივი შენახვის პირობებში.

სამ თვიანი შენახვის შემდეგ აგროსაფარით დაფარული და დაუფარავი ნიმუშების ვიზუალური შეფასებით კარგად ჩანს, რომ ფსევდოპროტეინული საკვები საფარი უნარჩუნებს სიმწიფეს, ბუნებრივ ფერს და გარეგნულ სახეს.

აგროპროდუქტების პარამეტრებზე მოქმედი ფაქტორების - საფარის კონცენტრაცია და ტემპერატურა - ვარიანტით შეგვიძლია ვმართოთ მათი შენახვისუნარიანობა.

ლიტერატურა:

1. G. Danelia, T. Falavandishvili. Laboratory practice in ecochemistry. "Technical University" publishing house. Tbilisi 2013წ. pp 31-144.
2. E.M.Yahia,; García-Solís, P.; Celis, M.E. Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. In Post-Harvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables; Woodhead Publishing: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 19–45.
3. G.Salihoglu,; Salihoglu, N.K.; Ucaroglu, S.; Banar, M. Food loss and waste management in Turkey. *Bioresour. Technol.* 2018, 248, 88–99.
4. D. P. Singh, G. Packirisamy, Biopolymer based edible coating for enhancing the shelf life of horticulture products, *Food Chemistry: Molecular Sciences*, V. 4, 2022, 100085.
5. W. Polovina, Polymerc film coating method for protecting plants, vegetables and fruit from drought. US patent # 4783342 (1988).
6. W. X. L. Felicia, K. Rovina, M. N. Nur'Aqilah, J. M. Vonnice, K. H. Erna, M. Misson, N. F. A. Halid, Recent Advancements of Polysaccharides to Enhance Quality and Delay Ripening of Fresh Produce: A Review. *Polymers* 2022, 14, 1341. <https://doi.org/10.3390/polym14071341>
7. M.M. H. Senna, K. M. Al-Shamrani, A. S. Al-Arifi. Edible Coating for Shelf-Life Extension of Fresh Banana Fruit Based on Gamma Irradiated Plasticized Poly(vinyl alcohol)/Carboxymethyl Cellulose/Tannin Composites. *Materials Sciences and Applications*, 5(6), 2014, 395-415. DOI:10.4236/msa.2014.56045
8. H.E.Tahir,; Xiaobo, Z.; Mahunu, G.K.; Arslan, M.; Abdalhai, M.; Zhihua, L. Recent developments in gum edible coating applications for fruits and vegetables preservation: A review. *Carbohydr. Polym.* 2019, 224, 115141.

Study of storage capacity of agricultural products with pseudoprotein food coating through mathematical planning of the experiment

Tamar Jibladze

Georgian Technical University. Department of Chemistry. Tbilisi, m.
77 Kostava Ave
E-mail: Jibladze.tamar@gtu.ge

Ramaz Katsarava Georgian Technical University. Department of Chemistry. Tbilisi, m.
77 Kostava Ave
E-mail: Kats.ram@yahoo.com

Tamar Palavandishvili Georgian Technical University. Department of Chemistry. Tbilisi, m.
77 Kostava Ave
E-mail: tampalavandishvili@gtu.ge

Abstract. Through the mathematical planning of the experiment, the chemistry, reservation period and optimal reservation conditions of apple and carrot samples covered with pseudoprotein biodegradable food coating film were investigated. It has been found that it is possible to use a pseudoprotein food coating to increase shelf life. However, varying the concentration and temperature allows us to control and extend shelf life.

Keywords: biodegradable food coating, polyesterurea, pseudoprotein coating, penetration method.

ფარმაცია

ბაკურიანის მინერალური წყაროს წყლის ბაზაზე თანამედროვე თხევადი კოსმეტიკური საშუალებების შემუშავება სპრეი ფორმატში

ვენერა ჯიქიძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, დოქტორანტი, კოსტავას ქ. 69, 0175, თბილისი, საქართველო
E-mail: venera.jikidze@yahoo.com

თამარ ცინცაძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, პროფესორი, კოსტავას ქ. 69, 0175, თბილისი, საქართველო,
E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge

პავლე იავიჩი თსუ იოველ ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი
E-mail: p.iavichi@tsmu.edu

ქეთევან მესხი თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ინფექციური სნეულებების რეზიდენტი
E-mail: Kettimesxi@gmail.com

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

მ. გაბელაია, ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, E-mail: ritagabelaia@yahoo.com

ანოტაცია. თანამედროვე კოსმეტიკურ ბაზარზე, კოსმეტიკური საშუალებების კონკურენტუნარიანობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი გამოწვევაა პროდუქციის შემადგენლობის, გამოსაყენებელი კომპონენტების თავისებურებების და ახალი გადაწყვეტილებების ძიება. უმეტესწილად აქტუალურია მცენარეული და ბუნებრივი წარმოშობის ნედლეულის თვისებებიდან გამომდინარე, ოპტიმალური რეცეპტურების შემუშავებისა და პროდუქციის ხარისხის შეფასებისადმი მეცნიერული და დასაბუთებული მიდგომის საკითხი. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებათა კომპლექსების მოქმედების ხარჯზე მცენარეების თვისებები წინასწარ განსაზღვრავენ მათ ფასეულობას კოსმეტოლოგიაში. კოსმეტიკური მისთი - უნიკალური თავის მოვლის საშუალებაა სპრეი ფორმატში. მულტიფუნქციური თვისებებიდან გამომდინარე იგი სახის, სხეულის და თმის ერთდროულად მოვლის საშუალებასაც წარმოადგენს. კოსმეტიკური მისთი შეიცავს ძვირფასი ეთერზეთებისა და ზეთების წყალში ხსნად ფრაქციებს, მცენარეულ ჰიდროლატებს, სამკურნალო თუ პარფიუმერული დანიშნულების მცენარეულ ექსტრაქტებს, მინერალებს, პეპტიდებს, პროტეინებს და სხვა მნიშვნელოვან კომპონენტებს „ბაკურიანის“ მინერალური წყალი, როგორც საბაზისო კომპონენტი - ეფექტური საშუალებაა კანის ბუნებრივი დატენიანებისა და მისი ყოველდღიურად მოვლისთვის. პირველად შემუშავდა კოსმეცეპტივის ძირითადი პრინციპების გათვალისწინებით, საქართველოში მოპოვებადი მინერალური წყლის (ბაკურიანის წყაროს წყალი) ბაზაზე, ყოველდღიურად გამოსაყენებელი დამატენიანებელი, აღმდგენი, გამაგრილებელი, დამამშვიდებელი, მატონიზირებელი, დამცავი ფუნქციის თანამედროვე თხევადი კოსმეტიკური საშუალებების ფორმები სპრეი ფორმატში, რომლებიც ითვალისწინებს საქართველოს ფლორის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებისა და ზეთების გამოყენებას, რაც ეფუძნება ანალიზურ, ტექნოლოგიურ, ბიოფარმაცევტულ კვლევებს. შემუშავდა ზემოთაღნიშნული კოსმეტიკური საშუალებების სტანდარტიზაციის მეთოდები.

საკვანძო სიტყვები: აღმდგენი სპრეი-მისტი, ბუნებრივი მინერალური წყალი, ბაკურიანის წყაროს წყალი, მზისგან დამცავი სახის მისტი, ზეთები და ეთერზეთები, თერმული წყაროს წყლის მისტი, კოსმეტიკური მისტი, მცენარეული ექსტრაქტები, პეპტიდები, ჰიდროლატები.

შესავალი

ახალი კოსმეტიკური საშუალებების შემუშავება და მუდმივი ძიება, რთული შემოქმედებითი პროცესია, ამასთანავე თანამედროვე მრავალფეროვანი კოსმეტიკური საშუალებების წარმოების ინდუსტრიული ზრდის მაჩვენებელი საკმაოდ მაღალი. მსოფლიოს ლიდერი კოსმეტიკურ-პარფიუმერული კომპანიები, რომლებისთვისაც მნიშვნელოვანია წამყვანი პოზიციების შენარჩუნება, ხსნას კონკურენტუნარიანობაში ხედავენ [1,4]. აქტუალურია ადგილობრივი მცენარეული და ბუნებრივი წარმოშობის ნედლეულის თვისებებიდან გამომდინარე, ოპტიმალური რეცეპტურების შემუშავება. ამ მხრივ საქართველო ერთ-ერთ ყველაზე მიმზიდველ წიპირობას წარმოადგენს, შექმნას მომხმარებლისთვის ღირსეული და კონკურენტუნარიანი, ადგილობრივ ნედლეულზე წარმოებული, უსაფრთხო, პარაფარმაცევტული თუ კოსმეტიკურ-პარფიუმერული პროდუქცია [5,6]. ახალმა პროდუქციამ, რომელიც შეიქმნება ადგილობრივი მინერალური და მცენარეული ნედლეულის ბაზაზე, თავისი ადგილი უნდა დაიმკვიდროს შიდა ბაზარზე და მოუტანოს საქართველოს მნიშვნელოვანი ეკონომიკური სარგებელი, რაც საწყისშივე მოიაზრებს ჩვენი ბაზრის თავისებურებებისა და მყიდველთან ადაპტირების საკითხებს, ასევე ახლადშექმნილი პროდუქტის პოზიტიური კომერციული პოტენციალის შეფასებას.

საქართველოს ბუნებრივი მინერალური წყლების უნიკალური შემადგენლობა, ოპტიმალური რაოდენობის მინერალური კომპლექსებით გაჯერებული ნატურალური წყაროს წყალი, საუკეთესოა ახალგაზრდობისა და სილამაზის შესანარჩუნებლად და სხვადასხვა თანამედროვე თხევადი კოსმეტიკური საშუალებების შესაქმნელად, რომლებიც ატენიანებენ, ამშვიდებენ, ადადგენენ, არბილებენ და აძლიერებენ კანის დამცავ ფუნქციას. ბუნებრივი ბაკურიანის წყალი, მიკროელემენტების კომბინაციის წყალობით კანს ანიჭებს სიჯანსაღის, სიმსუბუქის და სიმშვიდის შეგრძნებას. მისი გამოყენება შესაძლებელია დანიშნულების გარეშე და იდეალურია ნებისმიერი ტიპის კანისთვის. კოსმეტიკურ პრაქტიკაში გამოყენებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებიდან განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ მცენარეებიდან მიღებულ ბუნებრივი წარმოშობის პროდუქტებს. ექსტრაქტების შეყვანა თხევად-ჰიგიენური საშუალებების რეცეპტურაში არამარტო აუმჯობესებს პროდუქტის

ფუნქციონალურ თვისებებს, არამედ დადებითად აისახება მზა პროდუქტის მდგრადობაზე, რაც ზრდის მათი შენახვის ხანგრძლივობას [2,7].

სამკურნალო-კოსმეტიკური საშუალებების ბიოლოგიური მოქმედების უზრუნველყოფაში აქტიური როლი ენიჭება აგრეთვე დამხმარე ნივთიერებებს, რომლებიც ასრულებენ სხვადასხვა ფუნქციებს, როგორცაა: სტრუქტურაწარმომქმნელი, გამხსნელი, კონსერვანტული, ანტიოქსიდანტური, დამატენიანებელი და სხვ. მისთი სხვა თხევადი დისპერსიული არის მქონე კოსმეტიკური საშუალებებისგან მხოლოდ ტექსტურით განსხვავდება, იგი ბევრად მსუბუქია, ჰიდრალიზირებული ფორმა გააჩნია, რაც საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ მთელი დღის მანძილზე დამატებითი დატენიანებისა და მაკიაჟის ფიქსაციისთვის [4,9].

კოსმეტიკური მისთი თერმული თუ მინერალური წყლის შემცველობით ზაფხულში შეუცვლელი ატრიბუტია. „ბაკურიანის“ მინერალური წყალი, როგორც საბაზისო კომპონენტი საქართველოში ერთ-ერთი გამორჩეული თვისებების მქონე ბუნებრივი რესურსია, რომელიც სწრაფად ატენიანებს კანს და უნარჩუნებს მას ჰიდრო ბალანსს. აქვს გამაგრებელი ეფექტი, არის მატონიზირებელი, ხსნის დაღლილობის „კვალს“, ამშვიდებს და იცავს კანს გარე ფაქტორებისგან, ზრუნავს კანის სიჯანსაღეზე, სილამაზესა და კომფორტზე [7,9].

ძირითადი ნაწილი

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს კოსმეციტიკის ძირითადი პრინციპების გათვალისწინებით, საქართველოში მოპოვებადი მინერალური წყლის (ბაკურიანის წყაროს წყალი) ბაზაზე დაფუძნებული, ყოველდღიურად გამოსაყენებელი დამატენიანებელი, მატონიზირებელი, დამცავი, თანამედროვე თხევადი კოსმეტიკური საშუალებების, სპრეი-მისთების რეცეპტურის შექმნა და კვლევა [7,10].

პირველად შემუშავდა მინერალური წყაროს „ბაკურიანის“ წყლის ბაზაზე კოსმეტიკური სპრეი-მისთების სხვადასხვა გამის რეცეპტურები, რომლებიც ითვალისწინებს საქართველოს ფლორის, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების და მინერალური რესურსების გამოყენებას. მისთებს სტაბილური ფორმების მისაღებად, მცენარის მშრალი ექსტრაქტების გამხსნელად შერჩეულ იქნა გლიცერინი [8,10]. შესწავლილ იქნა მიღებული მშრალი ექსტრაქტების ხსნადობა გლიცერინში. დადგენილ იქნა მიღებული გლიცერინიანი ექსტრაქტების მაქსიმალური კონცენტრაციები. მიღებული შედეგების მიხედვით, გლიცერინში მსგავსი მშრალი ექსტრაქტების გახსნისას, მათი შემცველობა საჭირო რაოდენობის გამხსნელში აღწევს 32-36%.

განვიხილოთ ყველა ტიპის სახის კანისთვის განკუთვნილი აღმდგენი დამატენიანებელი, ასაკსაწინააღმდეგო სპრეი-მისთი: მწვანე ჩაის, ყურძნის, სოიოსა და ალოეს ექსტრაქტების,

ხორბლის ჩანასახის ზეთისა და ქოენზიმ Q-10 ის შემცველობით და მზისგან დამცავი, დამატენიანებელი, ასაკსაწინააღმდეგო, სახის მისთი: ვარდის, ჟოლოს, ალოეს ექსტრაქტების, ყურძნის წიპწის ზეთის, UV (ეთილჰექსილმეთოქსიცინამატი), ფილტრის, ვიტამინი E და B3 -ის შემადგენლობით.

მწვანე ჩაის ფოთლების გლიკოლის ექსტრაქტებს გააჩნიათ გამოხატული, ანთების საწინააღმდეგო, დამატენიანებელი მოქმედება და აუმჯობესებენ კანის მიკრორელიეფს. ყურძნის მშრალექსტრაქტში იდენტიფიცირებულია ფენოლური ბუნების ნივთიერებები (პროანტოციანიდინები, ტანინი, გალის მჟავა, კატექინები, ეპიგალოკატექინგალატი, ქლოროგენმჟავა, ეპიკატექინი, ლუტეოლინ-7-გლუკოზიდი, ჰიპეროზიდი, რეზვერატროლი, კვერცეტინ-გლუკორონიდი, ლუტეოლინი, აპიგენინი და სხვ.). ყველა აღნიშნულ ნაერთს გააჩნია როგორც ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ისე ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან კანის დაცვის უნარი. პროანტოციანიდინები - კონდენსირებული ტანინები წარმოადგენენ ძლიერ ანტიოქსიდანტებს საშუალოდ 20 ჯერ მეტი, ვიდრე ვიტამინ C - ში და 50 ჯერ მეტი, ვიდრე ვიტამინ E - ში. [9.10]

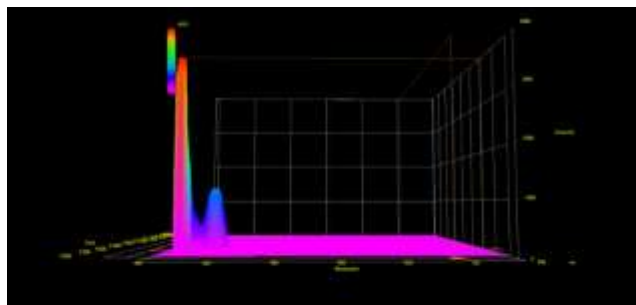
ალოეს ექსტრაქტი ახდენს ანტისეპტიკურ, ზოგადმატონიზირებელ მოქმედებას, აუმჯობესებს უჯრედულ მეტაბოლიზმს, ქსოვილების რეგენერაციის პროცესს, ამაღლებს ლორწოვანი გარსის მდგრადობას დამაზიანებელი აგენტების მიმართ. მასში შემავალი ანტრაქინონი ემოდინი იწვევს „herpes simplex“ პირველი და მეორე ტიპის ვირუსების, „varicella joster“ და სხვა ვირუსების ინაქტივაციას. ექსტრაქტში შემავალი პოლისაქარიდები, მიკროელემენტებთან ერთად, განაპირობებენ იმუნომოდულაციურ თვისებებს.

სოიოს ექსტრაქტი მდიდარია ნაჯერი (სტეარინი და პალმიტინი), მონოუჯერი (ოლეინი) და პოლიუჯერი (ლინოლი და ლინოლეინი) ცხიმოვანი კარბონმჟავებით. იგი კოსმეტიკური ნაწარმის აუცილებელი კომპონენტია სტრუქტურაწარმომქმნელების, ემულგატორებისა და ემოლენტების სახით [11].

ხორბლის ჩანასახის ზეთი აძლიერებს კანის მეტაბოლიზმს, აღადგენს ქსოვილებს, ხელს უწყობს კანის სწრაფგანახლებას; იცავს სახეს ფოტოდაზიანებისგან; ღრმად ასუფთავებს ფორებს, ააქტიურებს სისხლის მიკროცირკულაციას, ათანაზრებს კანი სტექსტურას და ფერს [12].

მისთები მრავალკომპონენტია, მსგავსი სისტემის ანალიზი რთულ ამოცანას წარმოადგენს. ცალკეული კომპონენტების იდენტიფიცირებისათვის საჭიროა ამ კომპონენტების შეკავების დროების ცოდნა, ეს კი მიიღწევა ისეთი პირობების შერჩევით რომლის დროსაც შეკავების დროები აცდენილი იქნება ერთმანეთისგან. ქრომატოგრაფიული ანალიზის ჩასატარებლად გამოყენებული იყო მაღალი სისუფთავის გამხსნელები და რეაქტივები [5,6].

ქრომატოგრაფული პირობების შერჩევის მიზნით მოვიძიეთ ძირითადი სტანდარტული ნივთიერებები: ასკორბინის მჟავა, გალის მჟავა, β-კაროტინი, კოფეინი, რუტინი, კვერცეტინი. მოვამზადეთ მათი ხსნარები გარკვეული კონცენტრაციით. აღნიშნული ნივთიერებების შეკავების დროები შევისწავლეთ და გამოვცადეთ სხვადასხვა ფარმაცოპეის სტატიები. დადგინდა სხვადასხვა მობილური ფაზების ტემპერატურის, უი ტალღის სიგრძის და სითხის მოძრაობის სიჩქარის გავლენა კომპონენტების შეკავების დროზე [11,12]. ზემოთ ჩამოთვლილი სტანდარტული ნივთიერებების იდენტიფიცირებისათვის მომზადდა სხვადასხვა შემადგენლობის მოძრავი ფაზები, შეირჩა შესაბამისი ქრომატოგრაფიული პირობები: მოძრავიფაზა: აცეტონიტრილი + (წყალი + 0.1% ფოსფორმჟავა) 25:75; ქრომატოგრაფიული პირობები: ქრომატოგრაფიული სვეტი C18 (250 x 4.6 მმ; 5მკმ); λ=254 ნმ, 210ნმ, 230ნმ, 306ნმ; ტვ.=27C°, V=1 მლ/წთ.



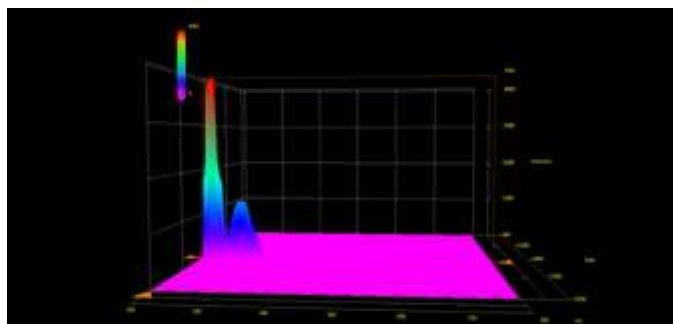
სურათი 1. კოფეინის ქრომატოგრამა

ცხრილი 1.

კოფეინის შეკავების დრო

N	ნივთიერება	შეკავების დრო
1	კოფეინი	4.152

აღნიშნულ პირობებში ცალცალკე ინიცირებული იქნა ქრომატოგრაფში სტანდარტული ნივთიერებების ხსნარები თითოეული 3-3 ჯერ. დადგენილ იქნა ცალკეული სტანდარტული ნივთიერებების შეკავების დროები: გალის მჟავა 3.701, β-კაროტინი 18,082, კოფეინი 4.152, რუტინი 5.465, კვერცეტინი 32.501, ალოეს ექსტრაქტი 3.305, გლიცერინი 12.549.

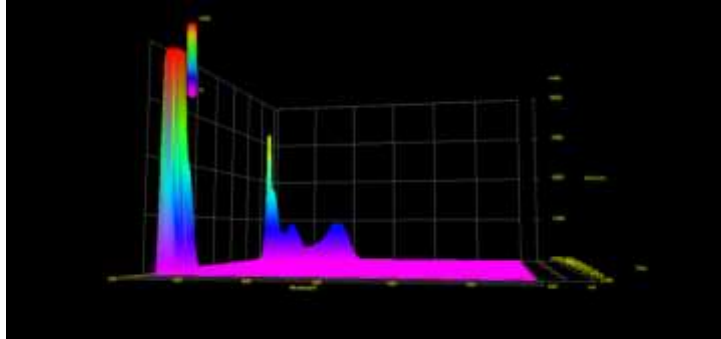


სურათი 2. გალის მჟავას ქრომატოგრაფა

ცხრილი 2.

გალის მჟავას შეკავების დრო

N	ნივთიერება	შეკავების დრო
1	გალის მჟავა	3.701

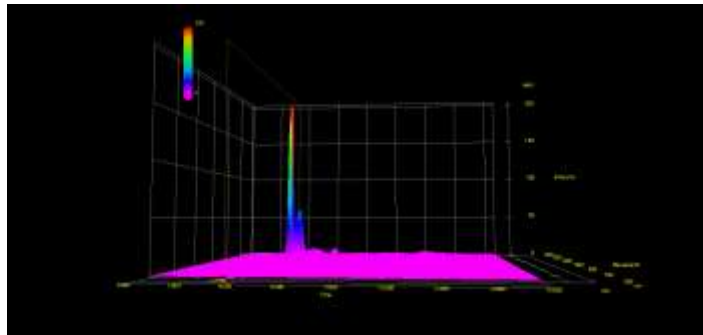


სურათი 3. კვერცეტინის ქრომატოგრამა

ცხრილი 3.

კვერცეტინის შეკავების დრო

N	ნივთიერება	შეკავების დრო
1	კვერცეტინი	32.501

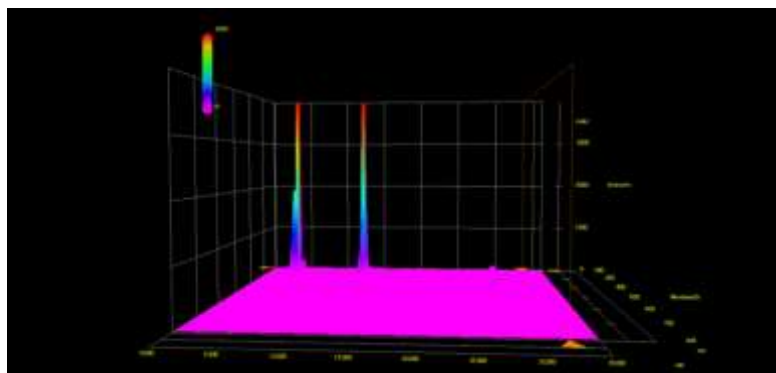


სურათი 4 . ალოეს ექსტრაქტის ქრომატოგრამა

ცხრილი 4.

ალოეს ექსტრაქტის შეკავების დრო

N	ნივთიერება	შეკავების დრო
1	ალოეს ექსტრაქტი	3.305

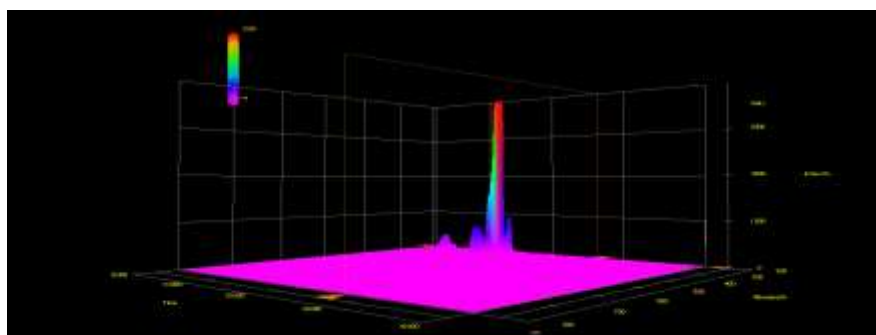
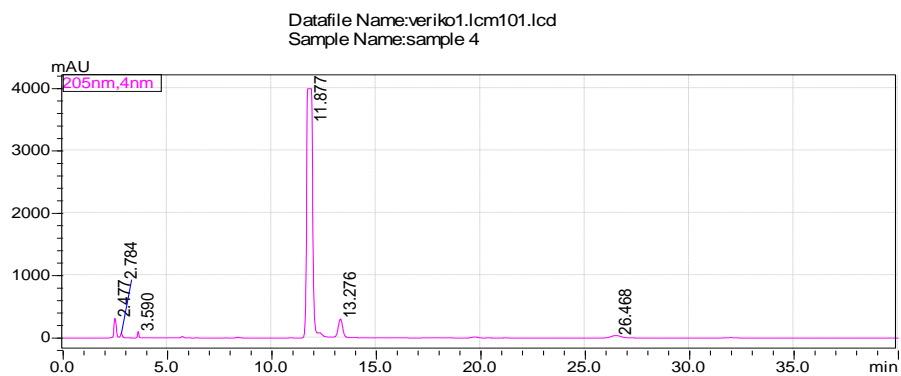


სურათი 5. სახის დამატენიანებელი, ასაკსაწინააღმდეგო, მზისგან დამცავი მისთვის ქრომატოგრამა

ცხრილი 5.

სახის დამატენიანებელ, ასაკსაწინააღმდეგო, მზისგან დამცავ მისთში შემავალი ნივთიერებების შეკვების დრო

N	ნივთიერება	შეკვების დრო
1	გალის მჟავა	3.144
2	კოფეინი	4.014
3	ალოე	3.207
4	კვერცეტინი	29.714



სურათი. 6 სახის დამატენიანებელი, ასაკსაწინააღმდეგო, მზისგან დამცავი სახის მისთვის ქრომატოგრამა

დამატენიანებელ, ასაკსაწინააღმდეგო, მზისგანდამცავი სახის მისთში შემავალი
ნივთიერებების შეკავების დრო

ნივთიერება	შეკავების დრო
ალოე	2.784
რუტინი	3.590
გლიცერინი	11.877
კვერცეტინი	26.468
β- კაროტინი	13.276

დასკვნა:

შემუშავებულ იქნა თანამედროვე თხევადი კოსმეტიკური საშუალებების, სპრე-მისთების რეცეპტურები. სახის დამატენიანებელი, ასაკსაწინააღმდეგო, მზისგან დამცავი მისთის ცალკეული კომპონენტების იდენტიფიკაციისათვის შესწავლილ იქნა ნიმუშები მაღალეფექტული სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით. ინდივიდუალური სტანდარტული ნიმუშის შეკავების დროები და მისთში კომპონენტების შეკავების დროები შესაბამის თანხვედრაშია. განისაზღვრა სპრეი ფორმატში შემუშავებული სახის მისთების PH, იგი შეადგენს 5,5-6,2. შემუშავებულ კოსმეტიკურ მისთებში განისაზღვრა ჰიგიენური სერთიფიკაციისთვის აუცილებელი კონტროლის მაჩვენებლები: მიკრობიოლოგიური დაბინძურება, რადიაქტიური, სანიტარიულ-ქიმიური მაჩვენებლები. მისთების კვლევა მძიმე მეტალებზე ჩატარდა პლაზმურ-რემისიული სპექტროფოტომეტრული მეთოდით, გარემოსდაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სამეცნიერო კვლევით ცენტრში. კვლევის შედეგად ნიმუშებში მძიმე მეტალების კვალი არ გამოვლინდა. კოსმეტიკური საშუალებების მიკრობიოლოგიური კვლევა განხორციელდა. ელიავას სახ. ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტის ანალიტიკურ სადიაგნოსტიკო ცენტრში. 72 საათიანი ინკუბაციის შედეგად მიკრობული ზრდა არ გამოვლენილა.

ლიტერატურა:

1. Beatriz P. P. Oliveira and Francisca Rodrigues , Plant Extracts in Skin Care 2018 MDPI, Basel, Switzerland, distributed under the terms and conditions of the Creative Commons license CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). 14-34
2. Commons license CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). 14-34
3. Boo Y.C. Can Plant Phenolic Compounds Protect the Skin from Airborne Particulate Matter? Antioxidants. 2019;8:379. doi: 10.3390/antiox8090379. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef]
4. Falchi M., Bertelli A., Lo Scalzo R., Morassut M., Plant Extracts: Biological and Pharmacological Activity, 2020, 14-44
5. Salvatore Fanali, Paul R. Haddad, David Lloyd Liquid Chromatography Fundamentals and Instrumentation 2013 p.47-70
6. Mark F. Vitha Chromatography: Principles and Instrumentation 2016. P.14-20

7. Kullavanijaya P., Henry W., Lim H.W. Photoprotection. *J. A m. A cad.Dermatol.* 2005
8. Roberts W.E. Pollution as a risk factor for the development of melasma and other skin disorders of facial hyperpigmentation is there a case to be made? *J. Drugs Dermatol.* 2015;14:337–341. [PubMed]
9. Pecorelli A., Woodby B., Prieux R., Valacchi G. Involvement of 4-hydroxy-2-nonenal in pollution-induced skin damage. *Biofactors.* 2019 doi: 10.1002/biof.1513. [PubMed] [CrossRef]
10. Roh E., Kim J.E., Kwon J.Y., Park J.S., Bode A.M., Dong Z., Lee K.W. Molecular mechanisms of green tea polyphenols with protective effects against skin photoaging. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2017;57:1631–1637. doi: 10.1080/10408398.2014.1003365. [PubMed] [CrossRef]
11. Nile S.H., Kim S.H., Ko E.Y., Park S.W. Polyphenolic contents and antioxidant properties of different grape (*V. vinifera*, *V. labrusca*, and *V. hybrid*) cultivars. *BioMed Res. Int.* 2013;2013:718065. doi: 10.1155/2013/718065. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef]
12. Grape seed oil. Electronic catalog of Cosmetics-Bulgaria. URL: <https://cosmetics-bulgaria.com.ua/a120709-maslo-vinogradnixkiostochek> (date of access: 01/14/2021).
13. Tikhonova A.N., Ageeva N.M., Biryukov A.P. Study of the chemical composition of grape pomace for the purpose of obtaining food fibers // *Modern problems of science and education.* 2015. No. 2–3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23881> (date of access: 01/15/2021).

Development of modern liquid cosmetics in spray format based on Bakuriani mineral spring water

Venera Jikidze	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, PhD student, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia E-mail: venera.jikidze@yahoo.com
Tamar Tsintsadze	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, professor, Kostava st. 69, 0175, Tbilisi, Georgia E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge
Pavle Iavich	TSU Yovel Kutateladze Institute of Pharmacochemistry Chief Researcher, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor E-mail: p.iavichi@tsmu.edu
Ketevan Meskhi	Infectious diseases resident of Tbilisi State University E-mail: Kettimesxi@gmail.com

Abstract. When choosing cosmetic products designed to give beauty and health, it would be most reasonable to give preference to natural products without dyes, with a weak aroma, and with little foaming. The quality, effectiveness and safety of such cosmetic products depend on the type and composition of the carrier base, the dispersed state of active substances, the effectiveness of preservatives, production conditions, storage, etc.

Mineral water is a unique gift of nature. This natural resource from underground sources has healing properties, has a healing effect on the human body due to the increased content of useful biologically active components and chemical composition. Due to its weak mineralization, Bakuriani natural mineral water is the best water for spraying. Suitable for all skin types. Its hydrobalance maintains a healthy appearance of the skin, tones, removes "traces" of fatigue and soothes the skin, has a refreshing effect and protects the skin from external factors. This is the only Georgian water that has received a sanitary and hygienic certificate from the G. Natadze Institute.

The following recipes for new perfumes and cosmetics (spray-mists) for the face have been developed using the flora and mineral resources of Georgia.

Spray for the face and body, which perfectly refreshes and tones the skin, and also prevents dryness and tightness. Ingredients: Bakuriani natural mineral water, Aloe leaf extract intensively moisturizes the deeper skin layers, eliminates peeling and discomfort. The component inhibits the activity of bacteria and microbes, fights pathogenic manifestations and creates a protective barrier that protects the epidermis from the negative effects of the external environment. Allantoin is famous for its anti-inflammatory and soothing properties, relieves various kinds of inflammation and irritation, exfoliates the stratum corneum, thoroughly cleanses, and also removes toxins and toxins. The mist also contains a floral complex consisting of extracts of chamomile, lavender, mint, mellis, lemon balm, green tea.

Moisturizing spray - body mist, provides an intense regenerating, anti-inflammatory, protective, refreshing, antioxidant and anti-stress effect. Suitable for all skin types. Ingredients: natural mineral water "Bakuriani". extracts of grapes, orange flowers and roses, bio mellis and mint essential oils, hyaluronic acid.

Mattifying facial spray. Perfectly controls the appearance of oily sheen and helps restore the skin to a fresh and healthy look. Suitable for sensitive, combination and oily skin. Ingredients: natural mineral water "Bakuriani", kaolin clay powder, extracts of lavender, mint, mellis, green tea. It can be used both before applying makeup and to fix it.

Sun protection spray for face and body. UV FILTERS complex, Bakuriani natural mineral water, extracts of lavender, green tea, shea butter, provide effective protection of the skin of the face and body from exposure to UVA and UVB rays, prevent premature aging, have an antioxidant effect, nourish and moisturize. Due the obtained results based on the study of colloidal stability, thermal stability at a tow temperatures (37-42), osmotic properties, pH, dissolution, absorption, it is shown that spray-mists satisfy to all the necessary requirements.

In the developed cosmetic mists, control indicators necessary for hygienic certification were determined: microbiological contamination, radioactive, sanitary-chemical indicators. The research of mists on heavy metals was carried out by the plasma-remission spectrophotometric method, at the base of the Scientific Research Center of the Ministry of Environmental Protection and Agriculture of Georgia. As a result of the research, no traces of heavy metals were detected in the samples. Microbiological research of cosmetics was carried out at the Analytical Diagnostic Center of the Institute of Bacteriophage, Microbiology and Virology. No microbial growth was detected after 72 hours of incubation.

So, determination of chemical composition and establishment of physicochemical properties of medicinal plants made possible elaboration of recipes and technologies for new liquid hygienic mists and establishment of their compliance with standards, test of cosmetic mists taking into account their production on industrial scale, and assessment of prospects of their use and sale.

Keywords: calming facial mist ,facesprey-mist, hydrating face mist ,hydrolates,natural mineral water facial sprey, oils and essential oils, peptides,plant extracts, repairing mist,thermal spring water mist.

ალკალოიდების თანაპოვნირების დადგენა საქართველოში გავრცელებულ ჩვეულებრივ გლედიჩიაში (GLEDITSIA TRIACANTHOS)

- | | |
|--------------------------|---|
| მაკა ჯინჭარაძე | სსიპ ივანე ხრიკულის სახელობის ხაშურის მინიციპალიტეტის სოფელ ხცისის საჯარო სკოლა. სსიპ ხაშურის მინიციპალიტეტის სოფელ ტკოცის საჯარო სკოლა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, ბიოკომპლექსების შექმნის და კვლევის ცენტრი.
E-mail: maka-jincharadze@mail.ru |
| ნანა გელოვანი | საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, ბიოკომპლექსების შექმნის და კვლევის ცენტრი. პროფესორი. საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69.
E-mail: n.gelovani@gtu.ge , |
| რამაზ გახოკიძე | ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. აკადემიკოსი
E-mail: rgakhokidze@gmail.com |
| ირმა გოდერძიშვილი | სსიპ გორის #4 საჯარო სკოლა. სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, ბიოკომპლექსების შექმნის და კვლევის ცენტრი.
E-mail: irmuka72@mail.ru , |

დარეჯან ღულუნიშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო კოსტავას 69.
E-mail: darejan-g@hotmail.com,

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი,

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

თ. ცინცაძე, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი,

E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge

ანოტაცია: წინამდებარე ნაშრომი მიზნად ისახავს შეისწავლოს საქართველოში მოზარდი ჩვეულებრივი გლედინია, გამოყოს იქიდან ალკალოიდები და განსაზღვროს მათი კეთილხარისხოვნება.

მცენარეების სამკურნალო თვისებები განპირობებულია მათში ალკალოიდების, ფლავონოიდების, გლიკოზიდების, ვიტამინების, მთრიმლავი ნივთიერებების არსებობით, რომლებიც ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმზე ახდენენ ფიზიოლოგიურ ზემოქმედებას ანდა გააჩნიათ ბიოლოგიური აქტიურობა სხვადასხვა დაავადებების გამომწვევთა მიმართ. განსაკუთრებულ ჯგუფშია გამოყოფილი ანტიბიოტიკების წარმომქმნელი მცენარეები. სინთეზური საშუალებებისაგან გამოირჩევიან ნაკლები ტოქსიკურობით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ერთი კონკრეტული ალკალოიდი, რომელიც გარკვეულ როლს ასრულებს ფოთლებში, ვეგეტაციის მომდევნო პერიოდში გადადის მცენარის სხვა ნაწილში ან გარდაიქმნება ახალ ალკალოიდად და, შესაბამისად, განსხვავებული ფუნქცია ეკისრება. მცენარეში ალკალოიდების რაოდენობა და მათი მრავალფეროვნება დამოკიდებულია ნიადაგის შედგენილობასა და მის ნესტიანობაზე, მზის სხივების გავლენაზე, ჰაერის ტემპერატურაზე და ზოგიერთ სხვა ეკოლოგიურ-გეოგრაფიულ პირობაზე.

მცენარეული ნედლეულის შეგროვება და პირველადი გადამუშავება ნედლეულის შრობა და სტანდარტულ მდგომარეობამდე მიყვანა მოვახდნეთ სახელმწიფო ფარმაკოპეაში მოცემული კერძო და ზოგადი სტატიებით.

მცენარეული ნედლეულის შეგროვება და პირველადი გადამუშავება ნედლეულის შრობა და სტანდარტულ მდგომარეობამდე მიყვანა მოვახდნეთ სახელმწიფო ფარმაკოპეაში მოცემული კერძო და ზოგადი სტატიებით

ჩავატარეთ წინასწარი ცდები გლედიას ნაყოფსხეულებში და ფოთლებში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე, შევარჩიეთ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამომწვლილავი რეაგენტები. გლედიაში ექსტრაქტული ნივთიერების რაოდენობა მერყეობს დამუშავების პირობებთან შეფარდებით,

ალკალოიდების განსაზღვრა მოვახდინე ორი მეთოდით, შევარჩიე გამხსნელები კარგი გამხსნელებია; დიქლორეთანი, ქლოროფორმი, ეთილის ეთერი, ბენზოლი და ა.შ. გამოწვლილის პროცესში მცენარეული ნედლეულიდან გამხსნელებს გამოაქვს თანმხლები ნივთიერებები: ცხიმოვანი ზეთები, ქლოროფილი, ფისები და გომიზები რომელთაგანაც აუცილებელია ალკალოიდის განცალკავება. ალკალოიდების გამონაწვლილები გასუფთავდა ქრომატოგრაფიული მეთოდით. თვისებითი რეაქციები ალკალოიდებზე ჩავატარე შემდეგი რეაქტივებით: ა. რეაქცია ტანინთან. ბ. რეაქცია პიკრინმჟავასთან (2,4,6-ტრინიტროფენოლი). ამ დროს მიიღება ყვითელი ფერის ნალექი.

მცენარეულ ნედლეულში ალკალოიდების შესწავლით შეიძლება რეკომენდაცია გაეწიოს ამ თუ იმ მიზნით ამ მცენარის გამოყენებას სამკურნალო ან პროფილაქტიკური მიზნით.

1) ჩვენს მიერ მოკვლეულია რომ გლედიას სხვადასხვა ნაწილებში ფოთლები, ყვავილები, თესლები, ყოველ მათგანში არის ალკალოიდების ჯამი.

საკვანძო სიტყვები: გლედია, ალკალოიდები, პოლისაქარიდები წყლით გამოწვლილი, ექსტრაქტული ნივთიერებები.

შესავალი

გლედიას სამედიცინო დანიშნულება

მცენარეების სამკურნალო თვისებები განპირობებულია მათში ალკალოიდების, ფლავონოიდების, გლიკოზიდების, ვიტამინების, მთრიმლავი ნივთიერებების არსებობით, რომლებიც ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმზე ახდენენ ფიზიოლოგიურ ზემოქმედებას ანდა გააჩნიათ ბიოლოგიური აქტიურობა სხვადასხვა დაავადებების გამომწვევთა მიმართ. განსაკუთრებულ ჯგუფშია გამოყოფილი ანტიბიოტიკების წარმომქმნელი მცენარეები. სინთეზური საშუალებებისაგან გამოირჩევიან ნაკლები ტოქსიკურობით.

რაც შეეხება გლედირიას, მისი ნაყოფები და ფოთლები დადებით თერაპიულ ეფექტს ახდენს კუჭ-ნაწლავების დაავადებებზე (სპასტიკური კოლიტი, კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლული), გარდა ამისა დადებითად მოქმედებს ქრონიკული ქოლეცისტიტის გამწვავებისას.

ალკალოდ ტრიაკანტინს აქვს პაპავერინის მსგავსი ზემოქმედების უნარი სისხლძარღვებზე და გლუვკუნთიან ორგანოებზე (ტრიაკანტინი განსაკუთრებით ეფექტურად მოქმედებს ბრონქების, კუჭის, ნაწლავების გლუვი კუნთების სპაზმის დროს), აძლიერებს კორონარული სისხლისმიმოქცევას, მაგრამ პაპავერინისგან განსხვავებით, ის აღაგრძნებს სუნთქვის ცენტრს.

ტრიაკანტინი ბრონქიალური ასთმის დროსაც გამოიყენება. პრეპარატის მიღებას ურჩევენ 0,1 გ 2-3-ჯერ დღეში. იგი 10-20 დღის განმავლობაში მიიღება ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი დაავადებების სამკურნალოდ. ამჟამად ტრიაკანტინი სამკურნალო საშუალებების ნომენკლატურიდან ამოღებულია.

ხალხური მედიცინის მიხედვით, გლედირია ფოთლებიდან და ნაყოფებიდან ამზადებდნენ ნახარშებს, რომლებსაც იყენებდნენ ქრონიკული გასტრიტის, კოლიტების, კუჭის წყლულოვანი დაავადების, ნაღვლის ბუშტის ქრონიკული ანთების, ქრონიკული შეკრულობის დროს.

უკუჩვენებები და გვერდითი მოვლენები: რადგან გლედირიას ალკალოიდი ტრიაკანტინი მაღალი დოზებით შხამიანია, ამიტომ აუცილებლად გასათვალისწინებელია, რომ პრეპარატის ნახარშის და ნაყენის შიგნით მღების დროს საჭიროა დოზირების ზუსტად დაცვა (რაც გამწვავებულია ამ შემთხვევაში), წინააღმდეგ შემთხვევაში ტრიანკანტინის ზემოქმედება ორგანიზმზე იწვევს მოწამვლას. მოწამვლის სიმპტომებია: კანის სიფითრე, უხვი ნერწყვდენა, გულის რევის შეგრძნება, ღებინება, ჰიპოტენზია, ძილიანობა, გულყრა და სხვ. მძიმე შემთხვევებში - ერთროციტების ჰემოლიზი, პნევმონია, ღვიძლის ქსოვილების დეგენერაციული გადაგვარება, ტვინის სტაგნაციის მოვლენები და სხვ. ყველა ამ სიმპტომის გაჩენის შემთხვევაში სასწრაფოდ, ხელოვნურად უნდა გამოვიწვიოთ ღებინება, კუჭნაწლავი უნდა გამოირეცხოს კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით, და დაზარალებულს მიეცეს აქტივირებული ნახშირი [14;15;16;].

მცენარეში მწარე გემოს რთული გლიკოზიდური ნაერთებია – ანტრაგლიკოზიდები, რომელთა ნაერთებსაც ალიონებს უწოდებენ.



სურათი 3 გლედისიას ყვავილი და ნაყოფსხეულები

საქართველოში მოზარდი გლედისიას (*გლედისცჰია ტრიაცანტჰას L*) ფიტო-ქიმიური კვლევები პირველად ჩატარებულია ბუნებრივ ნაერთთა გამოჩენილ მკვლევარის პროფ. ა. გახოვიძის მიერ გასული საუკუნის 50-იანი წლების დასაწყისში.

გლედისია (*გლედისცია*) – ფოთოლმცვენი ხეების გვარი ცეზალპინიასებრთა ოჯახისა. ღეროსა და ტოტებზე აქვთ მარტივი ან დატოტვილი ეკლები: ფოთლები ფრთართულია, პატარა მომწვანო ყვავილები მტევნებად არის შეკრებილი. ნაყოფი ბრტყელი პარკია.

გლედისიას 12 სახეობა გავრცელებულია ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკაში, ზომიერსა და სუბტროპიკულ აზიაში, ტროპიკულ აფრიკაში. თალიშში (აზერბაიჯანი) ველურად იზრდება მხოლოდ ერთი სახეობა - კასპიური გლედისია (*Gleditsia caspia*), რომელიც კავკასიაში შემორჩენილი მესამეული პერიოდის ფლორის რელიქტია. კულტივირებულია 7 სახეობა. მათგან ძვირფას მერქნიანი ჩრდილოამერიკული ჩვეულებრივი გლედისია (*Gleditsia triacanthos*) ძველთაგანვეა მოშენებული ყირიმის, კავკასიის (კერძოდ, საქართველოს) და შუა აზიის ბაღებსა და პარკებში.

გლედისია სინათლისა და სითბოს მოყვარული, გვალვამძლე მცენარეა; იტანს ნიადაგის სუსტ დამლაშებას. იყენებენ ცოცხალ ღობედ, მინდორსაცავი ტყის ზოლების გასაშენებლად და სხვა. მერქნისაგან ამზადებენ სხვადასხვა ნაკეთობებს, ნაყოფისაგან - ყავის სუროგატს. თაფლოვანია.

ალკალოიდების განცალკავება მარილების სახით. ალკალოიდების მარილები უმეტეს შემთხვევაში კარგად იხსნებიან წყალში ეთილის და მეთილი სპირტებში. ამიტომ მარილების სახით მათ გამოსაცალკავებლად მიღებულია ზემოთ აღნიშნული გამხსნელების გამოყენება 1-2% რომელიმე მჟავას დამატების შემდეგ. შემჟავებულ აგენტებად იყენებენ H_2SO_4 , HCl , ღვინის და ძმარმჟავას, რადგან ისინი ალკალოიდებთან იძლევიან წყალს და სპირტში ადვილად ხსნად მარილებს.

ამ მეთოდით გამოცალკავება მიმდინარეობს სწრაფად. შეიძლება ითქვას რომ ალკალოიდი გამოცალკავდება სრულად, მაგრამ აქაც ალკალოიდებთან ერთად გამოიყოფა თანმხლები ნივთიერებები, როგორც არის, მთრილავი ნივთიერებები, ლორწო, საპონინები, ცილები და სხვა. აქაც საჭიროა გამონაწვლილის გასუფთავება.

გამონაწვლილების გასუფთავება. გამონაწვლილების გასუფთავება ეფუძნება ფუძე ალკალოიდის და მათ მარილების ხსნადობებს შორის არსებულ განსხვავებას. 1) ორგანული გამხსნელების შეტუტიანების შედეგად მიღებული გამონაწვლილების გასუფთავება ხდება მათი დამუშავებით წყალთან შერეული 1-5% მჟავას ხსნარით. ალკალოიდების ფუძეები მჟავებთან გვადლევენ შესაბამის მარილებს. ისინი იხსნებიან წყალში და გადადიან წყლიან ფენაში. ხოლო თანხვლები ნივთიერებების ძირითადი მასა რჩება ორგანულ გამხსნელებში. გამყოფი ძაბრის საშუალებით ამ ფენებს ვაცილებთ ერთმანეთს და მუშაობას ვიწყებთ ალკალოიდ შემცველ წყალხსნართან. მას ვამატებთ შესაბამის ტუტეს რათა ალკალოიდების მარილები გადავიყვანოთ ფუძე ალკალოიდებში. როგორც პრაქტიკამ აჩვენა თუ კი გამონაწვლილიში ალკალოიდები არის დიდი კონცენტრაციით, ალკალოიდების ფუძეები გამოიყოფიან ნალექის სახით და მათი მიღება ხდება ფილტრაციით. მაგრამ, ხშირად წყლიან გამონაწვლილებს შეტუტიანების შემდეგ ამუშავებენ ისეთი ორგანული გამხსნელით რომელიც წყალს არ ერევა. ამ დროის ალკალოიდების ფუძეები გადადიან ორგანულ გამხსნელებში. საჭიროების შემთხვევაში იმეორებენ რამდენჯერმე, რათა მოხდეს ალკალოიდების სრულიად გასუფთავება თანმხლები ნივთიერებისაგან.

ძირითადი ნაწილი

წინამდებარე ნაშრომი მიზნად ისახავს შეისწავლოს საქართველოში მოზარდი ჩვეულებრივი გლედიჩია, გამოყოს იქიდან ალკალოიდები და განსაზღვროს მათი კეთილხარისხოვნება. მცენარეულ ნედლეულში ალკალოიდების შესწავლით შეიძლება რეკომენდაცია გაეწიოს ამ მცენარეს სხვადასხვა დანიშნულებით. კვლევისთვის აღებულია 10 ნიმუში:

თავისთავად ცხადია, რომ ჩვენს მიერ ჩატარებულ გამოკვლევებს, არ შეუძლია პასუხი გასცეს ჩვენს წინაშე დასმულ ყველა ამოცანას ასე, რომ ინტერესი გლედიჩიას შესწავლისა ჯერ კიდევ ძალაში რჩება.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, გლედიჩიას ახალგაზრდა ფოთლებში მოიპოვება 1%-მდე ალკალოიდი ტრიაკანტინი (უჟანგბადო ფუძე) $C_{10}H_{13}N_5$, ყვავილებში არის ალკალოიდების ჯამი - 0,3%, ხოლო მცენარის სხვა ნაწილებში ალკალოიდები კვალის სახით არის ნაპოვნი;

მცენარეული ნედლეულიდან ალკალოიდების გამოცალკავება ხდება თავისუფალი ფუძეების და შესაბამისი მარილების სახით.

ცხრილი 1.

ჩვეულებრივი გლედიჩიას (*Gleditsia triacanthos*) ნიმუშები

№	ნედლეულის დასახელება	ნიმუშის აღების ადგილი და დრო
1	ნიმუშის ახალგაზრდა ფოთლები	თბილისის ბოტანიკურ ბაღში მოზარდი გლედიჩიას მაისის თვეში აღებული
2	ნიმუშის ფოთლები.	თბილისის ბოტანიკურ ბაღში მოზარდი გლედიჩიას ივნისის თვეში აღებული
3	ნიმუშის ყვავილები	თბილისის ბოტანიკურ ბაღში მოზარდი გლედიჩიას მაისის თვეში აღებული
4	ნიმუშის ნაყოფი-ჭოტი	თბილისის ბოტანიკურ ბაღში მოზარდი გლედიჩიას ოქტომბრის თვეში აღებული
5	ნიმუშის თესლები.	თბილისის ბოტანიკურ ბაღში მოზარდი გლედიჩიას ნოემბრის თვეში აღებული
6	ნიმუშის ახალგაზრდა ფოთლები	ჩოხატაურის რაიონში მოზარდი გლედიჩიას მაისის თვეში აღებული
7	ნიმუშის ფოთლები	ჩოხატაურის რაიონში მოზარდი გლედიჩიას ივნისის თვეში აღებული
8	ნიმუშის ყვავილები	ჩოხატაურის რაიონში მოზარდი გლედიჩიას მაისის თვეში აღებული
9	ნიმუშის ნაყოფი-ჭოტი	ჩოხატაურის რაიონში მოზარდი გლედიჩიას ოქტომბრის თვეში აღებული
10	ნიმუშის თესლები	ჩოხატაურის რაიონში მოზარდი გლედიჩიას ნოემბრის თვეში აღებული

ცხრილი 2.

ალკალოიდების შემცველობა გლედიჩიას ფოთლებში

გლედიჩიას ახალგაზრდა ფოთლები	
ქიმიური შედგენილობა	ლიტერატურული მონაცემებით
ალკალოიდი ტრიაკანტინი $C_{10}H_{13}N_5$	1%-მდე
გლედიჩიას ფოთლები (გვიან შემოდგომაზე აღებული)	
ალკალოიდი ტრიაკანტინი $C_{10}H_{13}N_5$	უმნიშვნელო
ყვავილები	
ალკალოიდების ჯამი	0,3%

ალკალოიდების თავისუფალი ფუძეების გამოცალკავება მცენარეული ნედლეულიდან ხდება ორგანული გამხსნელებით. გამოცალკავება სრულად რომ მოხდეს უნდა შეირჩეს ისეთი გამხსნელი რომლებიც კარგად იხსნება კონკრეტულად ჩვენთვის საინტერესო ალკალოიდი. როგორც პრაქტიკამ აჩვენა ყველაზე კარგი გამხსნელებია; დიქლორეთანი, ქლოროფორმი, ეთილის ეთერი, ბენზოლი და ა.შ. გამოწვლილის პროცესში მცენარეული ნედლეულიდან გამხსნელებს გამოაქვს თანმხლები ნივთიერებები: ცხიმოვანი ზეთები, ქლოროფილი, ფისები და გომიზები რომელთაგანაც აუცილებელია ალკალოიდის განცალკავება.

აზოტოვანი ფუძეების თვისებითი აღმოჩენა

საკვლევი მცენარის კერძოდ გლედიჩიას ფოთლების და ნაყოფსხეულების გამონაწვლილში, აზოტოვანი ფუძეების განსასაზღვრავად, ვატარებდით თვისობრივ რეაქციებს ქლორწყალბადმჟავას და ბრილიანტის მწვანეს ხსნარით; ფოსფორვოლფრამმჟავას 3%-იანი ხსნარით; მანდელინის რეაქტივით (ამონიუმის მეტა ვანადატის ხსნარი $H_3VO_4 + H_2SO_4$, 0,05 გ გ ამონიუმის ვანადატს ვხსნიდით 10 მლ კონც. H_2SO_4 -ში და ვურევდით მინის ჩხირით. რამოდენიმე საათით დაყოვნების შემდეგ, სითხეს ფრთხილად ვწურავდით მილესილსაცობიან საწვეთურში. ან 0,01 გ ამონიუმის ვანადატს (NH_4VO_3) ვუმატებდით 2 მლ კონც. H_2SO_4 ($\rho = 1,835$) ვაყოვნებდით მეორე დღემდე, მეორე დღეს ვახდენდით სითხის დეკანტაციას. ვათავსებდით მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში).

აზოტოვანი ფუძეების არსებობის დასამტკიცებლად, ვახდენდით წყლიანი გამონაწვლილების ქრომატოგრაფირებას ქაღალდზე, ნ-ბუტანოლ-ძამარმჟავა-წყალი (4:1:2) ხსნარების სისტემაში.

აზოტოვანი ფუძეების რაოდენობითი განსაზღვრა

აზოტოვან ფუძეებს ვსაზღვრავდით გ.ა. ლუკოვნიკოვას და ა.ი. ესიუტინას მოდიფიცირებული მეთოდით. ამ მეთოდის მიხედვით აზოტოვანი ფუძეების შეღებილი კომპლექსების სიმკვრივის განსაზღვრა ხდება რეინეკეს მარილით ($NH_4[Cr(NH_3)_2(NCS)_4]$).

3,0გ დაქუცმაცებულ ნედლეულს (ზუსტი ნიმუშები) ვათავსებდით 200მლ-იანი ტევადობის მრგვალძირა კოლბაში, ვასხამდით 30მლ გასუფთავებულ წყალს, ვწონდით და ვაცხელებდით მდულარე წყლის აბაზანაზე უკუმაცივრით 2 საათის განმავლობაში. მოცულობა აგვყავდა საწყის მასამდე გასუფთავებული წყლით, ცხელ გამონაწვლილებს ვფილტრავდით ქაღალდის ფილტრზე. მიღებულ ფილტრატში ვსაზღვრავდით აზოტოვან ფუძეებს კერძოდ ალკალოიდებს.

ალკალოიდების განსასაზღვრავად, 10მლ ფილტრატს ვათავსებდით 50მლ-იანი ტევადობის კოლბებში, წვეთ-წვეთობით ვამატებდით 15% ქლორწყალბადმჟავას pH 3-მდე (უნივერსალური ინდიკატორის მიხედვით). მიღებულ ხსნარებს ვაცივებდით $0^{\circ}C$ -მდე, ვამატებდით 15მლ რეინეკეს მარილს და 18 საათით ვტოვებდით მაცივარში. წარმოქმნილ ნალექებს ვფილტრავდით №4 ვაკუუმ ფილტრებით და ვრეცხავდით ნ-ბუტანოლით, 3-5მლ-იანი ულუფებით. შემდეგ, ფილტრზე ნალექებს ვხსნიდი აცეტონში და მიღებული ფილტრატი, პიკნომეტრებში აცეტონით აგვყავდა 10მლ-მდე. არაუგვიანეს 5 წუთის შემდეგ, ვახდენდით ხსნარების კოლორიმეტრირებას ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე KFK-2 VXL 4.2 ლურჯი

შუქფილტრით (ტალღის სიგრძე 400–10nm), 10მმ ფენის სისქის კიუვეტში. საკონტროლო ხსნარად ვიყენებდით აცეტონს.

აზოტოვანი ფუძეების რაოდენობის განსასაზღვრავად, საკვლევი მცენარეების ფილტრატის 10მლ-ს ვათავსებდით 50მლ-იანი ტევადობის კოლბებში, ვამატებდით 15მლ კალიუმის პერმანგანატის 0,1 ნ ხსნარს და ვაცხელებდით მდუღარე წყლის აბაზანაზე 10წთ-ის განმავლობაში, სხვა ფუძეების დასაჟანგად ქოლინამდე. ხსნარების 0°C-მდე გაცივების შემდეგ, წვეთ-წვეთობით ვამატებდით 15% ქლორწყალბადმჟავას pH 1-მდე (უნივერსალური ინდიკატორის მიხედვით), შემდეგ, ანალიზს ვატარებდით, როგორც ტრიაკანტინის განსაზღვრისას.

პარალელურად, იმავე პირობებში, რეინეკეს მარილით, ვზომავდით ალკალოიდების ჯამის სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს.

დასკვნა:

- მოვამზადეთ ნაყენები. ყველა ნიმუშიდან.
- ჩატარებული გამოკვლევებით დასტურდება, რომ გლედიჩიას ახალგაზრდა ფოთლებში შედის 1,2%-მდე ალკალოიდი ტრიაკანტინი $C_{10}H_{13}N_5$,
- გლედიჩიას ყვავილებში ალკალოიდების ჯამია 0,32%,
- თბილისის ბოტანიკურ ბაღში და ჩოხატაურში მოზარდი გლედიჩიას სხვადასხვა ნაწილებში ალკალოიდები შემდეგნაირად არის განაწილებული: მაისის თვეში აღებული, ახალგაზრდა ფოთლები შეიცავს 0,89% ალკალოიდებს,
- ივლისის თვეში შეგროვილი ფოთლები ალკალოიდებს მხოლოდ კვალის სახით შეიცავს.
- მცენარის სხვა ნაწილებიდან ყვავილები შეიცავს 0,32%, ხოლო თესლები 0,03% ალკალოიდების ჯამს.

ლიტერატურა:

1. N.Gelovani, L.Targamadze, T.Tsintsadze, I.Gvelesiani, Kh.Tsikarishvili. Preparation of dry extract from ripe fruits of black elderberry (*Sambucus nigra*). VIII Inter.Scienc.Conf. "The Chemistry of coordination compounds" dedicated to the 85th of the Department of Analytical Chemistry Baku 2020. pp. 109-111.
2. M.G.Jincharadze, N.J. Gelovani, R.A. Gakhokidze, I.R. Goderdzishvili. Study of L. Gleditschia flowers common in Georgia. Sokhumi StsTe University Ivane Javakhishvili Tbilisi State University CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF BIOPOLYMERS BOOK VOLUME I. Editors Lali V. Tabatadze, PhD Neli N. Sidamonidze, DSc. Tbilisi 2020 გვ140-146.
3. M. Jincharadze, PhD student. N. Gelovani, professor. Kh. Tsikarishvili, Assoc. Professor. i. Metreveli Asst. Professor. Study of leaves and fruiting bodies of Gleditschia (*L. Gleditschia*) common

- in Georgia in order to determine the amount of extracted substances. Business-Engineering. Georgian Academy of Engineering. yovelkvartaluri referirebadi da recenzirebadi samecniero Jurnal REVIEWSABLE QUARTERLY MAGAZINE 1 2017.
4. G. Areshidze, M. Gverdtsiteli. Theoretical Investigation of Hydrocarbon Components of Petroleum within the Scope of Algebraic Chemistry. Tbilisi, Tbilisi University Press, 2002, -16p.
 5. R. Gakhokidze, M. Gverdtsiteli, A. Gakhokidze. Theoretical Investigation of Krebs ' cycle-. Tbilisi, Tbilisi University Press, 2003, -22p.
 6. Bezchasnyuk E.M., Dyachenko V.V., Kucher O.V., "The process of extraction from medicinal plant materials" - Farmakom 1 – 2003.
 7. Egorova E., Klunova S. Zhivukhina U. Fundamentals of biotechnology M. 2003.
 8. Kryzhanovsky S. A. Pharmacology M. 2007.
 9. Mashkovsky M. D. Medicines M. t. 1.2; 2005.
 10. Minina S. A., Kaukhova I. E. Chemistry and technology of phytopreparations - M.: Geotar-Med, 2004.
 11. Muravieva D. A., Saminina I. A., Yakovlev G. P., Pharmacognosy Moscow 2007.

Determining the co-occurrence of alkaloids in *Gleditsia triacanthos* (*Gleditsia triacanthos*) common in Georgia

Maka Jincharadze	public school of Khtsis village of Khashuri municipality named after Ivane Khrikul. Khtsis village public school of the municipality of Khashuri, SSI. Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Biocomplex Creation and Research Center. E-mail: maka-jincharadze@mail.ru
Nana Gelovani	Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Biocomplex Creation and Research Center. Professor. Georgia, 0175, Tbilisi, Kostavas 69. E-mail: n.gelovani@gtu.ge,
Ramaz Ghakhokidze	Ivane Javakhishvili Tbilisi State University. Academician E-mail: rgakhokidze@gmail.com
Irma Goderdzishvili	public school of Gori #4. Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Center for Creation and Research of Biocomplexes. E-mail: irmuka72@mail.ru,
Darejan Ghughunishvili	Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Tbilisi, Georgia 69 Kostava St.. E-mail: darejan-g@hotmail.com ,

Abstract The aim of this paper is to study the young *Gledichia* common in Georgia, to isolate alkaloids from it and to determine their quality.

Medicinal properties of plants are due to the presence of alkaloids, flavonoids, glycosides, vitamins, tanning substances in them, which have a physiological effect on human and animal bodies or have biological activity against the causes of various diseases. A special group includes antibiotic-producing plants. They are distinguished by less toxicity than synthetic means.

As for Gledichia, its fruits and leaves have a positive therapeutic effect on gastrointestinal diseases (spastic colitis, gastric and duodenal ulcers), and also have a positive effect on exacerbation of chronic cholecystitis.

By studying the alkaloids in the raw material of the plant, it is possible to recommend the use of this plant for a therapeutic or prophylactic purpose.

1) While studying the reference literature, we found out that the leaves, flowers, and seeds of different parts of Gledichia are a sum of alkaloids.

Keywords: Gledichia, alkaloids, polysaccharides extracted with water, extracted substances

მეთოდური მიდგომები ანტიოქსიდანტების ფიზიოლოგიური როლის შესწავლისათვის

ნანა გელოვანი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, “ბიოკომპლექსების შემუშავების და კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი“ თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: n.gelovani@gtu.ge ,
ილია გველესიანი,	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: i.gvelesiani@gtu.ge ,
ლუსანა ლომია	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, “ბიოკომპლექსების შემუშავების და კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი“ თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: lusilusa7@gmail.com
ლიანა თარგამაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, “ბიოკომპლექსების შემუშავების და კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი“ თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: L.targamadze@gtu.ge
მანანა ნეფარიძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, ბიოკომპლექსების შექმნის და კვლევის ცენტრი. საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77. E-mail: manana.teile@gmail.com ,

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი.

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

მ. ჩიქავა, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი

ანოტაცია. ცოცხალი თვითრეგულირების სისტემებისგან განსხვავებით, არაცოცხალი ორგანული სისტემები, რომლებიც ექვემდებარებიან გარე გარემოს ჟანგვის ეფექტს, უფრო მეტად არიან დამოკიდებული საწყის ანტიოქსიდანტურ სტატუსზე: რაც უფრო დაბალია ანტიოქსიდანტების საწყისი დონე, მით უფრო სწრაფად ხდება სისტემის დაბერება, განსაკუთრებით მაშინ, თუ შეიცავს პროოქსიდანტურ და ადვილად ჟანგვად კომპონენტებს. ასეთ ჰეტეროგენულ სისტემებს მიეკუთვნება საკვები პროდუქტები, მათ შორის ადვილად ჟანგვადი უჯერი ნაერთები (ლიპიდები, ვიტამინები, პიგმენტები და ა.შ.) და ძლიერი დამჟანგველები (ფერმენტები, ცვლადი ვალენტობის ლითონები).

თავისუფალ რადიკალური პროცესების განვითარებას ხელს უწყობს შენახვის არახელსაყრელი პირობები (ჰაერის, სინათლის, სითბოს თავისუფალი წვდომა), აგრეთვე დამაბინძურებლების არსებობა, რომლებიც მოქმედებენ როგორც ქიმიური სენსიბილიზატორები. უკვე მე-20 საუკუნის დასაწყისში ცნობილი იყო 500-ზე მეტი ბუნებრივი და სინთეზური ანტიოქსიდანტი, მათ შორის ფენოლის წარმოებულები.

როგორც ცნობილია, უჯრედში ცხოველქმედებისას წარმოიქმნება თავისუფალი რადიკალები, რომლებიც აზიანებენ უჯრედის ორგანელებს, უჯრედს და იწვევენ გულ-სისხლძარღვოვანი სისტემის დაზიანებას, ალცჰაიმერის, სხვადასხვა ენდოკრინულ დაავადებებს თუ სიმსივნეებს. მათ გასანეიტრალებლად აერობულ ორგანიზმებს ანტიოქსიდანტები მოეწოდება. ანტიოქსიდანტებს შეუძლიათ თავისუფალი რადიკალებით გამოწვეული ჟანგვის პროცესის შეკავება. მანამ, სანამ რომელიმე თავისუფალი რადიკალი მემბრანას ელექტრონს წაართმევს, ანტიოქსიდანტები საკუთარ ელექტრონს თმობენ, მაგრამ თვითონ არ გადაიქცევიან თავისუფალ რადიკალად. ისინი მალევე იბრუნებენ ადრინდელ ფორმას და იკავებენ დამცავ ფუნქციას.

ანტიოქსიდანტების საერთო რაოდენობას განვსაზღვრავთ ამპერომეტრიული მეთოდით (TsvetYauza-01-TAA) (NPO Chi-avita-mavtomatika) MEKB.414538.001 TU სტანდარტის, კვერცხის საფუძველზე. ამ მეთოდის არსი არის ელექტრული დენის გაზომვა, რომელიც წარმოიქმნება საცდელი ნივთიერების (ან ნივთიერებების ნარევის) დაჟანგვის დროს სამუშაო ელექტროდის ზედაპირზე გარკვეულ პოტენციალზე. საცნობარო ნიმუშის (კვერცხის) სიგნალის კალიბრაციის დამოკიდებულება მის კონცენტრაციაზე წინასწარ იყო აგებული და მიღებული კალიბრაციის გამოყენებით, წყალში ხსნადი ანტიოქსიდანტების შემცველობა ტესტის ნიმუშებში გამოითვლება კვერცხის კონცენტრაციის ერთეულებში. მეთოდს აქვს

მაღალი სელექციურობა ნიმუშში ანტიოქსიდანტების საერთო რიცხვის დასადგენად. ამპერომეტრიული დეტექტორის (AD) მგრძობელობა ძალიან მაღალია (~10–12 ა) დაბალი ხმაურის გამო. ანტიოქსიდანტური აქტივობის გამოვლენის ზღვარი ნაწილ- ან პიკოგრამების დონეზეა იძლევა შესაძლებლობას შესწავლილი იქნას ნივთიერებების შემცველობა 1 გ მშრალ წონაზე. კვლევის მსვლელობისას აღებული უნდა იქნას 15 ნიმუში და გაანალიზდეს სამჯერ ბიოლოგიური რეპლიკაცია.

საკვანძო სიტყვები: ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ჟანგბადის აქტიური ფორმები, კვერცეტინი, დამცავი ფუნქცია.

შესავალი

უამრავი ინფორმაციაა უჯრედების ანტიოქსიდანტური სისტემებისა და სტრესის პირობებში მათი გააქტიურების შესახებ. დადგენილია, რომ, როგორც წესი, არახელსაყრელი პირობების გავლენის ქვეშ, ცოცხალი ორგანიზმების უჯრედებში ვითარდება ოქსიდაციური სტრესული პროცესები, რომლებიც გამოწვეულია ჟანგბადის აქტიური ფორმების წარმოქმნით. ჟანგბადის აქტიური ფორმებისთვის დამახასიათებელია მაღალი რეაქციის უნარიანობა, რაც არღვევს უჯრედში მრავალი პროცესის მიმდინარეობას, ისევე როგორც მის სტრუქტურებს, როგორცაა მემბრანები, რაც იწვევს ლიპიდების პეროქსიდაციას. ჩვენი კვლევები ადასტურებს, რომ მცენარეებში ანტიოქსიდანტებით გამოწვეული სტრესი წარმოიქმნება სხვადასხვა ხასიათის ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად, მათ შორის არაორგანული (მძიმე ლითონები) და ორგანული (შარდოვანა, ფენოლური ნაერთები) დამაბინძურებლების ზემოქმედებით.

უჯრედებს აქვთ ანტიოქსიდანტური სისტემები, რომლებიც ანეიტრალევენ აქტიური ჟანგბადის ზემოქმედებას და, შესაბამისად, ხელს უშლიან უჯრედების დაზიანებას. ეს სისტემები მოიცავს როგორც დაბალი მოლეკულური წონის არაცილოვან ანტიოქსიდანტებს (კაროტინოიდები, პროლინი, ასკორბატი, გლუტათიონი, ფლავონოიდები და ა.შ.), ასევე სპეციფიკურ ანტიოქსიდანტურ ფერმენტებს და SH-ცილებს.

ყველა ანტიოქსიდანტი შეიძლება დაიყოს არაპირდაპირ ანტიოქსიდანტებად და პირდაპირ ანტიოქსიდანტებად. არაპირდაპირი მოქმედების ანტიოქსიდანტებს შეუძლიათ შეამცირონ თავისუფალი რადიკალების დაჟანგვის ინტენსივობა მხოლოდ ბიოლოგიურ ობიექტებში *in vivo*, მაგრამ არაეფექტურია *in vitro*. მათი გავლენის მექანიზმები შეიძლება იყოს განსხვავებული:

- 1) ანტიოქსიდანტური ფერმენტების გააქტიურება;

2) ორგანიზმში იმ რეაქციების შენელება, რაც იწვევს ჟანგბადის აქტიური ფორმების წარმოქმნას;

3) თავისუფალი რადიკალების ჟანგვის რეაქციების ცვლა ნაკლებად რეაქციისუნარიანი ნაერთების წარმოქმნისკენ;

4) ანტიოქსიდანტური თავდაცვისა და დაზიანების აღდგენის სისტემების ცილების მაკოდირებელი გენების შერჩევითი ინდუქცია;

5) ნივთიერებათა ცვლის ნორმალიზება და ა.შ.

შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნებისმიერ ნივთიერებას, რომელსაც შეუძლია მოახდინოს ნორმალიზებადი ეფექტი ორგანიზმში მეტაბოლურ პროცესებზე, შეუძლია აჩვენოს "ანტიოქსიდანტური" ეფექტი.

ძირითადი ნაწილი

ამჟამად ანტიოქსიდანტების განსაზღვრის უამრავი სხვადასხვა მეთოდი არსებობს: ფოტომეტრული, ქიმიური, ელექტროქიმიური და ა.შ. თუმცა, ბევრ მათგანს აქვს მნიშვნელოვანი ნაკლი, რაც ართულებს ამ მეთოდებით მიღებული შედეგების გაგებას და შემდგომ გამოყენებას.

ანტიოქსიდანტების საერთო რაოდენობას განვსაზღვრავთ ამპერომეტრიული მეთოდით (TsvetYauza-01-TAA) (NPO Chi-avita-mavtomatika) MEKB.414538.001 TU სტანდარტის, კვერცეტინის საფუძველზე. ამ მეთოდის არსი არის ელექტრული დენის გაზომვა, რომელიც წარმოიქმნება საცდელი ნივთიერების (ან ნივთიერებების ნარევის) დაჟანგვის დროს სამუშაო ელექტროდის ზედაპირზე გარკვეულ პოტენციალზე. საცნობარო ნიმუშის (კვერცეტინი) სიგნალის კალიბრაციის დამოკიდებულება მის კონცენტრაციაზე წინასწარ იყო აგებული და მიღებული კალიბრაციის გამოყენებით, წყალში ხსნადი ანტიოქსიდანტების შემცველობა ტესტის ნიმუშებში გამოითვლება კვერცეტინის კონცენტრაციის ერთეულებში. მეთოდს აქვს მაღალი სელექციურობა ნიმუშში ანტიოქსიდანტების საერთო რიცხვის დასადგენად. ამპერომეტრიული დეტექტორის (AD) მგრძობელობა ძალიან მაღალია (~10–12 ა) დაბალი ხმაურის გამო. ანტიოქსიდანტური აქტივობის გამოვლენის ზღვარი ნანო- ან პიკოგრამების დონეზეა იძლევა შესაძლებლობას შესწავლილი იქნას ნივთიერებების შემცველობა 1 გ მშრალ წონაზე. კვლევის მსვლელობისას აღებული უნდა იქნას 15 ნიმუში და გაანალიზდეს სამჯერ ბიოლოგიური რეპლიკაცია.

რაც შეეხება მეორე მეთოდს, ქემილუმინესცენტური მეთოდი არის ყველაზე ინფორმაციული მეთოდი ანტიოქსიდანტების შესასწავლად და აქვს მრავალი მნიშვნელოვანი უპირატესობა:

ანტიოქსიდანტური მოქმედების პირდაპირი განსაზღვრა - ფიქსირდება ანტიოქსიდანტების პირდაპირი მოქმედება თავისუფალ რადიკალებზე. ქემილუმინესცენტური მეთოდი იყენებს თავისუფალი ქიმიური რადიკალების წარმოქმნის სისტემას, რომელიც წარმოქმნის საკონტროლო ქემილუმინესცენტურ ბზინვარებას. შემდეგ ასეთ სისტემას ემატება ანტიოქსიდანტი, რომელიც ანეიტრალებს თავისუფალ რადიკალებს, რაც იწვევს საკონტროლო ქემილუმინესცენციის ჩახშობას.

ამ მიდგომის მნიშვნელოვანი უპირატესობაა თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნისთვის სხვადასხვა ქიმიური სისტემების გამოყენების შესაძლებლობა, რაც შესაძლებელს ხდის დამატებით განისაზღვროს ანტიოქსიდანტების სპეციფიკა (გარკვეული სახის თავისუფალი რადიკალების განეიტრალების უნარი) და მათი მოქმედების ლოკალიზაცია.

ანტიოქსიდანტების რაოდენობითი და თვისებითი მახასიათებლების გაზომვა - ქემილუმინესცენტური მეთოდი საშუალებას გვაძლევს დავახასიათოთ ნებისმიერი ნაერთი, რომელსაც აქვს ანტიოქსიდანტური ეფექტი ორი დამოუკიდებელი ინდიკატორით:

ანტიოქსიდანტური მოცულობა (აV) - თავისუფალი რადიკალების მთლიანი რაოდენობა, რომელსაც შეუძლია გაანეიტრალოს ნაერთი, რომელიც შეიცავს გარკვეული მოცულობის ნიმუშს.

ანტიოქსიდანტური აქტივობა (აა) - თავისუფალი რადიკალების ნეიტრალიზაციის სიჩქარე, ე.ი. დროის ერთეულზე განეიტრალებული რადიკალების რაოდენობა.

ანტიოქსიდანტები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან თავიანთი აქტივობით - თავისუფალ რადიკალებთან რეაგირების უნარით. არსებობს „ძლიერი“ ანტიოქსიდანტები, ე.ი. მაღალი აქტივობის ანტიოქსიდანტები, რომლებიც მაღალი სიჩქარით „ჩაჭრიან“ თავისუფალ რადიკალებს და მთლიანად თრგუნავენ ქემილუმინესცენციას. ასეთ ანტიოქსიდანტებს აქვთ მაქსიმალური ეფექტი ქემილუმინესცენციის ინტენსივობაზე დაბალი კონცენტრაციით და სწრაფად მოიხმარენ. მეორე მხრივ, არსებობს „სუსტი“ ანტიოქსიდანტები, ე.ი. ანტიოქსიდანტები დაბალი აქტივობით, რომლებიც ურთიერთქმედებენ თავისუფალ რადიკალებთან დაბალი სიჩქარით და მხოლოდ ნაწილობრივ თრგუნავენ ქემილუმინესცენციას. ასეთ ანტიოქსიდანტებს აქვთ მნიშვნელოვანი ეფექტი მხოლოდ მაღალ კონცენტრაციებში, მაგრამ ისინი ნელა მოიხმარენ და მოქმედებენ დიდი ხნის განმავლობაში.

ქემილუმინესცენტური მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ანტიოქსიდანტური პარამეტრების დასადგენად:

ბიოლოგიური სითხეები (პლაზმა, ნერწყვი, ცრემლი, შარდი, სპერმა, ექსუდატი);
ფარმაკოლოგიური პრეპარატები და ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები;
სასმელები და საკვები დანამატები;
კოსმეტიკა და მოვლის საშუალებები; და ა.შ.

დასკვნა:

ლიტერატურულ წყაროებზე დაყრდნობით აღმოჩნდა, რომ ანტიოქსიდანტებს შეუძლიათ იმოქმედონ როგორც პროტონის დონორები, როგორც ლითონის ქელატორები და როგორც მრავალი ჟანგვითი ფერმენტის ინჰიბიტორები. ანტიოქსიდანტები უაღრესად მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ორგანიზმში, რათა თავიდან აიცილონ ორგანიზმისთვის აგრესიული ენდო- და ეგზოგენური ფაქტორებით გამოწვეული დეფექტები.

ქემილუმინესცენტური მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ანტიოქსიდანტური პარამეტრების დასადგენად:

ბიოლოგიური სითხეები (პლაზმა, ნერწყვი, ცრემლი, შარდი, სპერმა, ექსუდატი);
ფარმაკოლოგიური პრეპარატები და ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები;
სასმელები და საკვები დანამატები;
კოსმეტიკა და მოვლის საშუალებები; და ა.შ.

ლიტერატურა:

1. Slesarev V.I. Chemistry: Basic Chemistry of the Living. St. Petersburg: Himizdat, 2005.
2. "Biogenic elements. Complex compounds": teaching aid./ Edited by Professor T.N. Litvinova. - Krasnodar, KSMU, 2009.
3. Demidov, I.N. Dependence of the antioxidant properties of plant extracts on the concentration of phenolic compounds / I.N. Demidov, L.A. Danilova, F.E. Itskov, L.A. Chernova // Food technology. - 1993. - No. 5-6. - P. 54-57.
4. Gelovani N., Gvelesian I., Lomaia L., Pataridze G., Goderdzishvili I., Tsikarishvili Kh. DETERMINATION OF THE TOTAL AMOUNT OF FLAVONOIDS IN THE FRUITS OF CRATAEGUS OXYACANTHA L (FAMILY: ROSACEAE). World Journal of Pharmaceutical ResearchSJIF Impact Factor 8.084Volume 12, Issue 3, 1259-1267. 2023. Research Article ISSN 2277- 7105
5. Georgievsky, V.P. Biologically active substances of medicinal plants// Vladimir Georgievsky. - Novosibirsk: Nauka, 2001. - 216 p.
6. Gelovani N., Gvelesiani I., Lomaia L., Jincharadze M., Goderdzishvili I., Targamadze L. Research on antioxidant activity of the remaining mass after treatment with alcohol-aqueous solution of the ripe fruits of blueberry (*Vaccinium uliginosum*) and horsetail (*Hippophae*). Science and

- Technology. Scientific refereed journal No. 1(741), Tbilisi 2023. p. 77-83. DOI:<http://doi.org/10.36073/0130-7061>, ISSN 0130-7061 Index 76127.
7. Levitsky, E.L. Antioxidants and nutrition / Evgeny Levitsky // Medical Bulletin. - 1998. - No. 2. - P. 16–17.
 8. Sorokina, I.V. The role of phenolic antioxidants in increasing the resistance of organic systems to free radical oxidation: Analytical review // I.V. Sorokina, A.P. Krysin, T.B. Khlebnikova and others. - Novosibirsk: Publishing House of the State Public Scientific and Technical Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1997. - 68 p.
 9. Khasanov, V.V. Methods for the study of antioxidants / V.V. Khasanov, G.L. Ryzhova, E.V. Maltseva // Chemistry of plant raw materials. - 2004. - No. 3. - P. 63–75.
 10. Chupakhina, G. N. Natural antioxidants: ecological aspect // G. N. Chupakhina, P. V. Maslennikov, L. N. Skrypnik. - Kaliningrad: Publishing House of the Baltic Federal University. Immanuel Kant, 2011. - 111 p.
 11. Sharova, E. I. Plant antioxidants: textbook // Ekaterina Sharova. - St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University, 2016. - 140 p.
 12. Sharafutdinova, E.N. Food quality and antioxidant activity / E.N. Sharafutdinova, A.V. Ivanova, A.I. Matern, H.Z. Brainina // Analytics and control. – 2011. – 15(3). - S. 281-286.
 13. Yashin, Ya.I. natural antioxidants. Content in food products and their impact on human health and aging / Ya.I. Yashin, V.Yu. Ryzhnev, A.Ya. Yashin, N.I. Chernousov. - Moscow: TransPit, 2009. - 200 p.

Methodical approaches for studying the physiological role of antioxidants

Nana Gelovani	Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, "Educational and Scientific Center for Development and Research of Biocomplexes" Tbilisi, Georgia 69 Kostava St. E-mail: n.gelovani@gtu.ge ,
Ilia Gvelesiani	Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Tbilisi, Georgia Kostava 69. E-mail: i.gvelesiani@gtu.ge ,
Lusana Lomaia	Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, "Educational and Scientific Center for Development and Research of Biocomplexes" Tbilisi, Georgia 69 Kostava St. E-mail: lusilusa7@gmail.com
Liana Targamadze	Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, "Educational and Scientific Center for Development and Research of Biocomplexes" Tbilisi, Georgia 69 Kostava St. E-mail: L.targamadze@gtu.ge
Manana Neparidze	Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Biocomplex Creation and Research Center. Georgia, 0175, Tbilisi, Kostavas 69. E-mail: manana.teile@gmail.com ,

Abstract. Unlike living self-regulating systems, non-living organic systems that are exposed to the oxidizing effect of the external environment are more dependent on the initial antioxidant status: the lower the initial level of antioxidants, the faster the system ages, especially if it contains pro-oxidant

and easily oxidizable components. Such heterogeneous systems include food products, including easily oxidized unsaturated compounds (lipids, vitamins, pigments, etc.) and strong oxidizers (enzymes, variable valence metals).

The development of free radical processes is facilitated by unfavorable storage conditions (free access to air, light, heat), as well as the presence of pollutants that act as chemical sensitizers. At the beginning of the 20th century, more than 500 natural and synthetic antioxidants, including phenol derivatives, were known.

As it is known, free radicals are formed during animal activity in the cell, which damage the cell organelles, the cell and cause damage to the cardiovascular system, Alzheimer's, various endocrine diseases or tumors. Antioxidants were produced by aerobic organisms to neutralize them. Antioxidants can inhibit the oxidation process caused by free radicals. Before any free radical takes away an electron from the membrane, antioxidants give up their own electron, but they do not turn into a free radical themselves. They soon return to their former form and assume a protective function.

The total amount of antioxidants is determined by the amperometric method (TsvetYauza-01-TAA) (NPO Chi-avita-mavtomatika) MEKB.414538.001 TU standard, based on quercetin. The essence of this method is the measurement of the electric current generated during the oxidation of the test substance (or a mixture of substances) on the surface of the working electrode at a certain potential. The dependence of the signal calibration of the reference sample (quercetin) on its concentration was built in advance, and using the resulting calibration, the content of water-soluble antioxidants in the test samples was calculated in units of the quercetin concentration. The method has a high selectivity for determining the total number of antioxidants in the sample. The sensitivity of the amperometric detector (AD) is very high ($\sim 10\text{--}12$ A) due to the low noise. The detection limit of antioxidant activity is at the nano- or picogram level, which makes it possible to study the content of substances per 1 g of dry weight. During the course of the study, 15 samples should be taken and analyzed in three biological replicates.

Keywords: Antioxidant activity, active forms of oxygen, quercetin, protective function.

AQUEOUS AND ALCOHOL-AQUEOUS EXTRACTS OBTAINED FROM AIR-DRIED FRUITS OF
BLACK MULBERRY (*MORUS NIGRA*) - AS ONE OF THE MAIN COMPONENTS OF BIOCOMPLEXES

- Ekaterine Giorgishvili** Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, "Educational and Scientific Center for Development and Research of Biocomplexes" Tbilisi, Georgia 69 Kostava St.
E-mail: eka.giorgishvili@gmail.com,
- Nana Gelovani** Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, "Educational and Scientific Center for Development and Research of Biocomplexes" Tbilisi, Georgia 69 Kostava St.
E-mail: n.gelovani@gtu.ge,
- Ilia Gvelesiani** Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Tbilisi, Georgia Kostava 69.
E-mail: i.gvelesiani@gtu.ge,
- Liana Targamadze** Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, "Educational and Scientific Center for Development and Research of Biocomplexes" Tbilisi, Georgia 69 Kostava St.
E-mail: L.targamadze@gtu.ge
- Irma Tsomaia** Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Tbilisi, Georgia Kostava 69.
E-mail: i.tsomaia@gtu.ge
- Medea Chikava** Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Tbilisi, Georgia Kostava 69.
E-mail: m.chikava@gtu.ge

Reviewers:

Z. Chankseliani, chairman of the Mtskheta inter-district production union "Agriculture", director of the scientific-research institute of agricultural resources

E-mail: zauri49@yahoo.com

G. Danelia, Technical University of Georgia, Department of Chemical Technology, Georgia, Tbilisi, Kostava St. 69, 0175

E-mail: giadanelia55@gmail.com

Abstract. There is normative documentation for plant raw materials, where one of the important features is the discovery and standardization of the main biologically active substances included in their composition. Researches are conducted using chemical, physico-chemical and biological methods.

Mulberry (*Morus* spp. L.) is a perennial tree. *Morus alba* (white mulberry) is believed to be native to southwestern China, *Morus rubra* (red mulberry) is common in North America, and *Morus*

nigra (black mulberry) is found in Iran. Mulberry is widely distributed throughout the world. For research and as a component of biocomplexes, we selected *Morus nigra* (black mulberry)

Recently, many studies have shown that edible plants are a good source of phytochemicals and play an important role in maintaining human health. Mulberry has a high content of polyphenols, including flavonoids, anthocyanins and carotenoids.

Methods of studying already known medicinal plants and materials, which are included in state pharmacopoeias, are completely acceptable to us. At the same time, the factors affecting the accumulation of biologically active substances that are important for us (rational methods of collecting and drying raw materials, loss of active substances during storage, study of individual chemical groups) should be taken into account.

Tinctures are colored, liquid alcohol or water-alcohol extracts obtained from medicinal plant material without heating or removing the extractant.

The following methods were used to prepare aqueous and alcoholic extracts: maceration, percolation, opening of thick and dry extracts. The percolation method includes three successive stages: wetting of raw materials (raw materials), infusion and percolation itself. The resulting extracts are non-turbid liquids that contain a significant amount of particles. The extracts are purified at a temperature not exceeding 10°C until a clear liquid is obtained. At this temperature, the solubility of the separated substances decreases and accordingly. As it turned out, when the tincture is stored at a temperature of 15°C, the probability of precipitation is low. After at least 2 days, filtration is carried out by decantation, filtering to avoid accidental inclusions.

We used filter presses and centrifuges for filtration. Nut filters are not recommended due to possible loss of extractant.

The content of active substances in the obtained extracts was determined by two methods:

1. Chemical (concoctions containing alkaloids, tannins, essential oils, organic acids, etc.);
2. Biological (infusions containing glycosides and bitter substances) method.

From the test methods, we used: checking of organoleptic characteristics, determination of the amount of alcohol, identification of extracted substances. We plan to determine heavy metals in the future.

Key words: filtration, organoleptic characteristics, tinctures, filter presses and centrifuge.

Introduction



Figure 1. Black mulberry fruits

Black mulberry - a tree from the mulberry family. Fruits of the mulberry have an almost record content of potassium and will be especially useful to people who suffer from a lack of this element. Besides, berries are rich in vitamins E, A, K, C, as well as vitamins of group B. Manganese, selenium, copper, iron and zinc are present among microelements, and among macroelements – magnesium, calcium, phosphorus and sodium.

Mulberry fruits are considered medicinal. Berries are very useful for the digestive tract. Unripe - they have an astringent taste and are able to remove heartburn, and ripe ones are a wonderful disinfectant for food intoxication. Overripe mulberry can be used as a laxative. In addition, ripe fruits are often used as a diuretic. Berries are also used for recovery in the postoperative period and during heavy physical exertion.

The juice of the berries is used to gargle the throat and mouth. Daily consumption of a large number of berries per day (300 g, four times a day) helps in the treatment of myocardial dystrophy and removes its symptoms. Berries stimulate tissue regeneration, including on the organs of vision.

The fruits of the mulberry tree can be dried, and despite their sweet taste, they do not harm the health of diabetics. Silk sugar, while giving strength to the body, does not contribute to fullness, and even people who tend to gain weight quickly can eat these berries without fear.

Min part

The specificity of the extraction process, due to the chemical nature of the active substances

The determining factors of the extraction process are the chemical composition of the active substances, and solubility, resistance to heat. Therefore, an individual method of processing medicinal plant materials is needed.

Methods of studying already known medicinal plants and materials, which are included in state pharmacopoeias, are completely acceptable to us. At the same time, the factors affecting the accumulation of biologically active substances that are important for us (rational methods of collecting and drying raw materials, loss of active substances during storage, study of individual chemical groups) should be taken into account.

Tinctures are colored, liquid alcohol or water-alcohol extracts obtained from medicinal plant material without heating or removing the extractant.

The following methods were used to prepare aqueous and alcoholic extracts: maceration, percolation, opening of thick and dry extracts. The percolation method includes three successive stages: wetting of raw materials (raw materials), infusion and percolation itself. The resulting extracts are non-turbid liquids that contain a significant amount of particles. The extracts are purified at a temperature not exceeding 10°C until a clear liquid is obtained. At this temperature, the solubility of the separated substances decreases and accordingly. As it turned out, when the tincture is stored at a temperature of 15°C, the probability of precipitation is low. After at least 2 days, filtration is carried out by decantation, filtering to avoid accidental inclusions.

We used filter presses and centrifuges for filtration. Nut filters are not recommended due to possible loss of extractant.

The content of active substances in the obtained extracts was determined by two methods:

1. Chemical (concoctions containing alkaloids, tannins, essential oils, organic acids, etc.);
2. Biological (infusions containing glycosides and bitter substances) method.

From the test methods, we used: checking of organoleptic characteristics, determination of the amount of alcohol, identification of extracted substances. We plan to determine heavy metals in the future.

For the manufacture of water extracts, closed vessels are used - infunders (from lat infundio - pour over, brew). Infundirki can be enameled, stainless steel and porcelain. Funding material should not interact with plant material. It must have sufficient thermal conductivity and mechanical strength.



Figure 2. EQUIPMENT FOR MANUFACTURING WATER EXTRACTIONS

Porcelain infusers do not warm up well, so they must be preheated for 15 minutes. The infuser should be at a height of 5-8 cm above the water surface, the temperature inside the infuser should be 97-98 °C.

Extracts (concentrates) were prepared by extracting plant raw materials with weak ethanol (20–50%) using special methods, which make it possible to completely extract the active substances. After preparation, the extracts (concentrates) were standardized by chemical methods for the active substances. Standardized extracts (concentrates) ensured the production of biological preparations (complexes) with the exact concentration of active substances, while in the manufacture of aqueous extracts from raw materials, some inaccuracies are possible due to violations of its storage regime and some deviations in technological operations.

The use of concentrates has some disadvantages. Infusions made from concentrates and directly from plant materials often differ externally in color and intensity of color, degree of transparency, etc. . If the extract contains quantifiable active ingredients, then the target is not the total volume of the extract at the output, but the amount of active ingredients in it. In other words, the mass of the obtained extract can be any, but the amount of active substances in it will be the same as in the original raw material.

Conclusion:

The content of active substances in the obtained extracts was determined by two methods:

1. Chemical (concoctions containing alkaloids, tannins, essential oils, organic acids, etc.);
2. Biological (infusions containing glycosides and bitter substances) method.

From the test methods, we used: checking of organoleptic characteristics, determination of the amount of alcohol, identification of extracted substances.

References:

1. Medicinal plant material. Pharmacognosy: textbook. allowance / ed. G.P. Yakovleva, K.F. Pancake. [Text] - St. Petersburg. : SpetsLit, 2004. - 765 p.
2. Loria M., Georgian Soviet Encyclopedia, Vol. 4, vol., 1979. — p. 701.
3. Gelovani N., Gvelesiani I., Lomaia L., Jincharadze M., Goderdzishvili I., Targamadze L. Research on antioxidant activity of the remaining mass after treatment with alcohol-aqueous solution of the ripe fruits of blueberry (*Vaccinium uliginosum*) and horsetail (*Hippophae*). Science and Technology. Scientific refereed journal No. 1(741), Tbilisi 2023. p. 77-83. DOI:<http://doi.org/10.36073/0130-7061>, ISSN 0130-7061 Index 76127
4. www.medvid.ru

5. <https://agrokavkaz.ge/dargebi/mebageoba/thutha-dargva-gaskhvla-varjis-phormireba-movla-baghis-gasheneba.html>
6. N. Gelovani, T. Tsintsadze, Kh. Tsikarishvili, I. Gvelesiani, D. Ghughunishvili, Determining the percentage content of mineral nutritional elements in the common sardine (*Satureia Laxiflora* C. Koch) in Georgia, Georgian Chemical Journal, Tbilisi. Vol. 11, #4, p. 465-468. 2011.
7. N. Gelovani, R. Skhiladze. hemical study of *bovista nigrescus* (pers), Georgian Chemical Journal, Vol. 7, (4), 425-428 (2007).

შავი თუთის (*Morus nigra*) ჰაერმშრალი ნაყოფებიდან მიღებული წყლიანი და სპირტ-წყალხსნარიანი გამონაწვლილები - როგორც ბიოკომპლექსების ერთერთი ძირითადი კომპონენტი

ეკატერინე გიორგიშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, “ბიოკომპლექსების შემუშავების და კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი“ თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: eka.giorgishvili@gmail.com ,
ნანა გელოვანი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, “ბიოკომპლექსების შემუშავების და კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი“ თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: n.gelovani@gtu.ge
ილია გველესიანი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: i.gvelesiani@gtu.ge ,
ლიანა თარგამაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, “ბიოკომპლექსების შემუშავების და კვლევის სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი“ თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: L.targamadze@gtu.ge
ირმა ცომაია	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: i.tsomaia@gtu.ge
მედეა ჩიქავა	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო კოსტავას 69. E-mail: m.chikava@gtu.ge

ანოტაცია. მცენარეული ნედლეულისათვის არსებობს ნორმატიული დოკუმენტაცია, სადაც ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მახასიათებლად გათვალისწინებულია მათ შემადგენლობაში შემავალი ძირითადი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების აღმოჩენა და ნორმირება. კვლევები მიმდინარეობს ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური მეთოდების გამოყენებით.

თუთა (*Morus spp. L.*) მრავალწლოვანი ხეა. *Morus alba* (თეთრი თუთა) სამშობლოდ ითვლება სამხრეთ-დასავლეთ ჩინეთში, *Morus rubra* (წითელი თუთა) გავრცელებულია ჩრდილოეთ ამერიკაში და *Morus nigra* (შავი თუთა) გვხვდება ირანში. თუთა ფართოდ არის გავრცელებული მთელ მსოფლიოში. კვლევებისთვის და ბიოკომპლექსების კომპონენტად, ჩვენ შევარჩიეთ *Morus nigra* (შავი თუთა)

ბოლო დროს მრავალმა კვლევამ აჩვენა, რომ საკვები მცენარეები ფიტოქიმიკატების კარგი წყაროა და მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში. თუთას აქვს პოლიფენოლების მაღალი შემცველობა, მათ შორის ფლავონოიდები, ანთოციანინები და კაროტინოიდები.

უკვე ცნობილი სამკურნალო მცენარეების და მასალის შესწავლის მეთოდები, რომლებიც შესულია სახელმწიფო ფარმაცოპეებში, ჩვენთვის სრულიად მისაღებია. ამასთან ყურადსაღებია ფაქტორები, რომლებიც მოქმედებენ ჩვენთვის მნიშვნელოვანი, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების დაგროვებაზე (ნედლეულის შეგროვებისა და გაშრობის რაციონალური მეთოდები, მოქმედი ნივთიერებების დანაკარგი შენახვისას, ცალკეული ქიმიური ჯგუფების შესწავლა).

ნაყენები წარმოადგენენ სამკურნალო მცენარეული მასალისგან მიღებულ ფერად, თხევად სპირტ ან წყალ-სპირტიან ექსტრაქტებს, გათბობისა და ექსტრაგენტის მოცილების გარეშე.

წყლიანი და სპირტწყალხსნარიანი ექსტრაქტების მოსამზადებლად გამოყენებულ იქნა შემდეგი მეთოდები: მაცერაცია, პერკოლაცია, სქელი და მშრალი ექსტრაქტების გახსნა. პერკოლაციის მეთოდი მოიცავს სამ თანმიმდევრულად მიმდინარე ეტაპს: ნედლეულის დასველებას (ნედლეულის გაფუება), ინფუზიას და თავად პერკოლაციას. შედეგად მიღებული ექსტრაქტები არის არაგამჭირვალე სითხეები, რომლებიც შეიცავს ნაწილაკების მნიშვნელოვან რაოდენობას. ექსტრაქტები იწმინდება არაუმეტეს 10°C ტემპერატურაზე, სანამ არ მიიღება გამჭვირვალე სითხე. ამ ტემპერატურაზე გამოყოფილი ნივთიერებების ხსნადობა მცირდება და შესაბამისად. როგორც აღმოჩნდა, ნაყენის 15°C ტემპერატურაზე შენახვისას, ნალექის წარმოქმნის ალბათობა დაბალია. არანაკლებ 2 დღის შემდეგ, ფილტრაცია ხორციელდება დეკანტაციით, ვფილტრავდით შემთხვევითი ჩანართების თავიდან აცილების მიზნით.

ფილტრაციისათვის გამოვიყენეთ ფილტრპრესები და ცენტრიფუგა. ნუჩის ფილტრები არ არის რეკომენდებული ექსტრაგენტის შესაძლო დაკარგვის გამო.

მიღებულ ექსტრაქტებში აქტიური ნივთიერებების შემცველობა განისაზღვრა ორი მეთოდით:

1. ქიმიური (ალკალოიდების, ტანინების, ეთერზეთების, ორგანული მჟავების და ა.შ. შემცველი ნაყენები);

2. ბიოლოგიური (გლიკოზიდებისა და მწარე ნივთიერებების შემცველი ნაყენები) მეთოდით.

გამოცდის მეთოდებიდან გამოვიყენეთ: ორგანოლექტიკური მახასიათებლების შემოწმება, სპირტის რაოდენობითი განსაზღვრა, ექსტრაქტული ნივთიერებების იდენტიფიკაცია. მომავლისთვის დაგეგმილი გვაქვს მძიმე მეტალების განსაზღვრა.

საკვანძო სიტყვები: ფილტრაცია, ორგანოლექტიკური მახასიათებლები, ნაყენები, ფილტრპრესები და ცენტრიფუგა.

ტუჩოსანთა ოჯახის საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი სახეობის ანტიოქსიდანტური აქტივობის შეფასება

თეონა კორკოტაძე	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ფარმაცევტული ბოტანიკის დეპარტამენტი, სადოქტორო პროგრამის სტუდენტი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: teokorkotadze@gmail.com
სოფიო გოქაძე	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ფარმაცევტული ბოტანიკის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: s.gokadze@tsmu.edu
ვახტანგ მშვილდაძე	იოველ ქუთათელაძის ფარმაცოქიმის ინსტიტუტი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი, სარაჯიშვილის ქ, 36, ვაშლიჯვარი, თბილისი, 0159, საქართველო E-mail: v.mshvildadze@tsmu.edu
მალხაზ ჯოხაძე	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ფარმაცევტული ბოტანიკის დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: m.jokhadze@tsmu.edu
დალი ბერაშვილი	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ფარმაცევტული ბოტანიკის დეპარტამენტი, პროფესორი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: d.berashvili@tsmu.edu

რეცენზენტები:

ა. ბაკურიძე, თსსუ ფარმაცევტული ტექნოლოგიის დეპარტამენტის პროფესორი ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი,

E-mail: a.bakuridze@tsmu.edu,

ა. ბოჟაძე, თსსუ ფარმაცოგნოზიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი,

E-mail: a.bozhadze@tsmu.edu,

ანოტაცია. ტუჩოსანთა ოჯახის მცენარეები და მათგან მიღებული ფიტოპრეპარატები ამჟღავნებს ანტიოქსიდანტურ, ანტისეპტიკურ, ანტიმიკრობულ, ანტივირუსულ, ანთების და სიმსივნის საწინააღმდეგო აქტივობას. ისინი გამოიყენება, როგორც სედაციური, ამოსახველებელი, სპაზმოლიზური, შარდმდენი, სეკრეციის გამამლიერებელი. ამ ოჯახის სახეობები ეთერზეთებისა და პოლიფენოლების შემცველობის გამო, ითვლება ანტიოქსიდანტების პოტენციურ წყაროდ.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ტუჩოსანთა ოჯახის, საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი სახეობის ანტიოქსიდანტური აქტივობის შეფასება,

ჩატარდა ხარისვარდას - *Salvia sclarea L.*, დაჯირას - *Salvia verticillata L.*, შალამანდილის - *Salvia glutinosa L.*, ბორცვის ბეგქონდარას - *Thymus collinus Bieb* და თბილისის ბეგქონდარას - *Thymus tiflisiensis Klokov et Des.- Shost.* მიწისზედა ნაწილების მეთანოლიანი ექსტრაქტების ანტიოქსიდანტური აქტივობის შეფასება სპექტროფოტომეტრული მეთოდით 2,2 - დიფენილ 1-პიკრილჰიდრაზილის (DPPH) რეაქტივის გამოყენებით.

დადგინდა, რომ ბორცვის ბეგქონდარას და თბილისის ბეგქონდარას ექსტრაქტის, (IC50) არის - 1.213 და 1.104 მგ/მლ-ია, ხოლო დაჯირას, შალამანდილის და ხარისვარდას ექსტრაქტის კი 0.656, 0.683 და 1.349 მგ/მლ, შესაბამისად.

საკვანძო სიტყვები: ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ბეგქონდარა, სალბი, ტუჩოსანთა.

შესავალი

ტუჩოსანთა (Labiatae – Lamiaceae) ოჯახი აერთიანებს 270 გვარის 7000-ზე მეტ სახეობას. საქართველოში ამ ოჯახის 37 გვარის 160 სახეობაა გავრცელებული, მათ შორის 9 საქართველოს, ხოლო 17 კავკასიის ენდემია [1,2,]. ტუჩოსანთა ოჯახის მცენარეები და მათი ფიტოპრეპარატები ამჟღავნებენ ანტიოქსიდანტურ, ანტისეპტიკურ, ანტიმიკრობულ, ანტივირუსულ, ანთების და სიმსივნის საწინააღმდეგო მოქმედებას. ისინი გამოიყენება როგორც სედაციური, ამოსახველებელი, სპაზმოლიზური, შარდმდენი, სეკრეციის გამამლიერებელი[3,4,5].

ტუჩოსანთა ოჯახის სახეობების სამკურნალო, პროფილაქტიკურ და ეკონომიკურ მნიშვნელობას უმთავრესად განსაზღვრავს ეთეროვანი ზეთის შემცველობა. ეთეროვანი ზეთები, მცენარეში პროდუცირებულ ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შორის, ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ჯგუფს წარმოადგენს. მათ შემადგენლობაში შემავალი კომპონენტების ქიმიური მრავალფეროვნების გამო, ახასიათებს ფარმაკოლოგიური მოქმედების ფართო სპექტრი. ისინი აქტიური ბიოანტიოქსიდანტებია, არეგულირებენ ლიპიდთა პეროქსიდულ ჟანგვით პროცესებს და იცავენ ქსოვილებს აუტოდაჟანგვისაგან [5,6,7].

ტუჩოსანთა ოჯახის სახეობები ეთერზეთებისა და პოლიფენოლების შემცველობის გამო, ითვლება ანტიოქსიდანტების პოტენციურ წყაროდ. სამეცნიერო კვლევები ადასტურებს პოლიფენოლებით მდიდარი საკვების მოხმარებას გულსისხლძარღვთა სისტემის დაავადებების რისკის შემცირებისთვის, რომელიც განპირობებულია ანტიოქსიდანტური და ანთების საწინააღმდეგო ეფექტით [3,8].

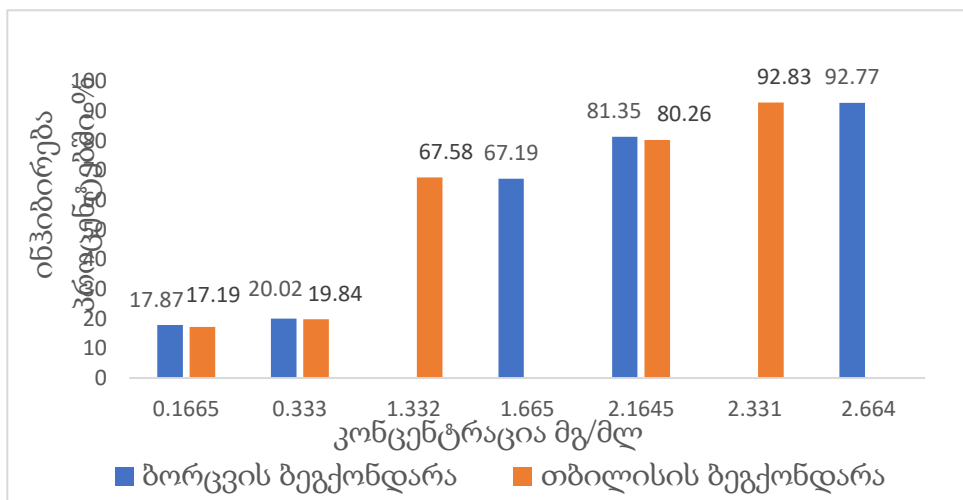
ტუჩოსანთა ოჯახის, საქართველოში გავრცელებული სახეობები, განსაკუთრებით კი ენდემური მცენარეები, ჯერ კიდევ არ არის შესწავლილი ქიმიური შემადგენლობისა და ბიოლოგიური აქტივობის თვალთახედვით, ან მათ შესახებ ლიტერატურის მონაცემები საკმაოდ მწირია. ამიტომ მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობის შეფასება, აქტუალურია თანამედროვე მედიცინისა და ფარმაციისათვის.

საკვლევი ობიექტებად შერჩეულ იქნა ტუჩოსანთა ოჯახის, გვარი სალბის სამი:

ხარისვარდა - *S. Salvia sclarea L*, *დაჯირა* - *Salvia verticillata L* და *შალამანდილი* - *Salvia glutinosa L*. და გვარი ბეგქონდარას 2 სახეობა: *ბორცვის ბეგქონდარა* - *Thymus collinus Bieb*, *თბილისის ბეგქონდარა* - *Thymus tiflisiensis Klokov et Des.-Shost.*

ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა - საკვლევი ობიექტების ანტიოქსიდანტური აქტივობა შეფასდა სპექტროფოტომეტრული (Hanon instrumens i9) მეთოდით 2,2 - დიფენილ 1-პიკრილჰიდრაზილის (DPPH) რეაქტივის გამოყენებით [9]. 0.005გ DPPH (sigma aldrich) ათავსებენ 100 მლ მოცულობის გამზომ კოლბში, ხსნიან მცირე რაოდენობის მეთანოლში და იმავე გამხსნელით აჰყავთ ჭედმდე. საკვლევი ობიექტების მიწისზედა ნაწილების დაწვრილმანებული ნედლეულის 1 გ-ს ათავსებენ კოლბში, უმატებენ 30 მლ მეთანოლს (Merck), აყოვნებენ 24 საათის განმავლობაში და ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრში. ამზადებენ გალის მჟავას სტანდარტული ნიმუშის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარს (0.0025; 0.004; 0.005; 0.005 და 0.01 მგ/მლ). საკვლევი ექსტრაქტის (0.067 - 3.33 მგ/მლ-მდე დიაპაზონის) და სტანდარტის 5-5 ნიმუშის 2-2 მლ-ს, (ჰაერმშრალ ნედლეულზე გადაანგარიშებით)

უმატებენ 4-4 მლ DPPH-ის ხსნარს. აყოვნებენ სიბნელეში 30 წთ-ის განმავლობაში. პარალელურად ამზადებენ საკონტროლო ხსნარს: 4 მლ DPPH-ის ხსნარს უმატებენ 2 მლ მეთანოლს. საზღვრავენ მიღებული ხსნარების ოპტიკურ სიმკვრივეს 517 ნმ-ზე.



სურათი 1. ბეგეონდარას სახეობების თავისუფალი რადიკალების შემხვეჭი უნარი პროცენტებში

საკვლევ ობიექტების მიერ თავისუფალი რადიკალების შემხვეჭ უნარს პროცენტებში გამოითვლიან ფორმულით:

$$x \% = \frac{Ac - As}{Ac * 100}$$

სადაც: Ac - DPPH-ის მეთანოლიანი ხსნარის აბსორბცია;

As - საანალიზო ექსტრაქტის აბსორბცია.

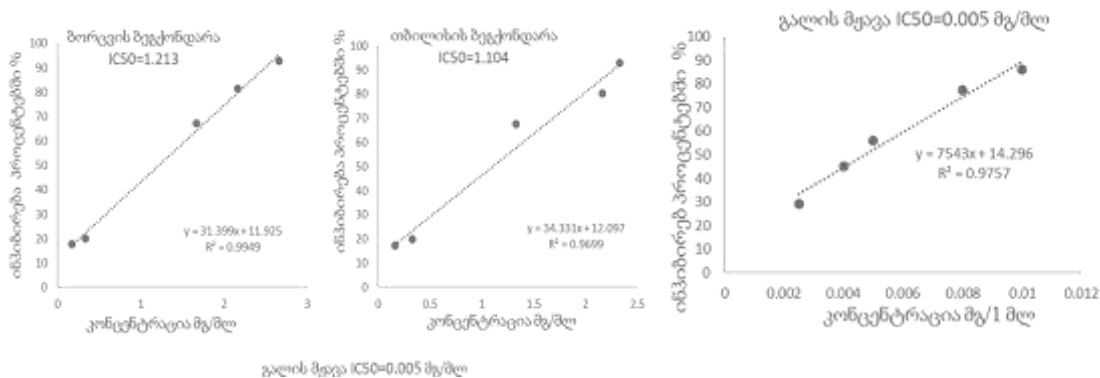
სტანდარტულ ნიმუშად გამოყენებული იყო გალის მჟავას 5 სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარი, რომლის მაინჰიბირებელი კონცენტრაციით IC50=0.005 მგ/მლ.

შედეგების ანალიზი:

ბეგეონდარას სახეობების მეთანოლიანი ექსტრაქტების DPPH-ის თავისუფალი რადიკალების შემხვეჭი უნარი ასახულია 1 სურათზე.

№1 სურათიდან ჩანს, რომ კონცენტრაციის გაზრდით იზრდება ბორცვის ბეგეონდარას ანტიოქსიდანტური აქტივობა 17.87 %-დან (0.1665 მგ/მლ) 92.77 %-მდე (2.664 მგ/მლ), თბილისის ბეგეონდარას შემთხვევაში კი 17.9 %-დან - 92.83 %-მდე (0.1665 მგ/მლ; 2.331 მგ/მლ).

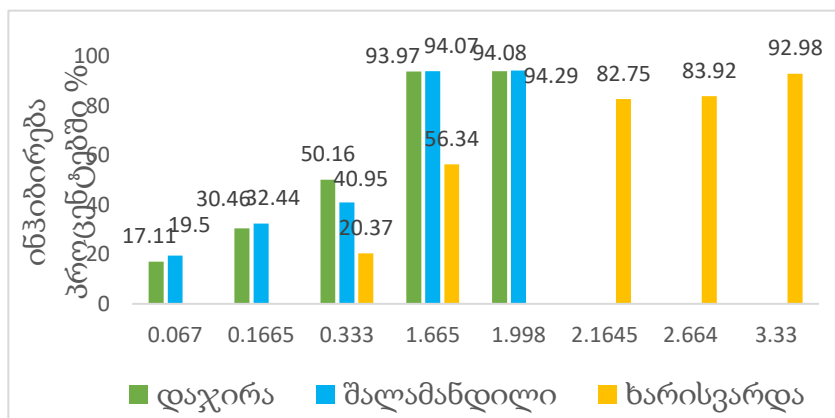
მაინჰიბირებელი კონცენტრაცია IC50-ის განსაზღვრისათვის, შერჩეულ იქნა ექსტრაქტების და გალის მჟავას სტანდარტული ნიმუშის 5 სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარი (იხ. სურათი 2).



სურათი 2. ბეგქონდარას სახეობების მეთანოლიანი ექსტრაქტების და გალის მჟავას სტანდარტული ნიმუშის IC50

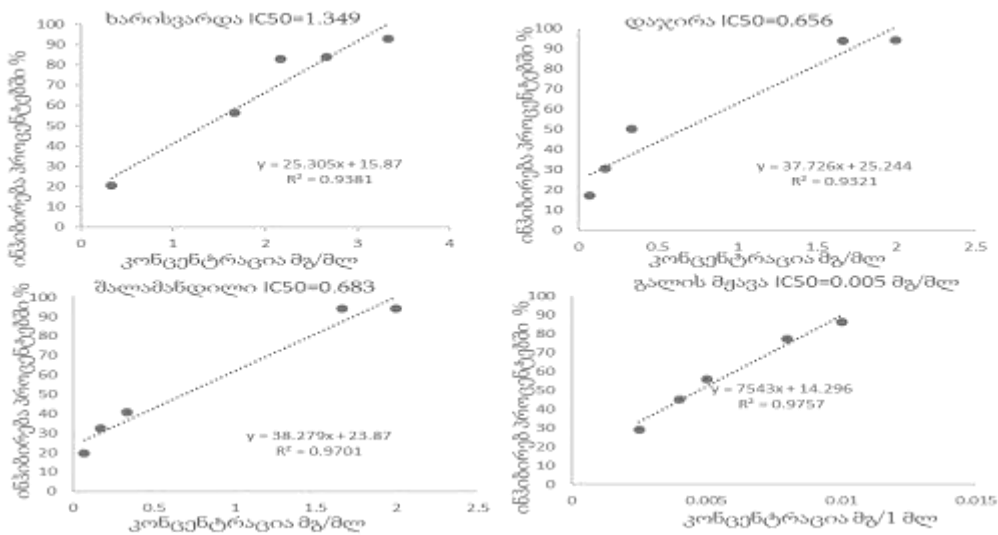
2 სურათიდან ჩანს, რომ ბორცვის ბეგქონდარას IC50 1.213 მგ/მლ, ხოლო თბილისის ბეგქონდარას - 1.104 მგ/მლ. მიღებული შედეგები ადასტურებს ბორცვის ბეგქონდარას და თბილისის ბეგქონდარას მიწისზედა ნაწილებიდან მიღებული ექსტრაქტის ანტიოქსიდანტურ აქტივობას.

სალბის სახეობების მეთანოლიანი ექსტრაქტების DPPH-ის თავისუფალი რადიკალების შემხვეჭი უნარი მოცემულია 3 სურათზე.



სურათი 3. სალბის სახეობების თავისუფალი რადიკალების შემხვეჭი უნარი პროცენტებში

მეთანოლიანი ექსტრაქტის კონცენტრაციის გაზრდით იზრდება დაჯირას ანტიოქსიდანტური აქტივობა 17.11 %-დან (0.067 მგ/მლ) 94.08 %-მდე (1.998 მგ/მლ), შალამანდილის შემთხვევაში 19.5 %-დან (0.067 მგ/მლ) - 94.29 %-მდე (1.998 მგ/მლ), ხარისვარდას მაინჰიბირებელი აქტივობა კი 20.37 %-დან (0.333 მგ/მლ) იზრდება 92.98 %-მდე (3.33 მგ/მლ).



სურათი 4 სალბის სახეობების და გალის მჟავას IC50

მაინჰიბირებელი კონცენტრაციის IC50-ის განსაზღვრისათვის მომზადდა 5 სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარი(იხ. სურათი №4).

როგორც 4 სურათიდან ჩანს, ხარისვარდას IC50- არის - 1.349 მგ/მლ, ხოლო დაჯირას და შალამანდილის შემთხვევაში 0.656 და 0.683 მგ/მლ შესაბამისად. მიღებული შედეგები ადასტურებს ხარისვარდას, დაჯირას და შალამანდილის მიწისზედა ნაწილებიდან მიღებული ექსტრაქტის ანტიოქსიდანტურ აქტივობას.

დასკვნა:

- ყველა საკვლევემა ობიექტმა გამოავლინა მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა, კერძოდ:

- ბორცვის ბეგქონდარას მიწისზედა ნაწილებიდან მიღებული მეთანოლიანი გამონაწვლილის მაქსიმალური ანტიოქსიდანტური აქტივობა 92.77 %-ია (2.664 მგ/მლ) ხოლო თბილისის ბეგქონდარას შემთხვევაში 92.83 %-ია (2.331 მგ/მლ).
- ბორცვის ბეგქონდარას IC50- 1.213 მგ/მლ-ია, ხოლო თბილისის ბეგქონდარას შემთხვევაშია - 1.104 მგ/მლ.
- დაჯირას მიწისზედა ნაწილებიდან მიღებული მეთანოლიანი ექსტრაქტის (1.998 მგ/მლ კონცენტრაციით) ანტიოქსიდანტური აქტივობა 94.08 %-ია, იგივე კონცენტრაციის (1.998მგ/მლ) შალამანდილის მეთანოლიანი ექსტრაქტის შემთხვევაში კი 94.29 %, მაშინ როდესაც ხარისვარდას მაინჰიბირებელი აქტივობაა 93% - 3.33 მგ/მლ კონცენტრაციის შემთხვევაში.

- დაჯირას და შალამანდილის IC50- არის 0.656 და 0.683 მგ/მლ შესაბამისად, ხარივარდას შემთხვევაში კი - 1.349 მგ/მლ.

ლიტერატურა:

1. Davlianidze M., Gviniashvili Ts., Mukbaniani M., Jijolia-Imnadze L., Jugheli T. (2018) *Georgia flora Nomenclature*. Tbilisi.
2. Stankovic M. (2017), *Lamiaceae Species Biology, Ecology and Practical Uses*, Plants.
3. Çelik G. *et al.* (2021), Biological activity, volatile and phenolic compounds from five Lamiaceae species, *Flavour Fragr J*, 36 (2), 223–232.
4. Carović-Stanko K *et al.* (2016), Medicinal plants of the family Lamiaceae as functional foods – a review,” *Czech J. Food Sci.*, 34(5), 377–390.
5. Ramos L. R. da Silva *et al.* (2021), Lamiaceae Essential Oils, Phytochemical Profile, Antioxidant, and Biological Activities, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1–18.
6. Dhifi W., Bellili S, Jazi S., Bahloul N. and Mnif W. (2016), Essential Oils’ Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review, *Medicines*, 22;3(4):25.
7. Lavor É. M. de *et al.* (2018), Essential Oils and Their Major Compounds in the Treatment of Chronic Inflammation: A Review of Antioxidant Potential in Preclinical Studies and Molecular Mechanisms, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1–23.
8. Tzima K., Brunton N., and Rai D. (2018), Qualitative and Quantitative Analysis of Polyphenols in Lamiaceae Plants—A Review, *Plants*, 26;7(2):25.
9. Akar Z., Küçük M., and Doğan H. (2017), A new colorimetric DPPH scavenging activity method with no need for a spectrophotometer applied on synthetic and natural antioxidants and medicinal herbs, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal*, 32 (1), 640–647.

Evaluation of antioxidant activity of some species of the Labiatae family, common in Georgia

Teona Korkotadze	Tbilisi State Medical University, Department of Pharmaceutical Botany, Doctoral Program Student, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi E-mail: teokorkotadze@gmail.com
Sopio Gokadze	Tbilisi State Medical University, Department of Pharmaceutical Botany, Associate Professor, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi E-mail: s.gokadze@tsmu.edu
Vakhtang Mshvildadze	Yovel Kutateladze Institute of Pharmacochimistry, Senior Researcher, 36 Sarajishvili St., Vashlijvari, Tbilisi, 0159, Georgia E-mail: v.mshvildadze@tsmu.edu
Malkhaz Jokhadze	Tbilisi State Medical University, Department of Pharmaceutical Botany, Associate Professor, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi E-mail: m.jokhadze@tsmu.edu
Dali berashvili	Tbilisi State Medical University, Department of Pharmaceutical Botany, Professor, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi E-mail: d.berashvili@tsmu.edu

Abstract. Plants of the *Labiatae* family and Phytopreparations derived from them exhibit the antioxidant, antiseptic, antimicrobial, antiviral, anti-inflammatory and anti-tumor activity. They are used as sedatives, expectorants, spasmolytics, diuretics, secretion enhancers. Due to the content of essential oils and polyphenols, the species of this family are considered as a potential source of antioxidants.

The aim of the study was an evaluation of the antioxidant activity of methanolic extracts of some species of Labiatae family, widespread in Georgia.

Assessment of antioxidant activity of *Salvia sclarea* L., *S. verticillata* L., *S. glutinosa* L., *Thymus collinus* Bieb. and *T. tiflisiensis* Klokov et Des. Shost above ground parts methanolic extracts has been evaluated spectrophotometrically using free radical DPPH (2,2-diphenyl 1-picrylhydrazyl) scavenging assay.

The half maximal inhibitory concentration (IC₅₀) of *T. collinus* Bieb and *T. tiflisiensis* Klokov et Des. - Shost. extracts appeared to be 1.213 and 1.104 mg/ml, while IC₅₀ of *S. verticillata* L., *S. glutinosa* L. and *S. sclarea* L. extracts was equal to 0.656, 0.683 and 1.349 mg/ml, respectively.

Keywords: antioxidant activity, Thymus, Salvia, Labiatae.

კოლხური სელი: „მწვანე ეკონომიკის“ სიმბოლო - ფიტოპრეპარატებისა და სამედიცინო ნაწარმის მიღების წყარო

ალიოზა ბაკურიძე	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, პროფესორი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: a.bakuridze@tsmu.edu
ეკატერინე მოსიძე	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, დოქტორანტი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: ekaterinemosidze@yahoo.com
მალხაზ ჯოხაძე	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, პროფესორი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E mail: m.jokhadze@tsmu.edu
მარიამ მეტრეველი	ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ თანამშ-რომელი. E-mail: metrevelimariam@bsu.edu.ge
დალი ბერაშვილი	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ფარმაცევტული ბოტანიკის დეპარტამენტი, პროფესორი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: d.berashvili@tsmu.edu

ლაშა ბაკურიძე	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: l.bakuridze@tsmu.edu
ლამზირა ებრალიძე	თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ასისტენტ პროფესორი, ვაჟა-ფშაველას გამზირი 33, 0186 თბილისი E-mail: l.ebralidze@tsmu.edu
ზურაბ ქემოკლიძე	თსსუ-ის იოველ ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი, ვაშლიჯვარის დას. სარაჯიშვილი პეტრეს ქ. -36 E-mail: z.kemoklidze@tsmu.edu

რეცენზენტები:

თ. ჭუმბურიძე, თსსუ სოციალური და კლინიკური ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: t.tchumburidze@tsmu.edu,

ნ. იმნაძე, თსსუ ფარმაცევტული და ტოქსიკოლოგიური ქიმიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: n.imnadze@tsmu.edu

ანოტაცია სელი, როგორც მრავალმხრივი გამოყენების კულტურა, წარმოადგენს ნედლეულს 100-მდე დასახელების ნაწარმის დასამზადებლად. სწორედ ამიტომაც თვლიან, რომ სელი შეიძლება გახდეს XXI საუკუნის ერთ-ერთი მოთხოვნადი ნედლეული და „მწვანე ეკონომიკის“ სიმბოლო. ეს არის ექსპორტზე ორიენტირებული კულტურა. სელის ბოჭკოზე მსოფლიოში ყოველწლიური მოთხოვნა შეადგენს 550 000 ტონას.

ჩვეულებრივი სელისგან (*Linum usitatissimum*) დღეისათვის მზადდება ზეთი, ქატო, პრეპარატი ლინეტოლი, სამედიცინო დანიშნულების ნაწარმი და ა.შ.

კოლხური სელი *Colchic flax, Linum bienne Mill. (Linum angustifolium Huds.)*, უხსოვარი დროიდან მოჰყავდათ საქართველოში და მისგან განსაკუთრებით მაღალი ხარისხის სელის ქსოვილი და ნაკეთობანი მზადდებოდა, ფართო გამოყენება ჰქონდა ხალხურ მედიცინაში. ამჟამად ეს კულტურა აღარ იწარმოება.

კოლხური სელის კულტურაში შემოტანა-აღდგენისათვის, შესწავლილია ზრდაგანვითარების ბიოლოგიური თავისებურებები და ქიმიური შემადგენლობა.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ჩვეულებრივი და კოლხური სელის შედარებითი ფარმაკოტექნოლოგიური შეფასება და ამ უკანასკნელის მედიცინაში გამოყენების პერსპექტივების განსაზღვრა.

ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ კოლხური სელის ღეროებისგან მიღებული მეთანოლიანი გამონაწვლილი ხასიათდება მაღალი ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლით - 33,3%, რაც 1,3-ჯერ მეტია ჩვეულებრივი სელის ანტიოქსიდანტურ მაჩვენებელზე.

განხორციელდა ვერცხლის ნანონაწილაკების ბიოსინთეზი, კოლხური სელის ღეროების დამუშავების პროცესში, მიღებული შუალედური პროდუქტით, შეტუტიანებული გამონაწვლილით. პროცესი მარტივია, ეკომეგობრულია და ნაკლებ დროში (60წთ) ხორციელდება.

ჩვეულებრივ სელთან შედარებით კოლხური სელის მეთანოლიანი გამონაწვლილი გამოირჩევა უპირატესი ანტიმიკრობული მოქმედებით.

ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბოჭკოსაგან მიღებული ბამბა, ჩვეულებრივი სელის ბამბასთან შედარებით, გამოირჩევა ოპტიმალური ფიზიკურ-ჰიგიენური თვისებებით და მაღალი ანტიმიკრობული აქტივობით.

ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბოჭკოსაგან მიღებული ბამბა რეკომენდებულია დაინფიცირებისაგან დაცვის მიზნით გამოსაყენებლად.

საკვანძო სიტყვები: ანტიოქსიდანტური, ანტიმიკრობული აქტივობა, ბოჭკო, სელი.

შესავალი

სელი, როგორც მრავალმხრივი გამოყენების კულტურა, წარმოადგენს ნედ-ლეულს 100-მდე დასახელების ნაწარმის დასამზადებლად. სწორედ ამიტომაც თვლიან, რომ სელი შეიძლება გახდეს XXI საუკუნის ერთ-ერთი მოთხოვნადი ნედ-ლეული და „მწვანე ეკონომიკის“ სიმბოლო. ეს არის ექსპორტზე ორიენტირებული კულტურა [4,7].

სელის პროდუქციის მსოფლიო ბაზარი წელიწადში შეადგენს 2,2 მლრდ ამერიკულ დოლარს. დღეისათვის მთელ მსოფლიოში იზრდება მოთხოვნა სელზე. სელი, განსხვავებით ნავთობისა და ბუნებრივი აირისა ყოველწლიურად ადღ-გენადი, შესავსები სანედლეულო რესურსია, რომელიც არავითარ უარყოფით ზეგავლენას არ ახდენს ეკოსისტემაზე. ერთწლოვანი ცელულოზას შემცველი მცენარეების გაშენება წარმოადგენს, დიდი შვიდეული (G7) ქვეყნების, ოცდამეერთე საუკუნის 20-დან ერთ-ერთ პრიორიტეტს [13]. ოჯახი სელისებრნი

(*Linaceae*) აერთიანებს 6 გვარს და დაახლოებით 250 სახეობას. მათი უმრავლესობა ზომიერ და სუბტროპიკულ რეგიონებშია გავრცელებული. საქართველოში ამ ოჯახის მხოლოდ გვარის სელის (*Linum*) სახეობები იზრდება. სელისებრნი ბალახოვანი მცენარეებია, იშვიათად - ბუჩქები.

ჩვეულებრივი სელი (*Linum usitatissimum*) ოჯახის ყველაზე ძვირფასი, უძველესი კულტურული მცენარეა მისი ველური წინაპარი არ არის ცნობილი [2].

Linum usitatissimum L. - ჩვეულებრივი სელი ოფიცინალური სახეობაა, იგი ერთ-წლოვანი ბალახოვანი მცენარეა. ღერო სწორმდგომია, ხშირფოთლიანი, 60-120 სმ, იშვიათად 150 სმ სიმაღლის. თესლები ღია ყავისფერია, მზინავი, შესველებისას ლორწოიანდება. თითოეულ კოლოფში 10-მდე თესლია. ყვავილობს ივნის-აგვისტო-ში, მწიფდება სექტემბერში [2,3].

სელის თესლი შეიცავს ლორწოვან ნივთიერებებს (9%), შრობად ცხიმოვან ზეთებს (30-40%), ცილოვან ნივთიერებებს, ენზიმებს, სტერინებს და მინერალურ ნივთიერებებს.

სელის ზეთი, სხვა მცენარეული ზეთებისგან განსხვავებით, უჯერი ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობით ხასიათდება (70%). მისი ზოგიერთი უჯერი ცხიმოვანი მჟავა (ლინოლის, ლინოლენის, ოლეინის) ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმისთვის შეუცვლელია. აღნიშნულ მჟავათა დეფიციტის სინდრომი ზრდის შეჩერებაში, კანისა და თირკმლების დაავადებაში გამოიხატება [2,5].

სელის თესლის ნახშირწყლები წარმოდგენილია წყალში ხსნადი პოლისაქარიდებით. შედგება უმთავრესად გალაქტურონის მჟავით და არარედუცირებადი შაქრით. პექტინოვანი ნივთიერებები, რომლის შემცველობა მშრალი ნივთიერებების მასის 20%-ია, წარმოქმნის ლორწოს [5].

სელის თესლი ლორწოს შემცველობის გამო დიეტური პროდუქტია. სელის ბოჭკოვანი უჯრედები ხელს უწყობენ წონის კორექციას და ებრძვის გაცხიმოვნებას. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ პოლისაქარიდების შემცველობა ამცირებს დიაბეტის განვითარებისა და გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების რისკს [5].

ოფიცინალური მედიცინა იყენებს სელის თესლის ქატოს (*Farina Lini*), რომელსაც ასველებენ ცხელი წყლით და საფენის სახით დაიტანენ დამწვარ კანზე, როგორც დამარბილებელს. სელის ზეთისგან ამზადებენ პრეპარატ ლინეტოლს [2,5].

სელის ბოჭკოზე მსოფლიოში ყოველწლიური მოთხოვნა შეადგენს 550 000 ტონას. სელის ბოჭკოს წამყვანი მწარმოებლებია ჩინეთი, საფრანგეთი, რუსეთი და დიდი ბრიტანეთი. საფრანგეთს, წარმოებული სელის ბოჭკოს 30% გააქვს ექსპორტზე, მსხვილი იმპორტიორია

ბელგიაც [8]. სელის ბოჭკოს კონკურენტუნარიანობა განპირობებულია მისი უნიკალური თავისებებით: გააჩნია მაღალი ჰიგროსკოპულობა, ჰაერის შეღწევადობა, წყალის სწრაფი შთანთქმის და ტენის გამოყოფის უნარი, ჰიგიენურია. სელის ქსოვილი ჰაერგამტარია, არ ეკვრის სხეულს, კანს “სუნთქვის” საშუალებას აძლევს, ბუნებრივი ანტისეპტიკია და არ იწვევს ალერგიას.

სელის ბამბას, ჩვეულებრივი ბამბასთან შედარებით, გააჩნია უპირატესობა: შეიცავს ნაკლები რაოდენობის გარეშე მინარევებს, ნაცარს, აღმდგენ, ცხიმოვან და ცვილისმაგვარ ნივთიერებებს, გამოირჩევა უპირატესი შთანთქმის (აბსორბციის) უნარით და ა.შ. [8].

დღეისათვის მოწოდებულია სელის ბამბის მიღების ტექნოლოგიები /8,9,10/, ასევე დამუშავებულია სელის ბოჭკოს ვერცხლისა და სპილენძის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირების მეთოდები [6,12].

ისტორიული, არქეოლოგიურ-ეთნოგრაფიული, აგრეთვე ბოტანიკურ-სისტემატიკური და ფილოგენეტიკური გამოკვლევებით მტკიცდება, რომ კოლხური სელი *Colchic flax, Linum bienne Mill. (Linum angustifolium Huds.)*, სელის კულტურის ერთ-ერთი უძველესი აბორიგენული ჯიშია, ხოლო კოლხეთი კულტურული სელის წარმოშობის - ერთ-ერთი პირველი კერა. კოლხური სელი უხსოვარი დროიდან მოჰყავდათ საქართველოში და მისგან განსაკუთრებით მაღალი ხარისხის ქსოვილი და ნაკეთობანი მზადდებოდა, ფართო გამოყენება ჰქონდა ხალხურ მედიცინაში. ამჟამად ეს კულტურა აღარ იწარმოება [1].

ძირითადი ნაწილი

კოლხური სელის ზრდა-განვითარების, ბიოლოგიური თავისებურებების შესწავლისა და კულტურაში შემოტანა-აღდგენისათვის, ზუგდიდის ბოტანიკური ბაღისა და ქობულეთის ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში ჩატარებული კვლევებით დადგენილია, რომ კოლხური სელი განვითარების სრულ ონტოგენეტიკურ ციკლს გადის [1].

მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფია – ტანდემური მასსპექტრომეტრის (LC-MS-MS) გამოყენებით ჩატარებული კვლევების შედეგად, კულტივირებულ კოლხური სელის მეთანოლიან გამონაწვლილში იდენტიფიცირებულია: რუტინი, ქვერცეტინ-3-0-გლუკოზიდი, ქვერცეტინ-3-0-რამნოზიდი, აპიგენინ-7-0-რამნოზიდი, იზორამნეტინი და კოფეინის მჟავას ნაწარმი [1].

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ჩვეულებრივი და კოლხური სელის შედარებითი ფარმაკოტექნოლოგიური შეფასება და ამ უკანასკნელის მედიცინაში გამოყენების პერსპექტივების განსაზღვრა.

მიზნის მისაღწევად დაისახა შემდეგი სახის ამოცანები:

- ჩვეულებრივი და კოლხური სელის მიწისზედა ნაწილებისგან გამონაწვლილების მიღება;
- ჩვეულებრივი და კოლხური სელის მიწისზედა ნაწილებისგან მიღებული გამონაწვლილის ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა;
- კოლხური სელის ღეროებისაგან ბოჭკოს მიღება და მოდიფიცირება ვერცხლის ნანონაწილაკებით;
- ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბოჭკოსგან ზამბის მიღება;
- ზამბის ფიზიკურ-ჰიგიენური თვისებების შეფასება;
- ჩვეულებრივი და კოლხური სელის გამონაწვლილების და ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირებული ზამბის ანტიმიკრობული აქტივობის განსაზღვრა.

კვლევის ობიექტებს წარმოადგენდა კოლხური - *Colchic flax, Linum bienne Mill. (Linum angustifolium Huds.)* და ჩვეულებრივი სელის - *Linum usitatissimum L.* ღერო.

კვლევის მეთოდები: კოლხური და ჩვეულებრივი სელის ნედლეულისგან (ღერო), მეთანოლიანი გამონაწვლილები მომზადდა მაცერაციის მეთოდით: საკვლევი ობიექტების ნედლეულს აწვრილმანებენ, ათავსებენ ქიმიურ ჭიქაში. თითოეულის 5,0-5,0გ-ს ამატებენ მეთანოლს 1:3 თანაფარდობით. აყოვნებენ 24 სთ-ის განმავლობაში და მიღებულ გამონაწვლილებს ფილტრავენ.

საკვლევი ობიექტების ანტიოქსიდანტური აქტივობის შესწავლის მეთოდიკა ეფუძნება ანტიოქსიდანტის ურთიერთქმედებას თავისუფალ რადიკალთან -1,1-დიფენილ-2-პიკრილ-ჰიდრაზილის (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazil - DPPH).

იღებენ 1,0-1,0მლ გამონაწვლილს, ათავსებენ სინჯარებში და თითოეულს ამატებენ 3,0-3,0 მლ DPPH-ის მეთანოლიან ხსნარს (0,004 გ/100მლ), აყოვნებენ 30 წთ, შემდეგ საზღვრავენ თითოეული საკვლევი ნიმუშის ოპტიკურ სიმკვრივეს სპექტროფოტომეტრზე 517 ნმ-ზე. ასევე 517 ნმ-ზე საზღვრავენ საკონტროლო ხსნარის (მეთანოლის) ოპტიკურ სიმკვრივეს.

ანტიმიკრობული აქტივობის შესწავლა განხორციელდა გრამ-უარყოფით *Escherichia coli* (ATCC 25922) და გრამ-დადებით *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) ბაქტერიულ შტამებზე. სოკოებიდან - *Candida albicans*-ის კლინიკურ შტამზე. ბაქტერიული და სოკოს შტამები მიღებული იქნა კანადის კლინიკიდან (*Chicoutimi Hospital, Saguenay, Canada*).

ანტიმიკრობული აქტივობა შეფასდა მინიმალური ბაქტერიციდული კონცენ-ტრაციის მაჩვენებლებით, თხევად არეში, ორჯერადი სერიული განზავებით, ექსპო-ზიციაშეადგინა 24 საათი.

შედეგები

ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრის დროს დადგინდა, რომ DPPH - ის მეთანოლიანი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე = 1,2-ს; კოლხური სელის გამონაწვლილის ოპტიკური სიმკვრივე = 0,8-ს; ჩვეულებრივი სელისგან მიღებული გამონაწვლილის ოპტიკური სიმკვრივე კი = 0,85-ს.

თავისუფალი რადიკალის (DPPH) აქტივობის ინჰიბირებას გამოითვლიან ფორმულით: $In \% = (Ac - As) / Ac * 100$, სადაც, Ac – DPPH -ის სპირტიანი ხსნარის აბსორბცია, As - საანალიზო ექსტრაქტის აბსორბცია.

საკვლევი ობიექტების ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრის შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

კოლხური და ჩვეულებრივი სელის მეთანოლიანი გამონაწვლილების ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრის შედეგები

ნიმუშის დასახელება	ანტიოქსიდანტური აქტივობა, %
კოლხური სელი	33.3
ჩვეულებრივი სელი	26.16

კოლხური სელის ბოჭკო მიღებულ იქნა თსსუ-ის ფარმაცევტული ტექნოლოგიის დეპარტამენტში. ბამბის ბოჭკოსგან განსხვავებით, სელის ბოჭკო ცელულოზის გარდა, შეიცავს თანმხლებ ნივთიერებებს: ლიგნინს (7%-მდე), ჰემიცელულოზას (11%-მდე), ცვილებს და ცხიმებს (4%-მდე), პექტინურ ნივთიერებებს (4,5%-მდე). სელის ბოჭკოსათვის სირბილის მინიჭებისა და მინარევების მოცილების მიზნით განხორციელდა ნატრიუმის ჰიდროქსიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით მისი დამუშავება [7].

ნატრიუმის ოქსიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის შერჩევის მიზნით, კოლ-ხური სელის ბოჭკოს დაწვრილმანების გარეშე ათავსებენ სამ ქიმიურ ჭიქაში 1,0-1,0გ-ის რაოდენობით. პირველ ნიმუშს უმატებენ 0,5 %-იან, მეორეს - 1%-იან, მესამეს კი - 1,5 %-იან NaOH-ის ხსნარს 50-50მლ-ის რაოდენობით. შემდეგ თითოეულს ათავსებენ ელექტრო ქურაზე, აცხელებენ ადუღებამდე და აყოვნებენ 1 საათის განმავლობაში. დამუშავებულ ნედლეულს

წურავენ და რეცხავენ ჯერ ცხელი, შემდეგ კი ოთახის ტემპერატურის მქონე გამობდილი წყლით, ნეიტრალურ რეაქციამდე.



1

2

3

4

**სურათი 1. წყალბადის ზეჟანგით დამუშავებული კოლხური სელის ბოჭკოს ნიმუშები:
1) 0,5 %-იანი NaOH; 2) 1%-იანი NaOH; 3) 1,5 %-იანი NaOH.**

მიღებულ ბოჭკოს გათეთრების მიზნით, ათავსებენ ქიმიურ ჭიქებში და ამატებენ 6%-იანი წყალბადის ზეჟანგის ხსნარს (სურ.1,1,2,3) სრულ დაფარვამდე და აყოვნებენ 24 სთ-ის განმავლობაში.

სითეთრის ხარისხის, გაჭიმვაზე მექანიკური სიმტკიცისა და წყლის შთანთქმის მაჩვენებლების მიხედვით შერჩეული იქნა 1%-იანი NaOH-ის ხსნარი, რომლის გამოყენებითაც მომზადებული ბოჭკო (მშრალი) წარმოდგენილია 1 სურათზე N4 ნიმუშის სახით.

შერჩეული ნიმუში შეიცავს როგორც გრძელ - ასევე მოკლებოჭკოვან ფრაქციებს. გრძელობოჭკოვანი ფრაქციები განკუთვნილია ანტიბაქტერიული ქსოვილების, მოკლებოჭკოვანი კი ანტიბაქტერიული სამედიცინო ზამბის მისაღებად.

ანტიმიკრობული ბოჭკო არის ფუნქციურად აქტიური, რომელსაც შეუძლია მიკროორგანიზმების განადგურება, ან ზრდის შეფერხება. ბოჭკოსთვის ანტიმიკრობული თვისებების მინიჭებისას მნიშვნელოვანია, არა მარტო მისი ეფექტიანობა მიკროორგანიზმების წინააღმდეგ, არამედ მისი არატოქსიკურობა მომხმარებლისთვის და გარემოსთვის.

კვლევის შემდეგ ეტაპზე მოვახდინეთ მიღებული მოკლებოჭკოვანი კოლხური სელის ბოჭკოს ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირება [11]. ვერცხლის ნანონაწილაკების ბიოსინთეზისათვის გამოვიყენეთ კოლხური სელის ბოჭკოს ტუტიანი გამონაწვლილი. ის შეიცავს ადვილად ჰიდროლიზებად პოლისაქარიდებს, ლიგნინის წარმოებულებს, ფლავონოიდებს და ა.შ. რომლებსაც გააჩნია ბიოლოგიური აქტი-ვობა, ამასთან მონაწილეობას ღებულობენ ვერცხლის ნანონაწილაკების მწვანე ბიო-სინთეზში: ვერცხლის ალდგენასა (ფლავონოიდები) და ინკაფსულირებაში (პოლისა-ქარიდები). კოლხური სელის ბოჭკოს ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირების ოპტიმალური პირობები მოცემულია 2 ცხრილში.

ცხრილი 2

**კოლხური სელის ბოჭკოს ვერცხლის ნაწონაწილაკებით მოდიფიცირების
ოპტიმალური პირობები**

N	სელის ბოჭკოს და- მუშავების სახე	ვერცხლის ნიტრატის კონცენტრაცია დასამ- უშავებელ ხსნარში,%	სინთეზის ტემპერატურა /დრო, °C/წთ	სელის ბოჭკოზე ვერ- ცხლის ნაწილ-აკების კონც. მას.%
1	სელის ბოჭკოს იმ-პ- რეგნირება	0,7	90/60	0,21

ვერცხლის ნაწონაწილაკებით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბოჭკოსგან ბამბის მიღება განხორციელდა მექანიკურად, ე.წ. „გაჩეჩვით“. ბამბის ფიზიკურ-ჰიგიენური მახასიათებლების განსაზღვრის შედეგები მოცემულია 3 ცხრილში.

ცხრილი 3

ბამბის ფიზიკურ-ჰიგიენური მახასიათებლების განსაზღვრის შედეგები

N	ბამბის მახასიათებლები	სამედიცინო ბამბა თვა- ლის (სახ.სტ 5556-81)	სამედიცინო ბამბა ქირუ- რგიული (სახ.სტ. 5556-81)	ჩვეულებრივი სელის სამედიცინო ბამბა (სახ.სტ. 5556-81)	კოლხური სელის სამედიცინო ბამბა
1	დაბინძურება, %	0,1	0,3	0,1	0,08
2	ნაცარი, %	0,2	0,3	0,15	0,15
3	ცხიმის და ცვილის მსგავსი ნივთიერებები,%	0,3	0,35	0,2	0,2
4	ტენიანობა,%	8,0	8,0	8,0	7,9
5	შთანთქმის უნარი, გ	21,0	20,0	24,0	25,0
6	კაპილარობა, მმ	77,0	70,0	84,0	85,0
7	წყლიანი გამონაწვლილის რეაქცია	7±0,5	7±0,5	7±0,5	7±0,5
8	ქლორიდების ხვედრითი წილი, %	0,04	0,04	0,04	0,04
9	სულფატების ხვედრითი წილი, %	0,02	0,02	0,02	0,02
10	კალციუმის ხვედრითი წილი, %	0,06	0,06	0,06	0,06
11	სითეთრე, %	80,0	72,0	82,0	ოქროსფერ- მოყავისფრო
12	აღმდგენი ნივთიერებების შემცველობა	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი

საკვლევი ობიექტების ანტიმიკრობული მოქმედების განსაზღვრის შედეგები

საკვლევი ობიექტის დასახელება	კულტურის ზრდის შეკავების სიდიდე, მმ		
	Escherichia coli (ATCC 25922)	Staphylococcus aureus (ATCC 25923)	Candida albicans (ATCC 10231)
ჩვეულებრივი სელის გამონაწვლილი	6	5	7
კოლხური სელის გამონაწვლილი	7	6	7
ვერცხლის ნაწონაწილაკებით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბოჭკოსგან მიღებული ბამბა	11	11	12

ჩვეულებრივი და კოლხური სელის გამონაწვლილებისა და ვერცხლის ნაწონაწილაკებით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბამბის ანტიმიკრობული აქტივობის განსაზღვრის შედეგები მოცემულია 4 ცხრილში.

დასკვნა:

1. კოლხური სელის ღეროებისგან მიღებული მეთანოლიანი გამონაწვლილი ხასიათდება მაღალი ანტიოქსიდანტობის მაჩვენებლით - 33,3%, რაც 1,3-ჯერ მეტია ჩვეულებრივი სელის ანტიოქსიდანტურ მაჩვენებელზე.
2. განხორციელდა ვერცხლის ნაწონაწილაკების ბიოსინთეზი, კოლხური სელის ღეროების დამუშავების პროცესში მიღებული შუალედური პროდუქტით - შეტუტია-ნებული გამონაწვლილით. პროცესი მარტივია, ეკომეგობრული და ნაკლებ დროში (60წთ) ხორციელდება.
3. ჩვეულებრივ სელთან შედარებით კოლხური სელის მეთანოლიანი გამონაწვლილი გამოირჩევა უპირატესი ანტიმიკრობული მოქმედებით;
4. ვერცხლის ნაწონაწილაკებით მოდიფიცირებული, კოლხური სელის ბოჭკოსგან მიღებული ბამბა, ჩვეულებრივი სელის ბამბასთან შედარებით, გამოირჩევა ოპტიმალური ფიზიკურ-ჰიგიენური თვისებებით და მაღალი ანტიმიკრობული აქტივობით.
5. ვერცხლის ნაწონაწილაკებით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბოჭკოსგან მიღებული ბამბა რეკომენდებულია დაინფიცირებისაგან დაცვის მიზნით გამოსაყენებლად.

ლიტერატურა:

1. Mariam Metreveli, Nino Mikeladze, Eteri Jakeli, Tamar Tolordava, Malkhaz Jokhadze, Sophio Gokadze, Dali Berashvili, Aliosha Bakuridze. 2022. Study of growth and development specificities and chemical composition of the Kolchic Flax. Experimental & Clinical Medicine N4, 1-9.

2. Giorgidze A. (1958) The flax / Botanical inst. Works. Vol.XIX.
3. Chkhaidze N. , Alfidze I. (2016) - Determination of sowing time for intermediate type flax / Georgian Academy of Agricultural Sciences / "Moambe", N2, (36).
4. V.A. Dyukarev, S.A. Kochurov, V.I. Khodyrev (2012) //Green chemistry: the use of renewable resources in chemical processes (project approach) / Vestnik MITHT, vol. 7, No. 3. - P.77-88.
5. Kireeva M. S. (2014) Functional and technological properties of flax seeds and the development of technology of flour confectionery products for specialized purposes based on them / dissertation of Candidate of Technical Sciences: 05.18.07 / St. Petersburg.
6. Mikhailidi A.M., Kotelnikova N. E., Novoselov N. P. (2009)// Linen materials modified with copper and silver nanoparticles/ New achievements in chemistry and chemical technology of plant raw materials. Materials of the IV All-Russian Conference, book 1.- Barnaul.- P. 59-60.
7. Yu.V. Moser, L.M. Zhuplatova, S.V. Dundukova (2015) /Flax growing: standardization of raw materials/ innovative developments for flax production. Materials of the International Scientific and Practical Conference of the FGBNU VNIIML Tver, May 14-15.- P. 276-282.
8. Method of bleaching linen fibres for production of medical supplies. (20.08.2014. Bull. № 23). RU 2 5 2 5 7 8 1 C 1.
9. Pashin Evgeny Lvovich, Smirnova Tatiana Yurievna. (publication of the patent:- 20.12.2013)// The method of obtaining cotton wool.- "Kostroma State Technological University".-
10. The method of production of flax wool (27.10.2001).Patent RU 2175363.
11. Method for obtaining antimicrobial silver-containing cellulose material (20.08.2014. Bull. № 23) RU (11) 2 525 545(13) C2.
12. E. Smiechowicz. B. Niekraszewicz P. Kulpinski. K. Dzitko. (2018) Antibacterial composite cellulose fibers modified with silver nanoparticles and nanosilica.
13. Textile Exchange, Preferred Fiber and Materials; Market Report 2021.

Kolkhic Flax: a symbol of "green economy" - a source of phytopreparations and medical textiles

Aliosha Bakuridze	Tbilisi State Medical University, Professor, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi E-mail: a.bakuridze@tsmu.edu
Ekaterine Mosidze	Tbilisi State Medical University, PhD student, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi E-mail: ekaterinemosidze@yahoo.com
Malkhaz Jokhadze	Tbilisi State Medical University, Associate Professor, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi E mail: m.jokhadze@tsmu.edu
Mariam Metreveli	Chief Research Assistant of the Institute of Phytopathology and Biodiversity of Batumi Shota Rustaveli State University E-mail: metrevelimariam@bsu.edu.ge
Dali Berashvili	Tbilisi State Medical University, Department of Pharmaceutical Botany, Professor, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi E-mail: d.berashvili@tsmu.edu
Lasha Bakuridze	Tbilisi State Medical University, Associate Professor, 33 Vazha-Pshavela Avenue, 0186 Tbilisi

Lamzira Ebralidze E-mail: l.bakuridze@tsmu.edu
Tbilisi State Medical University, Assistant Professor, 33 Vazha-Pshavela Avenue,
0186 Tbilisi
E-mail: l.ebralidze @tsmu. edu

Zurab Kemoklidze Senior researcher at the Yovel Kutateladze Institute of Pharmacochemistry of
TSU, sister of Vashlijvari. Sarajishvili Petre st. -36
E-mail: z.kemoklidze@tsmu.edu

Abstract: The world market for flax products is 2.2 billion US dollars per year. At present, the demand for flax is increasing all over the world. In 2019, the global production of fiber was about 111 million tons. This number has doubled in the last 20 years and is expected to increase by 30% in 2030 to approximately 146 tons. During the last century, the production and consumption of synthetic fibers have significantly exceeded the production of natural fibers. Their use causes great harm to the ecology. Natural fibers, which are biodegradable, light, and economical, are good sources for modern industrial applications. Therefore, textiles production with natural fiber has global importance. Moreover, the cultivation of cellulose-containing plants is one of the 20 priorities of seven developed countries in the twenty-first century. All types of flax seeds contain mucilage (9%), dry fatty oils (30-40%), proteins, enzymes, sterols, and minerals.

Objective: The objective of the study was the comparative pharmacotechnological assessment of Common and Kolkhic flax and to determine the prospects of their application in medicine. The objects of the study were Kolkhic flax - *Colchic flax, Linum bienne Mill. (Linum angustifolium Huds.)* and Common flax - *Linum usitatissimum L.* aerial parts.

Conclusions: The methanolic extract obtained from Kolkhic flax is characterized by a high antioxidant index - 33.3%, which is 1.3 times higher than the antioxidant index of Common flax. The methodology of silver nanoparticle biosynthesis is developed using the alkaline extract of the intermediate product of Kolkhic flax seeds processing. The process of silver NPs biosynthesis is simple, eco-friendly, and takes less time (60 minutes). Compared to Common flax, the methanolic extract of Kolkharic flax has superior antimicrobial activity. Compared to Common flax cotton, cotton obtained from Kolkhic flax fiber modified with silver nanoparticles has optimal physical-hygienic properties and high antimicrobial activity which is recommended for application to protect against infection.

Keywords: antioxidant, antimicrobial activity, fiber, Linum

- Marina Kapanadze** Professor, Department of Chemical and Biological Engineering, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: m.kapanadze@gtu.ge
- Nino Keadze** Associate Professor, Department of Chemical and Biological Engineering, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: n_keadze@gtu.ge
- Tamar Loladze** Associate Professor, Department of metallurgy, Materials Science and Metal treatment, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: t.loladze@gtu.ge

Reviewer:

L. Targamadze, Associate Professor, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: l.targamadze@gtu.ge

Abstract: According to the scientists working in the field of chemistry history, pharmacy and perfumery together with metallurgy, ceramics and glass production, dyeing and dyeing techniques, represent the field considered one of the main sources for further development of experimental chemistry.

Ancient "cosmetics" is associated with knowledge of the properties of plants, and the experience of using minerals and various products of plant and animal origin, which is sometimes perceived as simply a desire to preserve beauty and has a healing effect, as evidenced by popular medicine practice.

Keywords: cosmetology, pharmacy, popular medicine, hygiene, experimental chemistry.

Introduction

The history of hygiene and cosmetics goes back to ancient times, when primitive people began to wash, clean and soften the skin, protect it from the sun, wind, rain and snow, and try to make their appearance more attractive.

Aromatic oils and various cosmetics have been widely used since ancient times. The first cosmetics appeared in hot countries, where skin diseases were common because of the climate. Egyptian, Greek, Roman, Persian and Indian women widely used cosmetics for prevention and treatment, especially for emphasizing natural beauty and masking skin defects.

In Namibia lives the Himba tribe, whose men and women apply ground red ochre, a mixture of cow or goat fat and ash to their bodies and hair daily to protect them from the sun. At the same time, the mixture keeps the skin soft and young. The mixture is often mixed with the aromatic resin of the Omuzumba plant, which gives the skin a reddish color. Reddish color for the Himba tribe is a symbol of blood, and blood in turn is a symbol of life.

Main part

The inhabitants of the Andaman Islands (the archipelago in the Indian Ocean) still cover their bodies with a mixture of lard and colored clay, which has a very practical purpose - it protects people from the dangers of heat and insect attacks.

The ancient East is believed to be the birthplace of modern cosmetics. The ideal of female beauty in ancient Egypt was considered the queen of Egypt, Nefertiti. The natural beauty of this ideal face and figure was supported by cosmetics: skin care, makeup and jewelry.

In ancient Egypt, they not only knew the rules of hygienic care for hair and skin, but also used various aromatic substances, dyed their nails and hair, and knew how to dye and shave their beards. The ancient Egyptians used tweezers for removing hair from the face and body. Wealthy Egyptians extensively used fragrant water, incense, and oils to soften the skin and fragrances for the skin and hair.

The art of combing hair was well known to the ancient Egyptians - women, men and even priests covered their naturally-straight hair with artificially curled wigs. For cosmetic purposes alabaster and honey were used, mixtures for depilation were prepared, lips and cheeks were painted with henna, nails were painted with golden paints. Various vegetable oils, including the juice of a water lily and lotus were used as perfumes.

Much attention was paid to skin and hair care products in Assyria and Babylon. In those distant times, the body was treated with various fragrant ointments, hair and beard were dyed.

Rose water and almond milk first appeared in Persia.

In ancient Judea, India and China, there was a real cult of female beauty, for the preservation and improvement of which balms, plant extracts, mascara, face paints, and nail polish were used.

The Middle East had a strong influence on Ancient Greece, supplying it not only with ointments, but also with a culture of aesthetics and hygiene. In ancient Greece, there was a special cult of body cleanliness, hygiene, and health. Aromatic creams and oils were applied to the cleansed face and body. A lot of advice in the field of cosmetics and hygiene can be found in the writings of Hippocrates.

He paid special attention to the study of dermatology and recommended proper nutrition, fresh air, massage and most importantly, a healthy lifestyle to preserve and improve the skin.

Aromatic oils, fats and many other cosmetic products were produced in Greece. The Greeks learned recipes for making facial ointments from the Egyptians. The recipe for excellent perfumes was created by Aristotle's disciple Theophrastus (372-288 BC). Neither Greece nor Rome knew perfume in the modern sense; They were later created by the Arabs by distilling plant substances.

Ancient Greek beauties put a mixture of goat fat and jasmine extract in a small cloth bag and hid it in their hair. In the heat, the fat melted and gradually spread over the face, neck, and shoulders, and the body was permeated with fragrant jasmine. Greek women took special care of their hair, improving the methods of curling it. Men also attached great importance to the shape of their hair and beards.

From ancient Greece, the culture of hygiene and aesthetics was introduced to Rome, where it was further developed. In ancient Rome, there was a special "city of perfumers" - Capua-Saria. It was completely engaged in the production of cosmetics and supplied the entire empire [1].

Ancient Roman cosmetics was greatly influenced by the last queen of Egypt, Cleopatra, thanks to whom the tradition of covering the face and body with makeup, using a wig, swimming in a pool, and taking a contrast bath was established. According to her own recipe, Cleopatra prepared tinctures and ointments based on bear fat. These products made the skin glowing and radiant.

Archaeologists working on the shores of the Dead Sea discovered a huge ancient laboratory for the production of cosmetics and pharmaceutical preparations and Cleopatra's original perfume factory. According to historians, this territory was presented to Cleopatra by Antony.

Cosmetics and medicine have been closely related since ancient times. Papyri, dedicated to the issues of medicine, also contain cosmetics recipes. The Egyptian medical Eber's Papyrus, dated 1500 BC, is preserved in the Leipzig Museum, which contains about 700 magical formulas and remedies, and describes how to clean the skin with various oils and create a protective film on it.

Since ancient times, a lead crystal (also known as galena, a sulfide mineral - PbS) has been used for cosmetic purposes, and an antimony crystal (SbS) has been used to obtain a gray dye. Both were important trade items. In addition, pyrolusite, iron-containing clays, copper oxide were used to obtain black and brown colors; for green eyelids, natural or artificial copper compounds such as copper cypress and crystalline copper powder were used, which can be considered the first example of an artificially obtained chemical preparation.

Ancient Greek writers considered Medea the creator of not only pharmacy, but also cosmetics. According to one of them (4th century BC), "Medea was the first to find a flower capable of blackening white hair." This statement is also confirmed by Clement of Alexandria (II-III centuries BC), according to this Medea was the first to discover hair dye." She could not only dye her hair black, but also bleach it, as Diodorus Siculus reports: "Medea somehow dyed her own hair." Medea is considered the inventor of the bath.

Preventive (hygienic) cosmetics is aimed at maintaining the natural beauty of the human body, preventing aging and skin diseases, which is primarily associated with the use of hygiene products for body and hair care.

Before the invention of soap, people used pumice, chalk, dry river sand, ash, etc. Soap was created in France in the 9th century. Soap making has played an important role in the cosmetic industry. In addition to soap, wine, vinegar, milk, and herbal preparations were added to the water for skin care while bathing.

The annual plant Natsarkatama (*Nitrosalsola dendroides*) is widespread in Georgia. From the ashes of Natsarkatama, Georgians have been making soap for a long time. Detailed information on this issue is given in the work of Vakhushti Batonishvili "Description of the Kingdom of Georgia (XVIII century)" and Ioane Bagrationi in the "Dictionary of Natural Definition" (XIX century).

The ash of Natsarkatama was also called soda.

In ancient Georgia both, aromatic oil vessels and ointments were first imported from other countries. In the 1st-3rd centuries, in parallel with the production of glassware and aromatic oil vessels the production of ointments must have begun as we have some evidences of it.

The special attention paid to cosmetics and perfumery in ancient Georgia can be seen from the fact that Nerses, the head of Kartli, had a personal perfumer Abo Tfileli, whom Nerses brought to Georgia precisely because of this craft.

The achievement of pharmacy in ancient Georgia is proved by the fact that the only special scientific-technical literature that has reached us is the medical-pharmaceutical literature, which is represented by such excellent treatises as Kananeli's "Ustoro Karabadi" (Incomparable Karabadi) of the XI century, translated "Doctor's Book" (the beginning of the 13th century), Zaza Fanaskertel-Tsitsishvili's "Medicinal Book-Karabadi" (15th century) and King David's IX-century book "Yadigar-Daud" (XVI century).

Kananeli's "Ustoro Karabadi" (Incomparable Karabadi) is the oldest monument of Georgian medical literature, indicating the existence of highly developed cosmetic chemistry in ancient Georgia.

A fairly large place in the treatise is given to cosmetic and perfume recipes, such as a mixture for removing excess body hair; tear suppressants; Teeth whitening with calcium carbonate;

For facial skin care and against the harmful effects of atmospheric influence on skin "Ustoro Karadini" recommends the use of cosmetics, which today is known as a "face mask". One of the most important recipes in "Ustoro Karadini" is also the recipe for growing beautiful new nails in case of damage or removing old ones and a lot of other interesting recipes.

Conclusion:

The achievement of pharmacy in ancient Georgia convincingly demonstrates the existence of one of the highly developed chemical fields - cosmetic chemistry in ancient Georgia.

References:

1. Kapanadze M. (2019). History of chemistry and chemical technology. Student's book, "Technical University", Tbilisi.
2. Kekelidze K. (1960). History of Georgian literature. Vol. 1, Tbilisi.
3. Sulkhani-Saba Orbeliani. Georgian dictionary.
4. Batonishvili Vakhushti. (1973). Description of the Kingdom of Georgia. Life of Kartli, Vol. IV. Tbilisi.
5. Ioane Bagrationi. (1986). Explanatory dictionary of natural sciences. Science, Tbilisi.
6. Chagunava R. (2013). Historical research. Tbilisi.

კოსმეტოლოგიისა და ფარმაციის წარმოშობა

მარინა კაპანაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის კათედრის პროფესორი, თბილისი, საქართველო E-mail: m.kapanadze@gtu.ge
ნინო ქებაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, თბილისი, საქართველო E-mail: n.kebadze@gtu.ge
თამარ ლოლაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, თბილისი, საქართველო E-mail: t.loladze@gtu.ge

ანოტაცია: როგორც ქიმიის ისტორიის სფეროში მოღვაწე მეცნიერები აღნიშნავენ, ფარმაცია და პარფიუმერია მეტალურგიასთან, კერამიკისა და მინის წარმოებასთან, საღებავების მიღებასა და ღებვის ტექნიკასთან ერთად წარმოადგენს იმ სფეროს, რომელიც ითვლება ექსპერიმენტული ქიმიის შემდგომი განვითარების ერთ-ერთ ძირითად წყაროდ.

ძველთა „კოსმეტიკა“ დაკავშირებულია მცენარეთა თვისებების ცოდნასთან, მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის სხვადასხვა პროდუქტის, მინერალების გამოყენების გამოცდილებასთან, რაც ზოგჯერ აღიქმება როგორც მხოლოდ სილამაზის შენარჩუნების სურვილი და აქვს სამკურნალო ეფექტი, რასაც ხალხური მედიცინის პრაქტიკაც ადასტურებს.

საკვანძო სიტყვები: კოსმეტოლოგია, ფარმაცია, ხალხური მედიცინა, ჰიგიენა, ექსპერიმენტული ქიმია.

მარილის მოხმარების გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე

- მარინა გიორგობიანი** თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი.
E-mail: m.giorgobiani@tsmu.edu
- ნანა გორგასლიძე** თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სოციალური და კლინიკური ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი. საქართველო, თბილისი.
-mail: n.gorgaslidze@tsmu.edu
- ნანა ცხოვრებაძე** თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის დეპარტამენტის ასისტენტ-პროფესორი. საქართველო, თბილისი.
E-mail: n.tskhovrebadze@tsmu.edu
- ირმა ცხოვრებაძე** თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის დეპარტამენტის მოწვეული პედაგოგი. საქართველო, თბილისი.
E-mail: i.tskhovrebadze@tsmu.edu

რეცენზენტები:

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

თ. ცინცაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი, მედიცინის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge

ანოტაცია „გლობალური განვითარების მიზნების“ პროგრამის ფარგლებში შესწავლილ იქნა სხვადასხვა პოპულაციის სიკვდილიანობა და სიკვდილის კონკრეტული მიზეზები, მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. როგორც კვლევებმა აჩვენეს, ამ მიზეზებში საკმაოდ მნიშვნელოვანი როლი სუფრის მარილის ენიჭება, ჭარბი მარილის მოხმარება შედის კვებითი რისკ ფაქტორებს ძირითად სამეულში.

პრობლემის აქტუალობას ამდაგრებს კვების პროდუქტებით მოსახლეობის მომარაგების მზარდი უთანასწორობა, რაც დამატებით დაბრკოლებას უქმნის მარილის მიღების ინდივიდუალურ კონტროლს.

ჩვენი შრომის მიზანს წარმოადგენდა მარილის მოხმარების გავლენის შესწავლა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე.

ამრიგად, სუფრის მარილი წარმოადგენს მოსახლეობაში არტერიული ჰიპერტენზიის და გულ-სისხლძაღვთა სისტემის დაავადებების განვითარების რისკის პოტენციურ ფაქტორს. მარილის მიღების მოხმარების შემცირება ამცირებს არტერიულ წნევას და ამსუბუქებს გულ-სისხლძარღვთა და სხვა ქრონიკული დაავადებების ტვირთს.

საკვანძო სიტყვები: არტერიული ჰიპერტენზია, ბუფერული სისტემები, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებები, დიეტა, მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობა, სუფრის მარილი, ჰიმალაის მარილი.

შესავალი

უკანასკნელი ათწლეულის პოპულაციური ეპიდემიოლოგიური მონაცემების დამუშავებამ ნათელი გახადა, რომ დიეტას მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება არაინფექციური დაავადებებით ავადობის და ნაადრევი სიკვდილიანობის პრევენციის საკითხებში. დიეტა ასევე განსაზღვრავს ავადობის მიმდინარეობის ხასიათსა და სიმძიმეს (3).

„გლობალური განვითარების მიზნების“ პროგრამის ფარგლებში შესწავლილ იქნა სხვადასხვა პოპულაციის სიკვდილიანობა და სიკვდილის კონკრეტული მიზეზები, მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. როგორც კვლევებმა აჩვენეს, ამ მიზეზებში საკმაოდ მნიშვნელოვანი

როლი სუფრის მარილის ენიჭება, ჭარბი მარილის მოხმარება შედის კვებითი რისკ ფაქტორებს ძირითად სამეულში. ლიტერატურული მონაცემებით 2017 წელს მარილის ჭარბი მოხმარება გახდა 3 მილიონი სიკვდილის მიზეზი (3, 11).

ნატრიუმის ქლორიდის გარკვეული რაოდენობა აუცილებელია ადამიანის ფიზიოლოგიური სისტემების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის. მარილის ჭარბმა მოხმარებამ შეიძლება ორმაგი ეფექტი იქონიოს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. ერთის მხრივ NaCl იწვევს არტერიული წნევისმატებას, არტერიული ჰიპერტენზია კი უკავშირდება გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დაავადებებს და სიკვდილიანობას. მარილის გადაჭარბებული გამოყენება პასუხისმგებელია ყოველწლიურად 5 მილიონ სიკვდილის შემთხვევაზე მთელ მსოფლიოში (3).

რეგიონებში სადაც მოსახლეობა სასმელად მოიხმარს მარილიან წყალს არტერიული ჰიპერტენზიით დაავადებულთა რიცხვი დაახლოებით 4-ჯერ მეტია, ისეთ რეგიონებთან შედარებით სადაც დასალებად არამარილიანი წყალი გამოიყენება (3).

ცხოველებზე ჩატარებული ექსპერიმენტებით გამოვლინდა ჭარბი მარილის მოხმარების შედეგად თავის ტვინის, სისხლძარღვების, თირკმელების და იმუნური სისტემის დაავადებების განვითარების სხვადასხვა მექანიზმები. მარილის მოხმარების შემცირება აქვეითებს არტერიულ წნევას, მაგრამ გადამუშავებულ საკვებში არსებული „ფარული“ მარილი არ გვამღვებს მარილის მოხმარების კონტროლის საშუალებას. პრობლემის აქტუალობას ამძაფრებს კვების პროდუქტებით მოსახლეობის მომარაგების მზარდი უთანასწორობა, რაც დამატებით დაბრკოლებას უქმნის მარილის მიღების ინდივიდუალურ კონტროლს. (1).

მეორე მხრივ ჭარბი მარილის გამოყენებას გააჩნია დადებითი ეფექტი, წარმოიქმნება წყურვილის გრძნობა, რაც იცავს ადამიანის ორგანიზმს გაუწყლოებისაგან. თუმცა ამ დროს სითხე დიდხანს რჩება ორგანიზმში და შეიძლება თვითრეგულაციის მექანიზმების დარღვევა გამოიწვიოს (1,3).

ნატრიუმის იონები აძლიერებენ ქსოვილოვანი ცილების მიერ წყლის შეკავების უნარს, რაც ზედმეტ დატვირთვას უქმნის გულისა და თირკმელების მუშაობას, შედეგად კიდევ უფრო რთულდება გულ-სისხლძარღვთა და გამომყოფი სისტემების პათოლოგიებით მოავადე პირების ჯანმრთელობის მდგომარეობა (1,2).

ნატრიუმის იონები წარმოადგენს კალიუმის ფიზიოლოგიურ ანტაგონისტებს, მისი ჭარბი რაოდენობით გამოყენება ორგანიზმიდან კალიუმის გამოდევნას უწყობს ხელს (2, 4).

NaCl მონაწილეობს ორგანიზმის ბუფერული სისტემების ფორმირებაში, ნატრიუმის, ნაერთები განაპირობებენ ბუფერული სისტემების ტუტოვან ორიენტაციას, ქლორი კი მჟავურ

ორიენტაციაზე პასუხისმგებელი. მკავა-ტუტოვანი წონასწორობის შენარჩუნებასთან ერთად სუფრის მარილი ასევე ხელს უწყობს ოსმოსური წნევის მუდმივობას(1, 11).

კვლევის მიზანი. ჩვენი შრომის მიზანს წარმოადგენდა მარილის მოხმარების გავლენის შესწავლა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. სხვადასხვა ავტორის ნაშრომის შესწავლისა და ურთიერთ შედარების შედეგად მიღებული დასკვნების საფუძველზე მოხდა პრაქტიკული რეკომენდაციების შემუშავება.

ძირითადი ნაწილი

სამეცნიერო ლიტერატურაში არის მონაცემები რომლებიც ეძღვნება დოზა-ეფექტის დამოკიდებულების შესწავლას საკვებ რაციონში ნატრიუმის შემცველობის ვარიაბელურობასა და არტერიული წნევის ცვლილებებს შორის (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11).

ზოგიერთი ავტორის შრომა ეხება რანდომიზებულ კვლევებს, რომელთა ფარგლებში შეისწავლეს ნატრიუმის მოხმარების დონეები სხვადასხვა ზრდასრულ პოპულაციაში (2, 12).

მარილის მოხმარების შეზღუდვასთან ერთად დაფიქსირდა არტერიული წნევის შემცირება გამოკვლეულ პოპულაციის სხვადასხვა ქვეჯგუფში, მათ შორის ჰიპერტენზიით მოავადე და არა მოავადე ჯგუფებში. არტერიული წნევის შემცირება უფრო მეტად გამოვლინდა ხანდაზმულ ადამიანებში, არათეთრკანიან მოსახლეობაში და იმ პირებში რომლებიც თავიდანვე მაღალ სისტოლურ წნევას ატარებდნენ. კვლევის შედეგების სტაბილურობა უკავშირდება კვლევის პერიოდს. უფრო მკვეთრი და სტაბილური შედეგები დაფიქსირდა ექსპერიმენტის ხანგრძლივი დროით ჩატარების პირობებში. მოკლევადიანი კვლევებისას არტერიული წნევის შემცირების ეფექტი არ გამოვლინდა. (2, 11)

რანდომიზებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ კვების რაციონში მარილის რაოდენობის შემცირება ამცირებს არტერიულ წნევას როგორც ჰიპერტენზიულ, ასევე ნორმატიულ ადამიანებში და დამატებით ანტიჰიპერტენზიულ მკურნალობას წარმოადგენს. მცირე რაოდენობით მარილის მიღებას უკავშირდება გულ-სისხლძარღვთა დაავადებებისა და ყველა მიზეზით სიკვდილიანობის რისკის შემცირება, ასევე მცირდება თირკმლის დაავადებების, კუჭის კიბოს და ოსტეოპოროზის განვითარების ალბათობა. ჭარბი მარილის მიღება მძლავრი დიეტური რისკფაქტორია, რომელიც მოქმედებს მრავალ რთულ და ურთიერთდაკავშირებულ ფიზიოლოგიურ მექანიზმზე, მათ შორის სითხის ჰომეოსტაზზე, ჰორმონალური ცვლის და ანთებითი პასუხის მექანიზმებზე, ცვლის ორგანიზმის იმუნურ პასუხს და ნაწლავის მიკრობიომს (5, 6, 7, 11).

ადამიანის ორგანიზმს სჭირდება ძალიან მცირე რაოდენობის მარილი სითხის ბალანსისა და უჯრედული ჰომეოსტაზის შესანარჩუნებლად, თუმცა ადამიანები მას მაიმც ჭარბი რაოდენობით მოიხმარენ. მარილის დამაზიანებელი მოქმედება ჩვენს ჯანმრთელობაზე მრავალფეროვანია, რადგან ადამიანის ფიზიოლოგია არ არის ადაპტირებული დიდი რაოდენობით მიღებული მარილის გამოსაყოფად. რის შედეგადაც ხდება სამიზნე ორგანოების დაზიანება და გულ-სისხლძარღვთა და სხვა ქრონიკულ დაავადებების განვითარება (7, 8, 11, 12).

NaCl-ის მაღალი შემცველობის მქონე წყლის მოხმარება იწვევს ელექტროლიტების ცვლის მოშლას. ორგანიზმში ხდება ნატრიუმისა და ქლორის იონების შეკავება და კალიუმის გამოდევნა, მატულობს თირკმლების ფილტრაციული და რეაბსორბციული მოქმედების ინტენსიურობა. ძლიერდება სისხლძარღვთა რეაქტიულობა და ვითარდება მარილოვანი ჰიპერტონია (9, 13).

ქლორი შედის NaCl-ის შემადგენლობაში. ის არის წყლის ცვლის ერთ-ერთი რეგულატორი. ქლორი გამოიყენება კუჭის ჯირკვლებში მარილმჟავას სინთეზისათვის (9).

მარილის ჭარბი რაოდენობა ასევე ასტიმულირებს მწარე და მჟავე გემოს რეცეპტორებს. ბევრი ვიტამინი და ანტიოქსიდანტი გამოირჩევა მწარე გემოთი. სწორედ ამიტომ, მარილის დამატება საკვებს უფრო გემრიელს ხდის (10, 12, 13).

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, მოზრდილთათვის ნარტრიუმის დასაშვები მაქსიმალური დღიური დოზა 2000 მილიგრამს შეადგენს, რაც მარილზე გადათვლით 5 გრამს ანუ 1 ჩაის კოვზს შეადგენს. ქრონიკული დაავადებების თავიდან ასაცილებლად რეკომენდებულია რომ საშუალოდ დღიურად მოვიხმაროთ 1,15-2,3 გ მარილი. ბავშვთა ასაკში მარილის მოხმარების ნორმები შესაბამისად შემცირებულია (იხ. ცხრილი 1)(4, 5, 6, 7, 11).

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რეკომენდაციების მიუხედავად მსოფლიოს უმეტეს ქვეყნებში მარილის მოხმარების დონე რჩება უფრო მაღალი ვიდრე, ადამიანის ორგანიზმისათვის ფიზიოლოგიურად არის საჭირო. რაც ხაზს უსვამს დამატებითი გლობალური ძალისხმევის აუცილებლობას მარილის მიღების შემცირებისა და მარილის შემცირების სტრატეგიების მონიტორინგისთვის (4, 5, 6, 7, 12).

უახლესი ლიტერატურული მონაცემები მიუთითებენ, რომ ჯანმრთელობის შენარჩუნების თვალსაზრისით კარგ შედეგებს იძლევა ჩვეულებრივი სუფრის მარილის ჩანაცვლება ჰიმალაის მარილით. ნატრიუმისა და ქლორის გარდა ჰიმალაის მარილი შეიცავს კალიუმს, კალციუმს, მაგნიუმს, რკინას, ჟანგბადს, გოგირდს, სილიციუმს, ფტორს და სხვა ელემენტებს. ჰიმალაის მარილის მოქმედების შედეგად ძლიერება იმუნური სისტემა, რეგულირდება

ელექტროლიტებისა და წყალ-მარილოვანი ბალანსი, ხდება ოსტეოპოროზის პრევენცია, უმჯობესდება სისხლის მიმოქცევა, ნორმალიზდება მეტაბოლიზმი, მაგრდება ფრჩხილები და თმა. თუმცა დადებითი მოქმედების მიუხედავად, ჰიმალაის მარილიც ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რეკომენდაციებით დადგენილი ნორმების ფარგლებში უნდა მოვიხმაროთ (14, 15).

რეკომენდაციები: ნაკლები მარილის მისაღებად საჭიროა პრაქტიკაში დავნერგოთ ჯანსაღი კვების პრინციპები: ძირითადად იკვებეთ ახალი პროდუქტებით; თავი შეიკავეთ ტექნოლოგიურად დამუშავებული პროდუქტებისაგან, რომლებიც ბევრ მარილს შეიცავს; უპირატესობა მიანიჭეთ ისეთ შეფუთულ პროდუქტებს, რომლებიც მარილის მცირე რაოდენობას შეიცავს; შეცვალეთ ღორი, სოსისი, კალბასი ახალი ხორცი; თავი შეიკავეთ მარილის დამატებით დაკონსერვებული პროდუქტებისაგან.

დასკვნა:

ამრიგად, სუფრის მარილი წარმოადგენს მოსახლეობაში არტერიული ჰიპერტენზიის და გულ-სისხლძაღვთა სისტემის დაავადებების განვითარების რისკის პოტენციურ ფაქტორს. მარილის მიღების მოხმარების შემცირება ამცირებს არტერიულ წნევას და ამსუბუქებს გულ-სისხლძარღვთა და სხვა ქრონიკული დაავადებების ტვირთს.

მარილის მოხმარების შემცირების ეფექტური ღონისძიებები უნდა განხორციელდეს მთლიანი მოსახლეობის დონეზე და მოიცავდეს მრავალკომპონენტურ მიდგომებს, რომლებშიც გადამწყვეტ როლს ქვეყნების მთავრობები, კვების მრეწველობა და განათლების სისტემები შეასრულებენ.

ცხრილი 1

მარილის რეკომენდირებული დოზები ბავშვთა ასაკში

ასაკი	ორგანიზმის მოთხოვნა ნატრიუმზე მგ/დღე	მარილის ექვივალენტური წონა გ/დღე
1-3 წელი	200-400	0.5-1
4-8 წელი	300-600	0.75-1.5
9-13 წელი	400-800	1-2
14-18 წელი	460-920	1.15-2.3

ლიტერატურა:

1. Robert W. Hunter, Neeraj Dhaun, Matthew A. Bailey, The impact of excessive salt intake on human health, Nature Reviews Nephrology vol. 18, pg. 321–335 (2022)

2. Liping Huang, Kathy Trieu, Sohei Yoshimura, Bruce Neal, Mark Woodward, Norm R C Campbell, Qiang Li, Daniel T Lackland, Alexander A Leung, Cheryl A M Anderson, Graham A MacGregor, Feng J He. Effect of dose and duration of reduction in dietary sodium on blood pressure levels: systematic review and meta-analysis of randomised trials, *BMJ* 2020;368:m315 doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.m315>.
3. G. A Roth, D Abate, K.H. Abate, S. M. Abay, C. Abbafati, N. Abbasi et al., Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017, *The Lancet* Vol.392, iss. 1059, Pg. 1736-1788, 10-16 November 2018.
4. Effect of Reduced Sodium Intake on Blood Pressure, Renal Function, Blood Lipids and Other Potential Adverse Effects, WHO 2012 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/79325>
5. WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation (WHO Technical report series 916). Geneva, World Health Organization (WHO), 2003. <http://www.fao.org/DOCREP/005/AC911E/AC911E00.H>
6. WHO. Global status report on noncommunicable diseases. Geneva, World Health Organization (WHO), 2010. http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789240686458_eng.pdf.
7. WHO. Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of cardiovascular risk. Geneva, World Health Organization (WHO), 2007 http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241547178_eng.pdf.
8. FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *Journal of Human Hypertension*, 2009, 23(6):363–384 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19110538>.
9. Duley L, Henderson-Smart DJ. Reduced salt intake compared to normal dietary salt, or high intake, in pregnancy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2009, (1):CD001687 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10796269>.
10. Meland E., Aamland A. Salt restriction among hypertensive patients: modest blood pressure effect and no adverse effects. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, N.27(2) pg.97– 103, 2009, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19140039>.
11. Feng J. He, Monique Tan, Yuan Ma, Graham A. MacGregor, Salt Reduction to Prevent Hypertension and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review , *Journal of American College of cardiology* Feb, N.75 (6), pg. 632–647, 2020.
12. Sudhir Raj Thout MA, Joseph Alvin Santos, Briar McKenzie, Kathy Trieu, Claire Johnson, Rachael McLean, et.al. The Science of Salt: Updating the evidence on global estimates of salt intake, *The Journal of Clinical Hypertension*, April 2019. <https://doi.org/10.1111/jch.13546>
13. Walkowska A., Kuczeriszka M., Sadowski J., Olszynski K.H., Dobrowolski L., Cervenka L., Hammock B.D., Kompanowska-Jeziarska E. High Salt Intake Increases Blood Pressure in Normal Rats: Putative Role of 20-HETE and No Evidence on Changes in Renal Vascular Reactivity, *Kidney and Blood Pressure Research* N.40, pg.323-334, 2015. <https://doi.org/10.1159/000368508>
14. Zsigmond P. Morphological and microchemical characterization of Himalayan salt samples, *Revue Roumaine de Chimie* N. 61(3), pg. 169-174, 2016.
15. Abrar ul Hassana, Ayesha Mohy Udd Dina, Sakhawat Alib, Chemical Characterisation of Himalayan Rock Salt, *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, N. 60(2), pg. 67-71, 2017.

Impact of salt consumption on population health

Marina Giorgobiani	associate professor of the Department of Hygiene and Medical Ecology of Tbilisi State Medical University. Georgia Tbilisi. Tel. 599 92 14 88. E-mail: m.giorgobiani@tsmu.edu
Nana Gorgaslidze	Professor of Social and Clinical Pharmacy Department of Tbilisi State Medical University. Georgia Tbilisi. E-mail: n.gorgaslidze@tsmu.edu
Nana Tskhovrebadze	assistant professor of the Department of Hygiene and Medical Ecology of Tbilisi State Medical University. Georgia Tbilisi. E-mail: n.tskhovrebadze@tsmu.edu
Irma Tskhovrebadze	invited teacher of the Department of Hygiene and Medical Ecology of Tbilisi State Medical University. Georgia Tbilisi. E-mail: i.tskhovrebadze@tsmu.edu

Abstract. Within the framework of the "Global Development Goals" program, the mortality of different populations and specific causes of death were studied around the world. As studies have shown, table salt plays a very important role in these causes, excessive salt consumption is included in the top three nutritional risk factors.

The urgency of the problem is exacerbated by the growing inequality in the supply of food products to the population, which creates an additional obstacle to individual control of salt intake.

The aim of our work was to study the impact of salt consumption on the health of the population.

Thus, table salt is a potential risk factor for the development of arterial hypertension and diseases of the cardiovascular system in the population. Reducing salt intake lowers blood pressure and eases the burden of cardiovascular and other chronic diseases.

Keywords: arterial hypertension, buffer systems, cardiovascular diseases, diet, acid-alkaline balance, table salt, Himalayan salt.

PRUNUS CERASIFERA EHRH ზოგიერთი ველური და კულტურული ფორმის ლიპიდური ნაერთები

ჯეირან ფუტკარაძე ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამის „ბუნებრივ ნაერთთა ანალიზი“ დოქტორანტი ქ. ბათუმი ფარნავაზ მეფის 93/99 ბ.21

- მაია ვანიძე** შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი. ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი. ქ. ბათუმი ფარნავაზ მეფის 93/99 ბ.21
E-mail: maia.vanidze@bsu.edu.ge
- ალეკო კალანდია** ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის ქიმიის დეპარტამენტი პროფესორი, ქ. ბათუმი ფარნავაზ მეფის 93/99 ბ.21
E-mail: a.kalandia@bsu.edu.ge
- რუსლან დავითაძე** ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის მეცნიერ-თანამშრომელი, ქ. ბათუმი ფარნავაზ მეფის 93/99 ბ.21
E-mail: ruslan.davitadze@bsu.edu.ge

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი.

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

მ. ჩიქავა, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი

E-mail: m.chikava@gtu.ge

ანოტაცია. აღნიშნული პროექტი განხორციელდა სსიპ შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი PHDF-22-2895; გრანტი AP/96/13). შეიძლება დავასკვნათ, რომ მიუხედავად ტყემლის და ტყემლის ნაყოფისგან მიღებული პროდუქტების პოპულარობისა, საქართველოს სინამდვილეში სრულად შეუსწავლელია ტყემლის ნაყოფის ბიოაქტიური ნაერთები და მათგან მიღებული პროდუქტების ქიმიური შედგენილობა და გადამუშავების დროს მიმდინარე ცვლილებები.

ტყემლის ბიოაქტიური ნაერთებით მდიდარი დღევანდელი წარმოებისათვის არასასურველი ნარჩენები შეიძლება გადამუშავდეს, როგორც დამატებითი ღირებულების საკვებ დანამატებად, რომლებიც თავის მხრივ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტების შემუშავებაში.

საკვანძო სიტყვები: ტყემალი, ნარჩენები, ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები.

შესავალი

საკვებისაგან ადამიანის ჯანმრთელობაზე შესაძლო სარგებელს, აუცილებელია მასში შემავალი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების იდენტიფიცირება და რაოდენობრივი შემცველობის დადგენა. აღნიშნულ ინგრედიენტებს მიეკუთვნება ვიტამინები, ორგანული მჟავები, ანტოციანები, ფლავონოიდები და სხვა.

ასევე უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნედლეულის გადამუშავების კომპლექსურობას და გადამუშავების ნარჩენების შესწავლას, კერძოდ ტყემლის ნაყოფების სამრეწველო გადამუშავების ნარჩენები დაბალი ღირებულებებისა და ადვილი ხელმისაწვდომობის გამო, რომელიც სხვა მხრივ შეიძლება გადაყრილი იქნას გარემოში, როგორც ნაგავი, შეიძლება მივიჩნიოთ ნუტრიცევტიკების მნიშვნელოვან წყაროდ. ბიოაქტიური ნაერთებით მდიდარი დღევანდელი წარმოებისათვის არასასურველი ნარჩენები შეიძლება გადამუშავდეს, როგორც დამატებითი ღირებულების საკვებ დანამატებად, რომლებიც თავის მხრივ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტების შემუშავებაში.

სამწუხაროდ კვლევის თანამედროვე მდგომარეობა საქართველოში შეიძლება ითქვას ძალზე არა სრულყოფილია. პრაქტიკულად არ არსებობს მონაცემები საქართველოს პირობებში მოყვანილი ტყემლის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის შესახებ. არსებობს არასრული ფიზიკურ-ქიმიური მონაცემები საქართველოს აგრო-კლიმატურ პირობებში გავრცელებული ტყემლის ნაყოფების შესახებ. კვლევები ძირითადად ჩატარებულია 30-40 წლის წინ, ბუნებრივია მაშინ შესაძლო ტექნიკური საშუალებებით. ჩვენს მიერ შესწავლილი რამდენიმე ასეული სამეცნიერო პუბლიკაციიდან, სამწუხაროდ არ იძებნება არც ერთი კვლევა საქართველოში გავრცელებული ტყემლის ნაყოფის ან წარმოების ანარჩენების შესახებ, არც ერთი ავტორი არ არის ქართული სამეცნიერო წრიდან. საქართველოს სინამდვილეში სრულად შეუსწავლელია ტყემლის ნაყოფის ბიოაქტიური ნაერთები და მისგან მიღებული პროდუქტების (მათ შორის პრეპარატები) გამოყენების პერსპექტივები. მეორეს მხრივ ჩვენს მიერ გაცნობილი ლიტერატურა მოწმობს (რამდენიმე ათეული უახლესი პუბლიკაცია), რომ მცენარეული ნედლეულისა და გადამუშავების ანარჩენების ვალორიზაციის საკითხი ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით, გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების შესუსტების მიზნით ციკლური ეკონომიკის პრინციპების გამოყენება პრიორიტეტული საკითხია.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ მიუხედავად ტყემლის და ტყემლის ნაყოფისგან მიღებული პროდუქტების პოპულარობისა, საქართველოს სინამდვილეში სრულად შეუსწავლეია ტყემლის ნაყოფის ბიოაქტიური ნაერთები და მათგან მიღებული პროდუქტების ქიმიური შედგენილობა და გადამუშავების დროს მიმდინარე ცვლილებები.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის მიზანი და ამოცანები. საქართველოში გავრცელებული ტყემლის (*Prunus cerasifera* Ehrh) ველური ფორმების და კულტურული ჯიშების კურკის ლიპოიდური ნაერთების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია, მათი რაოდენობრივი შემცველობის შესწავლა.



საქართველოში უძველესი დროიდან თითქმის ყველგანაა გავრცელებული ზღვის დონიდან 1600-1800 მეტრამდე სიმაღლეზე. ამჟამად დარაიონებული ჯიშებია გულდედავა, გაზაფხულის მერცხალი, წითელი დროშა, ქუთაისი, რიონი, ხვავიანი და სხვა.

ტყემლის ნაყოფები წარმოშობის მიხედვით საკმაოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ველური ფორმები მცირე ზომის ნაყოფებს იძლევა განივი ჭრილით დაახლოებით 20 მმ-დე და გრძივი ჭრილით დაახლოებით 25 მმ-მდე, მაშინ როდესაც კულტურული ჯიშების ნაყოფები მწვანეფოთოლა წითელნაყოფას შემთხვევაში 27 და 30 მმ-მდეა შესაბამისად, ხოლო წითელფოთლიანი წითელნაყოფა ფორმის შემთხვევაში კიდევ უფრო მეტი 35 და 37 მმ-მდეა. შესაბამისად განსხვავებული ნაყოფის მასა და მოცულობა. ველურ ფორმებში ნაყოფის მასა 6-8 გ-ია, ხოლო კულტურულ ჯიშებში ნაყოფის მასა 18-25 გ-ია.

ტყემლის კურკის კარბონმჟავების შედგენილობის კვლევა - განხორციელდა აირ-სითხური ქრომატოგრაფის (TRACE™ 1310 Gas Chromatograph - Thermo Scientific) საშუალებით. ქრომატოგრაფირება მიმდინარეობდა ქრომატოგრაფიულ კაპილარულ სვეტზე - SGE BPX5 Capillary GC Column 30 მ სიგრძის, 0,25 მმ დიამეტრის და 0,25 მკმ უძრავი ფაზის ნაწილაკების ზომით. უძრავ ფაზას წარმოადგენდა 5% Phenyl Polysilphenylene-siloxane.

ტყემლის კურკისაგან ცხიმის მისაღებად აღებული იქნა 50 გრამი ჰაერზე გამშრალი წინასწარ დატეხილი კურკები, რომელიც დაქუცმაცდა Bosh-ის ფირმის საფქვავეში და მოთავსდა მუდმივ წონამდე მიყვანილ ფილტრის ქაღალდში. პაკეტი ნიმუშთან ერთად

გამოშრა 70 °C (1 სთ) და საექსტრაქციოდ მოთავსებული იქნა სოქსლეტის აპარატში 48 საათის განმავლობაში. ექსტრაქცია მიმდინარეობდა ჰექსანით ცხიმოვანი და პიგმენტური ნაერთების სრულ მოცილებამდე. მიღებული მასა გაშრა საშრობ კარადაში 70°C -ზე მუდმივ წონამდე. დადგინდა, რომ ლიპიდები შეადგენს მასის 40-45%-ს.

ცხიმის აირ-სითხური ქრომატოგრაფირებისათვის აუცილებელია მათი ეთერიფიკაცია, რისთვისაც ისინი მექანიკური მინარევებისაგან გასაწმენდად წინასწარ გაიფილტრა. შემდგომ დაცენტრიფუგირდა და სუოერნანტანტს დაემატა 0.5 მლ 2 ნორმალური KOH-ის 96% სპირტ ხსნარი (შესაძლებელია ეთანოლის ან მეთანოლის გამოყენება). შემდეგ, დაემატა 10 მლ ჰექსანი (საერთო მოცულობა 11,5 მლ). მორევა განხორციელდა სრულ გახსნამდე (მინიმუმ 30 წამის განმავლობაში) და დაცენტრიფუგირდა 10 წუთის განმავლობაში 1000 ბრ/წთ-ზე.

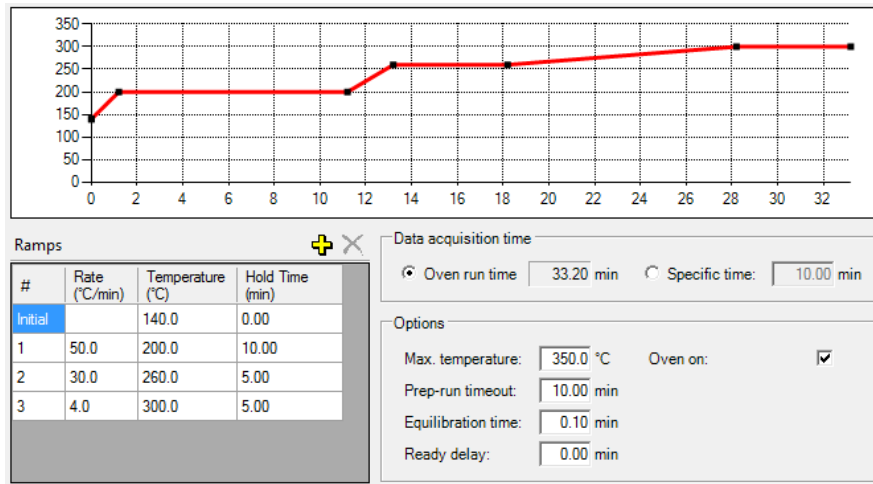
ნიმუშის ზედა ფრაქციიდან 1 მკლ საკვლევი ნიმუშის ინჟექტირება ხორციელდებოდა SGE Analytical Science ფირმის 1.0 მკლ მიკროშპრიცის მეშვეობით. ქრომატოგრაფირებისას მოძრავ ფაზას წარმოადგენს ჰელიუმი, რომლის მოძრაობის სიჩქარე შეადგენს 0,700 მლ/წუთში. ინჟექტორის ტემპერატურული რეჟიმი 280°C-ია, ხოლო, სვეტში შესაყვანი ნიმუშის ჰელიუმის ნაკადში დაყოფა ხორციელდებოდა 1/25 თანაფარდობით. მოძრავი ფაზის (ჰელიუმის) სიჩქარე შეადგენდა 2.0 მლ/წთ. ინჟექტორის მუშაობის პარამეტრები მოცემულია სურ. 1-ზე.

S/SL mode:	Split	Carrier mode:	Constant Flow
Inlet		Carrier flow	
Temperature:	<input checked="" type="checkbox"/> 280 °C	Flow:	<input checked="" type="checkbox"/> 2.000 mL/min
Split flow:	<input checked="" type="checkbox"/> 50.0 mL/min		
Split ratio:	25.0		
Splitless time:	0.01 min		
Surge		Carrier options	
Surge pressure:	5.00 kPa	Vacuum compensation:	<input type="checkbox"/>
Surge duration:	0.00 min	Carrier gas saver:	<input checked="" type="checkbox"/>
Septum purge		Gas saver flow:	10.0 mL/min
Purge flow:	5.0 mL/min	Gas saver time:	2.00 min
Constant septum purge:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Stop purge for:	0.00 min		

სურათი 1. ინჟექტირების პარამეტრები

ქრომატოგრაფირება განხორციელდა ტემპერატურულ გრადიენტით სამ ეტაპად. კერძოდ, ქრომატოგრაფირება იწყება 140°C -ზე, რომელიც მიმდინარეობდა 4 წუთის განმავლობაში. მეორე ეტაპზე ტემპერატურა 30°C/წუთში სიჩქარით იზრდებოდა 260°C-მდე და გრძელდებოდა 16 წუთი. მესამე ეტაპზე ტემპერატურა 4°C/წუთში სიჩქარით იზრდებოდა 300°C-მდე და გრძელდებოდა აღნიშნულ ტემპერატურაზე 5 წუთის განმავლობაში. ქრომატოგრაფირების ტემპერატურული რეჟიმი დიაგრამის სახით მოცემულია სურ.2-ზე. ქრომატოგრაფირების ტემპერატურული რეჟიმი მოცემული (სურ.3).

ქრომატოგრაფირების სრული დრო შეადგენდა 33.20 წუთს. კარბონმჟავების რაოდენობრივი შემცველობა ისაზღვრება პიკის ფართობის მიხედვით პროცენტებში 0,01%-ის სიზუსტით.

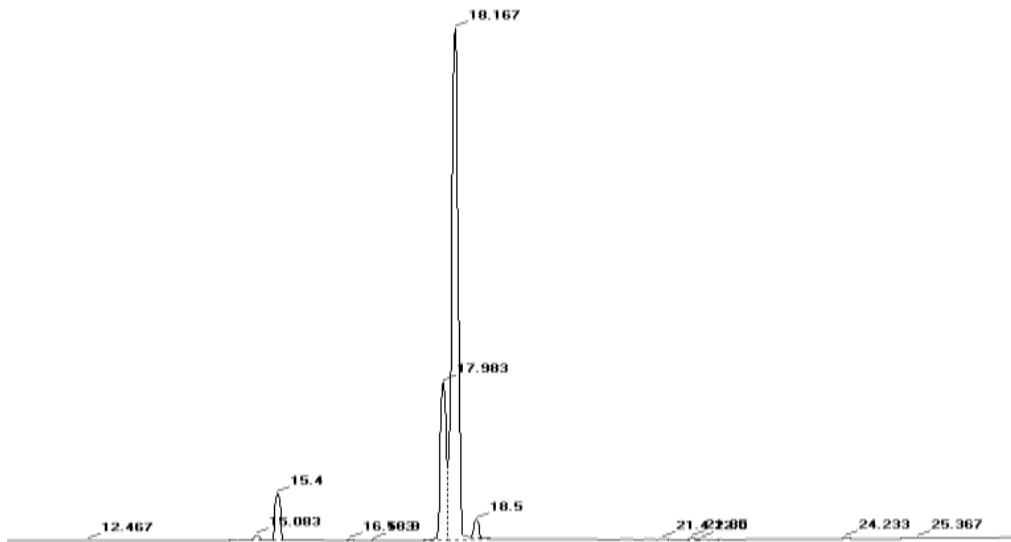


სურათი 2. ქრომატოგრაფირების ტემპერატურული რეჟიმი

ქრომატოგრაფირების მეშვეობით დაყოფილი კარბონმჟავების დეტექტირება ხდებოდა ალურ-იონიზაციურ დეტექტორზე, რომლის სამუშაო რეჟიმი მოცემულია სურათ 59-ზე.

Detector Flame on: <input checked="" type="checkbox"/> Temperature: <input checked="" type="checkbox"/> 350 °C Ignition threshold: 1.0 pA	Signal GC peak width: Standard (> 1 sec.): <input checked="" type="radio"/> Fast (< 1 sec.): <input type="radio"/>
Gas flow Air: <input checked="" type="checkbox"/> 350.0 mL/min Hydrogen: <input checked="" type="checkbox"/> 35.0 mL/min Makeup gas: <input checked="" type="checkbox"/> 30.0 mL/min	

სურათი 3. დეტექტორის სამუშაო რეჟიმი



სურათი 4. ტყემლის ზეთის მეთილ ესტერების აირ-სითხური ქრომატოგრამა

ცხრილი 1.

კარბონმჟავათა კომპონენტური შემადგენლობა

პიკი	კომპონენტის დასახელება	შეკავების დრო (წთ)	ფართობი %
1	Tetradecanoate acid methyl ester (C14:0)	12,467	0.022±0.001
2	Palmitoleic acid methyl ester (C16:1)	15,083	0.563±0.015
3	Palmitic acid methyl ester (C16:0)	15,400	5.199±0.135
4	Heptadecanoic acid methyl ester (C17:1)	16,533	0.107±0.003
5	Heptadecanoic acid methyl ester (C17:0)	16,900	0.049±0.001
6	Linoleic acid methyl ester (C18:2n6c)	17,983	20.246±0.526
7	Oleic acid methyl ester (C18:1n9c)	18,167	71.487±1.859
8	Stearic acid methyl ester (C18:0)	18,500	1.967±0.051
9	Eicosapentaenoic acid methyl ester (C20:5n3)	21,400	0.059±0.002
10	Eicosenoic acid methyl ester (C20:1)	21,850	0.177±0.005
11	Erucic acid methyl ester (C22:1)	24,233	0.080±0.002
12	Behenic acid methyl ester (C22:0)	25,367	0.025±0.001
13	Nervonic acid methyl ester (C24:1)	30,900	0.019±0.001

მიღებული კომპონენტების იდენტიფიკაცია განხორციელდა ცნობილი შედგენილობის მქონე ნიმუშის, ასევე ზოგიერთი სტანდარტული ნაერთის გამოყენებით და ლიტერატურულ მონაცემებთან შედარებით. დადგინდა ტყემლის ზეთში კარბონმჟავების სპეციფიკური შედგენილობა. ანალიზის შედეგები მოყვანილია ქრომატოგრამაზე (სურ.4).

ქრომატოგრაფიული კვლევით დადგინდა, რომ ტყემლის კურკიდან მიღებული ზეთი შეიცავს ცამეტამდე ცხიმმჟავას, ამათგან დომინანტ ცხიმმჟავას წარმოადგენს პალმიტინის მჟავა (C16:0), ცის-ლინოლის მჟავა (C18:2n6c) (ომეგა-6), ოლეინის მჟავა (C18:1n9c). (ცხრილი 1).

დასკვნა:

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ ტყემლის კურკიდან მიღებული ზეთის შემადგენლობაში C18 კარბონმჟავები დომინანტია, მათი შემცველობა ცხიმის საერთო შემცველობის 93.7 %-ს შეადგენს. კერძოდ დომინანტ კარბონმჟავას წარმოადგენენ ოლეინის მჟავა (C18:1n9c) 71,487 %-ს შემცველობით.

Lipid compounds of some wild and cultivated forms of *Prunus cerasifera* Ehrh

Jeyran Putkaradze	Doctoral student of the Doctoral Educational Program "Analysis of Natural Compounds" of Batumi Shota Rustaveli State University. Batumi Farnavaz Mefi 93/99 b.21
Maia Vanidze	Shota Rustaveli State University. Associate Professor of the Faculty of Natural Sciences and Health. Head of the Chemistry Department. St. Batumi Farnavaz Mefi 93/99 b.21 E-mail: maia.vanidze@bsu.edu.ge
Aleko Kalandia	Batumi Shota Rustaveli State University. Professor, Department of Chemistry, Faculty of Natural Sciences and Health, St. Batumi Farnavaz Mefi 93/99 b.21. E-mail: a.kalandia@bsu.edu.ge
Ruslan Davitadze	Batumi Shota Rustaveli State University. Scientific associate of the Faculty of Natural Sciences and Health, St. Batumi Farnavaz Mefi 93/99 b.21. E-mail: ruslan.davitadze@bsu.edu.ge

Abstract. The mentioned project was implemented with the financial assistance of the Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia (grant PHDF-22-2895; grant AP/96/13). It can be concluded that despite the popularity of tkemli and products derived from tkemli fruits, the bioactive compounds of tkemli fruits and the chemical composition of products derived from them and the changes during processing are not fully studied in Georgia.

Unwanted waste for today's production of wood rich in bioactive compounds can be processed as value-added food additives, which in turn can be used in the development of functional products.

Keywords: forestry, waste, biologically active compounds.

თვითმკურნალობა როგორც ჯანდაცვის თანამედროვე სისტემის ნაწილი

თამარ ცინცაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტი, პროფესორი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას ქ. 69. E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge
გიორგი ელიავა	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტი, პროფესორი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას ქ. 69. E-mail: eliavagiorgi04@gtu.ge
მარი წერეთელი	გაგუას კლინიკა, ექიმი პედიატრი, ნ.ჯავახიშვილის 6ა, თბილისი, 0160

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი.

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

მ. ჩიქავა, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი

E-mail: m.chikava@gtu.ge

ანოტაცია. XX საუკუნის ბოლოს ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ მთელ მსოფლიოში განსაზღვრა ჯანდაცვის სტრატეგიული მიმართულება, რომელიც ორიენტირებულია პაციენტზე. ეს დებულება საფუძვლად უდევს ძირითად სამკურნალო პრეპარატებზე მოქმედების პროგრამას, რომელიც დამტკიცდა ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ევროპის რეგიონული ბიუროს მიერ.

სამკურნალო საშუალებების რაციონალური გამოყენება არის ჯანდაცვის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემა, რომელიც მოითხოვს მთელი რიგი საკანონმდებლო, საორგანიზაციო, მეთოდოლოგიური და სხვა საკითხების გადაჭრას.

საპასუხისმგებლო თვითმკურნალობის და ურეცეპტოდ გასაცემი სამკურნალო პრეპარატების კონცეფციის დანერგვის საჭირო პირობებში შედის სახელმწიფო სტრუქტურის შექმნა, რომელიც მართავს ურეცეპტოდ გასაცემი პრეპარატების რეგისტრაციას და მოძრაობას და მათი ფუნქციის განსაზღვრას, თვითმკურნალობაზე და ურეცეპტოდ გასაცემ წამლებზე დებულების დამუშავებას, უცხოეთიდან შემოსული და ადგილობრივი წარმოების ურეცეპტოდ გასაცემ პრეპარატებზე მონიტორინგს. ზემოაღნიშნული პირობების დაცვა ხელს შეუწყობს საპასუხისმგებლო თვითმკურნალობის დანერგვას მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვის სისტემის

ყოველდღიურ პრაქტიკაში არასასურველი შედეგების განვითარების გარეშე, რაც, თავის მხრივ, ხელს შეუწყობს ერის ჯანმრთელობის დონის ამაღლებას და ეკონომიკურად სასარგებლო ცვლილებების შეტანას ჯანდაცვის ბიუჯეტური დანახარჯების სტრუქტურაში.

საკვანძო სიტყვები: თვითმკურნალობა, ჯანდაცვა, სამკურნალო საშუალებები, ფარმაცევტული ზრუნვა

შესავალი

წამალი – ძირითადი ინსტრუმენტია პაციენტის ჯანმრთელობის აღდგენის უმნიშვნელოვანესი ამოცანის გადაჭრაში.

რთულია წარმოვიდგინოთ თანამედროვე საზოგადოება სხვადასხვა სამკურნალო საშუალებების უზარმაზარი არსენალის გარეშე. ათი ათასობით პრეპარატების და ვაქცინების გამოჩენის გამო XX საუკუნეში შეიქმნა ადამიანის სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობის მნიშვნელოვნად გაზრდის საშუალება, ამჟამად შესაძლებელია დახმარება გავუწიოთ ავადმყოფებს ადრე განუკურნებელი დაავადებებისგან განკურნებაში, შევარჩიოთ სიკვდილის მომტანი ეპიდემიების გავრცელება და მოვახდინოთ ქრონიკული დაავადებების მქონე მილიონი პაციენტის ცხოვრების ხარისხის ამაღლება. ამჟამად ფარმაცევტული ინდუსტრიის დონისაგან პირდაპირ არის დამოკიდებული სახელმწიფოს კეთილდღეობა, ერის ჯანმრთელობა და ნდობის დონე, რომელსაც საზოგადოება გრძნობს მედიცინის მიმართ მთლიანობაში.

ძირითადი ნაწილი

ისტორიულად (XVII-XIX საუკუნეებში) სამკურნალო საშუალებები ყველაზე ხშირად პრაქტიკოსი ექიმების მიერ იქმნებოდა (დიგოქსინი, ეფედრინი, ქინინი) ფარმაცევტების წილად მოდიოდა ტექნიკური მუშაობა. მაგრამ 1940-იან წლებში სიტუაცია რადიკალურად შეიცვალა. პენიცილინის გამოგონებამ მისცა სტიმული ფარმაცევტული წარმოების განვითარებას, გაჩნდა ფარმაცევტული ინდუსტრია, რომელმაც მნიშვნელოვნად შეცვალა ურთიერთობა ექიმ-კლინიცისტებს, ფარმაცევტებსა და ავადმყოფებს შორის [4, 5-7].

ამჟამად ახალი სამკურნალო პრეპარატების დამუშავება რთული და მრავალსაფეხურიანი პროცესია, რომელშიც ათობით სპეციალისტი მონაწილეობს – ქიმიკოსები, ბიოლოგები, ფარმაცევტები, ექიმები, ფსიქოლოგები, ეკონომისტები. ახალი სამკურნალო საშუალების

დანერგვა შეუძლებელია კლინიკური გამოკვლევების ჩატარების გარეშე, რომლებზეც ხარჯების მნიშვნელოვანი ნაწილი მოდის. მაშასადამე, ფარმაცევტი კარგად უნდა ერკვეოდეს კლინიკური კვლევების საკითხებში, სწორედ უნდა შეაფასოს პოტენციური სარგებელი და ახალი პრეპარატის გამოყენების რისკი.

სამკურნალო პრეპარატების ნომენკლატურა ყოველწლიურად ივსება სულ ახალი და ახალი საშუალებებით, ფართოვდება სამკურნალო ფორმების მრავალსახეობა [3,4,5,6].

პაციენტთა ფარმაცევტული დახმარების შესაბამისი ხარისხის გარანტირება შესაძლებელია მხოლოდ ექიმის და ფარმაცევტის გაერთიანებული ძალისხმევით, ამისათვის ფარმაცევტს უნდა ჰქონდეს კლინიკური ფარმაციის სრულფასოვანი ცოდნა [3].

კლინიკური ფარმაციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი განყოფილებაა ფარმაცევტული ზრუნვა. ფარმაცევტული ზრუნვის როლი თვითმკურნალობის თანამედროვე პირობებში მნიშვნელოვნად იზრდება და ხდება აფთიაქში ფარმაცევტის პროფესიული მოქმედების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი. ფარმაცევტმა სწორად უნდა მოახდინოს პაციენტების შერჩევა, რომლებიც მოითხოვს ექიმის აუცილებელ კონსულტაციას, რაც ხელს შეუწყობს სერიოზული დაავადებების და პათოლოგიური მდგომარეობების ადრეულ დიაგნოსტიკას და მკურნალობას, ხოლო ოჯახის ექიმებს დაეხმარება ურეცეპტოდ გასაცემი პრეპარატებით ფარმაკოთერაპიის ეფექტურობის ამაღლებაში.

ამჟამად სამკურნალო საშუალებების რაციონალური გამოყენება წარმოადგენს ჯანდაცვის ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას, რომელიც მოითხოვს საკანონმდებლო, საორგანიზაციო, მეთოდოლოგიურ და სხვა საკითხების გადაჭრას.

ამ პრობლემის გადაწყვეტა ხელს შეუწყობს მოსახლეობის ჯანმრთელობის შენარჩუნებას, მოსახლეობის სიცოცხლის ხანგრძლივობის გაზრდას და ავადმყოფთა ცხოვრების ხარისხის გაუმჯობესებას.

არსებითი როლი ფარმაკოთერაპიის უსაფრთხოების და ეფექტურობის გაზრდაში ეკუთვნის ფარმაცევტულ ფარმაცევტულ ზრუნვას – ფარმაცევტის, ექიმისა და პაციენტის ურთიერთქმედების კომპლექსურ პროგრამას, დაწყებული სამკურნალო საშუალებების გაცემიდან მისი მოქმედების სრულ დამთავრებამდე.

ფარმაცევტული ზრუნვის სისტემის ფორმირება, უპირველეს ყოვლისა, გულისხმობს ფარმაცევტის მიერ პაციენტის წინაშე სამკურნალო საშუალებებით მკურნალობაზე პასუხისმგებლობის თავის თავზე აღებას.

ფარმაცევტული ზრუნვის როლი არსებითად იზრდება თვითმკურნალობის სისტემის განვითარების პირობებში, როდესაც ფარმაცევტი აფთიაქში პაციენტის ძირითადი კონსულტანტი ხდება.

ფარმაცევტს შეუძლია მიაწოდოს პაციენტს რეკომენდაციები ფარმაკოთერაპიასა ან სხვა სახის მკურნალობასთან დაკავშირებით სიცოცხლისათვის და ჯანმრთელობის მდგომარეობისათვის არასაშიში სხვადასხვა დაავადების და უძლურობის სიმპტომებზე, ასევე შეუძლია არსებითი დახმარება გაუწიოს „საშიში“ სიმპტომების ამოცნობაში, რომლებიც მოითხოვს ექიმის აუცილებელ კონსულტაციას.

თვითმკურნალობის სისტემის განვითარებისა და მისი ეფექტურობის გაზრდის მიზნით მნიშვნელოვანია, რომ ყოველი სიმპტომისათვის ან უძლურობისათვის, რომლებიც შეიძლება დამოუკიდებლად განვკურნოთ, ფარმაცევტს აფთიაქში ჰქონდეს მოქმედების მკაფიო ალგორითმი. ასეთი ალგორითმის ძირითადი მიზანია – დაეხმაროს ფარმაცევტს სიმპტომების სიმძიმის ხარისხის განსაზღვრაში და აგრეთვე ოპტიმალური სამკურნალო პრეპარატის და მისი რაციონალური გამოყენების პირობების შერჩევაში ყოველი კონკრეტული პაციენტისათვის [1,2].

დასკვნა:

საპასუხისმგებლო თვითმკურნალობის და ურეცეპტოდ გასაცემი სამკურნალო პრეპარატების კონცეფციის დანერგვის საჭირო პირობებში შედის სახელმწიფო სტრუქტურის შექმნა, რომელიც მართავს ურეცეპტოდ გასაცემი პრეპარატების რეგისტრაციას და მოძრაობას და მათი ფუნქციის განსაზღვრას, თვითმკურნალობაზე და ურეცეპტოდ გასაცემ წამლებზე დებულების დამუშავებას, უცხოეთიდან შემოსული და ადგილობრივი წარმოების ურეცეპტოდ გასაცემ პრეპარატებზე მონიტორინგს. ზემოაღნიშნული პირობების დაცვა ხელს შეუწყობს საპასუხისმგებლო თვითმკურნალობის დანერგვას მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვის სისტემის ყოველდღიურ პრაქტიკაში არასასურველი შედეგების საშიშროების გარეშე, რაც, თავის მხრივ, ხელს შეუწყობს ერის ჯანმრთელობის დონის ამაღლებას და ეკონომიკურად სასარგებლო ცვლილებების შეტანას ჯანდაცვის ბიუჯეტური დანახარჯების სტრუქტურაში.

ლიტერატურა:

1. G. Eliava, T. Tsintsadze, P. Kasradze, T. Ukleba, I. Natroshvili, T. Svanishvili, Z. Sopromadze, M. Sopromadze (2020). Aspects of the development of self-medication and the reasons for the prohibition of doping in sports. Auxiliary textbook, "Georgika" publishing house, vol., 156 p.

2. G. Eliava, T. Tsintsadze, P. Kasradze, Z. Sopromadze, T. Svanishvili, E. Tataradze, M. Sopromadze (2019). Medicines and rules and criteria for their rational use. Help Guide. "Georgika" Publishing House, Tbilisi, 124 p.
3. Chumburidze T., Nemsitsveridze N., Shubitidze D., Kvizhinadze N., Fruidze E. Pharmaceutical care. SS printed word combine. Tbilisi, 2019, 116 p.
4. Zupanets I.A., Chernykh V.P., Popov B.S., Sakharova T.S., Bezdetko N.V., Bezuglaya N.P., Bolotnaya L.A., Grintsov E.F., Naletov S.V. (2006). Pharmaceutical Care. Course of lectures, "Farmitek", Kharkiv, 522 p.
5. I. A. Zupanets, V. P. Chernykh, V. F. Moskalenko, N. V. Bezdetko, V. A. Usenko, B. S. Popov, E. F. Grintsov, and A. V. Zaichenko, Bezuglaya N.P., Usenko G.D. (2002). Pharmaceutical Care. A practical guide for pharmacists and family doctors. "Golden Pages", Kharkiv, 262 p. Kukes V.G.,
6. Starodubtsev A.K. Clinical pharmacology and pharmacotherapy. OOO. Publishing group "GEOTAR-Media", 2012, 150 p.7. The Role of Pharmacist in the Health Care System. Report of a WHO Consultative Group. New Delhi, 13-16 December 1988, Geneva, 2001, 37 p.

Self-treatment as a part of modern health care system

Tamar Tsintsadze	Department of Pharmacy, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Technical University of Georgia, Professor, Kostava st., Georgia, 0105. 69. E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge
Giorgi Eliava	Department of Pharmacy, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Technical University of Georgia, Professor, Kostava st., Georgia, 0105. 69. E-mail: eliavagiorgi04@gtu.ge
Mari Tsereteli	Gagua Clinic, Dr. Pediatrician, N. Javakhishvili 6a, Tbilisi, 0160

Abstract. In the end of the 20th century the World Health Organization determined the strategic course of health care throughout a world, which is focused on the patient. This provision laid a foundation for the program of main treatment agents action, which was approved by the Europe regional bureau of the World Health Organization.

Rational use of therapeutic agents is one of the relevant problems of health care and requires solution of a whole number of legislative, organizational, methodological and other problems.

Necessary conditions of introduction of the self-care and over-the-counter drugs concept includes establishment of the governmental structure, which manages over-the-counter drugs registration and translocation and determines their functions, elaboration of the self-care and over-the-counter drugs statute, and carries out monitoring of foreign and locally manufactured over-the-counter drugs. Observation of the above mentioned conditions will promote introduction of the self-care system without development of any adverse effects for the everyday practice of the population health care system

that in its turn will assist improvement of nation's health level and introduction of economically profitable modifications in the structure of the health care budgetary expenditures.

Keywords: self-treatment, health care, treatment agents, pharmaceutical care.

THE PECULIARITIES OF MANIFESTATION OF ACHIEVEMENTS AND PERSPECTIVES OF ANTIOXIDANTS IN ALLERGY PHARMACOTHERAPY PRACTICE IN THERAPEUTIC APPLICATIONS

- Nana Gorgaslidze** PhD, Doctor in Pharmaceutical Sciences, Professor of Tbilisi State Medical University, Head of The Department of Social and Clinical Pharmacy, Tbilisi, Georgia.
E-mail: n.gorgaslidze@tsmu.edu
- Luiza Gabunia** MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University, Professor of the Department of Medical Pharmacology at Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia;
E-mail: l.gabunia@tsmu.edu
- Nodar Sulashvili** MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical and Pharmacological Sciences, Invited Lecturer/Professor of Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University, Associate Professor of Medical Pharmacology of Faculty of Medicine at Sulkhani-Saba Orbeliani University, Associate Professor of Division of Pharmacology of International School of Medicine at Alte University; Associate Professor of Pharmacy Program at Shota Meskhia Zugdidi State University; Associate Professor of Medical Pharmacology at School of Medicine at David Aghmashenebeli University of Georgia, Associate Professor of the University of Georgia, School of Health Sciences. Tbilisi, Georgia.
E-Mail: n.sulashvili@ug.edu.ge
- Marina Giorgobiani** MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor of Tbilisi State Medical University, Faculty of Public Health; Department of Hygiene and Medical Ecology, Tbilisi, Georgia.
E-Mail: m.giorgobiani@tsmu.edu

Corresponding Author: Dr. Nodar Sulashvili

E-mail: n.sulashvili@ug.edu.ge

Reviewers:

N. Chichoyan, Head of Pharmacognosy Department of Yerevan State Medical University, Full Professor.

M. Chikawa, Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy

ABSTRACT. The purpose of the study was to study and analyze key the peculiarities of manifestation of achievements and perspectives of antioxidants in allergy pharmacotherapy practice in therapeutic applications. In addition, it also provides insight into how antioxidants modulate allergy-related inflammatory biomarkers and other allergy-related parameters, as supported by recent data. All information will be useful for scientists and researchers to study and develop new allergy drugs with modifications.

Regulated physiological inflammation is a beneficial adaptive response that plays a role in defense against infection, tissue repair, and adaptation to stress or homeostasis. However, if left unchecked, it can become dangerous and manifest as tissue damage, septic shock, autoimmunity, fibrosis, metaplasia or homeostasis, and chronic autoinflammatory diseases. Whatever the cause, inflammation likely evolved as an adaptive response to maintain homeostasis. Many pathological and clinical features of allergic diseases reflect the long-term consequences of chronic allergic inflammation in the focus of prolonged or repeated exposure to allergens. An antioxidant is a molecule that prevents the oxidation of other molecules. Oxidation releases free radicals, which scientists believe cause many diseases. When the body receives enough antioxidants, it can fight free radicals on its own. In fact, the antioxidants, minerals, fiber, and other substances found in fruits, vegetables, and grains protect the body from disease, but taking large doses of added antioxidants does little. Among the substances that act as antioxidants against harmful free radicals, the most common are vitamin A, vitamin C, vitamin E, selenium, flavonoids, lignans, and lutein. Sources of vitamin E are nuts, cereals, vegetables and vegetable oil. Sources of vitamin C include citrus fruits, tomatoes, green leafy vegetables, and strawberries. Sources of vitamin A: apricots, melons, broccoli, sweet potatoes, carrots, cabbage and prunes. Sources of selenium: nuts, fish, red meat, cereals, eggs, garlic and milk. Sources of flavonoids: soy, red wine, pomegranate, blackberry, raisins and tea. Sources of lignans are flaxseed, barley, rye, whole grains, and oats. Sources of lutein: anemone, spinach, Brussels sprouts, green tea and broccoli.

Antioxidants are substances that protect the human body from harmful molecules, especially free radicals. Free radicals are unstable, highly aggressive and active molecules that damage healthy cells and cause: frequent flu and colds, exacerbation of chronic diseases, premature ageing of the body, risk of atherosclerosis, heart attack, accidents, cerebrovascular diseases, cataracts and cancer. We can say that antioxidants are an ecological door for the human body. These are "C", "E", vitamin A, lupine, lycopene, some amino acid complexes, the trace element selenium and some plant extracts. Plants are

the main source of antioxidants. These are fruits, vegetables, herbs, green tea and much more. In addition, such products contain a large number of vitamins, minerals and other biologically active substances necessary to maintain the normal state of the body. Oxidative stress is a cause and effect of redox metabolism under various physiological and pathological conditions. Understanding the molecular mechanisms underlying oxidative stress and the role of antioxidants may be key to managing complications. Allergic rhinitis is a disease that impairs the daily functioning and quality of life of those affected and has a high socioeconomic burden and prevalence. Recent research has focused on the role of oxidative stress and antioxidants in allergic rhinitis. The review discusses animal and clinical studies of oxidative markers and potential therapeutic antioxidants in the allergic rhinitis diet. The complexity of each response and multiple physiological effects complicates clinical trials of antioxidant drug therapy. Thus, future research should take into account several confounding factors, including appropriate dosage adjustments, and the search for more effective and potent natural biological compounds should continue. Based on these studies, long-term, randomized, placebo-controlled trials are needed to elucidate the role and effect of antioxidants in the clinical setting of pharmacological co-treatment of allergic diseases.

Asthma is characterized by persistent inflammation and is associated with increased oxidative stress and subsequent lung damage. Endogenous or exogenous ROS production is required for the asthmatic inflammatory response. Although there are endogenous antioxidant mechanisms that counteract the ROS-induced inflammatory response, in inflammation there is an imbalance of two opposing mechanisms. Modifying these phenomena by increasing antioxidant levels opens up unique possibilities for therapeutic strategies for disease prevention, inflammation suppression, or inhibition of airway remodeling. However, the cellular and molecular mechanisms of these compounds are still undergoing significant improvements. In addition to their antioxidant activity, plant antioxidants have anti-inflammatory effects by regulating various inflammatory cells and mediators, protecting vessels, and acting as a gatekeeper in various signaling pathways. Natural biological compounds can be used alone or in combination with other available anti-inflammatory drugs, which can reduce costs and/or reduce side effects. It remains an open question whether these data are sufficient for the consequences of human diseases, since the action of naturally occurring biological compounds is chronic and depends on bioavailability and metabolism at relatively low concentrations.

Keywords: Antioxidants, allergy, applications, pharmacotherapy, perspectives, practice, therapeutic.

Introduction

GSH is present in all cellular compartments and is the main soluble antioxidant. The GSH/GSSG ratio is one of the main determinants of oxidative stress. GSH exhibits antioxidant activity in several ways. It neutralizes hydrogen peroxide and lipid peroxides through the action of GSH-Px. GSH donates its electron to H_2O_2 to be reduced to H_2O and O_2 . GSSG is in turn reduced to GSH-by-GSH reductase, which uses NAD(P)H as an electron donor. GSH-Px is also important in protecting the cell membrane from lipid peroxidation. The reduced glutathione transports protons to membrane lipids and protects them from oxidative stress.

Carotenoids are pigments found in plants. Initially, β -carotene was found to react with superoxide (ROO^-), hydroxyl ($-\text{OH}$), and superoxide (O_2^-) radicals. Carotenoids exhibit an antioxidant effect at low oxygen partial pressure, but may have a pro-oxidant effect at higher oxygen concentrations. Both carotenoids and retinoic acids (RA) can regulate transcription factors. Beta-carotene inhibits oxidation-induced activation of NF- κ B and the production of interleukin (IL)-6 and tumor necrosis factor- α . Carotenoids also affect cell proliferation. The antiproliferative effects of rheumatoid arthritis have been demonstrated in several studies. These effects on RA are mainly mediated by retinoic acid receptors and are cell type dependent. In breast cancer cells, the retinoic acid receptor has been shown to inhibit growth by causing cell cycle arrest, apoptosis, or both.

Oxidative stress occurs when the balance between antioxidants and ROS is disrupted, either due to a lack of antioxidants or due to accumulation of ROS. When oxidative stress occurs, cells attempt to neutralize oxidative effects and restore redox balance by activating or repressing genes encoding protective enzymes, transcription factors, and structural proteins. The ratio of oxidized and reduced glutathione (2GSH/GSSG) is one of the important factors that determine oxidative stress in the body. An increase in ROS production in the body can alter the structure of DNA, lead to changes in proteins and lipids, stress-induced activation of many transcription factors, and production of pro-inflammatory and anti-inflammatory cytokines [1-2].

Oxidative stress can result from an overproduction of ROS through metabolic reactions that consume oxygen and shift the oxidant/antioxidant balance in favor of oxidants. ROS are triggered by the metabolic activity of cells and environmental factors such as air pollution or cigarette smoke. Due to the unpaired electrons in their structure, ROS are highly reactive molecules and react with many biological macromolecules in the cell, such as carbohydrates, nucleic acids, lipids, and proteins, changing their functions. ROS also affect the expression of many genes by increasing redox transcription

factors and chromatin remodeling by reducing histone acetylation/deacetylation. Regulation of the redox state is important for organogenesis, activation, proliferation, and organ function.

ROS can lead to DNA modifications in a variety of ways, including base degradation, DNA single- or double-strand breaks, purine-, pyrimidine-, or sugar-linked modifications, mutations, deletions or translocations, and cross-linking proteins. Most of these DNA changes are directly related to carcinogenesis, aging, neurodegenerative diseases, cardiovascular diseases and autoimmune diseases. Cigarette smoke, redox and non-redox metals such as iron, cadmium, chromium and arsenic are also involved in carcinogenesis and aging by forming free radicals or binding to thiol groups. The formation of 8-OH-G is the most well-known DNA damage due to oxidative stress and a potential biomarker of carcinogenesis [3-4].

ROS can induce lipid peroxidation and disrupt the assembly of membrane lipid bilayers, which can inactivate membrane-bound receptors and enzymes and increase tissue permeability. Lipid peroxidation products such as MDA and unsaturated aldehydes can inactivate many cellular proteins by forming protein cross-links. Nominative 4-hydroxy-2 depletes intracellular GSH and induces superoxide production, activates the epidermal growth factor receptor, and stimulates fibronectin production. Lipid peroxidase agents such as isoprostane and thiobarbituric acid-reactive agents have been used as surrogate biomarkers of oxidative stress, with increased concentrations detected in exhaled air or lung or pulmonary lavage in patients with COPD [5-6].

ROS can cause peptide chain fragmentation, change in protein electrical charge, protein cross-linking, and oxidation of certain amino acids, leading to increased susceptibility to proteolysis by degradation by specific proteases. Cysteine and methionine residues in proteins are particularly vulnerable to oxidation. Oxidation of sulfhydryl groups or methionine residues in proteins causes conformational changes, protein cleavage and degradation. Enzymes that have metals at or near their active sites are particularly susceptible to metal-catalyzed oxidation. Oxidative modification of enzymes has been shown to inhibit their activity.

In some cases, selective oxidation of proteins may occur. For example, methionine can be oxidized to methionine sulfoxide and phenylalanine can be oxidized to o-tyrosine. Sulfhydryl groups can be oxidized to form disulfide bonds, and carbonyl groups can be inserted into protein side chains. Gamma rays, catalyzed metal oxidation, HOCl and ozone can lead to the formation of carbonyl groups.

ROS can induce the expression of many genes involved in signal transduction. A high GSH/GSSG ratio is important to protect cells from oxidative damage. Violation of this ratio activates redox-sensitive transcription factors such as NF- κ B, AP-1, activated T-cell nuclear factor, and hypoxia-

inducible factor 1, which participate in the inflammatory response. Activation of transcription factors by ROS occurs through signal transduction cascades that transfer information from outside to inside the cell. Receptor tyrosine kinases, most growth factor receptors such as epidermal growth factor receptors, endothelial growth factor receptors and platelet-derived growth factor receptors, protein tyrosine phosphatases and serine/threonine kinases are targets of ROS. The extracellular signal-regulated kinases, JNK and p38, which are members of the mitogen-activated protein kinase family and are involved in many cellular processes, including proliferation, differentiation and apoptosis, can also be regulated by oxidants [7-8].

Under conditions of oxidative stress, cysteine residues in the DNA binding site of c-Jun, some AP-1 subunits, and inhibitory κ B kinase are reversibly S-glutathionylated. Glutathione and TRX have been reported to play important roles in regulating redox signaling pathways such as NF- κ B and AP-1, mitogen-activated protein kinase p38, and JNK.

NF- κ B can be activated in response to oxidative stress such as ROS, free radicals, and UV exposure. Phosphorylation of I κ B releases NF- κ B and allows it to enter the nucleus to activate gene transcription. Many kinases phosphorylate I κ B at serine residues. These kinases are targets of oxidative signals for NF- κ B activation. Reducing agents increase NF- κ B binding to DNA, while oxidizing agents inhibit NF- κ B binding to DNA. TRX may have 2 opposite effects on NF- κ B regulation: in the cytoplasm, it prevents I κ B degradation and inhibits NF- κ B activation, but increases NF- κ B binding to DNA in the nucleus. Activation of NF- κ B through oxidative degradation of I κ B leads to the activation of many genes associated with antioxidant defense. NF- κ B regulates the expression of several genes involved in the immune response, such as IL-1 α , IL-6, tumor necrosis factor- α , IL-8, and several adhesion molecules. NF- κ B also regulates angiogenesis, cell proliferation and differentiation.

AP-1 is also regulated by redox status. In the presence of H₂O₂, some metal ions can activate AP-1. Increasing the GSH/GSSG ratio increases AP-1 binding, while GSSG inhibits AP-1 binding to DNA. DNA binding of the Fos/Jun heterodimer is enhanced by a decrease in the conserved cysteine in the DNA-binding domain of each protein, while AP-1 DNA binding can be inhibited by GSSG in many cell types, suggesting that the formation of a disulfide bond with cysteine residues inhibits AP-1 DNA binding [9-10].

Main part

Objectives: The aim of the research was to study and analyze the peculiarities of manifestation of achievements and perspectives of antioxidants in allergy pharmacotherapy practice in therapeutic applications

Methods: The material of the article was the data from scientific publications, which were processed, analyzed, overviewed and reviewed by generalization and systematization. Research studies are based on a review/overview assessment of the development of critical visibility and overlook of the modern scientific literature. Use the following databases (for extensive literature searches to identify key points related to the peculiarities of manifestation of achievements and perspectives of antioxidants in allergy pharmacotherapy practice in therapeutic applications): PubMed, Web of Science, Clinical key, Tomson Reuters, Google Scholar, Cochrane Library, and Elsevier Foundations. National and international policies and guidelines were also reviewed and as well as grey literature.

Results and discussion:

In allergic rhinitis, the role of thioredoxin-interacting protein (TXNIP) in oxidative stress was investigated. In a mouse model of OVA-induced allergic rhinitis, TXNIP expression in the nasal mucosa, MDA and SOD activity, and allergic rhinitis markers such as sneezing and nasal rubbing, OVA-specific IgE, and histamine were measured. Serum and specific IgE to OVA, IL-4, IL-5 and tumor necrosis factor (TNF)- α in nasal washings. Results were measured between mice treated intranasally with the TXNIP inhibitor resveratrol and untreated mice. In the untreated allergic rhinitis group, nasal symptoms, TXNIP and OVA-specific IgE levels, histamine and cytokine levels, and MDA and SOD levels increased, while those in the untreated allergic rhinitis group decreased. received treatment. In nasal tissues, epithelial cells and inflammatory cells were positive for TXNIP. This finding suggests that thioredoxin and TXNIP regulate transcription factors of oxidative stress pathways in allergic rhinitis, although a precise understanding of the signalling pathway between transcription factors and established markers of nasal symptoms remains to be determined.

Another transcription factor, NF- κ B, can also be activated in response to oxidative stress. Oxidation of H₂O₂ releases the inhibitory subunit NF- κ B (IKB). NF- κ B is then released and can enter the cell nucleus, where it acts as a transcription and expression factor for genes involved in the acute phase of the immune or inflammatory response.

In allergic rhinitis, several recent studies have examined the function of the NF- κ B pathway in a mouse model of allergic rhinitis. Studies have shown that in an OVA-induced allergic rhinitis model, markers of oxidative stress such as MDA levels and the Nrf2 and NF- κ B pathways are elevated. They correlate with signs of inflammation such as cytokine levels and histopathological findings in models of allergic rhinitis. After treatment with the antioxidant mangiferin, the markers decreased.

In the pathogenesis of allergic rhinitis, antigen presentation by dendritic cells is the first stage of allergenicity. There are reports that disruption of the natural epithelium of the nasal epithelium may

facilitate the absorption of allergens and harmful foreign particles in allergic rhinitis. Epithelial dysfunction with increased epithelial permeability and altered expression of occludin and zonula occludens (ZO)-1 have been observed in patients with allergic rhinitis to dust mites. This disruption of mucosal integrity may contribute to reduced response to therapy, making it an important area of research in the treatment of allergic rhinitis. Several studies have examined the role of oxidative stress in epithelial barrier dysfunction in allergic rhinitis [11-12].

Most of the research on oxidative signaling pathways in allergic rhinitis has focused on finding potential dietary antioxidants as alternative pharmacotherapy options to combat this disease. Thus, the current literature is somewhat limited in defining the complex and diverse molecular pathways of specific oxidative stress in allergic rhinitis. Recent research on dietary antioxidants for the treatment of allergic rhinitis is discussed in detail, including the natural dietary sources of each antioxidant [13-14].

Antioxidants capture and release free radicals from the body and control lipid levels (especially cholesterol) in the blood. It has anti-cancer effect, stops the growth of cancer cells, and can also inhibit cancer cells. Stimulates and simultaneously activates the regeneration of normal and healthy cells. Supports normal platelet function and reduces blood viscosity. Provides free blood circulation in the vessels and promotes the elasticity of the vessels. Antioxidants have anti-inflammatory and antibacterial properties. Antioxidants keep the skin fair and supple and prevent premature aging. It has the ability to restore and regulate the growth of collagen fibers, restore youthfulness to the skin, anti-allergic by neutralizing the release of histamine, improve memory, increase the body's resistance to stress, and lower blood sugar levels [15-16].

Inflammation is characterized as a protective response of the immune system against endogenous pathogenic and non-infectious molecules. The recognition of foreign substances (especially pathogens and endogenous molecules) by cells of the immune system leads to the production of various pro-inflammatory cytokines and chemokines involved in inflammation. Consequently, the release of pro-inflammatory mediators attracts more circulating immune cells to the site of infection, resulting in the production of prostaglandins, reactive oxygen species (ROS) and cyclooxygenase-2 (COX-2), which increase inflammation. Inflammation can be reversed by removing foreign invaders and reprogramming the effector cells. Failure to eliminate foreign substances leads to long-term persistent inflammation, which is the cause and development of chronic and degenerative diseases such as diabetes, heart disease, digestive disorders, cancer, autoimmune diseases, etc. Chronic inflammation and related diseases will become serious health problems around the world in the future. This discovery led to further efforts to explore new therapeutic strategies against inflammatory diseases. Various synthetic drugs have been

used to treat inflammatory diseases with varying degrees of success. However, there are some health concerns associated with long-term use of these synthetic drugs. Therefore, it is necessary to develop safe and inexpensive treatment options to defeat this threat once and for all. For thousands of years, natural ingredients have been deliberately used to treat various human ailments. The therapeutic and anti-inflammatory potential of these natural compounds is well known. Many biologically active plant compounds, primarily flavonoids, can inhibit inflammation by reducing the levels of certain cytokines (IL-6, IL-1 β , and TNF- α) or by reducing their key mediators, such as prostaglandins, COX-2, and ROS. The diverse biological activities attributed to flavonoids in the human body, such as antioxidant, anti-inflammatory, antimutagenic, and antiviral activities, make them suitable for use in a variety of nutritional strategies [17-18].

There is fairly strong evidence that reactive oxygen species (ROS) are important deleterious mediators in asthma and allergic disease. Exposure of the respiratory epithelium to particles such as diesel exhaust particles, ultrafine particles and pollen leads to the formation of ROS. Pollen contains an intrinsic NADPH oxidase that induces ROS and mitochondrial dysfunction that contribute to the innate induction of allergic inflammation. ROS-induced DNA damage results in the release of 8-oxoguanine (8-OxoG) from the damaged DNA. The damaged base is cleaved by 8-oxoguanine DNA glycosylase-1 (OGG1), and 8-oxoG and OGG1 bind to form a signaling complex that activates NF- κ B and airway inflammation. Human studies have shown that asthma is associated with increased levels of ROS and lipid peroxides. Allergen exposure in asthmatics induces localized ROS in the airways. Observational and interventional studies have found conflicting evidence of a negative role for vitamin C in the development of asthma and allergic diseases. Most observational studies of vitamin E have demonstrated some effect of vitamin E supplementation in improving respiratory outcomes in patients with asthma/allergy, and limited intervention studies support these observational data. A major limitation of orally administered antioxidants such as vitamin C and tocopherol is that too little is released at the site of airway inflammation to increase local antioxidant capacity. Pharmaceutical companies should focus on developing oral or inhaled products that increase local levels of antioxidants in the respiratory system, thereby increasing their effectiveness in preventing asthma and allergic diseases [19-20].

The review intentionally aims to highlight the anti-inflammatory and anti-allergic potential of some antioxidants. In addition, it also provides insight into how antioxidants modulate allergy-related inflammatory biomarkers and other allergy-related parameters, as supported by recent data. All information will be useful for scientists and researchers to study and develop new allergy drugs with modifications.

Regulated physiological inflammation is a useful adaptive response that plays a role in defense against infection, tissue repair and adaptation to stress, or in establishing a "disturbance" of homeostasis. However, if left unchecked, it can become dangerous and manifest as tissue damage, septic shock, autoimmunity, fibrosis, metaplasia or homeostasis, and chronic autoinflammatory diseases. Whatever the cause, inflammation likely evolved as an adaptive response to maintain homeostasis. Many pathological and clinical manifestations of allergic diseases reflect the long-term consequences of chronic allergic inflammation in places of prolonged or repeated exposure to allergens.

Some immune responses can cause an overreaction or an overreaction. Diseases caused by an overactive immune response to allergens are called allergic reactions. Allergens are antigens generally considered harmless and distinct from pathogenic organisms. Allergens can come from the environment, such as dust, smoke, sulfur dioxide, diesel fumes and ozone, bee venom or other pesticides, foods (eg, tree nuts, some components of propolis, pollen, royal jelly), or certain proteins or ingredients in medicines. Host factors that affect the risk of allergic reactions include heredity, sex, sex and age, diet, socioeconomic status and family lifestyle, stress, allergens, pedigree size, childhood infections, nutritional factors, and environment (urban versus rural). In addition to genetic factors, some environmental factors such as smoking can also contribute to allergic symptoms such as allergic rhinitis/asthma. In addition, evidence suggests that interactions with environmental and human microbiota play an important role in the regulation of the immune system. Changes in the host microbiome due to lifestyle, urbanization, dietary changes and overuse of antibiotics and their impact on the gut microbiota also contribute to an increased risk of allergic diseases and poor immune tolerance. In developed countries, the prevalence of allergies by sex, age and ethnicity has increased dramatically in recent years, with a corresponding increase in the burden on the health care system. According to the World Allergy Agency, allergies mainly affect children and young adults and are widespread [21-22].

An allergy is an allergic reaction caused by the human body's immune response following secondary exposure to an antigen, causing tissue damage that can lead to serious illness. An allergy (allergic or allergic reaction) is a side effect of the normal immune system, including allergies and autoimmunity. Allergic reactions cause itching, pain, and swelling and inflammation. Allergic diseases can have a serious impact on the vital activity of the body and lead to mental disorders in the patient, which affects the quality of life of the patient and society as a whole.

Allergic reactions are divided into four types. In short, type I allergies are caused by the production of IgE antibodies. Reactions usually manifest as immediate allergic reactions to food and pollen, drugs, insect stings, or as severe anaphylactic reactions in patients previously exposed to the allergen.

In addition to IgE antibodies, the response is characterized by hyperactivity of mast cells, activation of CD4 helper T cells (Th2), and recruitment of eosinophils. Type II allergic reactions are cytotoxic reactions involving specific IgM and IgG antibodies directed against certain body tissues that cause cell destruction in these tissues (for example, the end result of these reactions is phagocytosis, i.e., activation of killer cells by light). due to complement, activation of the complement system leads to opsonization, erythrocyte aggregation, lysis, and cell death. Activated neutrophils and myeloma play an important role in vascular damage in various tissues, especially in the kidneys, heart, arteries, and joints [23-24].

The unified model of asthma has now been replaced by a much more complex biological network of separate and interrelated inflammatory processes. The term "asthma" is now considered a collective diagnosis of several diseases with different mechanistic pathways (endotypes) and different clinical manifestations (phenotypes). Accurate identification of these endogens is essential for the treatment of asthma due to their inherent therapeutic and prognostic significance. This review describes the molecular mechanisms underlying the heterogeneity of airway inflammation in asthmatics. Asthma subtypes can be divided into type 2 (T2) high or low T2. Many biologics have been approved for the treatment of high T2 asthma, along with many other therapies that similarly activate and target specific molecular mechanisms. Together, these developments have changed the current asthma management paradigm to include new treatments [25].

The recent identification of key inflammatory markers has provided a more comprehensive approach to the study of asthma. The focus is on identifying precise pathogenic molecular signaling pathways (endotypes). The theoretical basis of the final standardization corresponds to the current interest in personalized medicine. With the advent of an ever-expanding repertoire of biologics, an appropriate classification system with meaningful biomarkers is needed to leverage molecular data and make individualized treatment decisions. Thus, inflammatory endotype stratification is now considered a key component in the treatment of severe asthma [26].

Biologically active substances that increase immunity and have an antioxidant effect are, first of all, all vitamins, especially the class of antioxidants (vitamin C, carotene, vitamin E), vitamins from group B, as well as phenolic compounds with vitamin P and antioxidants. activity. (Catechins, flavanols, anthocyanins, hydroxycinnamic acids, etc.), polyphenols (tannins), minerals (especially selenium, zinc, iron, iodine, potassium, calcium, etc.), chlorophyll (a and b), terpenoids, essential oils, resins, glycosides with adaptive effects, polyunsaturated fatty acids, essential amino acids (especially sulfuric acids), whole proteins, fillers (fibre, pectin, inulin), fermented foods, etc. The vehicles of these substances are mainly plant products (fruits, berries, vegetables), berries, medical and technical botanical products, natural

spices, algae, and flower pollen. In this chapter, we will discuss in sufficient detail almost all groups of these substances and their content in plant materials and foods, their therapeutic and preventive effects and their role in a healthy diet.

Biologically active food supplements ("Geomin", "Fitomin", "Geomin Forte") can be used in conjunction with traditional medicines for the treatment, rehabilitation and prevention of diseases caused by various factors. According to the pharmacological results, we note here that various clinoptilolites ("Geomin", "Fitomin", "Geomin Forte") are used in complex antioxidant therapy, and the beneficial effect is due to the powerful absorption properties of their preparations. It is known that zeolites are porous minerals with high absorption and ion exchange capacity. Its molecular structure is a dense network of AlO_4 and SiO_4 forming cavities into which water and other polar molecules or ions can enter/exchange. Although there are various types of synthetic or natural zeolites, the most commonly used and studied natural zeolite is clinoptilolite (ZC). ZC is an excellent detoxifying, antioxidant, and anti-inflammatory agent [27-28].

Taking into account the above properties of the zeolite mineral (clinoptilolite), the activated clinoptilolite 500 mg "Geomin Forte" developed by us is characterized by an antioxidant effect. Unlike traditional antioxidants, it stimulates the body's antioxidant system and is a direct antioxidant. The activated natural mineral zeolite (clinoptilolite) acts directly on the cell membrane as a surfactant, which is an electron donor. Geomin Forte is an antioxidant, 200 times stronger than vitamins C and E. This allows it to be used for poisoning (it is used as the best absorbent for food poisoning, infectious, occupational, chronic metal poisoning and chronic exposure). And also against the background of the functional state of the immune system for a long time And to help with allergic diseases.

As innate and adaptive immune cell types and cytokines have been identified as major asthma triggers, it is clear that definitions of endogenous asthma are changing and evolving. Given the availability of therapies targeting T2 cytokines and the identification of relatively simple biomarkers associated with T2 inflammation, the current approach is to categorize patients into high T2 and low T2 asthmatics. In severe asthma, fundamental questions remain unanswered due to an incomplete understanding of the inflammatory microenvironment of the lower respiratory tract and its contribution to the clinical manifestations of the disease. Recent advances have led to a better understanding of the molecular mechanisms underlying steroid resistance, tissue remodeling, and disease progression. This approach helped us understand the molecular mechanisms of low T2-weighted asthma. The chemosensory properties and airway remodeling recently reported in patients with asthma may be indicative of novel endotypes associated with low T2 patients. Accurate application of the results of these studies

requires accurate clinical characterization for the design of clinical trials and the development of new biological therapies.

Natural forms of vitamin E are eight lipophilic molecules, including α -, β -, γ -, and δ -tocopherol (α T, β T, γ T, δ T) and α -, β -, γ -, and δ -tocotrienol (α TE, β TE, γ TE, δ TE). All forms of vitamin E have a chromanol ring and a unique 16-carbon side chain where tocopherols are saturated and tocotrienols have three double bonds. The various isoforms of tocopherols and tocotrienols differ in position 5 or 7 of the chromanol ring for the H or CH₃ group. Natural tocopherols have an RRR configuration at positions 2, 4' and 8', while tocotrienols have an R configuration at the second position [29-30].

An antioxidant is a molecule that prevents the oxidation of other molecules. Oxidation releases free radicals, which scientists believe cause many diseases. When the body receives enough antioxidants, it can fight free radicals on its own. In fact, the antioxidants, minerals, fiber, and other substances found in fruits, vegetables, and grains protect the body from disease, but taking large doses of additional antioxidants does not have much effect. Among the substances that act as antioxidants against harmful free radicals, the most common are vitamin A, vitamin C, vitamin E, selenium, flavonoids, lignan, and lutein. Sources of vitamin E are nuts, cereals, vegetables and vegetable oil. Sources of vitamin C include citrus fruits, tomatoes, green leafy vegetables, and strawberries. Sources of vitamin A include apricots, melons, broccoli, sweet potatoes, carrots, cabbage, and plums. Sources of selenium: nuts, fish, red meat, cereals, eggs, garlic and milk. Sources of flavonoids: soy, red wine, pomegranate, blackberry, currant and tea. Sources of lignans are flaxseed, barley, rye, whole grains, and oats. Sources of lutein: kiwi, spinach, Brussels sprouts, green tea and broccoli.

Antioxidants are substances that protect the human body from harmful particles and especially from free radicals. Free radicals are unstable, highly aggressive and active molecules that damage healthy cells and cause: frequent colds and flu, exacerbation of chronic diseases, premature aging of the body, the risk of atherosclerosis, heart attack, accidents, cerebrovascular diseases, cataracts and cancer. Antioxidants can be called the ecological side of the human body. These are "C", "E", vitamin A, lupine, lycopene, some amino acid complexes, the trace element selenium and some plant extracts. Plant foods are the main source of antioxidants. These are fruits, vegetables, herbs, green tea and much more. These products also contain a large number of vitamins, minerals and other biologically active substances necessary to keep the body in good shape.

It is believed that vitamin A and the retinoic acid produced from it protect the body from surrounding carcinogens. Carotene is formed from vitamin A. American scientists have proven that foods rich in carotene protect against cancer. Colourful fruits and vegetables contain a lot of carotenes. With

a sufficient amount of vitamin-A in the body, the skin becomes healthy and smooth, and the vessels remain elastic since this vitamin prevents the formation of loops in the vessels.

The activated mineral zeolite (clinoptilolite) 500 mg "Geomin Forte" developed and characterized by an antioxidant effect. Unlike traditional antioxidants, it stimulates the body's antioxidant system and is a direct antioxidant. The activated natural mineral zeolite (clinoptilolite) acts directly on the cell membrane as a surfactant, which is an electron donor. Geomin Forte is 200 times more antioxidant than vitamins C and E. Geomin Forte can be used for poisoning (used as the best food absorbent), infections, occupational poisoning, chronic metal poisoning and chronic exposure and also against the functional state of the immune system over time and in any case, with allergic diseases [31-32].

Vitamin E delays the oxidation of lipids (fats) and inhibits the growth of free radicals that destroy cells, prevents the formation of blood clots, has antitumor properties and strengthens the immune system. With a lack of vitamin E, fat metabolism is disturbed. For example, age spots on the hands are a sign of depletion of fatty acids. Vitamin E prevents the destruction of cells by roots, prevents the formation of blood clots, fights carcinogens and ensures proper muscle function. Sources include vegetable oils, green leafy vegetables, beans, egg yolks, soybeans, oats, milk, and wheat germ. Flaxseed, nettle and turmeric are also important sources of vitamin E.

One of the most powerful antioxidants is vitamin C (ascorbic acid). Vitamin E, which is assigned the role of a fat solvent, traps free radicals in the membrane, which consists of lipid molecules, and ascorbic acid performs this work in the water space between cells. Vitamin C also works in the circulatory system, protecting hemoglobin from oxidation, providing iron stores in the body, and regulating cholesterol levels. The human body can absorb 2-3 g per day, the excess is excreted by the kidneys. However, taking vitamin C in large quantities is not recommended, practice shows that this will not lead to anything good. High concentrations of vitamin C are found in asparagus, peas, beets, black currants, cabbage, cherries and strawberries.

Selenium provides antioxidant protection and slows down aging. Selenium improves mobility and regulates thyroid function. Selenium-rich beef and pork liver and kidneys, fish and plant products - wheat bran, wheat seeds, legumes, sunflowers, nuts, corn, tomatoes, mushrooms, garlic and whole grain bread.

Lycopene is one of the most powerful carotenoids and has been shown to protect against breast, lung, endometrial and prostate cancer. Contains mainly tomatoes and tomato puree (1 tablespoon covers full daily dose).

Alpha Lipoic Acid is a general antioxidant that protects against oxidation and helps remove toxins from the body. Alpha lipoic acid may increase physical endurance. Alpha lipoic acid is also found in spinach, rice, and kale, as well as animal products containing animal acids: heart, liver, kidney, milk, eggs, and beef.

Green tea and cranberry extract contain a large number of polyphenols and flavonoids, very powerful natural antioxidants with a wide spectrum of action.

Lutein protects the retina by absorbing harmful UV rays. Lutein may reduce the risk of retinal degeneration, which is a cause of age-related blindness. Several large studies have shown that people who consume a lot of lutein have a lower risk of developing cataracts.

Lutein is found in dark green leafy vegetables such as spinach, kale and broccoli, various fruits and breads. Carrots, zucchini and other vegetables containing orange and yellow pigments, as well as egg yolks, are also sources of lutein. All of these foods are an important part of a healthy diet. However, it is difficult to get enough lutein daily from a regular diet, as most foods are very low in lutein. Therefore, an important source of lutein are specially prepared natural preparations - biologically active food supplements, standardized according to the content of this active food supplement [33-34].

In the fight against free radicals, many antioxidants are destroyed and become harmful to the body. Bioflavonoids, how to fix them, at least 4 bioflavonoid-rich foods per day: blueberries, onions, garlic and green tea.

Proper and balanced nutrition, including fruits and vegetables in the daily diet, will help the body get the necessary number of antioxidants. Berries, fruits and vegetables are rich in antioxidants. Here is a list of the most useful: blueberries, raspberries, cherries, grapes, blackberries, plums, cherries, raisins, pomegranates, acai, black plums, oranges, raisins, beans, cabbage, beets, spinach, eggplant. Cocoa, green tea, olive oil and avocado also contain antioxidants.

Nature has hidden powerful antioxidants in bark and cockerel that can fight serious diseases that we often or always throw away without our knowledge. For example, apples, grapes, and other types of skins are best eaten mashed.

Fruits, vegetables and greens - natural antioxidants - an elixir of youth and health. An antioxidant is simply a molecule that prevents another molecule from being oxidized. Since many processes in the body lead to oxidation, an intake of antioxidants is necessary to counteract some of the negative effects of too many oxidized molecules in the body. Free radicals are unstable molecules that frantically search for lost electrons. Antioxidants satisfy the electronic needs of free radicals.

Vitamin C is the most abundant water-soluble antioxidant and vitamin E is one of the most abundant fat-soluble antioxidants. The main benefit of antioxidant-rich foods is that they prevent and prevent many types of cancer, as well as heart disease and other life-threatening diseases. If you want to know more, eating plenty of antioxidants can slow down aging.

Because antioxidants have been widely studied for their benefits, many pills have come on the market to meet consumer demand for these little cancer cures. However, the effectiveness and safety of these additives is questionable. There is no doubt that the best way to saturate your body with antioxidants is to eat raw fruits and vegetables and even some grains.

Antioxidants are substances that can prevent or delay cell damage caused by free radicals, unstable molecules produced by the body in response to environmental stress, exercise, breathing, and digestion. Antioxidants are molecules that fight free radicals in the human body. Free radicals are chemical compounds that can cause too much damage. They are associated with many diseases and can have a significant impact on health and quality of life. Antioxidants are found in foods, especially fruits, vegetables, and other plant foods. Some vitamins, such as vitamins E and C, are powerful antioxidants. Antioxidants also play an important role in food production by extending their shelf life [35-36].

The human body constantly produces free radicals, and without antioxidants, free radicals can cause serious damage and even death very quickly. Free radicals also play important roles in health. For example, human immune cells use free radicals to fight infections, so the human body must maintain a certain balance between free radicals and antioxidants. When free radicals suppress antioxidants, they can cause a condition called oxidative stress. Long-term oxidative stress can damage DNA and other important molecules in the human body.

Antioxidants are essential for the survival of all organisms. The human body produces its own antioxidants. For example, glutathione is a cellular antioxidant. Plants and animals, like all other life forms, have their own defense mechanisms against free radicals and oxidative damage. Thus, antioxidants are found in all whole foods of plant and animal origin, and an adequate intake of antioxidants is important. In fact, human life depends on the intake of certain antioxidants, namely vitamins C and E.

Oxidation is a natural process. However, it can cause chain reactions that damage human cells. Vitamins, minerals, and enzymes called antioxidants can prevent these reactions. Antioxidants are considered an important part of a healthy diet that supports body systems, including connective tissue, respiratory, digestive, and cardiovascular systems. The best way to avoid deficiency is to get your daily

dose of antioxidants from healthy plant foods like fruits and vegetables. However, you may need supplements to compensate for occasional oxidative stress (especially in elite athletes) or nutritional deficiencies.

Simply put, free radicals are highly reactive molecules that have a place for electrons and try to fill it by taking electrons from other molecules. Filling the free space makes it safe, but it has already done its "dirty" work. Having lost an electron, the molecule turns into a free radical and continues to fill the need for the missing electron. Free radical molecules are constantly formed in the human body due to a variety of redox processes that ensure the proper functioning of all organs and systems.

Under natural conditions, the number of free radicals is small and their pathological effect on the cells of the body is suppressed by antioxidants (when eating foods containing these substances). However, in case of metabolic disorders, under the influence of toxins, the protection of antioxidants weakens, the balance of the cell is disturbed, and the number of free radicals increases significantly.

High levels of free radicals are the starting point for many diseases, from the common cough to cancer. Violations appear in the body, inflammatory processes develop, atherosclerosis develops, the digestive system is disturbed, malignant tumors, heart disease, etc. appear. The human immune system plays an important role in the fight against free radicals. The appearance of signs of aging is associated with a decrease in immunity and the action of free radicals: weakness in the muscles and skeleton, loss of skin elasticity, decreased functioning of the senses - hearing and vision, as well as problems. various mental processes.

Free radicals constantly attack the cells of the body, and the cells actively resist this attack. But if the harmful molecule manages to penetrate the cell membrane and reach the DNA, it can cause irreversible changes leading to cancer.

UV rays from the sun, polluted city streets, smoking, stress, and unhealthy diets (trans fats, processed foods, excess simple carbohydrates and proteins) activate free radicals that contribute to premature aging and reduced immunity. Antioxidants neutralize harmful free radicals and slow down aging. That is why it is so important to protect the body from free radicals.

All tocopherols and tocotrienols are powerful antioxidants that scavenge lipoperoxyl radicals. Until recently, most research on vitamin E has focused primarily on α T, as α T is the predominant tissue form of vitamin E, and low intake of this form causes immobility when deficient. in vitamin E. However, many human and animal studies of α T supplementation have shown disappointing results regarding its protective role in the prevention or treatment of chronic diseases, including cardiovascular disease and cancer. On the other hand, recent mechanistic studies, together with preclinical animal

models, have shown that compared to α T, other forms of vitamin E appear to have different and better biological properties that may be useful for prevention and treatment against chronic diseases. In addition, new evidence suggests that some long-chain vitamin E metabolites have even stronger anti-inflammatory effects than their parent vitamins. These metabolites may be novel anti-inflammatory agents and may contribute to the beneficial effects of vitamin E forms in vivo. Here, we review recent developments in non- α T forms of vitamin E with respect to their metabolism, antioxidant and anti-inflammatory properties [37-38].

All forms of vitamin E are powerful antioxidants that scavenge lipid peroxy radicals by donating hydrogen from the phenolic group to the chromanol ring. Because they contain similar phenolic components, all forms of vitamin E are thought to have strong antioxidant effects. On the other hand, it has been suggested that tocotrienols are better than α T at scavenging oxygen radicals due to a more uniform distribution of tocotrienols in the phospholipid bilayer and are more efficient.

Propolis and its components are important for health protection, prevention and treatment of minor diseases. Propolis is an integral part of (bio)cosmetics and a natural antibiotic in the treatment of ear, nose and throat infections. The use of propolis is very wide and includes the food industry, medicine (as an immunomodulatory agent that heals wounds and burns), cosmetics and hygiene products. Despite the good properties of propolis, many studies have shown that it causes allergic reactions in people who are allergic to propolis components. Several experimental studies have shown varying degrees of response to propolis and its ingredients. Sensitivity to propolis has been demonstrated in European studies. Allergic reactions that have occurred: contact dermatitis, stomatitis, pharyngeal eczema, swelling of the lips, pain in the mouth, peeling of the lips and shortness of breath. Several allergens have been isolated from propolis, namely 3-methyl-2-butenyl caffeine, phenylethyl caffeine, benzyl caffeine, geranyl caffeine, benzyl alcohol, benzyl cinnamic acid, methyl cinnamic acid, ferulic acid, and tectoric acid. In addition, propolis appears to be one of the most common contact sensitizers and should be included in routine testing in children and adolescents prior to administration [39-40].

Chronic inflammation plays a key role in the onset and progression of chronic diseases such as diabetes, high blood pressure, cancer, allergies, and asthma. The diet can control various levels of inflammation because it is a rich source of antioxidants and bioactive compounds. Flavonoids are bioactive compounds found in various food groups such as vegetables, fruits, nuts, grains, and beverages. Recent work on flavonoids has revealed their ability to modulate or suppress inflammation. This is due to their anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory properties, making flavonoids an invaluable ingredient in foods, medicines, and medicines. However, the details of its anti-inflammatory action are

still not well understood. This review is an attempt to clarify the chemical structure, dietary sources and anti-inflammatory properties of flavonoids in allergic diseases [41-42].

Propolis and its flavonoids are widely used in folk medicine as anti-inflammatory drugs and components of antifungal, antithrombotic, antiretroviral, antiallergic and anticancer drugs. Propolis has long been used in folk medicine. The anti-inflammatory effect of propolis is based on the inhibition of platelet aggregation, support for foot edema and arthritis in rats, the formation of eicosanoids, the production of cytokines and other important messengers to combat allergic diseases. Propolis is also known to have radiant properties. protects against damage to DNA by gamma and ultraviolet rays. For example, propolis protects the skin from many processes such as premature aging (wrinkles, flaking, dryness, capillary dilation and loss of collagen) and skin cancer. Particular attention should be paid to the therapeutic effect of propolis and its ability to induce the production of type I and III collagen and wound destruction. Propolis contains many compounds that speed up the healing process of the skin, such as tensile strength and elasticity, and promote the growth, expansion, and migration of human keratinocytes. These biochemical properties and changes in propolis may promote re-epithelialization and thus promise wound healing. It is worth noting that the use of propolis as a wound healing dressing has led to its economical, safe and painless use to protect against infections. Helps improve the rate of wound healing and reduce the number of dressing changes during microhealing. sewing materials and more. In a recent return to nature, modern man is looking for natural products with healing properties, mainly from plants and bees, which tend to fight allergies and/or inflammation. Laboratory and clinical studies of propolis, its related phytochemicals, as well as flavonoids and other antioxidants, indicate their use in the prevention and treatment of many diseases, including allergies. This review summarizes current knowledge about the mechanisms involved in the formation of the sensitizing and/or inflammatory potential of the polyphenolic/flavonoid components present in propolis, their importance in the treatment of allergic diseases, and their allergenic properties[43-44].

Propolis is widely used in folk medicine as an antioxidant and anti-inflammatory agent. Propolis has attracted the interest of scientists in elucidating its biological properties and discovering new treatments for many diseases such as diabetes, cancer, bacterial infections, allergic rhinitis and wounds. Propolis inhibited platelet aggregation, the formation of eicosanoids and supported arthritis, and also had a strong anti-inflammatory effect. Beneficial effect of propolis treatment in a child with eosinophilic ulcers. Recently, some studies have shown that propolis has important antibacterial properties in the saliva of periodontitis patients, while diphenyl-4-hydroxycinnamic acid, 3-prenyl-4-dihydrocinnamic acid and 22-dimethyl-6-carboxylic acid have been confirmed. be the main antibiotic with the

highest activity against bacteria. Propolis can reduce dentin hypersensitivity (acute, sudden pain caused by tactile, osmotic, thermal, or other stimuli to exposed dentin) by reducing fluid conductivity in dentin. In addition, there is sufficient evidence that propolis and plant flavonoids, depending on their structure, can inhibit secretory processes, mitogen synthesis and intercellular processes, including their possible effect on the expression and activity of the original molecules. In addition, flavonoids can influence gene expression, pro-inflammatory cytokines, and cell receptors. The antioxidant and radical action of propolis and flavonoids helps fight allergic reactions and inflammatory processes. Several studies have shown that flavonoids can inhibit mast cell degranulation and reduce the release of histamine, tryptase, IL-6 and IL-8 from cultured mast cells and macrophages. In addition, some flavonoids have the ability to release histamine, leukotrienes, prostaglandin D₂, IL-4, IL-13 and GM-CSF from human mast cells and basophils in a concentration-dependent manner. All evidence to date suggests that flavonoids may have powerful anti-inflammatory and anti-allergic effects, especially in mast cell-mediated allergic inflammatory diseases such as allergic rhinitis, asthma, Alzheimer's, skin and gastrointestinal diseases [45-46].

Propolis and its compounds are effective against allergic diseases because many antioxidants inhibit the release of histamine from mast cells and basophils. Mast cells can be induced as long-lived cells by immunological or chemical methods. Mast cells and basophils expressing high-affinity IgE receptors play an important role in allergic inflammation by releasing chemical mediators such as histamine, heparin, serine proteases, cytokines, chemokines, prostaglandins, leukotrienes, and PAF. After IgE-mediated degranulation, mast cells can granulate, which is an important process in the development and duration of allergy [47].

Unlike the hypoallergenic properties of propolis described above, propolis does not interfere with the immune process of mast cell degranulation. Potential beneficial effects of propolis-based products as an adjuvant in patients with asthma. In particular, an ethanol solution of propolis showed better results than an aqueous solution in preventing mast cell degranulation. A possible explanation is that the ethanol solution contains a much higher content of flavonoids. These benefits may be related to the presence of caffeic acid (CA) derivatives such as caffeic acid phenethyl ester (CAPE) and other active ingredients in the extract. Propolis inhibited histamine release by a compound described as conca-navalin A, suggesting an unknown flavonoid and anti-inflammatory compound. Propolis has shown an inhibitory effect on the activity of myeloperoxidase, ornithine decarboxylase, protein tyrosine kinase, NADPH oxidase, and hyaluronidase in guinea pig mast cells. This anti-inflammatory effect can be explained by the presence of active flavonoids and cinnamic acid derivatives such as acacetin, quercetin,

naringenin and CARE and CA. An alcoholic extract of propolis (3, 10, 30, and 100 µg/mL) had no significant effect on the A23187 ionophore and ovalbumin-induced histamine release. Several authors have suggested that only high concentrations of propolis can directly activate mast cells, promoting the release of inflammatory mediators through cytotoxic mechanisms that may be associated with the allergic process in propolis-sensitive individuals [48-49].

Apparently, the anti-inflammatory properties of propolis may be due to the following mechanisms: (1) inhibition of the release of pro-inflammatory cytokines such as TNF- α and IL-1 β ; (2) increased production of pro-inflammatory cytokines such as IL-4 and IL-10; (3) prevent TLR4 activation; (4) suppression of LOX, COX-1 and COX-2 gene expression, (5) suppression of NF- κ B and AP-1 activity, and (6) reduction of monocyte and neutrophil infiltration.

CAPE, potent antioxidants, and NF- κ B inhibitors have been shown to alleviate asthma by modulating airway hyperresponsiveness through the ROS-responsive MAPK/Akt pathway. CAPE treatment reduced ROS levels in the airway microenvironment, reduced widespread inflammatory cell infiltration, and significantly inhibited foveal cell proliferation, collagen deposition, and fibrosis through secretion of jostaxin-1, TGF- β 1, TNF- α , IL-4, IL-13, monocyte chemotactic protein-1, IL-8, matrix metalloproteinase-9 and alpha-smooth muscle actin expression. As a marker of oxidative stress, malondialdehyde (MDA) and protein carbonyl (PC) production levels decreased significantly, while GSH levels increased after CAPE treatment in an animal model of allergic asthma. CAPE (free radical scavenger) prevents the release of oxidant-induced inflammatory mediators, airway smooth muscle contraction, and airway smooth muscle cell (ASMC) proliferation by reducing ROS levels. Caffeic acid phenethyl ester and other flavonoids, including quercetin and kaempferol, reduce airway inflammation and airway remodelling in chronic asthma by balancing the airway microenvironment. This effect was found to be related to a decrease in ROS levels since CAPE significantly reduces the phosphorylation of the Akt and MAPK pathways (caused by an increase in ROS) [50-51].

The activity of caffeic acid phenethyl ester was confirmed in a mouse model of systemic ovarian anaphylaxis (OVA). After challenge, all placebo-treated mice developed anaphylaxis, elevated plasma histamine and OVA-specific IgE, marked vascular leakage, NF- κ B activation, activating factor (PAF) production, and histological changes including pulmonary edema and hemorrhage. In contrast, CAPE-treated mice showed a decrease in plasma histamine and OVA-specific IgE, as well as inhibition of NF- κ B activation and PAF release. These results indicate that CAPE is effective in a model of systemic anaphylaxis, indicating that the hypoallergenic effect induced by CAPE may be due to its protective

effect against IgE-mediated hypersensitivity. CAPE effectively reduces monocyte and neutrophil infiltration and inhibits TLR activation by disrupting the interaction of the ligand (LPS) with the receptor complex (TLR4/MD2). CAPE affects several cellular oxidative processes: (1) inhibits myeloperoxidase (MPO) activity during PMN infiltration; (2) reduces respiratory rate in PMNL in humans; and (3) forms an oxide base in epidermal DNA isolated from treated mice *in vivo*. Inhibition of LOX and leukotriene production in peritoneal macrophages was also effectively inhibited by CAPE and CA. Its effect on LTC₄ was less pronounced *in vivo*. CAPE may have a protective effect against oxidative stress caused by experimental allergic encephalitis in rats. Therefore, as a selective inhibitor of NF- κ B activation and an inducer of apoptosis, CAPE may have multiple anti-inflammatory and immunosuppressive effects in various chronic diseases associated with oxidative stress and inflammation, such as allergic and autoimmune diseases.

Allergenic components isolated from Chinese and Brazilian propolis are kaempferol and chrysin. Chrysin and kaempferol act as antioxidants, stabilizing ROS and preventing allergic tissue damage. Chrysin and kaempferol inhibit IL-4, prevent eosinophil activation, and reduce the total number of eosinophils. In addition, kaempferol inhibits CD23 mRNA expression and prevents another marker of granulomatization in mast cells. Thus, the release of cytokines is reduced, which indirectly leads to a decrease in the number of eosinophils.

Other propolis compounds, including quercetin, an active bioflavonoid found in plants such as evening primrose petals, garlic, onion, and green tea, have shown strong anti-allergic effects. Quercetin is used clinically for a variety of conditions, including inhalant allergies, food allergies, Alzheimer's disease, chronic sinusitis, bronchitis, asthma, otitis media, and enteritis.

Quercetin inhibited basophilic antigen-induced ragweed histamine release at concentrations of 5-50 μ M (80-100% inhibition at 50 μ M) depending on the culture. Quercetin significantly inhibited antigen-induced and calcium-independent activation of basophils in the first phase of histamine release and inhibited the antigen-independent and calcium-dependent phases. Since quercetin does not affect the ability to release histamine after exposure to unstimulated cells, but inhibits it during or after antigen activation, it can be concluded that quercetin acts on the basophilic pathway, which is considered to be activated ("acting"), and leads to antigen activation. Quercetin then acts on the open calcium channels.

The mechanism of the allergenic action of flavonoids, such as luteolin, quercetin and baicalein, which participate both in the IgE-mediated immune response and in the sensitization and action phase, is based on their structure and ability to inhibit: (1) hexosaminidase enzyme; as a key factor in reducing

mast cell degranulation), phospholipase A2 (PLA2) and 5-lipoxygenase (5LO). (2) transport of ATPase for histamine secretion by rat mast cells. (3) human basophils stimulated by allergens; (4) Synthesis and secretion of cytokines IL-4, IL-13 and CD40 ligand (important for the differentiation of B-lymphocytes into IgE-producing cells), granulocyte-macrophage colony-stimulating factor, GM-CSF, interleukin (IL)-6 and tumor necrosis factor (TNF)- α . At present, many of the mechanisms by which flavonoids inhibit histamine synthesis and release in response to high-affinity IgE receptor (Fc ϵ RI) cross-linking are unclear and require further investigation. According to many researchers, due to their antioxidant and anti-allergenic properties, flavonoids can inhibit the formation and release of many allergic mediators, including Th2-type cytokines (IL-4 and IL-13), as well as CD40 expression, an important ligand in many intercellular interactions. These cells (such as mast cells and basophils) express the immunoglobulin E (IgE) receptor with high affinity, leading to an increased inflammatory response. It turns out that to produce IgE, B cells need to receive two signals. The first signal comes from the cytokines IL-4 and IL-13, and the second comes when CD40L, which is induced on the surface of T cells after allergen exposure, binds to CD40 on the cell surface. CD40L is important for activation and induction of allele exchange in B cells. Reactive T cells, when encountering an allergen, express CD40L and can therefore target B cells, monocytes, DCs and epithelial cells using CD40. Polyphenol-flavonoid compounds control the Th1/Th2 balance and inhibit the formation of antigen-specific IgE antibodies by influencing the formation of allergic-IgE complexes and binding this complex to its receptor (Fc ϵ RI) on mast cells and basophils. In addition to Th2 cells, tannins isolated from apples can prevent food allergy by increasing the number of $\gamma\delta$ TCR T cells in intestinal epithelial lymphocytes [52-53].

It has been shown that the inhibitory effect of some flavonoids on mast cell degranulation results from the modulation of Ca²⁺ receptor channels in the cell membrane and β -hexosaminidase as a marker of mast cell degranulation. For example, apigenin, luteolin, 3,6-dihydroxyflavones, fisetin, kaempferol, quercetin and myricetin have been found to inhibit hexosaminidase release from mast cells with IC₅₀s less than 10 μ M, while quercetin, quercetin, scutellarin inhibit PLA2 with IC₅₀s in the range 12.2 to 17.6 μ M. In addition, luteolin, apigenin and fisetin are the most potent inhibitors of IL-4 and IL-13 synthesis, while 3-hydroxyflavone, kaempferol, quercetin, eriodictyol, fisetin and 7-hydroxyflavone also inhibit IL-4 production, but to a lesser degree. Classification. Classification. Sirisilol (3',4',5-trihydroxy-6,7-dimethoxyflavone) produced 97% inhibition of 5LO activity in rat basophils and 99% inhibition of cysteinyl leukotriene release from rat and guinea pig lungs. In particular, quercetin and kaempferol can inhibit IL-4 synthesis with an IC value of 15.7–18.8 μ M. Inhibitory effects of kaempferol on the biological activity of IL-5 and histamine release from basophils and mast cells. Hydroxylation of

IL-4, 7 and 4' and the presence of OH at position 3 or 5 are required for maximal inhibition, whereas glycosylation at position 3 reduces activity [54-55].

By inhibiting IL-4 mediated signaling, flavonoids prevent differentiation of primary CD4⁺ T cells into effector T cells by inhibiting aryl hydrocarbon receptor (AhR) and NF- κ B activation. AhR is a ligand-activated transcription factor that mediates the toxic and biological effects of many aromatic environmental pollutants such as dioxin.

The antioxidant activity of flavonoids is mediated by nuclear factors/AhR in association with erythroid factor 2 (Nrf2) and results in increased activity of antioxidant enzymes such as peroxidase, glutathione peroxidase, catalase, peroxiredoxin, and heme oxygenase-1. By reducing oxidative stress, propolis and its flavonoids can inhibit the oligomeric nucleotide-binding domain, the leucine-rich repeat gene family, and the pyrine domain-containing inflammasome 3 (NLRP3) [54-55].

Propolis and its components such as CAPE, CA, quercetin and naringenin inhibit the formation of eicosanoids. Indeed, these compounds significantly inhibit the lipoxygenase pathway of arachidonic acid metabolism, with CARE being the most potent modulator. This CAPE activity may be associated with reduced N-terminal C-Jun kinase (JNK1/2) and NF- κ B activity, as well as reduced COX-2 expression.

Nobiletin, aminoflavon, quercetin, quercetin pentaacetate, flavone, resveratrol, apigenin, chrysin, kaempferol, galangin, and genistein have been shown to be non-selective inhibitors of COX-1 and COX-2. Hydroxylated but not methoxylated resveratrol analogues can be bound by enzymes. Thus, hydroxylated resveratrol analogs represent a new class of highly selective COX-2 inhibitors and promising candidates for in vivo testing. In addition, promising in vitro data have shown that treatment with specific COX-2 inhibitors such as curcumin, chlorogenic acid, CA, resveratrol, galangin, and the flavonoid silymarin may reduce the risk of Alzheimer's and Parkinson's disease and be of value in the treatment of asthma. and other allergic diseases.

The anti-inflammatory effects of flavonols (quercetin, rutin and morin) and flavanones (hesperetin and hesperidin) have been studied in animal models of acute and chronic inflammation. The anti-inflammatory potential of propolis and its flavonoids is attributed to several mechanisms, such as: (1) strong antioxidant activity and free radical scavenging, (2) regulation of inflammatory cell activity, (3) inhibition of arachidonic acid, a metabolic enzyme (phospholipase). A2, COX, LOX) and nitric oxide synthase, (4) regulating the production of pro-inflammatory cytokines and mediators and (5) downregulating the expression of pro-inflammatory genes. It should be noted that the main flavonoid processes that determine anti-inflammatory activity consist of: (1) inhibition of pro-inflammatory enzymes

(COX, LOX, and inducible NO synthase); 2) inhibition of NF- κ B transcription factors and activation of protein -1. (AP-1); (3) activation of phase II detoxification enzymes by antioxidant factors including glutathione reductase, glutathione peroxidase, heme oxygenase, γ -glutamylcysteine synthetase, superoxide dismutase, and catalase; and (4) modulating signalling pathways such as protein kinase C, mitogen-activated protein kinase (MAPK), and erythrocyte nuclear factor-associated factor 2 (Nrf2), whose protein products are involved in detoxification and "elimination of reactive and electrophilic oxidants through functional conjugation reactions." and increase the oxidative capacity of cells, its action leads to inhibition of MCP-1 expression and adhesion of moth 1 cells, adhesion of monocytes to endothelial cells, as well as migration and activation of p38 MAPK [17,25].

The document confirmed the anti-inflammatory effects of propolis and flavonoids such as quercetin, luteolin, anthocyanins, hyperin and alpinetin on the TLR4/NF- κ B/NLRP3 signalling pathway. it is based on interfering with several steps of NLRP3 inflammatory signaling in vitro and in vivo, reducing and/or inhibiting the expression of pro-inflammatory NLRP3 factors such as IL-1 β , IL-18, NLRP3 and caspase-1 β . Oligomerization with signalling molecules (eg, TLR4/NF- κ B/NLRP3, PPAR γ , TXNIP, and Syk/Pyk2. For example, EGCG reduces peritonitis by inhibiting NLRP3 expression and IL-1 β release in mice treated with NLMSUL sodium urate crystals in NMSUL3 crystals) binds to a thioredoxin-interacting protein (TXNIP) in THP-1 cells, while quercetin inhibits NLRP3 expression and IL-1 β and caspase-1 activity in human colon epithelial cells.

The anti-inflammatory mechanism of resveratrol is based on its ability to remove ROS, inhibit COX, and activate several pro-inflammatory signaling pathways, including sirtuin-1 (Sirt1), which inhibits TLR4/NF signaling. κ B/STAT, which leads to a decrease in the production of cytotoxic and pro-inflammatory factors by passive immunity cells, macrophages and mast cells. Therefore, the addition of resveratrol to the human diet may be promising for the treatment of immune diseases, but only in the form of nanoparticles due to its rapid metabolism in the body.

Propolis and flavonoids have been shown to inhibit IL-10, IL-4 and IL-13. IL-4 and IL-10 inhibit IL-12 induced IFN- γ secretion. In addition, IL-10 counteracts many of the pro-inflammatory effects of TNF- α and IL-1 β , while IFN- γ can inhibit monocyte production of IL-4 and IL-10.

Flavonoids can inhibit the expression of several pro-inflammatory cytokines/chemokines including TNF- α , IL-1 β , IL-6, IL-8 and monocyte chemotactic protein-1 in various cell types such as RAW macrophages, Jurkat in peripheral blood. T cells and mononuclear cells. Recently, CAPE has been reported to have an inhibitory effect on the production of the pro-inflammatory cytokines IL-1 β , TNF- α ,

and monocyte chemoattractant protein 1 (MCP-1) by lipopolysaccharide-stimulated RAW264.7 (LPS) macrophages. Macrophages are ubiquitous cells that secrete numerous potent biologically active inflammatory mediators, including growth factors, cytokines, proteolytic enzymes, proteoglycans, lipid mediators, and prostaglandins. They play a key role in all stages of the inflammatory process, including initiation, maintenance, and resolution. In addition, macrophages are important cells in the primary response to pathogens, maintaining tissue homeostasis, inflammation, and immunity. Macrophages, along with other types of inflammatory cells, provide a wide range of bioactive molecules that cause significant changes in inflammatory lesions through interaction with epithelial, mesenchymal and endothelial cells. For example, genistein, quercetin, luteolin, and luteolin-7-glycoside have been shown to inhibit the production of IL-6, IL-1 β , and TNF- α in human lipopolysaccharides such as macrophages, gastric epithelial cells, and osteoblasts, but only eriodictyol and hesperetin inhibited the release of TNF- α .

In addition to inhibiting cytokines, propolis and flavonoids can modulate chemokines including (1) CC or β -chemokines (MCP-1, MIP-1 α , RANTES and eotaxin) and (2) CXC or α -chemokines (IL-8, GRO). α and neutrophil-activating peptide of epithelial origin (NEA-78). CC chemokines act primarily on lymphocytes, monocytes, basophils, and eosinophils, but not on neutrophils, while the cytokine IL-8 and other CXC chemokines act predominantly on neutrophils. IL-8 is produced by various tissues and blood cells, and its administration causes localized effusion and prolonged massive accumulation of neutrophils, which, when stimulated, release granular enzymes and large amounts of ROS. Since flavonoids have antioxidant and anti-inflammatory effects, they are important for the pharmacological control of ROS production. For example, flavonoids, which are Cycle B in the catechin group, have proven to be good inhibitors of the production of IL-1 β , IL-6, TNF- α , INF- γ , and IL-8 in whole blood assays. human, but less inhibited. measurement of IL-8 production. It is known that tumor necrosis factor alpha (TNF-alpha) is present in the synovial fluid of patients with rheumatoid arthritis and induces the expression of pro-inflammatory cytokines in synovial cells. Since reactive oxygen species play an important role in mediating the effects of TNF- α , we investigated the effect of quercetin on TNF- α stimulated expression of IL-8 and chemokine protein-1 (MCP-1) in cultured human cells. body. synovial membranes. The authors demonstrated that quercetin inhibits TNF- α -dependent induction of IL-8 and MCP-1 expression by inhibiting NF- κ B activation. Quercetin is unique in its ability to inhibit TNF- α transcription by inhibiting JNK/SAPK phosphorylation and activation and thus AP-1 protein binding to DNA. However, quercetin and Ginkgo biloba extract (EGb 761) inhibited ERK 1/2 phosphorylation and the activity of p38 mitogen-activated protein kinases (MAPKs), which are important in the regulation of TNF- α

mRNA transcription. Thus, dietary flavonoids play an important role in the regulation of the pro-inflammatory redox network from NF- κ B to MAPK by disrupting the redox network in immune cells [35,41,48].

NF- κ B is one of the most important transcription factors and regulates the transcription of over 400 genes, including the expression of inflammatory response genes. For example, cytokines such as IL-1 β , IL-6, TNF- α and IL-8, as well as COX-2. Inactivation of NF- κ B by flavonoids (daidzein, genistein, isorhamnetin, kaempferol, quercetin, naringenin, and pelargonidin) reduces pro-inflammatory cytokines, ROS production, and NF- κ B activation by LPS. Flavonoids inhibit the transcription of factors such as AP-1 or NF- κ B by modulating the PKC and MAPK signaling pathways. The main mechanism used by flavonoids (genistein, quercetin, galangin) to reduce the inflammatory response is the inhibition of NF- κ B activation. In addition, daidzein, genistein, isorhamnetin, kaempferol, quercetin, naringenin, and pelargonidin have been reported to be inhibitors of LPS-NF- κ B activation. In addition, kaempferol inhibited ERK-1/2, p38 and JNK phosphorylation and NF- κ B IL-1 β activation in fibromyalgia. In the same study, kaempferol suppressed the production of COX-2, PGE2, MMP-1 and MMP-3.

Propolis and its flavonoid components have been shown to be effective in the treatment of atopic dermatitis, allergic rhinitis, asthma, atopic dermatitis and allergies in numerous *in vitro* clinical studies using various cell and animal models. The anti-inflammatory and hypoallergenic effects are due to the inhibitory effect of propolis on cells and their mediators involved in the inflammatory process, including the activation of epithelial cells, mast cells, basophils and eosinophils and the release of various allergenic mediators and cytokines. The main benefits of propolis with anti-allergic properties are flavonoids such as quercetin, chrysin, kaempferol, galangin and pinocembrin, as well as cinnamic acid derivatives such as KARE and artepilin. Preclinical and clinical use of propolis as an adjuvant in the treatment of allergies. As a supplement or complementary treatment, propolis is safe and reduces various conditions such as asthma, atopic dermatitis, allergic rhinitis, and food allergies. The authors suggested that the hypoallergenic effect of propolis may not be observed in all samples of propolis due to different chemical composition. In addition, these data may stimulate further research on the possible protective effects of propolis and flavonoids in the prevention of allergic diseases and the isolation of propolis components that cause propolis allergy in a significant part of the population. Taking into account some epidemiological data and previous studies, propolis and its active ingredients may be one type of complementary and alternative medicine for the prevention and treatment of allergic diseases.

Using a new potent and selective arginase inhibitor (N ω -hydroxy-nor-1-arginine), we show that arginase inhibition reduces guinea pig airway reactivity *in vitro* by increasing NO production. In

ex vivo studies using a guinea pig model of allergic asthma, we found that airway arginase activity increased after allergen exposure and induced AHR after the first asthmatic response, which induced neuronal cNOS rather than neuronal derivative NO due to decreased availability. L-Arginine, to the enzyme. In addition, we found evidence that post-delayed asthmatic response AHR is mediated by an arginase-induced decrease in L-arginine availability for iNOS, specifically a shift of the enzyme towards the NO isoform. All of these observations paved the way for the in vivo proof-of-concept study presented above. The role of arginase in airway remodeling suggests that arginase inhibition reduces airway smooth muscle hyperplasia, airway fibrosis, mucosal hyperplasia, and goblet cell hyperplasia after repeated allergen exposure.

There is growing evidence of an important role for arginase in patients with asthma. Arginase 1 expression and arginase and/or arginase activity are elevated in the airways and serum of asthmatic patients, and there is a correlation between arginase expression in bronchial brushes, serum arginase activity, plasma concentrations of L-arginine and its metabolites, and disease severity. lung function) and Fe (NO). In addition, ARG1 and ARG2 polymorphisms are associated with asthma, asthma severity (pulmonary function, AHR), and decreased response to β 2-agonists and glucocorticoids. In addition, recently there has been an increase in the expression of arginase 1 and 2 in the nasal mucosa and the activity of arginase in the blood serum.

Considered alternative medicine, herbal medicine is one of the complementary methods using natural extracts as medicines or treatments. In recent years, much attention has been paid to natural products in disease prevention due to their many health benefits and remarkable lack of toxicity and side effects. Many plant foods, such as grains, nuts, cereals, soybeans, spices, flaxseeds, fruits, vegetables, medicinal plants, and herbs, contain various phytochemicals such as phenols, carotenoids, alkaloids, nitrogen and organosulfur compounds, and vitamins.

Recent in vivo and in vitro studies have demonstrated the potential anti-inflammatory role of some known natural antioxidants. Combinations of natural antioxidants provide various mechanisms to reduce tissue oxygen metabolites, modulate signaling pathways, and regulate transcription factors, and may play a key role in reducing species-dependent reactive oxygen species (ROS) damage. Many bioactive plant compounds, including several polyphenols, have recently been tested for vascular disease.

Asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) are chronic inflammatory airway diseases characterized by bronchial hyperreactivity and airflow limitation with acute bronchospasm, airway inflammation, chronic mucositis, and airway wall remodeling. Significant evidence suggests that

oxidative stress, one of the causes of asthma, acts as a central event in the inflammatory response by activating transcription factors such as nuclear factor- κ B (NF- κ B) and protein-1 (AP-1), mediators of pro-inflammatory gene expression. Thus, bioavailable antioxidants can protect against the direct harmful effects of oxidants and fundamentally alter inflammation in the pathogenesis of various respiratory diseases [35,47].

The lungs have several natural antioxidant mechanisms to counteract the overproduction of oxidants (ROS, reactive nitrogen species, and lipid peroxides), including enzymatic and non-enzymatic antioxidants. These antioxidant defense systems form a tightly regulated network that resists any changes in the redox environment of the intracellular and extracellular spaces. Enzymatic antioxidants include catalase, glutathione peroxidase (GPX), and superoxide dismutase (SOD), while non-enzymatic antioxidants include vitamin C, vitamin E, albumin, uric acid, ceruloplasmin, and glutathione (GSH). Changes in these enzymatic and non-enzymatic antioxidants can alter ROS homeostasis in bronchial cells.

Deficits in intrinsic antioxidant defense have been reported in asthma. Devereux and colleagues hypothesized that people in Western societies gradually reduce their intake of fruits and vegetables, thereby reducing the antioxidant defenses of the lungs, making them more sensitive to inhaled irritants and allergens. Since many antioxidants are obtained from food, particular attention is being paid to the availability of antioxidants (vitamins A, C and E, polyphenols and carotenoids) and how they can help protect people suffering from dementia, oxidative stress and/or airway inflammation.

Plants have two main mechanisms for detoxifying harmful oxidants. One of them is the direct enzymatic cleavage of oxidative radicals using SOD, catalase, ascorbate peroxidase, peroxidase, glutathione reductase, and monodehydroascorbate reductase. These enzyme systems convert various oxidative radicals into reduced products. The second method is to create antioxidant molecules such as vitamin C and vitamin E. These antioxidant compounds have a hydroxyl group (-OH) in an electron-deficient ring structure that is highly sensitive to ROS.

Flavonoids prevent the oxidation of lipids and other molecules by rapidly donating hydrogen atoms to ROO \cdot radicals. This ability of the flavonoid molecule to donate hydrogen (electrons), which serves to remove reactive radicals, is mainly due to the presence of a catechin group on the B ring (dihydroxy-B ring). An important structural feature that partially determines the antioxidant properties of flavonoids is the presence of a 2,3-unsaturated bond conjugated with the 4-oxo group in the C₆H₂O₂ cyclic catalyst. Intermediate phenoxy radicals are relatively stable, so they do not initiate other radical reactions and act as chain termination when interacting with other free radicals. Due to their favorable

reducing potential compared to alkyl peroxy radicals, flavonoids are ideal scavengers of peroxy radicals and therefore effective inhibitors of lipid peroxidation. Therefore, this strong antioxidant property of flavonoids makes them protective against respiratory diseases caused by oxidative stress. Some epidemiological evidence even suggests a beneficial effect of flavonoids on asthma. In a population-based case-control study, consumption of apples or red wine was found to be negatively associated with asthma incidence and severity, respectively, probably due to the protective effects of flavonoids. In addition, a 30-year longitudinal epidemiological study found that the prevalence of asthma is lower in a population with a high intake of flavonoids [28,54,56].

In addition to their antioxidant activity, flavonoids inhibit the release of histamine and other mediators associated with preformed granules by inhibiting basophil and mast cell activation. Flavonoids also inhibit the formation of IL-4, IL-13 and CD40 ligands, but trigger the formation of new mediators of phospholipid origin. As one of the well-studied flavonoids, quercetin inhibits eosinophil secretion of crystalline Charcot-Leiden protein and eosinophil cationic protein in a concentration-dependent manner. In addition, the inhibitory effect of quercetin on other inflammatory cells appears to be greater than that of any other clinically available compound. Apigenin exhibits anti-inflammatory effects in mouse models of asthma and can shift the immune response to allergens towards T helper type 1 (Th1). These results suggest that flavonoids are effective antiallergic and anti-inflammatory agents in the treatment/prevention of asthma.

Vascular damage is one of the main factors in the pathogenesis of bronchial asthma. Changes include increased vascular permeability, vasodilation/edema, and angiogenesis/angiogenesis. Flavonoids and related compounds have been shown to modulate the expression of HIF-1, VEGF, matrix metalloproteinases (MMPs), and epidermal growth factor receptors, as well as inhibit NF- κ B, PI3K/Akt and ERK1/2. These observations suggest that flavonoids and related compounds inhibit several steps of angiogenesis, namely cell migration, microcapillary formation, and MMP expression.

The active ingredient in turmeric is curcumin, a polyphenolic plant substance with anti-inflammatory, anti-amyloid, antiseptic, anti-cancer, anti-allergic, and antioxidant properties. In addition to its use in cooking, curcumin has been used as a folk remedy for liver disorders (especially jaundice), indigestion, urinary tract disorders, blood cleansers, arthritis (rheumatism), insect bites, skin disorders, and atherosclerosis. Curcumin has been shown to be eight times more effective than vitamin E in preventing lipid peroxidation. Curcumin is also believed to play a role in reducing oxidative stress by inhibiting the formation of nitric oxide (NO), scavenging or neutralizing free radicals, especially superoxide anions, and inhibiting free radical-induced oxidative chain reactions [3,19,49,55,56].

Curcumin is considered an anti-inflammatory agent, but its exact mechanism of action is largely unknown. However, studies have shown that curcumin reduces the level of IFN- γ -induced NO synthase in lung tissue and the expression of cytokines such as IL-2, IL-5 and GM-CSF, acts as an HDAC activator, or inhibits histamine. publish. mast cells. This activation of curcumin reduces asthma phenotypes by reducing asthma symptoms, airway eosinophil recruitment, and airway hyperresponsiveness. These results suggest that curcumin may be useful as an adjunctive treatment for asthma.

Conclusions:

Asthma is characterized by persistent inflammation and is associated with increased oxidative stress and subsequent lung damage. Endogenous or exogenous ROS production is required for the asthmatic inflammatory response. Although there are endogenous antioxidant mechanisms that counteract the ROS-induced inflammatory response, in inflammation there is an imbalance of two opposing mechanisms. Modifying these phenomena by increasing antioxidant levels opens up unique possibilities for therapeutic strategies for disease prevention, inflammation suppression, or inhibition of airway remodeling. However, the cellular and molecular mechanisms of these compounds are still undergoing significant improvements. In addition to their antioxidant activity, plant antioxidants have anti-inflammatory effects by regulating various inflammatory cells and mediators, protecting vessels, and acting as a gatekeeper in various signaling pathways. Natural biological compounds can be used alone or in combination with other available anti-inflammatory drugs, which can reduce costs and/or reduce side effects. It remains an open question whether these data are sufficient for the consequences of human diseases, since the action of naturally occurring biological compounds is chronic and depends on bioavailability and metabolism at relatively low concentrations.

Statement of Conflicting Interests: The authors announced, that there is no potential conflict of interest with regard to the research, and/or publication of this article.

REFERENCES:

1. Gauthier M, Chakraborty K, Oriss TB, Raundhal M, Das S, Chen J,. Severe asthma in humans and mouse model suggests a CXCL10 signature underlies corticosteroid-resistant Th1 bias. *JCI Insight*. 2017;2(13).
2. Al-Ramli W, Prefontaine D, Chouiali F, Martin JG, Olivenstein R, Lemiere C. (2009) T(H)17-associated cytokines (IL-17A and IL-17F) in severe asthma. *J Allergy Clin Immunol* 123(5):1185–1187
3. N. Gorgaslidze, N. Sulashvili, M. Giorgobiani, T. Zarkua, N. Dugashvili; THE FEATURES OF INSPECTION AND MONITORING FRAMEWORK FOR PROFESSIONAL SAFETY, SANITARY, BIOECOLOGICAL, PREVENTIVE AND HYGIENIC NOVEL REQUIREMENT ISSUES

OF PHARMACEUTICAL ORGANIZATIONS IN THE CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC IN GEORGIA. ISSN 1512-0392;E-ISSN 2667-9736;SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL of Experimental and Clinical Medicine №5-6; 9 of October, 2021, Tbilisi-Georgia.Pp: 42-47.

4. Ricciardolo FLM, Sorbello V, Folino A, Gallo F, Massaglia GM, Favata G. (2017) Identification of IL-17F/frequent exacerbator endotype in asthma. *J Allergy Clin Immunol* 140(2):395–406
5. McGarvey LP, Butler CA, Stokesberry S, Polley L, McQuaid S, Abdullah H. (2014) Increased expression of bronchial epithelial transient receptor potential vanilloid 1 channels in patients with severe asthma. *J Allergy Clin Immunol* 133(3):704–12.e4
6. Peters U, Dixon AE, Forno E (2018) Obesity and asthma. *J Allergy Clin Immunol* 141(4):1169–1179.
7. Rastogi D, Fraser S, Oh J, Huber AM, Schulman Y, Bhagtani RH, Khan ZS, Tesfa L, Hall CB, Macian F (2015) Inflammation, metabolic dysregulation, and pulmonary function among obese urban adolescents with asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 191(2):149–160.
8. Takahashi K, Pavlidis S, Ng Kee Kwong F, Hoda U, Rossios C, Sun K,. Sputum proteomics and airway cell transcripts of current and ex-smokers with severe asthma in U-BIOPRED: an exploratory analysis. *Eur Respir J*. 2018;51(5)
9. N. Gorgaslidze, N. Sulashvili, L. Gabunia; THE SCIENTIFIC STUDY ON MONITORING FOR THE SCOPE VOCATIONAL HEALTH SAFETY SYSTEMS, SALUBRIOUS AND BENEFICIAL DESTITUTION CHALLENGES ACCORDING TO THE COVID PANDEMIC IN GEORGIAN PHARMACEUTICAL FOUNDATION SETTINGS; ISSN: 2790-4008; Impact Factor: 0.66; International Journal of Social Sciences: Current and Future Research Trends (IJSSCFRT); 2021; Volume 12, No 1, Pp 1-15, (93-107).
10. Tripple JW, McCracken JL, Calhoun WJ (2017) Biologic therapy in chronic obstructive pulmonary disease. *Immunol Allergy Clin N Am* 37(2):345–355.
11. Pite H, Pereira AM, Morais-Almeida M, Nunes C, Bousquet J, Fonseca JA (2014) Prevalence of asthma and its association with rhinitis in the elderly. *Respir Med* 108(8):1117–1126.
12. Gibson PG, McDonald VM, Marks GB (2010) Asthma in older adults. *Lancet* 376(9743):803–813
13. Dunn RM, Busse PJ, Wechsler ME (2018) Asthma in the elderly and late-onset adult asthma. *Allergy* 73(2):284–294.
14. N. Gorgaslidze, N. Sulashvili; THE ACADEMICALLY DEBATE OF STANDARD CHALLENGES OF PHARMACISTS VOCATIONAL, EPIDEMIOLOGICAL AND SANITARIAN HEALTH PROBLEMS IN OFFICES AND LABS WITHIN COVID 19 PANDEMIC IN GEORGIA; УДК 615.1 (06) Proceedings of The Scientific-Practical Conference “WE OPEN THE NEW CENTURY: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS” With International Participation, Dedicated to the 100th Anniversary of the National University of Pharmacy; MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE; NATIONAL PHARMACEUTICAL UNIVERSITY OF UKRAINE; 10 of September, 2021, Kharkiv, Ukraine, Pp: 448-453.
15. Jiang Q. Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory activities and their role in disease prevention and therapy. *Free Radic Biol Med*. 2014 Jul;72:76-90. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2014.03.035. Epub 2014 Apr 3. PMID: 24704972; PMCID: PMC4120831.
16. Oršolić N. Allergic Inflammation: Effect of Propolis and Its Flavonoids. *Molecules*. 2022 Oct 8;27(19):6694. doi: 10.3390/molecules27196694. PMID: 36235230; PMCID: PMC9570745.
17. Bloomfield, S.F.; Rook, G.A.; Scott, E.A.; Shanahan, F.; Stanwell-Smith, R.; Turner, P. Time to abandon the hygiene hypothesis: New perspectives on allergic disease, the human microbiome,

- infectious disease prevention and the role of targeted hygiene. *Perspect. Public Health* 2016, 136, 213–224.
18. Nyman, G.S.A.; Tang, M.; Inerot, A.; Osmanovic, A.; Malmberg, P.; Hagvall, L. Contact allergy to beeswax and propolis among patients with cheilitis or facial dermatitis. *Contact Dermat.* 2019, 81, 110–116.
 19. Global Asthma Network. *The Global Asthma Report 2018*; Global Asthma Network: Auckland, New Zealand, 2018.
 20. L. Ratiani, L. Gabunia, N. Sulashvili, N. Gorgaslidze; GENERAL ACADEMIC REVIEW OF CHARACTERISTICS OF PROBLEMS, ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF COMPLEX PHARMACOTHERAPEUTIC CURING FOR COVID-19 DISEASES PRIOR TO VACCINES; УДК 615.1 (06) Proceedings of The Scientific-Practical Conference “WE OPEN THE NEW CENTURY: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS” With International Participation, Dedicated to the 100th Anniversary of the National University of Pharmacy; MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE; NATIONAL PHARMACEUTICAL UNIVERSITY OF UKRAINE; 10 of September, 2021, Kharkiv, Ukraine, Pp: 537-541.
 21. Suryakanth, D.; Basavaiah, N. Propolis and allergic reactions. *J. Pharm. Bioallied. Sci.* 2012, 4, 345.
 22. Benković, V.; Oršolić, N.; Knežević, A.H.; Ramić, S.; Đikić, D.; Bašić, I.; Kopjar, N. Evaluation of the Radioprotective Effects of Propolis and Flavonoids in Gamma-Irradiated Mice: The Alkaline Comet Assay Study. *Biol. Pharm. Bull.* 2008, 31, 167–172.
 23. Oršolić, N.; Bašić, I. Antitumor, hematostimulative and radioprotective action of water-soluble derivative of propolis (WSDP). *Biomed. Pharmacother.* 2005, 59, 561–570.
 24. Kim, E.H.; Burks, A.W. Food allergy immunotherapy: Oral immunotherapy and epicutaneous immunotherapy. *Allergy* 2020, 75, 1337–1346.
 25. N. Sulashvili, L. Gabunia, L. Ratiani, N. Gorgaslidze, K. Ghambashidze, E. Varazi; THE SCIENTIFICS DISCUSSION OF WORLDWIDE CHALLENGES OF COVID-19 PANDEMIC AND GENERAL DRUG THERAPY APPROACHES TO COMBAT THE COVID-19 DISEASES; ISSN: 2806-1632, E-ISSN: 2806-1640; DOI: 10.36962/JIMH; The Baltic Scientific Journals-
 26. “IJIMH” -INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE MEDICINE & HEALTHCARE; VOLUME 01, ISSUE 01, 2022; Tallinn 2022, Estonia. Pp: 39-56.
 27. Chitranshi, N.; Verma, N.; Saad, S.; Gupta, G.; Hansbro, P.M.; Oliver, B.G.; Madheswaran, T.; Dua, K.; Chellappan, D.K. Unravelling the Therapeutic Potential of Nano-Delivered Functional Foods in Chronic Respiratory Diseases. *Nutrients* 2022, 14, 3828.
 28. Meurs H, Zaagsma J, Maarsingh H, van Duin M. Recent Patents in Allergy/Immunology: Use of arginase inhibitors in the treatment of asthma and allergic rhinitis. *Allergy*. 2019 Jun;74(6):1206-1208. doi: 10.1111/all.13770. Epub 2019 Apr 10. PMID: 30865303; PMCID: PMC6593796.
 29. Wood, L.G.; Gibson, P.G.; Garg, M.L. Biomarkers of lipid peroxidation, airway inflammation and asthma. *Eur. Respir. J.* 2003, 21, 177–186.
 30. Devereux, G.; Seaton, A. Diet as a risk factor for atopy and asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2005, 115, 1109–1117.
 31. N. Sulashvili, M. Davitashvili, Ia Egnatievi, M. Beglaryan, K. Robakidze, L. Grigolia; THE SCIENTIFIC TALKS OF EXHAUSTIVE AND INCLUSIVE DEFIANCE OF COVID-19 INFECTION DISEASE AND ITS DRUG THERAPY PERSPECTIVES PROMOTION CONTRARY OF THE COVID-19 EPIDEMIC IN 2020 GLOBALLY; UDC: 579:578:61(06);
 32. © NPhaU, 2022; Scientific edition; Materials of the Scientific and Practical International Conference-”MICROBIOLOGICAL AND IMMUNOLOGICAL RESEARCH IN MODERN MEDICINE”, MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE, NATIONAL UNIVERSITY OF PHARMACY

- OF UKRAINE, DEPARTMENT OF MICROBIOLOGY, VIROLOGY AND IMMUNOLOGY, 24 of March, UKRAINE, KHARKIV -2022; Pp:42-46.
33. Atkinson, C.J.; Nestby, R.; Fod, Y.Y.; Dodds, P.A. Enhancing beneficial antioxidants in fruits: A plant physiological perspective. *BioFactors* 2005, 23, 229–234.
 34. Klein, B.P.; Kurilich, A.C. Processing effects on dietary antioxidants from plant foods. *HortScience* 2010, 35, 580–584.
 35. Prior, R.L.; Cao, G. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: Diet and health implications. *HortScience* 2010, 35, 588–592.
 36. Balsano, C.; Alisi, A. Antioxidant effects of natural bioactive compounds. *Curr. Pharmaceu. Des.* 2009, 15, 3063–3073.
 37. N. Sulashvili, K. Robakidze, I. Buchukuri, L. Grigolia; MANIFESTATIONS OF SARS-COV-2-INDUCED COVID-19 ON THE SKIN AND ORAL MUCOSA; E-ISBN: 978-9916-9769-0-6;
 38. DOI suffix: 10.36962/MHPAS06; Website: <https://bsj.fisdd.org/>, <https://scsj.fisdd.org/CONFERENCE PROCEEDINGS; THE SIXTH INTERNATIONAL SCIENTIFIC- PRACTICAL CONFERENCE IN MODERN MEDICINE AND HEALTH: PROGNOSIS, ACHIEVEMENT AND CHALLENGES; ESTONIA, TALLINN, FEBRUARY 25-26, TALLINN-2022; Pp:11-12>.
 39. Middleton, E.J.; Kandaswami, C.; Theoharides, T.C. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacol. Rev.* 2000, 52, 673–751.
 40. Williams, C.A.; Grayer, R.J. Anthocyanins and other flavonoids. *Nat. Prod. Rep.* 2004, 21, 539–573.
 41. Hollman, P.C.; Katan, M.B. Health effects and bioavailability of dietary flavonols. *Free Rad. Res.* 1999, 31, S75–S80.
 42. Harborne, J.B.; Williams, C.A. Advances in flavonoid research since 2012. *Phytochemistry* 2000, 55, 481–504.
 43. N. Gorgaslidze, N. Sulashvili; SCIENTIFIC DISCUSSION ON NORMATIVE ISSUES OF OCCUPATIONAL HEALTH, SANITARY AND HYGIENIC EPIDEMIOLOGICAL DEMANDS IN PHARMACY ESTABLISHMENTS DURING COVID DISEASES IN THE REPUBLIC OF GEORGIA; p-ISSN 2544-9346; e-ISSN 2544-9443; Scientific Edition; RS GLOBAL JOURNALS; Scholarly Publisher; JOURNAL - Science Review; PUBLISHER RS Global Sp. z O.O., Poland; DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr; DOI:https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr/30072021/7637;
 44. *Science Review-Nº3(38)*; Warsaw, Poland; July-2021; Pp: 15-26.
 45. Schroeter, H.; Boyd, C.; Spencer, J.P.; Williams, R.J.; Cadenas, E.; Rice-Evans, C. MAPK signaling in neurodegeneration: Influences of flavonoids and of nitric oxide. *Neurobiol. Aging* 2002, 23, 861–880.
 46. N. Sulashvili, L. Gabunia, L. Ratiani, N. Gorgaslidze, K. Ghambashidze; THE SCIENTIFIC DISCUSSION OF WORLDWIDE CHALLENGES OF COVID-19 EPIDEMIC AND GENERAL DRUG THERAPY APPROACHES TO COMBAT THE COVID-19 DISEASES; E-ISBN: 978-9916-9769-0-6; DOI suffix: 10.36962/MHPAS06; Website: <https://bsj.fisdd.org/>, <https://scsj.fisdd.org/CONFERENCE PROCEEDINGS; THE SIXTH INTERNATIONAL SCIENTIFIC- PRACTICAL CONFERENCE IN MODERN MEDICINE AND HEALTH: PROGNOSIS, ACHIEVEMENT AND CHALLENGES; ESTONIA, TALLINN FEBRUARY 25-26, TALLINN-2022; Pp:10-11>.
 47. Rice-Evans, C. Flavonoid antioxidants. *Curr. Med. Chem.* 2001, 8, 797–807.
 48. Polovka, M.; Brezova, V.; Stasko, A. Antioxidant properties of tea investigated by EPR spectroscopy. *Biophys. Chem.* 2003, 106, 39–56.
 49. L. Gabunia, L. Ratiani, Sh. Khetsuriani, N. Gamkrelidze, N. Sulashvili; KEY ISSUES RELATED TO THE COVID-19 PANDEMIC; REPUBLIC OF ARMENIA; ISSN 1829-040X, ORCID: 0000-

- 0001-9263-6791, BULLETIN OF THE MEDICAL INSTITUTE AFTER MEHRABYAN, VOL. 9 TOM, YEREVAN 2020, Pp: 128-144.
50. Kuruville ME, Lee FE, Lee GB. Understanding Asthma Phenotypes, Endotypes, and Mechanisms of Disease. *Clin Rev Allergy Immunol*. 2019 Apr;56(2):219-233. doi: 10.1007/s12016-018-8712-1. PMID: 30206782; PMCID: PMC6411459.
 51. Corren J, Lemanske RF, Hanania NA, Korenblat PE, Parsey MV, Arron JR. (2011) Lebrikizumab treatment in adults with asthma. *N Engl J Med* 365(12):1088–1098
 52. Shiobara T, Chibana K, Watanabe T, Arai R, Horigane Y, Nakamura Y, Hayashi Y, Shimizu Y, Takemasa A, Ishii Y (2016) Dipeptidyl peptidase-4 is highly expressed in bronchial epithelial cells of untreated asthma and it increases cell proliferation along with fibronectin production in airway constitutive cells. *Respir Res* 17:28.
 53. Divekar R, Hagan J, Rank M, Park M, Volcheck G, O'Brien E, Meeusen J, Kita H, Butterfield J (2016) Diagnostic utility of urinary LTE4 in asthma, allergic rhinitis, chronic rhinosinusitis, nasal polyps, and aspirin sensitivity. *J Allergy Clin Immunol Pract* 4(4):665–670.
 54. Woodruff PG, Modrek B, Choy DF, Jia G, Abbas AR, Ellwanger A, Arron JR, Koth LL, Fahy JV (2009) T-helper type 2-driven inflammation defines major subphenotypes of asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 180(5):388–395.
 55. Kuo CS, Pavlidis S, Loza M, Baribaud F, Rowe A, Pandis I, Hoda U, Rossios C, Sousa A, Wilson SJ, Howarth P, Dahlen B, Dahlen SE, Chanez P, Shaw D, Krug N, Sandström T, de Meulder B, Lefaudeux D, Fowler S, Fleming L, Corfield J, Auffray C, Sterk PJ, Djukanovic R, Guo Y, Adcock IM, Chung KF, U-BIOPRED Project Team ‡ (2017) A transcriptome-driven analysis of epithelial brushings and bronchial biopsies to define asthma phenotypes in U-BIOPRED. *Am J Respir Crit Care Med* 195(4):443–455
 56. N. Sulashvili, N. Gorgaslidze, M. Beglaryan; THE SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF THE PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF CORONAVIRUS VACCINE ENHANCEMENT FOR PREVENTION AND PROPHYLAXIS OF THE COVID-19 DISEASES; УДК 615.15:378.145/.147 Scientific Publication; MATERIALS OF THE VII INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE, “SOCIAL PHARMACY: STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS”, DEDICATED TO THE 10TH ANNIVERSARY OF THE DEPARTMENT OF SOCIAL PHARMACY; MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE; NATIONAL PHARMACEUTICAL UNIVERSITY OF UKRAINE, DEPARTMENT OF SOCIAL PHARMACY; September 23-24, 2021, Kharkiv, Ukraine; Pp:117-149.
 57. Carr TF, Kraft M (2016) Chronic infection and severe asthma. *Immunol Allergy Clin N Am* 36(3):483–502
 58. Simpson JL, Phipps S, Baines KJ, Oreo KM, Gunawardhana L, Gibson PG (2014) Elevated expression of the NLRP3 inflammasome in neutrophilic asthma. *Eur Respir J* 43(4): 1067–1076
 59. Marwick JA, Dorward DA, Lucas CD, Jones KO, Sheldrake TA, Fox S, Ward C, Murray J, Brittan M, Hirani N, Duffin R, Dransfield I, Haslett C, Rossi AG (2013) Oxygen levels determine the ability of glucocorticoids to influence neutrophil survival in inflammatory environments. *J Leukoc Biol* 94(6):1285–1292.
 60. L. Gabunia, Sh. Khetsuriani, N. Gamkrelidze, L. Ratiani, N. Filipets, L. Metreveli, N. Sulashvili; Pharmacologic Modulation during Cytokine Storm in COVID-19; ISSN: 2790-3990; Impact Factor: 0.70; International Journal of Applied Sciences: Current and Future Research Trends (IJASCFT); 2021, Volume 12, No 1, Pp 7-12, (13-18).

**ანტიოქსიდანტების მიღწევების და პერსპექტივების გამოვლენის
თავისებურებები თერაპიულ აპლიკაციებში - ალერგიის ფარმაკოთერაპიულ
პრაქტიკაში**

- ნანა გორგასლიძე** ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, სოციალური და კლინიკური ფარმაციის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, თბილისი, საქართველო
E-mail: n.gorgaslidze@tsmu.edu
- ლუიზა გაბუნია** მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამეცნიერო კვლევითი-უნარების ცენტრის დირექტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამედიცინო ფარმაკოლოგიის კათედრის პროფესორი, თბილისი, საქართველო
E-mail: l.gabunia@tsmu.edu
- ნოდარ სულაშვილი** ფარმაცევტულ და ფარმაკოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამეცნიერო კვლევით-უნარების ცენტრის მოწვეული ლექტორი/პროფესორი, სულხან-საბა ორბელიანის უნივერსიტეტის მედიცინის ფაკულტეტის სამედიცინო ფარმაკოლოგიის ასოცირებული პროფესორი; ალტეს უნივერსიტეტის მედიცინის საერთაშორისო სკოლის ასოცირებული პროფესორი ფარმაკოლოგიის მიმართულებით; შოთა მესხიას სახელობის ზუგდიდის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფარმაციის პროგრამის ასოცირებული პროფესორი; საქართველოს დავით აღმაშენებლის სახელობის უნივერსიტეტის მედიცინის სკოლის სამედიცინო ფარმაკოლოგიის ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს უნივერსიტეტის ჯანდაცვის მეცნიერებათა სკოლის ასოცირებული პროფესორი. თბილისი, საქართველო
E-Mail: n.sulashvili@ug.edu.ge
- მარინა გიორგობიანი** მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, საზოგადოებრივი ჯანდაცვის ფაკულტეტი; ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო
E-Mail: m.giorgobiani@tsmu.edu

ანოტაცია. კვლევის მიზანია შეგვესწავლა ანტიოქსიდანტების გამოყენების მიღწევებისა და პერსპექტივების ძირითადი მახასიათებლები თერაპიული მიმართულებით ალერგიის ფარმაკოთერაპიის პრაქტიკაში. გარდა ამისა, კვლევა ასევე გვაწვდის ინფორმაციას იმის შესახებ, თუ როგორ ახდენენ ანტიოქსიდანტები ალერგიასთან დაკავშირებულ ანთებითი ბიომარკერებისა და ალერგიასთან დაკავშირებულ სხვა პარამეტრებს მოდულირებას, როგორც ეს ბოლო მონაცემებით არის მხარდაჭერილი. ასთმა ხასიათდება მუდმივი ანთებით და ასოცირდება გაზრდილ ოქსიდაციურ სტრესთან და შემდგომ ფილტვების დაზიანებასთან.

ასთმური ანთებითი რეაქციისთვის საჭიროა ენდოგენური ან ეგზოგენური ROS წარმოება. მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს ენდოგენური ანტიოქსიდანტური მექანიზმები, რომლებიც ეწინააღმდეგებიან ROS-ით გამოწვეულ ანთებით პასუხს, ანთების დროს არსებობს ორი საპირისპირო მექანიზმის დისბალანსი. ამ ფენომენების შეცვლა ანტიოქსიდანტების დონის გაზრდით ხსნის უნიკალურ შესაძლებლობებს თერაპიული სტრატეგიებისთვის დაავადების პრევენციის, ანთების ჩახშობის ან სასუნთქი გზების რემოდელირების დათრგუნვის მიზნით. თუმცა, ამ ნაერთების უჯრედული და მოლეკულური მექანიზმები ჯერ კიდევ განიცდის მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას. გარდა მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობისა, მცენარეულ ანტიოქსიდანტებს აქვთ ანთების საწინააღმდეგო ეფექტი სხვადასხვა ანთებითი უჯრედებისა და შუამავლების რეგულირებით, სხვადასხვა სასიგნალო გზებში. ბუნებრივი ბიოლოგიური ნაერთები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ცალკე ან სხვა ხელმისაწვდომი ანთების საწინააღმდეგო საშუალებებთან ერთად, რამაც შეიძლება შეამციროს ხარჯები და/ან შეამციროს გვერდითი მოვლენები.

საკვანძო სიტყვები: ანტიოქსიდანტები, ალერგია, აპლიკაციები, ფარმაკოთერაპია, პერსპექტივები, პრაქტიკა, თერაპიული.

THE PECULIARITIES OF MONOCLONAL ANTIBODIES ACHIEVEMENTS AND PERSPECTIVES IN PHARMACOTHERAPEUTIC PRACTICE IN THERAPEUTIC APPLICATIONS

Nana Gorgaslidze

PhD, Doctor in Pharmaceutical Sciences, Professor of Tbilisi State Medical University, Head of The Department of Social and Clinical Pharmacy, Tbilisi, Georgia.

E-mail: n.gorgaslidze@tsmu.edu

Nodar Sulashvili

MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical and Pharmacological Sciences, Invited Lecturer/Professor of Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University, Associate Professor of Medical Pharmacology of Faculty of Medicine at Sulkhan-Saba Orbeliani University, Associate Professor of Division of Pharmacology of International School of Medicine at Alte University; Associate Professor of Pharmacy Program at Shota Meskhia Zugdidi State University; Associate Professor of Medical Pharmacology at School of Medicine at David Aghmashenebeli University of Georgia, Associate Professor of the University of Georgia, School of Health Sciences. Tbilisi, Georgia.

E-Mail: n.sulashvili@ug.edu.ge

Margarita Beglaryan

MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Yerevan State Medical University, Head of the Department of Pharmaceutical Management, Yerevan, Armenia.

Luiza Gabunia

E-mail: margaritavip@mail.ru

MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor-Director of the Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University, Professor of the Department of Medical Pharmacology at Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia.

E-mail: l.gabunia@tsmu.edu

Corresponding Author: Dr. Nodar Sulashvili

Mail: n.sulashvili@ug.edu.ge

Reviewers:

N. Chichoyan, Head of Pharmacognosy Department of Yerevan State Medical University, Full Professor.

M. Chikawa, Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy

E-mail: m.chikava@gtu.ge

Abstract. Aim of the research was to study and analyze the peculiarities of monoclonal antibodies achievements and perspectives in pharmacotherapeutic practice in therapeutic applications. Monoclonal antibodies (mAb) are revolutionizing the treatment of many different diseases. Given their differing mode of action compared to most conventional chemotherapeutics and small molecule inhibitors, they possess the potential to be independent of common modes of treatment resistance and can typically be combined readily with existing treatments without dose-limiting toxicity. However, treatments with mAb rarely result in cure and so a full understanding of how these reagents work and can be optimized is key for their subsequent improvement. Here we review how an understanding of the biology of the inhibitory Fc receptor, FcγRIIB (CD32B), is leading to the development of improved mAb treatments. Based on pharmacokinetic parameters of monoclonal antibodies, there is a rationale for fixed dosing of these drugs in oncology. Most monoclonal antibodies by themselves have little antitumor activity, even after binding to the target antigen. Some notable exceptions include monoclonal antibodies to HER2, EGFR, and CD20, which have remarkable activity against tumours expressing these antigens. However, despite scant antitumor activity of monoclonal antibodies, their specificity for the target antigen makes them useful cancer therapeutic agents. Antitumor activity has been accomplished by conjugating antibodies with different effector molecules that accomplish cell death after antibody bind-

ing and internalization. Such effector molecules include cytotoxic agents, bacterial or plant protein toxins (immunotoxins) and radiopharmaceutical agents. Monoclonal antibodies are generally well tolerated, but those that suppress the immune system may reactivate latent infections, such as tuberculosis or hepatitis B. Most monoclonal antibodies in oncology are administered in body-size-based dosing schedules. This is believed to correct for variability in both drug distribution and elimination between patients. However, monoclonal antibodies typically distribute to the blood plasma and extracellular fluids only, which increase less than proportionally with the increase in body weight. Elimination takes place via proteolytic catabolism, a nonspecific immunoglobulin G elimination pathway, and intracellular degradation after binding to the target. The latter is the primary route of elimination and is related to target expression levels rather than body size.

New biologic therapies come in several basic forms, either growth factors and cytokines (such as erythropoietin, G-CSF, interferon, enzymes, factors that regulate coagulation) or, more commonly, monoclonal antibodies (mAbs) and related proteins such as 'traps' in which cytokine receptors are made soluble and fused with antibody constant regions. The latter group (mAbs and traps) have dramatically advanced the therapy of chronic inflammatory diseases and cancer. We describe mAbs and relatives in different directions of therapeutics. The tumour necrosis factor (TNF)-blockers for autoimmune/inflammatory diseases are the most broadly deployed (with multiple products) and have engendered a revolution in therapeutic research/development, along with rather remarkable revenues. This therapeutic revolution is based on the synergy of three scientific disciplines: immunology, molecular biology and protein engineering.

KeyWords: Drug, monoclonal antibodies, prospects, diseases, pharmacological, treatment, therapeutic, medicine.

Introduction

Monoclonal antibodies (mAbs) have emerged as a major class of therapeutic agents. The majority of mAb therapeutics are for oncological and immunological/infectious diseases, but these are expanding into other disease areas. Over 100 monoclonal antibodies are in development, and their unique features ensure that these will remain a part of the therapeutic pipeline. Thus, the therapeutic value and the elucidation of their pharmacological properties supporting clinical development of these large molecules are unquestioned. However, their utilization as pharmacological tools in academic laboratories have lagged behind their small molecule counterparts. Early therapeutic mAbs targeted soluble cytokines, but now that mAbs also target membrane-bound receptors and have increased circulating

half-life, their pharmacology is more complex. The principles of pharmacology have enabled the development of high affinity, potent and selective small molecule therapeutics with reduced off-target effects and drug-drug interactions. This review will discuss how the same basic principles can be applied to mAbs, with some important differences. Monoclonal antibodies have several benefits, such as fewer off-target adverse effects, fewer drug-drug interactions, higher specificity, and potentially increased efficacy through targeted therapy. Modifications to decrease the immunogenicity and increase the efficacy are described, with examples of optimizing their pharmacokinetic properties and enabling oral bioavailability. Increased awareness of these advances may help to increase their use in exploratory research and further understand and characterize their pharmacological properties.

Recently, monoclonal antibodies have been used for the treatment of various severe diseases, such as rheumatoid arthritis, ankylosing spondylitis, multiple sclerosis, cancer infections among others. They have immunomodulatory effects, are prepared against specific cytokines, inhibit specific enzymes or signaling molecules. Monoclonal antibodies are generally well tolerated, but those that suppress the immune system may reactivate latent infections, such as tuberculosis or hepatitis B. Most monoclonal antibodies in oncology are administered in body-size-based dosing schedules. This is believed to correct for variability in both drug distribution and elimination between patients. However, monoclonal antibodies typically distribute to the blood plasma and extracellular fluids only, which increase less than proportionally with the increase in body weight. Elimination takes place via proteolytic catabolism, a nonspecific immunoglobulin G elimination pathway, and intracellular degradation after binding to the target. The latter is the primary route of elimination and is related to target expression levels rather than body size. Taken together, the minor effects of body size on distribution and elimination of monoclonal antibodies and their usually wide therapeutic window do not support body-size-based dosing. We evaluated effects of body weight on volume of distribution and clearance of monoclonal antibodies in oncology and show that a fixed dose for most of these drugs is justified based on pharmacokinetics. A survey of the savings after fixed dosing of monoclonal antibodies at our hospital showed that fixed dosing can reduce costs of health care, especially when pooling of preparations is not possible (which is often the case in smaller hospitals). Based on pharmacokinetic parameters of monoclonal antibodies, there is a rationale for fixed dosing of these drugs in oncology [1-2].

The fixed dosing is justified and can improve efficiency of the compounding. Moreover, drug spillage can be reduced and medication errors may become less likely. Monoclonal antibodies are increasingly becoming a standard part of clinical cancer treatment. Eight monoclonal antibodies are approved by the Food and Drug Administration for the treatment of cancer in the United States. Oncology

nurses are expected to be familiar with these agents, their indications, and their adverse effects, to provide appropriate care and symptom management to patients receiving these agents, and to adequately educate patients and families about these treatments and their specific and overlapping side effects. Many cancer therapies administered by IV infusion, including monoclonal antibodies, have the potential for infusion reactions. All infusion reactions involve the immune system; however, some (anaphylactic) are allergic in nature and usually are mediated by immunoglobulin E (IgE), whereas others (anaphylactoid) are not true allergic reactions and are not mediated by IgE. Although reactions can be allergic or nonallergic, the clinical manifestations are the same and require prompt, accurate assessment and astute management to avoid severe adverse events, including fatality. Monoclonal antibodies have a unique side-effect profile that includes the potential for nonallergic infusion reactions caused by cytokine release. Understanding the pathophysiology underlying any infusion reaction will enhance decision making regarding rechallenge and thereby improve treatment outcomes. Rituximab is an example of a drug with the potential for varying types of infusion reactions. Adverse effects related to immunosuppression. It has long been recognized that treatments with potent immunosuppressive agents can be associated with more frequent, and often more severe and relapsing infections. No single pathogen is specifically involved in infectious complications associated with immunosuppression, and all types of pathogens including bacteria, viruses, fungi and parasites can be encountered. Infections of the respiratory and gastrointestinal tracts are more frequent, but the central nervous system and the skin are also affected [3-4].

In addition, some infections can be atypical or opportunistic, and then characterized by involvement of pathogens, e.g., *Pneumocystis carinii* that normally do not induce overt infections in fully immunocompetent human beings, or by their localization at uncommon sites, e.g., brain abscess in aspergillosis or toxoplasmosis. Finally, infectious complications of (moderately) immunosuppressive drugs can be clinically and microbiologically unremarkable so that an increased incidence of these infections can only be detected if dedicated (pharmaco) epidemiological studies are conducted in treated human subjects. Another type of major adverse effects associated with immunosuppressive drug therapy is the occurrence of virus-induced neoplasias. Many retrospective and prospective studies evidenced a greater risk (up to 50-fold) of lymphoproliferative disorders—primarily B lymphomas—in organ transplant patients. Although lymphoproliferative disorders attracted much attention, other virus-induced cancers, such as skin cancers, cancers of the lips and Kaposi sarcomas may actually be more frequent. Infectious complications and mAbs. Quite a few mAbs have been or are being developed to exert immunosuppressive effects useful for the treatment of various conditions, such as the prevention of graft rejection, or

auto-immune diseases including rheumatoid arthritis, Crohn disease or multiple sclerosis. In addition, mAbs are increasingly used as anti-cancer agents and these mAbs can also exert unintended immunosuppressive effects [5-6].

Aim of the research was to study and analyze the peculiarities of monoclonal antibodies achievements and perspectives in pharmacotherapeutic practice in therapeutic applications.

Main part

Methodology

The material of the article was the data from scientific publications, which were processed, analyzed, overviewed and reviewed by generalization and systematization. Research studies are based on a review/overview assessment of the development of critical visibility and overlook of the modern scientific literature. Use the following databases (for extensive literature searches to identify key points related to the peculiarities of monoclonal antibodies achievements and perspectives in pharmacotherapeutic practice in therapeutic applications): PubMed, Web of Science, Clinical key, Tomson Reuters, Google Scholar, Cochrane Library, and Elsevier Foundations. National and international policies and guidelines were also reviewed and as well as grey literature.

Results and Discussion

Monoclonal antibodies (mAbs) are an important therapeutic class with complex pharmacology and interdependent pharmacokinetic (PK) and pharmacodynamics (PD) properties. Understanding the PK and PD of mAbs and their biological and mechanistic underpinnings are crucial in enabling their design and selection, designing appropriate efficacy and toxicity studies, translating PK/PD parameters to humans, and optimizing dose and regimen to maximize success in the clinic. Significant progress has been made in this field however many critical questions still remain. This article gives a brief overview of the PK and PD of mAbs, factors that influence them, and areas of ongoing inquiry.

Monoclonal antibody (mAb) therapeutics are an important and rapidly growing class of therapeutic agents with over 470 molecules in the clinical pipeline and many more in earlier stages of drug development. Selecting the right mAb is a key determinant of its clinical success and depends on early understanding of its PK/PD and successfully translating it to humans. Compared to small molecules, biologics such as mAbs have unique characteristics that make their pharmacokinetics (PK) and pharmacodynamics (PD) quite complex. An integrated understanding of its PK/PD characteristics including exposure at the site of action, target occupancy and expression of functional pharmacological activity are important in improving its clinical success. The utility of translational PK/PD spans different phases

of drug development and can contribute to target evaluation, design and selection of candidate molecule with optimal properties, and dose and regimen selection in preclinical and clinical studies Understanding PK/PD of mAbs and factors that impact them, are essential to achieve these translational goals. This review describes the PK and PD characteristics of mAbs, and translational PK/PD approaches to predict human PK/PD [7-8].

Monoclonal antibodies (mAb) are revolutionising the treatment of many different diseases. Given their differing mode of action compared to most conventional chemotherapeutics and small molecule inhibitors, they possess the potential to be independent of common modes of treatment resistance and can typically be combined readily with existing treatments without dose-limiting toxicity. However, treatments with mAb rarely result in cure and so a full understanding of how these reagents work and can be optimised is key for their subsequent improvement. Here we review how an understanding of the biology of the inhibitory Fc receptor, FcγRIIB (CD32B), is leading to the development of improved mAb treatments [9-10].

Monoclonal antibodies are essential tools for many molecular immunology investigations. In particular, when used in combination with techniques such as epitope mapping and molecular modelling, monoclonal antibodies enable the antigenic profiling and visualization of macromolecular surfaces. In addition, monoclonal antibodies have become key components in a vast array of clinical laboratory diagnostic tests. Their wide application in detecting and identifying serum analytes, cell markers, and pathogenic agents has largely arisen through the exquisite specificity of these unique reagents. Furthermore, the continuous culture of hybridoma cells that produce these antibodies offers the potential of an unlimited supply of reagent. In essence, when compared with the rather limited supply of polyclonal antibody reagents, the feature of a continuous supply enables the standardization of both the reagent and the assay technique. Clearly, polyclonal and monoclonal antibodies have their advantages and disadvantages in terms of generation, cost, and overall applications. Ultimately, monoclonal antibodies are only produced when necessary because their production is time consuming and frustrating, although greatly rewarding (at least most of the time!). This is especially apparent when a monoclonal antibody can be applied successfully in a routine pathology laboratory or can aid in the clinical diagnosis and treatment of patients [11-12].

Monoclonal antibody-based treatment of cancer has been established as one of the most successful therapeutic strategies for both hematologic malignancies and solid tumors. In addition to targeting cancer antigens antibodies can also modulate immunological pathways that are critical to immune surveillance. Antibody therapy directed against several negative immunologic regulators (checkpoints)

is demonstrating significant success in the past few years. Immune checkpoint inhibitors, ipilimumab, pembrolizumab and nivolumab, have shown significant clinical benefit in several malignancies and are already approved for advanced melanoma and squamous NSCLC. Based on their mechanism of action, these agents can exert toxicities that are unlike conventional cytotoxic chemotherapy, whose nature is close to autoimmune diseases - immune related adverse events (irAEs). In this review we focus on the spectrum of irAEs associated with immune checkpoint antibodies, discussing the pharmacological treatment strategy and possible clinical impact [13-14].

Monoclonal antibodies (mAbs) are a rapidly growing class of human therapeutics representing Cancer diseases are one of the major groups where monoclonal antibodies are used in clinical practice. There have been twelve antibodies that have received approval from the FDA for the treatment of a variety of solid tumors and hematological malignancies. In addition, there are a large number of additional therapeutic antibodies that are currently being tested in early- and late-stage clinical trials. The most common type of mAbs used to treat cancer are “naked mAbs”. Most naked mAbs attach to antigens on cancer cells, but some work by binding to antigens on other, non-cancerous cells, or even free-floating proteins. We can simplify three major mechanisms of actions of naked mAbs. One principle is boosting a person’s immune response against cancer cells by attaching to them and acting as a marker for the body’s immune system to destroy them. An example is alemtuzumab, which binds to the CD52 antigen on lymphocytes and is used to treat some patients with chronic lymphocytic leukemia (CLL). Another naked mAbs work mainly by attaching to and blocking antigens on cancer cells that help cancer cells grow or spread. For example, trastuzumab is an antibody against the HER2 protein [15-16].

Since then, monoclonal antibodies have entered almost every branch of biomedical research. Antibodies are now used as frontline therapeutics in highly divergent indications, ranging from autoimmune disease over allergic asthma to cancer. Wider accessibility and implementation of antibody-based therapeutics is however hindered by manufacturing challenges and high development costs inherent to protein-based drugs. For these reasons, alternative ways are being pursued to produce and deliver antibodies more cost-effectively without hampering safety. Over the past decade, messenger RNA (mRNA) based drugs have emerged as a highly appealing new class of biologics that can be used to encode any protein of interest directly in vivo. Whereas current clinical efforts to use mRNA as a drug are mainly situated at the level of prophylactic and therapeutic vaccination, three recent preclinical studies have addressed the feasibility of using mRNA to encode therapeutic antibodies directly in vivo. They highlight the potential of mRNA-based approaches to solve several of the issues associated with antibodies produced and delivered in protein format. We identify key hurdles that mRNA-based

approaches still need to take to fulfill this potential and ultimately replace the current protein antibody format [17-18].

Autoimmune diseases of the peripheral nervous system have so far been treated mainly with exogenous high-dose intravenous immunoglobulins (IVIg), that act through several mechanisms, including neutralization of pathogenic autoantibodies, modulation of lymphocyte activity, interference with antigen presentation, and interaction with Fc receptors, cytokines, and the complement system. Other therapeutic strategies have recently been developed, in part to address the increasing shortage of IVIg, prime among which is the use of B cell depleting monoclonal antibodies, or small molecule inhibitors targeting the B-cell specific kinases. Rituximab, a chimeric monoclonal antibody against CD20 + B lymphocytes, is currently the most used, especially in anti-MAG antibody neuropathy and autoimmune neuropathies with antibodies to nodal/paranodal antigens that are unresponsive to IVIg. After several reports of its efficacy in chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy (CIDP), rituximab is currently under investigation in three Phase 2 trials in CIDP. In addition, the possible role of complement activation in the pathogenesis of chronic autoimmune neuropathies has brought into consideration drugs that can block the complement cascade, such as eculizumab, a monoclonal antibody already assessed in acute polyradiculoneuropathies, and approved for myasthenia gravis. Preliminary data on eculizumab in multifocal motor neuropathy have been published, but randomized controlled studies are pending. Moreover, the neonatal Fc receptor, that recycles IgGs by preventing their lysosome degradation, is an important and attractive pharmacological target. Antibodies against FcRn, which reduce circulating IgG (both pathogenic and non-pathogenic) have been developed. The FcRn blocker efgartigimod, a humanized IgG1-derived Fc fragment, which competitively inhibits the FcRn, has recently been approved for the treatment of myasthenia gravis and is currently under investigation in CIDP. In addition, the anti-human FcRn monoclonal antibody rozanolixizumab is currently being assessed in phase 2 trials in CIDP. However, none of the abovementioned monoclonal antibodies is currently approved for treatment of any immune-mediated neuropathies. While more specific and individualized therapies are being developed, the possibility of combined treatments targeting different pathogenic mechanisms deserves consideration as well [19-20].

Monoclonal antibodies have recently gained interest in the treatment of immune-mediated neuropathies, particularly when there is evidence of underlying humoral pathogenetic mechanisms.

More data are available for the polyneuropathy with antibodies to myelin-associated glycoprotein (MAG), but increasing evidence is also emerging for other immune-mediated diseases of the peripheral nervous system, including chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy (CIDP) and autoimmune neuropathies with antibodies to nodal and paranodal antigens.

Moreover, a potential pathogenic role of complement in chronic autoimmune neuropathies may open new therapeutic avenues with drugs inhibiting complement activation. Eculizumab, a recombinant humanized monoclonal antibody that binds and sequesters C5a, prevents its enzymatic cleavage by the C5 convertase into C5a and C5b, thus inhibiting C5b-9 membrane attack complex (MAC) formation. Eculizumab has already been approved in myasthenia gravis and is under investigation in acute polyradiculoneuropathies. A further potential therapeutic target in immune-mediated polyneuropathies is the neonatal Fc receptor (FcRn), known to facilitate IgG recycling and protection from degradation, thereby extending the half-life of IgG molecules. High-dose intravenous immunoglobulins (IVIg), currently used in several immune-mediated diseases, act through several mechanisms, including competition with pathogenic autoantibodies for FcRn binding, saturating the receptor and thus increasing IgGs turnover. Monoclonal antibodies against FcRn may be effective in reducing serum levels of pathogenic IgG autoantibodies without removing other circulating factors. The FcRn blocker efgartigimod has recently been approved by the U.S. Food and Drug Administration for the treatment of anti-acetylcholine receptor antibody positive myasthenia gravis and is currently under investigation in CIDP [21-22].

However, even if they hold promise, none of the above-mentioned therapeutic monoclonal antibodies are currently approved for treatment of any of the immune-mediated neuropathies. We reported on the currently used monoclonal antibodies in the treatment of chronic immune-mediated neuropathies, and present preliminary data on new potential therapeutic strategies.

Antibody-drug conjugates are monoclonal antibodies conjugated to cytotoxic agents. They use antibodies that are specific to tumour cell-surface proteins and, thus, have tumour specificity and potency not achievable with traditional drugs. Design of effective antibody-drug conjugates for cancer therapy requires selection of an appropriate target, a monoclonal antibody against the target, potent cytotoxic effector molecules, and conjugation of the monoclonal antibody to cytotoxic agents. Substantial advances in all these aspects in the past decade have resulted in regulatory approval of adastuzumab emtansine and brentuximab vedotin for clinical use. Several promising antibody-drug conjugates are now in late-phase clinical testing. Ongoing efforts are focused on identifying better targets,

more effective cytotoxic payloads, and further improvements in antibody-drug linker technology. Improved understanding of the mechanistic basis of antibody-drug conjugate activity will enable design of rational combination therapies with other agents, including immunotherapy [23-24].

Most monoclonal antibodies by themselves have little antitumour activity, even after binding to the target antigen. Some notable exceptions include monoclonal antibodies to HER2, EGFR, and CD20, which have remarkable activity against tumours expressing these antigens. However, despite scant antitumour activity of monoclonal antibodies, their specificity for the target antigen makes them useful cancer therapeutic agents. Antitumour activity has been accomplished by conjugating antibodies with different effector molecules that accomplish cell death after antibody binding and internalisation. Such effector molecules include cytotoxic agents, bacterial or plant protein toxins (immunotoxins), and radiopharmaceutical agents [25-26].

New biologic therapies come in several basic forms, either growth factors and cytokines (such as erythropoietin, G-CSF, interferon, enzymes, factors that regulate coagulation) or, more commonly, monoclonal antibodies (mAbs) and related proteins such as 'traps' in which cytokine receptors are made soluble and fused with antibody constant regions. The latter group (mAbs and traps) have dramatically advanced the therapy of chronic inflammatory diseases and cancer. We describe mAbs and relatives in different directions of therapeutics. The tumour necrosis factor (TNF)-blockers for autoimmune/inflammatory diseases are the most broadly deployed (with multiple products) and have engendered a revolution in therapeutic research/development, along with rather remarkable revenues. This therapeutic revolution is based on the synergy of three scientific disciplines: immunology, molecular biology and protein engineering [27-28].

Monoclonal antibody (mAb) therapies for treatment of patients with COVID-19 have been launched at an unprecedented pace by multiple companies, delivering clinically meaningful interventions since. Emergency-use authorization (EUA) has been granted by many countries in record-time allowing hundreds of thousands of patients to benefit. What was once an audacious goal and medical imperative to develop and deliver mAb therapies early in the pandemic has now come to pass [29-30].

This is an amazing achievement for the pharmaceutical industry and regulatory health authorities and speaks to the maturation and broad acceptance of mAbs as therapeutics. Without question, delivering these mAbs in record time was only made possible by the industry convergence on mAb platform processes and each company's existing manufacturing networks. This review will share experiences from our COVID-19 journey at Vir Biotechnology and GlaxoSmithKline to develop sotrovimab and other antiSARS-CoV-2 mAbs and include perspectives from other companies that have been shared

publicly in nearly two years since the COVID-19 pandemic began. We consider how will the experiences catalyze changes to the development of future mAb products. Informed by production history and approved of over 100 licensed mAbs. The implications chemistry, manufacturing, and control (CMC) development strategies for COVID-19 mAbs may have for development of future mAb products [31-32].

Patients with moderate-to-severe asthma may now be treated using a variety of monoclonal antibodies that target key inflammatory cytokines involved in disease pathogenesis. Existing clinical data on anti-IgE, anti-IL-5 and other immunological pathways indicate these therapies to offer reduced exacerbation rates, improved lung function, greater asthma control and better quality of life. However, as several patients still do not achieve satisfactory clinical response with the antibodies available, many more biologics, aiming different immunological pathways, are under evaluation. This review summarizes recent data on existing and potential monoclonal antibodies in asthma. Recent advances have resulted in the registration of a new antibody targeting (tezepelumab), with others being under development. Some of the researched monoclonal antibodies (e.g. anti-IL-13 tralokinumab and lebrikizumab or anti-IL-17A secukinumab) have shown optimistic results in preliminary research; however, these have been discontinued in asthma clinical research. In addition, as available monoclonal antibody treatments have shown little benefit among patients with T₂-low asthma, research continues in this area, with several antibodies in development. This article summarizes the available pre-clinical and clinical data on new and emerging drugs for treating severe asthma, discusses discontinued treatments and outlines future directions in this area [33-34].

Lebrikizumab is humanized IgG4 monoclonal antibody targeting IL-13 that has been intensively studied in moderate-to-severe asthma. It has been evaluated in several phase II and phase III studies. In phase II studies it has demonstrated reduced exacerbation rates and improved FEV₁ in patients with uncontrolled asthma, particularly among those with high periostin concentration or blood eosinophil count.

Brodalumab is a human, IgG2 monoclonal antibody targeting IL-17RA, which is currently registered for the treatment of psoriasis vulgaris, psoriatic arthritis, pustular psoriasis and psoriatic erythroderma. The drug was studied in a randomized, double-blind phase II study with 315 participants in four groups: placebo, brodalumab 140 mg, brodalumab 210 mg and brodalumab 280 mg. No clinically significant differences were observed between the groups in terms of ACQ score, FEV₁, morning PEF, SABA use, daily and nighttime symptom scores or symptom-free days. A predefined subgroup analysis found

that only the high bronchodilator reversibility subgroup demonstrated clinically significant benefits [35-36].

Anakinra is a human IL-1 receptor antagonist produced by recombinant DNA technology in an *E. coli* expression system. As the IL-1-regulated pathway is believed to play a significant role in asthma pathogenesis in both Th2/Th17-high and -low phenotypes, it has become an attractive therapeutic target. However, two recent clinical trials that were designed to assess the effectiveness of anakinra as a rescue treatment for airway inflammation in allergic asthma, either through early- or late-phase administration after allergen challenge [37-38].

Monoclonal antibodies targeting specific inflammatory cytokines are undoubtedly revolutionary drugs in many fields of medicine and have begun a new chapter in the treatment of severe and complex cases of immunological diseases. This is also the case in severe asthma, where have moved from demanding and aggravating oral steroid therapy to a targeted and personalized immunological approach. In asthma, the use of monoclonal antibodies has given many patients the chance to control their disease and significantly improve their quality of life. However, there is still a need to develop new therapies that will be effective in more complex and unusual cases, or where existing treatment has not been successful [39-40].

Monoclonal antibodies (mAbs) have shown impressive therapeutic benefit for a range of diseases including cancer, autoimmune disease and infectious disease. As such, they are the fastest growing sector in the biopharmaceutical market, with over \$100B in sales each year and a projection to double that within the next several years.¹ Today, the market for mAbs is overwhelming high-income countries. The majority of the more than 500 mAbs now in clinical testing⁵ are for oncology and autoimmune indications. However, with the recent clinical success and regulatory approvals of mAbs for Ebola virus disease and COVID-19, neglected infectious diseases are anticipated to represent a significant percentage of the future therapeutic antibody market. Currently, there are over 75 clinical trials of mAbs against ~20 infectious pathogens and mAbs for ~70 pathogens in preclinical development.² These include mAbs against SARS-CoV-2, HIV, influenza, respiratory syncytial virus (RSV), filoviruses, viral enteric pathogens and gram negative bacterial enteric pathogens, including *E.coli*, *Klebsiella*, *Shigella* and *Salmonella* [41-42].

The monoclonal antibody (mAb) against CD20 known as Rituxan is widely used to treat autoimmune diseases and lymphomas. However, further application of Rituxan faces challenges of high production cost, which limits its availability in developing countries. The report a new approach for large production of a recombinant anti-CD20 mAb in the milk of transgenic cattle (at a yield of up to

~6.8 mg/mL), with recovery rate and purity. Crystallography study showed that our recombinant mAb is structurally nearly identical to Rituxan with only minor differences in N-linked glycosylation pattern. Functional study showed that, while our mAb shared similar target-cell binding capacities and complement-dependent cytotoxicity with Rituxan, our product exhibited a higher binding affinity for FcγRIIIα and a greater antibody-dependent cellular cytotoxicity. Accordingly, our recombinant mAb demonstrated a superior efficacy over Rituxan against B-cell lymphomas in severe combined immunodeficiency mice. Taken together, our data supports transgenic cattle as a novel model for cost-competitive, large-scale production of therapeutic antibodies [43-44].

Monoclonal antibodies (mAbs) comprise an essential type of biologic therapeutics and are used to treat diseases because of their anti-cancer and anti-inflammatory properties, and their ability to protect against respiratory infections. Its production involves post-translational glycosylation, a biosynthetic process that conjugates glycans to proteins, which plays crucial roles in mAb bioactivities including effector functions and pharmacokinetics. These glycans are heterogeneous and have diverse chemical structures whose composition is sensitive to manufacturing conditions, rendering the understanding of how specific glycan structures affect mAb bioactivity challenging. There is a need to delineate the effects of specific glycans on mAb bioactivity to determine whether changes in certain glycosylation profiles (that can occur during manufacturing) will significantly affect product quality. Using enzymatic transglycosylation with chemically-defined N-glycans, we show that galactosylation at a specific location of N-glycans in an afucosylated anti-viral mAb is responsible for FcγRIIIA binding and antibody-dependent cell-mediated cytotoxicity (ADCC) activity. We reported a facile method to obtain purified asymmetric mono-galactosylated biantennary complex N-glycans, and their influence on bioactivity upon incorporation into an afucosylated mAb. Using ELISA, surface plasmon resonance and flow cytometry, we show that galactosylation of the α6 antenna, but not the α3 antenna, consistently increases FcγRIIIA binding affinity. We confirm its relevance in an anti-viral model of respiratory syncytial virus (RSV) using an adapted ADCC reporter assay. Further correlate the structure-function relationship to the interaction of the galactose residue of the α6 antenna with the protein backbone using 2D-¹H-¹⁵N-NMR, which showed that galactosylation at this location exhibited chemical shift perturbations compared to glycoforms lacking this galactose residue. Our results highlight the importance of identifying and quantifying specific glycan isomers to ensure adequate quality control in batch-to-batch and biosimilar comparisons [45-46].

The targeting of a single pro-inflammatory cytokine, TNF, to treat a complex disease in rheumatoid arthritis (RA) where multiple pro-inflammatory cytokines were upregulated was based on work

using human disease tissue. They analyzed cytokine production from joints and cytokine regulation in cultures of rheumatoid synovium in which the majority of the cells survived, producing the mediators generated *in vivo*. In these cultures, blocking TNF- α reduced the production of many other inflammatory cytokines (IL-1, IL-6, GM-CSF, IL-8 etc), thus defining a 'TNF-dependent cytokine cascade'. The dramatic clinical success of TNF blockade, demonstrated first in late stage RA then in earlier stage disease, also validated this concept. Noteworthy was the fact that tissue (bone and cartilage) damage was controlled. But also striking was the heterogeneity of the clinical response, with some individuals close to a cure and others virtually unimproved. The reasons for this are not yet clear, despite much work to try to elucidate the reasons. Genetic differences were an obvious possibility although never established, and recent clinical data demonstrating that non-responders may respond subsequently to anti-TNF has excluded it. Although anti-TNF in humans is relatively safe, more infections in patients occur, eg with intracellular organisms, especially tuberculosis. Many large patient registers have documented the long-term benefits of anti-TNF therapy, reduced some complications and maintained a favourable benefit/risk ratio [47-48].

Currently, anti-TNF is used in RA, Crohn's disease, ulcerative colitis, psoriasis, psoriatic arthritis, ankylosing spondylitis and juvenile RA; its use is now being explored in other indications. Anti-TNF antibodies are the most successful and widely used antibody-based therapeutic. It is noteworthy that if used together with methotrexate early in the course of RA, over 50% of patients can be taken off infliximab and remain virtually disease-free, even with reduced dosage of methotrexate, and some patients can be taken off all medication.

At present, therapeutic monoclonal antibodies are being used in haematological and solid malignancies including non-Hodgkin's lymphoma, breast cancer and colorectal cancer. The mechanism of their antitumour effect is not precisely known but is thought to include complement-dependent cytotoxicity, antibody-dependent cellular cytotoxicity and blocking or steric hindrance of the function of the target antigen. This review focuses on current use in oncology but lists some of the antibodies in clinical development [49-50].

Rituximab, a chimeric mAb to CD20, (an antigen in most B-cells although not plasma cells), was first to treat B-cell-driven cancers such as non-Hodgkin lymphoma. It was pioneered by Jo Edwards for RA and subsequently approved, but was not successful in systemic lupus erythematosus (SLE) trials. Anti-CD52 (alemtuzumab) is a first-generation humanised antibody, now used in multiple sclerosis. There are other antibodies approved, eg belimumab (also known as Benlysta) is an anti-BLys mAb approved for SLE, ustekinumab (also known as Stelara) is an antibody to the shared p40 subunit of IL-12

and IL-23 approved for psoriasis and psoriatic arthritis and potentially for Crohn's disease, and secukinamab (Cosentyx) is an anti-IL17A mAb approved for severe psoriasis and ankylosing spondylitis [51-52].

Modern mAb therapy of solid tumours was initiated by the humanised human epidermal growth factor receptor 2 (HER2) mAb trastuzumab. The science that laid the foundation for this breakthrough mAb also initiated personalised/biomarker driven drug discovery and treatment in oncology.

Trastuzumab, the first successful monoclonal anti-cancer antibody to be successful against solid tumours, is well tolerated in patients. The pathway leading to TNF-resistance of most tumour cell lines was unraveled by collaboration between the Shepard (Genentech) and Schreiber laboratories (Chicago), which revealed that macrophages kill tumor cells largely by secreting TNF. They hypothesised that if tumour resistance to macrophages could be reversed, the tumors would become sensitive to killing by host defense. Macrophage (or TNF)-resistant tumour cells implanted into syngeneic mice formed aggressive tumors, while their TNF-sensitive parental cells regressed [53-54].

Biologic therapies targeting B-cells are emerging as an effective strategy to treat a variety of immune-mediated diseases. One of the most studied B-cell-targeted therapies is rituximab, an anti-CD20 monoclonal antibody that exemplifies B-cell depletion therapy and has served as the prototype for other anti-CD20 monoclonal antibodies and the development of biosimilars. While there are multiple studies on the use of rituximab in dermatology, a comprehensive review of rituximab therapy in autoimmune skin conditions is lacking. In this literature review, we summarize indications, treatment efficacy, and safety of rituximab among common autoimmune diseases of the skin: pemphigus vulgaris, cutaneous lupus erythematosus, dermatomyositis, systemic sclerosis, thyroid dermopathy, autoimmune pemphigoid diseases, and cutaneous vasculitis diseases. Existing data on rituximab support the approach of rituximab, biosimilars, and newer B-cell-targeting therapies in immune-mediated cutaneous diseases. Overall, rituximab, which targets CD20, provides an effective alternative or concomitant option to traditional immunosuppressants in the management of various autoimmune diseases of the skin. Further studies are necessary to expand the understanding and possible utility of B-cell-targeted therapies among autoimmune skin diseases [55-56].

Biologic therapies targeting B-cells are emerging as an effective strategy to treat a variety of immune-mediated diseases. One of the most studied B-cell-targeted therapies is rituximab, an anti-CD20 monoclonal antibody that exemplifies B-cell depletion therapy and has served as the prototype for other anti-CD20 monoclonal antibodies and the development of biosimilars. While there are multiple studies on the use of rituximab in dermatology, a comprehensive review of rituximab therapy in

autoimmune skin conditions is lacking. In this literature review, we summarize indications, treatment efficacy, and safety of rituximab among common autoimmune diseases of the skin: pemphigus vulgaris, cutaneous lupus erythematosus, dermatomyositis, systemic sclerosis, thyroid dermopathy, autoimmune pemphigoid diseases, and cutaneous vasculitis diseases. Existing data on rituximab support the approach of rituximab, biosimilars, and newer B-cell-targeting therapies in immune-mediated cutaneous diseases. Overall, rituximab, which targets CD20, provides an effective alternative or concomitant option to traditional immunosuppressants in the management of various autoimmune diseases of the skin. Further studies are necessary to expand the understanding and possible utility of B-cell-targeted therapies among autoimmune skin diseases [57-58].

Monoclonal antibodies have become the main type of antibody drug because of their high specificity and strong affinity to antigen. However, with the intensive study of the natural monoclonal antibody, many defects have faced, such as the limit times of binding to antigen, the unanticipated antibody clearance and antigen accumulation. Therefore, studies are no longer limited to the natural antibody screening, but rather to improve the efficiency of antibody drugs by engineering. In recent years, the bottlenecks in the development of conventional antibody have been solved effectively since the discovery of a novel recycling antibody. Recycling antibody binds to an antigen in plasma and dissociates from the antigen in endosome, thus maximizing the use of antibody and reducing antigen-mediated antibody clearance and antibody-mediated antigen accumulation. In addition, recycling antibodies can enhance the affinity with Fc receptors through further Fc modification [59-60].

The mechanism of TNF-resistance of tumours needed to be widespread since most tumour cell lines were resistant. Sporn and Todaro's autocrine growth factor hypothesis of malignant transformation involving autocrine stimulation by transforming growth factors seemed plausible. Various growth factors were combined with TNF on TNF-sensitive tumour cell lines and growth factors that activated receptor tyrosine kinases converted TNF-sensitive tumour cells to TNF-resistant cells. Host defence was completely subverted and the growth inhibitor (TNF) even became a growth factor [61-62].

Much progress has been made during the last few decades in the treatment of malignancies. Many types of cancer cells comprising the tumor mass carry molecular markers that are not expressed or are expressed at much lower levels in normal cells. These findings provide new leads to drug design and development of therapeutic strategies involving monoclonal antibodies (mAbs) or related antibody drugs to treat malignancies. This article reviews recent advances in this targeting approach with a focus

on the evolution and current use of prospective antibody drugs as effective ways to treat cancer [63-64].

Monoclonal antibody-based therapies bring the promise of increased response rates without excessive toxicity. The addition of rituximab to combination chemotherapy has shown encouraging results. Newer monoclonal antibody-based therapies linked to cytotoxic agents show promise. These include inotuzumab ozogamicin, an anti-CD22 antibody linked to calicheamicin that has produced significant single-agent responses in relapsed and refractory. Other monoclonal antibodies linked to plant or bacterial toxins are in earlier stages of development. Blinatumomab is a novel bispecific T-cell engaging antibody that combines single chain antibodies to CD19 and CD3 and brings a T cell in close proximity to a leukemic lymphoblast with resulting redirected lysis. This agent has demonstrated encouraging results in both the minimal residual disease setting and the relapsed/refractory setting. Autologous chimeric antigen receptor cells have shown promising responses in indolent B-cell lymphoid malignancies and are being tested in ALL. Many of these agents have the potential to increase response rates in older adults. Trials of many of these monoclonal antibody-based therapies are in various stages of development in the treatment of newly diagnosed [63-65].

The term monoclonal antibody refers to a single specificity antibody derived from a single B cell clone and initially these were created by fusing B cells (from immunised mice) with lymphoma cells. In clinical practice, however, the administration of murine antibodies induces human antimouse antibodies that may lead to allergic reactions and reduced efficacy. These difficulties have been partially overcome by recombinant technology to develop less immunogenic monoclonal antibodies. Chimaeric antibodies contain only a murine variable fragment whereas humanised antibodies only have a murine complementarity determining region [21-22].

Immunotoxins are recombinant proteins consisting of an antibody or antibody fragment targeting the tumour antigen, linked to protein toxins such as diphtheria toxin or pseudomonas exotoxin A.1 Up to now, the only immunotoxin approved by the US Food and Drug Administration (FDA) is denileukin diftitox for treatment of CD25-positive cutaneous. Another immunotoxin, moxetumomab pasudotox, targeting CD22 has shown substantial activity in patients with hairy cell leukaemia and is now being assessed in a multicentre trial in patients with relapsed or refractory hairy cell leukaemia. In the case of solid tumours, immunotoxins have been less effective mainly because they induce an immune response restricting their activity. However, major tumour regressions were reported with an anti-mesothelin immunotoxin, in patients with treatment refractory mesothelioma when it was given in combination with pentostatin and cyclophosphamide [28,29,45].

Antibody–drug conjugates make use of antibodies that are specific to tumour cell-surface proteins⁶ and have tumor specificity and potency not achievable with traditional drugs. Although the idea of linking drugs to tumor-targeted antibodies was clear, development of therapeutic antibody–drug conjugates needed several technological advancements. Early antibody–drug conjugates were mouse monoclonal antibodies covalently linked to anticancer drugs such as doxorubicin, vinblastine, and methotrexate. These conjugates had little success in clinical trials because of immunogenicity, scant potency, suboptimum target selection, and insufficient selectivity for tumour versus normal tissue. The lessons from these early efforts led to improvements in technology and renewed interest in antibody–drug conjugates. Replacing murine antibodies with humanised or fully human antibodies prevented immunogenicity. Potency was improved by using drugs that were 100–1000 times more potent. Careful target and antibody selection improved selectivity and efficiency of internalization [15,44].

Ado-trastuzumab emtansine is an antibody–drug conjugate composed of trastuzumab and DM1, a maytansine derivative that is conjugated covalently to the antibody via a stable thioether linker. On binding to HER2, ado-trastuzumab emtansine undergoes receptor-mediated internalisation and subsequent proteolytic digestion, releasing the cytotoxic antimicrotubule agent within the target cells. Furthermore, it blocks HER2-mediated signal transduction, facilitates antibody-dependent cell-mediated cytotoxicity, and inhibits shedding of the HER2 extracellular domain.⁴³ Ado-trastuzumab emtansine was approved as a single agent for the treatment of patients with HER2-positive metastatic breast cancer who had previously received trastuzumab and a taxane, separately or in combination. The recommended dose of ado-trastuzumab emtansine is 3.6 mg/kg, administered as an intravenous infusion every 3 weeks [27,28,39].

Infliximab may be maintained during and eight weeks after repeated doses. These clinical improvements were accompanied by considerable healing of endoscopic lesions, although healing with stricture formation remains a concern. Histological disease activity was also dramatically reduced, with a decrease in inflammatory cell infiltrate and downregulation of activation markers and adhesion molecules occurring after treatment.

Etanercept is another anti-TNF agent licensed and effective for the treatment of refractory RA. Etanercept is a recombinant IgG1 Fc fragment fused to two p75 TNF receptors, as opposed to a monoclonal antibody. Etanercept has also been used as monotherapy in early RA, where it has comparable efficacy to methotrexate alone.¹⁵ It is given as a twice weekly subcutaneous injection.

Both Etanercept and Infliximab appear to reduce radiographical joint disease progression. The role of these biological agents in the treatment hierarchy still needs to be established, and currently

they are likely to be used only for patients who have active disease despite previous use of at least two conventional disease modifying drugs. Etanercept has also been studied in psoriatic arthritis, where improvements in both joint pain and swelling and skin lesions have been demonstrated [42,43,54]].

Rituximab is licensed for use in chemotherapy resistant advanced B cell follicular lymphoma. Most patients with low grade or follicular lymphoma relapse with current treatments. Rituximab is a mouse human chimeric IgG1 antibody that recognizes the transmembrane phosphoprotein CD20 expressed by B cells and their related lymphomas. An infusion of Rituximab dramatically reduces circulating B cell numbers, through antibody dependent cellular toxicity or apoptosis. Normal CD20 positive B cells are regenerated from early pre-B or stem cells (CD20 negative) in contradistinction to tumor cells, which have no equivalent counterpart [62-64].

The clinical benefits of monoclonal antibodies have been demonstrated, in particular, in patients with more severe disease, and often as an adjunct to standard treatments. In many instances, the regimens for these licensed monoclonal antibodies still need to be refined. The costs of monoclonal antibody treatment remain high but must be weighed against the potential gains in reducing disability, hospitalisation, and mortality.

Monoclonal antibody-based immunotherapy is now considered to be a main component of cancer therapy, alongside surgery, radiation, and chemotherapy. Monoclonal antibodies possess a diverse set of clinically relevant mechanisms of action. In addition, antibodies can directly target tumor cells while simultaneously promoting the induction of long-lasting anti-tumor immune responses. The multifaceted properties of antibodies as a therapeutic platform have led to the development of new cancer treatment strategies that will have major impacts on cancer care. This review focuses on the known mechanisms of action, current clinical applications for the treatment of cancer, and mechanisms of resistance of monoclonal antibody therapy. The further discuss how monoclonal antibody-based strategies have moved towards enhancing anti-tumor immune responses by targeting immune cells instead of tumor antigens as well as some of the current combination therapies [17,19,38].

While mAb has success as a monotherapy in some patients, treatment paradigms are trending towards employing them as combinations with chemotherapy, radiation, molecularly targeted drugs such as tyrosine kinase inhibitors, other antibodies against the same target, immune checkpoint inhibitors, vaccines, and/or cellular therapies. These many combination strategies are currently undergoing both preclinical investigation and clinical trials and this vast field is more exhaustively covered elsewhere. The cover combination therapies involving multiple monoclonal antibodies. It is now widely recognized that the mechanism of action of monoclonal antibodies includes an immune effector cell

component. In particular, cetuximab efficacy has been partly attributed to ADCC, which can link innate and adaptive anti-tumor immune responses. Destruction of tumor cells via NK cell-mediated ADCC releases tumor cell specific proteins that when presented by antigen presenting cells to cytotoxic T cells leads to a more effective anti-tumor response. Head and neck squamous cell carcinoma (HNSCC) patients with durable responses to cetuximab have sustained anti-tumor specific immune responses. With the rise of immune checkpoint inhibitors that can further potentiate such immune responses, it is hypothesized that ICB may act in a synergistic manner with cetuximab. There is growing support for combining anti-PD-1/PD-L1 mAbs with cetuximab in HNSCC patients. Additionally, combinations of either pembrolizumab or avelumab with cetuximab are currently in clinical trials. Likewise, the use of ICB in breast cancer in order to enhance anti-HER2 mAb therapies is a promising strategy. In fact, preclinical evidence suggests that resistance to trastuzumab monotherapy can be overcome by combination with ICB. Based on those results several clinical trials were formed to investigate the relationship between ICB and HER2-targeted mAbs. Preliminary results from the phase I/II PANACEA trial, which tested pembrolizumab combined with trastuzumab in treating breast cancer patients who overexpressed HER2, indicated synergy in the PD-L1+ patient subset [53-56].

Although there are many immune checkpoints of T-cell activation, each checkpoint has distinct mechanisms. Consequently, ICB combinations that target multiple checkpoints will enhance T cell responses in a synergistic manner. The combination of mAbs targeting CTLA-4 and PD-1 performed significantly better in preclinical mouse models than either antibody alone. Similarly, in metastatic melanoma patients combined therapy of ipilimumab and nivolumab was found to be more effective than either treatment used as a monotherapy. The FDA has since approved the combination of ipilimumab and nivolumab for melanoma. As the first ICB combination with FDA approval, ongoing clinical trials continue to evaluate ipilimumab plus nivolumab in other cancer types [98-99].

Anti-PD-1 mAbs are most often used in combinatorial strategies due to their more favorable toxicity profile in contrast to anti-CTLA-4 monoclonal antibodies. The immune checkpoints LAG3 and TIM3 are commonly found co-expressed with PD-1 on exhausted T cells. ICB of LAG3 combined with anti-PD-1 is undergoing clinical trial in glioblastoma and other cancers. There are similar clinical trials for the combination of anti-TIM3 and anti-PD-1 antibodies in liver cancer and several other solid tumors. Another promising combination strategy involves uniting ICB with agonistic antibodies that activate stimulatory receptors. 4-1BB is a costimulatory receptor found on T cells and NK cells and clinical trials that evaluate 4-1BB agonist antibodies in combination with anti-PD-1 mAb therapy are underway. An agonist antibody to the glucocorticoid-induced tumor necrosis factor receptor-related protein

(GITR), which promotes T cell activation, also proved to be successful when combined with nivolumab. Additional mAb combinations that include agonist antibodies to OX40, which only becomes expressed on activated T cells, are the subject of multiple clinical trials [7,19,28]].

Antibody therapy is effective for treating infectious diseases. Due to the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic and the rise of drug-resistant bacteria, rapid development of neutralizing monoclonal antibodies (mAbs) to treat infectious diseases is urgently needed. Using a therapeutic human mAb with the lowest immunogenicity is recommended, because chimera and humanized mAbs are occasionally immunogenic. In order to directly obtain naïve human mAbs, there are three methods: phage display, B cell receptor (BCR) cDNA sequencing of a single cell, and antibody-encoding gene and amino acid sequencing of immortalized cells using memory B cells, which are isolated from human peripheral blood mononuclear cells of healthy, vaccinated, infected, or recovered individuals. After screening against the antigen and performing neutralization assays, a human neutralizing mAb is constructed from the antibody-encoding DNA sequences of these memory B cells. This review describes examples of obtaining human neutralizing mAbs against various infectious diseases using these methods. However, a few of these mAbs have been approved for therapy. Therefore, antigen characterization and evaluation of neutralization activity *in vitro* and *in vivo* are indispensable for the development of therapeutic mAbs. These results will accelerate the development of antibody drug as therapeutic agents [42,47,56].

Two points in the strategy to develop therapeutic human neutralizing mAbs need to be considered. One is to thoroughly characterize the antigen. It is necessary to clarify which domain yields the mAb with the highest neutralization activity because mAbs acquired via highly antigenic antigens do not always have high neutralization activity. Moreover, obtaining mAbs against various epitopes is also important to enhance neutralization activity. In some cases, neutralization activity can be dramatically improved by making a cocktail containing multiple mAbs with different targets. When developing a cross-reactive neutralizing mAb, it is suitable to use an antigen containing a sequence that is conserved across different species not only in the primary structure but also in the tertiary structure. Another point is to evaluate the neutralization activity *in vitro* and *in vivo*. AED must always be considered when developing human mAb therapeutic agents [104-105].

Monoclonal antibodies have become a mainstay in the treatment of patients with relapsing multiple sclerosis (RMS) and provide some benefit to patients with primary progressive MS. They are highly precise by specifically targeting molecules displayed on cells involved in distinct immune mechanisms of MS pathophysiology. They not only differ in the target antigen they recognize but also by the mode

of action that generates their therapeutic effect. Natalizumab, an integrin antagonist, works via binding to cell surface receptors, blocking the interaction with their ligands and, in that way, preventing the migration of leukocytes across the blood-brain barrier. On the other hand, the anti-CD52 monoclonal antibody alemtuzumab and the anti-CD20 monoclonal antibodies rituximab, ocrelizumab, ofatumumab, and ublituximab work via eliminating selected pathogenic cell populations. However, potential adverse effects may be serious and can necessitate treatment discontinuation. Most importantly, those are the risk for (opportunistic) infections, but also secondary autoimmune diseases or malignancies. Monoclonal antibodies also carry the risk of infusion/injection-related reactions, primarily in early phases of treatment. By careful patient selection and monitoring during therapy, the occurrence of these potentially serious adverse effects can be minimized. Monoclonal antibodies are characterized by a relatively long pharmacologic half-life and pharmacodynamic effects, which provides advantages such as permitting infrequent dosing, but also creates disadvantages regarding vaccination and family planning. This review presents an overview of currently available monoclonal antibodies for the treatment of RMS, including their mechanism of action, efficacy and safety profile. Furthermore, there are practical recommendations for risk management, vaccination, and family planning [3,18,62].

Antibody-based proteins have become an important class of biologic therapeutics, due in large part to the stability, specificity, and adaptability of the antibody framework. Indeed, antibodies not only have the inherent ability to bind both antigens and endogenous immune receptors but also have proven extremely amenable to protein engineering. Thus, several derivatives of the monoclonal antibody format, including bispecific antibodies, antibody-drug conjugates, and antibody fragments, have demonstrated efficacy for treating human disease, particularly in the fields of immunology and oncology. The considerations for the design of antibody-based therapeutics, including immunological context, therapeutic mechanisms, and engineering strategies. First, characteristics of antibodies are introduced, with emphasis on structural domains, functionally important receptors, isotypic and allotypic differences, and modifications such as glycosylation. Then, aspects of therapeutic antibody design are discussed, including identification of antigen-specific variable regions, choice of expression system, use of multi-specific formats, and design of antibody derivatives based on fragmentation, oligomerization, or conjugation to other functional moieties. Finally, strategies to enhance antibody function through protein engineering are reviewed while highlighting the impact of fundamental biophysical properties on protein developability [17,48,63].

Ofatumumab is a fully human anti-CD20 monoclonal antibody that can be self-administered by patients and is approved in several countries worldwide for the treatment of relapsing forms of multiple

sclerosis (MS). In two identical phase III trials in adults with relapsing forms of MS, subcutaneous ofatumumab was more effective than oral teriflunomide in reducing the annualized relapse rate, as well as reducing MRI-detected lesion activity and limiting worsening of disability. Ofatumumab had a generally manageable tolerability profile; the most common adverse events (AEs) included nasopharyngitis, headache, upper respiratory tract infections and urinary tract infections. AEs of special interest (AESIs) included infections and injection-related reactions, which were generally manageable. There was no apparent association between changes in immunoglobulin G or M levels and the risk of serious infections after 3.5 years of ofatumumab treatment. Thus, ofatumumab is a convenient treatment option that is effective and has a generally manageable tolerability profile in adults with relapsing forms of MS.

Monoclonal antibodies have become a part of daily preparation technologies in many laboratories. Attempts have been made to apply monoclonal antibodies to open a new train of thought for clinical treatments of autoimmune diseases, inflammatory diseases, cancer, and other immune-associated diseases. This paper is a prospective review to anticipate that monoclonal antibody application in the treatment of myocarditis, an inflammatory disease of the heart, could be a novel approach in the future. In order to better understand the current state of the art in monoclonal antibody techniques and advance applications in myocarditis. The developed a systematic elaboration of monoclonal antibodies, pathogenesis of myocarditis, and application of monoclonal antibodies in myocarditis. This paper presents review of the literature of some therapeutic aspects of monoclonal antibodies in myocarditis and dilated cardiomyopathy to demonstrate the advance of monoclonal antibody application in myocarditis and a strong anticipation that monoclonal antibody application may supply an effective therapeutic approach to relieve the severity of myocarditis in the future. Under conventional therapy, myocarditis is typically associated with congestive heart failure as a progressive outcome, indicating the need for alternative therapeutic strategies to improve long-term results. Reviewing some therapeutic aspects of monoclonal antibodies in myocarditis, were recently found that monoclonal antibodies with high purity and strong specificity can accurately act on target and achieve definite progress in the treatment of viral myocarditis in rat model and may meet the need above. However, several issues remain. The technology on how to make a higher homologous and weak immunogenic humanized or human source antibody and the treatment mechanism of monoclonal antibodies may provide solutions for these open issues. The further stimulate progress in the area of clinical decision support, must continue to develop and refine our understanding and use of monoclonal antibodies in myocarditis [64-65].

Conclusion(s):

Based on pharmacokinetic parameters of monoclonal antibodies, there is a rationale for fixed dosing of these drugs in oncology. Therefore, the fixed dosing is justified and can improve efficiency of the compounding. Moreover, drug spillage can be reduced and medication errors may become less likely. Monoclonal antibodies are increasingly becoming a standard part of clinical cancer treatment. Monoclonal antibodies are approved by the Food and Drug Administration for the treatment of cancer in the United States. Oncology is expected to be familiar with these agents, their indications, and their adverse effects, to provide appropriate care and symptom management to patients receiving these agents, and to adequately educate patients and families about these treatments and their specific and overlapping side effects. Monoclonal antibodies (mAb) are revolutionising the treatment of many different diseases. Given their differing mode of action compared to most conventional chemotherapeutics and small molecule inhibitors, they possess the potential to be independent of common modes of treatment resistance and can typically be combined readily with existing treatments without dose-limiting toxicity. However, treatments with mAb rarely result in cure and so a full understanding of how these reagents work and can be optimised is key for their subsequent improvement. We review how an understanding of the biology of the inhibitory Fc receptor, FcγRIIB (CD32B), is leading to the development of improved mAb treatments.

Conflict of interest: All authors carefully read the given manuscript and approve the final version of this paper without any potential conflict of interest.

REFERENCES:

1. Sudo M, Miyaji K, Spath PJ, Morita-Matsumoto K, Yamaguchi Y, Yuki N. Polyclonal IgM and IgA block in vitro complement deposition mediated by anti-ganglioside antibodies in autoimmune neuropathies. *Int Immunopharmacol*. 2016;40:11–5.
2. Vlam L, Cats EA, Harschnitz O, Jansen MD, Piepers S, Veldink JH, et al. Complement activity is associated with disease severity in multifocal motor neuropathy. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm*. 2015;2(4):e119.
3. Thomas A, Teicher BA, Hassan R. Antibody-drug conjugates for cancer therapy. *Lancet Oncol*. 2016 Jun;17(6):e254–e262. doi: 10.1016/S1470-2045(16)30030-4. PMID: 27299281; PMCID: PMC6601617.
4. Van Hoecke L, Roose K. How mRNA therapeutics are entering the monoclonal antibody field. *J Transl Med*. 2019 Feb 22;17(1):54. doi: 10.1186/s12967-019-1804-8. PMID: 30795778; PMCID: PMC6387507.
5. Shepard HM, Phillips GL, D Thanos C, Feldmann M. Developments in therapy with monoclonal antibodies and related proteins. *Clin Med (Lond)*. 2017 Jun;17(3):220–232.

6. Edwards CV, Rao N, Bhutani D, Mapara M, Radhakrishnan J, Shames S, Maurer MS, Leng S, Solomon A, Lentzsch S, Eisenberger A. Phase 1a/b study of monoclonal antibody CAEL-101 (11-1F4) in patients with AL amyloidosis. *Blood*. 2021 Dec 23;138(25):2632-2641.
7. Kelley B, De Moor P, Douglas K, Renshaw T, Traviglia S. Monoclonal antibody therapies for COVID-19: lessons learned and implications for the development of future products. *Curr Opin Biotechnol*. 2022 Dec;78:102798.
8. Li GN, Wang SP, Xue X, Qu XJ, Liu HP. Monoclonal antibody-related drugs for cancer therapy. *Drug Discov Ther*. 2013 Oct;7(5):178-84. PMID: 24270381.
9. Litzow MR. Monoclonal antibody-based therapies in the treatment of acute lymphoblastic leukemia. *Am Soc Clin Oncol Educ Book*. 2013:294-9.
10. Stock W, La M, Sanford B, et al. What determines the outcomes for adolescents and young adults with acute lymphoblastic leukemia treated on cooperative group protocols? A comparison of Children's Cancer Group and Cancer and Leukemia Group B studies. *Blood*. 2008;112:1646-1654.
11. Huguet F, Leguay T, Raffoux E, et al. Pediatric-inspired therapy in adults with Philadelphia chromosome-negative acute lymphoblastic leukemia: the GRAALL-2003 study. *J Clin Oncol*. 2009;27:911-918.
12. Kantarjian H, Thomas D, Wayne AS, et al. Monoclonal antibody-based therapies: a new dawn in the treatment of acute lymphoblastic leukemia. *J Clin Oncol*. 2012;30:3876-3883.
13. Dworzak MN, Schumich A, Printz D, et al. CD20 up-regulation in pediatric B-cell precursor acute lymphoblastic leukemia during induction treatment: setting the stage for anti-CD20 directed immunotherapy. *Blood*. 2008;112:3982-3988.
14. Thomas DA, O'Brien S, Faderl S, et al. Chemoimmunotherapy with a modified hyper-CVAD and rituximab regimen improves outcome in de novo Philadelphia chromosome-negative precursor B-lineage acute lymphoblastic leukemia. *J Clin Oncol*. 2010;28:3880-3889.
15. Hoelzer D, Huettmann A, Kaul F, et al. Immunochemotherapy with Rituximab Improves Molecular CR Rate and Outcome In CD20+ B-Lineage Standard and High Risk Patients; Results of 263 CD20+ Patients Studied Prospectively In GMALL Study 07/2003. *ASH Annual Meeting Abstracts*. 2010;116:170.
16. Carnahan J, Wang P, Kendall R, et al. Epratuzumab, a humanized monoclonal antibody targeting CD22: characterization of in vitro properties. *Clin Cancer Res*. 2003;9:3982S-3990S.
17. Leonard JP, Coleman M, Ketas JC, et al. Phase I/II trial of epratuzumab (humanized anti-CD22 antibody) in indolent non-Hodgkin's lymphoma. *J Clin Oncol*. 2003;21:3051-3059.
18. Raetz EA, Cairo MS, Borowitz MJ, et al. Chemoimmunotherapy reinduction with epratuzumab in children with acute lymphoblastic leukemia in marrow relapse: a Children's Oncology Group Pilot Study. *J Clin Oncol*. 2008;26:3756-3762.
19. Raetz EA, Cairo MS, Borowitz MJ, et al. Reinduction Chemoimmunotherapy with Epratuzumab in Relapsed Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) in Children, Adolescents and Young Adults: Results From Children's Oncology Group (COG) Study ADVL04P2. *ASH Annual Meeting Abstracts*. 2011;118:573.
20. Advani A, McDonough S, Coutre S, et al. Southwest Oncology Group Study S0910: A Phase 2 Trial of Clofarabine/ Cytarabine/ Epratuzumab for Relapsed/ Refractory Acute Lymphocytic Leukemia. [ASH abstract 2603]. *Blood*. 2012;120:2603.
21. Advani AS, Gundacker HM, Sala-Torra O, et al. Southwest Oncology Group Study S0530: a phase 2 trial of clofarabine and cytarabine for relapsed or refractory acute lymphocytic leukemia. *Br J Haematol*. 2010;151:430-434.
22. Thorson JS, Sievers EL, Ahlert J, et al. Understanding and exploiting nature's chemical arsenal: the past, present and future of calicheamicin research. *Curr Pharm Des*. 2000;6:1841-1879.

23. Advani A, Coiffier B, Czuczman MS, et al. Safety, pharmacokinetics, and preliminary clinical activity of inotuzumab ozogamicin, a novel immunoconjugate for the treatment of B-cell non-Hodgkin's lymphoma: results of a phase I study. *J Clin Oncol.* 2010;28:2085-2093.
24. Kantarjian H, Thomas D, Jorgensen J, et al. Inotuzumab ozogamicin, an anti-CD22-calceamicin conjugate, for refractory and relapsed acute lymphocytic leukaemia: a phase 2 study. *Lancet Oncol.* 2012;13:403-411.
25. O'Brien S, Thomas DA, Jorgensen JL, et al. Experience with 2 Dose Schedules of Inotuzumab Ozogamicin, Single Dose, and Weekly, in Refractory-Relapsed Acute Lymphocytic Leukemia (ALL). *ASH Annual Meeting Abstracts.* 2012;120:671.
26. Nagorsen D, Kufer P, Baeuerle PA, et al. Blinatumomab: a historical perspective. *Pharmacol Ther.* 2012;136:334-342.
27. Goebeler M, Viardot A, Noppeney R, et al. Session 6: Targeting the Lymphoma Cell Surface; 068 Blinatumomab (CD3/CD19 BiTE antibody) results in a high response rate in patients with relapsed non-Hodgkin lymphoma (NHL) including MCL and DLBCL. In: 11th International Conference on Malignant Lymphoma. Lugano, Switzerland: *Annals of Oncology*; 2011.
28. Topp MS, Gokbuget N, Zugmaier G, et al. Long-term follow-up of hematologic relapse-free survival in a phase 2 study of blinatumomab in patients with MRD in B-lineage ALL. *Blood.* 2012;120:5185-5187.
29. Topp MS, Goekbuget N, Zugmaier G, et al. Anti-CD19 BiTE Blinatumomab Induces High Complete Remission Rate and Prolongs Overall Survival in Adult Patients with Relapsed/Refractory B-Precursor Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL). *ASH Annual Meeting Abstracts.* 2012;120:670.
30. Kreitman RJ, Pastan I. Antibody fusion proteins: anti-CD22 recombinant immunotoxin moxetumomab pasudotox. *Clin Cancer Res.* 2011;17:6398-6405.
31. Wayne AS, Kreitman RJ, Findley HW, et al. Anti-CD22 immunotoxin RFB4(dsFv)-PE38 (BL22) for CD22-positive hematologic malignancies of childhood: preclinical studies and phase I clinical trial. *Clin Cancer Res.* 2010;16:1894-1903.
32. Wayne AS, Bhojwani D, Silverman LB, et al. A Novel Anti-CD22 Immunotoxin, Moxetumomab Pasudotox: Phase I Study in Pediatric Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL). *ASH Annual Meeting Abstracts.* 2011;118:248.
33. Herrera L, Bostrom B, Gore L, et al. A phase 1 study of Combotox in pediatric patients with refractory B-lineage acute lymphoblastic leukemia. *J Pediatr Hematol Oncol.* 2009;31:936-941.
34. Park JH, Brentjens RJ. Adoptive immunotherapy for B-cell malignancies with autologous chimeric antigen receptor modified tumor targeted T cells. *Discov Med.* 2010;9:277-288.
35. Park JH, Sauter C, Brentjens R. Cellular therapies in acute lymphoblastic leukemia. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2011;25:1281-1301.
36. Porter DL, Levine BL, Kalos M, et al. Chimeric antigen receptor-modified T cells in chronic lymphoid leukemia. *N Engl J Med.* 2011;365:725-733.
37. Kochenderfer JN, Dudley ME, Feldman SA, et al. B-cell depletion and remissions of malignancy along with cytokine-associated toxicity in a clinical trial of anti-CD19 chimeric-antigen-receptor-transduced T cells. *Blood.* 2012;119:2709-2720.
38. Haso W, Lee DW, Shah NN, et al. Anti-CD22-chimeric antigen receptors targeting B cell precursor acute lymphoblastic leukemia. *Blood.* Epub 18 Dec 2012.
39. Han LN, He S, Wang YT, Yang LM, Liu SY, Zhang T. Advances in monoclonal antibody application in myocarditis. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2013 Aug;14(8):676-87.
40. Dank M, Tökés T. Monoklonális antitest-terápia emlőrákban [Monoclonal antibody therapy in breast cancer]. *Magy Onkol.* 2013 Sep;57(3):157-65. Hungarian. Epub 2013 Aug 9.

41. Stopforth RJ, Cleary KL, Cragg MS. Regulation of Monoclonal Antibody Immunotherapy by FcγRIIB. *J Clin Immunol*. 2016 May;36 Suppl 1:88-94. doi: 10.1007/s10875-016-0247-8. Epub 2016 Feb 27.
42. Bruhns P, Iannascoli B, England P, Mancardi DA, Fernandez N, Jorieux S, et al. Specificity and affinity of human Fcγ receptors and their polymorphic variants for human IgG subclasses. *Blood*. 2009;113(16):3716–25.
43. Lim SH, Vaughan AT, Ashton-Key M, Williams EL, Dixon SV, Chan HT, et al. Fc gamma receptor IIb on target B cells promotes rituximab internalization and reduces clinical efficacy. *Blood*. 2011;118(9):2530–40.
44. Budde P, Bewarder N, Weinrich V, Schulzeck O, Frey J. Tyrosine-containing sequence motifs of the human immunoglobulin G receptors FcRIIb1 and FcRIIb2 essential for endocytosis and regulation of calcium flux in B cells. *J Biol Chem*. 2014;269(48):30636–44.
45. Brooks DG, Qiu WQ, Luster AD, Ravetch JV. Structure and expression of human IgG FcRII(CD32). Functional heterogeneity is encoded by the alternatively spliced products of multiple genes. *J Exp Med*. 2019;170(4):1369–85.
46. Goede V, Fischer K, Busch R, Engelke A, Eichhorst B, Wendtner CM, et al. Obinutuzumab plus chlorambucil in patients with CLL and coexisting conditions. *N Engl J Med*. 2014;370(12):1101–10.
47. White AL, Chan HT, Roghanian A, French RR, Mockridge CI, Tutt AL, et al. Interaction with FcγRIIB is critical for the agonistic activity of anti-CD40 monoclonal antibody. *J Immunol*. 2011;187(4):1754–63.
48. Li F, Ravetch JV. Inhibitory Fcγ receptor engagement drives adjuvant and anti-tumor activities of agonistic CD40 antibodies. *Science*. 2011;333(6045):1030–4.
49. Clynes RA, Towers TL, Presta LG, Ravetch JV. Inhibitory Fc receptors modulate in vivo cytotoxicity against tumor targets. *Nat Med*. 2000;6(4):443–6.
50. Nimmerjahn F, Ravetch JV. Divergent immunoglobulin g subclass activity through selective Fc receptor binding. *Science*. 2005;310(5753):1510–2.
51. Briani C, Visentin A. Therapeutic Monoclonal Antibody Therapies in Chronic Autoimmune Demyelinating Neuropathies. *Neurotherapeutics*. 2022 Apr;19(3):874–884. doi: 10.1007/s13311-022-01222-x. Epub 2022 Mar 28. PMID: 35349079; PMCID: PMC9294114.
52. Delmont E, Brodovitch A, Kouton L, Allou T, Beltran S, Brisset M, et al. Antibodies against the node of Ranvier: a real-life evaluation of incidence, clinical features and response to treatment based on a prospective analysis of 1500 sera. *J Neurol*. 2020;267(12):3664–72.
53. Cortese A, Lombardi R, Briani C, Callegari I, Benedetti L, Manganelli F, et al. Antibodies to neurofascin, contactin-1, and contactin-associated protein 1 in CIDP: Clinical relevance of IgG isotype. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm*. 2020;7(1).
54. Stengel H, Vural A, Brunder AM, Heinius A, Appeltshauser L, Fiebig B, et al. Anti-pan-neurofascin IgG3 as a marker of fulminant autoimmune neuropathy. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm*. 2019;6(5).
55. Fels M, Fisse AL, Schwake C, Motte J, Athanasopoulos D, Gruter T, et al. Report of a fulminant anti-pan-neurofascin-associated neuropathy responsive to rituximab and bortezomib. *J Peripher Nerv Syst*. 2021.
56. Pascual-Goni E, Fehmi J, Lleixa C, Martin-Aguilar L, Devaux J, Hoftberger R, et al. Antibodies to the Caspr1/contactin-1 complex in chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy. *Brain*. 2021;144(4):1183–96.
57. Querol L, Devaux J, Rojas-Garcia R, Illa I. Autoantibodies in chronic inflammatory neuropathies: diagnostic and therapeutic implications. *Nat Rev Neurol*. 2017;13(9):533–47.

58. Doppler K, Appeltshauser L, Wilhelmi K, Villmann C, Dib-Hajj SD, Waxman SG, et al. Destruction of paranodal architecture in inflammatory neuropathy with anti-contactin-1 autoantibodies.
59. Vallat JM, Yuki N, Sekiguchi K, Kokubun N, Oka N, Mathis S, et al. Paranodal lesions in chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy associated with anti-Neurofascin 155 antibodies. *Neuromuscul Disord.* 2017;27(3):290–3.
60. Koike H, Kadoya M, Kaida KI, Ikeda S, Kawagashira Y, Iijima M, et al. Paranodal dissection in chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy with anti-neurofascin-155 and anti-contactin-1 antibodies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2017;88(6):465–73.
61. Dalakas MC. IgG4-mediated neurologic autoimmunities: Understanding the pathogenicity of IgG4, ineffectiveness of IVIg, and long-lasting benefits of anti-B cell therapies. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm.* 2022;9(1).
62. Martin-Aguilar L, Lleixa C, Pascual-Goni E, Caballero-Avila M, Martinez-Martinez L, Diaz-Manera J, et al. Clinical and laboratory features in anti-NF155 autoimmune nodopathy. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm.* 2022;9(1).
63. Scheibe F, Ostendorf L, Pruss H, Radbruch H, Aschman T, Hofmann S, et al. Daratumumab for treatment-refractory antibody-mediated diseases in neurology. *Eur J Neurol.* 2022.
64. Beadon K, Guimaraes-Costa R, Leger JM. Multifocal motor neuropathy. *Curr Opin Neurol.* 2018;31(5):559–64.
65. Nobile-Orazio E, Giannotta C, Musset L, Messina P, Leger JM. Sensitivity and predictive value of anti-GM1/galactocerebroside IgM antibodies in multifocal motor neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2014;85(7):754–8.

მონოკლონური ანტისხეულების თავისებურებანი მიღწევები და

პერსპექტივები ფარმაცოთერაპიულ პრაქტიკაში თერაპიულ აპლიკაციებში

ნანა გორგასლიძე

ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, სოციალური და კლინიკური ფარმაციის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, თბილისი, საქართველო
E-mail: n.gorgaslidze@tsmu.edu

ნოდარ სულაშვილი

ფარმაცევტულ და ფარმაცოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამეცნიერო კვლევით-უნარების ცენტრის მოწვეული ლექტორი/პროფესორი, სულხან-საბა ორბელიანის უნივერსიტეტის მედიცინის ფაკულტეტის სამედიცინო ფარმაცოლოგიის ასოცირებული პროფესორი; ალტეს უნივერსიტეტის მედიცინის საერთაშორისო სკოლის ასოცირებული პროფესორი ფარმაცოლოგიის მიმართულებით; შოთა მესხიას სახელობის ზუგდიდის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფარმაციის პროგრამის ასოცირებული პროფესორი; საქართველოს დავით აღმაშენებლის სახელობის უნივერსიტეტის მედიცინის სკოლის სამედიცინო ფარმაცოლოგიის ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს

უნივერსიტეტის ჯანდაცვის მეცნიერებათა სკოლის
ასოცირებული პროფესორი. თბილისი, საქართველო
E-Mail: n.sulashvili@ug.edu.ge

მარგარიტა ბეგლარიანი

ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი, ერევნის სახელმწიფო
სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, ფარმაცევტული
მენეჯმენტის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, ერევანი, სომხეთ.
E-mail: margaritavip@mail.ru

ლუიზა გაბუნია

მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, თბილისის
სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამეცნიერო
კვლევითი-უნარების ცენტრის დირექტორი, თბილისის
სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამედიცინო
ფარმაკოლოგიის კათედრის პროფესორი, თბილისი, საქართველო
E-mail: l.gabunia@tsmu.edu

ანოტაცია. კვლევის მიზანი იყო მონოკლონური ანტისხეულების მიღწევებისა და პერსპექტივების თავისებურებების შესწავლა და ანალიზი ფარმაკოთერაპიულ პრაქტიკაში მედიცინაში. მონოკლონური ანტისხეულები (mAb) რევოლუციას ახდენს მრავალი სხვადასხვა დაავადების მკურნალობაში. მათი მოქმედების განსხვავებული რეჟიმის გათვალისწინებით, უმეტეს ჩვეულებრივ ქიმიოთერაპიულ საშუალებებთან და მცირე მოლეკულების ინჰიბიტორებთან შედარებით, მათ აქვთ პოტენციური დამოუკიდებელი იყვნენ მკურნალობის რეზისტენტობის საერთო რეჟიმებისგან და როგორც წესი, ადვილად შეიძლება გაერთიანდნენ არსებულ მკურნალობასთან დოზის შემზღვეველი ტოქსიკურობის გარეშე. თუმცა, mAb მკურნალობა იშვიათად იწვევს განკურნებას და ამიტომ სრული გაგება იმისა, თუ როგორ მუშაობს ეს რეაგენტები და როგორ შეიძლება მათი ოპტიმიზაცია. მონოკლონური ანტისხეულების ფარმაკოკინეტიკური პარამეტრებიდან გამომდინარე, არსებობს ონკოლოგიაში ამ პრეპარატების ფიქსირებული დოზირების დასაბუთება. მონოკლონური ანტისხეულების უმეტესობას თავისთავად აქვს მცირე ანტისიმსივნური აქტივობა სამიზნე ანტიგენთან შეკავშირების შემდეგაც კი. ზოგიერთი მნიშვნელოვანი გამონაკლისი მოიცავს მონოკლონურ ანტისხეულებს HER2-ის, EGFR-ისა და CD20-ის მიმართ, რომლებსაც აქვთ შესანიშნავი აქტივობა სიმსივნეების მიმართ, რომლებიც გამოხატავენ ამ ანტიგენებს. თუმცა, მიუხედავად მონოკლონური ანტისხეულების მწირი ანტისიმსივნური აქტივობისა, მათი სპეციფიკა სამიზნე ანტიგენისთვის მათ კიბოს თერაპიულ აგენტებად აქცევს. სიმსივნის საწინააღმდეგო აქტივობა განხორციელდა ანტისხეულების კონიუგირებით სხვადასხვა ეფექტურ მოლეკულებთან, რომლებიც ახორციელებენ უჯრედის სიკვდილს ანტისხეულების შეკავშირებისა და ინტერნალიზების შემდეგ. ასეთ ეფექტურ მოლეკულებს მიეკუთვნება ციტოტოქსიური აგენტები, ბაქტერიული ან მცენარეული ცილის ტოქსინები (იმუნოტოქსინები) და რადიოფარმაცევტული აგენტები. მონოკლონური ანტისხეულები, როგორც წესი, კარგად

გადაიტანება, მაგრამ ისინი თრგუნავენ იმუნურ სისტემას, შესაძლოა განახლონ ლატენტური ინფექციები, როგორცაა ტუბერკულოზი ან B ჰეპატიტი. ონკოლოგიაში მონოკლონური ანტისხეულების უმეტესობა შეყვანილია სხეულის ზომაზე დაფუძნებული დოზირების სქემებში.

THE SCIENTIFIC TALKS OF THE PECULIARITIES OF ACHIEVEMENTS AND PERSPECTIVES OF CLINICAL PHARMACISTS' OCCUPATION AND PHARMACEUTICAL REGULATIONS ISSUE APPLICATIONS IN PHARMACEUTICS AND HEALTH CARE IN GEORGIA AND GLOBALLY

- Nodar Sulashvili** MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical and Pharmacological Sciences, Invited Lecturer/Professor of Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University, Associate Professor of Medical Pharmacology of Faculty of Medicine at Sulkhani-Saba Orbeliani University, Associate Professor of Division of Pharmacology of International School of Medicine at Alte University; Associate Professor of Pharmacy Program at Shota Meskhia Zugdidi State University; Associate Professor of Medical Pharmacology at School of Medicine at David Aghmashenebeli University of Georgia, Associate Professor of the University of Georgia, School of Health Sciences. Tbilisi, Georgia.
E-Mail: n.sulashvili@ug.edu.ge
- Margarita Beglaryan** MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Yerevan State Medical University, Head of the Department of Pharmaceutical Management, Yerevan, Armenia.
E-mail: margaritavip@mail.ru
- Nana Gorgaslidze** PhD, Doctor in Pharmaceutical Sciences, Professor of Tbilisi State Medical University, Head of The Department of Social and Clinical Pharmacy, Tbilisi, Georgia.
E-mail: n.gorgaslidze@tsmu.edu
- Luiza Gabunia** MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor-Director of the Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University, Professor of the Department of Medical Pharmacology at Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia.
E-mail: l.gabunia@tsmu.edu

Corresponding Author: Nodar Sulashvili
Mail: n.sulashvili@ug.edu.ge

Reviewers

N. Chichoyan, Head of Pharmacognosy Department of Yerevan State Medical University, Full Professor.

N. Gelovani, Technical University of Georgia, Department of Pharmacy, Biocomplex Creation and Research Center. Professor. Georgia, 0175, Tbilisi, Kostavas 69.

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

Abstract. The main objective of the study was to analyze the peculiarities of achievements and perspectives of clinical pharmacists' occupation and pharmaceutical regulations issue applications in pharmaceuticals and health care in Georgia and globally. The study was a quantitative investigation and analysis of the peculiarities of achievements and perspectives pharmacists' occupation and pharmaceutical regulations issue applications in pharmaceuticals and health care in Georgia and globally, by using questionnaires. According the study results only the pharmacists with higher pharmaceutical education have the right to work at the pharmacist position in the pharmacies. Therefore, the role of pharmacist should be underlined in healthcare system. The provided study showed that the health of patients was directly related to the professional education level of pharmacist. Therefore, pharmacist should have appropriate higher pharmaceutical education, higher professional knowledge in pharmacology, pharmaceutical care, pharmacotherapy, clinical pharmacy and other professional subjects. The vast majority of respondent patients consider, that the government should make the certification of pharmacists. It should be noted that in developed countries, as well as in many developing countries pharmaceutical specialty is regulated profession, as family medicine. In the western country's pharmacist as a family doctor, needs higher pharmaceutical education, diploma and continuous pharmaceutical education, pharmaceutical license and periodic accreditation. Only the pharmacists with higher pharmaceutical education have the right to work at the pharmacist position in the pharmacies. In the pharmacists' certification programs should be only involved pharmacists who have graduated pharmaceutical faculties from the state recognized and accredited universities. The higher quality healthcare and pharmaceutical services education level is of great matter. Hospital pharmacists are drug experts who work in multidisciplinary medical teams to manage drug use in hospitals. Hospital clinical pharmacists are integrated into services and departments and provide clinical pharmacy services to patients at the bedside, with each clinical pharmacist (or team) being responsible for patient care in a specific medical ward or department. Hospital pharmacists provide clinical pharmacy services to patients hospitalized at the bedside as well as in other clinical areas such as emergency departments and outpatient clinics, as well as physicians and nurses. Most of them work in hospitals, however, innovations in the practice of hospital pharmacy have led pharmacists to work in community health services, nursing homes, rehabilitation centers and medical clinics. general. Roles may vary depending on the organization and clinical needs

of the hospital pharmacy. Most hospital pharmacists provide clinical services in their area of specialization; however, they can apply their skills to other roles including pharmacy managers, purchasing managers, hospital pharmacy consultants. Educational roles are also prevalent, such as giving lectures to pre-registered trainees, making presentations to other medical staff, or providing educational support to pharmacy students.

The higher pharmaceutical education and the pharmacists' certifications programs are guarantee for higher professionalism of pharmacists and of higher pharmaceutical service provision in pharmacies. More than half part of the respondents considered that pharmacist is not in charge of treatment as a physician, meanwhile about a quarter of the public health specialists considered a pharmacist to be in charge of that. Properly educated pharmacist can minimize and reduce the mistakes made by a doctor in the recipe. That has a great importance and value for provision higher quality health care service for patients' safety. To increase the pharmacist's professional qualification, professionalism, professional knowledge and competency the higher pharmaceutical education universities programs should more emphasize the mentioned subjects. It is too important, that a pharmacist should realize and understand that qualification upgrading study courses, professional trainings and professional workshops are of great necessity for further professional advancement. Thus, the Government should develop continuous pharmaceutical education programs accessible to all pharmacists. The qualification upgrading study courses, professional education or training courses should be available for all pharmacists. Pharmacist's education process should not be stopped. Developing a continuous pharmaceutical education system will enhance the professionalism of the pharmaceutical personnel. Experiential education should encourage perfection of critical opinion and the problem resolving processes along with the medicine discovery. The name clinical pharmacy describes the work of pharmacists whose main job is to communicate with other healthcare professionals, to meet, interview, interview and assess patients, to follow up specific pharmacotherapeutic recommendations, to monitor and control a patient's response to pharmacotherapy, and to provide drug information. Clinical pharmacists, mainly working in clinics, hospitals, health insurance funds and emergency services. They provide patient-centered services rather than production-centered services.

Purpose of the work: The main objective of the study was to analyze the peculiarities of achievements and perspectives pharmacists' occupation and pharmaceutical regulations issue applications in pharmaceuticals and health care in Georgia and globally.

Material and methods of research: Research objectives are materials of sociological research: the study was quantitative investigation by using survey (Questionnaire). Surveys was for patients; 1506

patients were interviewed in Georgia. We used methods of systematic, sociological (surveying, questioning), comparative, segmentation, mathematical-statistical, graphical analysis. The data was processed and analyzed with the SPSS program. Results and discussion: The survey was conducted through the questionnaires. Material and methods: Research objectives are materials of sociological research: the study was quantitative investigation by using survey (Questionnaire). The study was quantitative investigation by using survey (Questionnaire). The in-depth interview method of the respondents was used in the study. The 7 types of approved questionnaires were used (Respondents were randomly selected): Questionnaire for chief pharmacists: 410 chief pharmacists participated in the study. Questionnaire for patients: 1506 patients (customers of drug-stores) participated in the study. Questionnaire for the employed pharmacy faculty-student: 222 employed pharmacy faculty students participated in the study. Questionnaire for health-care specialists: 307 public health specialists participated in the study. Questionnaire for pharmacist specialist, 810 pharmacist specialists participated in the study.; Totally 3888 respondents were interviewed in Georgia. We used methods of systematic, sociological (surveying, questioning), comparative, segmentation, mathematical-statistical, graphical analysis. The data was processed and analyzed with the SPSS program. Results and discussion: The survey was conducted through the questionnaires. 1506 patients were interviewed in Georgia. Questions and answers are given in the tables. On each question are attached diagrams or table. Questionnaire and diagrams are numbered. Study of the data was processed and analyzed with the SPSS program. We conducted descriptive statistics and regression analyses to detect an association between variables. Statistical analysis was done in SPSS version 11.0. A Chi-square test was applied to estimate the statistical significance and differences. We defined $p < 0.05$ as significant for all analyses. The study's ethical items. In order to provide the study's ethical character each participant of it was informed about the study's goal and suggested of willingness of the work to be done. So, the respondents' written or oral compliance was got on that issue. All the studies were carried out by the selected organizations administrations' previous compliance. Were used Informed consent form for each respondent to participate in an anonymous survey. During the whole period of research, the participants incognita was also provided. For the international rules and criteria' conformity this human subject comprising given study was discussed and confirmed on the Bioethics Committee sessions of the YSMU. In order to meet the objectives, set in the research we also used the results obtained through analysis of available official information, studies and opinions about pharmacists, as well as the methods of quantitative studies. The research implementation required the following sub studies: the peculiarities of achievements and perspectives pharmacists' occupation

and pharmaceutical regulations issue applications in pharmaceuticals and health care in Georgia and globally.

Keywords: Pharmacists', occupation, pharmaceutical regulations issue, pharmaceuticals, health care Georgia, globally.

Introduction

Pharmacists provide ongoing medical care to patients and must actively participate in electronic health records, information retrieval, and documentation. The use and implementation of the EHR is driven by changes in funding and policy, and pharmacists need to be part of development and implementation teams. As health information technologies proliferate and online medical records are developed and implemented in the healthcare environment, it is essential that pharmacists' workflows and information needs are met in online medical records to optimize the quality of care, medication and patient outcomes. Although pharmacists use many different advanced features of electronic health records, three main areas of application are described in the literature: documentation, medication matching, and patient assessment and follow-up.

Electronic Prescribing and Electronic Delivery Electronic prescribing is the ability for a prescriber to electronically send an accurate, error-free, and understandable prescription directly to a pharmacy from the point of care. It is an important element in improving the quality of patient care. Electronic dispensing is defined as the electronic retrieval of a prescription and delivery of the drug to the patient as specified in the associated electronic prescription. Once the medication is delivered, the dispenser reports information about the dispensed medication(s) via software. The benefits of both technologies include increased patient safety, reduced medication costs, better access to patient prescription records, and improved pharmacy workflow [1-2].

Electronic Prescribing and Electronic Delivery is the ability for a prescriber to electronically submit an accurate, error-free, and understandable prescription directly from the local pharmacy. This is an important element in improving the quality of patient care. Electronic dispensing means receiving a prescription electronically and dispensing a drug to a patient as specified in the associated electronic prescription. Once a drug is dispensed, the dispenser provides the program with information about the dispensed drugs. The benefits of both technologies include increased patient safety, reduced drug costs, better access to patient prescription records, and increased pharmacy efficiency [3-4].

The literature analysis showed that a study of individual aspects of the pharmacists' professional development is directed to elaborating of the necessary requirements to ensure effective pharmaceutical care, postgraduate education, finding strategies for the better management of pharmacist personnel, pharmacists' job satisfaction and issues of their psycho-social adaptation to the emerging market conditions. However, weighable studies aimed at understanding the perspectives of the pharmacist in the career aspect and the ways to provide high-quality pharmaceutical care have not been carried out yet [5-6].

Pharmacists provide patient care across the continuum of care and must actively participate in the electronic health record, researching and documenting information. The use and implementation of the EHR is driven by funding and policy changes, and pharmacists should be part of development and implementation teams. As medical information technology develops rapidly and EHRs are developed and deployed in healthcare environments, meeting the workflows and information needs of pharmacists in EHRs is essential to optimize quality of drug therapy and patient outcomes. Although pharmacists use many different advanced functions in the EHR, three main applications are described in the literature: documentation, medication matching, patient assessment and follow-up [7-8].

An integral part of the state system of measures to implement the rights of citizens for protecting their health, via using the quality pharmaceutical care services. The provision of pharmaceutical care maintenance is significantly dependent on the pharmacist personnel qualifications. In this concern, the professional qualification of drug experts is under the state control and is one of the state regulations objects in regard to the drug-medicine relationship aiming to maintain the competence of expert specialists throughout their careers with the varying requirements for professional quality [9-10].

In developed countries and in many developing countries in the pharmacy field there are also state regulations like as in family medicine. A pharmacist, as a family doctor, should have the higher, post-graduate and consistent education in pharmacy, and also needs to hold the pharmacist license and periodic accreditation by the board of pharmacy (BOP) [24-25]. In the western countries, pharmacists are the specialists with the higher pharmaceutical education who have graduated from the state-recognized and accredited colleges and universities, and only such qualification specialists are allowed to work in the pharmacy. A pharmacy opening permission is issued only the pharmacists who holding higher pharmaceutical education with the pharmacist diploma [11-12].

The modern system of pharmaceutical care is to improve and enhance the life quality of patients, which is promoted by highly skilled professionals in pharmacies, whose competence has been growing along the process of professional development [28-29]. Pharmacist's specialists should not only

be to be capable to use their knowledge and skills gained at the educational institutions, but also should be ready and motivated for the professional self-development, because without qualified pharmaceutical care there is no qualified health care system [30-31]. Since the scope of drug treatment, pharmacy is one of the most socially significant areas of the state regulation, the sequence of carrying out the reform measures, accumulation of experience, and also smooth introduction and application of new methods become crucial nowadays. For the development of an organizational and functional model of licensing of pharmaceutical activities, pharmacists work can improve the efficiency of public pharmaceutical administration, which has the great relevance, scientific and practical value [13-14].

In the pharmacy field, an increase of negative trends, such as poor mechanisms of interaction between professional education and the pharmaceutical market, a slow adaptation of graduates to the market reality is being observed. A difference between the increasing demands of the patients' and the level of specialists' knowledge, as well as adaptation to market reality can affect the process of professional development of pharmacists and the quality of pharmaceutical care in general [37-38]. The mentioned trends, as well as the pharmacists' professionals' increasing role and responsibility in the health care system, make the necessity to analyze the current practical experience and evaluate the theoretical background of the specialists' development, as well as identify new contributing factors for their development as professional pharmacist practitioners [15-16].

Responsible administering of drugs involves that healthcare network mediator capabilities and activities are balanced to assure that patients get the right drug, on the proper time, using properly and patient have profited from them. Delivering the right drugs into patients' demands commitment of all representatives, inclusive Government and a desire on how to consolidate private and public interests and mobilize sources. That is significant for the public to be guaranteed that expenses on pharmaceuticals productions are an equivalent cost of cash. On the viewpoint of the pharmacists' comprehensive academically field and their traditionary function in composing, qualifying, delivering and ensuring drugs. A pharmacist is informing customers, consumers and patients on the drug using; they are greatly positioned to suppose professional liability for the monitoring of pharmacotherapy. They are members of the healthcare team immediately engaged in patients' health care services. Their responsibility is to assistance patients in using their drugs, which is impossible to do alone. Thus, in terms pharmacists' profession have been progressed. New type pharmacists have done the work in more efficient way. Pharmacists holding the higher, university-level education. They understand the biochemical mechanisms of metabolism, mechanisms actions of drugs, medicines pharmacotherapeutic characteristic, side effects of drugs, potential interactions of drug and the argumentations monitoring. It is conjugated of

specialized knowledge of biochemistry, anatomy, therapy, physiology, pathology, pharmacology and other pharmacy subjects. The pharmacists explain this particularized knowing when communicating with physicians, patients and another health care providers [17-18].

Qualified pharmacy management concentrates on several important points during marketing management. Among them, the main emphasis is on: the study of consumer psychology, behavior, motivation to buy (behavioral marketing (behaviorism - behavior in English)); on innovative marketing, which relies on scientific and technical development in accordance with market requirements. Particular attention is paid to: pharmaceutical products, prices, sales and communication policy (integrated marketing) [19-20].

The direct method of selling pharmaceutical products and services is direct marketing, when the manufacturer and pharmacy management come into direct contact with the consumer.

The proactive side of marketing is enhanced by strategic planning, which helps define and shape customer/patients demand and supply in line with the company's long-term goals. This form is known as strategic marketing. The form of marketing activity, known as targeted marketing, takes into account market segments, including one or more target segments deliberately, taking into account what pharmaceutical product is effective for this segment. [21-22]

The state (legal, legislative, regulatory funds), marketing (owned by pharmaceuticals) and a society whose member is a patient is responsible for pharmaceutical activities. They are interconnected through communication. Pharmaceutical management considers the relationship with the society and the individual (patient) as the main function. Assesses the mood, uses different forms in this direction, such as presentations, ceremonies and promotions, conferences, meetings, open days, round tables, exhibitions and fairs, important dates, receptions and other events[23-24].

Three parameters- need, demand and request are due to the mutual influence of marketing, consumer and society. And it is more important to manage marketing, since the patient does not buy the drug as a necessary purchase, or a care item, but to restore health, and in itself it is under the pressure of the symptoms of the disease, and also affects it by a doctor who is equally, and sometimes even more driving. That is, the pharmacy, pharmacist, patient /customer and doctor are interconnected. Each has its own functional characteristics and determines their relationship with their characteristic components [61-62]. The patient/customer in turn determines to the pharmacy, that which medicine it needs and which analogues to choose and should be of high quality.

Therefore, it can be seen that, together with the consumer, one of the main objects of pharmaceutical marketing is a pharmaceutical product with different dosages, a technological form,

which represents some kind of unique characteristics. But, the decision about the need to take the medicine is made by the doctor and not by the patient/consumer. We presented the internal environment of pharmaceutical marketing in the form of a pharmacy, and the external environment of a state institution that legally ensures the quality, registration, and dispensing conditions of a pharmaceutical product [25-26].

We noted that on the one hand, pharmaceutical activities, in particular marketing, are influenced by the patient with his necessary needs, demand, taste and preferences (the advantage that he possesses a lot of information) and including, taking into account the involvement of the doctor. Patients - who use the product, services, ideas. Consumer(s) - there are people, groups of people, as well as various organizations that are consumers of services (pharmaceutical products) and ideas. **Relationships and impact forms depending on the specificity of pharmaceutical marketing are vary by level. The level of financial income of patients using the pharmacy should be taken into account. If the pharmacy has many low-income customers, it does not use the form of telephone or "service" at home when dealing with it. If the pharmacy has a high-price insolvent patient (buyer) then, full partnership relations with him are solidified [27-28].**

Being healthcare occupational means of to be a member of a group, which is centered on one purpose: serving with a patient to obtain better health. Pharmacist plays the centric role on the delivering of communication to patients and society about using of medicines. They effectively cooperate with doctor prescribers to assure a general treatment to patients by the delivery information and advice. The pharmacists are involved in a multidisciplinary treatment to the contribution the rational pharmacotherapy. They sufficiently informing patients and common society about the adverse influences of the drugs. They are monitoring these side effects via partnership together with different health care vocational. Pharmacists provide education on medications, disease states and the lifestyle issues as a part of clinical prevention, as well as educational programs to groups on issues such as drug abuse or others that are an example of population health activities. Pharmacists do counsel on a wide range of health promotion products found in the typical retail pharmacy such as sunscreens, dental hygiene products or vitamin and mineral products. Moreover, pharmacists provide immunization services and participate in screening activities [29-30].

Though the quantity of pharmaceutical productions on the world market is growing, the approach of vital medicines is till now lacking in a lot of parts of the worldwide. Health care expenses rise and the technological, social, political and economic conditions change have made the health care transformation crucial across the worldwide. The renewed treatments are required reforms at the personal

and public levels to ensure effectively, quality and safe pharmacotherapy to the patients in more ever complicated surroundings condition [31-32].

Main part

Results and discussion:

The pharmacists hold the great condition to satisfy the necessity for health care vocational to ensure effective and safe using of medicines. To do this, pharmacists should suppose higher liability than they at the present time do for the monitoring of pharmacotherapy for the customers, consumers and patients they are serving. That liability goes completely behind the traditional distributing and dispensing practices that have long been the maintenance of the pharmacy activities. Pharmacists' liability should be enlarged conclude controlling of the pharmacotherapeutic progression and thereby improve therapeutic outcomes and patients' life quality, advising with doctor prescribers and consolidating with different health care workers and practitioners on behalf of patients. Pharmacists' involvement into pharmaceuticals may consist in drug storage, drug supply, dispensing, manufacturing, formulation, distribution, marketing, quality warranty, licensing, information management, monitoring, development, education, and research. Drug supply and medicine information management system is the main part of pharmaceutical services and proceeds forming the basement of pharmacy activities. The higher pharmaceutical schooling and education hold an appropriate duty and responsibility to generate post-graduate professionals who are qualified and authorized to provide the pharmaceutical care services. Sufficiency results promote to quality warranty by provided that easily approachable working standards [33-34].

A study of the experience of other countries shows that pharmacists should be included in the clinical team of patients in hospitals in favor of the Bachelor / Master of Pharmacy training programs and should move to patient-centered practice, including a mandatory one-year internship program, and part of academic preparation. Clinical pharmacists in the hospital should start working as an integral part of the medical teams. Currently, pharmacists in clinical pharmacies, like real clinical pharmacists, perform various patient care services: they include drug therapy management, dose adjustment, interventions to optimize drug therapy, and provision of information about medicines to healthcare workers and patients. Clinical pharmacy residency programs can be created to improve and improve the skills of hospital staff. A better understanding of the perspective of healthcare professionals on clinical pharmacy services will enable us to better identify challenges and future opportunities for clinical pharmacists in hospitals. Thus, this qualitative study was designed to explore the challenges and

opportunities of clinical pharmacy services at a medical center in West Georgia from the practitioners' point of view [35-36].

The interviewees were asked to describe the potential opportunities that can enable clinical pharmacy services to carry on successfully. One of the opportunities most frequently described by the respondents reflects the existence of a good attitude towards clinical pharmacy services.

Other healthcare professionals (nurses and physicians) noted that the desire and acceptance of healthcare professionals in terms of services, management and high patient workload are good opportunities for healthcare providers. In addition, they also emphasized that collaboration between practitioners helps in teamwork and avoids unnecessary conflicts due to duplication of work between healthcare providers [37-38].

Respondents also stated that there had previously been problems with medical practitioners taking on a wide range of responsibilities. Clinical pharmacists can then step in to reduce the burden on unnecessary practitioners. The majority of respondents cited the high patient workload as a unique opportunity because clinical pharmacists may be faced with many cases and rare diseases that they cannot find anywhere else. Thus, it allows clinical pharmacists to be exposed to various diseases and thus expand their competence through better experience.

Respondents indicated that the presence of some infrastructures, such as the Medicines Clearing House, human resources and the launch of new programs, provides more opportunities for practical participation and delivery of clinical pharmaceutical services.

Some respondents described that government policies and the existence of national guidelines played an important role not only in the implementation of the program, but also in the sustainability that allowed the implementation of services [39-40].

All interviewees were asked if there are potential barriers to service delivery and they attempted to list all challenges. The challenges described by most of the respondents' stem from the availability of pharmacists, other healthcare practitioners, hospital administration and its infrastructure, academic policies and work guidelines. Challenges of clinical pharmacy services.

Challenges are defined as: Any situation that suggests effective implementation of clinical pharmacy. Keywords: NUR-Nurse, MD, Pharmacist. Challenges include inadequate service facilitation, lack of service continuity, poor drug information center service and lack of commitment, communication and trust between clinical pharmacists [41-42].

Most respondents reported that poor service attitudes, conflict of interest due to unclear scope of practice, and lack of cooperation are challenges emerging from health practitioners such as nurses

and doctors. Some respondents also described challenges arising from hospital management and set-up. The challenges they mentioned include lack of training, qualified manpower, lack of incentives, lack of clinical pharmacy ward facilities and collaboration between academics and hospital clinical pharmacists. Other challenges cited by respondents were due to academic policies and the curriculum itself. This includes certain gaps in the curriculum; lack of a clear job description and work manual; and documentation system [43-44].

This study describes the personal experiences of health practitioners towards clinical pharmacy services provided in hospital, thereby extracting opportunities and challenges which will be used as a means to strengthen the services. In addition, participants were also asked to describe how they perceive the scope of practice in clinical pharmacy services from which challenges and opportunities were also identified. The perception of scope of pharmacy practice among health practitioners reflects whether there is conflict of interest and resistance to cooperation. Interviewees also suggested possible solutions for utilization of potential opportunities and tackling of challenges by the responsible parties.

One of key findings was that health practitioners believed the services are very important and have already brought some changes to the usual patient care, they believed it will inevitably have a positive impact on patient health outcomes. Several studies have shown that clinical pharmacy services have contributed to good clinical, economic and humanistic outcomes. The interviewees also indicated that the service is improving as compared to the time of implementation but has not yet reached the level of health practitioners' expectation. The respondents attributed the poor health practitioners' satisfaction to the lack of continuity of the services [45-46].

The scope of practice varies between countries as determined by the governing board of pharmacy. Many countries allow the pharmacist to play a part only within certain areas of the medication use process, while in other countries the scope of practice is so wide-ranging and inclusive that, it encompasses the entire medication use process. Some of the respondents in this study thought that the scope of practice should be limited to drug therapy. However, others suggested that the scope can range from diagnosis to prescribing of drugs. The respondents explained that this can be achievable only if we get rid of conflict with other practitioners as their job description and authorities are not well delineated [47-48].

As clinical pharmacy services are at their infancy, the respondents suggested that services should focus more on key areas that are less considered by other practitioners. They believed this would increase acceptability of clinical pharmacy services by other health providers. One study reported that

clinical pharmacists are experts in therapeutic knowledge, experience and skills which are used to ensure desired patient outcomes utilizing the best available clinical evidence and intervention in collaboration with the health care team. Some of the opportunities listed in this study also have some drawbacks which may be a source of challenge unless they are improved. For instance, the new clinically-oriented curriculum is much better than the previous product-oriented one, but still the curriculum is not as competent as a PharmD program. In addition, poor drug information service is another area of practice in need of improvement to satisfy the health practitioners [49-50].

Clinical pharmacy services in hospitals face different challenges which may arise from other health practitioners' willingness, practice setups, and clinical pharmacists' attitudes. In some countries, a qualitative study highlighted work load, low salary and lack of interest of pharmacists as main challenges for clinical pharmacy services. Further, another study conducted revealed sets of challenges that limit pharmaceutical care practice, such as lack of time and need of effort, insufficient remuneration, no team work among health care workers and deficiency in staff strengths. Our findings reflect that challenges may originate from the pharmacists themselves, other health practitioners, hospital's administration issues and its infrastructure, academic policies and availability of working guidelines. The interviewees listed many potential and actual challenges. One major challenge emphasized by the interviewees was the lack of continuity of services. Although the academic staff providing indirect services through tutoring students, it is also important to note that the number of hospital clinical pharmacists included in clinical settings is very minimal and that may be a reason for absence of service continuity. However, The School of Pharmacy should take the initiative to integrate, empower and employ hospital clinical pharmacists or provide incentives for the academic staff to improve the continuity of services.

This study describes practitioners' personal experiences with clinical pharmacy services, thereby identifying opportunities and challenges to be used as a means to improve services. In addition, participants were also asked to describe how they perceive the scope of practice in clinical pharmacy services, from which challenges and opportunities were also identified. The perception of the scope of pharmaceutical practice among practitioners reflects conflicts of interest and resistance to collaboration. Interviewees also suggested possible solutions to responsible parties to take advantage of potential opportunities and overcome challenges [51-52].

Recent reforms to hospital implementation guidelines state that pharmacists should be assigned to hospitals for the benefit of patients. Prioritizing national guidelines, the undergraduate pharmacy

curriculum shifted toward patient-centered practice by including a mandatory one-year internship program as part of academic training. Hospital clinical pharmacists began to work as an integral part of healthcare teams. Clinical pharmacists sporadically provided various care services to patients.

The clinical pharmacist performs critical patient monitoring and reviews the patient profile / chart to identify, prevent, or mitigate drug-related problems, wrong drug or dose selection, sub-therapeutic dose, overdose, drug adverse reactions, drug interactions, drug missing, no indication to treatment, the use of drugs without indications and treatment failure; The clinical pharmacist communicates effectively and appropriately with healthcare providers and caregivers (doctors, nurses, etc.), and ensures the continuity of pharmaceutical care between shifts and between staff; The clinical pharmacist is actively involved in drug management and restriction programs; Participate in the work of pharmacies and distribution of medicines; Clinical Pharmacist maintains competence and actively participates in operations programs, central pharmacies, subsidiary pharmacies and specialty pharmacy areas, as required by the work assignment; Facilitates the process of purchasing, ordering and dispensing specialized drugs, including but not limited to chemotherapy, parenteral nutrition, controlled substances, etc., as appropriate [38-42]. Clinical pharmacists are specialized medical practitioners who provide direct patient care and holistic treatment. While this practical model has proven itself best in the United States, there are clinical pharmacists around the world who are improving the care of patients of all ages in all areas of emergency and outpatient care. This article discusses training standards, expected skills, and contributions from clinical pharmacists.

Clinical pharmacists practice across all healthcare settings and use in-depth knowledge of drugs and medical conditions to manage drug therapy as part of a multidisciplinary team. Clinical pharmacists are responsible for drug treatment and patient outcomes. They are the primary source of scientifically reliable information on the safe, correct and economical use of medicines. Whereas pharmacists may be involved in the management of specific drugs or individual medical conditions the standard of care that ensures that each patient's drugs (prescription, over-the-counter, supplements, or herbal medicines) are individually assessed to determine if they are appropriate whether they are for the patient, effective for the disease, safe for use in concomitant diseases and concomitant therapy, and whether the patient can take them. An individualized care plan defines goals, monitoring and expected outcomes. The patient is actively involved in developing the plan with other members of the care team. The impact of conventional medical management provided by clinical pharmacists on an outpatient basis is being

studied to identify efficient processes and measure overall patient outcomes. Disease-specific drug management programs have shown a reduction in the incidence of some drug-related problems, including non-adherence, and have reduced some health care costs [43-48].

Clinical care team in the form of health professionals - physicians, advanced practice registered nurses, other registered nurses, medical assistants, clinical pharmacists and other health professionals - with the training and skills to provide coordinated care high quality, specific to the patient's clinical condition ... needs and circumstances. The clinical pharmacist also provides support for group practice. Although the composition of the teams may vary, the responsibility and authority for specific aspects of the treatment rests best with the person best suited to the task. The effectiveness of a team of clinical pharmacists depends on a culture of trust, shared goals, effective communication and mutual respect. The best interests of the patient should be the driving force behind teamwork [53-54].

The clinical pharmacist does not need to be in the same place as a member of the medical team and therefore the large group of health professionals certainly includes general practitioners in hospitals, clinics and stores. Although this is only an example, patients benefit from collective management through better BP control, and a large proportion of patients achieved controlled BP when the pharmacist was part of the clinic. the team. The composition of dynamic clinical teams is reflected in the multidisciplinary nature of large professional organizations such as the Society for Resuscitation, the Society for Hospital Medicine, the Nutrition Society, and the Society for Neurocritical Physicians. Most of these organizations include clinical pharmacists in leadership positions, including the chair [49-54]. Clinical pharmacists are pharmacists, physicians who specialize in direct patient care. Although they are expected to follow the steps outlined in the pharmacist's POC, Standards of Practice (SOP) help clinical pharmacists comprehensively assess drug needs and often manage complex and specialized regimens. Documentation requirements are more detailed and, where applicable, should be consistent with billing requirements. The clinical pharmacist can exercise his practice more independently in certain contexts, in particular according to organizational privileges. Clinical pharmacists who have received the appropriate qualifications and certifications should now enjoy hospital privileges such as doctors and providers of excellence. They are required to maintain a valid license, but have additional certification requirements. SOP for the clinical pharmacist also includes educational, research and quality improvement activities [55-56].

Pharmaceutical education varies across the world. In the United States (USA), a pharmacist is eligible for a license after 6 years of training in pharmacy. While not required, many of these graduates already have a Bachelor of Science degree in another field. Pharmacists interested in direct patient care

may receive additional training in postgraduate residency programs in Emergency or Outpatient Care. It is a large-scale accredited expertise in clinical care, drug information, administration, teaching methods projects/research. Those interested in specialization can complete their second year of postgraduate study in areas as diverse as any medical specialty (outpatient care, intensive care, infectious diseases, internal medicine, oncology, and many others). Additional research grants may follow, especially for those interested in an academic or research role. Pharmacists licensed in the United States have received formal training, and many universities are partnering with pharmaceutical schools outside of North America to create clinical pharmacy training opportunities for international students. Additional clinical practice sessions were included in the training programs. Clinical pharmacists may practice under a formal collaborative practice agreement with physicians in their area of practice or under hospital conditions. For example, a pharmacist can change the dose, frequency, or way of taking medications that are covered by a collaborative practice agreement. They may also initiate serum concentration monitoring or other applicable laboratory tests to monitor the effects of therapy. Quality assessments have demonstrated the value of these programs. Hospitals may require people to provide periodic quality assessments or evidence of minimum activity. Pharmacists' laws are governed by the ordinances of state and local hospitals [56-57].

Clinical pharmacist role includes developing quality assessment tools and data evaluation. Clinical pharmacists make important contributions to these drug therapy control and surveillance systems. I also report the side effects of medications. Many side effects or incidents are related to systemic problems, and the clinical pharmacist regularly provides advice on possible process improvements when programming intravenous pumps, drug safety systems, or other processes [24-25]. The clinical pharmacist manages for critical care pharmacist residency program and oversees the resident's progress and interactions with other mentors in our healthcare system. The clinical pharmacist participates in multidisciplinary book club discussions, thematic conferences, and quality assessment meetings. Like other professionals, the clinical pharmacist strives to maintain its role in scientific publishing in the literature, maintain skills, and keep abreast of the growing literature. As a certified critical care pharmacist, a clinical pharmacist must undergo continuing education and maintain certification, and as a licensed pharmacist, a clinical pharmacist must also pursue continuing education. As clinical pharmacy programs around the world are at different stages of development, the need for specialists who specialize in drugs and their optimal use is universal. Clinical pharmacists have supported these training programs and provided training to individuals and groups. Their publications are used by pharmacists around the world to prepare and maintain the certification board. This awareness is expected to continue as more

partners are involved and more pharmacists and their multidisciplinary teams recognize the power of clinical pharmacists to improve patient care [35-36].

Hospital pharmacists are drug experts who work in multidisciplinary medical teams to manage drug use in hospitals. Hospital clinical pharmacists are integrated into services and departments and provide clinical pharmacy services to patients at the bedside, with each clinical pharmacist (or team) being responsible for patient care in a specific medical ward or department. Hospital pharmacists provide clinical pharmacy services to patients hospitalized at the bedside as well as in other clinical areas such as emergency departments and outpatient clinics, as well as physicians and nurses. Most of them work in hospitals, however, innovations in the practice of hospital pharmacy have led pharmacists to work in community health services, nursing homes, rehabilitation centers and medical clinics. general. Roles may vary depending on the organization and clinical needs of the hospital pharmacy. Most hospital pharmacists provide clinical services in their area of specialization; however, they can apply their skills to other roles including pharmacy managers, purchasing managers, hospital pharmacy consultants. Educational roles are also prevalent, such as giving lectures to pre-registered trainees, making presentations to other medical staff, or providing educational support to pharmacy students [12,28,42].

The name clinical pharmacy describes the work of pharmacists whose main job is to communicate with other healthcare professionals, to meet, interview, interview and assess patients, to follow up specific pharmacotherapeutic recommendations, to monitor and control a patient's response to pharmacotherapy, and to provide drug information. Clinical pharmacists, mainly working in clinics, hospitals, health insurance funds and emergency services. They provide patient-centered services rather than production-centered services.

The health systems of many other countries have developed similar claims of competence for pharmacists. As a critical care pharmacy specialist, it is difficult to describe a typical day, but usually busy with the elements of a pharmacist's support process during the day. It is believed that the clinical pharmacist will be responsible for all aspects of the administration of the drug. Every day, the clinical pharmacist assesses and evaluates new patients and updates the progress of previous patients, identifies drug-related issues and potential problems, develops a problem list and treatment plan for optimal dosage based on the renal and hepatic function, potential drug interactions and serum concentration. The clinical pharmacist joins the multidisciplinary rounds with the intensive care team and applies the treatment plan by teaching the medical residents the correct order of entry or by entering the orders themselves according to a collaborative practice agreement and by them. documenting in an electronic health record. A major contribution to medication management is identifying therapies that are no longer

needed, reducing the cost and risk of adverse events, and supporting antimicrobial stewardship programs with infectious disease physicians and pharmacists. The clinical pharmacist also supervises the performance of quality measures such as the appropriate prevention of venous thromboembolism, the appropriate use of drugs to prevent stress gastritis, the addition of aspirin to increase the levels of troponin associated with I coronary ischemia, and discussing the need for central tubing and urinary catheters. The clinical pharmacist educates the team on drug-related topics and related literature through tours and didactic discussions. A clinical pharmacist is always available for emergencies and resuscitation, and to answer questions related to medication [17-19].

This includes managing drug therapy, dose adjustments, interventions to optimize drug therapy, and providing information about drugs to healthcare professionals and patients. Hospital. A better understanding of the perspectives of healthcare professionals regarding clinical pharmaceutical services may provide a better opportunity to identify future challenges and opportunities for clinical pharmacists in the hospital. Therefore, the present qualitative study aimed to examine the challenges and opportunities of clinical pharmaceutical services provided in the hospital from the perspective of healthcare professionals [45,46,52].

A clinical pharmacist is in no way a competitor of a doctor, on the contrary, he must refer patients who need qualified medical care to a doctor. It is difficult to imagine that a pharmacist does not know the alphabet of medicine and does not have relevant knowledge of the main clinical syndromes. Must have a particularly good knowledge of the nomenclature of medicines (mainly over-the-counter medicines). In essence, a clinical pharmacist must provide a defined pharmaceutical supply and make a decision about the dispensing of the drug [47-48].

While curricula have been adjusted to prepare pharmacists for this new role, changes in practice have focused on other issues, such as: B. the emerging Covid epidemic which has brought about significant changes in the medical care industry in terms of practice and law. Clinical pharmacy should be viewed as a different professional approach than hospital pharmacy. It is important for pharmacists to have a complete picture of a patient's condition so they can assess drug therapy and communicate effectively with other members of the healthcare team. Pharmacists need to establish a good relationship and connection with the multidisciplinary medical team by asking them to move from the pharmacy to the wards where they dispense medication and see doctors.

Staffing issues and a lack of trained clinical pharmacists have resulted in pharmacists being unable to work in clinical settings. In particular, the following pharmaceutical support functions were missing [49-50].

The concept of pharmaceutical care has evolved into integrated medication management as part of clinical pharmacy. Drug treatment has expanded as treatment regimens have become more complex and specialized, particularly in more complex patients who may have five comorbidities and are taking an average of eight drugs at a time. To achieve the best results of drug therapy in these patients, systematic and complex drug therapy is required [51-52].

For the majority of respondent patients', mostly significant factors, while choosing a pharmacy are: Service culture, wide range of products, reasonable prices. For less than half of respondent patients, mostly significant factors, while choosing a pharmacy are: Possibility to receive consultation about drugs with a physician or a pharmacist, convenient location of the pharmacy, high qualification of pharmacist personnel.

The majority of the patients determined the main factor while drug choosing process to be recommendation of a physician. Less than half part of respondents determined the main factor while choosing the drugs to be the doctor's prescription and advice of a pharmacist. Therefore, the role of pharmacist is significant in the healthcare system. For the higher quality healthcare and pharmaceutical services, the pharmacist's appropriate education level is of crucial importance. It was shown that the health of patients was directly related to the professional education level of pharmacist. Therefore, pharmacist should have eligible higher pharmaceutical education.

For the majority of respondents mostly significant factors while choosing a pharmacy were: service culture, wide range of products and reasonable prices. For less than half part of respondents mostly significant factors while choosing a pharmacy were: possibility to receive consultation about medications with a physician/ a pharmacist, convenient location of the pharmacy, high qualification of pharmacist personnel. Therefore, the role of pharmacist is underlined in healthcare system. For the higher quality healthcare and pharmaceutical services education level is of great matter. The study provided showed that the health of patients was directly related to the professional education level of pharmacist. Therefore, pharmacist should have appropriate higher pharmaceutical education, higher professional knowledge in pharmacology, pharmaceutical care, pharmacotherapy, clinical pharmacy and other professional subjects.

For the majority of respondents mostly asked the pharmacists about the rules of drugs intake and prices of drugs. For the less than half part of the respondents mostly asked about the drugs' adverse effects and quality. For about the one third of them mostly asked about help in selection of analogue of drugs, indication/contraindication of drugs, the terms and conditions of their storage (conditions and shelf-life), the drugs dosage, rules of drug administration and selection of OTC drugs [54-55].

On the question - Do you think that the government should make the certification of pharmacists? Patients' 82.6% answer I agree, patients' 11.6% answer I partly agree, patients' 5.8% answer I do not agree. The vast majority of respondent Patients consider, that the government should make the certification of pharmacists.

The majority of the pharmacy's consumers determined the main factor while drug choosing process to be recommendation of a physician. Less than half part of respondents determined the main factor while choosing the drugs to be the doctor's prescription and advice of a pharmacist. Therefore, the role of pharmacist is significant in the healthcare system. For the higher quality healthcare and pharmaceutical services, the pharmacist's appropriate education level is of crucial importance. It was shown that the health of patients was directly related to the professional education level of pharmacist. Therefore, pharmacist should have eligible higher pharmaceutical education.

For the majority of respondents mostly significant factors while choosing a pharmacy were: service culture, wide range of products and reasonable prices. For less than half part of respondents mostly significant factors while choosing a pharmacy were: possibility to receive consultation about medications with a physician/ a pharmacist, convenient location of the pharmacy, high qualification of pharmacist personnel.

Therefore, the role of pharmacist is underlined in healthcare system. For the higher quality healthcare and pharmaceutical services education level is of great matter. The study provided showed that the health of patients was directly related to the professional education level of pharmacist. Therefore, pharmacist should have appropriate higher pharmaceutical education, higher professional knowledge in pharmacology, pharmaceutical care, pharmacotherapy, clinical pharmacy and other professional subjects.

For the majority of respondents mostly asked the pharmacists about the rules of drugs intake and prices of drugs. For the less than half part of the respondents mostly asked about the drugs' adverse effects and quality. For about the one third of them mostly asked about help in selection of analogue of drugs, indication/contraindication of drugs, the terms and conditions of their storage (conditions and shelf-life), the drugs dosage, rules of drug administration and selection of OTC drugs

Therefore, pharmacist should possess deep and steady knowledge in pharmacology, pharmacotherapy, toxicology, pharmaceutical care, clinical pharmacy, pharmacokinetics, pharmacodynamics, basics of medicine and other pre-clinical and clinical subjects. Such knowledge can be obtained only from higher pharmaceutical education institutions. Therefore, pharmacist working on pharmacist position must have exclusively the higher pharmaceutical education.

The professional competency is mandatory for pharmacists. Pharmacists' professional competency can be achieved by adopting of higher pharmaceutical education and by certification of pharmacists. The higher pharmaceutical education, pharmacists' certifications are the guarantee for higher professionalism of pharmacists and the pharmaceutical service provision in pharmacies.

The level of basic training of pharmacists should be in compliance with the contemporary requirements. The pharmacist should have deep knowledge in pharmacology, in pharmacotherapy, in toxicology, in pharmaceutical care, in clinical pharmacy, in pharmacokinetics, in pharmacodynamics, in basic of medicine and in other pre-clinical and clinical directions. Such knowledge can be obtained only in the higher pharmaceutical education institutions. Therefore, pharmacist working in pharmacy must have only higher pharmaceutical education.

The higher quality healthcare and pharmaceutical services education level is of great matter. Only the pharmacists with higher pharmaceutical education have the right to work at the pharmacist position in the pharmacies. Therefore, the role of pharmacist should be underlined in healthcare system. The provided study showed that the health of patients was directly related to the professional education level of pharmacist. Therefore, pharmacist should have appropriate higher pharmaceutical education, higher professional knowledge in pharmacology, pharmaceutical care, pharmacotherapy, clinical pharmacy and other professional subjects. The vast majority of respondent patients consider, that the government should make the certification of pharmacists.

It should be noted that in developed countries, as well as in many developing countries pharmaceutical specialty is regulated profession, as family medicine. In the western country's pharmacist as a family doctor, needs higher pharmaceutical education, diploma and continuous pharmaceutical education, pharmaceutical license and periodic accreditation. Only the pharmacists with higher pharmaceutical education have the right to work at the pharmacist position in the pharmacies. In the pharmacists' certification programs should be only involved pharmacists who have graduated pharmaceutical faculties from the state recognized and accredited universities. The higher pharmaceutical education and the pharmacists' certifications programs are guarantee for higher professionalism of pharmacists and of higher pharmaceutical service provision in pharmacies.

The profession of pharmacist has yet to develop into a clinical profession in Georgia and is now more focused than ever on moving from a product-oriented profession (including procurement, preparation and evaluation of medicines) to a patient-oriented profession. The pharmacist has an important role to play in ensuring the health of the patient. In 2006, the American College of Clinical

Pharmacy (ACCP) identified the largest differences between clinical pharmacists and the regularly registered pharmacists as clinical pharmacists [23-25], which improves the quality of life of patients. Therefore, pharmaceutical care can be considered as a form of clinical pharmacy. The establishment of clinical pharmacy in Georgia can be considered when the registration of clinical pharmacy appeared in the National Register of Qualifications, however, there is still no framework, a document that would define the role of clinical pharmacy and career opportunities, although many Clinics participate in international clinical trials, in which, according to the international protocol, a clinical pharmacist should participate, although at this stage such a profession and staff in clinics are not established, it turns out that general pharmacists formally perform the functions of a clinical pharmacist, what confirmed in our survey. The role of the pharmacist in Georgia needs to be developed, which remains a problem: some clinical guidelines have been developed in Georgia [31-32].

More than half part of the respondents considered that pharmacist is not in charge of treatment as a physician, meanwhile about a quarter of the public health specialists considered a pharmacist to be in charge of that. Properly educated pharmacist can minimize and reduce the mistakes made by a doctor in the recipe. That has a great importance and value for provision higher quality health care service for patients' safety. To increase the pharmacist's professional qualification, professionalism, professional knowledge and competency the higher pharmaceutical education universities programs should more emphasize the mentioned subjects. It is too important, that a pharmacist should realize and understand that qualification upgrading study courses, professional trainings and professional workshops are of great necessity for further professional advancement. Thus, the Government should develop continuous pharmaceutical education programs accessible to all pharmacists. The qualification upgrading study courses, professional education or training courses should be available for all pharmacists. Pharmacist's education process should not be stopped. Developing a continuous pharmaceutical education system will enhance the professionalism of the pharmaceutical personnel. Experiential education should encourage perfection of critical opinion and the problem resolving processes along with the medicine discovery. Pharmacists, pharmaceutical schools, educators, students, and practitioners indicated the need to support national organizations, schools, workplaces, and student associations to provide guidance, training, infrastructure and educational resources for digital health [55,56,57].

Unfortunately, we have not yet seen a pharmacist in the writing group for any of the guidelines. We already consider the participation of the clinical pharmacist in the recommendation development process to be necessary. The involvement of a clinical pharmacist is important at all stages of creating a treatment algorithm.

A large number of pharmacy schools and departments do not offer digital medical education. Similarly, only a small proportion of the students and practitioners surveyed have received education or training in digital health as part of their continuing education. There is a misconception among students and faculty interviewed that digital medical education and online education are considered interchangeable terms. Digital health education still has a long way to go to create ready and flexible pharmaceutical education to meet the rapid changes in digital health. Integrating digital health into undergraduate pharmaceutical education is a critical strategy for improving digital health. “Much remains to be done to create ready and flexible pharmaceutical education to keep up with the rapid changes in digital healthcare. About half of the educators agreed that their students have the competencies to deliver digital health services, and their individual schools can easily identify and add new digital health skills to the curriculum as they emerge in practice. While this finding shows the potential for progress overall as it is likely to promote digital health awareness and lifelong learning. Pharmacists were more likely to receive digital medical education as part of continuing professional development if pharmacists had previously received digital medical education in school. The most common digital health education issues reported by schools and departments were lack of experience followed by lack of resources [21,23,47].

Practitioners' responses indicated that they were not familiar with new digital health technologies such as blockchain technology, bots, digital medicine and artificial intellect. A key gap in digital medical education is the skills and knowledge on how to use technology to solve existing clinical problems and improve care. Practitioner expectations of the clinical benefits of digital health in practice remained low. This may be because the introduction of digital health tools into clinical care has been one of the least likely concepts to be included in pharmaceutical education, from the point of view of academics. Existing digital medical education appears to be more focused on providing administrative and functional competencies to facilitate business processes and improve operational efficiency [27,39,49].

Training in the implementation of digital health tools was a key need cited by students and practitioners. The lack of enabling policies, the availability of digital health tools and data, and technical limitations were identified as the biggest challenges in implementing digital health in practice. The report is the first of its kind global review of digital health in pharmaceutical education that examines the readiness and responsiveness of pharmaceutical education and identifies gaps in knowledge and skills among the pharmacy workforce. We believe this report will encourage further research and development in this area to expand digital healthcare with a pharmaceutical workforce [52,54].

Conclusions:

The name clinical pharmacy describes the work of pharmacists whose main job is to communicate with other healthcare professionals, to meet, interview, interview and assess patients, to follow up specific pharmacotherapeutic recommendations, to monitor and control a patient's response to pharmacotherapy, and to provide drug information. Clinical pharmacists, mainly working in clinics, hospitals, health insurance funds and emergency services. They provide patient-centered services rather than production-centered services. A clinical pharmacist is required to participate in the design of a drug use policy, collaborate with specialists in the development of recommendations and methodological guidelines for the treatment of specific diseases, and participate in the purchase and sale of drugs, the creation of medicinal formulations, etc. The pharmacist profession is not yet a clinical profession, but is more focused than ever on its transformation from a product-oriented profession (including the procurement, preparation and evaluation of medicines) to a patient profession - job-oriented. The clinical pharmacist plays an important role in ensuring patient health. Translation of professional pharmaceutical literature should be supported and implemented, with further inclusion in educational programs. International professional publications in pharmacy should be more accessible, as they are highly required for all pharmacists.

Acknowledgments: Authors wish to Thank to Ministry of Education and Sciences of Georgia and Ministry of Education and Sciences of Armenia and Gratitude to Yerevan State Medical University and to Tbilisi State Medical University.

REFERENCES:

1. Professional features for employed pharmacy faculty students' in Georgia / N.Sulashvili, M.Beglaryan // The New Armenian Medical Journal Supplement. YSMU Science Week 2017 Conference. November 27-December 1, Vol.11, №3 2017, Yerevan, Republic of Armenia, p. 40.
2. Wittayanukorn S, Westrick SC, Hansen RA, et al. Evaluation of medication therapy management services for patients with cardiovascular disease in a self-insured employer health plan. J Manag Care Pharm. 2013.
3. Sulashvili, N., Beglaryan M., Matoshvili M. Occupational features of pharmaceutical workers, viewed by the chief pharmacists // Caucasus Journal of Health Sciences and Public Health. Volume 2, Issue 2, June 2018. Tbilisi-Georgia. pp. 56-61.
4. Sulashvili, N., Beglaryan M., Sulashvili M. Personal features, capabilities and skills of job adaptation for pharmacist specialists // Tbilisi David Agmashenebeli University Periodical scientific Journal №13, 2018. Tbilisi, Georgia. pp. 231-236.

5. Isett's BJ, Schondelmeyer SW, Artz MB, et al. Clinical and economic outcomes of medication therapy management services: the Minnesota experience. *J Am Pharm Assoc* (2003). 2018.
6. Delate T, Chester EA, Stubbings TW, Barnes CA. Clinical outcomes of a home-based medication reconciliation program after discharge from a skilled nursing facility. *Pharmacotherapy*. 2008.
7. Schnipper JL, Kirwin JL, Cotugno MC, et al. Role of pharmacist counseling in preventing adverse drug events after hospitalization. *Arch Intern Med*. 2016.
8. N. Sulashvili, M. Beglaryan, L. Gabunia, I. Zarnadze, Sh. Zarnadze, T. Tsintsadze, M. Sulashvili; THE SCIENTIFIC DISCUSSIONS OF THE CONTEMPORARY FEATURES AND CHALLENGES OF THE PHARMACISTS OCCUPATIONAL DEVELOPMENT STRATEGIES, BY THE OPINION OF HEALTH-CARE SPECIALISTS AND PATIENTS, DIRECTED THROUGH THE PHARMACEUTICAL CARE DIVISION. *УДК 615:616-08*; © НФaУ, 2021; Materials of the V International Scientific and Practical Conference; «Medical drugs for humans. Modern issues of pharmacotherapy and prescription of medicine»; MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE; DEPARTMENT OF HEALTHCARE; NATIONAL UNIVERSITY OF PHARMACY, EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC INSTITUTE OF APPLIED PHARMACY; 11-12 of March 2021, UKRAINE, Kharkiv-2021; Pp:140-144.
9. N. Sulashvili, M. Beglaryan, S. Kocharyan, N. Gorgaslidze, I. Zarnadze, N. Chichoyan, Sh. Zarnadze. Scientific study of prospects of modern scientific achievements and research challenges of pharmacists occupational features in pharmaceuticals and medicine. *УДК 615.1:339.188 ISSN 2415-8593 MATERIALS OF IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE- "MANAGEMENT AND MARKETING IN THE MODERN ECONOMY, SCIENCE, EDUCATION AND PRACTICE"*. MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE; MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE; UKRAINIAN MARKETING ASSOCIATION, NATIONAL PHARMACEUTICAL UNIVERSITY OF UKRAINE, DEPARTMENT OF PHARMACEUTICAL MANAGEMENT AND MARKETING. MARCH 18, 2021, KHARKIV. Pp:26-41.
10. Yemm KE, Arnall JR, Cowgill NA. Necessity of Pharmacist-driven non-prescription telehealth consult services in the era of COVID-19. *Am J Health Pharm*. 2020. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaa162>. In press.
11. International Pharmaceutical Federation (FIP). Continuing Professional Development/Continuing Education in Pharmacy // Global Report 2014. The Hague: International Pharmaceutical Federation; 2014.
12. Nodar Sulashvili. Peculiarities Of Professional And Career Improvement Strategy For Pharmacists Republic of Armenia Ministry Of Education And Science; Yerevan State Medical University After M. Heratsi; Abstract of The Dissertation For The Scientific of PhD In Pharmaceutical Sciences; On Specialty 15.00.01 – Pharmacy; The Specialized Council 026 "Theoretical Medicine" of The Supreme Certifying Committee Of The Republic Of Armenia At The Yerevan State Medical University. YEREVAN – 2019; Pp 1-26.
13. *Clinical Skills for Pharmacists: A Patient-Focused Approach //3 edition (Tietze, Clinical Skills for Pharmacists)* by Karen J. Tietze PharmD (Mar 31, 2011).
14. N. Sulashvili, N. Alavidze, N. Abuladze, N. Kvizhinadze, M. Gogashvili, M. Beglaryan. Pharmaceutical professional and organizational issue aspects in Georgia. Materials of 12th Scientific and Practical Internet Conferences, The National University of Pharmacy, Scientific and Practical Internet-Conference: «Pharmacoeconomics in Ukraine, Condition and Development Prospects», (Kharkiv, Ukraine, May 22, 2020 Year). Pp 11-20.
15. N. Sulashvili; PECULIARITIES OF PROFESSIONAL AND CAREER IMPROVEMENT STRATEGY FOR PHARMACISTS REPUBLIC OF ARMENIA MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE; YEREVAN STATE MEDICAL UNIVERSITY AFTER M.

- HERATSI; ABSTRACT of the dissertation for the scientific degree of Ph.D. in Pharmaceutical Sciences; On specialty 15.00.01 – Pharmacy; The Specialized Council 026 “Theoretical Medicine” of the Supreme Certifying Committee of the Republic of Armenia at the Yerevan State Medical University. YEREVAN – 2019; Pp 1-26.
16. N. Sulashvili; PECULIARITIES OF PROFESSIONAL AND CAREER IMPROVEMENT STRATEGY FOR PHARMACISTS REPUBLIC OF ARMENIA MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE; YEREVAN STATE MEDICAL UNIVERSITY AFTER M. HEARTS; DISSERTATION; Dissertation for the Scientific Degree of Ph.D. in Pharmaceutical Sciences; On specialty 15.00.01 – Pharmacy; YEREVAN – 2019; Pp 1-175;
 17. N. Sulashvili, M. Beglaryan, I. Zarnadze, Sh. Zarnadze, N. Alavidze, N. Abuladze, J. Cheishvili, N. Kvizhinadze. VOCATIONAL PERSPECTIVES AND THE MAIN PROFESSIONAL OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF PHARMACY FACULTY STUDENTS IN GEORGIA. УДК: 615.014.2:615.2 НФаУ, 2020. Scientific Publication. The collection of MATERIALS of the V International Scientific and Practical conference- “TECHNOLOGICAL AND BIOPHARMACEUTICAL ASPECTS OF DRUGS DEVELOPING WITH DIFFERENT ORIENTATION OF ACTION”; MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE, National University of Pharmacy, Department of drug technology. 26 of November, Kharkiv, Ukraine-2020.Pp 35-51.
 18. N. Sulashvili, N. Chichoyan, O. Gerzmava, T. Tsintsadze, L. Gabunia, N. Kvizhinadze, T. Okropiridze, M. Beglaryan. ORGANIZATIONAL AND REGULATORY FRAMEWORK, AND IDENTIFY THE MAIN EDUCATIONAL ISSUES AND POTENTIALS OF YOUNG PHARMACISTS IN GEORGIA. УДК: 615.014.2:615.2 НФаУ, 2020. Scientific Publication. The collection of MATERIALS of the V International Scientific and Practical conference- “TECHNOLOGICAL AND BIOPHARMACEUTICAL ASPECTS OF DRUGS DEVELOPING WITH DIFFERENT ORIENTATION OF ACTION”; MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE, National University of Pharmacy, Department of drug technology. 26 of November, Kharkiv, Ukraine-2020. Pp 51-69.
 19. N. Sulashvili, N. Kvizhinadze, N. Abuladze, M. Beglaryan, N. Alavidze, M. Sulashvili. THE ROLE OF THE PHARMACIST AND MODERN PECULIARITIES OF THE PHARMACIST PROFESSION, VIEWED BY THE PATIENTS AND PUBLIC HEALTH SPECIALISTS THROUGH PHARMACEUTICAL CARE DIVISION IN PHARMACIES IN GEORGIA. УДК: 579:578:61(06) © НФаУ, 2021; Materials of the Scientific and Practical International Distance Conference-“MICROBIOLOGICAL AND IMMUNOLOGICAL RESEARCH IN MODERN MEDICINE”; MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE; NATIONAL UNIVERSITY OF PHARMACY; DEPARTMENT OF MICROBIOLOGY, VIROLOGY AND IMMUNOLOGY; 26 March, 2021; KHARKIV -2021; Pp:147-149.
 20. L. Gabunia, N. Sulashvili; THE PECULIARITIES OF PHARMACOTHERAPY TREATMENT OF THE COVID-19 PANDEMIC IN 2020. COLLECTION OF THESIS; THE 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ORGANISED BY THE EURASIAN ASSOCIATION OF THERAPISTS «COMORBID PATIENTS IN THE PANDEMIC ERA»; 22 of April, 2021, Almaty, Kazakhstan; Web Site-WWW.EUAT.RU; Almaty-2021; Pp 37-43.
 21. Direction générale de la santé. Optimisation de l'utilisation des traitements et alternatives; 2020 <https://www.sfar.org/download/optimisation-de-l'utilisation-des-traitements-et-alternatives/?wpdmdl=25727&refresh=5eff302b654261593782315>.
 22. Jabaudon M, Boucher P, Imhoff E, Chabanne R, Faure J-S, et al. Sevoflurane for sedation in acute respiratory distress syndrome. A randomized controlled pilot study. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;195(6):792—800.

23. Rothschild JM, Landrigan CP, Cronin JW, Kaushal R, Lockley SW, et al. The critical care safety study: the incidence and nature of adverse events and serious medical errors in intensive care. *Crit Care Med* 2005;33(8):1694—700.
24. Red-Hot Careers; Clinical pharmacist RED-HOT Career Guide; 2592 REAL Interview Questions // Create Space Independent Publishing Platform 2017;pp. 216-242.
25. Karen J. TietzePharmD; Clinical Skills for Pharmacists: A Patient-Focused Approach, 3e (Tietze, Clinical Skills for Pharmacists) // Mosby; 3 edition (March 31, 2011); pp. 64-96.
26. N. Sulashvili, N. Kvizhinadze, M. Gogashvili, M. Beglaryan; Common characteristics and scope of young pharmacist professionals in Georgia; Materials of 12th Scientific and Practical Internet Conferences, The National University of Pharmacy, Scientific and Practical Internet-Conference: «Pharmacoeconomics in Ukraine, Condition and Development Prospects», (Kharkiv, Ukraine, May 22, 2020 Year). Pp 153-156.
27. Royal Pharmaceutical Society (RPS). Foundation Pharmacy Framework, a Framework for Professional Development in Foundation Practice across Pharmacy // London: Royal Pharmaceutical Society; 2014.
28. Van Mil J. F., Schulz M., Tromp TFD. Pharmaceutical care, European developments in concepts, implementation, teaching, and research: a review // *Pharm World Sci.* 2014;26(6); pp. 303–321.
29. Global Respiratory Infection Partnership. Antibiotic resistance: prioritising the patient. Report from the Global Respiratory Infection Partnership; 2015. <http://www.grip-initiative.org/media/114428/recstr-grip-cta-meeting-report.pdf>. Accessed June 16, 2016.
30. Fielding S, Porteous T, Ferguson J, Maskrey V, Blyth A, Paudyal V, et al. Estimating the burden of minor ailment consultations in general practices and emergency departments through retrospective review of routine data in North East Scotland. *Fam Pract.* 2015;32(2):165–72.
31. PGEU Annual Report 2014. Promoting efficiency, improving lives. PGEU; 2015. <http://www.pgeu.eu/en/component/content/article/34-homepage-topics/16-pgeu-annual-report.html>. Accessed June 16, 2016.
32. Ying W, Qian Y, Kun Z. Drugs supply and pharmaceutical care management practices at a designated hospital during the COVID-19 epidemic. *Res Soc Adm Pharm.* 2020. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.04.001>.
33. Zuckerman AD, Patel PC, Potts A, et al. From natural disaster to pandemic: a health system pharmacy rises to the challenge. *Am J Health Pharm.* 2020. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaa180>.
34. National Matching Services. Summary results of the match for positions beginning in 2014. <https://www.natmatch.com/ashprmp/stats/2014applstats.html>. Accessed March 24, 2014
35. Hassell K. Centre for Pharmacy Workforce Studies (CPWS) briefing paper: GPhC register analysis2011.<http://www.pharmacy.regulation.org/sites/default/files/Analysis%20of%20GPhC%20Pharmacist%20Register%202011.pdf>. Accessed April 9, 2014.
36. Pharmacist’s professional features and work gratification/ N. Sulashvili; M.Beglaryan // Black sea scientific journal of academic research multidiscipline journal. (Medicine, Pharmacy sciences) Volume 29. March-April 2016. Tbilisi, Georgia, p.62-68.
37. Pharmacists’ professional features, viewed by the customer's (customer’s) eyes in Georgia/ N. Sulashvili, M. Beglaryan // Scientific-Practical Journal. Experimental and Clinical Medicine, №4, 2017. Tbilisi, Georgia, p. 22-25.
38. Krass I. Ways to boost pharmacy practice research. *The Pharmaceutical Journal* 2015;(2). Pp-15-41.
39. ParthasarathiG. A Textbook of Clinical Pharmacy Practice: Essential Concepts and Skills // Universities Press India Private Limited; 2 edition (January 18, 2017); pp. 26-37.

40. Franklin B. D.& van Mil J. W., Defining clinical pharmacy and pharmaceutical care // Pharm World Science 2005;27(3): p. 137-144.
41. N. Sulashvili; Peculiarities of professional and career improvement strategy for pharmacists' republic of Armenia ministry of education and science; Yerevan state medical university; Dissertation; Dissertation for the Scientific Degree of PhD in Pharmaceutical Sciences; On specialty 15.00.01 – Pharmacy; YEREVAN – 2019; Pp 1-175;
42. N. Sulashvili, M. Beglaryan, N. Alavidze, L. Gabunia, I. Pkhakadze, T. Okropiridze, M. Sulashvili, G. Pkhakadze; Legal and regulatory scope, and identify the main challenges and opportunities of Georgian pharmacists. REPUBLIC OF ARMENIA ISSN 1829-040X, ORCID: 0000-0001-9263-6791, BULLETIN OF THE MEDICAL INSTITUTE AFTER MEHRABYAN, VOL. 9 TOM, YEREVAN 2020, Pp 88-104.
43. Graf J, von den Driesch A, Koch K-C, Janssens U. Identification and characterization of errors and incidents in a medical intensive care unit. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49(7):930—9.
44. Kane-Gill SL, Jacobi J, Rothschild JM. Adverse drug events in intensive care units: risk factors, impact, and the role of team care. *Crit Care Med* 2010;38(6 Suppl.):S83—9.
45. Société française d'anesthésie-réanimation et Société française de pharmacie clinique. Préconisations 2020 Prévention des erreurs médicamenteuses en A-R en période de crise sanitaire aiguë; 2020 <https://www.sfpcc.eu/erreurs-medicamenteuses-et-crise-sanitaire-aigu-e-1er-retour-d-experience-covid-19/>.
46. Ricard J-D, Montravers P, Langeron O. Préconisations ventilation — Gestion du circuit d'un ventilateur de réanimation; 2020 <https://www.srlf.org/wp-content/uploads/2020/03/Ventilation-gestion-des-circuits-rea-20032020-valide.pdf>.
47. Agence nationale de sécurité du médicament. Protocole d'utilisation thérapeutique hydroxychloroquine, infection par le coronavirus SARS-CoV-2 (maladie COVID-19); 2020 <https://www.anism.sante.fr/var/anism-site/storage/original/application/bb638dd13cfe3879c3d04b6081d57315.pdf>.
48. Chatre C, Roubille F, Vernhet H, Jorgensen C, Pers Y-M. Cardiac complications attributed to chloroquine and hydroxychloroquine: a systematic review of the literature. *Drug Saf* 2018;41(10):919—31.
49. Société française d'anesthésie et de réanimation. Traitement anticoagulant pour la prévention du risque thrombotique chez un patient hospitalisé avec Covid-19 et surveillance de l'hémostase; 2020 <https://www.sfar.org/traitement-anticoagulant-pour-la-prevention-du-risque-thrombotique-chez-un-patient-hospitalise-avec-covid19-et-surveillance-de-lhemostase/>.
50. Halpern NT, Tan KS. United states resource availability for COVID-19. *Society of Critical Care Medicine*; 2020 <https://www.sccm.org/Blog/March-2020/United-States-Resource-Availability-for-COVID-19>.
51. García-Gil M, Velayos-Amo C. Hospital pharmacist experience in the intensive care unit: plan COVID. *Farm Hosp* 2020;44(7):32—5.
52. Shane P. Desselle, David P. Zgarrick, Greg Alston; Pharmacy Management: Essentials for All Practice Settings // Fourth Edition; 2016, pp. 329-347.
53. Michael Ira Smith, Albert I. Wertheimer, Jack E. Fincham; Pharmacy and the US Health Care System; Pharmaceutical Press // 4th Revised edition edition (April 15, 2013); pp. 402-426.
54. N. Sulashvili, M. Beglaryan; Pharmacist Occupational Features, Regulations Framework and Profession Enhancement Challenges of Pharmaceutics. *Caucasus Journal of Health Sciences and Public Health*; E ISSN 2449-2450; ISSN 2449-2647; The University of Georgia Publishing House. www.caucasushealth.ge; Official Journal of the University of Georgia and Iv.

Javakhishvili Tbilisi State University with Support of the Arctic University of Tromsø/Norway. Volume 4, Supplement 8, July 20-24, 2020; Pp 31-36.

55. N. Kvizhinadze, D. Tophuria, N. Intskirveli, N. Sulashvili; Study of Factors Affecting on Population's Health Improvement. Caucasus Journal of Health Sciences and Public Health; E ISSN 2449-2450; ISSN 2449-2647; The University of Georgia Publishing House. www.caucasushealth.ge; Official Journal of the University of Georgia and Iv. Javakhishvili Tbilisi State University with Support of the Arctic University of Tromsø/Norway. Volume 4, Supplement 8, July 20-24, 2020; Pp 42-45.
56. Thomas R. Brown; By Thomas R. Brown - Handbook of Institutional Pharmacy Practice // 4th (fourth) Edition; American Society of Health-System Pharmacists (December 1, 2006); pp. 65-71.
57. Characteristics of pharmacist activity, viewed by the customer's / N.Sulashvili. M. Beglaryan // International Science and Innovation Festival 2017. Conferences "Healthy Lifestyle-Scientific Evidence and Controversial issues" and "Innovation in Medicine" Tbilisi State Medical University. September 2017. Tbilisi, Georgia, p. 30-31.

კლინიკური ფარმაცევტების პროფესიის მიღწევების და პერსპექტივების

თავისებურებების სამეცნიერო საუბრები და ფარმაცევტული რეგულაციები

აპლიკაციები ფარმაცევტიკაში და ჯანდაცვის გეოალგიაში და ჯანდაცვის საკითხებში

ნოდარ სულაშვილი

ფარმაცევტულ და ფარმაკოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამეცნიერო კვლევით-უნარების ცენტრის მოწვეული ლექტორი/პროფესორი, სულხან-საბა ორბელიანის უნივერსიტეტის მედიცინის ფაკულტეტის სამედიცინო ფარმაკოლოგიის ასოცირებული პროფესორი; ალტეს უნივერსიტეტის მედიცინის საერთაშორისო სკოლის ასოცირებული პროფესორი ფარმაკოლოგიის მიმართულებით; შოთა მესხიას სახელობის ზუგდიდის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფარმაციის პროგრამის ასოცირებული პროფესორი; საქართველოს დავით აღმაშენებლის სახელობის უნივერსიტეტის მედიცინის სკოლის სამედიცინო ფარმაკოლოგიის ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს უნივერსიტეტის ჯანდაცვის მეცნიერებათა სკოლის ასოცირებული პროფესორი. თბილისი, საქართველ

E-Mail: n.sulashvili@ug.edu.ge

მარგარიტა ბეგლარიანი

ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი, ერევნის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, ფარმაცევტული მენეჯმენტის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, ერევანი, სომხეთი

E-mail: margaritavip@mail.ru

ლუიზა გაბუნია

ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, სოციალური და კლინიკური ფარმაციის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, თბილისი, საქართველო

E-mail: n.gorgaslidze@tsmu.edu

ლუიზა გაბუნია

მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამეცნიერო კვლევითი-უნარების ცენტრის დირექტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სამედიცინო ფარმაცოლოგიის კათედრის პროფესორი, თბილისი, საქართველო;
E-mail: l.gabunia@tsmu.edu

ანოტაცია. კვლევის მთავარი მიზანი იყო კლინიკური ფარმაცევტების პროფესიის მიღწევებისა და პერსპექტივების თავისებურებების ანალიზი და ფარმაცევტული რეგულაციების საკითხები ფარმაცევტიკასა და ჯანდაცვაში საქართველოში და გლობალურად. კვლევა განხორციელდა კითხვარების გამოყენებით. კვლევის შედეგების მიხედვით ავთიაქებში ფარმაცევტის პოზიციაზე მუშაობის უფლება აქვთ მხოლოდ უმაღლესი ფარმაცევტული განათლების მქონე ფარმაცევტს. ამიტომ, ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს ფარმაცევტის როლი ჯანდაცვის სისტემაში. მოწოდებულმა კვლევამ აჩვენა, რომ პაციენტების ჯანმრთელობა პირდაპირ კავშირში იყო ფარმაცევტის პროფესიულ განათლებასთან. ამიტომ ფარმაცევტს უნდა ჰქონდეს შესაბამისი უმაღლესი ფარმაცევტული განათლება, უმაღლესი პროფესიული ცოდნა ფარმაცოლოგიაში, ფარმაცევტულ ზრუნვაში, ფარმაცოთერაპიაში, კლინიკურ ფარმაციაში და სხვა პროფესიულ საგნებში. რესპონდენტთა აბსოლუტური უმრავლესობა მიიჩნევს, რომ სახელმწიფომ უნდა განახორციელოს ფარმაცევტების სერტიფიცირება. აღსანიშნავია, რომ განვითარებულ ქვეყნებში, ისევე როგორც ბევრ განვითარებად ქვეყანაში ფარმაცევტული სპეციალობა რეგულირებადი პროფესიაა, როგორც საოჯახო მედიცინა. დასავლეთის ქვეყანაში ფარმაცევტს, როგორც ოჯახის ექიმს, სჭირდება უმაღლესი ფარმაცევტული განათლება, დიპლომი და უწყვეტი ფარმაცევტული განათლება, ფარმაცევტის ლიცენზია და პერიოდული აკრედიტაცია. ევროპაში ავთიაქებში ფარმაცევტის პოზიციაზე მუშაობის უფლება აქვთ მხოლოდ უმაღლესი ფარმაცევტული განათლების მქონე ფარმაცევტს. ფარმაცევტების სასერტიფიკაციო პროგრამებში უნდა ჩაერთონ მხოლოდ ფარმაცევტები, რომლებმაც დაამთავრეს სახელმწიფოს მიერ აღიარებული და აკრედიტებული უნივერსიტეტების ფარმაცევტული ფაკულტეტები. ჯანდაცვისა და ფარმაცევტული სერვისების უზრუნველყოფაში, ფარმაცევტის უმაღლესი განათლების დონეს დიდი მნიშვნელობა აქვს. ჰოსპიტალური ფარმაცევტები არიან წამლის ექსპერტები, რომლებიც მუშაობენ მულტიდისციპლინურ სამედიცინო გუნდებში, რათა მართონ წამლების გამოყენება საავადმყოფოებში. საავადმყოფოს კლინიკური ფარმაცევტები ინტეგრირებულნი არიან სერვისებსა და განყოფილებებში და უწყვენ კლინიკურ ფარმაცევტულ მომსახურებას პაციენტებს საწოლის გვერდით. თითოეული კლინიკური ფარმაცევტი (ან გუნდი) პასუხისმგებელია პაციენტის მოვლაზე კონკრეტულ

სამედიცინო განყოფილებაში. საავადმყოფოს ფარმაცევტები აწვდიან კლინიკურ სააფთიაქო მომსახურებას პაციენტებს, რომლებიც ჰოსპიტალიზებულია საწოლთან, ისევე როგორც სხვა კლინიკურ ადგილებში, როგორცაა სასწრაფო დახმარების განყოფილებები და ამბულატორიული კლინიკები. კლინიკური ფარმაცევტების უმეტესობა მუშაობს საავადმყოფოებში, თუმცა, ჰოსპიტალური ფარმაციის პრაქტიკაში ინოვაციებმა აიძულა ფარმაცევტები იმუშაონ საზოგადოებრივი ჯანდაცვის სამსახურებში, მოხუცთა სახლებში, სარეაბილიტაციო ცენტრებში და სამედიცინო კლინიკებში.

საკვანძო სიტყვები: ფარმაცევტების პროფესია, ფარმაცევტული რეგულაციების საკითხი, ფარმაცევტიკა, ჯანდაცვა საქართველო, გლობალურად.

ლურჯი მოცვის (VACINACEAE) სხვადასხვა ჯიშის ნაყოფებში პექტინური ნივთიერებების რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა კარბაზოლის მოდიფიცირებული მეთოდით

დარეჯან ჩიკოვანი	ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეცნიერ თანამშრომელი, ბათუმი, რუსთაველის/ნინოშვილის ქ. 32/35 E-mail: darejan.chikovani@bsu.edu.ge
მერაბ არძენაძე	ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, ბათუმი, რუსთაველის/ნინოშვილის ქ. 32/35 E-mail: merab.ardzenadze@bsu.edu.ge
მერი ხახუტაიშვილი ლენა კოპლატაძე	ქიმიის დოქტორი ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის უფროსი ქიმიკოსი, ბათუმი, რუსთაველის/ნინოშვილის ქ. 32/35
ელენე ქამადაძე	ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის უფროსი ქიმიკოსი, ბათუმი, რუსთაველის/ნინოშვილის ქ. 32/35

რეცენზენტები:

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ხ. წიქარიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

ანოტაცია. სტატიაში განხილულია საქართველოში შემოტანილი ლურჯი მოცვის (Vacinaceae) სხვადასხვა ჯიშის ნაყოფებში პექტინური ნივთიერებების შემცველობის რაოდენობით განსაზღვრა კარბაზოლის მოდიფიცირებული მეთოდით. ნაჩვენებია ამ მეთოდის უპირატესობა კალცი-პექტატის მეთოდთან შედარებით. ის გამარტივებული, ზუსტი და ობიექტურია, რაც უზრუნველყოფს მცენარეულ ნედლეულში და მისგან მიღებულ პროდუქტებში პექტინური ნივთიერებების სწრაფ განსაზღვრას. განსაზღვრულია ლურჯი მოცვის სხვადასხვა ჯიშის ნაყოფების პექტინური ნივთიერებების რაოდენობრივი მაჩვენებლები, როგორც ნედლეულში, ასევე გაყინვის მეთოდით შენახულ ნაყოფებშიც. შენახვის გაყინვის მეთოდით არ იცვლება საერთო პექტინის რაოდენობრივი შემცველობა, მხოლოდ ადგილი აქვს ხსნადი პექტინის რაოდენობრივ გაზრდას 1,0-4,0 %-ით, ხოლო პროტოპექტინის შემცირებას ამდენივე პროცენტით. შენახვისას ნაყოფი ინარჩუნებს თავის პირვანდელ ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებს, რის საფუძველზეც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შენახვის გაყინვის მეთოდი უზრუნველყოფს მოცვის ნაყოფების სამომხმარებლო ღირებულებების შენარჩუნებას.

საკვანძო სიტყვები: მოცვის ნაყოფები, სამომხმარებლო ღირებულება, პექტინური ნივთიერებები.

შესავალი

მოცვის (Vaccinaceae) გვარის ყველა ველურად მზარდ და კულტივირებულ ჯიშებს გააჩნიათ მისთვის დამახასიათებელი თავისებურებები და ქიმიური შედგენილობა. ეს დამოკიდებულია მათ წარმოშობაზე, განვითარების პირობებზე, ნაყოფების სიმწიფის ხარისხზე. ყოველივე ეს განსაზღვრავს ნაყოფის კვებით ღირებულებას, გემოს და მის გამოყენებას. მოცვის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა ფრიად მრავალფეროვანი და მდიდარია. მას გააჩნია მაღალი კვებითი და დიეტური თვისებები, კენკრის ორიგინალური მომჟავო-მოტკბო გემო კიდევ უფრო ზრდის მის პოპულარობას. მოცვის შემადგენლობაში შედის ადამიანის ორგანიზმის სრულფასოვანი ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი ნივთიერებები. მაღალი ანტიოქსიდანტურობის გამო მოცვი ითვლება ანტიოქსიდანტობის უდიდეს წყაროდ ყველა ხილსა და ბოსტნეულს შორის. ეს ხილი ისევე როგორც სხვა კენკროვნები, მდიდარია ფლავანოიდებით, ტანინებით ფენოლური მჟავებით, მცენარეული ბოჭკოებით [1,2,3]. ადამიანის ორგანიზმის

მიერ პექტინის ათვისება არ ხდება, მისი მთავარი ამოცანაა ორგანიზმისათვის მავნე ნივთიერებების ევაკუაცია. მეცნიერებმა აღმოაჩინეს, რომ პექტინის ფუნქციაა ორგანიზმიდან ტოქსინების, რადიოაქტიური ნივთიერებების იზოტოპების და მარილების მოცილება, ქოლესტერინის დონის შემცირება, საჭმლის მომწელებელი პროცესის ნორმალიზება, სისხლში შაქრის დონის შემცირება და სხვ. [4,5,6].

ჩვენ ყურადღება შევაჩერეთ კვლევისათვის ლურჯი მოცვის ერთ-ერთ მთავარ შემადგენელ ნივთიერებაზე-პექტინზე. პექტინური ნივთიერებები ნახშირწყლოვანი ბუნების მქონე მაღალმოლეკულური პოლისახარიდებია, ის მცენარეული ნაყოფების პარენქიმული ქსოვილის უჯრედთა გარსების მთავარი შემადგენელი ნაწილია. განასხვავებენ პექტინური ნივთიერებების ორ ძირითად სახეობას: პროტოპექტინს და ხსნად პექტინს (ჰიდროპექტინს). პროტოპექტინი შედის შუალედური ფირფიტების შემადგენლობაში, რომლებიც ერთმანეთთან აკავშირებს მცენარეულ უჯრედებს. პროტოპექტინი წყალში უხსნადია, ჰიდროპექტინი კი წყალში ხსნადი. პროტოპექტინი წარმოადგენს პექტინისა და ცელულოზას ნაერთს, ამიტომაცაა, რომ მისი გარდაქმნის შედეგად ის იშლება შემადგენელ ნაწილებად და მიიღება ჰიდროპექტინი, მას ადვილად ითვისებს ადამიანის ორგანიზმი. მისი მთავარი ღირებულებაა ის, რომ განზავებული მჟავების ან განსაკუთრებული ფერმენტის პროტოპექტინაზას მოქმედებით (pH-3,1-3,5) და შაქრების (სახაროზას ან ჰექსოზას) თანაობისას წარმოქმნის ლაბას, კოლოიდურ ნივთიერებას, რომელსაც აქვს თერაპიული მოქმედება კუჭ-ნაწლავის დაავადებების დროს, ორგანიზმიდან გამოჰყავს ეგზო და ენდოგენური ტოქსინები, მძიმე მეტალები[7].

ხსნადი პექტინი წარმოადგენს პოლისახარიდს, რომელიც შედგება ურთიერთშეკავშირებულ გალაქტურონმჟავათა ნაშთებისაგან, რომლებიც მეთილეთერის სახითაა მასში მოცემული. თუ ხსნად პექტინზე ვიმოქმედებთ განზავებული ტუტეებით ან ფერმენტ პექტინაზით, მას ადვილად ჩამოსცილდება მეთოქსილჯგუფები. ამ დროს წარმოიქმნება მეთილსპირტი და თავისუფალი პექტინმჟავა, რომელიც წარმოადგენს პოლიგალაქტურონმჟავას[.].

სწორედ ამ პრინციპზე დაყრდნობით მოვახდინეთ პექტინური ნივთიერებების განსაზღვრა ჩვენს მიერ მოდიფიცირებული მეთოდით, რომლის საფუძვლადაც გამოვიყენეთ პექტინის რაოდენობრივი განსაზღვრის კარბაზოლის მეთოდები: (Современные методы исследования качества пищевых продуктов. Москва.1976г. 15стр.), (Laboratory Manual PROCEDURE FOR ANALYSIS OF CITRUS PRODUCTS - Sixth Edition. Manual No. 054 R 10020.000-6 Copyright 2011 by John Bean Technologies Corporation, Inc 400 Fairway Avenue, Lakeland, FL 33801

USA, 74-76p.) და Методы био-химического исследования растений. Ленинград ВО Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1987 ст.158-161 [8,9,10].

ამ მეთოდების გაცნობის, დამუშავების შედეგად მოვახდინეთ მეთოდის მოდიფიცირება. ჩვენს მიერ მოდიფიცირებული მეთოდი გაცილებით მარტივი, უფრო ზუსტი და ობიექტურია, რაც უზრუნველყოფს მცენარეულ ნედლეულში და მისგან მიღებულ პროდუქტებში პექტინური ნივთიერებების სწრაფ განსაზღვრას. მისი ჩატარების ხანგრძლივობა არ აღემატება 1-2 სთ, ერთდროულად შესაძლებელია რამოდენიმე ანალიზის ჩატარება და შედეგების მიღება, მაშინ როცა კალციპექტატის კლასიკური მეთოდით შედეგების მიღებას 3 დღე სჭირდება.

ძირითადი ნაწილი

ანალიზისათვის საჭირო რეაქტივები:

კარბაზოლი-0,1% ეთილის სპირტში (96%)

კონც.გოგირდმჟავა ($\rho = 1,84$)

1N NaOH

გალაქტურონის მჟავა -საკალიბრო მრუდის ასაგებად.

მეთოდის არსი: განსაზღვრა დაფუძნებულია პექტინების მჟავური ჰიდროლიზის პროდუქტების კარბაზოლთან ურთიერთქმედებაზე, რომლის დროსაც წარმოქმნილი ფერადი (მოწითალო-მოვარდისფერო) პროდუქტები ისაზღვრება სპექტროფოტომეტრზე 525 ნმ.

აგებულ იქნა საკალიბრო გრაფიკი გალაქტურონის მჟავას ასეთი კონცენტრაციით: ხსნარის ყოველ 0,5 სმ³ უნდა შეიცავდეს 4-დან-50 მკგ გალაქტურონის მჟავას. ამ საზღვრებში ხსნარების შეფერვის ინტენსივობა პირდაპირ პროპორციულია გალაქტურონის მჟავას კონცენტრაციის.

ანალიზის მსვლელობა:

მოცვის ნაყოფის საშუალო ნიმუშიდან ვიღებთ 1 გ წონაკს, შაქრების მოსაცილებლად ნიმუშს ვამუშავებთ 50მლ ცხელი 96% ეთილის სპირტით, ვაყოვნებთ 85°C 10-15 წთ, შემდეგ ვახდენდით ცენტრიფუგირებას, 15 წთ 20000 ბრუნით, ვფილტრავთ, დარჩენილ მასას ვუტარებთ მეორე ექსტრაქციას 63% ეთილის სპირტით, ვაყოვნებთ 85°C 10-15 წთ და ისევ ვახდენთ ცენტრიფუგირებას. ხსნადი პექტინის განსაზღვრისათვის ვიყენებთ სინჯარებში დარჩენილ ნალექს, რომელსაც ვამუშავებთ ცხელი გამოხდილი წყლით ორჯერადი ექსტრაქციით და შემდგომი ცენტრიფუგირებით. ვფილტრავთ 100 მლ მზომ კოლბაში, ვამატებთ 5 მლ 1N NaOH-

ის ხსნარს მეთოქსილირებისათვის, კარგად ვანჯღრევთ და ვაყოვნებთ 15 წთ. ვავსებთ ნიშან-ხაზამდე და ვფილტრავთ.

ფილტრზე დარჩენილ მასას ვაბრუნებთ სინჯარებში, ვამატებთ ცხელ 50 მლ 1/30N HCL ხსნარს, ვახდენთ მის ექსტრაქციას, ვაყოვნებთ 85°C 10-15 წთ, შემდეგ ვაცენტრიფუგირებთ 15 წთ 20000 ბრუნით, ვფილტრავთ 100 მლ მზომ კოლბაში და ვამატებთ 5 მლ 1N NaOH-ის ხსნარს მეთოქსილირებისათვის, კარგად ვანჯღრევთ, ვაყოვნებთ 15 წთ, ვავსებთ ნიშან-ხაზამდე და ვფილტრავთ. პირველი ფილტრატში ხსნადი პექტინია, მეორეში-პროტოპექტინი (უხსნადი). ორივე ფილტრატიდან საანალიზოდ ვიღებთ 0,5 მლ ფილტრატს, ვასხამთ მინის 10 მლ სინჯარებში, რომელიც მოთავსებულია ყინულოვან აბაზანაში, ვამატებთ 0,2მლ კარბაზოლის 0,2% ხსნარს და წვეთობით ვამატებთ 3 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას. შემდეგ სინჯარებს ვადუღებთ წყლიან აბაზანაში 10 წთ განმავლობაში. მიიღება სხვადასხვა ინტენსივობის მოწითალო-მოვარდისფერო შეფერილობა. გაცივების შემდეგ მათ ოპტიკურ სიმკვრივეს ვზომავთ სპექტროფოტომეტრზე 525 ნმ-ზე. საკონტროლო ნიმუშია გამოხდილი წყალი, რომელსაც ემატება კარბაზოლიც და კონც. გოგირდმჟავაც.

ანგარიშს ვაწარმოებდით საკალიბრო მრუდით, აგებულს გალაქტურონის მჟავას ასეთი კონცენტრაციით: ხსნარის ყოველ 0,5 სმ³ უნდა შეიცავდეს 4-50 მკგ გალაქტურონის მჟავას. ამ საზღვრებში ხსნარების შეფერვის ინტენსივობა პირდაპირპროპორციულია გალაქტურონის მჟავას კონცენტრაციის.

ჰიდროპექტინის ან პროტოპექტინის %-ულ შემცველობას ნედლ მასაში ვანგარიშობთ ფორმულით:

$$X = a \cdot V_1 \cdot 100 / m \cdot V \cdot 1000 \text{ 000, სადაც:}$$

a-გალაქტურონის მჟავას შემცველობა ნიმუშში, საკალიბრო მრუდის მიხედვით, მკგ

V₁-ექსტრაქტის მოცულობა, მლ

V-ფილტრატის მოცულობა, აღებული კარბაზოლთან რეაქციისათვის, მლ

m-წონაკის მასა, გ

100- %-ზე გადასანგარიშებელი კოეფიციენტი

1000 000- გ-ში გადასაყვანი კოეფიციენტი

პექტინის რაოდენობრივი შემცველობა % მოცვის სხვადასხვა ჯიშებში (ნედლში და გაყინვის შემდეგ)

№	დასახელება	ნედლი ნაყოფის მშნ გამომ. %	ნედლი ნაყოფის პექტინი %			პექტინი%- მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით			გაყინვის შემდეგ ნაყოფის მშნ %	პექტინი%- ნაყოფის გაყინვის შემდეგ			პექტინი% - ნაყოფის გაყინვის შემდეგ მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით		
			ჰიდრო პექტინი	პროტო პექტინი	საერთო	ჰიდრო პექტინი	პროტო პექტინი	საერთო		ჰიდრო ექტინი	პროტო პექტინი	საერთო	ჰიდრო ექტინი	პროტო ექტინი	საერთო
			4	5	6	7	8	9		11	12	13	14	15	16
1	ჩენდლერი	10,8	0,101	0,250	0,351	0,935	2,315	3,25	10,0	0,095	0,230	0,325	0,950	2,3	3,250
2	სპარტანი	11,8	0,137	0,200	0,337	1,160	1,690	2,850	11,79	0,141	0,197	0,338	1,190	1,670	2,860
3	მისტი	10,0	0,213	0,529	0,742	2,130	5,290	7,420	11,69	0,252	0,615	0,867	2,160	5,260	7,420
4	ბლუკროპი	10,79	0,306	0,445	0,750	2,840	4,124	6,960	17,33	0,488	0,709	1,197	2,820	4,090	6,920
5	ბლუგოლდი	16,0	0,390	0,503	0,893	2,440	3,140	5,580	10,36	0,255	0,323	0,578	2,460	3,120	5,580
6	ბერკლი	11,66	0,460	0,535	0,995	3,950	4,590	8,540	12,08	0,482	0,550	1,030	3,990	4,550	8,530
7	ელისაბედი	13,8	0,200	0,380	0,580	1,450	2,750	4,200	9,4	0,140	0,255	0,395	1,490	2,710	4,200
8	ბლუკროპი ნარუჯა	13,4	0,184	0,351	0,535	1,370	2,620	3,990	11,03	0,150	0,288	0,325	1,380	2,600	3,980
9	ბლუგოლდი ნარუჯა	12,1	0,216	0,384	0,600	1,740	3,170	4,910	10,93	0,197	0,342	0,539	1,800	3,120	4,920
10	ტორი	14,67	0,103	0,325	0,428	0,700	2,220	2,920	15,46	0,110	0,340	0,451	0,710	2,200	2,910
11	ერლიბლუ	14,0	0,083	0,255	0,338	0,590	1,820	2,410	17,05	0,100	0,311	0,411	0,590	1,820	2,410
12	ლეგასი	12,1	0,052	0,300	0,352	0,430	2,480	2,910	11,86	0,055	0,290	0,345	0,460	2,450	2,910
13	დიუკი	14,44	0,072	0,336	0,408	0,500	2,330	2,830	12,98	0,070	0,297	0,367	0,540	2,290	2,830
14	რეკა	8,4	0,075	0,292	0,367	0,890	3,476	4,369	9,55	0,080	0,265	0,364	0,900	3,500	4,400
15	№3 აგროსერვისი	13,2	0,161	0,399	0,560	1,220	3,023	4,243	14,56	0,182	0,435	0,617	1,250	2,990	4,240
16	ბრიჯიტრეი	12,27	0,174	0,323	0,497	1,418	2,632	4,050	10,97	0,159	0,285	0,444	1,450	2,600	4,050
17	სან-რაისი	14,2	0,157	0,263	0,420	1,287	2,156	3,443	13,58	0,180	0,287	0,467	1,330	2,110	3,440
18	ბლურეი	14,67	0,296	0,339	0,635	2,210	2,410	4,620	12,61	0,275	0,308	0,583	2,220	2,420	4,640
19	ო ნეილი	15,66	0,209	0,417	0,626	1,335	2,663	3,998	11,18	0,155	0,293	0,447	1,390	2,620	4,010

კვლევისათვის საანალიზოდ აღებული იყო საქართველოში შემოტანილი ლურჯი მოცვის სხვადასხვა ჯიშის ნაყოფები. განისაზღვრა ხსნადი პექტინის და პროტოპექტინის რაოდენობრივი მაჩვენებლები. ნედლ ნაყოფებში პექტინური ნივთიერებების განსაზღვრის შემდეგ მოხდა ნაყოფების შენახვა მაცივარში -20°C ტემპერატურაზე, სადაც ინახებოდა 8 თვის განმავლობაში. ჩატარდა განმეორებითი ანალიზები პექტინის რაოდენობრივ შემცველობაზე, გაყინული ნაყოფები ანალიზის ჩატარებამდე მიგვყავდა ჰაერ-მშრალ მდგომარეობამდე და ისე ვიღებდით საანალიზო ნიმუშებს.

ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილი №1:

დასკვნა:

დასკვნის სახით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ შენახვის გაყინვის მეთოდით არ იცვლება საერთო პექტინის რაოდენობრივი შემცველობა, მხოლოდ ადგილი აქვს ხსნადი პექტინის რაოდენობრივ გაზრდას 1,0-4,0 %-ით, ხოლო პროტოპექტინის შემცირებას ამდენივე

პროცენტით. შენახვისას ნაყოფი ინარჩუნებს თავის პირვანდელ ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებს, რის საფუძველზეც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შენახვის გაყინვის მეთოდი უზრუნველყოფს მოცვის ნაყოფების სამომხმარებლო ღირებულებების შენარჩუნებას.

ლიტერატურა:

1. Prior, R. L. (1998). Antioxidant capacity and health benefits of fruits and vegetables: blueberries, the leader of the pack. In Proceedings of the 32nd Annual Open House North Carolina Blueberry Council (pp. 3-12). Portland: uS Highbush Blueberry Council. Retrieved from <http://www.blueberry.org/antioxidants.htm>
2. V. De Laurentiis, S. Corrado, S. Sala, Quantifying household waste of fresh fruit and vegetables in the EU, Waste Manag. 77 (2018) 238–251, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.001>.
3. B. Baby, P. Antony, R. Vijayan, Antioxidant and anticancer properties of berries, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 58 (2018) 2491–2507, <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1329198>
4. A. Hjartåker, M.D. Knudsen, S. Tretli, E. Weiderpass, Consumption of berries, fruits and vegetables and mortality among 10,000 Norwegian men followed for four decades, Eur. J. Nutr. 54 (2015) 599–608, <https://doi.org/10.1007/s00394-014-0741-9>
5. H. Yang, T. Tian, D. Wu, D. Guo, J. Lu, Prevention and treatment effects of edible berries for three deadly diseases: cardiovascular disease, cancer and diabetes, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 59 (2019) 1903–1912, <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1432562>.
6. World Health Organization (WHO), Biblioteca electronica ' de documentacion ' cientifica sobre medidas nutricionales (eLENA). https://www.who.int/elena/titles/fruit_vegetables_ncds/es/, 2019 (última actualización ' 20 de diciembre de 2019).
7. R.A. Baker, Reassessment of some fruit and vegetable pectin levels, J. Food Sci. 62 (1997) 225–229, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb03973.x>.
8. Современные методы исследования качества пищевых продуктов. Москва.1976г. 15ст
9. Laboratory Manual PROCEDURE FOR ANALYSIS OF CITRUS PRODUCTS - Sixth Edition. Manual No. 054 R 10020.000-6 Copyright 2011 by John Bean Technologies Corporation, Inc 400 Fairway Avenue, Lakeland, FL 33801 USA, 74-76p.
10. Методы био-химического исследования растений. Ленинград ВО Агропромиздат, Ленинградское отделение,1987 ст.158-161

In the fruits of different varieties of blueberries (Vacinaceae) Quantitative content of pectin substances Determination of indicators of carbazole modified method

darejan Chikovani	Scientific employee of Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Rustaveli/Ninoshvili st. 32/35 E-mail: darejan.chikovani@bsu.edu.ge
Merab Ardzenadze	Chief Researcher of Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Rustaveli/Ninoshvili st. 32/35 E-mail: merab.ardzenadze@bsu.edu.ge
Meri KhakhutaiShvili	Doctor of Chemistry
Lena Koplatadze	Senior Chemist of Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Rustaveli/Ninoshvili st. 32/35

Abstract. The article considers the quantitative determination of the content of pectin substances in the fruits of different varieties of blueberries (*Vacinaceae*), imported to Georgia, by a modified carbazole method. The advantage of this method in comparison with calcium-pectate method is shown. It is simplified, accurate and objective, which ensures the rapid determination of pectin substances in plant materials and products derived from it. Quantitative indicators of pectin substances of fruits of different varieties of blueberries were determined, both in raw fruits and in fruits stored by freezing. The freezing method of storage does not change the quantitative content of total pectin, only soluble pectin increases by 1.0-4.0% and protopectin decreases by the same amount. During storage, the fruits retain their original organoleptic characteristics, on the basis of which it can be concluded that the freezing method of storage ensures the preservation of consumer qualities of blueberries.

Keywords: blueberry fruits, consumer value, pectin substances.

არყის ხის კვირტები კოსმეტიკური საშუალებების შემადგენლობაში

- ხათუნა მიშელაშვილი** ასისტენტ პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: kh.mishelashvili@gtu.ge
- ნანა შაშიაშვილი** ასოცირებული პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: nshashiashvili13@gmail.com
- ქეთევან ბაციკაძე** პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: k.batsikadze@gtu.ge
- სალომე ღვინჯილია** ქიმიის აკადემიური დოქტორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69,
E-mail: salomegvinjilia90@gmail.com

რეცენზენტები:

ნ. გელოვანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ხ. წიქარიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ფარმაციის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: kh.tsikarishvili@gtu.ge

ანოტაცია. ნატურალურ და ორგანულ კოსმეტიკაში ერთ-ერთ პოპულარულ და ფართოდ გამოყენებულ მცენარეთა რიცხვს მიეკუთვნება არყის ხე. ის მრავალი წელია გამოიყენება როგორც ეფექტური სამკურნალო საშუალება კანის სხვადასხვა დაავადებების დროს. არყის ხის ექსტრაქტის საკვანძო აქტიური კომპონენტი - ბეტულინი განაპირობებს კოსმეტიკური საშუალების ინგრედიენტის უმეტეს სასარგებლო თვისებებს.

მოცემულ კვლევაში ქიმიურ-ანალიტიკური, ტექნოლოგიური და ბიოფარმაცევტული კვლევების საფუძველზე პირველადაა შემუშავებული საქართველოში მოზარდი მეჭეჭიანი არყის (*Betula pendulae* Roth.) ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების და საქართველოს ფლორის შემცველი კოსმეტიკური საშუალების რეცეპტურა და დამზადების ტექნოლოგია.

მიღებულ იქნა არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტი, რომელიც გამოყენებული იყო როგორც ბიოლოგიურად აქტიური კომპოზიცია კოსმეტიკური საშუალებების დასამზადებლად. გათვალისწინებული იყო, რომ არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტი კოსმეტიკოლოგიურ პროდუქციაში გამოიყენება როგორც შემკვრელი, მასტიმულირებელი, დამარბილებელი, დამამშვიდებელი და მადეზინფიცირებელი საშუალება. ის ხელს უწყობს კანის მჟავა-ტუტოვანი ბალანსის შენარჩუნებას, აუმჯობესებს სისხლის მიმოქცევას და სახის კანის ფერს. იდეალური კომპონენტია მგრძნობიარე და პრობლემური კანის მოვლის საშუალებებისთვის.

შემუშავებულ იქნა სახის კრემის რეცეპტურა არყის ხის კვირტების შემცველობით. შეირჩა არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტის ოპტიმალური დოზები. შემუშავებული კრემები შემოწმებულ იქნა ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით.

საკვანძო სიტყვები: არყის ხე, კანის მოვლა, პარფიუმერულ-კოსმეტიკური მრეწველობა, კოსმეტიკური საშუალებები, მინერალური ნედლეული, სამკურნალო მცენარეები, არყის ხის კვირტები, მშრალი ექსტრაქტი, კოსმეტიკური კრემი.

შესავალი

კანს ადამიანის ცხოვრებაში მნიშვნელოვანი ფუნქცია აკისრია. ის იცავს კუნთებს და შინაგან ორგანოებს დაზიანებისაგან. ჯანმრთელი კანი ასევე საიმედოდ იცავს ორგანიზმს მიკრობების შეღწევისაგან. კანზე მუდმივად მოქმედებს გარე ფაქტორები. ამინდის პირობები, ანთროპოგენული დატვირთვის ფაქტორი, სხვადასხვა სახის დაბინძურება ასევე შეიძლება გახდეს კანის სხვადასხვა პრობლემის მიზეზი. აქედან გამომდინარე, კანის მოვლა ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პროცესია თითოეული ადამიანის ცხოვრებაში. აღნიშნული წარმოადგენს პროცედურათა კომპლექსს, რომელიც მიმართულია კანის მდგომარეობის შენარჩუნებისა და გაჯანსაღებისთვის. კანი მოვლას საჭიროებს ადამიანის ცხოვრების სხვადასხვა ეტაპზე. ეს შეიძლება ვარიერებდეს საპნის და კრემის გამოყენებიდან შედარებით უფრო მნიშვნელოვან პროცედურებამდე, როგორცაა მაგალითად ნაადრევი დაბერების საწინააღმდეგო თერაპია. ყველაზე პოპულარული და ეფექტური კანის მოვლის საშუალებები, რომელიც იძლევა მაქსიმალურ დადებით ეფექტს, მოიცავს წმენდას, აქერცვლას, დატენიანებას და მზისგან დამცავ კრემებს. ჯანმრთელი კანისთვის, კანის ტიპის მიუხედავად, აუცილებლობას წარმოადგენს კანის კვება და დატენიანება. ერთადერთ გამონაკლისს წარმოადგენს აკნე. კანის მოვლის პროცესში პირველ და ყველაზე მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს კოსმეტიკური საშუალებების გამოყენება, რომელიც შემუშავებულია კონკრეტული კანის ტიპისთვის.

უკანასკნელ წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა მოთხოვნილება ნატურალური კომპონენტების შემცველობის მქონე კოსმეტიკურ პროდუქტებზე. ამასთანავე კოსმეტიკურ პროდუქციას უნდა ჰქონდეს არამარტო მომენტალური ეფექტი (დარბილება, დატენიანება, გარკვეული ფერის, ტონის მინიჭება, კანის ნაკლოვანებების შენიღბვა დეკორატიული კოსმეტიკის შემთხვევაში), არამედ ასევე უნდა იყოს მიზიდველი გარეგნული სახის და შეიცავდეს შემადგენლობაში ნივთიერებებს სხვადასხვა ფუნქციონალური თვისებებით (ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ნაოჭების შემცირება, კოლაგენის სინთეზის სტიმულაცია და სხვ.).

ნატურალურ და ორგანულ კოსმეტიკაში ერთ-ერთ პოპულარულ და ფართოდ გამოყენებულ მცენარეთა რიცხვს მიეკუთვნება არყის ხე. არყის ხე - ფოთლები, კვირტები, ქერქი და

წვენი, ცნობილია როგორც ფიტოთერაპიული საშუალებები, რომელიც ამჟამად გამოიყენება დერმატოლოგიაში. ის მრავალი წელია გამოიყენება როგორც ეფექტური სამკურნალო საშუალება კანის სხვადასხვა დაავადებების დროს. ზოგიერთი სახეობის არყის ხემ ფართო გამოყენება ჰპოვა ჰიგიენური და კოსმეტიკური საშუალებების წარმოებაში.

არყის ხის ექსტრაქტის საკვანძო აქტიური კომპონენტი - ბეტულინი - განაპირობებს აღნიშნული კოსმეტიკური ინგრედიენტის უმეტეს სასარგებლო თვისებებს. ამჟამად იწყებენ ბეტულინის როგორც დამოუკიდებელი კოსმეტიკური ინგრედიენტის სახით გამოყენებას. შემდეგი ყველაზე მნიშვნელოვანი ფიტონაერთი, რომელიც განაპირობებს არყის ხის ექსტრაქტის ეფექტურობას არის ლუპეოლი და ბეტულინის მჟავა. სწორედ მათი არსებობის გამოა ცნობილი არყის ხის ექსტრაქტი შემახორცებელი და კანის გამწმენდი თვისებებით. აღნიშნული ექსტრაქტი ამასთანავე ატონიზირებს და აწყნარებს კანს, ავლენს გამოხატულ ანთებისსაწინააღმდეგო ეფექტს. ასევე ხშირია ამ ინგრედიენტის როლი კოსმეტიკის შემადგენლობაში როგორც შემკვრელი საშუალების.

ძირითადი ნაწილი

სახის კოსმეტიკური კრემები არის კოსმეტიკური საშუალებები, რომლებსაც იყენებენ სახის კანის მოვლის მიზნით გასაწმენდად, მკვებავად, დასაცავად, კანის ჯანმრთელი მდგომარეობის შენარჩუნებისთვის, დაბერების პროცესის შენელებისთვის, მავნე გარემო ფაქტორებზე კანის წინააღმდეგობის გაწევის გაზრდისთვის. კრემის ფუძე კოსმეტიკური რეცეპტურის ის ნაწილია, რომელსაც არ აქვს ბიოლოგიური აქტივობა, მაგრამ მიუხედავად ამისა, სრულად განსაზღვრავს კრემის გარეგნულ სახეს და თვისებებს. მასზეა დამოკიდებული, თუ როგორი შეხედულება ექნება კრემს (თეთრი და ჰაეროვანი ან მოყვითალო და ცხიმოვანი), კარგად შეიწოვება თუ არა, კრემის გამოყენების შემდეგ როგორ შეიცვლება კანის გარეგნული სახე და ა.შ. სწორედ ფუძე იძლევა შეგრძნებების ყველა იმ გამას, რომელიც წარმოიქმნება კრემის სახესთან შეხების შემთხვევაში. ერთ-ერთ აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს სწორედ ფუძის რეცეპტურის შემუშავება.

შემუშავებული იყო სახის კრემის ფუძის რეცეპტურის ხუთი ვარიანტი, რომელთა ვარგისიანობა შემოწმდა ორგანოლექტიკური თვისებებით, კოლოიდური და თერმოსტაბილურობით. მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, არსებულ მოთხოვნებს აკმაყოფილებდა სახის კრემის ფუძის ორი ვარიანტი.

სახის კრემის რეცეპტურის შემუშავება

ინგრედიენტების დასახელება	სინჯი №			
	კონტროლი	1	2	3
	ინგრედიენტების კონცენტრაცია, %			
კოსმეტიკური სტეარინი	5,0	5,0	5,0	5,0
გლიცერინის მონოსტეარატი	4,0	4,0	4,0	4,0
ემულსიური ცვილი:პოლისორბატი 80 1:1	6,0	6,0	6,0	6,0
ხოსტოცერინი DGO	1,8	1,8	1,8	1,8
ზეითუნის ზეთი	6,0	6,0	6,0	6,0
გლიცერინი	3,0	3,0	3,0	3,0
კაკაოს ზეთი	5,0	5,0	5,0	5,0
შიის კარაქი	2,0	2,0	2,0	2,0
ყურძნის წიპწის ზეთი	5,0	5,0	5,0	5,0
კალიუმის სორბატი და სორბინის მჟავა(1:1)	0,5	0,5	0,5	0,5
არომატიზატორი	0,2	0,2	0,2	0,2
ვიტამინი E	0,5	0,5	0,5	0,5
არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტი		0,08	0,1	0,12
დისტილირებული წყალი	100%-მდე			

არყის ხის კვირტების ექსტრაქტი კოსმეტოლოგიურ პროდუქციაში გამოიყენება როგორც შემკვრელი, მასტიმულირებელი, დამარბილებელი, დამამშვიდებელი და მადეზინფიცირებელი საშუალება. ხელს უწყობს კანის მჟავა-ტუტოვანი ბალანსის შენარჩუნებას, აუმჯობესებს სისხლის მიმოქცევას და სახის კანის ფერს. იდეალური საშუალებაა მგრძობიარე და პრობლემური კანის და თმის მოვლის საშუალებებში. კოსმეტოლოგიურ საშუალებებში შეიყვანება 0,01-დან 2%-მდე. არყის ხის კვირტების ექსტრაქტის აქტიური კომპონენტია ბეტულინი. არყის ხის კვირტების ექსტრაქტი ასევე შეიცავს დიდი რაოდენობით ვიტამინებს B₁, B₂, A, C და E, რომლებიც წარმოადგენს ანტიოქსიდანტებს. ექსტრაქტი საუკეთესოდ ატენიანებს კანს, მოქმედებს როგორც ანტისეპტიკი და შეუძლია მოქმედება კანის ფერზე. ნაჩვენებია კანზე პიგმენტური ლაქებისთვის, რადგან შემადგენლობაში შეიცავს აზელაინს და კოიევს მჟავას. აღნიშნული სასარგებლო თვისებების გამო მიზანშეწონილად ჩაითვალა არყის ხის კვირტების გამოყენება კოსმეტიკურ საშუალებაში, კერძოდ, კი სახის დამატენიანებელი კრემის შემადგენლობაში.

კრემში არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტის გამოყენებამდე შესწავლილ იქნა მიღებული მშრალი ექსტრაქტის ხსნადობა გლიცერინში. მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტი კარგად იხსნება გლიცერინში. სახის კრემის

რეცეპტურის შემუშავებისას გამოყენებულ იქნა სამივე ნიმუში (0.08%, 0.1%, 0.12%) ლიტერატურული მონაცემებიდან აღებული დასაშვები პროცენტული ზღვარის ფარგლებში. კოსმეტოლოგიურ საშუალებებში არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტის დასაშვები ზღვარია (0.01-2%).

კრემის ნიმუშს, რომელსაც დამატებული აქვს 0,08% და 0,1% არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტი, აქვს საკონტროლო ნიმუშის მსგავსი სენსორული თვისებები (კონსისტენცია, გადანაწილება, შეწოვა, სიბლანტე, სიგლუვე, კანზე სასიამოვნო შეგრძნება). რეცეპტურაში ექსტრაქტის კონცენტრაციის ზრდისას, უმჯობესდება შეგრძნებები კრემის გამოყენების შემდეგ, თუმცა, წასმის მომენტში აღინიშნება მაღალი წებოვნება საკონტროლო ნიმუშთან შედარებით, ფერი კი იძენს არასასურველ მუქ შეფერილობას (ცხრილი 1).

შემუშავებული კრემები შემოწმებულ იქნა ორგანოლექტიკური, ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით: კოლოიდური სტაბილურობა, თერმოსტაბილურობა, pH.

დასკვნა

შემუშავებულ იქნა კოსმეტიკური კრემის რეცეპტურა და მიღების ტექნოლოგია საქართველოში მოზარდი არყის ხის ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტების გამოყენებით. კვლევის მიზნის მისაღწევად შესრულდა დასახული ამოცანები-სამკურნალო საშუალებებისა და კოსმეტიკური პროდუქციის მისაღებად არყის ხის ნედლეულის გამოყენების ანალიზი; არსებული სამკურნალო და კოსმეტიკური საშუალებების, მათი ასორტიმენტის, რეცეპტურების მიმოხილვა; მეთოდოლოგიური მიდგომა კოსმეტიკური პროდუქციის შემუშავებისადმი არყის ხის კვირტების მშრალი ექსტრაქტის გამოყენებით; წარმოების ტექნოლოგიური სქემის შემუშავება; შემუშავებული კოსმეტიკური საშუალებების ვარგისიანობის ვადების განსაზღვრა.

ლიტერატურა

1. Golden R.A (2005). Review of the endocrine activity of parabens and implications for potential risks to human health. *Critical Reviews in Toxicology*, 35 (5), p. 435-458
2. Sutton S., Jimenez L. A (2012). Review of Reported Recalls Involving Microbiological Control 2004-2011 with Emphasis on FDA Considerations of "Objectionable Organisms". *American Pharmaceutical Review*, 15 (1), p.42-57
3. Kutsik, R. V. (2001). Warty birch (drooping birch) *Betula verrucosa* Ehrh. (*Betula pendula* Roth.) (Analytical review)/R. V. Kutsik, B. M. Zuzuk/Pharmacist. - (in Russian) - No. 10. - p.34 - 41
4. Bondakova M.V. (2014). DEVELOPMENT OF FORMULA AND TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF COSMETIC PRODUCTS WITH THE USE OF GRAPE EXTRACT. (In Russian)

5. R.A.MUZYCHKINA, D.YU.KORULKIN, ZH.A.ABILOV (2004). QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE MAIN GROUPS OF BAS IN MEDICINAL PLANT RAW MATERIALS AND PHYTOPHERAPICS. Almaty, "Kazakh University", p.288. (In Russian)
6. Sami Alakurtti, Taru Mäkelä, Salme Koskimies, Jari Yli-Kauhaluoma (2006). Pharmacological properties of the ubiquitous natural product betulin. Eur J Pharm Sci, Sep.29(1):1-13.
7. Perumal Yogeewari and Dharmarajan Sriram (2005). Betulinic Acid and Its Derivatives: A Review on their Biological Properties, Volume 12, Issue 6, p.657-666.

The birch buds in composition of cosmetic products

Khatuna Mishelashvili	Assistant professor. Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 69, M. Kostava str. E-mail: kh.mishelashvili@gtu.ge
Nana Shashiashvili	Associate Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 69, M. Kostava str. E-mail: nshashiashvili13@gmail.com
Ketevan Batsikadze	Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 69, M. Kostava str. E-mail: k.batsikadze@gtu.ge
Salome Gvinjilia	Academic Doctor of Chemistry, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 69, M. Kostava str. E-mail: salomegvinjilia90@gmail.com

Abstract: Birch is one of the most popular and widely used plants in natural and organic cosmetics. Birch tree has been used for many years as an effective remedy for various skin diseases. The key active ingredient in birch tree extract - Betulin - provides the most beneficial properties of the cosmetic ingredient.

In the present study, based on chemical-analytical, technological and biopharmaceutical studies, for the first time was developed a formulation and manufacturing technology for cosmetic products containing biologically active substances of *Betula Pendulae* Roth growing in Georgia and Georgian flora.

Qualitative analysis methods have established the presence of essential oils, flavonoids in the buds of birch trees. The mass fraction of biologically active substances was determined by the method of quantification of the extract. A dry extract of birch buds was made, which was used as a biologically

active composition in cosmetics. A recipe for a face cream base was developed, the suitability of which was tested for organoleptic properties, colloidal and thermostability.

In developing a formulation and manufacturing technology of the face cream, it was considered that the dry extract of birch buds is used in cosmetic products as a binder, stimulant, emollient, soothing and disinfectant. It helps maintain the skin's acid-base balance, improves blood circulation and complexion. Is an ideal remedy for sensitive and problematic skin care products.

A recipe for a face cream containing birch tree buds has been developed. Optimal doses of dry extract of birch tree buds were selected. The developed creams were tested for organoleptic and physico-chemical parameters.

Keywords: Birch tree, skin care, perfumery and cosmetic industry, cosmetics, mineral raw materials, medicinal plants, birch tree buds, dry extract, cosmetic cream.

პირის ღრუს სამკურნალო-პროფილაქტიკური ელექსირი ფიტოკომპლექსების გამოყენებით

- | | |
|---------------------------|--|
| მარიამ ნიშნიანიძე | ასისტენტ პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: kh.mishelashvili@gtu.ge |
| ხათუნა მიშელაშვილი | ასისტენტ პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: nshashiashvili13@gmail.com |
| ხათუნა წიქარიშვილი | ასოცირებული პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: k.batsikadze@gtu.ge |
| სალომე ღვინჯილია | ქიმიის აკადემიური დოქტორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69,
E-mail: salomegvinjilia90@gmail.com |

რეცენზენტები:

ნ. გელოვანი, პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69.

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

დ. დულუნიშვილი, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი,

E-mail: darejan-g@hotmail.com

ანოტაცია ფიტოკომპლექსების რეალური შესაძლებლობები უკიდურესად მაღალია, ვინაიდან ამა თუ იმ მცენარეს სამკურნალო თვისებების ფართო დიაპაზონი აქვს: ანთების საწინააღმდეგო, ტკივილგამაყუჩებელი, ანტიმიკოზური, ბაქტერიოსტატიკური, იმუნიტეტის გამაძლიერებელი და მასტიმულირებელი. მათი გამოყენება საშუალებას იძლევა, მნიშვნელოვნად შემცირდეს რეცივიდის ალბათობა, ზოგჯერ კი მრავალწლიან რემისიასაც უზრუნველყოფს. სამკურნალო დანიშნულების სხვადასხვა სტომატოლოგიურ საშუალებებში გამოიყენება მრავალი მცენარის ექსტრაქტი და ნაყენი.

საკვანძო სიტყვები. ფიტოკომპლექსები, სამკურნალო მცენარეები, ელექსირები.

შესავალი

სამკურნალო მცენარეების ანტიუპტიკური, ანთების საწინააღმდეგო, სისხლდენის შემაჩერებელი, ტკივილგამაყუჩებელი, ბაქტერიოსტატიკური მოქმედება განაპირობებს სამკურნალო საშუალებების დადებით სამკურნალო შესაძლებლობას. მსოფლიოში მზარდი მოთხოვნა შეინიშნება ბუნებრივი წარმოშობის სამკურნალო-პროფილაქტიკური საშუალებების წარმოებაზე. მცენარეული წარმოშობის ნედლეულით დამზადებული სამკურნალო-პროფილაქტიკური საშუალებების მთავარ ღირსებას წარმოადგენს, მცენარეში შემავალი სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება, მისი ხელმისაწვდომობა, მოხმარებისა და გამოყენების სიმარტივე, არაალერგიულობა, დაბალი ფასი.

ძირითადი ნაწილი

ელექსირები წარმოადგენენ სპირტზე დამზადებულ მცენარეული ექსტრაქტების ხსნარებს. სპირტს ამავდროულად კონსერვანტის როლიც აკისრია. ეთანოლს ახასიათებს ლორწოვანი გარსის გამოშრობა. ამიტომ მისი გამოყენებისას საჭიროა სიფრთხილე. როგორც წესი

ხმარებისას აზავებენ წყლით. ნედლეულის შერჩევისას, წინასწარ განვსაზღვრეთ, მყარი სამეცნიერო მტკიცებულებების საფუძველზე, ისეთი შემადგენლობა, რომ კბილის ელექსირს ჰქონოდა მაქსიმალურად დადებითი პროფილაქტიკური აქტივობა. შესაბამისად გამაჯანსაღებელი შედეგი.

მუხის ქერქი (Cortex Quercus) ოჯ. წიფლისებრნი (Fagaceae). მუხის ქერქში ნაპოვნია 20%-მდე მთრიმლავი ნივთიერება, ფლავონოიდები, გალის და ელაგის მჟავები, პენტაზონი (13-14%), პექტინი (6%), შაქარი, ლორწო, სახამებელი, ცილოვანი ნივთიერებები, ქვერცეტინი, ლევულინი, ფლობაფენი. ახასიათებს შემკვრელი, ანთებისაწინააღმდეგო თვისებები. მთრიმლავ ნივთიერებებს უნარი აქვს გაამკვრივოს ქსოვილის მემბრანა.

ცხრილი 1.

რეცეპტურები

		რეცეპტურა №1	რეცეპტურა №2
1	ეთილის სპირტი 95%	30,0	20,0
2	გლიცერინი	10,0	15,0
3	მუხის ქერქი	3,0	5,0
4	ბროწეულის ქერქი	3,0	5,0
5	თუთუბო	2,0	5,0
6	ეკალიპტი	2,0	3,0
7	გვირილა	2,0	5,0
8	პიტნის ეთერზეთი	1,0	1,0
9	ციტრუსის ეთერზეთი	1,0	1,0
10	პროპილპარაბენი	0,3	0,3
11	მეთილპარაბენი	2,0	2,0
12	მინერალური წყალი	100% მდე	100%მდე

გვირილას ყვავილები (Flores Chamomilae) ოჯ. რთულყვავილოვნები (Asteraceae). გვირილას ქიმიური შედგენილობა. გვირილას ყვავილედი შეიცავს ეთერზეთს, სესქვიტერპენებს, კუმარინებს, გლიკოზიდ სალიცილის მჟავას, ცხიმოვანი მჟავას გლიცერიდებს, კაროტინს, ლორწოს, გუმფისს, C,B,K ჯგუფის ვიტამინებს და სხვ. გვირილას ნედლეულზე დამზადებული პრეპარატები უზრუნველყოფენ ანთებისაწინააღმდეგო და ადგილობრივ ტკივილგამაყუჩებელ მოქმედებას, ასტიმულირებენ უჯრედების რეგენერაციას, ახდენენ სპაზმოლიტურ და ანტიმიკრობულ მოქმედებას.

თუთუბო (Rhus coriaria) ფოთლები შეიცავს 30%-მდე მთრიმლავ ნივთიერებებს, რომელთა 50% ტანინია.

ზალის პიტნა (*Menthapiperita*) პიტნის ყვავილედები შეიცავს - 4-6% ეთერზეთებს, ფოთლებში მისი რაოდენობა- 2,5 - დან 3% - მდეა, ღეროებში - 0,3% - მდე. მენტოლი - 50 - 70% .

ბროწეული (*Punica Granatum L*) ბროწეული მდიდარია A, C, E, B1, B2, PP ვიტამინებით, რკინით, იოდით, კალციუმით, კალიუმითა და სილიციუმით. ასევე შეიცავს მთრიმლავ ნივთიერებებს. ბროწეული ამაღლებს იმუნურ სისტემას. აქვს შემკვრელი და ანთების საწინააღმდეგო ეფექტი.

ელექსირის შემადგენელი მცენარეული ნედლეული, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გავლენით, გამოყენებისთანავე დგება ყველა დადებითი სასარგებლო ეფექტი.

კბილის ემალისთვის მინერალებით გაჯერებისთვის ელექსირი გავამდიდრეთ მინერალური წყლით „ლუგელა“. იგი წარმოადგენს კალციუმის ქლორიდის 9,5%-იან ხსნარს. შეიცავს კალციუმის კათიონს, ქლორის ანიონს, ბრომს, მეთანს. მცირე რაოდენობით ფტორის, იოდის ანიონებს. ნატრიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის კათიონებს.

მთრიმლავი ნივთიერებებისა და მინერალური წყლის გამოყენებით შევიმუშავეთ სამკურნალო-პროფილაქტიკური კბილის ელექსირის რეცეპტურა და მიღების ტექნოლოგია. ელექსირის გამოყენებისას ხდება პირის ღრუს დეზინფექცია, დეზოდორაცია, ტკივილისა და დისკომფორტის შეგრძნების მოხსნა.

დასკვნა:

მსოფლიოში მზარდი მოთხოვნა შეინიშნება ბუნებრივი წარმოშობის სამკურნალო-პროფილაქტიკური საშუალებების წარმოებაზე. მცენარეული წარმოშობის ნედლეულით დამზადებული სამკურნალო-პროფილაქტიკური საშუალებების მთავარ ღირსებას წარმოადგენს, მცენარეში შემავალი სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება, მისი ხელმისაწვდომობა, მოხმარებისა და გამოყენების სიმარტივე, არალერგიულობა, დაბალი ფასი.

ლიტერატურა:

1. Herkstroter F.M. , Sheard N.A, Kenny, H.K.,Helbich H.M. Considerations on recommending a toothpaste 1: Protection and Cleaning Potential . International Dental Journal, 2000,3, 30-37.
2. Reiner T.M.,Kadman H.R., Helbich H.M.Plant in stomatology.International Dental Journal.,2008,3,30-38
3. Perry N., Klink J., Burges E. Alkamid levels in Echinacea purpurea: effects of processing, drying and storage .PlantaMtd. ,2000, 66, 1, 54-56.

4. Simoniene G., Janulis V., Kondrotas A. Immunostimulatory properties of a new plant source preparation . Inter. J. Immunorehabil. ,1999,12, 65-70.
5. CancroL The expected effectonoral heal thof dental plaque conrol through mechanical removal . Periodontology, 2010, 8, 60-74.

Treatment-prophylactic oral elixir using phytocomplexes

- Mariam Nishnianidze** Assistant professor. Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 69, M. Kostava str
E-mail: kh.mishelashvili@gtu.ge
- Khatuna Mishelashvili** Assistant professor. Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 69, M. Kostava str.
E-mail: kh.mishelashvili@gtu.ge
- Khatuna Tsikarishvili** Associate Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 69, M. Kostava str
E-mail: k.batsikadze@gtu.ge
- Salome Gvinjilia** Academic Doctor of Chemistry, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 69, M. Kostava str.
E-mail: salomegvinjilia90@gmail.com

Abstract. The real potential of phytocomplexes is extremely high, since this or that plant has a wide range of medicinal properties: anti-inflammatory, analgesic, antifungal, bacteriostatic, immunostimulating and stimulating. Their use can significantly reduce the likelihood of relapse, sometimes even providing a long-lasting remission. Extracts of medicinal plants may contain antiseptics, antioxidants, amino acids, vitamins, macro- and microelements, compounds with immunomodulatory properties. The chemical composition of plant raw materials in Georgia makes it possible to use it for the manufacture of therapeutic and prophylactic agents.

Key words. Phytocomplexes, medicinal plants, elixirs.

ASPECTS OF COSMETIC CHEMISTRY

- Margarita Gabelaia** Georgian Technical University, Tbilisi, Kostava 77, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Pharmacological Department, PhD degree in Chemical and Biological Engineering, Associate Professor.
E-mail: m.gabelaia@gtu.ge

Khatuna Tsikarishvili Georgian Technical University, Tbilisi, Kostava 77, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Pharmacological Department, Academic Degree of Candidate in Chemistry. Associate Professor.
E-mail: kh.tsikarichvili@gtu.ge

Mariam Nishnianidze Georgian Technical University, Tbilisi, Kostava 77, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Pharmacological Department, Academic Degree of Candidate in Chemistry. Assistant Professor.
E-mail: m.nishnianidze@gtu.ge

Reviewers:

K. Batsikadze Georgian Technical University, Tbilisi, Kostava 77, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Pharmacological Department, Professor.

E-mail: k.batsikadze@gtu.ge

I. Tsomaia Georgian Technical University, Tbilisi, Kostava 77, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Pharmacological Department, Professor.

E-mail: i.tsomaia@gtu.ge

Abstract

In the presented material, only some modern aspects of "cosmetic chemistry" are considered. For modern pharmacists, pharmacy workers, cosmetologists and estheticians the importance of knowledge in the field of "cosmetic chemistry" is becoming more and more obvious. This is due to the fact that such areas of science as pharmacology, dermatology, biochemistry, physiology, etc., are actively intruding into the development of formulations and the production of cosmetics, which ensures the creation of very effective multi-complex cosmetic products that have an evident preventive and therapeutic effect. The line between cosmetic and medical products is gradually blurred. Professionals, along with an accurate diagnosis of the skin condition, must know exactly what effects are possible from the use of cosmetic products and procedures in this case. Specialists should be able to read the labels and annotations of cosmetic products, identify the actual active ingredients; determine their biocompatibility, bioavailability and degree of penetration.

Issues of cosmetic chemistry concern not only the ingredients that are most often used in modern cosmetics, but also biochemical phenomena that occur both inside the skin cells and in the intercellular substance.

Keywords: cosmetic chemistry, cosmetics, cosmetology, cosmeceuticals, International Nomenclature Cosmetic Ingredients (INCI), epidermal barrier, transepidermal water loss (TEWL), natural moisturizing factor (NMF), skin microbiome, biomimetics, peptides.

Introduction

At all times, people have strived to achieve spiritual perfection and external beauty. To preserve and improve the external attractiveness of a person, arose a special art of decorating appearance - cosmetics (Greek "Kosmein" - to decorate). In various periods of the development of human civilization, cosmetics, as an art of decoration and as hygiene products, appeared in various forms and types, depending on the level of development, economic and climatic conditions, and many other factors.

Modern people pay great attention to their appearance, so they daily use cosmetic chemistry products - shampoos, soaps, toothpastes, face and body creams, hair coloring and styling products, decorative cosmetics, etc. According to the American Consumers Association, the average person uses about 10 cosmetic products every day, which include more than 100 ingredients.

The cosmetic industry today is a steadily growing sector of the global economy and is one of the largest consumer markets. Despite the saturation with a variety of cosmetic products, the prospect of its development is more relevant than ever. The conditions for ensuring the competitiveness of cosmetic products in modern realities and in the long term are its innovativeness, high technology, multifunctionality, the presence of natural ingredients in the composition, etc.

Main part

Important discoveries in the field of such fundamental sciences as chemistry, biology, medicine in the late 70s of the twentieth century brought new knowledge about the skin, its biome, and the biochemical processes occurring in it. Increasing the information content of consumers has led to a change in the requirements for the composition and quality of cosmetics. Intensive scientific research was the reason for the creation of a new generation of multifunctional perfumery and cosmetic forms and the progressive development of the production of cosmetics. These factors led to the separation of the "Cosmetic Chemistry" segment from fundamental chemistry in the 1980s. Despite the lack of a single definition of the term, "Cosmetic chemistry" is positioned as a scientific branch dedicated to methods of obtaining and studying the chemical nature of various compounds that make up cosmetics, analyzing their composition, mechanisms of action on the human body, various modern methods and technologies for creating cosmetic products, chemical processes occurring during cosmetic procedures.

"Cosmetic chemistry" is presented as a complex discipline that is closely related to such sciences as chemistry, biology, medicine, physiology, microbiology and industrial process technology.

The cosmetic industry dictates very high demands on the level of knowledge of specialists and consumers. Understanding the methods and technologies of formulating, the compatibility of ingredients that make up cosmetics, the ability to correctly label finished cosmetic products and read their composition is necessary for everyone.

Cosmetology and cosmetics are currently the subject of close attention of pharmacologists, dermatologists, physiologists, biochemists, etc. Modern cosmetology is a complex symbiosis of many branches of science. It studies methods and means of hygiene, diagnosis, prevention and treatment of diseases, elimination of cosmetic defects of the face, head and body. There are two big branches: medical and decorative cosmetology.

Today, according to the EU directive, cosmetics are perfumery and cosmetic products, which are substances or mixtures of substances intended for application directly to skin, hairline, nails, lips, genitals or to teeth and mucous membranes of the oral cavity for the sole or main purpose of cleansing them, changing their appearance, imparting a pleasant smell or correction of body odour, protecting them, keeping them in good condition and caring for them. Cosmetic products should not cause harm to human health if normal conditions for their use are observed and perform all the functions announced by the manufacturer.

There is currently no single generally accepted classification of cosmetic products. The classification of cosmetic products is carried out by the Association of Independent Experts, headquartered in Switzerland. There are five main groups of cosmetics: Mass Market, Middle Market, Lux, cosmetics for professionals, medical cosmetics (cosmeceuticals).

Mass market - inexpensive cosmetics produced in large quantities. It contains low-quality vegetable ingredients and petrochemicals, synthetic preservatives, most often formalin and phenol derivatives. Representatives of this class: Avon, Faberlic, Oriflame, Herbina, etc.

Middle market - middle class cosmetics with a higher level of quality. Care products and creams in this category contain natural biologically active substances and preservatives of plant origin. Representatives of this class: L'Oreal, Lancome, Bourjois, Revlon, etc.

Lux - high technology cosmetics. The development of formulations for Lux class cosmetics is carried out in research laboratories. Cosmetic products in this category contain up to 70%-80% of high-quality plant materials and natural preservatives: tea tree oil, propolis, colloidal silver, etc. Cosmetics in

this category are of high quality and design. Representatives of this class: Yves Saint Laurent, Nina Ricci, Elizabeth Arden, Helena Rubinstein.

Professional cosmetics - the concept of this class of cosmetics is to instantly satisfy the needs of the client by means of visiting the beauty salons;

Cosmeceuticals (therapeutic and prophylactic and medical cosmetics) is a direction at the intersection of cosmetology and pharmacology, which studies the chemical composition of cosmetics, can influence the physiological and biochemical processes that occur in the skin at the cellular level. Cosmeceutical products do not mask skin defects, but remove its imperfections. Care products of the cosmeceutical group belong to professional cosmetics, biologically active substances in their composition have a higher concentration compared to the cosmetic group and have a tangible pharmacological effect in solving skin and hair problems.

Cosmeceutical products have a number of therapeutic advantages compared to conventional cosmetic care products. Their recipes include natural components - vitamins, AHA and BHA acids, peptides and other biologically active substances in calculated doses. Such products are manufactured on the basis of scientific developments using patented technologies, protected by certificates from the relevant organizations, which eliminates the possibility of falsifying.

Cosmetic products of this class are divided into 3 levels, depending on the degree of penetration of biologically active substances into the layers of the skin. Products of the 1st level work in the layers of the epidermis - the upper layer of the skin, have a healing, nourishing and moisturizing effect. Representatives of this class: Vichy, Uriage, Lierac, Phyto, Phytopharm, etc. Products of the 2nd level affect not only the layers of the epidermis, but also the layers of the dermis. Products of this level contain natural bioactive components obtained through the latest high technologies. Products of the 3rd level act on all layers of the skin. They have all the positive properties of the 2nd level products. Having small molecules, products of the 3rd level work at the cellular level. These products are considered expensive elite novelties.

The sale of cosmeceutical products is carried out through a pharmacy chain or specialized stores. Before using such products, it is advisable to consult a cosmetologist, since uncontrolled use can cause unwanted complications.

This class of products is not legally defined, so there is no full quality control. Means belonging to this class have not yet been studied and tested in clinical practice, unlike pharmaceuticals. Therefore, testing of samples of cosmeceutical products that are products of cosmetic chemistry is carried out exclusively at the request of the manufacturer.

For dermatologists, cosmetologists, pharmacy workers and other professionals, one of the most valuable skills is the ability to understand the composition of cosmetics, the ability to determine the quality of the product and its real purpose, and not stated in advertising; the possibility of preventive identification of allergens that can harm the health of consumers. Reading the label allows understanding of how much certain cosmetic product corresponds to the type of skin of a given consumer, and whether it can be used for certain pathologies. This can be done if the following is known: exactly what components are included in specific cosmetic product, what properties do such components have, how they work in the layers of the skin, what effect they have on each other. Cosmetic companies in most parts of the world are required to list all the ingredients in their products.

The provisions of EU Regulation 1223/2009 on cosmetic products aim to protect the health of consumers and their awareness by monitoring the composition and labeling of products. According to the requirements of the Regulation on all cosmetic products sold in the EU countries, the list of cosmetic ingredients must be displayed on the outer packaging of the product or on the corresponding insert. The list of components must be arranged in descending order of their share in the product, if it is more than 1% of the product. Ingredients present at 1% or less, i.e. flavors and preservatives, may be listed in any order after all ingredients that make up more than 1% of the product. This 1% limit is not visible on the label, only the manufacturer knows the actual concentrations of the ingredients. The regulation also provides information on the safety assessment of the product and the ban on animal testing.

Unlike all other areas of chemistry, which use the nomenclature of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), for the name of the ingredients of the cosmetic chemistry segment, the EU INCI (International Nomenclature Cosmetic Ingredients) nomenclature of cosmetic ingredients is used. The INCI nomenclature is based mainly on the American CTFA (Cosmetic Toiletry and Fragrance Association) nomenclature, which was left unchanged, developed by the US Personal Care Products Council. The exception is dyes that are part of cosmetic products. They are represented by numbers as color indexes (Color Index). Hair dyes have INCI names. For plant components, the Linnaean system is used, based on the use of the Latin name, including the name of the genus and the specific name.

Various ingredients are found in cosmetics: solvents, conditioners, preservatives, dyes, emollients, fragrances. These ingredients can be of natural (vegetable, animal, mineral) or of synthetic origin. As a rule, the composition of a cosmetic product includes a base and biologically active substances. The proportion of biologically active substances ranges from a few fractions of a percent to several percent. The ingredients are divided into several groups according to their properties and functions:

Active substances are mainly biologically active substances that give a certain visual or pharmacological effect.

Preservative components - substances that allow the ingredients of a cosmetic product to be kept unchanged for a certain time (shelf life).

Components-correctors - substances that allow you to change or enhance the properties of other components of a cosmetic product, thereby improving its characteristics.

Fragrances (flavoring agents) are fragrant substances or their compositions used to impart a pleasant or "natural" aroma to a cosmetic product, to mask the unpleasant smell of raw materials, etc.

Coloring ingredients are natural or synthetic substances that impart a desired pleasing color to a cosmetic product by altering the natural color of its ingredients.

Recently, intensive research has been carried out to study the structure, functions and mechanisms of biochemical reactions of the skin epidermal barrier, as well as methods and means of prevention and recovery aimed at maintaining and restoring its normal physiological state. Its protective properties must remain optimal and stable even under changing environmental conditions - temperature, relative humidity, pH, etc. The surface of the stratum corneum of the epidermis is represented by the outer rows of corneocytes, during exfoliation (desquamation) of which the skin is cleansed of exogenous allergens, toxins, and pathogenic microorganisms. The epidermal barrier separates the dry, negatively charged stratum corneum of the epidermis from the moist, positively charged granular layer, thereby separating the external gaseous habitat and the internal aquatic environment of the human body.

Skin health is determined by three main factors: the epidermal barrier, pH and a balanced microbiome. All three factors act synergistically, reinforcing and supporting each other. In case of violation of the functions of one, the functions of other factors are violated, which in turn affects the condition of the skin. The epidermal barrier of the skin prevents the penetration of toxins, microorganisms and other harmful exogenous substances into the inner layers. In addition, the epidermal barrier helps retain water in all layers of the skin. Impairing barrier function negatively affects the skin, increasing trans epidermal water loss (TEWL) and reducing the water content in the skin layers, leading to dryness, flaking and irritation, causing dehydration, inflammatory reactions, development of hypersensitivity, etc. Trans epidermal water loss is a natural process: water flows from the circulatory system into various tissues, including the deep dermal layers, and from there to the most superficial layers of the skin, where it eventually evaporates into the air. Loss of water through the sweat glands is a different process and does not relate to TEWL. The upper layer of the epidermis of the skin consists of keratinocytes held together by a lipid matrix, which includes cholesterol, ceramides, fatty acids and other substances. For

maintaining a certain physiological level of TEWL the balance of the synthesis of these components is crucial.

Recent studies have shown that the violation of the barrier properties of the skin and as a result its pathological conditions are associated with the filaggrin protein. The synthesis of this protein is carried out in the cells of the granular layer of the epidermis. Because of proteolytic enzymes, filaggrin is broken down into amino acids, which are subsequently included in the composition of the natural moisturizing factor (NMF). A decrease in synthesis of filaggrin can lead to a decrease in the amino acid content of NMF and a decrease in water-holding capacity. NMF is a complex of molecules of various chemical compounds that are located on the surface of the stratum corneum of the epidermis and are able to bind and retain moisture from the environment. The composition of NMF includes amino acids (40-48%) and their metabolites, in particular Na-PCA - sodium pyroglutamate (10-12%); minerals - potassium, sodium, calcium, magnesium, phosphate chlorides, etc. (18.5%); lactic acid salts (12%); urea (5-7%); creatinine (1.5%); glycerin, complexes of organic acids, peptides, sugars (8.5% in total). It can be said that NMF is a key factor in determining the moisture content of the stratum corneum.

With frequent use of hot water and soap during washing or washing hands, as well as under the influence of various solvents and aggressive surfactants, minerals and amino acids are washed out of the NMF composition, which can lead to the development of dry skin. At the same time, the stratum corneum loses its flexibility, micro cracks can occur, which are the gateway for the penetration of various allergens and irritants, the functioning of the enzymes responsible for exfoliation of keratinized skin flakes is disrupted. Therefore, all water and cosmetic cleansing procedures should be completed with the use of NMF-based moisturizers.

NMF recovery is a multi-step process. To reduce the dryness of the stratum corneum and the associated discomfort, in the first place, it is necessary to moisturize and soften the skin. It is also necessary to create conditions for normal desquamation and restoration of the physiological NMF of the skin. That is why components of the natural moisturizing factor and their equivalents are introduced into the composition of moisturizing cosmetics. These can be peptides obtained by protein hydrolysis, amino acids, sodium pyroglutamate, hyaluronic acid, simple sugars, glycerol, urea, mineral salts, etc.

To limit moisture loss and further soften the skin, emollients in the form of natural vegetable oils, fatty acid esters, silicones, etc. are introduced into such products. New generation moisturizers include substances found in natural plant products: vitamins, retinoids, collagen, elastin, lecithin, ceramides, etc.

As mentioned earlier, human skin always contains water molecules, so it is characterized by an acid-base balance - pH. The pH factor is the protection of the immune system of the skin, ensures the normal functioning of skin cells, controls the microflora on its surface, affects the rate of renewal of the stratum corneum.

According to scientific studies, the pH value of healthy skin ranges between 4.5 and 5.0. Deviation of the pH value from the norm may be caused by a violation of the epidermal barrier, and may, in turn, cause violation of the barrier functions of the skin. For example, violation of the process of synthesis of lipids, which regulates the acidity of the skin, leads to dryness, irritation and redness of the skin. The imbalance of pH can cause the growth of populations of pathogenic microorganisms and bacteria, which ultimately leads to the development of hypersensitivity of the skin and inflammation. The deviation of the pH in the direction of increasing acidity can cause the development of psoriasis. The deviation of the pH in the direction of increasing alkalinity can cause the development of dermatitis and acne. Therefore, when using cosmetics, products with a pH corresponding to the pH of the skin shall be used.

Microbiome (microbiota) is the microflora of the skin, which is an ecosystem of various microorganisms that inhabit the skin. The composition of the microbiome varies depending on the localization and condition of the skin (for example, the microbiomes of dry and oily skin areas, hairline areas are different); age; ethnicity, profession, etc. The more diverse and richer the microflora, the healthier and more resistant the skin is to negative exogenous factors. The composition of the normal skin microbiome includes permanent (resident) microorganisms capable of rapid self-healing - micrococci, staphylococci, etc., and temporary (transient) microorganisms that can take the place of resident ones, in case of violation of their population - fungi of the genus *Candida*, mold fungi, etc. Neutral, beneficial and pathogenic microorganisms should also be present in the composition of the normal microflora of the skin.

With unfavorable external and internal factors and a lack of beneficial microorganisms that inhibit the action of pathogenic microflora, neutral microbiota can become pathogenic, which leads to an imbalance in the microbiome ecosystem and contributes to the development of allergic reactions of such skin diseases as eczema, atopic and seborrheic dermatitis, rosacea, etc. Disruption of the ecosystem of the skin microbiome can occur for a number of reasons: the content of alcohol, benzoyl peroxide, retinoids, antibacterial, and other components in the composition of everyday cosmetic products; cleaning and exfoliation of the facial skin using aggressive surfactants and acids; performing micro needling

and laser therapy procedures, etc. To normalize the balance of beneficial and pathogenic microorganisms and the normal functioning of the skin microbiome, specialized care is used, based on the use of soft gentle cosmetics containing natural biologically active substances and prebiotics, which contribute to the development of a favorable environment for the restoration of beneficial and pathogenic microorganisms (lactic and hyaluronic acids, amino acids, polysaccharides, etc.).

The president of the French company NAOS, Jean Torrel, came up with the concept of gentle skin care called "ecobiology". The principles of this concept correspond to the cosmetic products of the famous brands Bioderma, Institute Esthederm, Etat Pur, which are part of the NAOS company. The products of these brands contain biomimetic ingredients that are biologically completely identical to the components of the skin or are completely compatible with it. In the context of modern cosmetology, biomimetic (biomimicry) means the use of the latest methods of synthetic chemistry to accurately reproduce natural biochemical components and groups of components attributed to healthy skin, and cosmetic ingredients whose mechanism of action is similar to natural processes. By their nature, these can be both substances of natural plant or organic origin, and substances obtained in the laboratory. The action of such ingredients is aimed at protecting the skin and its adaptation to a changing environment, maintaining the immunity of the skin and the mechanism of natural biochemical processes occurring in it.

Natural biomimetic ingredients include glycerin, aloe vera extracts, hyaluronic acid, polyunsaturated fatty acids, jojoba and shea oils, peptides and many other natural substances. One of the most popular synthetic biomimetic products is Natural Moisturizing Factor. An analogue of the intercellular fluid of the skin was created - cellular water containing identical natural oligoelements and mineral salts. Cellular water has become the main ingredient in cosmetic products aimed at natural skin rejuvenation and maintenance of its health.

A new word in gerontocosmetology is a group of synthesized biomimetic peptide preparations that are identical to the peptide chains of human skin and serve to regulate and modulate natural cellular functions.

The mechanisms of peptide regulation can be traced to the following successive stages: complementary interaction of biomimetic peptides with DNA; activation of strictly defined genes with subsequent point activation of sites for the synthesis of protein molecules; providing at the physiological and biochemical level the course of natural anti-aging processes with the help of activated proteins.

Biomimetic peptides are able to bind to the receptors of such cells as fibroblasts and keratinocytes, while activating their division and differentiation. The use of biomimetic peptides is the most natural, safe and effective way to revitalize skin.

Based on the synthetic peptide Oligopeptide-10, the American company Grant Industries has developed a drug for the prevention and treatment of fungal infections. The French company Sederma has created a cosmetic product based on peptides that regulate the production of collagen and elastin. Swiss scientists have developed the tripeptide SYN®-AKE, thereby laying the foundation for the development of muscle relaxant cosmetics. Clinical trials have shown that SYN®-AKE is able to reduce expression lines on the face and around the eyes by up to 50%.

The composition of muscle relaxant cosmetics, as a rule, includes peptide compounds (analogues of botulinum toxin), such as matrixyl, argireline, blue-tripeptide. They provide muscle relaxation and minimize the depth of existing wrinkles. Cosmetic products containing muscle relaxants in their composition reduce the activity of the facial muscles by disrupting the passage of a nerve impulse through the tissue. Unlike, the use of botulinum toxin, the naturalness of facial expressions is preserved.

Conclusion:

Based on the above, we can conclude that it is necessary to include "cosmetic chemistry" in higher education programs at the bachelor's and master's levels, taking into account the appropriate level and volume of educational materials. The introduction of this discipline will significantly improve the research design of the programs and will contribute in reaching the desired level of evaluation of pharmaceutical cosmetics and perfumes. It will allow students to evaluate the composition of cosmetic compositions; methods of preparation of cosmetics; mechanisms of effects of cosmetic compositions on the skin. In addition, students will acquire practical skills in such matters as: analysis of cosmetic products; reading and deciphering the annotation of cosmetic compositions; peculiarities of preparation and use of various types of cosmetics. This ensures the increase of students' competitiveness in the labor market.

References:

1. Hejazi, L.A. (2005). Cosmetology. Moscow: Italian cosmetology center "Integra"
2. Fedotov, V.P. Bocharov, V.A. (2016). Fundamentals of practical cosmetology. Zaporozhye: "Prosvita"
3. Barrett-Hill, F. (2009). Cosmetic Chemistry: For the Skin Treatment Therapist. Virtual Beauty Corporation Ltd.
4. Araviiskaya, E.R. Sokolovsky, E.V. (2008) Guide to dermocosmetology. Moscow: "Foliant"

5. Dribnohod, Y. (2003). Introduction to cosmetology. Textbook for cosmetologists. 2nd ed. Petersburg, "Piter"
6. Gabriella Baki, Ph.D., Kenneth S. Alexander, Ph.D. (2015). Introduction to cosmetic formulation and technology Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Published simultaneously in Canada
7. Puchkova, T. (2017). Fundamentals of cosmetic chemistry. Moscow. "School of cosmetic chemists"
8. Scuderi, N. Bryant, A. Toth. (2016) International Textbook of Aesthetic Surgery. Springer Berlin Heidelberg 1276
9. Murashkin, N. Ambarchyan, E. Epishev, R. Materikin, A. (2015) Skin Barrier Properties in Norm and Pathology journal «Pediatria» 94 (6) 165-169
10. Dorofeeva, V. (2006). Regulation of the circulation of cosmetic products. 6-10 <https://remedium.ru/pharmacy/detail.php?ID=52763>
11. Begma, K. Shaposhnikova, L. Alferova, N. Averina, J. (2018) Chemistry Of Cosmetics. Dangerous To Health Chemical Compounds Contained In Cosmetics. journal Advances in Chemistry and Chemical Technology 32(14) 47-48
12. Regulation (EC) No. 1223/2009 Of The European Parliament And Of The Council On Cosmetic Products Brussels
13. Irvine, A. McLean, W. Leung D.Y. Filaggrin mutations associated with skin and allergic diseases. N Engl J Med. 2011;365(14):1315-1327.

კოსმეტიკური ქიმიის ასპექტები

- მარგარიტა გაბელაია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, კოსტავას ქ.77, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, ქიმიის და ბიოლოგიური ინჟინერიის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი
E-mail: m.gabelaia@gtu.ge
- ხათუნა წიქარიშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, კოსტავას ქ.77, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, ქიმიის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი
E-mail: kh.tsikarichvili@gtu.ge
- მარიამ ნიშნიანიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, კოსტავას ქ.77, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, ქიმიის აკადემიური დოქტორი, ასისტენტ პროფესორი
E-mail: m.nishnianidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ქ. ბაციაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, კოსტავას ქ.77, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, პროფესორი.
E-mail: k.batsikadze@gtu.ge

ი. ცომაია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, კოსტავას ქ.77, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, პროფესორი.

E-mail: i.tsomaia@gtu.ge

ანოტაცია. წარმოდგენილ მასალაში განხილულია „კოსმეტიკური ქიმიის“ მხოლოდ ზოგიერთი თანამედროვე ასპექტი. თანამედროვე ფარმაცევტებისთვის, აფთიაქის მუშაკებისთვის, კოსმეტოლოგებისთვის და ესთეტიკოსებისთვის ცოდნის მნიშვნელობა „კოსმეტიკური ქიმიის“ დარგში სულ უფრო აშკარა ხდება. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მეცნიერების ისეთ სფეროებს, როგორცაა ფარმაკოლოგია, დერმატოლოგია, ბიოქიმია, ფიზიოლოგია და სხვა., პირდაპირ კავშირშია კოსმეტიკური პროდუქტების შემადგენლობის შემუშავებასთან. ამით უზრუნველყოფილია ეფექტური მულტიკომპლექსური კოსმეტიკური პროდუქტების შექმნა თვალსაჩინო პრევენციული და თერაპევტული ეფექტით. ზღვარი კოსმეტიკურ და სამედიცინო პროდუქტებს შორის თანდათან იშლება. კანის მდგომარეობის ზუსტი დიაგნოსტიკასთან ერთად, პროფესიონალებმა უნდა იცოდნენ, თუ რა ეფექტის გამომწვევია კონკრეტულ შემთხვევაში კოსმეტიკური პროდუქტებისა და პროცედურების გამოყენება. სპეციალისტებს უნდა შეეძლოთ კოსმეტიკური პროდუქტების ეტიკეტებისა და ანოტაციების წაკითხვა, ფაქტობრივი აქტიური ინგრედიენტების იდენტიფიცირება, მათი ბიოთავსებადობის, ბიოშელწევადობისა და შელწევადობის ხარისხის განსაზღვრა.

კოსმეტიკური ქიმიის საკითხები ეხება არა მხოლოდ იმ ინგრედიენტებს, რომლებიც ყველაზე ხშირად გამოიყენება თანამედროვე კოსმეტიკური საშუალებების შემადგენლობაში, არამედ ბიოქიმიურ მოვლენებსაც, რომლებიც მიმდინარეობს როგორც კანის უჯრედებში, ასევე უჯრედშორის ნივთიერებაში.

საკვანძო სიტყვები: „კოსმეტიკური ქიმია“, კოსმეტიკა, კოსმეტოლოგია, კოსმეცევტიკა, International Nomenclature Cosmetic Ingredients (INCI), ეპიდერმალური ბარიერი, ტრანს-ეპიდერმული წყლის დაკარგვა (TEWL), ბუნებრივი დამატენიანებელი ფაქტორი (NMF), კანის მიკრობიომი, ბიომიმეტიკა, პეპტიდები.

გარემოს დაცვითი ინჟინერია და ეკოლოგია

მდინარე მტკვრის მიკროშენაკადების – ლოჭინისა და ორხევის ზედაპირული წყლების დაბინძურების ჰიდროქიმიური ინდექსების გაანგარიშება

- ჯიმშერ ქერქაძე** ასოცირებული პროფესორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველო, 0171, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: j.kerkadze@gtu.ge;
- გიული ჯოხაძე** ასოცირებული პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველო, 0171, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: g.jokhadze@gtu.ge;
- ირაკლი როსტომაშვილი** სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის დოქტორანტი, საქართველო, 0171, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: rostomashviliirakli@yahoo.com;
- რაულ კოკილაშვილი** ასოც. პროფესორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, სასურსათო დეპარტამენტი, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზ. 17
E-mail: raul.kokilashvili@gmail.com;
- ნინო ფირცხალავა** უფრ. მეცნიერ თანამშრომელი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, ი. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პ. მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ა. პოლიტკოვსკაიას 31.
E-mail: nino.pirtskalava@tsu.ge;

რეცენზენტები:

დ. ერისთავი, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი

E-mail: d.eristavi@gtu.ge;

რ. დიაკონიძე, პროფესორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი. სტუ-ის ცოტნე მირცხულავას წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ბუნებრივი კატასტროფების განყოფილების ხელმძღვანელი;

E-mail: robertdia@mail.ru;

ანოტაცია. ქალაქ თბილისის ფარგლებში მდინარე მტკვრის აუზის საკვლევი მიკროშენაკადების – ლოჭინისა და ორხევის მაგალითზე განხილულია მდინარეთა ზედაპირული წყლების დაბინძურების ჰიდროქიმიური ინდექსების გამოთვლის მეთოდოლოგია, რომელიც აუცილებელია მდინარეთა წყლის ხარისხისა და ეკოლოგიური მდგომარეობის შესაფასებლად.

წყლის დაბინძურების ინდექსის გაანგარიშება წარმოადგენს ისეთ დიაგნოსტიკურ მეთოდს, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოავლინოს საკვლევი ობიექტის დაბინძურების ფაქტი და მისი რაოდენობრივი ზომა. აღნიშნული მეთოდი ასევე საშუალებას იძლევა გაირკვეს, კონკრეტულად რა დანიშნულებით არის შესაძლებელი საკვლევი წყლის ობიექტის გამოყენება, და რა სახის ზომების მიღება იქნება საჭირო მათი სამომავლო ეკოლოგიური რეაბილიტაციისთვის.

ჩატარებულ გაანგარიშებათა საფუძველზე დადგინდა, რომ ორივე საკვლევი მდინარეზე საჭიროა განხორციელდეს ანთროპოგენური დატვირთვების მკაცრი კონტროლი, რათა არ გაუარესდეს მათი ამჟამად არსებული მდგომარეობა.

საკვანძო სიტყვები: ზედაპირული წყლები, წყლის დაბინძურების ხარისხი, ჰიდროქიმიური ინდიკატორი, ჰიდროქიმიური ინდექსი, გახსნილი ჟანგბადი, ΣB_5 .

ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე ტიპის ტექნიკური საშუალებები და მეთოდები ყოველმხრივ შესაძლებელ პირობებს უქმის მკვლევარებს წყლის ბუნებრივი შემადგენლობისა და მისი ანთროპოგენური დაბინძურების განმსაზღვრელი თითქმის ყველა ინგრედიენტის დასადგენად. ამ მხრივ აღსანიშნავია, არაორგანული ნივთიერებების ანალიზისათვის განკუთვნილი ატომურ-აღსორბციული და ატომურ-ემისიური სპექტრომეტრები, ხოლო ორგანული ნაერთებისათვის – ქრომატო-მასსპექტრომეტრია, გაზური ქრომატოგრაფია და სხვ. თუმცა, აღნიშნული მეთოდების სრულფასოვანი გამოყენება, თავიანთი აღჭურვილობის სირთულის, ანალიზის შრომატევადობისა და მნიშვნელოვანი მატერიალური დანახარჯების გამო, ჯერ კიდევ მაინც ძალიან შეზღუდულია. ამიტომ მდინარეთა ეკოლოგიური მდგომარეობის შესაფასებლად მეტად მნიშვნელოვანია როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისით, მათი ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების შესწავლა.

მცირე მდინარის წყლის ხარისხის შესაფასებლად ლიტერატურაში ცნობილია ისეთი ჰიდროქიმიური კვლევები, სადაც მოცემულია წყლის დაბინძურების ინდექსის (წდი) საანგარიშო მეთოდის, რომელიც დაფუძნებულია ჰიდროქიმიური ინდიკატორების გამოყენებაზე მდინარის წყლის ხარისხის შესაფასებლად [1-2].

წყლის დაბინძურების ინდექსი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით [2]:

$$\text{წდი} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i / \text{ზდკ}_i}{N}$$

სადაც C_i – ჰიდროქიმიური ინდიკატორის კონცენტრაცია;

ზდკ_i – შერჩეული ჰიდროქიმიური ინდიკატორის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია;

N – ინდექსის გამოსათვლელად საჭირო ინდიკატორების რაოდენობა.

აღნიშნული მეთოდის საკვლევი მდინარის ზედაპირული წყლის ხარისხის დასახასიათებლად რეკომენდაციას იძლევა, რომ ჰიდროქიმიური ინდიკატორების სახით გამოყენებულ იქნას მისი ისეთი ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები, როგორცაა: გამჭვირვალობა, ტემპერატურული პირობები, ჟანგბადით გაჯერება, მარილიანობა, დაჟანგვის უნარი, მკვებავი ნივთიერებების კონცენტრაცია, სპეციფიური დამაბინძურებელი პრიორიტეტული ნივთიერებები, რომლებიც საკვლევი მდინარის წყალში აღმოჩენილია მნიშვნელოვანი რაოდენობით.

ცხრილი 1

მდინარის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის შეფასება დაბინძურების ინდექსის გამოყენებით

ზედაპირული წყლები	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
სუფთა	0,2-1,0	I
მცირედ დაბინძურებული	1,0-2,0	II
დაბინძურებული	2,0-4,0	III
ბინძური	4,0-6,0	IV
ძლიერ დაბინძურებული	> 6,0	V

საკვლევ მდინარეთა წყლის დაბინძურების ინდექსების გამოთვლილი საშუალო წლიური მაჩვენებლების მიხედვით შესაძლებელია განხორციელდეს წყლის ხარისხის კლასიფიკაცია შესაბამისი შეფასებითი ცხრილი 1-ის გამოყენებით:

თავდაპირველად ორივე საკვლევი ობიექტზე, GPS ნავიგატორის მეშვეობით, ლოკალურად შეირჩა 4-4 სადამკვირვებლო კვეთი. მონიტორინგული დაკვირვება განხორციელდა კვარტალური სეზონურობით ერთი წლის განმავლობაში – 2021 წლის ზაფხულიდან 2022 წლის გაზაფხულის ჩათვლით.

ცხრილი 2

საკვლევი მდინარეთა ზედაპირული წყლების დაბინძურების ინდექსები ჰიდროქიმიური ინდიკატორების მიხედვით

№	ინდიკატორები	ზღვ	მდ. ლოჭინი				მდ. ორხევი			
			2021 ზაფხ.	2021 შემოდ.	2022 ზამთ.	2022 გაზაფხ.	2021 ზაფხ.	2021 შემოდ.	2022 ზამთ.	2022 გაზაფხ.
1	pH	6,5-5	1,23	1,33	1,15	1,26	1,18	1,30	1,16	1,23
2	D _o	7	1,04	1,53	1,49	1,29	1,12	1,45	1,56	1,26
3	ჭბმ 5	6	0,77	0,63	0,53	0,34	1,06	0,44	0,60	0,23
4	ლიზაცია	1000	1,10	0,93	1,10	0,79	2,43	2,53	2,31	2,02
5	ამონიუმი	0,39	0,87	1,20	8,82	0,42	1,35	1,56	4,96	6,21
6	ნიტრიტები	3,3	0,16	0,02	0,01	0,05	0,02	0,02	0,02	0,11
7	ნიტრატები	45	0,07	0,06	0,12	0,07	0,002	0,19	0,22	0,23
8	ფოსფატები	3,5	0,05	0,03	0,04	0,03	0,10	0,03	0,04	0,05
9	სულფატები	500	1,13	0,86	0,98	0,63	4,48	3,09	2,57	3,18
10	ქლორიდები	350	N/A	0,03	0,07	0,05	0,16	0,10	0,17	0,13
საშუალო ჯამური			6,42	6,62	14,31	4,93	11,90	10,71	13,61	14,65
სეზონური ინდექსი			0,71	0,66	1,43	0,49	1,19	1,07	1,36	1,47
წლიური ინდექსი			0,83				1,27			

სადამკვირვებლო კვეთებიდან აღებულ ზედაპირული წყლის სინჯებზე სავსე პირობებში პორტატიული გადასატანი ხელსაწყოთი ჩატარებული გაზომვებითა და შემდეგ უკვე ლაბორატორიულ პირობებში თანამედროვე უახლეს აპარატურაზე განხორციელებული ქიმიური ანალიზებით, ემპირიულად განისაზღვრა სამრეწველო საწარმოთა მხრიდან საკვლევი ობიექტების ანთროპოგენური დაბინძურების განმაპირობებელი არაერთი ინგრედიენტი. საკვლევი მდინარეების – ლოჭინისა და ორხევის ზედაპირული წყლების დაბინძურების ხარისხის შეფასებისა და მათთვის შესაბამისი კლასიფიკაციის მისანიჭებლად, ევროკავშირის წყლის ჩარჩო-დირექტივის (2000/60/EC) გათვალისწინებით, გამოითვალა წყლის დაბინძურების ინდექსები [2]. ჰიდროქიმიური მაჩვენებლები (ინდიკატორები) შეირჩა

გაცემული რეკომენდაციებისა და იმის გათვალისწინებით, რომ ორივე საკვლევი მდინარისათვის დაბინძურების კერები ერთმანეთის მსგავსია. კერძოდ, მათი კალაპოტების სიახლოვეს განლაგებულია სტიქიური ნაგავსაყრელები, ასევე საყოფაცხოვრებო-კომუნალური და სამრეწველო დანიშნულების ჩამდინარე წყლების ჩანადენები. ამგვარად შეირჩა 10 ჰიდროქიმიური ინდიკატორი: pH, წყალში გახსნილი ჟანგბადი (Do), წყალში მიკროორგანიზმების მიერ ორგანული ნივთიერებების ბიოქიმიური ჟანგვის პროცესებზე დახარჯული ჟანგბადის მთლიანი რაოდენობა, ე. წ. ჟანგბადის ბიოქიმიური მოხმარება (ჟბმ), მინერალიზაცია და NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^- იონები.

საკვლევ მდინარეებზე საანალიზო სინჯების აღების სეზონურობიდან გამომდინარე, თავდაპირველად გამოითვალა ჰიდროქიმიურ ინდიკატორთა სეზონური საშუალო ჯამური მაჩვენებლები, რომელთა ჩასმით წყლის დაბინძურების ინდექსის საანგარიშო განტოლებაში განისაზღვრა საკვლევ მდინარეთა დაბინძურების სეზონური ინდექსები, შემდეგ კი დაბინძურების ინდექსის საშუალო წლიური მნიშვნელობა ორივე მდინარისათვის (ცხრილი 2):

ცხრილში 2 წარმოდგენილი ჰიდროქიმიური ინდიკატორებისათვის შესაბამისი ზღვრის მნიშვნელობები აღებულია ზედაპირული წყლის ტექნიკური რეგლამენტის შესაბამისად [3].

ჩატარებულ გაანგარიშებათა შედეგად, ცხრილში წარმოდგენილი საკვლევ მდინარეთა ზედაპირული წყლების დაბინძურების ინდექსების საშუალო წლიური მაჩვენებლების მიხედვით (მდ. ლოჭინისათვის – 0,83, მდ. ორხევისათვის – 1,27) დადგინდა ამ მდინარეთა წყლის ხარისხის კლასიფიკაცია. შეფასებითი ცხრილი 1-ის მიხედვით, მდ. ლოჭინის წყალს მიენიჭა პირობითად „სუფთას“ კლასიფიკაცია, წყლის ხარისხის I კლასის შესაბამისად, ხოლო მდ. ორხევის ზედაპირულ წყალს – „მცირედ დაბინძურებულის“ კატეგორია, წყლის ხარისხის II კლასის მიხედვით.

დასკვნა:

საკვლევ მდინარეთა დაბინძურების ხარისხის შეფასების მიზნით და აქედან გამომდინარე, მათთვის შესაბამისი კლასიფიკაციის მისანიჭებლად, წინასწარ შერჩეული ათი ჰიდროქიმიური ინდიკატორის მეშვეობით გამოითვალა მდ. ლოჭინისა და მდ. ორხევის ზედაპირული წყლების საშუალო წლიური დაბინძურების ინდექსები. ჩატარებულ გაანგარიშებათა საფუძველზე, მდ. ლოჭინის ზედაპირულ წყალს პირობითად მიენიჭა „სუფთას“, ხოლო მდ. ორხევისას – „მცირედ დაბინძურებულის“ კლასიფიკაცია. თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მდ. ლოჭინის წყლის ხარისხობრივი მაჩვენებელი საკმაოდ მიახლოებულია „მცირედ დაბინძურ-

რეზიუმის“ ნიშნულთან, ამიტომ ორივე მდინარეზე საჭიროა განხორციელდეს ანთროპოგენური დატვირთვების მკაცრი კონტროლი, რათა არ გაუარესდეს მათი ამჟამად არსებული მდგომარეობა.

ლიტერატურა:

1. European Union Water Framework Directive (2000/60/EC);
2. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No 2, Identification of Water Bodies;
3. Government of Georgia. (2013, December 31). On the approval of the technical regulations for the protection of surface waters of Georgia from pollution, Decree No. 445. Tbilisi, 2014,
4. <https://www.matsne.gov.ge/ka/document/view/2187528?publication=0>

Calculati on of Hydrochemical Indexes of Surface Waters Pollution of Microtributaries of the Kura River – Lochin and Orkhevi

Jimsher Kerkadze	Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Corresponding member of the Georgian Engineering Academy, Department of Environmental Engineering and Ecology, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Georgian Technical University; Georgia, 0171, Tbilisi, 69 Kostava E-mail: j.kerkadze@gtu.ge ;
Giuli Jokhadze	Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Corresponding member of the Georgian Engineering Academy, Department of Environmental Engineering and Ecology, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Georgian Technical University; Georgia, 0171, Tbilisi, 69 Kostava E-mail: g.jokhadze@gtu.ge ;
Irakli Rostomashvili	Doctoral student of the Faculty of Chemical Technology and Metallurgy Georgian Technical University, Georgia, 0171, Tbilisi, 69 Kostava E-mail: rostomashviliirakli@yahoo.com ;
Raul Kokilashvili	Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Department of Grocery, Faculty of Agricultural Science and Biological systems engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0192, Tbilisi, 17 Guramishvili. E-mail: raul.kokilashvili@gmail.com ;
Nino Pirtskhalava	Senior Scientist, Candidate of Technical Sciences, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia, 0186, Tbilisi, 31 A. Politkovskaia.. E-mail: nino.pirtskalava@tsu.ge ;

Abstract. The method of calculation of hydrochemical indicators of pollution of surface waters of rivers, necessary for assessing the quality of water and their ecological state, is considered on the

example of the studied microtributaries of the Kura - Lochin and Orkhevi river basins within the city of Tbilisi.

The water pollution index is a diagnostic method that allows revealing the fact of pollution and its quantitative measure. This allows to find out whether it is possible to use the research water, for what specific purpose and whether it is necessary to take measures for their ecological rehabilitation.

Based on the calculations, it was determined that strict control of anthropogenic loads should be implemented on both rivers in order not to worsen their current condition.

Keywords: surface waters, degree of water pollution, hydrochemical indicator, hydrochemical index, dissolved oxygen, BOD₅.

ქ. რუსთავის ატმოსფეროს PM-ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა

- ნათია გიგაური** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, დ. აღმაშენებლის გამზ. 150 გ, თბილისი, საქართველო
E-mail: natiagigauri18@yahoo.com,
- ალექსანდრე სურმავა** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, დ. აღმაშენებლის გამზ. 150 გ, თბილისი, საქართველო
E-mail: aasurmava@yahoo.com,
- ლიანა ინჭკირველი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, დ. აღმაშენებლის გამზ. 150 გ, თბილისი, საქართველო
E-mail: intskirvelebi2@yahoo.com,
- მიხეილ ფიფია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, დ. აღმაშენებლის გამზ. 150 გ, თბილისი, საქართველო
E-mail: mishapipia@yahoo.com

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი,

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

მ. გაბელაია, ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი,

E-mail: ritagabelaja@yahoo.com

ანოტაცია. შესწავლილია ქ. რუსთავის ატმოსფეროს PM_{2.5} და PM₁₀-ით დაბინძურება, როგორც ექსპერიმენტული დაკვირვებების მონაცემებზე დაყრდნობით, ასევე მათემატიკური მოდელირების გამოყენებით. ექსპერიმენტული გაზომვების მონაცემების ანალიზის საშუალებით დადგენილია მეტეოროლოგიური პირობებისა და ქალაქში მოქმედი საწარმოების წვლილი კონცენტრაციათა ველის ფორმირებაზე. ატმოსფერული პროცესების განვითარებისა და მინარევების გავრცელების 3D მოდელის საშუალებით გამოკვლეულია ქ. რუსთავის ატმოსფეროში არსებული PM ნაწილაკების გავრცელება ქალაქში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე ფონური აღმოსავლეთის ქარის დროს.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფერო, PM-ნაწილაკები, დაბინძურება, მოდელირება.

შესავალი

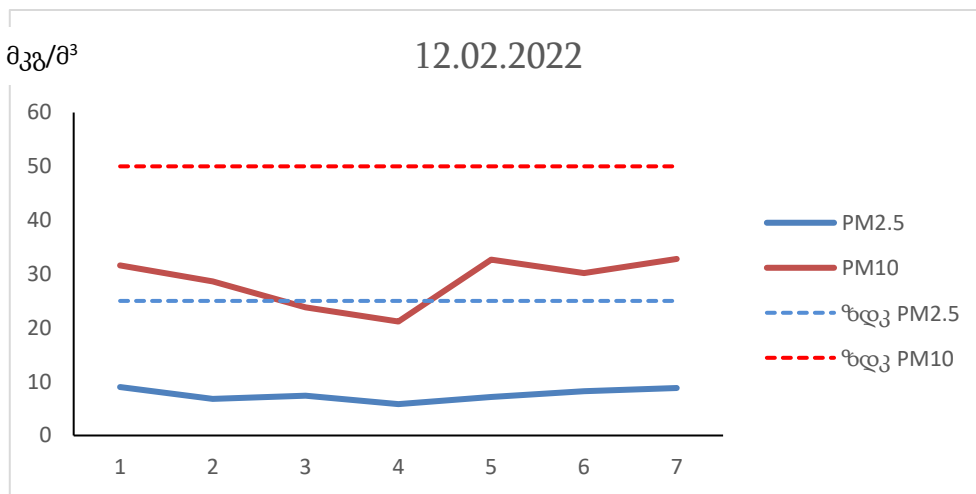
ჰაერის ხარისხის დაცვა თანამედროვეობის ერთ-ერთი აქტუალური ეკოლოგიური პრობლემაა. ატმოსფერული ჰაერის ხარისხი დიდად არის დამოკიდებული ისეთ დამაბინძურებელ ინგრედიენტებზე, როგორცაა მტვერი და PM- ნაწილაკები. ისინი ატმოსფეროში ხვდებიან ბუნებრივი და ანთროპოგენული პროცესების შედეგად და იწვევენ ადამიანთა ჯანმრთელობის გაუარესებას, ხშირად ლეტალური შედეგით [1].

წარმოდგენილ სტატიაში შეისწავლება ქ.რუსთავის ატმოსფეროს PM ნაწილაკებით დაბინძურების პრობლემა. ქ.რუსთავი საქართველოს ინდუსტრიული ცენტრია და მდებარეობს ქ. თბილისის სამხრეთ-აღმოსავლეთით 27 კმ მანძილზე. მისი მოსახლეობა აღემატება 138 ათას კაცს. ქალაქს უკავია 60.6 კმ² ფართობის ტერიტორია. მას სამი მხრიდან აკრავს მთის მასივები, ხოლო ერთი - აღმოსავლეთის მხრიდან ვაკე ტერიტორია. სამრეწველო ობიექტები ძირითადად განლაგებულია აღმოსავლეთ, სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილებში. ქალაქში ძირითადად განლაგებულია მეტალურგიული, ქიმიური, საშენ მასალათა საწარმოები და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ობიექტები. ოფიციალური მონაცემებით ქ. რუსთავში ატმოსფეროს დაბინძურების დონე საკმაოდ მაღალია და ცალკეული ინგრედიენტების კონცენტრაციები აჭარბებენ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციების (ზდკ) შესაბამის მნიშვნელობებს [2,3].

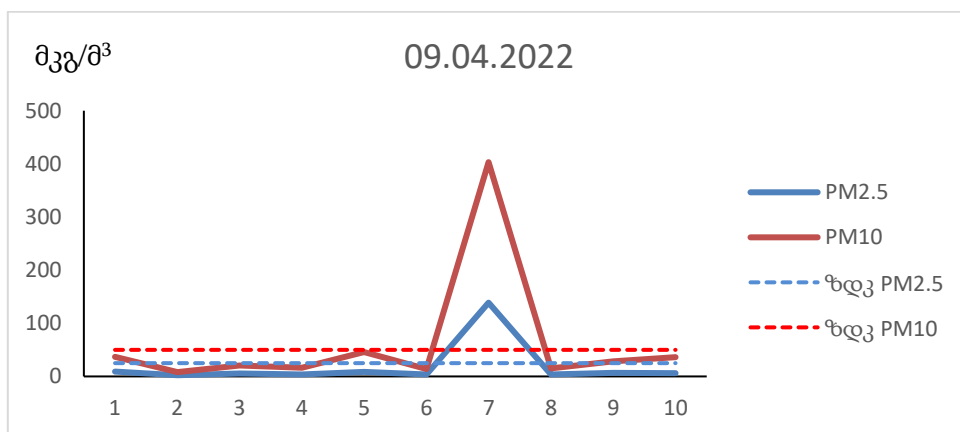
ძირითადი ნაწილი

ექსპერიმენტული გაზომვების შედეგები. ექსპერიმენტალურმა გაზომვებმა მოიცვა თბილისი-რუსთავის ძირითადი ტრასა, ქალაქის ცენტრალური უბნები და სამრეწველო ობიექტების მიმდებარე ტერიტორიები. ექსპერიმენტული გაზომვებისათვის გამოყენებულ იქნა

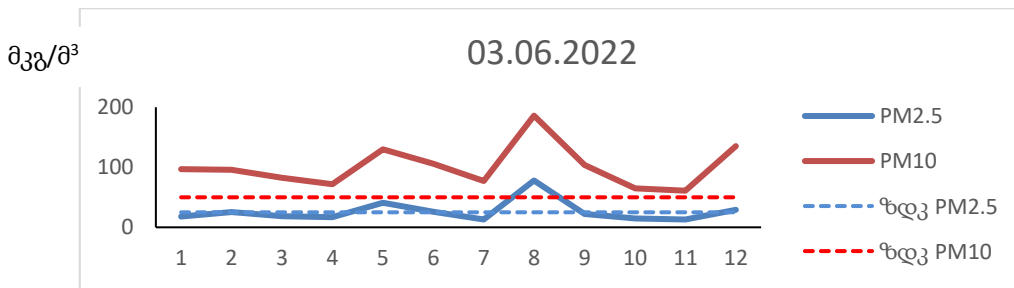
მობილური აპარატები. ექსპედიცია ჩატარდა 3-ჯერ სხვადასხვა მეტეოროლოგიურ სიტუაციაში. ნახ.1-ზე ნაჩვენებია 12 თებერვალს ჩატარებული ექსპედიციის მონაცემები, საიდანაც ვხედავთ რომ ქ.რუსთავის ატმოსფეროში PM2.5 და PM10 შემცველობა ნორმის ფარგლებშია. ნახ.2-ზე ნაჩვენებია 9 აპრილს ჩატარებული ექსპედიციის შედეგი, და ვხედავთ რომ მე-7 პუნქტში (ჰაიდელბერგ ცემენტის მიმდებარე ტერიტორია) PM ნაწილაკთა მნიშვნელობები 8-ჯერ აღემატება სხვა პუნქტებში აღებულ მონაცემებს. გაზომვის ჩატარების დროს იყო ქარიანი ამინდი, დაახლოებით 9 მ/წმ-ში, და თვალით ხილული იყო მტვრის კორიანტელი, რაც აისახა კიდევაც გრაფიკზე.



ნახაზი 1. PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციები ქ.რუსთავის სხვადასხვა პუნქტში, 2022 წლის 12 თებერვალი



ნახაზი 2. PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციები ქ.რუსთავის სხვადასხვა პუნქტში, 2022 წლის 9 აპრილი



ნახაზი 3. PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციები ქ.რუსთავის სხვადასხვა პუნქტში, 2022 წლის 3 ივნისი.

მესამე გასვლა ჩატარდა 3 ივნისს და როგორც ნახ.3-დან ჩანს, ყველა პუნქტში აღებული მონაცემი აჭარბებს ზღვ-ს. იყო დაბალი ღრუბლიანი ამინდი, რამაც იმოქმედა კონცენტრაციების მატებაზე, ვინაიდან ასეთი დროს მტვრის ნაწილაკები ატმოსფეროს ქვედა ფენაში რჩებიან და არ იფანტებიან.

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ ქ. რუსთავის ატმოსფეროში PM2.5-ნაწილაკების კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM10-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი თითქმის ყოველთვის ერთნაირია. მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს.

ქ.რუსთავში PM-ნაწილაკების კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდი განსხვავებულია ქ.თბილისში მიღებულ შედეგზე [3], ვინაიდან ავტოტრანსპორტის ინტენსივობას, ამ შემთხვევაში, ემატება ქარხნების მუშაობის ინტენსივობაც. შესაბამისად, დღის განმავლობაში კონცენტრაციების მაქსიმუმები დროის სხვადასხვა ინტერვალში ვლინდება.

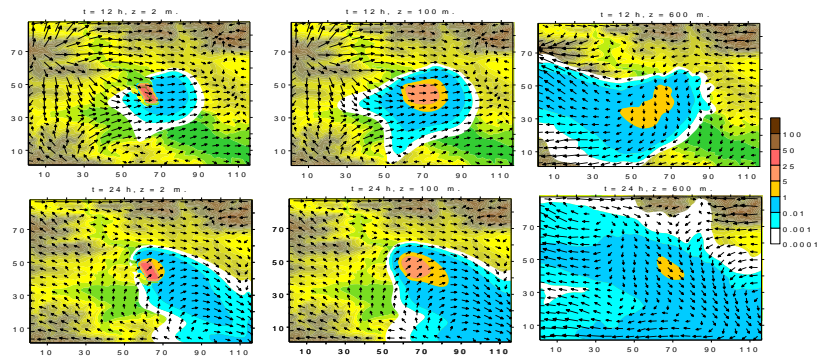
ექსპერიმენტალურმა დაკვირვებამ აჩვენა, რომ ქ.რუსთავში PM ნაწილაკების კონცენტრაციების ზრდას განაპირობებს, როგორც ავტოტრანსპორტი, ასევე არსებული ქარხნების გამონაბოლქვი და მეტეოროლოგიური პირობები.

რიცხვითი მოდელირების შედეგები. იმისათვის, რომ შეფასებული იყოს ქ. რუსთავის გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაზე კავკასიაში ატმოსფერული პროცესების განვითარებისა და მინარევების გავრცელების 3D მოდელის საშუალებით [4, 5] რიცხობრივად მოდელირებული იქნა ქ. რუსთავის ატმოსფეროში არსებული PM2.5-ის დიფუზია ფონური აღმოსავლეთის სუსტი, საშუალო და ძლიერი ქარის დროს. მოდელირება განხორციელებულია 118 × 91 × 31 რიცხვით ბადეზე 1000 მ ჰორიზონტალური ბიჯებით და 1/31 განუზომადი ვერტიკალური ბიჯებით. ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენასა და თავისუფალ ატმოსფეროში ვერტიკალური ბიჯი შეესაბამება დაახლოებით 300 მ-ს. ატმოსფეროს ქვედა 100 მ სისქის მიწისპირა ფენაში აღებულია 17 ვერტიკალური ბადური

წერტილი, ხოლო ბიჯი იცვლება 0.5 მ-დან 15 მ-დე. მოდელირებისას დაშვებულია, რომ ქ. რუსთავის ტერიტორიაზე PM2.5-ის კონცენტრაცია დროში მუდმივია, მაქსიმალურია და ტოლია 50 მკგ/მ-ის. რიცხვითი გამოთვლები მიმდინარეობდა 3 დღის ინტერვალისთვის. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ დამაბინძურებელი ინგრედიენტის გავრცელება მიმდინარეობს კვაზიპერიოდულად 24 სთ-ის პერიოდით.

სუსტი ქარი. ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია ქარის სიჩქარისა და PM2.5-ის კონცენტრაციების ველები ატმოსფეროს მიწისპირა და სასაზღვრო ფენებში მიღებული ფონური აღმოსავლეთის სუსტი ქარის დროს. ფონური ქარის სიჩქარე იცვლება 1 მ/წმ-დან (მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე) 20 მ/წმ-მდე (ტროპოპაუზაზე). ნახ.4-დან ჩანს, რომ რელიეფისა და ტემპერატურის დღედამური რეჟიმის ცვლილება 12 სთ-ისთვის იწვევს მიწისპირა ქარის სიჩქარის მნიშვნელობის ცვლილებას. ის წარმოშობს ქვემო ქართლის ვაკის ტერიტორიაზე ფონური ქარის საწინააღმდეგო დინებას, რომელიც შეესაბამება ქარის ჰორიზონტალურ გრიგალურ ცირკულაციას. ცირკულაციის სიდიდე თანდათანობით მცირდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად და ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში (მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე) მას გააჩნია ტალღური შეშფოთების სახე. რაც შეეხება მთიან ტერიტორიებს, თრიალეთის ქედის მაქსიმალური სიმაღლეების არეში ოროგრაფიული ზემოქმედება წარმოშობს ქარის სიჩქარის დივერგენციის ზონებს.

ქარის ცვლილებასთან ერთად იცვლება PM2.5 მიკრონაწილაკების გადატანის მიმართულება. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში, ის ჯერ ვრცელდება სამხრეთ დასავლეთის მიმართულებით, ხოლო შემდგომ ჩრდილო აღმოსავლეთით. შედეგად, 12 სთ-ის განმავლობაში ფორმირდება დაბინძურების მართკუთხედის მსგავსი ფორმის არე, რომლის სიგრძე და სიგანე დაახლოებით 40 და 50 კმ-ია. თუმცა დაბინძურების მიღებულ არეში კონცენტრაცია არაა დიდი. მისი მნიშვნელობა 0.01 – 1 მკგ/მ³-ის ფარგლებში იცვლება. დღის 12 სთ-ისთვის ინტენსიური ხდება აეროზოლის ვერტიკალური გადატანა (ნახ.6.2). შედეგად, ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში, მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე, მოხვედრილი ნაწილაკები ვრცელდება დიდ ტერიტორიაზე, ძირითადად დასავლეთით ფორმირებული ლოკალური ქარის მიმართულებით. შედარებით მცირეა ინგრედიენტის გავრცელება დინების საწინააღმდეგო და მართობული მიმართულებით. კონცენტრაციის მიღებული ჰორიზონტალური განაწილება აჩვენებს ადვექციური გადატანის ჰორიზონტალურ ტურბულენტურ დიფუზიურ გადატანასთან შედარებით, ხოლო ვერტიკალური განაწილება კი აჩვენებს ვერტიკალური დიფუზიის მნიშვნელოვან როლს დაბინძურების გავრცელების პროცესში.



ნახაზი 4. ქარის სიჩქარისა და PM2.5-ის კონცენტრაციის განაწილება $z = 2, 100$ და 600 მ სიმაღლეზე ფონური აღმოსავლეთის სუსტი ქარის დროს, როცა $t = 12$ და 24 სთ.

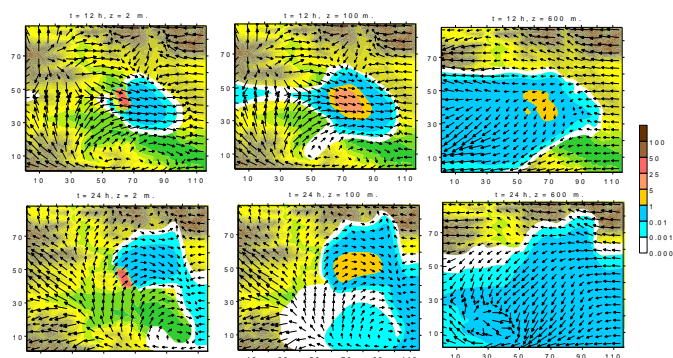
12 სთ-ის შემდეგ, რთული რელიეფის ტერიტორიაზე ტემპერატურის მიწისპირა ველის ცვლილება იწვევს შესაბამის ცვლილებას ქარის სიჩქარის ველში. როცა $t = 24$ სთ, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში ქ. რუსთავის სამხრეთ აღმოსავლეთ ნაწილში ფორმირდება ჩრდილო-დასავლეთის ქარი, ხოლო მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე მიიღება ჩრდილოეთისა და აღმოსავლეთის ქარები. აღნიშნული მიმართულებით ხდება PM ნაწილაკების გადატანა. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში დაბინძურების ღრუბელს გააჩნია სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ მიმართული ელიფსის მაგვარი ფორმა. კონცენტრაცია > 0.001 მკგ/მ³ მიღებული 400 კმ სიგანის არეში. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ზევით, მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე მიკრონაწილაკების გადატანა ხდება მოდელირების თითქმის მთელ არეში. კონცენტრაცია 0.01–1 მკგ/მ³ მიღებულია ნალის მაგვარი ფორმის ვრცელ არეში.

საშუალო ქარი. ნახ.5-ზე ნაჩვენებია ქარის სიჩქარისა და PM2.5-ის კონცენტრაციების ველები ატმოსფეროს მიწისპირა და სასაზღვრო, მიღებული ფონური აღმოსავლეთის საშუალო ქარის დროს. ფონური ქარის სიჩქარე მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე ტოლია 5 მ/წმ-ის. ნახ. 5-დან ჩანს, რომ ქარის სიჩქარის ველი ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში, როცა $t = 12$ სთ, თვისობრივად ანალოგიურია ფონური სუსტი ქარის დროს მიღებული ველის. რაოდენობრივად ოროგრაფიის ზემოქმედება დინებაზე შედარებით ძლიერია, რაც მეტწილად გამოიხატება ინტენსიურ უკუდინების წარმოშობაში მოდელირების არის ცენტრალურ ნაწილში. 600 მ სიმაღლეზე რელიეფის გავლენაზე შედარებით სუსტია, ქარი აღმოსავლეთისა და რეგიონის სამხრეთ აღმოსავლეთ ნაწილში ქმნის ნაკადურ დინებას.

PM2.5-ის კონცენტრაციის ველი ორიენტირებულია დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ და დაკავშირებული ქარის სიჩქარეზე. კონცენტრაცია 0.01 მკგ/მ³ მიღებულია ელიფსის მაგვარი ფორმის არეში, რომელიც გადაადგილებულია მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე ქალაქიდან აღმოსავლეთისაკენ, ხოლო 100 მ სიმაღლეზე კი ქ. რუსთავის თავზე. მიწის

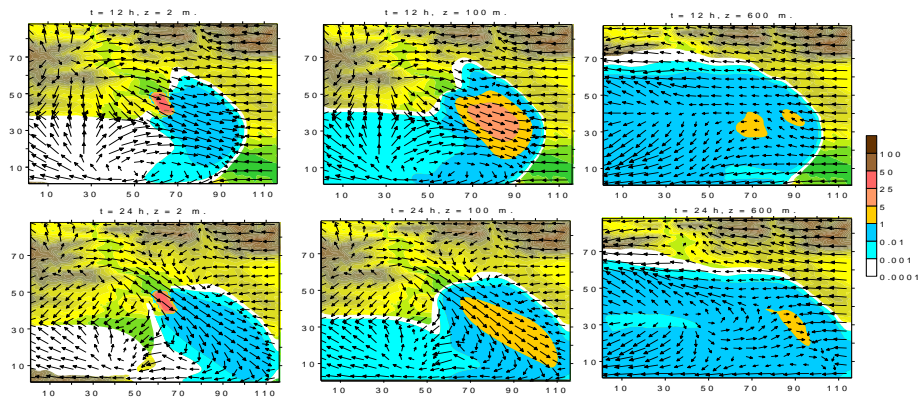
ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე PM2.5 გავრცელებულია ქალაქიდან აღმოსავლეთით 65 კმ სიგანის არეში.

12 სთ–ის შემდეგ ქარის სიჩქარის ცვლილებასთან ერთად იცვლება მიკრონაწილაკების სივრცული განაწილება. მიკრონაწილაკები მიყვება ქარს და როცა $t = 24$ სთ–ს მიწისპირა ფენაში კონცენტრაციის ველს ქალაქის ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილში გააჩნია ანტიციკლონურად ჩახვეული ფორმა. მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე PM2.5 მიღებულია მოდელირების არის ცენტრალურ და სამხრეთ ნაწილებში.



ნახაზი 5. ქარის სიჩქარისა და PM2.5–ის კონცენტრაციის განაწილება $z = 2, 100$ და 600 მ სიმაღლეზე ფონური აღმოსავლეთის საშუალო ქარის დროს, როცა $t = 12$ და 24 სთ. ძლიერი ქარი.

ფონური აღმოსავლეთის ძლიერი ქარის დროს (10 მ/წმ სიჩქარე მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე), დღის 12 სთ–თვის, რელიეფის ფონურ დინებაზე ზემოქმედების შედეგად, რეგიონის აღმოსავლეთ ნაწილში არსებული მთის მასივები წარმოშობენ ქარის სიჩქარის დივერგენციის ზონას (ნახ. 6). ქვემო ქართლის ვაკეზე იქმნება დასავლეთის ქარი და რეგიონის აღმოსავლეთ ნაწილში – ქარის სიჩქარის კონვერგენციის ზონა მიიღება PM2.5–ის სივრცული განაწილების რთული სურათი, რომელშიც რეგიონის ცენტრალურ ნაწილში მიკრონაწილაკები გავრცელებულია ძირითადად აღმოსავლეთის მიმართულებით, ხოლო სამხრეთ ნაწილში დასავლეთის. სუსტი და საშუალო ქარების შემთხვევისაგან განსხვავებით, დაბინძურების ზონა მოიცავს მოდელირების არის დიდ ნაწილს. როცა $t = 24$ სთ PM2.5 –ის კონცენტრაციის სივრცული განაწილების არე შემცირებულია. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მიკრონაწილაკები გადაიტანება სამხრეთ–აღმოსავლეთის მიმართულებით მკაფიოდ გამოკვეთილი ნაკადის სახით, ხოლო სასაზღვრო ფენაში –მოდელირების არის მთელ სამხრეთ ნაწილში.



ნახაზი 6. ქარის სიჩქარისა და PM2.5-ის კონცენტრაციის განაწილება $z = 2, 100$ და 600 მ სიმაღლეზე ფონური აღმოსავლეთის ძლიერი ქარის დროს, როცა $t = 12$ და 24 სთ.

ნახ.6-ზე ერთმანეთთან შედარება გვიჩვენებს, რომ ფონური ძლიერი ქარის დროს ნაწილაკების ადვექციურ გადატანას გააჩნია დომინანტი როლი დაბინძურების გავრცელების პროცესში.

დასკვნა:

ექსპერიმენტული გაზომვების მონაცემების ანალიზის საშუალებით განსაზღვრულია ქ. რუსთავის ატმოსფეროში PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციების მნიშვნელობა და მისი ცვლილების თავისებურებანი. დადგენილია მეტეოროლოგიური პირობებისა და ცალკეული საწარმოების წვლილი კონცენტრაციათა ველის ფორმირებაზე. ატმოსფერული პროცესების განვითარებისა და მინარევების გავრცელების 3D მოდელის საშუალებით გამოკვლეულია ქ. რუსთავის ატმოსფეროში არსებული PM2.5-ის გავრცელება ქალაქის მიმდებარე ტერიტორიაზე ფონური აღმოსავლეთის სუსტი, საშუალო და ძლიერი ქარების შემთხვევაში. მოდელირების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ქ.რუსთავში აღმოსავლეთის სუსტი ქარის დროს რელიეფისა და ტემპერატურის დღეღამური რეჟიმის ცვლილება 12 სთ-ისთვის იწვევს მიწისპირა ქარის სიჩქარის მნიშვნელობის ცვლილებას. ის წარმოშობს ქვემო ქართლის ვაკის ტერიტორიაზე ფონური ქარის საწინააღმდეგო დინებას, რომელიც შეესაბამება ქარის ჰორიზონტალურ გრიგალურ ცირკულაციას. ცირკულაციის სიდიდე თანდათანობით მცირდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად და ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში (მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე) მას გააჩნია ტალღური შეშფოთების სახე. ფონური აღმოსავლეთის საშუალო ქარის დროს მიღებული სურათი თვისობრივად ანალოგიურია ფონური სუსტი ქარის დროს მიღებული ველის, ხოლო აღმოსავლეთის ძლიერი ფონური ქარის დროს, სუსტი და საშუალო ქარების

შემთხვევისაგან განსხვავებით, დაბინძურების ზონა მოიცავს მოდელირების არის დიდ ნაწილს.

მადლიერება. სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტის YS-21-132 დაფინანსებით.

ლიტერატურა:

1. World Health Organization. (2009). Global health risks : mortality and burden of disease attributable to selected major risks. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44203>
2. https://air.gov.ge/reports_page
3. St. Rustavi Ambient Air Quality Improvement Action Plan 2020-2022".
4. <https://mepa.gov.ge/Ge/PublicInformation/27987>.
5. Surmava A., Intskirveli L., Kukhalashvili V., Gigauri N. Numerical Investigation of Meso- and Microscale Diffusion of Tbilisi Dust. Annals of Agrarian Science, v1.8, N.3, 2020. ISSN 1512-1887. pp. 295-302.
6. Surmava A., Kukhalashvili V., Gigauri N., Intskirveli L., Kordzakhia G. Numerical Modeling of Dust Propagation in the Atmosphere of a City with Complex Terrain. The Case of Background Eastern Light Air. Journal of Applied Mathematics and Physics. Vol. 8 No.7, 2020, pp. 1222-1228. <https://doi.org/10.4236/jamp.2020.87092>. pp. 1222-1228.

Investigation of the pollution of the atmosphere of the city of Rustavi with PM-particles

Natia Gigauri	Institute of Hydrometeorology of Sakaratvelo Technical University, D. Agmashenebeli Ave. 150 g, Tbilisi, Georgia E-mail: natiagigauri18@yahoo.com ,
Alexander Surmava	Institute of Hydrometeorology of Sakaratvelo Technical University, D. Agmashenebeli Ave. 150 g, Tbilisi, Georgia E-mail: aasurmava@yahoo.com ,
Liana Intskirveli	Institute of Hydrometeorology of Sakaratvelo Technical University, D. Agmashenebeli Ave. 150 g, Tbilisi, Georgia E-mail: intskirvelebi2@yahoo.com ,
Mikhail Fifia	Institute of Hydrometeorology of Sakaratvelo Technical University, D. Agmashenebeli Ave. 150 g, Tbilisi, Georgia E-mail: mishapipia@yahoo.com

Abstract. Pollution of the atmosphere of Rustavi with PM_{2.5} and PM₁₀ particulars was studied, both based on the data of experimental observations and using mathematical modeling. The contribution of meteorological conditions and enterprises operating in the city to the formation of the concentration field was determined through the analysis of experimental measurement data. By means of a 3D

model of the development of atmospheric processes and the spread of impurities, St. Distribution of PM particles in the atmosphere of Rustavi in the city and its surrounding area during the background easterly wind.

Keywords: Atmosphere, PM-particles, pollution, modeling.

ქ. თბილისის ტერიტორიაზე მდინარე მტკვრის ძირითადი შენაკადი მცირე მდინარეების წყლის ხარისხის კლასის დადგენა ზოგიერთი ჰიდროქიმიური ინდიკატორების მეშვეობით

- ნუგზარ ბუაჩიძე** ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების მონიტორინგისა და პროგნოზირების განყოფილება, აკად. დოქტორი, უფრ.მეცნ. თანამშრომელი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი,
E-mail: emc.buachidze@yahoo.com;
- დიმიტრი ერისთავი** გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის უფრ., აკად. დოქ., პროფესორი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი.
E-mail: d.eristavi@gtu.ge;
- თეკლა ხუმარაშვილი** გარემოსდაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტის ქვემო ქართლის რეგიონული სამმართველოს გარემოსდაცვითი ინსპექტირების განყოფილების მესამე კატეგორიის უფროსი სპეციალისტ-ინსპექტორი.
E-mail: teklakumarashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

ა. სურმავა, სტუ, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის უფრ., ფიზ.-მათ.მეცნ.დოქ., პროფესორი.

E-mail: asurmava@yahoo.com

დ. დულუნიშვილი, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი,

E-mail: darejan-g@hotmail.com

ანოტაცია. კვლევაში დამუშავებულ და შერჩეულ იქნა მოცემული მდინარეებისათვის დამახასიათებელი ის ინდიკატორები, რომელთა დახმარებითაც ყველაზე უფრო ზუსტად შე-

ფასდებოდა მოცემულ პერიოდში (2019-2020) მათი ეკოლოგიური მდგომარეობა. ასევე ევრო-დირექტივების შემოთავაზებით გამოყენებულ იქნა განტოლება, რომლის დახმარებითაც გამოანგარიშებულ იქნა თვითოეული მდინარის დაბინძურების ინდექსი, შეფასდა თვითოეული მათგანის (ვერე, დიმულა, გლდანულა) წყლის ხარისხის კლასი.

საკვანძო სიტყვები: ევროდირექტივა, მცირე მდინარეები, ტრანსსასაზღვრო მდინარეები.

შესავალი

საქართველოს ძირითადი მდინარეების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება და მათი კლასიფიკაცია ზოგიერთი ჰიდროქიმიური ინდიკატორების მეშვეობით შესაძლებელია ჩვენს მიერ შერჩეული კვლევის მეთოდით, რომელიც გულისხმობს მცირე მდინარეებისათვის, რომლებიც ჩაედინებიან ტრანსსასაზღვრო მდინარეებში წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის მინიჭებას ევროკავშირის წყლის ჩარჩო დირექტივა - 2000/60/EC მიხედვით [1].

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა 2019-2021 წლების ჰიდროქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე, ისეთი მცირე მდინარეების წყლის ხარისხის კლასის დადგენა, როგორც არის მდინარეები - ვერე, დიმულა, გლდანულა და რომლებიც მთელი რიგი მცირედ დასახლებულ სოფლების გავლით, შემოედინებიან ქ. თბილისის ტერიტორიაზე და ჩაედინებიან ტრანსსასაზღვრო მდინარე მტკვარში [2].

ამისათვის კვლევაში დამუშავებულ და შერჩეულ იქნა მოცემული მდინარეებისათვის დამახასიათებელი ინდიკატორები, რითაც შეფასდებოდა მათი ეკოლოგიური მდგომარეობა.

მდინარეების დასახასიათებლად გამოყენებულ იქნა ეროვნული სააგენტოს მონიტორინგის დეპარტამენტის ლაბორატორიის 3 წლის (2019-2021) ყოველთვიური ჰიდროქიმიური მონაცემების (ძირითადი იონები, ზოგიერთი მძიმე ლითონი, ბიოგენური ელემენტების ბუნებრივი ფორმები) და წყლის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების გასაშუალოებული კონცენტრაციების შედეგები (გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონიტორინგის დეპარტამენტის ლაბორატორიის მონაცემები).

ძირითადი ნაწილი

ჩვენს კვლევაში გამოყენებულია სხვადასხვა კომპონენტების საშუალო წლიური მონაცემები, რომლებიც ისაზღვრებიან შესაბამისი მეთოდებითა და ტექნიკის დახმარებით:

1. ანიონების კონცენტრაციების განსაზღვრავად იყენებდნენ იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდს - ხელსაწყო - ICS-2100;
2. მძიმე ლითონების განსაზღვრა ხდებოდა აქსიალური ინდუქციური პლაზმის (ICP-OES) სპექტრომეტრით - ხელსაწყო - (ICP-OES).
3. პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს, რომ დირექტივა მოიცავს წყლის ყველა კატეგორიას (მდინარეები, ტბები, მიწისქვეშა წყლები, ასევე ტრანსსასაზღვრო ან ტერიტორიული წყლები), და ისახავს მკაფიო მიზნებს [1].

ცხრილი 1.

ეკოლოგიური მდგომარეობის კლასიფიკაციისათვის საჭირო ნორმატივები

ელემენტი	საუკეთესო ხარისხი	კარგი ხარისხი	დამაკმაყოფილებელი ხარისხი
ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები	ფიზიკურ-ქიმიური ელემენტების მნიშვნელობები სრულად ან თითქმის სრულად შეესაბამება ზემოქმედებათა არ არსებობის პირობებს	ტემპერატურა, ჟანგბადის ბალანსი, pH, მჟავათა განეიტრალების უნარი და მარილიანობის ხარისხი არ სცილდება დადგენილი დიაპაზონის ფარგლებს	პირობები, რომლებიც შეესაბამება ხარისხის ბიოლოგიური ელემენტებისათვის ზემოთ განსაზღვრული მნიშვნელობების მიღწევას.

ევროდირექტივის მიხედვით ჩვენს მიერ შერჩეული ინდიკატორების შემცველობები მდინარეების წყალში უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ ნორმატივებს [2]: ცხილი 1 და ცხრილი 2.

ცხრილი 2.

მდინარეების წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის გამოხატვა ფერადი კოდის საშუალებით

ეკოლოგიური მდგომარეობის კლასიფიკაცია	ფერადი კოდი
საუკეთესო	ცისფერი
კარგი	მწვანე
საშუალო	ყვითელი
ცუდი	ნარინჯისფერი
ძალიან ცუდი	წითელი

იმ შემთხვევაში თუ მდინარის წყლის დაბინძურების ინდექსი შეესაბამება ევროდირექტივის მიერ შემოთავაზებულ სტანდარტს და იმსახურებს კლასიფიკაციას - „კარგი“, წყლის ობიექტი უნდა დარეგისტრირდეს როგორც კარგი ეკო-ქიმიური მდგომარეობის მქონე, ხოლო თუ ასეთი შესაბამისობა არ არსებობს, წყლის ობიექტი რეგისტრირდება ობიექტად, რომელსაც არ გააჩნია კარგი ეკო-ქიმიური მდგომარეობა.

კლასიფიკაციის ხარისხის ინდექსი ჩვენ ვიანგარიშეთ ცალკეული მდინარისათვის ცალ-ცალკე.

ევროკავშირის ქვეყნების წყლის ჩარჩო დირექტივების რეკომენდაციების მიხედვით, მდ. მტკვრის და მისი ზოგიერთი შენაკადის კლასიფიკაციის მინიჭების თვალსაზრისით, თითოეული ზემოთ აღნიშნული მდინარეების მიმართ გამოანგარიშებულ იქნა ე.წ. წყლის დაბინძურების ინდექსები. ამისათვის ჩარჩო დირექტივის რეკომენდაციის საფუძველზე, გამოყენებულ იქნა 7 ჰიდროქიმიური ინდიკატორი [3,4].

ცხრილი 3.

მდინარე ვერეს ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების ანგარიში

ვერე			
წლები	2019	2020	2021
pH	8,020	8,081	8,125
გახსნილი ჟანგბადი მგ/ლ	8,336	6,565	7,363
ჰბმ5 მგ/ლ	3,663	6,32	3,66
NO ₂ ⁻	0,741	1,430	0,605
NO ₃ ⁻	1,0911	0,655	3,419
NH ₄ ⁺	1,163	0,730	0.811
PO ₄ ³⁻	0,396	0,174	0,181

დაბინძურების ინდექსი გამოითვლება შემდეგი განტოლებით:

$$S = \sum_{i=1}^N \frac{C_i/MAC}{N} \quad (1)$$

სადაც: C_i - არის ჰიდროქიმიური ინდიკატორის კონცენტრაცია;

MAC - ჟანგბადის ჰიდროქიმიური კომპონენტის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია;

N - არის გამოთვლებში გამოყენებული ინდიკატორების რაოდენობა

ცხრილი 4.

მდინარეებისათვის შერჩეული ჰიდროქიმიური ინდიკატორები

ინდიკატორი	Eზდკ
pH	6.5-8.5
DO	4-6 (mgO ₂ /l)
BOD	3 (mg/l)
NO ₂ ⁻	1.1 “---”
NO ₃ ⁻	10“---”
NH ₄ ⁺	0.39“---”
PO ₄ ³⁻	3.5“---”

იმის გათვალისწინებით, რომ ჩვენს მიერ შესწავლილი მდინარეები (ვერე, დიღმულა, გლდანულა) ძირითადად ბინძურდებიან გაუფილტრავი საყოფაცხოვრებო - კომუნალური ჩამდინარე წყლებით, რასაც ემატება მათთან ახლოობაში განლაგებული სტიქიური ნაგავსაყრელები, ჩვენს მიერ მათი ეკოლოგიური მდგომარეობის და წყლის კლასიფიკაციის შესაფასებლად შერჩეული ჰიდროქიმიური ინდიკატორები მოცემულია ცხრილ 4-ში.

შემდეგ ეტაპზე გამოთვლილ იქნა ამ შვიდივე ინდიკატორის სამი წლის საშუალო წლიური სიდიდეები და შესაბამისად ეტაპობრივად შეტანილ იქნა განტოლება 1-ში წყლის დაბინძურების ინდექსის (S) მისაღებად.

$$S (\text{ვერე}) = \frac{CPH}{\text{ზღვ6,5}} + \frac{CNO^2}{\text{ზღვ1,1}} + \frac{CNO^3}{\text{ზღვ10}} + \frac{CPO^4}{\text{ზღვ3,5}} + \frac{CNH^4}{\text{ზღვ0,39}} + \frac{C_{\text{ჯმ}}}{\text{ზღვ6,5}} + \frac{CD_0}{\text{ზღვ7}}$$

ვერე - 2019წ.

$$S_{\text{ვერე}} = \frac{C8,020}{6,5} + \frac{C0,741}{1,1} + \frac{C1,091}{10} + \frac{C0,396}{3,5} + \frac{CNH_4}{0,39} + \frac{C3,663}{6,5} + \frac{C8,336}{7} = 6,51 : 7 = 0,93$$

ვერე - 2020წ.

$$S_{\text{ვერე}} = \frac{C8,081}{6,5} + \frac{C1,430}{1,1} + \frac{C0,655}{10} + \frac{C0,174}{3,5} + \frac{C0,730}{0,39} + \frac{C6,32}{6} + \frac{C6,571}{7} = 8,82 : 7 = 1,26$$

ვერე - 2021წ.

$$S_{\text{ვერე}} = \frac{C8,125}{6,5} + \frac{C0,605}{1,1} + \frac{C3,419}{10} + \frac{C0,181}{3,5} + \frac{C0,811}{0,39} + \frac{C3,66}{6} + \frac{C7,363}{7} = 6,79 : 7 = 0,97$$

დაბინძურების ინდექსის სამი წლის საშუალო სიდიდე = 1,05

ცხრილი 5.

დიღმულას ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების ანგარიში			
დიღმულა			
	2019	2020	2021
pH	8,010	7,35	8,125
გახსნილი ჟანგბადი მგ/ლ	8,689	7,092	7,662
ჟმმ5 მგ/ლ	3,728	3,26	2,470
NO ₂ ⁻	0,232	0,559	0,136
NO ₃ ⁻	1,06	0,924	1,202
NH ₄ ⁺	1,163	0,574	0,696
PO ₄ ³⁻	0,157	0,137	0,144

$$S (\text{დიღმულა}) = \frac{CPH}{\text{ზდკ6,5}} + \frac{CNO^2}{\text{ზდკ1,1}} + \frac{CNO^3}{\text{ზდკ10}} + \frac{CPO^4}{\text{ზდკ3,5}} + \frac{CNH^4}{\text{ზდკ0,39}} + \frac{C_{\text{ჯბმ}}}{\text{ზდკ6,5}} + \frac{CD_0}{\text{ზდკ7}}$$

დიღმულა-2019 წ.

$$S \text{ დიღმულა} = \frac{C8,010}{6,5} + \frac{C0,232}{1,1} + \frac{C1,06}{10} + \frac{C0,157}{3,5} + \frac{C1,162}{0,39} + \frac{C3,728}{6} + \frac{C8,689}{7} = 6,58 : 7 = 0,94$$

დიღმულა - 2020 წ.

$$S \text{ დიღმულა} = \frac{C7,35}{6,5} + \frac{C0,560}{1,1} + \frac{C0,924}{10} + \frac{C0,140}{3,5} + \frac{C0,6}{0,39} + \frac{C3,26}{6} + \frac{C7,1}{7} = 6,86 : 7 = 0,98$$

დიღმულა - 2021წ.

$$S \text{ დიღმულა} = \frac{C8,125}{6,5} + \frac{C0,140}{1,1} + \frac{C1,20}{10} + \frac{C0,145}{3,5} + \frac{C0,7}{0,39} + \frac{C2,5}{6} + \frac{C7,7}{7} = 6,23 : 7 = 0,89$$

დაბინძურების ინდექსის სამი წლის საშუალო სიდიდე = 0,93

ცხრილი 6.

მდინარე გლდანულას ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების ანგარიში

გლდანულა			
	2019	2020	2021
pH	7,983	8,136	8,041
გახსნილი ჟანგბადი მგ/ლ	8,111	6,847	7,517
ჯბმ მგ/ლ	3,866	6,173	4,414
NO ₂ ⁻	1,080	0,733	0,814
NO ₃ ⁻	1,3602	0,662	0,612
NH ₄ ⁺	1,362	1,028	0,751
PO ₄ ³⁻	0,117	0,135	0,161

$$S (\text{გლდანულა}) = \frac{CPH}{\text{ზდკ6,5}} + \frac{CNO^2}{\text{ზდკ1,1}} + \frac{CNO^3}{\text{ზდკ10}} + \frac{CPO^4}{\text{ზდკ3,5}} + \frac{CNH^4}{\text{ზდკ0,39}} + \frac{C_{\text{ჯბმ}}}{\text{ზდკ6,5}} + \frac{CD_0}{\text{ზდკ7}}$$

გლდანულა - 2019 წ.

$$S_{\text{გლდანულა}} = \frac{C7,9}{6,5} + \frac{C1,1}{1,1} + \frac{C1,4}{10} + \frac{C0,117}{3,5} + \frac{C0,852}{0,39} + \frac{C3,9}{6} + \frac{C8,111}{7} = 6,4 : 7 = 0,9$$

გლდანულა - 2020 წ.

$$S_{\text{გლდანულა}} = \frac{C8,14}{6,5} + \frac{C0,733}{1,1} + \frac{C0,7}{10} + \frac{C0,14}{3,5} + \frac{C1,028}{0,39} + \frac{C6,18}{6} + \frac{C6,85}{7} = 6,70 : 7 = 0,96$$

გლდანულა - 2021წ.

$$S_{\text{გლდანულა}} = \frac{C8,041}{6,5} + \frac{C0,140}{1,1} + \frac{C0,612}{10} + \frac{C0,161}{3,5} + \frac{C0,751}{0,39} + \frac{C4,414}{6} + \frac{C7,517}{7} = 5,83 : 7 = 0,83$$

დაბინძურების ინდექსის სამი წლის საშუალო სიდიდე = 0,89

მოცემული მდინარეების წყლის ხარისხის კლასიფიკაცია მიღებული დაბინძურების ინდექსების მიხედვით შეფასდა წყლის ჩარჩო დირექტივის მიერ შემოთავაზებული მიდგომების გათვალისწინებით (ცხრილი 7). ხოლო, მიღებული შედეგების საფუძველზე, ჩვენს მიერ მინიჭებული მდინარეების კლასიფიკაცია (ანუ დაბინძურების ხარისხის კლასი) წარმოდგენილია ცხრილ 8-ში.

ცხრილი 7.

წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის შეფასება დაბინძურების ინდექსების გამოყენებით

ზედაპირული წყლები	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
სუფთა	0.2 - 1.0	1
მცირედ დაბინძურებული	1.0 - 2.0	2
დაბინძურებული	2.0 - 4.0	3
ბინძური	4.0 - 6.0	4
ძლიერ დაბინძურებული	> 6.0	5

ცხრილი 8.

მდინარეების - ვერე, დიღმულა, გლდანულას წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის მინიჭება დაბინძურების ინდექსების მიხედვით

მდინარე	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
ვერე	1.05	2 (მცირედ დაბინძურებული)
დიღმულა	0.93	1 (სუფთა)
გლდანულა	0.89	1 (სუფთა)

მიღებული შედეგები ასევე შეიძლება გამოიხატოს ფერადად კოდირებული რუქის სახით (ცხრილი 9).

ცხრილი 9.

მდინარის წყლის ეკოლოგიური მდგომარეობის გამომხატველი ფერადი კოდირებული რუკა

წყლის ხარისხის კლასი	ფერადი კოდი
1	სუფთა
2	მცირედ დაბინძურებული
3	დაბინძურებული

ჩვენი მიღებული მონაცემების მიხედვით კი ფერადი კოდირებული რუკა გამოიყურება შემდეგნაირად (ცხრილი 10).

ცხრილი 10.

მდინარეების (ვერე, დიღმულა, გლდანულა) წყლის ხარისხის კლასის იდენტიფიკაცია ფერადი კოდირებული რუქის მიხედვით

წყლის ხარისხის კლასი	ფერადი კოდი
მდ. დიღმულა - 1	სუფთა
მდ. გლდანულა - 1	სუფთა
მდ. ვერე - 2	მცირედ დაბინძურებული

მიღებული შედეგების მიხედვით შეიძლება ითქვას, რომ 2019-2021 წლების პერიოდში მდინარე ვერეს ჰიდროქიმიური მაჩვენებლები მიგვანიშნებენ, რომ მდინარე იმყოფება მცირედ დაბინძურებულ ეკოლოგიურ მდგომარეობაში, ხოლო მდინარეები გლდანულა და დიღმულა შეესაბამება მდინარის წყლის „სუფთა“ კატეგორიას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნაშრომში შემოთავაზებული მეთოდის პირველად იქნა გამოყენებული ამ მცირე მდინარეების დასახასიათებლად, მსგავსი მეთოდის გამოყენება შესაძლებელს ხდის საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული სხვა მდინარეების ეკო-ქიმიური კვლევების საფუძველზე და შესაბამისად მათი დაბინძურების ხარისხის დადგენისას, გამონაგარიშებულ იქნას თვითოეული მდინარის დაბინძურების ინდექსი და შემდგომ შეფასდეს თვითოეული მათგანის წყლის ხარისხის კლასი და შესაბამისად პრევენციული ღონისძიებების გატარების საჭიროება.

ლიტერატურა:

1. European Union Water Framework Directive (2000/60/EC)
2. G. Kordzakhia, N. Buachidze, M. Azarashvili, N. Kekelidze, T. Jakhutashvili, M. Chkhaidze, L. Mtsariashvili - "Some methodological issues of the river On the assessment of natural and anthropogenic impact on Mtkvari water quality", TSU Publishing House/ Georgian Chemical Journal, Journal of the Chemical Society of Georgia, 2006/Vol. 6, No. 4, p. 474-478.
3. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 2, Identification of Water Bodies.
4. N. Buachidze, L. Shavliashvili, E. Bakradze, G. Kuchava - "Determination of water quality classification of some rivers of Kvemo Kartli according to hydrochemical indicators", collection of scientific reference works of the Institute of Hydrometeorology of the Technical University of Georgia / problems of hydrometeorology and ecology, 2022/ No. 132, p. 55-60.

St. Determining the water quality class of small rivers, the main tributary of the Mtkvari river in the territory of Tbilisi, using some hydrochemical indicators

Nugzari Buachidze	Department of Monitoring and Forecasting of Natural Environment Pollution, Acad. Doctor, Senior Scientist an employee. Technical University of Georgia, Hydrometeorological Institute E-mail: emc.buachidze@yahoo.com ;
Dimitri Eristavi	Head of Department of Environmental Engineering and Ecology, Acad. Doctor, Professor. Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy E-mail: d.eristavi@gtu.ge ;
Tekla Khumarashvili	Senior specialist-inspector of the third category of the environmental inspection department of the Kvemo Kartli regional division of the environmental supervision department E-mail: teklakhumarashvili@gmail.com

Abstract. In the research, those indicators specific to the mentioned rivers were processed and selected, with the help of which their ecological condition could be assessed most accurately in the given period (2019-2020). Also, in accordance with the suggested Euro-directives, an equation was used, with the help of which the pollution index of each river (Vere, Digmula, Gldanula) was calculated and then the water quality grade of each of them was evaluated.

Keywords: European directive, small rivers, transboundary rivers.

**საყდრისის საბადოს სულფიდური კონცენტრატიდან, კეთილშობილი
ლითონების გამოთავისუფლება, ავტოკლავური მეთოდით**

- ირინე გელიშვილი** გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 69
0192, თბილისი, საქართველო
E-mail: geleishviliirine04@gtu.ge
- მარინე დემეტრაძე** გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 69
0192, თბილისი, საქართველო
E-mail: m.demetradze@gtu.ge
- ნინო ბაგრატიონი** გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 69
0192, თბილისი, საქართველო
E-mail: bagrationinino04@gtu.ge

რეცენზენტები:

დ. ერისთავი, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლო-
გიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარ-
ტამენტის ხელმძღვანელი

E-mail: d.eristavi@gtu.ge;

თ. ცინცაძე, პროფესორი, მედიცინის მეცნიერებათა კანდიდატი, საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;

E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge;

ანოტაცია. ადრე, შესრულებული კვლევების საფუძველზე დადგენილ იქნა საყდრისას
საბადოს მადნის გამდიდრების ფლოტაციური პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები, რომლე-
ბმაც უზრუნველყვეს, ფერადი ლითონების სულფიდებთან ერთად, ოქროსა და ვერცხლის,
კოლექტიურ კონცენტრატში ამოღების მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლების მიღება.

ელექტრონულ-მიკროსკოპული ანალიზით, დადგენილ იქნა, რომ კონცენტრატში არსე-
ბული ოქროსა და ვერცხლის მნიშვნელოვანი ნაწილი (II 70 %), ასოცირებულია სულფიდური
მინერალების სტრუქტურაში, წვრილდისპერსული ზომის (1.0 – 10.0 მიკრონამდე) ნაწილა-
კების სახით. მათი ზედაპირები ეკრანირებულნი არიან სულფიდური მინერალების თხელი
ფენით.

შესაბამისად, ასეთი ტიპის ნედლეულის გადამუშავება ციანიდური გამოტუტვის მეთოდით, არაეფექტურია, რადგან კეთილშობილი ლითონების ზედაპირები იზოლირებულნი არიან ციანიდისა და ჟანგბადის დიფუზიური პროცესებისაგან. აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტა, მოითხოვს ისეთი სპეციფიკური ტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენებას, რომელიც უზრუნველყოფს სულფიდური მინერალების დაშლას, მათში არსებული კეთილშობილი ლითონების გამოთავისუფლებას და თავისუფალი სახით მყარ ფაზაში გამოლექვას.

სწორედ ამ პრობლემის ეფექტურად გადაწყვეტის შემთხვევაში, შესაძლებელია საყდრისი საბადოს კეთილშობილი ლითონების შემცველი სულფიდური კონცენტრატიდან, ნახევარ პროდუქტის მიმართ ციანიდური გამოტუტვის ტექნოლოგიური პროცესის სრულფასოვანი და ეფექტური გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: სულფიდური კონცენტრატი, კეთილშობილი ლითონები, მინერალები, ოქრო და ვერცხლი.

შესავალი

საყდრისი-ყაჩაღიანი — ბორცვი სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოში, ბოლნისის მუნიციპალიტეტში, დაბა კაზრეთთან ახლოს. ბოლნისიდან 20კმ-ის დაშორებით.

დაბა საყდრისის უძველესი სამთამადნო მრეწველობის ძეგლთან დაკავშირებული საკითხების შემსწავლელი კომისიის დასკვნის თანახმად, ოქროს შემცველობა ერთ ტონაში საშუალოდ ერთ გრამს არ აღემატება.[3] ამ ფაქტის გათვალისწინებით, ყოველი გრამი ოქროს მისაღებად, კლდეებიდან პრიმიტიული უროებით, რომელთა სიგრძე საყდრისში საშუალოდ 15-25 სმ-ია, უნდა მოემტვრიათ ერთი ტონა გაკაჟებული ქანი, რომელიც უნდა დაეფქვათ ქვის ასევე პრიმიტიული სანაყებით და შემდეგ პრიმიტიული გარეცხვის მეთოდით — ერთი მილიონი გრამი სამთო მასიდან უნდა გამოერჩიათ ერთი გრამი ოქრო.

ძირითადი ნაწილი

კეთილშობილი ლითონების გამოთავისუფლებისა და მათი ამოღების მაქსიმალურიად მაღალი მაჩვენებლების მიღების მიზნით, შესწავლილ იქნა სულფიდური კონცენტრატის ავტოკლავური ჟანგვითი გამოტუტვის პროცესი.

კვლევას დაექვემდებარა, შემდეგი მინერალოგიური შემადგენლობის სულფიდური კონცენტრატი (%) პირიტი - 30-33; ქალკოპირიტი - 8,2-8,5; სფალერიტი - 1,2-1,4; არამადნეული მინერალები - თიხა-ქარსული - 13,0-15,0; კვარცი - 35,0-40,0; ოქრო - 8,1 გ/ტ; ვერცხლი - 26,6 გ/ტ.

ცნობილია, რომ პირიტის მაღალი შემცველობის მქონე კონცენტრატის ავტოკლავური ჟანგვითი გამოტუტვის პროცესში, სულფიდური გოგირდის ჟანგვის შედეგად, მიმდინარეობს წარმოქმნილი გოგირდმჟავის გენერაცია, რის შედეგადაც ავტოკლავის სარეაქციო გარემო ხასიათდება მაღალი მჟავიანობით ($\text{pH} < 1$). ამ პირობებში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების პროდუქტების გავლენა, ნეგატიურად აისახება კეთილშობილი ლითონების, როგორც გამოთავისუფლების, ასევე მათი ამოღების ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე, კერძოდ:

1. მაღალ მჟავა გარემოში, იქმნება სულფიდური გოგირდის ელემენტარულ გოგირდამდე ჟანგვის პროცესის ხელსაყრელი პირობები. წარმოქმნილი გამლღვალა სახით ელემენტარული გოგირდი, თხელი ფენის სახით გარს ეკვრის სულფიდურ მინერალებს, რის შედეგადაც მკვეთრად ეცემა სულფიდური გოგირდის ჟანგვისა და შესაბამისად კეთილშობილი ლითონების გამოთავისუფლების ხარისხობრივი მაჩვენებლები;

2. ძლიერ მჟავა გარემოში, რკინის ჟანგის (Fe_2O_3) წარმოქმნის ნაცვლად, ადგილი აქვს რკინის ფუძე სულფატის - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ გამოლექვის პროცესს. აღნიშნული ნაერთის არსებობა, ავტოკლავური შლამის ციანიდური გამოტუტვის პროცესში, იწვევს ციანიდური რეაგენტის მნიშვნელოვან ზრდას, რაც ძალზედ ნეგატიურად აისახება პროცესის ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე;

3. მაღალ მჟავა გარემოში, ოქროსაგან განსხვავებით, ვერცხლი მთლიანად თავისუფლდება სულფიდებისაგან და მისი უმეტესი ნაწილი აკუმულირდება რკინის ფუძე სულფატებში და წარმოქმნის ციანიდური ხსნარების მიმართ მდგრად ნაერთს-არგენტუმაროზიტს - $2[\text{AgFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$, რაც დაკავშირებულია ვერცხლის საგრძნობ დანაკარგებთან [2].

სულფიდური კონცენტრატის ავტოკლავური გამოტუტვის დროს, ზემოთმოყვანილი ნეგატიური პროცესების თავიდან აცილება შესაძლებელია, სულფიდური გოგირდის ჟანგვის შედეგად წარმოქმნილი ჭარბი რაოდენობის გოგირდმჟავის ნეიტრალიზაციით, რომლის განხორციელება მიზანშეწონილია მეორე კომპონენტის - კალციუმის ჰიდროჟანგის გამოყენების გზით. საწყის სუსპენზიაში, სულფიდური კონცენტრაციისა და კალციუმის ჰიდროჟანგის ოპტიმალურმა თანაფარდობამ, უნდა უზრუნველყოს გამოტუტვის პროცესის წარმართვა, გოგირდმჟავის ისეთი კონცენტრაციის პირობებში, რომელიც ერთის მხრივ, გამორიცხავს სპილენძისა და თუთიის სულფატების ჰიდროლიზს და შესაბამისად სპილენძისა და თუთიის დანაკარგებს და მეორეს მხრივ უზრუნველყოფს რკინის იონების სრული ჟანგვისა და მისი ჟანგულის (Fe_2O_3) სახით, გამოლექვის პროცესის მიმდინარეობას. აღნიშნული მოთხოვნების დაკმაყოფილება შესაძლებელია ავტოკლავის სარეაქციო არეში სუსტი მჟავა

გარემოს ფორმირებით (pH = 0,99-1,22), რომელიც მიიღწევა ხსნარში გოგირდმჟავის 3 – 5 გ/ლ კონცენტრაციის პირობებში.

ექსპერიმენტული კვლევების მოსამზადებელი სტადია, ითვალისწინებდა სულფიდური კონცენტრატის (200 გრ), კალციუმის ჰიდროჟანგის (85,5 გრ) და წყლის (700 მლ) ურთიერთშერევით, სუსპენზიის მომზადებას.

აღნიშნული სუსპენზია თავსდებოდა 1 ლ მოცულობის მქონე ლაბორატორიულ ავტოკლავში, რომელიც აღჭურვილი იყო დიფუზორული ტიპის სარეველით და მისი ბრუნთა მაქსიმალური რიცხვი შეადგენდა 2800 ბრ/წთ. სარეველისა და დიფუზორის დანიშნულებას წარმოადგენდა ავტოკლავში მოთავსებული სუსპენზიის აღმავალი ნაკადების ფორმირება და აირადი რეაგენტის დისპერგაცია, რაც თავის მხრივ უზრუნველყოფდა სარეაქციო არეში, დიფუზიური პროცესების მაღალ სიჩქარეს. ავტოკლავური პროცესების ძირითადი პარამეტრებით (ტემპერატურა, აირადი რეაგენტის პარციალური წნევა) უზრუნველყოფა, ხორციელდებოდა ელექტრო ღუმელისა და მაღალი წნევის აირით დატუმბული, ლითონური ბალონის მეშვეობით.

ადრე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე, დადგინდა იქნა მადნეულის საბადოს პირიტის კონცენტრატის ავტოკლავური ჟანგვითი გამოტუტვის პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას საყდრისის საბადოს პირიტშემცველი სულფიდური კონცენტრატის ავტოკლავური გამოტუტვის პროცესში.

ცხრილი 1.

ავტოკლავური შლამის ქიმიური შემადგენლობა

<i>SiO₂</i> ,	<i>Al₂O₃</i> ,	<i>Fe₂O₃</i>	<i>CaSO₄</i>	Cu	Zn	<i>S_{სულფიდი}</i>	Au	Ag
22,5	6,4	17,8	53,1	კვალი	კვალი	0,01%	4,1 გ/ტ	13,3 გ/ტ

კვლევა ჩატარდა შემდეგი ტექნოლოგიური პარამეტრების გამოყენებით: კვლევის ობიექტი - საყდრისის საბადოს სულფიდური კონცენტრატის სუსპენზია, პროცესის ტემპერატურა - 160°C, ჟანგბადის პარციალური წნევა - 0,8 მპა, კონცენტრატის მარცვლების ზომა - 0-74 მიკრონი, მყარი და თხევადი ფაზების თანაფარდობის მაჩვენებელი 1:25, მეორე კომპონენტად, ნაცვლად მანგანუმის შემცველი მადნისა, გამოყენებულ იქნა, კალციუმის ჰიდროჟანგი - 88,5 გრ რაოდენობით, პროცესის ხანგრძლივობამ შეადგინა - 2 სთ [3].

ავტოკლავური პროცესის შედეგად მიღებული პროდუქტები - ავტოკლავური შლამი და ავტოკლავური ხსნარი დაექვემდებარა ანალიზის სხვადასხვა მეთოდებს, რომელთა შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 1, 2.

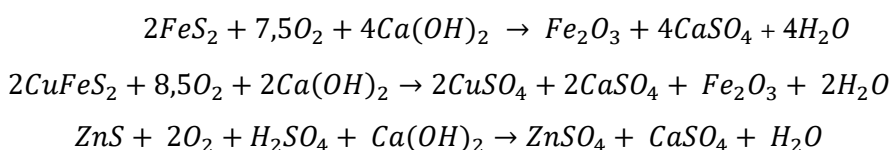
ცხრილი 2.

ავტოკლავური ხსნარის ქიმიური შემადგენლობა, გ/ლ

pH	Cu	Zn	Fe ²⁺	Fe ³⁺
1,22	8,6	2,18	1,1	2,3

ცხრილებში მოყვანილი შედეგების თანახმად, სულფიდური კონცენტრატის ავტოკლავური ჟანგვითი გამოტუტვის პროცესი, კალციუმის ჰიდროქსიდის გამოყენებით, უზრუნველყოფს:

– პროცესის მიმდინარეობას სუსტ მჟავა გარემოში (pH – 1.22), შემდეგი ქიმიური რეაქციების თანახმად



– სპილენძისა და თუთიის ხსნარში სრულად (100 %) ამოღების ხარისხობრივ მაჩვენებლების მიღებას;

– სულფიდური გოგირდის სულფატურ ფორმამდე დაჟანგვის მაქსიმალურ 99,9 % ხარისხობრივ მაჩვენებლის მიღებას.

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე ავტოკლავური ჟანგვითი გამოტუტვის პროცესის შედეგად, მიმდინარეობს კონცენტრატში არსებული სულფიდური მინერალების სრული დაშლა, შესაბამისად მათში ასოცირებული ოქროსა და ვერცხლის გამოთავისუფლება და ავტოკლავურ შლამში მათი გამოლექვა.

ავტოკლავური შლამი, რომელშიც ოქრო და ვერცხლი, წვრილდისპერსული და თავისუფალი სახით არიან წარმოდგენილნი, დაექვემდებარა ციანიდური მეთოდით გამოტუტვის პროცესს. ციანიდების პროცესის ტესტური რეჟიმი, ითვალისწინებდა ავტოკლავური შლამის (250 გრ), კირის რძის (0,5 %) და ნატრიუმის ციანიდის (0,1 %) წყალხსნარების ურთიერთშერევის გზით სუსპენზიის მომზადებას, რომელშიც მყარისა და თხევადი ფაზების ფარდობის მაჩვენებელი შეადგენდა 1 : 4, ხოლო pH-ის მაჩვენებელი - 10,0 – 10,5.

ცხრილი 3.

ავტოკლავური შლამის ციანიდური გამოტუტვის პროცესის კინეტიკური მახასიათებლები

ნედლეულის დასახელება	შემცველობა, გ/ტ		ოქროსა და ვერცხლის ხსნარში ამოღების ხარისხების თანაფარდობები %			
			პროცესის ხანგრძლივობა, სთ			
	Au	Ag	6.0	12.0	18.0	24.0
ავტოკლავური შლამი			<u>37.7</u>	<u>60.8</u>	<u>89.5</u>	<u>99.2</u>
	4.1	13.3	<u>35.8</u>	<u>59.0</u>	<u>88.1</u>	<u>98.5</u>

სუსპენზიის ციანიდური გამოტუტვის პროცესი ხორციელდებოდა მინის ცილინდრულ ჭურჭელში, ოთახის ტემპერატურაზე, მუდმივი მორევისა და აერაციის პირობებში, რომლებიც უზრუნველყოფილნი იყვნენ დიფუზორული ტიპის სარეველით, რომლის ბრუნთა რიცხვი შეადგენდა 300 წთ⁻¹. ციანირების პროცესის ხანგრძლივობამ შეადგინა 24 სთ.

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 3.

შესრულებული ექსპერიმენტული კვლევების შედეგების თანახმად, დადგენილ იქნა შემდეგი:

– ავტოკლავური ჟანგვითი გამოტუტვის პროცესი, სულფიდურ მინერალებში ასოცირებული კეთილშობილი ლითონების გამოთავისუფლების, ძალზედ ეფექტური მეთოდია. განხორციელებული პროცესის შედეგად ასოცირებული ოქრო და ვერცხლი წვრილდისპერსული და თავისუფალი სახით მთლიანად არის გამოთავისუფლებული და აკუმულირებულია ავტოკლავურ შლამში;

– ოქროსა და ვერცხლის გამოთავისუფლების ასეთი მაღალი ხარისხი, განპირობებულია ავტოკლავურ პროცესში, 99,9 % სულფიდური გოგირდის სულფატურ ფორმამდე დაჟანგვის ხარისხით;

– ავტოკლავური შლამის, ტესტურ რეჟიმში, ციანირების პროცესის შედეგად, ოქროს ხსნარში ამოღების ხარისხობრივმა მაჩვენებელმა შეადგინა 99,2 %, ხოლო ვერცხლის იგივე მაჩვენებელმა - 98,5 %.

ავტოკლავური პროცესის ეფექტურობაზე მეტყველებს, სპილენძისა და თუთიის, ხსნარში ამოღების ხარისხის 100% მაჩვენებლები.

ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, ავტოკლავური ჟანგვითი გამოტუტვის პროცესის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრები ოქროსა და ვერცხლის მიღების, რომელსაც შეიცავდა საყდრისის საბადოს სულფიდური კონცენტრატი.

ამ პროცესმა მოგვცა მთლიანად საშუალება, სულფიდურ მინერალებში ასოცირებული კეთილშობილი მეტალების წვრილდისპერსული ნაწილაკების გამონთავისუფლება და ავტოკლავურ შლამში აკუმულირება.

ციანიდური პროცესის შედეგად, ავტოკლავურ შლამში, ტესტირებულ რეჟიმში, მიღწეულია მაღალი მაჩვენებლებით კეთილშობილი მეტალების გამოყოფა ხსნარში, კერძოდ ოქრო - 99,2 %, ვერცხლი - 98,5 %.

ლიტერატურა:

1. Ledeshnikov V.V. Processing of refractory gold-bearing ores according to the technology: autoclave oxidized leaching - cyanidation. Collection of works 2007 Iregiredmet.
2. Geleishvili I. Joint processing of pyrite concentrate of ore containing Chiaturi manganese, raw materials and noble metals by autoclave method, Technical University of Georgia. thesis. 01.75.2016.

Release of noble metals from the sulphide concentrate of Sakdrisi deposit by autoclave method

Irine Geleishvili	Department of Environmental Engineering and Ecology, Technical University of Georgia, Kostava st. 69 0192, Tbilisi, Georgia. E-mail: geleishviliirine04@gtu.ge
Marine Demetradze	Department of Environmental Engineering and Ecology, Technical University of Georgia, Kostava st. 69 0192, Tbilisi, Georgia. E-mail: m.demetradze@gtu.ge
Nino Bagrationi	Department of Environmental Engineering and Ecology, Technical University of Georgia, Kostava st. 69 0192, Tbilisi, Georgia. E-mail: bagrationinino04@gtu.ge

Abstract. Previously, on the basis of the researches, the optimal parameters of the flotation process of ore enrichment of the Sakdrisa deposit were established, which ensured high quality indicators of extraction of gold and silver in the collective concentrate, along with non-ferrous metal sulfides.

By electron-microscopic analysis, it was established that a significant part of the gold and silver in the concentrate (□ 70%) is associated in the structure of sulphide minerals, in the form of finely dispersed particles (up to 1.0-10.0 microns). Their surfaces are screened by a thin layer of sulphide minerals.

Therefore, the processing of this type of raw materials by the cyanide extraction method is ineffective, because the surfaces of noble metals are isolated from the diffusion processes of cyanide and oxygen. The solution of the mentioned problem requires the use of such a specific technological method, which ensures the disintegration of sulphide minerals, the release of the noble metals contained in them and their precipitation in a free form in the solid phase.

If this problem is effectively solved, it is possible to fully and efficiently use the technological process of cyanide leaching from the sulfide concentrate containing noble metals of the Sakdrisi deposit to the semi-product.

Keywords: sulphide concentrate, precious metals, minerals, gold and silver.

დმანისის მინერალურ წყალში მძიმე მეტალების განსაზღვრა

- ხათუნა ოშიაძე** დოქტორანტი, გარემოსდაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტის გარემოს ინტეგრირებული სამსახურის ექსპრეს-ლაბორატორიის განყოფილების მეორადი სტრუქტურული ერთეულის ხელმძღვანელი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 69 0192, თბილისი, საქართველო.
E-mail: Khomiadze80@gmail.com
- შალვა ანდლულაძე** პროფესორი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: shalvaandguladze@yahoo.com
- ნანა ბოკუჩავა** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიის დეპარტამენტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 69 0192, თბილისი, საქართველო.
E-mail: n.bokuchava@gtu.ge

რეცენზენტები:

დ. ერისთავი, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი

E-mail: d.eristavi@gtu.ge;

ლ. გვერდწითელი, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, გარემოს დაცვის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი

E-mail: t.tsintsadze@gtu.ge;

ანოტაცია: კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა დმანისის მუნიციპალიტეტის სოფელ ბოსლებთან არსებული სამკურნალო წყალი „დმანისი“, იგივე „შარდის წყარო“, რომელიც საქართველოს კანონმდებლობით შესულია სამკურნალო კატეგორიის წყლის ობიექტების ნუსხაში კომბინირებული და შინაგანი გამოყენების მინერალური წყლის სახით. მისი სამკურნალო დანიშნულებით გამოყენება ხდება შემდეგი დაავადებების დროს: ნეფრიტი, პიელონეფრიტი, პროსტატიტი და სხვა შარდ-კენჭოვანი დაავადებები.

მიუხედავად დმანისის სამკურნალო წყლის მიმართ მომხმარებელთა გაზრდილი ინტერესისა, ასევე ადგილობრივი მოსახლეობის მიერ წყლის სასმელი მიზნებისათვის გამოყენებისა, ათეული წლების განმავლობაში არ მომხდარა წყლის ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა. არ არსებობს მონაცემები წყალში მძიმე მეტალების შემცველობის შესახებ. ამასთან, საგულისხმოა რეგიონში მოქმედი ლითონების მომპოვებელ-გადამამუშავებელი კომპანია „RMG GROUP“-ის აქტიური ფუნქციონირების გავლენის შესწავლა სამკურნალო წყლის საბადოზე.

საკვანძო სიტყვები: საბადო, მინერალური წყალი, ტალახები, მინერალური საფარი.

შესავალი

საქართველო ოდითგანვე ცნობილი იყო თავისი სამკურნალო რესურსებით, განსაკუთრებით მინერალური წყლებით, მცენარეული საფარით, ტალახებით. ჰავისა და გეოგრაფიული ადგილმდებარეობის გათვალისწინებით, საქართველოს აქვს პერსპექტივა, გახდეს ჯანდაცვის სერვისების „ჰაბი“ რეგიონში. [1]

საქართველოში მოიპოვება 2000-ზე მეტი მინერალური წყალი, რომელთაგან 1700-ზე მეტს ბუნებრივი გამოსავალი აქვს, ხოლო 300-ზე მეტი მიიღება ჭაბურღილებიდან. აღნიშნული მინერალური წყლების ქიმიური და ფიზიკური თავისებურებები მიაჩნდება ამ წყლების უმრავლესობის სამკურნალო თვისებებზე.

სწორედ ამ ბუნებრივი სიმდიდრის არსებობა განაპირობებს საკურორტო-ტურისტული ბიზნესის განვითარების პერსპექტივას და ქვეყნის ეკონომიკური წინსვლის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებად ტურიზმის, მათ შორის სამკურნალო ტურიზმის დასახვა. [1]

საქართველოში ბევრია ისეთი მინერალური წყარო, რომლებიც მსოფლიო ინტერესს იწვევს. ასეთია ბორჯომი, ნაბეღლავი, ზვარე, ბაკურიანი, წყალტუბოს რადონიანი წყლები, გოგიდიანი წყლები და სხვა.

თუმცა უხვადაა ისეთი წყაროებიც, რომელთა სამკურნალო დანიშნულებით გამოყენება ისტორიულ წარსულს უკავშირდება, გამოიყენება საუკუნეების განმავლობაში და მათ შესახებ ცნობებს მხოლოდ ადგილობრივი მუნიციპალიტეტები ან სოფლები ფლობენ.

მსგავსი წყაროების შესახებ ინფორმაციების შეგროვება და მათი სამკურნალო დანიშნულებით გამოყენების მიმართ ინტერესი არ ცხრება, საკითხი აქტუალურია და სამეცნიერო კვლევის საგანს წარმოადგენს.

დმანისის მინერალური წყარო, იგივე „შარდის წყალი“ დმანისის მუნიციპალიტეტის სოფელ ბოსლებთან არსებული მიწისქვეშა წყალია. აღნიშნული წყლის შესახებ პირველ ცნობებს ვახუშტი ბატონიშვილი გვაწვდის: არს აქა წყარო, რომელი დაამსხვრევს ქვასა შირიმისასა და დააყრევინებს სმითა“ (შირიმი (საბა) - ბუმტისა და თირკმლის ქვა)". აღნიშნულ წყალს „თირკმლის წყალს“, ზოგჯერ კი „შარდის წყაროს“ უწოდებდნენ. წყარომდე მისასვლელი გზა რთული რელიეფისა იყო, ფაქტობრივად მიუსადაგარი, რის გამოც მოსახლეობა „უკვდავების წყალს“ უწოდებდა. [2]

დმანისის მინერალური წყალი რომელიც ქიმიური შედგენილობისა და ფიზიკური თვისებების სპეციფიკური თავისებურებებით ხასიათდება, გამოედინება მთის ფერდობზე რამოდენიმე გამოსასვლელით და ჩაედინება მდინარე მაშავერაში. წყალი ცივია, pH - ნეიტრალური. ხასიათდება დაბალი მინერალიზაციით და მაღალი ორგანული შემცველობით (M 0,6 მგ/ლ). დმანისის წყალი მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატ-ნატრიუმ-კალციუმთან ტიპს, არ გამოირჩევა მიკროელემენტების შემცველობით. გეოქიმიური და ბალნეოლოგიური მიზნით არ წარმოადგენს დიდ ინტერესს. გამოიყენება სასმელად და ასევე სამკურნალო მიზნით, როგორც შინაგანი მოხმარების წყალი, შარდ-კენჭოვანი დაავადებების დროს.

ძირითადი ნაწილი

წყლის ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მახასიათებლების შესახებ, მოვიპოვეთ რამოდენიმე ათეული წყლის წინ ჩატარებული კვლევები. რაც შეეხება წყალში მძიმე მეტალების შესწავლას, ამ კუთხით წყალი არასოდეს გამოკვლეულა. [3,4]

როგორც ცნობილია, მძიმე მეტალები შედიან ტოქსიკური ელემენტების სიაში (Pb, Cd, Ni, Zn, As, Hg და ა.შ), რომლებიც მნიშვნელოვან პრობლემას უქმნიან ადამიანის ჯანმრთელობას. ადამიანის ორგანიზმში მძიმე მეტალების მოხვედრის სხვადასხვა გზა არსებობს, მაგრამ უმეტესად ისინი საკვებიდან და სასმელი წყლიდან ხვდებიან. როდესაც მძიმე მეტალები უჯრედში ხვდებიან, ისინი მეტოქეობას უწევენ სხვა საჭირო მინერალებს – კალცს, თუთიას და რკინას, ზეგავლენას ახდენენ და ცვლიან უჯრედში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებს და აზიანებენ დნმ-ს. ადამიანის ორგანიზმში ამ მეტალების მოხვედრამ შესაძლოა გამოიწვიოს მძიმე დაავადებები. ბუნებრივ წყლებში, ნიადაგებში და საკვებ პროდუქტებში მძიმე მეტალების შემცველობის კონტროლი, გადანაწილების და ქცევის კანონზომიერების შესწავლა ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და აქტუალური სახითხია მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში.

შარდის წყალი გეოგრაფიულად მდებარეობს დმანისის ვულკანურ პლატოზე და დაკავშირებულია შუა ეოცენულ, ზღვიურ, ვულკანურ-დანალექ ნალექების წყალშემცველ კომპლექსთან, ლითოლოგიურად წარმოდგენილია ტუფებით, ანდეზიტების განფენებით, ტუფო-ქვიშა ქვებით და არგილიტებით. წყალი მოძრაობს ნაპრალებში და ფორებში, რომელიც დაკავშირებულია ძირითად ქანებთან, რაც არ გამოორიცხავს ბუნებრივი გზით, დედამიწის ქერქიდან მძიმე მეტალების (ქრომი, რკინა, სპილენძი, თუთია და ა.შ.) მასში მოხვედრას. ამასთან საგულსიხმოა, რომ შარდის წყალი გამოედინება სოფელ ბოსლებში, დაბა კაზრეთის მიმდებარედ, სადაც აქტიურად მოქმედებს ლითონების მომპოვებელ-გადამამუშავებელი კომპანია „RMG GROUP“-ი, რომლის გავლენით ატმოსფერულ ჰაერში, ნიადაგსა და ზედაპირულ წყალში ადგილი აქვს მძიმე მეტალებით დაბინძურების ფაქტებს.

მეთოდები: დმანისის მინერალურ წყალში მძიმე მეტალების განსაზღვრის მიზნით, 2022 წლის მაისსა და ნოემბერში ვიმყოფებოდით დმანისის მინერალური საბადოს ტერიტორიაზე და აღებული იქნა წყლის სინჯები.

წყლის ნიმუშების ანალიზისათვის საჭიროა აღებული სინჯები შევამჯავოთ აზოტმჟავით, რომელიც იქნება განზავებული გამოხდილ წყალთან 1:1 პროპორციით. სინჯის დამუშავება განზავებული აზოტმჟავით ხდება იქამდე, ვიდრე წყალბადიონის მაჩვენებელი არ გახდება 2-ის ტოლი.

ცხრილი 1.

წყალში მძიმე მეტალების განსაზღვრის შედეგები

N	პარამეტრები	ერთეული	მიღებული შედეგი	(ზდვ)*
1	რკინა (ჯამური)	მგ/ლ	0,156	0,3
2	სპილენძი (Cu, ჯამური)	მგ/ლ	1,8	2,0
3	თუთია	მგ/ლ	0,23	3,0
4	მანგანუმი	მგ/ლ	არ აღმოჩნდა	0,4
5	კადმიუმი	მგ/ლ	0,0004	0,003
6	ტყვია (Pb ჯამური)	მგ/ლ	არ აღმოჩნდა	0,01
7	სელენი (Se ჯამური)	მგ/ლ	არ აღმოჩნდა	0,01
8	სტრონციუმი	მგ/ლ	0, 65	-
9	ნიკელი	მგ/ლ	0,001	0,07
10	მოლიბდენი	მგ/ლ	არ აღმოჩნდა	0,07
11	სტიბიუმი	მგ/ლ	0,035	0,02

წყლის ნიმუშებში მეტალების განსაზღვრა მოხდა პლაზმურ-ემისიური სპექტრომეტრზე და პლაზმურ-ემისიური მას-სპექტრომეტრზე. ანალიზის დაწყების წინ Agilent-ის ფირმის სერტიფიცირებული სტანდარტული ხსნარებიდან მოვამზადე სასურველი კონცენტრაციის სტანდარტული ხსნარი და მათი საშუალებით მოვახდინე ზემოხსენებული ხელსაწყოების დაკალიბრება. გამოყენებული მეთოდი ISO 11885:2007.

ჩვენ მიერ აღებულ ნიმუშებში, ნიკელი, კადმიუმი და სხვა მეტალები, რომელთა მნიშვნელობები იმდენად დაბალი იყო, რომ მათი აღმოჩენა პლაზმურ-ემისიური სპექტრომეტრს გაუჭირდა, განვსაზღვრეთ პლაზმურ-ემისიური მას-სპექტრომეტრზე.

სტრონციუმის რადიაქტიურ იზოტოპზე (Sr-90) წყლის ტესტირებისათვის გამოვიყენეთ რადიაქტიური გამოსხივების დეტექტორი mini rae, რომელსაც აქვს უნარი 40 კმ მანძილზე დააიდენტიფიციროს ალფა, ბეტა და გამა გამოსხივება.

შედეგები:

დმანისის მინერალურ წყალში განსაზღვრული იქნა ყველა მეტალი, რომლის სტანდარტული ხსნარიც არსებობდა საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს ატმოსფერული ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ანალიზის ლაბორატორიაში.

ჩატარებული კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ სტიბიუმის კონცენტრაცია აჭარბებს სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების შესახებ საქართველოს მთავრობის დადგენილებით გათვალისწინებულ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას.

ასევე საგულისხმოა წყალში სტრონციუმის შემცველობა, თუმცა აღნიშნული რეგლამენტით სტრონციუმის შემცველობა არ ნორმირდება.

„სამკურნალო კატეგორიას მიკუთვნებული წყლის ობიექტების ნუსხისა და მინერალური წყლის ხარისხისადმი წაყენებული ჰიგიენური მოთხოვნების დამტკიცების თაობაზე“ საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2002 წლის 5 ნოემბრის №310/ნ ბრძანების შესაბამისად, დანორმირებულია მხოლოდ სტრონციუმი -90 (Sr-90) რადიაქტიური იზოტოპი.

გამოსხივების დეტექტორის mini rae საშუალებით რადიაქტიურობაზე ჩავატარეთ ტესტი. ხელსაწყოს ტესტირების შედეგი სტრონციუმ – 90 (Sr-90) -ზე უარყოფითია.

დასკვნა:

მიღებული შედეგებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ „შარდის წყარო“-ს შედგენილობაში არ აღმოჩნდა შემდეგი მძიმე მეტალები: მანგანუმი, ტყვია, სელენი, მოლიბდენი, ხოლო რკინის, სპილენძის, თუთიის, კადმიუმისა და ნიკელის კონცენტრაციები არ აჭარბებს სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების შესახებ საქართველოს მთავრობის დადგენილებით გათვალისწინებულ ნორმას. წყალში აღმოჩენილია ლითონები: სტიბიუმი და სტრონციუმი. სტიბიუმის კონცენტრაციაა 0,035 მგ/ლ, რაც აჭარბებს სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების შესახებ საქართველოს მთავრობის დადგენილებით გათვალისწინებულ ნორმას 0,02 მგ/ლ -ს და საჭიროებს ნორმირებას, ხოლო სტრონციუმი არ წარმოადგენს (Sr-90) რადიოაქტიურ იზოტოპს.

ლიტერატურა:

1. G. Kufaradze, History of medical tourism. The material is presented at the Samkunalo tourism lecture, St. Georgian University of St. Andrew the First, Tbilisi 2015. 1-2
2. Niko Ketskhoveli: "They will grow even more" (1978).
3. Comparative characteristics of the chemical composition of Dmanisi and Udzharma mineral waters / L. Bokuchava, N. Aleksidze, N. Bokuchava, G. Dzhincharadze // News of the Academy of Sciences of the Georgian SSR. Chemical series, vol. 3. - 1977. - N2. - pp. 110-114.
4. Letter No. 22/4739 dated July 4, 2022 of the Mineral Resources Agency of Georgia
5. Legislative Bulletin page updated on June 21, 2021.

Determination of heavy metals in Dmanisi mineral water

Khatuna Omiadze	Doctoral student, head of the secondary structural unit of the Express-Laboratory Department of the Environmental Integrated Service of the Department of Environmental Supervision. Technical University of Georgia, Kostava st. 69 0192, Tbilisi, Georgia. E-mail: Khomiadze80@gmail.com
Shalva Andghuladze	Professor; Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Environmental Engineering, Georgia, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: shalvaandguladze@yahoo.com
Nana Bokuchava	Professor of the Department of Chemistry of the Technical University of Georgia, Doctor of Chemical Sciences, Technical University of Georgia, Kostava st. 69 0192, Tbilisi, Georgia. E-mail: n.bokuchava@gtu.ge

Abstract: The object of the study was the healing water "Dmanisi" near the village of Bosli in the municipality of Dmanisi, also known as "urine spring", which is included in the list of water bodies

of the healing category in the form of combined and internal use mineral water according to the legislation of Georgia. It is used for the treatment of the following diseases: nephritis, pyelonephritis, prostatitis and other urolithiasis diseases.

Despite the increased interest of consumers in the healing water of Dmanisi, as well as the use of the water for drinking purposes by the local population, the chemical composition of the water has not been determined for ten years. There are no data on the content of heavy metals in the water. In addition, it is important to study the impact of the active operation of the metal mining and processing company "RMG GROUP" operating in the region on the healing water deposit.

Keywords: Ore, mineral water, muds, mineral coating.

მდინარე ყვირილას აუზის ეკოქიმიური კვლევა

მაია ოჩიგავა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის სადოქტორო პროგრამის დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 69, 0192, თბილისი, საქართველო.
E-mail: maka_och@yahoo.com

რეცენზენტები:

ა. სურმავა, სტუ, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის უფრ., ფიზ.-მათ.მეცნ.დოქ., პროფესორი.

E-mail: asurmava@yahoo.com

დ. დულუნიშვილი, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი,

E-mail: darejan-g@hotmail.com

ანოტაცია ჩატარებული ეკოქიმიური კვლევა ემსახურება მდინარე ყვირილას აუზის დაბინძურების შესწავლას. მდინარის დაბინძურების მთავარი წყაროა მანგანუმის მადნის გამამდიდრებელი ფაბრიკებიდან ჩაშვებული საწარმოო ჩამდინარე წყლები. კვლევის თანახმად შეწონილი ნაწილაკები, ამონიუმის აზოტი და მანგანუმის კონცენტრაციები აჭარბებს საქართველოს კანონმდებლობით რეგლამენტირებულ ზღვრულად დასაშვებ მაჩვენებლებს.

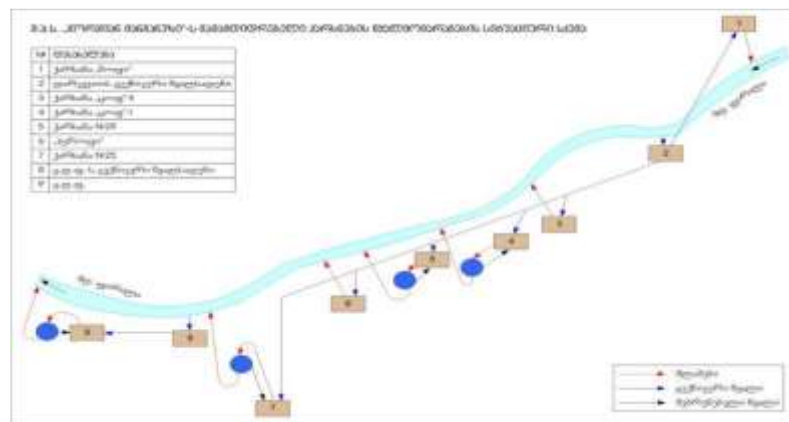
საკვანძო სიტყვები: მანგანუმი, მდინარის დაბინძურება, მძიმე ლითონები, შეწონილი

ნაწილაკები.

შესავალი

წყლის რესურსების მდგრადი მართვისა და დაბინძურების თავიდან აცილებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მოსახლეობისათვის ხარისხიანი სასმელი წყლით უზრუნველყოფის, ეკონომიკის ფუნქციონირებისა და ბუნებრივი გარემოსა და ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების თვალსაზრისით.

2014 წელს საქართველო-ევროკავშირს შორის დადებული ასოცირების შესახებ შეთანხმების (AA) საფუძველზე საქართველომ იკისრა ევროკავშირის დირექტივების სათანადო ელემენტების ეროვნულ კანონმდებლობაში ასახვის ვალდებულება. საქართველომ უნდა შეცვალოს კანონმდებლობა ევროკავშირის გარემოსდაცვით დირექტივებთან შესაბამისობაში. ეს დირექტივებია: წყლის ჩარჩო დირექტივა (2000/60/EC), დირექტივა ურბანული ჩამდინარე წყლების გაწმენდის შესახებ (91/271/EEC), დირექტივა წყალდიდობების რისკების შესახებ (2007/60/EC), დირექტივა სოფლის მეურნეობის წარმოების შედეგად გენერირებული ნიტრატებით წყლის დაბინძურების შესახებ (91/676/EEC), დირექტივა ადამიანის მოხმარებისათვის განკუთვნილი წყლის ხარისხის შესახებ (98/83/EC) და დირექტივა სამრეწველო ემისიების შესახებ (2010/75/EC). მათი ასახვა ეროვნულ კანონმდებლობაში უზრუნველყოფს წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვაზე გადასვლას, სააუზო მართვის მოდელის დანერგვას, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ობიექტების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მონიტორინგის ქსელის შექმნასა და მონიტორინგის წარმოებას, რათა გარანტირებული იყოს ყველა წყლის ობიექტის მდგომარეობის გაუარესების თავიდან აცილება, მათი მდგრადი მართვა და წყლის კარგი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების უზრუნველყოფა [1].



ნახაზი 1. შპს „ჯორჯიან მანგანეზის“ გამამდიდრებელი ქარხნების წყალმომარაგების და წყალჩაშვების სიტუაციური სქემა

მრეწველობა, სასმელი წყლით მომარაგება, სოფლის მეურნეობა, ჰიდროენერგეტიკა და ტურიზმი ზედაპირული წყლის ობიექტებზე დამოკიდებული ეკონომიკის სექტორებია, მაგრამ ხშირად მათი ფუნქციონირება მავნე ზემოქმედებას ახდენს წყლის რესურსებზე. ამ სექტორებიდან წყლის რესურსების დაბინძურება ხორციელდება ორი გზით: წერტილოვანი და დიფუზიური წყაროებიდან.

საწარმოო პროცესის დროს წარმოქმნილი ნარჩენი წყლები გამწმენდი ნაგებობებისა და მოწყობილობების არასრულფასოვანი მუშაობის, გაუმართაობის ან არ არსებობს დროს იწვევს წყლის რესურსების დეგრადაციას, მათ შორის მდინარეების, რომელთა სიახლოვესაც ეს საწარმოები არის განლაგებული. საწარმოო ჩამდინარე წყლების შემადგენლობა, კონცენტრაცია, რაოდენობა და ჩაშვების რეჟიმი განსაზღვრავს მდინარეების დაბინძურების დონეს და წყლის ხარისხს [2].

სამთო-მოპოვებითი წარმოება ზედაპირული წყლების მძიმე მეტალებით დაბინძურების ერთ-ერთი მთავარი და მნიშვნელოვანი წყაროა. ამ თვალსაზრისით მდინარე ყვირილას ეკოქიმიური ანალიზის ჩატარება და დაბინძურების ხარისხის შეფასება მეტად აქტუალურია.

მდ. ყვირილას დაბინძურება სამთო-მოპოვებითი მრეწველობიდან

მდ. ყვირილას აუზის წიაღისეულიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია მანგანუმის საბადო.

მანგანუმის მადნის 20 საბადო, აქედან 9 შახტური, ხოლო 11 ღია კარიერული ტიპისაა. მანგანუმის მადნის მოპოვება ხდება ძველი ტექნოლოგიით მომუშავე 4 მაღაროში, ახალი ტექნოლოგიით მომუშავე მიწისქვეშა 9 უბანსა და ღია საკარიერო 7 უბანზე [3,4].

მდ. ყვირილას მძიმე მეტალებით დაბინძურების მთავარ წყაროს წარმოადგენს ქ. ჭიათურაში განთავსებული სამთოგამამდიდრებელი კომბინატის საქმიანობა [3,4].

ჭიათურის სამთო გამამდიდრებელი კომბინატის მიერ ე.წ. ზეგნებიდან: რგანი, ქვედა რგანი, ზედა რგანი, მღვიმევი, დარკვეთი, ითხვისი, შუქრუთი და პერევი მოიპოვება მანგანუმის მადანი და მიეწოდება გამამდიდრებელ ქარხნებს: „წოფი“, „ცოფ-1“, „ცოფ-2“, „#29“, „პაეროფი“, ცდფ „პორები“ და „ცდფ შუალედები“ [3].

დღემდე მოპოვებულია 260 მილიონ ტონამდე ნედლი მადანი და რეალიზებულია 130 მილიონ ტონამდე სასაქონლო პროდუქცია. საშუალო წლიური მანგანუმის კონცენტრატის წარმოების მოცულობაა 330 ათას ტონა [3,4].

მდინარის დაბინძურება ხდება მანგანუმის მადნის გამდიდრების შედეგად მიღებული შლამებით, რომელიც შეიცავს შეწონილ ნაწილაკებს, მანგანუმის ჟანგულ, ჰიდროჟანგულ და კარბონატულ მინერალებსა და მცირე რაოდენობით სხვა მიკროელემენტებს [4]. მდ.

ყვირილას ძირითადი დამაბინძურებელი წყაროებია:

- მანგანუმის მადნის გამამდიდრებელი ფაბრიკები;
- “ღურღუმელას” უმოქმედო შლამსაცავი;
- მწყობრიდან გამოსული სალექარები და დორები;
- ფაბრიკის ტერიტორიაზე არაფუნქციონირებადი შლამსადენი და შლამის

შესაგროვებელი რეზერვუარი;

- ფაბრიკის შუალედური პროდუქტების გადამუშავების შედეგად მიღებული ნარჩენის-აგლომერატის განთავსების, შემოუღობავი და დაუცველი ტერიტორია ანუ სანაყარო;
- რგანის, მღვიმევის, ითხვისის და პერევისას პლატოებზე დაულუქავი ღია კარიერებიდან თავსხმა წვიმების დროს ჩამონადენი[4].

ძირითადი ნაწილი

მდ. ყვირილას წყლის ეკოქიმიურ კვლევა

2000 – 2003 წლებში სამეცნიერო კვლევის ფარგლებში იქნა განსაზღვრული მდინარე ყვირილას წყალში ძირითადი იონებისა და ბიოგენური კომპონენტების შემცველობა. კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ მდ. ყვირილას წყალი ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-სულფატური ტიპის წყალს მიეკუთვნება, ხოლო ძირითადი იონებისა და ნიტრატ-იონების კონცენტრაცია ზდკ-ზე ნაკლებია [5].

გარემოს ეროვნული სააგენტოს 2022 წელს მდ. ყვირილას 4 წერტილში აღებული სინჯების ქიმიური ანალიზის მონაცემების თანახმად: ნიტრიტების, ნიტრატების, ფოსფატების, სულფატების, რკინის, თუთიის, სპილენძის და ტყვიის საშ.წლიური კონცენტრაციები ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ) არ აჭარბებს. მხოლოდ ამონიუმის აზოტისა და მანგანუმის კონცენტრაციების მონაცემები აღემატება ზდკ-ებს [6].

ჩემს მიერ 2022 წლის აგვისტოს (ზაფხული), ოქტომბრისა (შემოდგომა) და ნოემბრის (ზამთარი) თვეებში მდ. ყვირილას აუზში 4 ქვემოთ მოცემულ წერტილში მოხდა წყლის საანალიზო 12 ნიმუშის აღება. სინჯის აღების წერტილები იყო:

- სინჯის აღების წერტილი #1 - ჭიათურა ზედა- მდ. ყვირილას მდ. ჯრუჭულას შეერთებამდე 200 მეტრში;
- სინჯის აღების წერტილი # 2 -ჭიათურა ქვედა- მდ. მდ. ყვირილასთან მდ. ძირულას შეერთებამდე 200 მეტრში;
- სინჯის აღების წერტილი # 3-ზესტაფონი ზედა- მდ. ყვირილასთან მდ. ძირულას შეერთების შემდეგ 200მეტრში;

სინჯის აღების წერტილი # 4-ზესტაფონი ქვედა- მდ. ყვირილას მდ. ჯაბაურას ღელესთან შეერთების შემდეგ 200 მეტრში [7].

ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა მდ. ყვირილას დამაბინძურებელი ნივთიერებები და მათი კონცენტრაციები, რაც ასახულია ცხრილში 1. მდ. ყვირილას ეკოქიმიური ანალიზი 2022 წელი (ზაფხული, შემოდგომა, ზამთარი).

წყლის სინჯის აღება, დაკონსერვება, ეტიკეტირება, შენახვა და ტრანსპორტირება განხორციელდა საერთაშორისო სტანდარტის ISO 5667 და ISO 15587 შესაბამისად. ქიმიური ანალიზისთვის სინჯების ასაღებად გამოყენებულ იყო მინა და პოლომერული მასალის ჭურჭელი. ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების: წყლის ტემპერატურის, pH-ის, სიმღვრივის, ელექტროგამტარობის, გახსნილი ჟანგბადის შემცველობა განისაზღვრა სავლე პორტატული აპარატებით: კონდუქტომეტრი MultiMeter Instrument Aqualytic AL15-ითა (სამი ელექტროდით) და სიმღვრივის მზომი AQUA LYTIC - AL250 T-IR-ით. აღნიშნული პარამეტრების გაზომვამდე აპარატის დაკალიბრება მოხდა სერთიფიცირებული სტანდარტული ხსნარით.

წყლის სინჯებში მეტალები განისაზღვრა ატომურ-ემისიური სპექტრომეტრის ინდუქციური შეკაშვირებული პლაზმით Agilent ICP-OES 710. არაორგანული ანიონებისა და ბიოგენური კომპონენტების შემცველობის დადგენა მოხდა იონური ქრომატოგრაფი Dionex ICS-1100-ს გამოყენებით. წყალში საერთო სიხისტის, ჰიდროკარბონატ იონისა და ჟანგვადობის კვლევა განხორციელდა ტიტრიმეტრიული მეთოდებით.

ცხრილი 1.

მდ. ყვირილას ეკოქიმიური ანალიზი 2022 წელი (ზაფხული, შემოდგომა, ზამთარი)

სინჯის აღების წერილობითი #	სინჯის აღების თვე	ტემპერატურა გრად.	სიხისტე მგ/ცმ	გამჭვირვალობა სმ	შეწინილი ნაწილაკ. მგ/ლ	pH	გახსნილი ჟანგბადი მგ/ლ	ჯგზ მგ/ლ	შეფერილობა	ელექტროგამტარობა μ სიმი/სმ	მინერალიზაცია მგ/ლ
1	აგვისტო	20	1.87	30	121	7.25	5.76	2.65	54	256.9	184.43
1	ოქტომბერი	11	2.24	12	176	7.73	9.00	1.26	158	258.4	220.5
1	ნოემბერი	9	3.28	11	323	7.84	9.83	1.92	188	366.4	186.4
2	აგვისტო	20	3.25	5	786	7.13	6.47	2.41	185	406.12	292.93
2	ოქტომბერი	9	2.64	5	1439	7.76	9.24	1.12	210	317.1	270.6
2	ნოემბერი	8	3.82	5	1470	8.07	9.06	1.99	94	339.9	316.1
3	აგვისტო	19	2.76	5	1534	7.15	5.29	2.65	171	344.21	264.22
3	ოქტომბერი	11	3	5	3124	7.84	8.8	1.58	190	283.5	281.12
3	ნოემბერი	9	1.85	5	186	8.14	8.56	2.15	140	323.4	206.1
4	აგვისტო	19	2.23	5	1089	7.28	5.79	2.46	72	354.4	311.89
4	ოქტომბერი	11	2.4	5	1349	7.85	7.68	2.13	264	285.5	249.9
4	ნოემბერი	10	3.64	5	1158	8.01	8.59	2.27	55	281.7	256

სინჯის ადგილის წერილობითი #	სინჯის ადგილის თვე	ნიტრიტის აზოტი მგ/ლ	ნიტრატის აზოტი მგ/ლ	ამონიუმის აზოტი მგ/ლ	ფოსფატები მგ/ლ	სულფატები მგ/ლ	ქლორიდები მგ/ლ	ჰიდროკარბონატი მგ/ლ	კალციუმი მგ/ლ
1	აგვისტო	0.031	0.63	0.41	0.033	19.4	2.9	113.9	30.59
1	ოქტომბერი	0.069	0.44	0.39	0.036	24.8	6.6	133	32
1	ნოემბერი	0.065	0.31	0.35	0.018	14	3.8	186.4	49.7
2	აგვისტო	0.164	0.91	0.58	0.058	29.1	6.5	183.8	44.91
2	ოქტომბერი	0.154	0.45	0.45	0.043	34.4	7.4	157.4	44.9
2	ნოემბერი	0.065	0.31	0.35	0.006	12	6.6	219.6	65.7
3	აგვისტო	0.087	0.77	0.48	0.063	27.1	3.6	168.9	35.19
3	ოქტომბერი	0.131	0.31	0.37	0.04	30.4	3.7	175.7	48
3	ნოემბერი	0.082	0.33	0.15	0.043	16	5.9	128.6	35.2
4	აგვისტო	0.049	0.53	0.44	0.051	24.6	4.3	133.9	38.48
4	ოქტომბერი	0.138	0.53	0.49	0.052	36.4	5.2	192.1	40
4	ნოემბერი	0.138	0.44	0.39	0.02	10.9	6.6	210.5	44.9

სინჯის ადგილის წერილობითი #	სინჯის ადგილის თვე	მაგნიუმი მგ/ლ	სილიციუმი მგ/ლ	რკინა მგ/ლ	თუთია მგ/ლ	სპილენძი მგ/ლ	დარიშხანი მგ/ლ	ტყვია მგ/ლ	მანგანუმი მგ/ლ	ნატაკალიუმი მგ/ლ
1	აგვისტო	4.88	3.68	0.07	0.0171	0.0015	0.0013	0.0036	0.035	10.4
1	ოქტომბერი	7.8	5.41	0.27	0.0065	0.0016	0.0084	0.0041	0.034	15.5
1	ნოემბერი	9.7	4.42	0.12	0.0084	0.0029	0.0002	0.0009	0.018	3.5
2	აგვისტო	11.7	4.74	0.36	0.0067	0.0016	0.0039	0.0033	0.276	14.6
2	ოქტომბერი	4.9	4.45	0.37	0.0149	0.0019	0.0165	0.0017	0.147	20.7
2	ნოემბერი	6.6	4.13	0.02	0.0139	0.0042	0.0048	0.0037	0.837	5.4
3	აგვისტო	12.87	4.43	0.22	0.0092	0.0011	0.0056	0.0006	0.175	15.8
3	ოქტომბერი	7.3	4.23	0.21	0.0024	0.0030	0.0017	0.0005	0.372	14.8
3	ნოემბერი	1.1	4.87	0.21	0.0102	0.0040	0.003	0.0038	0.748	18.8
4	აგვისტო	3.89	3.44	0.18	0.0046	0.0011	0.0059	0.0044	0.756	14.3
4	ოქტომბერი	4.9	5.73	0.36	0.0237	0.0044	0.0064	0.0015	0.321	20.1
4	ნოემბერი	17.1	3.65	0.08	0.0251	0.0030	0.0091	0.0024	0.722	5.4

მდ. ყვირილას წყლის 12 სინჯის ეკოქიმიური ანალიზის თანახმად წყლის pH ვარირებს 7.15 – 8.14 ზღვრებში (ნორმა 6,5-8,5) და არის ნორმის ფარგლებში. ოქტომბრის თვეში აღებულ ყველა საანალიზო სინჯში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია მერყეობს 5.29 – 6.47 მგ/ლ (ზაფხულის თვის ნორმა 5-7 მგ/ლ), ხოლო ოქტომბერი-ნოემბრის თვის სინჯში 7.68–9.83 მგ/ლ (შემოდგომა-ზამთრის ნორმა 8 -10 მგ/ლ) ფარგლებში და ნორმის ფარგლებშია. ჟმმ5 აგვისტოს სინჯებში მერყეობს 2.65–2.71 მგ/ლ, ხოლო ოქტომბერი-ნოემბრის თვეში ჟმმ5 1.12–2.65მგ/ლ ფარგლებში, გამომდინარე აქედან ზედაპირული წყლის ხარისხის კლასის თანახმად წყალი ზომიერად დაბინძურებულია. ყველა სინჯის თანახმად წყლის სიხისტის 1.85-3.82 მგ.-ექვ/ლ (ნორმა 4 მგ.-ექვ/ლ-მდე) მაჩვენებლიდან გამომდინარე მდ. ყვირილას წყალი მიეკუთვნება

რბილ წყალს; ნატრიუმისა და კალიუმის იონების ჯამური კონცენტრაცია 3.7 -20.8 მგ/ლ ფარგლებშია. ყველა სინჯის თანახმად მინერალიზაცია მერყეობს 183.9-315.9 მგ/ლ ზღვრებში და მიეკუთვნება საშუალო მინერალიზაციის წყალს. ელექტროგამტარობა 256.9-406.12 მიკ. სიმ./სმ ზღვრებში მერყეობს. სპილენძის, თუთიისა, დარიშხანისა და ტყვიის მნიშვნელობები დაბალია ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებზე. რკინის კონცენტრაცია 0.02-0.36 მგ/ლ უმნიშვნელოდ აღემატება 0.3 მგ/ლ ზღვ-ს, ხოლო მანგანუმის კონცენტრაცია ყველა სინჯში მნიშვნელოვნად აღემატება 0.1 მგ/ლ ზღვ-ს და ვარირებს 0.018-0.837 მგ/ლ. ამონიუმის აზოტის შემცველობა აჭარბებს ნორმას და მერყეობს 0.15-0.58 მგN/ლ ფარგლებში (ნორმა 0.39 მგN/ლ). შეწონილი ნაწილაკები მნიშვნელოვნად აჭარბებს ნორმას და ვარირებს 121-3124 მგ/ლ ფარგლებში (ნორმა >100 მგ/ლ). ნიტრატისა და ნიტრიტის აზოტის, სულფატების, ქლორიდების, ფტორის, კალციუმისა და მაგნიუმის კონცენტრაციები არ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს [8].

დასკვნა:

ჩატარებული ეკოქიმიური კვლევის საფუძველზე მდ. ყვირილას წყალი ეთანადება ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან ტიპის წყალს. შეწონილი ნაწილაკების, ამონიუმის აზოტისა და მანგანუმის კონცენტრაციები აჭარბებს საქართველოს კანონმდებლობით რეგლამენტირებულ ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს [8]. შეწონილი ნაწილაკების თანახმად მდ. ყვირილას წყალი მიეკუთვნება ძალიან დაბინძურებულ ზედაპირული წყლის ობიექტს.

ამონიუმის აზოტის მაღალმა კონცენტრაციებმა შესაძლოა მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენოს მდ. ყვირილას წყლის ეკოსისტემას, რადგან ეს ნივთიერება ძლიერ ტოქსიკურია წყლის ორგანიზმებისათვის. ამ დამაბინძურებლის მაღალი კონცენტრაცია წყლის ორგანიზმებში გროვდება და წყლის ბიომრავალფეროვნების დეგრადაციას იწვევს. შეწონილი ნაწილაკების და მძიმე ლითონების მაღალი კონცენტრაცია სახიფათოა არა მხოლოდ წყლის ორგანიზმებისათვის, არამედ ადამიანის ჯანმრთელობისთვის. განსაკუთრებით მძიმე შედეგები დგება მისი სარწყავად გამოიყენებისას, რადგან სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მძიმე მეტალებით დაბინძურებული წყლით მორწყვის შედეგად ნიადაგში, მიწისქვეშა წყალსა და სოფლის მეურნეობის პროდუქტებში ხვდება და გროვდება მძიმე მეტალები, რაც უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

კვლევის შემდეგ ეტაპს წარმოადგენს მდ. ყვირილას წყლის საანალიზო სინჯების აღების წერტილების გაზრდა 2-ჯერ და დამატებით 4 წერტილიდან (სულ 8 წერტილში) ზედაპირული წყლის და ფსკერული დანალექების ქიმიური და მიკრობიოლოგიური

ანალიზის ჩატარება, რის საფუძველზეც რიცხვითი მოდელირების საშუალებით განისაზღვრება მდ. ყვირილას აუზში მავნე ნივთიერებების გავრცელების დინამიკა, რაც თავისმხრივ მომცემს საშუალებას დავადგინო მდინარე ყვირილას აუზში დაბინძურების დონეები ევროკავშირის დირექტივის მოთხოვნის .

ლიტერატურა:

1. Green alternative, 2021 Challenges of implementation of the Association Agreement concluded between Georgia and the European Union in 2017-2020; Tbilisi. Georgia. <https://greenalt.org/app/uploads/2021/11/Association-Agenda-2017-2020-geo1.pdf>
2. Trapaidze V., 2012. Water resources. i. Tbilisi State University named after Javakhishvili; Tbilisi
3. https://www.tsu.ge/data/file_db/library/trapaidze_resursebi.pdf
4. Jebashvili T., Geology of the Chiaturi manganese deposit and geoecological monitoring of the waters of the Kvrila river polluted with sludge, master's thesis, Tbilisi, 2016.
5. "Georgian Manganese" LLC, Chiaturi Mining Enrichment Combine Environmental Impact Assessment Report, Tbilisi 2008.
6. Supatashvili G.D. Hydrochemistry of Georgia (fresh waters). Tbilisi: Tbilisi University Press, 2003, 399 p.
7. National Environment Agency; Environmental monitoring bulletins 2015-2022. <https://nea.gov.ge/Ge/Services/19>
8. Hvedtsiteli L., Bazhde I., Gegeshidze J., Sharashidze T.. Methods and means of analysis of protection of environmental objects. Industrial wastewater control. Part I. Tbilisi: "Technical University" publishing house, 2007, 83 p.
9. Technical regulation of protection of surface waters of Georgia from pollution. Resolution of the Government of Georgia N425, December 31, 2013, Tbilisi.

Ecochemical study of Kvrila river basin

Maia Ochigava Doctoral student of the Chemical and Biological Engineering Doctoral Program of the Technical University of Georgia, Kostava St., Technical University of Georgia. 69, 0192, Tbilisi, Georgia.
E-mail: maka_och@yahoo.com

Abstract. The conducted ecochemical research serves to study the pollution of the Kvirila river basin. The main source of pollution of the river is industrial waste water discharged from manganese ore beneficiation factories. According to the research, the concentrations of particulate matter, ammonium nitrogen and manganese exceed the maximum permissible values regulated by the legislation of Georgia.

Keywords: manganese, river pollution, heavy metals, suspended particles.

ქ. რუსთავის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება

ნოე მეგრელიშვილი

დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ატმოსფერული ჰაერის სამმართველოს ხელმძღვანელი, თბილისი, საქართველო
E-mail: noemegre@gmail.com

რეცენზენტები:

დ. ერისთავი, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი

E-mail: d.eristavi@gtu.ge;

მ. ცინცაძე, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, სტუ-ს ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge;

ანოტაცია: განხილულია რუსთავის ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი ძირითადი წყაროები და კომპონენტები. ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისას გამოვლინდა, რომ ძირითად დამაბინძურებლებს წარმოადგენს უმცირესი ზომის მყარი ნაწილაკები (PM) და აზოტის დიოქსიდი, რომელთა კონცენტრაციები აღემატება ნორმატიულად დასაშვებ სიდიდეებს.

საკვანძო სიტყვები: რუსთავის ატმოსფერული ჰაერის ხარისხი, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება, მყარი ნაწილაკები PM10, PM2.5, სამრეწველო ემისიები

შესავალი

ქ. რუსთავის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება ჩვენი ქვეყნის ერთ-ერთი მთავარი გარემოსდაცვითი გამოწვევაა. საქართველოში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების პრობლემა ქვეყნის უმსხვილეს ქალაქებში, ასევე მსხვილ სამრეწველო ობიექტებსა თუ სამრეწველო ზონებთან ფიქსირდება. პრაქტიკულად ყველგან, გარდა ზესტაფონის მუნიციპალიტეტისა, პრობლემურ დამბინძურებლებს უმცირესი ზომის მყარი ნაწილაკები (PM) და აზოტის დიოქსიდი (NO₂)

წარმოადგენს. საქართველოს კონსტიტუციის მიხედვით, ყველას აქვს უფლება ცხოვრობდეს ჯანმრთელობისთვის უვნებელ გარემოში.

ატმოსფერული ჰაერის ძირითადი მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების ანთროპოგენური წყაროები შემდეგ ძირითად სექტორებად შეიძლება დაიყოს: მრეწველობა, ტრანსპორტი, ენერგეტიკა, სოფლის მეურნეობა და ნარჩენების სექტორი. ამასთან აღსანიშნავია, რომ 2020 წლის მონაცემებით მყარი ნაწილაკების ქვეყნის ჯამური გაფრქვევების თითქმის 40% მრეწველობის სექტორზე მოდის. საქართველოში გოგირდის დიოქსიდის მთლიან გაფრქვევებში სამრეწველო სექტორიდან ემისიები 93%-ს აღწევს.

საქართველოში ატმოსფერული ჰაერის მყარი ნაწილაკებით დაბინძურების კუთხით ბუნებრივ წყაროებს საკმაოდ მნიშვნელოვანი როლი უკავიათ. ამ კუთხით განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საჰარის, არაბეთის ნახევარკუნძულისა და შუა აზიის უდაბნოებიდან პერიოდულად შემოჭრილი უდაბნოს მტვრის მასები, რომელიც ხშირ შემთხვევაში ქვეყნის პრაქტიკულად მთელ ტერიტორიაზე ვრცელდება, მათ შორის რუსთავშიც.

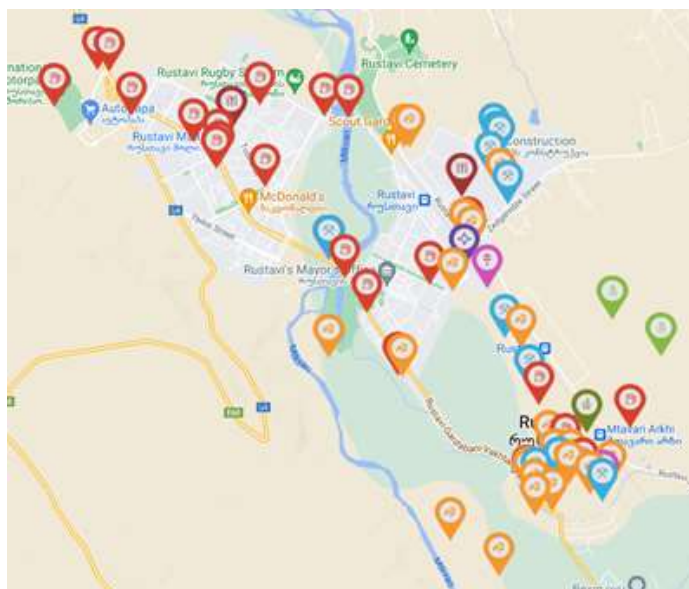
ქვემო ქართლის ეკონომიკაში მრეწველობის სექტორს წამყვანი ადგილი უჭირავს და მისი წვლილი რეგიონში წარმოებულ დამატებულ ღირებულებაში 41%-ს შეადგენს. რეგიონში მრეწველობა, ძირითადად, მოიცავს წიაღისეულის მოპოვებას, მეტალურგიულ და ქიმიურ მრეწველობას, ცემენტის, სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი ქვების წარმოებას, კერამიკის, მინისა და ფაიფურის დამზადებას, ენერგოგენერაციას და აგროწარმოებას. ქვემო ქართლის მთავარი სამრეწველო ცენტრებია რუსთავი, მარნეული, გარდაბანი და ბოლნისი.

მრეწველობის დარგებიდან, რეგიონში განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს მძიმე და მომპოვებელი მრეწველობის დარგები. კერძოდ: ქ. რუსთავში ფუნქციონირებს რამდენიმე მსხვილი საწარმო, როგორცაა რუსთავის მეტალურგიული ქარხანა, აზოტის ქიმიური კომბინატი, ვაგონმშენებელი საწარმო, ცემენტის წარმოება და ლითონკონსტრუქციების საწარმო, თბოელექტროსადგური გარდაბანში, მადნეულის ოქროს საბადოები კაზრეთთან ბოლნისში, რომელთა პროდუქციაზე დიდი მოთხოვნილებაა როგორც ქვეყნის შიგნით, ისე მეზობელ სახელმწიფოებში.

ძირითადი ნაწილი

საქართველოში ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთი ძირითადი დამაბინძურებელია ქვემო ქართლის რეგიონი, სადაც კარგად არის განვითარებული მრეწველობისა და ენერგეტიკის სექტორები. ქვემო ქართლის რეგიონის წილმა ქვეყნის მასშტაბით საწარმოებიდან ჰაერში მავნე ნივთიერებების ემისიების გაფრქვევაში 2020 წელს 40,28% შეადგინა, რაც ქვეყნის

რეგიონებს შორის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელია. მნიშვნელოვანია, რომ ქ. რუსთავის წილი ქვეყნის დაბინძურებაში 11,6%-ს შეადგენს. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების თვალსაზრისით, ძირითადი საქმიანობებია ცემენტის, მეტალურგიული და ქიმიური წარმოებები. აღნიშნული გარემოებების გათვალისწინებით, მიზანშეწონილია ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის ქსელის გაფართოება და ჰაერის დაბინძურების შემარბილებელი ღონისძიებების გატარება მწვანე ნარგავებით განაშენიანების საშუალებით (მაგ. ქ. რუსთავში). რეგიონში არსებული სტაციონალური და დიფუზიური წყაროებიდან ჰაერში მავნე ნივთიერებების ემისიების სტატისტიკური მონაცემების თანახმად, ბოლო წლებში არ აღინიშნება ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი შემცირება. ამის მიზეზია მოქმედ საწარმოთა მიერ აირ-მტვერდამჭერი სისტემების გაუმართაობა და შესაბამისად, მაღალი გაფრქვევები. აგრეთვე, რეგიონის მასშტაბით სატრანსპორტო საშუალებების გაზრდილი რაოდენობა და მოსახლეობის მიერ გასათბობი საშუალებების (განსაკუთებით, გაზის გამათბობლების) გამოყენების მზარდი ტენდენცია.



სურათი 1 ქ. რუსთავში მდებარე სამრეწველო ობიექტები (წყარო: <http://map.emoe.gov.ge/>)

ქალაქს მარცხენა და მარჯვენა სანაპიროდ ჰყოფს მდინარე მტკვარი. ქალაქის მარცხენა სანაპიროზე მდებარეობს ე.წ. „ძველი რუსთავის“ დასახლება, ხოლო მარჯვენაზე – ე.წ. „ახალი რუსთავი“. ქალაქი ასევე, გამოირჩევა სტრატეგიული მდებარეობით, თბილისთან და აზერბაიჯანისა და სომხეთის საზღვრებთან სიახლოვით. რუსთავის მახლობლად გადის რეგიონული საკომუნიკაციო დერეფანი – TRACECA. ქალაქის ტერიტორიას კვეთს ეროვნული და საერთაშორისო მნიშვნელობის სარკინიგზო და საავტომობილო მაგისტრალები. რუსთავში

შიდა საქალაქო ტრანსპორტის სახით წარმოდგენილია მუნიციპალური ავტობუსები და სამარშრუტო ტაქსები. ქალაქში კერძო ავტომობილთა რაოდენობა მზარდია. რუსთავი 1950-იანი წლებიდან ინდუსტრიული ცენტრი იყო. დღეის მდგომარეობით ინდუსტრიული საწარმოების ნაწილი გაჩერებულია, თუმცა, რუსთავი რჩება ქვეყნის უმნიშვნელოვანეს ინდუსტრიულ ცენტრად. საწარმოების უმეტესი ნაწილი ძველ რუსთავის ე.წ. სამრეწველო ზონაშია განლაგებული.

ცხრილი 1.

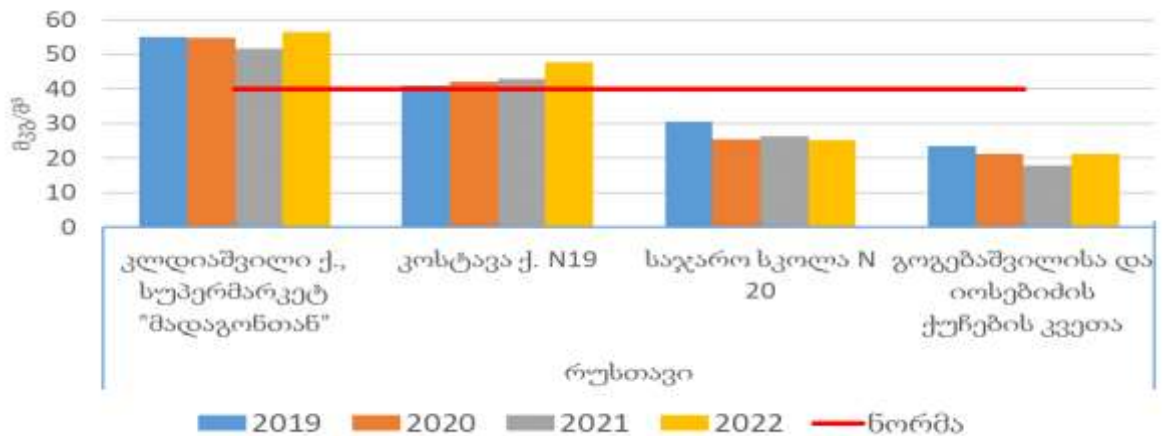
ქ. რუსთავში ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის პუნქტები და ძირითადი დამაბინძურებლები

მონიტორინგის ტიპი	დამბინძურებლები	მდებარეობა	განედი	გრძედი
ქალაქის ფონური ავტომატური სტაციონარული სადგური	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ , SO ₂ , CO, O ₃	ძვ. რუსთავი, ბათუმის ქ. N19	41.5462	45.0145
ინდიკატორული (გრავიმეტრიული ხელსაწყოების საშუალებით)	Pb, Cd, Ni, As, C ₂₀ H ₁₂	ძვ. რუსთავი, ბათუმის ქ. N19	41.5462	45.0145
ინდიკატორული	NO ₂	ძვ. რუსთავი, კოსტავას ქუჩა N 19	41.5439	45.0095
ინდიკატორული	O ₃	ძვ. რუსთავი, რუსთავის კულტურისა და დასვენების პარკი	41.5414	45.0042
ინდიკატორული	NO ₂ , C ₆ H ₆	ძვ. რუსთავი, გოგებაშვილისა და იოსებიძის ქუჩების გადაკვეთა	41.5376	45.0097
ინდიკატორული	NO ₂ , C ₆ H ₆	ახ. რუსთავი, კლდიაშვილის ქუჩა	41.5643	44.9761
ინდიკატორული	O ₃	ახ. რუსთავი, ლეონიძის პარკი	41.5708	44.9779
ინდიკატორული	NO ₂	ახ. რუსთავი, საჯარო სკოლა N 20	41.5591	44.9842

2021 წლის მონაცემებით სამრეწველო ობიექტებიდან ქ. რუსთავში წლიურად ჯამში 12,970 ტონა მყარი ნაწილაკი გაიფრქვა, რაც ქვეყნის ყველა სხვა ქალაქის მაჩვენებელს მნიშვნელოვნად აღემატება. შესაბამისად, ლოგიკურია ის ფაქტიც, რომ სწორედ ძველ რუსთავში განთავსებული ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის სადგური აფიქსირებს მყარი ნაწილაკების ყველაზე მაღალ მაჩვენებლებს ქვეყნის მასშტაბით.

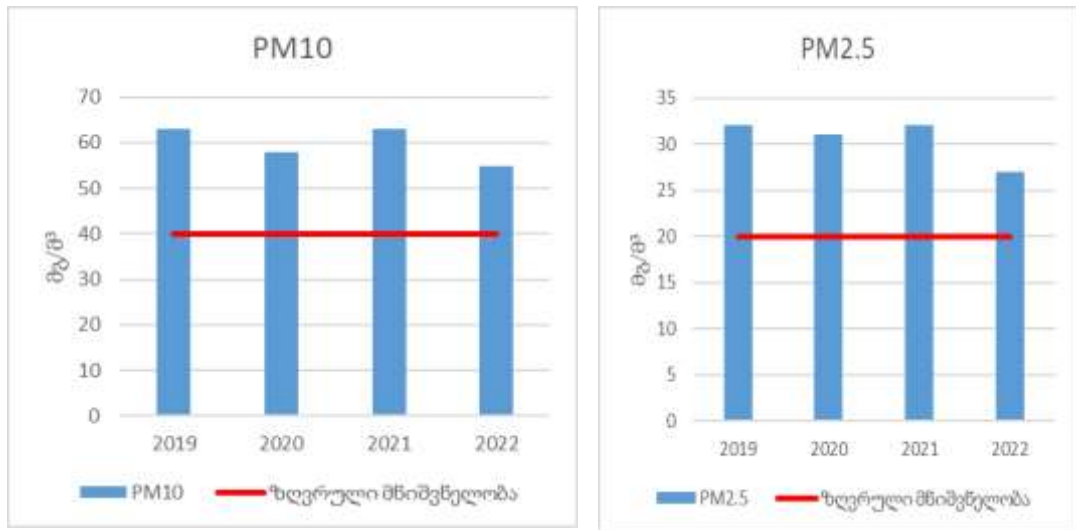
ქალაქ რუსთავში ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის გაზომვები წარმოებს, როგორც ძველ რუსთავში განთავსებული ავტომატური მონიტორინგის ფონური სადგურის, ისე 6 ადგილზე ყოველკვარტალური ინდიკატორული გაზომვების საშუალებით.

მონიტორინგის შედეგად მიღებული მონაცემების შეფასება ხორციელდება ჰაერის ხარისხის შეფასების ევროპული სტანდარტების შესაბამისად. არსებული დაკვირვების პუნქტებიდან მიღებული მონაცემებით, ძველ რუსთავეში უმთავრეს პრობლემას წარმოადგენს უმცირესი ზომის მყარი ნაწილაკების კონცენტრაციის, ხოლო ახალ რუსთავეში, ცენტრალურ ქუჩებზე აზოტის დიოქსიდის (NO_2) შემცველობის წლიური ნორმების გადაჭარბება. სხვა დამბინძურებლები (SO_2 , CO , O_3 , Cd , Ni , As , $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$, C_6H_6) ნორმის ფარგლებშია. უფრო დეტალურად, 2022 წლის განმავლობაში ჩატარებული ინდიკატორული გაზომვები გვიჩვენებს, რომ ახალ რუსთავეში ცენტრალური ქუჩის (კლდიაშვილის ქუჩა) გასწვრივ დაფიქსირდა აზოტის დიოქსიდის შემდეგი კონცენტრაცია: 56.37 მკგ/მ³ (1.4 ზღვრული ნორმა). ამავე დამბინძურებლის ნორმის გადაჭარბება დაფიქსირდა ძველ რუსთავეშიც მერაბ კოსტავას ქუჩაზე, სადაც კონცენტრაციამ ზღვრულ ნორმას მხოლოდ 1,2-ჯერ გადააჭარბა (47.84 მკგ/მ³). აღსანიშნავია, რომ აზოტის დიოქსიდის კონცენტრაციების გადაჭარბება სხვა ქუჩებზე რუსთავეში არ ფიქსირდება. ის ფაქტი, რომ აღნიშნული დამბინძურებლის ნორმაზე გადაჭარბება მხოლოდ მთავარი გზების გასწვრივ ფიქსირდება, მიგვანიშნებს იმაზე, რომ ამის გამომწვევი მიზეზი ავტოსატრანსპორტო საშუალებებია.



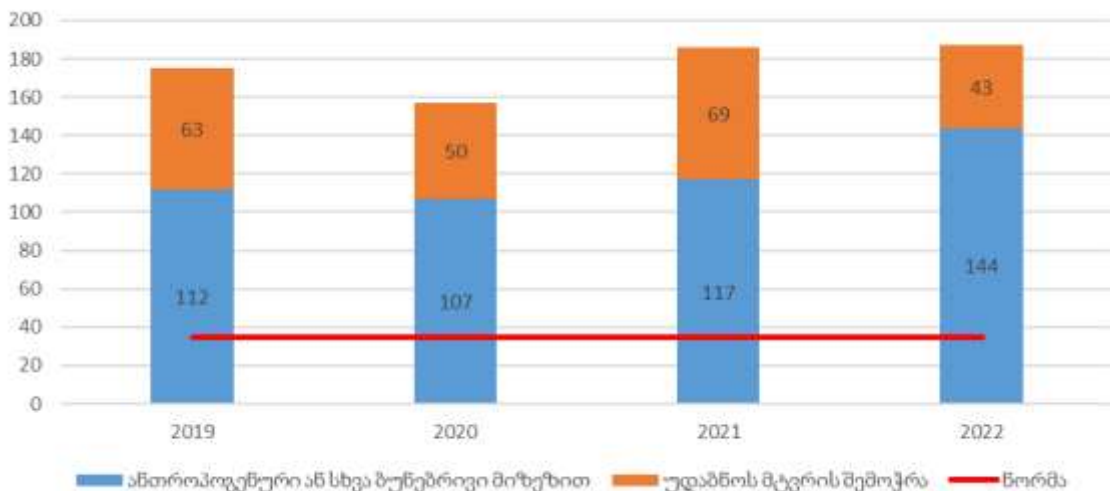
სურათი 1. აზოტის დიოქსიდის საშუალო წლიური კონცენტრაციები (ინდიკატორული გაზომვები).

ნაწილაკების - $\text{PM}_{2.5}$ საშუალო წლიური კონცენტრაცია (32 მკგ/მ³) 2021 წელს 1.6-ჯერ აჭარბებდა ზღვრულად დასაშვებ ნორმას. ამ პარამეტრის გადაჭარბება დაფიქსირდა 2019, 2020 და 2022 წლებშიც, შესაბამისად - 1.3 ზღვრული ნორმა და 1.6 ზღვრული ნორმა (სურ. 2).



სურათი 2. მყარი ნაწილაკების საშუალო წლიური კონცენტრაცია

2019-2022 წლებში ქ. რუსთავში PM10-ის 24-საათიანი გასაშუალოებული ზღვრული მნიშვნელობის გადაჭარბებათა რაოდენობა (მათ შორის მხოლოდ ანთროპოგენური ფაქტორებით განპირობებული გადაჭარბებების) მნიშვნელოვნად აღემატებოდა დასაშვებ ნორმას (35 გადაჭარბება წლის მანძილზე).



სურათი 3. PM10-ის 24-საათიანი გასაშუალოებული ზღვრული მნიშვნელობის გადაჭარბებათა რაოდენობა

ქ. რუსთავის ავტომატურ სადგურზე აზოტის დიოქსიდის (NO₂) საშუალო წლიური კონცენტრაცია (22 მკგ/მ³) ნორმის ფარგლებში იყო 2021 წელს, ისევე როგორც 2019 და 2020 წლებში. 2019-2021 წლების განმავლობაში ასევე ნორმის ფარგლებში იყო აზოტის დიოქსიდის 1 საათიანი გასაშუალოებული მნიშვნელობები და ნახშირბადის მონოქსიდის (CO) დღეში 8 საათიანი გასაშუალოებული მნიშვნელობები. 2021 წელს ნორმის ფარგლებში იყო ოზონის (O₃) 8 სა-

იანი გასაშუალოებული მნიშვნელობები. 2019 წელს ამ პარამეტრის გადაჭარბება დაფიქსირდა 4-ჯერ მხოლოდ ივნისის თვეში, ხოლო 2020 წელს - ერთჯერ აგვისტოს თვეში. აღნიშნული გადაჭარბების რაოდენობა ნორმით დადგენილზე (25 გადაჭარბება სამწლიან პერიოდში) მნიშვნელოვნად დაბალია სამი წლის გასაშუალოების პერიოდისათვის.

ამრიგად, ფონური ავტომატური სადგურის მონაცემების მიხედვით, რომელიც ძველ რუსთავში, ბათუმის ქუჩაზე მდებარეობს, ძველ რუსთავში უმთავრეს პრობლემას ატმოსფერული ჰაერის მყარი ნაწილაკებით (PM₁₀, PM_{2.5}) დაბინძურება წარმოადგენს. ხოლო დანარჩენი დამბინძურებლები - NO₂, SO₂, CO და O₃ ნორმის ფარგლებშია.

ქ. რუსთავში ატმოსფერული ჰაერის მყარი ნაწილაკებით (PM) დაბინძურების მთავარ ანთროპოგენურ წყაროს მრეწველობის სექტორი წარმოადგენს, კერძოდ კი ის სამრეწველო ობიექტები, რომელიც კონცენტრირებულია „ძველ რუსთავში“. სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევების 2018 წლის ანგარიშის მიხედვით ქ. რუსთავში დაფიქსირებულია მყარი ნივთიერებების გაფრქვევის 50 წყარო (აქედან 47 ძველ, ხოლო მხოლოდ 3 ახალ რუსთავში), რომელთა აბსოლუტური უმრავლესობა წარმოადგენს მეტალურგიულ, ქიმიურ, მინერალურ და სხვა სახის სამრეწველო ობიექტს. აღნიშნულ ობიექტთა მიერ გაფრქვეულმა მყარმა ნივთიერებებმა (დიდწილად მტვრის ნაწილაკებმა) 2021 წელს თითქმის 13 ათას ტონა შეადგინა. აღსანიშნავია, რომ აღნიშნული 13 ათასი ტონიდან 97% უმსხვილესი დამბინძურებლის გაფრქვევებზე მოდის.

დასკვნა:

ჰაერის მტვრითა და სხვადასხვა საწარმოო ნარჩენით დაბინძურება რუსთავში წლებია მოუგვარებელი პრობლემაა, რომელიც ქალაქის მოსახლეობის ჯანმრთელობას აზიანებს. არსებულ მდგომარეობას აპროტესტებს აქტივისტური ჯგუფი. რუსთავი როგორც მსუბუქი, ისე მძიმე მრეწველობის ყველაზე მნიშვნელოვანი კერაა საქართველოში.

საწარმოების უმრავლესობას ეკონაკვალევის შემცირებისთვის აუცილებელი ინფრასტრუქტურა არ გააჩნია. შედეგად, რუსთავის მთელ ტერიტორიაზე ჰაერის დაბინძურების საგანგაშო მაჩვენებლები ფიქსირდება. სავარაუდოა, რომ არსებული მონაცემები მდგომარეობის სრულად გასაგებად საკმარისი არაა, რადგან მონიტორინგის არსებული სადგურები ქალაქს სრულად ვერ მოიცავს.

გარემოს დაცვაზე ზრუნვა კი შეუფასებელი საქმიანობაა, რადგან გარემოს, რომელშიც ვცხოვრობთ, პირდაპირი გავლენა აქვს ჩვენს ჯანმრთელობაზე და შესაბამისად – სიცოცხლეზე.

ქ. რუსთავში ძირითადი დამაბინძურებელი წყაროებისა და ნივთიერებების იდენტიფიცირება და მათი შემცირების პრევენციული ღონისძიებების დადგენა მნიშვნელოვანია და წარმოადგენს აქტუალურ საკითხს.

ლიტერატურა:

1. EC staff working document, Executive Summary of Impact Assessment for Clean Air program <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013SC0532>
2. Clean air for life
3. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/Publications/Clean-air-for-life_eng.pdf
4. Resolution No. 383 of the Government of Georgia of July 27, 2018 "Technical Regulation - on approval of ambient air quality standards"
5. "On Ambient Air Protection" Law
6. Yearbook of atmospheric air pollution in the territory of Georgia 2021
7. Yearbook of atmospheric air pollution in the territory of Georgia 2020
8. Yearbook of atmospheric air pollution in the territory of Georgia 2019

Assessment of the environmental state of the ambient air in Rustavi

Noe Megrelishvili PhD candidate, Georgian Technical University, Department of Environmental Engineering and Ecology, Head of Ambient Air Division, Ministry of Environmental Protection and Agriculture of Georgia, Tbilisi, Georgia
E-mail: noemegre@gmail.com

Abstract: The main polluting sources and components of Rustavi's atmospheric air are discussed. During the assessment of the environmental condition of the ambient air, it was revealed that the main pollutants are the smallest solid particles (PM) and nitrogen dioxide, the concentrations of which exceed the normatively permissible values.

Keywords: Rustavi atmospheric air quality, atmospheric air pollution, solid particles PM10, PM2.5, industrial emissions

ჩამდინარე წყლებში ქიმიური რეაგენტების კონცენტრაციის განსაზღვრის მოწყობილობა

ქეთევან მახაშვილი

პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის

	ფაკულტეტის სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, ქ. თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი N17 E-mail: q.makhashvili@gmail.com
თემურ რიგიშვილი	ინჟინერიის დოქტორი, სამეცნიერო-საწარმოო კომპანია „სოვბი“, თბილისი, საქართველო, მაჩაბლის ქ. 1/6 E-mail: sovbi@rambler.ru
დენიტა ბიბილეიშვილი	პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, თბილისი, კოსტავას ქ. 69. საქართველო E-mail: d.bibileishvili@gtu.ge
ვლადიმერ ფადიურაშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ემერეტუს პროფესორი. თბილისი, საქართველო E-mail: v.padiurashvili@gtu.ge
ნუგზარ იაშვილი	საქართველოს საინჟინრო აკადემია, თბილისი, საქართველო E-mail: n.iashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ცინცაძე, პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69.

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge

ნ. გელოვანი, პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0105, თბილისი, კოსტავას 69.

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ანოტაცია. განხილულია ჩამდინარე წყლის გაწმენდის მეთოდი და კოაგულიანტისა და ფლოკულიანტის გამოყენების საკითხები. ამ პროცესების დროს აუცილებელია წყალში კოაგულიანტის (ან ფლოკულიანტის) კონცენტრაციის განსაზღვრა. შემოთავაზებულია მოწყობილობის ახალი სქემა. რომელიც გამოირჩევა დიდი სიზუსტითა და საიმედოობით. დამზადებულია ახალი მოწყობილობის ორი საცდელი ნიმუში, რომლებმაც გაიარეს ლაბორატორიული გამოცდები.

საკვანძო სიტყვები: კოაგულიანტის და ფლოკულიანტის კონცენტრაციის განსაზღვრა; მოწყობილობის ბოგირული სქემა; ჩამდინარე წყლის რეაგენტული გაწმენდა.

შესავალი

ცნობილია, რომ ჩამდინარე წყლების სხვადასხვა მეთოდებით გაწმენდის დროს ადვილად ხდება წყლიდან მინარევების განცალკევება და მათი მოშორება (ამოღება) თუ მათი ზომა ათ მიკრონზე მეტია, ამიტომ ჩამდინარე წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შემდეგ წყალში რჩება შენარევების მდგრადი წარმონაქმნები, რომელთა მოშორებისათვის გამოიყენება კოაგულაციისა და ფლოკულაციის მეთოდები.

ამ რეაგენტული მეთოდების გამოყენებისას წყალში შეჰყავთ სპეციალური ქიმიური ნივთიერებები (მაგალითად კოაგულიანტები), რომლის წყალში შერევისას წარმოიქმნება შედარებით მსხვილი ფანტელისმაგვარი შენაერთები, რომლებიც სიმძიმის გამო დაილექებიან ფსკერზე და ამიტომ შედარებით ადვილად ხდება მათი განცალკევება (მოშორება).

კოაგულაციის პროცესს შემდეგ მოსდევს ფლოკულაციის ეტაპი, რომლის დროსაც ხდება წარმოქმნილი შენაერთების კიდევ უფრო შეწებება ფლოკულიანტთან და წარმოქმნილი ფანტელების ზომების გადიდება, მისი ზომების გაზრდა. აქ უნდა აღინიშნოს რომ კოაგულაციასთან შედარებით ფლოკულაციის პროცესი უფრო ნელია.

ჩამდინარე წყლების ამ მეთოდით გაწმენდის დროს აუცილებელია წყალში კოაგულიანტის და ფლოკულიანტის კონცენტრაციის განსაზღვრა, რათა მოხდეს კოაგულიანტის და ფლოკულიანტის წყალში ზუსტი დოზით დამატება.

ძირითადი ნაწილი

ჩამდინარე და ბუნებრივ წყლებში წარმოქმნილი ან შეტანილი სხვადასხვა ქიმიური მინარევების (ქიმიური რეაგენტების) მიკროკონცენტრაციის განსაზღვრისათვის გამოიყენება სხვადასხვა მოწყობილობები. მაგალითის სახით შეიძლება მოვიტანოთ წყალში ქიმიური რეაგენტების გაზომვის მოწყობილობა (საავტორო მოწმობა 783671, 1980 რ., კლ. G01N27/22), რომელიც განკუთვნილია ბუნებრივ წყლებში წყლის ყვავილობისას გაჩენილი ფიტოპლანქტონების, ბუნებრივ წყლებში ჩამდინარე წყლების ჩადენისას წარმოქმნილი მცირე რაოდენობით მარილების, ასევე კოაგულიანტისა და ფლოკულიანტის კონცენტრაციების გაზომვისათვის.

ამ მოწყობილობაში მისი სიზუსტისა და მგრძობელობის ასამაღლებლად ბოგირულ სქემაში შედარების გადამწოდის პარალელურად ჩართულია ცვლადი ტევადობა, რომელიც ამუშავდება მხოლოდ მუშა რეჟიმში. ამასთანავე, აღნიშნული ტევადობა თავისი მნიშვნელობით ექვივალენტურია საზომი გადამწოდის წინააღობის წანაზარდისა.

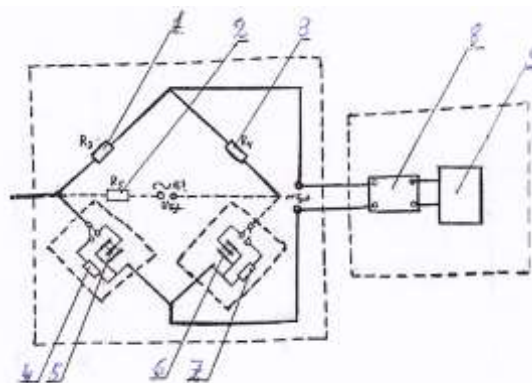
ცნობილია სხვა ტიპის მოწყობილობა კოაგულიანტის დოზირებისათვის, რომელიც ასევე წარმოადგენს გამზომ ბოგირულ სქემას, მის ორ მხარეს ჩართულია საზომი და ეტალონური

გადამწოდები ელექტროგამტარობის გასაზომად. გაზომვა ხდება ორი მხარის შეფარდებით, მაგრამ იგი გამოირჩევა უზუსტობითა და დაბალი მგრძობელობით.

არსებული მოწყობილობები განკუთვნილია მხოლოდ კოაგულანტის დიდი დოზების გასაზომად. მაგალითად, 200 მილიგრამი/ლიტრზე $Al_2(SO_4)_3$ -ისათვის. ე. ი. მოწყობილობა რეაგირებს ბუნებრივ წყლებში ელექტრული გამტარებლობის მხოლოდ მნიშვნელოვანი ცვლილებებისათვის.

ცნობილ მოწყობილობებში არ ხდება დამატებითი ტევადობის წინააღმდეგობის კომპენსაცია, რომელსაც ადგილი აქვს გასაზომი უჯრედის ელექტროდების პოლარიზაციის დროს. ზემოაღნიშნული უარყოფითი მომენტები ზღუდავენ ამ მოწყობილობის გამოყენების შესაძლებლობას, რათა გაზომოს ქიმიური კომპონენტების მიკროკონცენტრაციები.

ზემოთ აღნიშნული უარყოფითი მხარეების თავიდან აცილება და შესაბამისად მგრძობიარობისა და სიზუსტის გაზრდის მიზნით შემუშავებულია მოწყობილობის ახალი ბოგირული სქემა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს, გავზომოთ არა მარტო დიდი, არამედ მეტად მცირე დოზები წყალში არსებული ქიმიური რეაგენტებისა, რომლებიც შეესაბამებიან ელექტროგამტარობის ზრდას 5%-ის ფარგლებში. კერძოდ, შესაძლებელი გახდება სხვადასხვა მინერალების მქონე ბუნებრივი წყლების კოაგულანტის მცირე კონცენტრაციების გაზომვა.



ნახაზი 1. მოწყობილობის ელექტრული სქემა

1. წინააღმდეგობა R_3 , 2. წინააღმდეგობა R_5 , 3. წინააღმდეგობა R_4 , 4. შედარების გადამწოდის წინააღმდეგობა, 5. შედარების გადამწოდის ცვლადი ტევადობა, 6. გამზომი გადამწოდის ცვლადი ტევადობა, 7. გამზომი გადამწოდის წინააღმდეგობა, 8. გამაძლიერებელი, 9. ციფრული ტაბლო.

ნახაზზე მოცემულია ახალი მოწყობილობის ელექტრული სქემა. მოწყობილობა შეიცავს ცვლადი დენის ოთხმხრიან ბოგირს, რომელიც განკუთვნილია ელექტროგამტარობის გასაზომად და აგრეთვე ორ მოსაზღვრე მხარეში ჩართულ დიფერენციალურ გადამწოდებს

(ელექტრულ კონტაქტურ უჯრედებს): გამზომ და შედარების გადამწოდებს, რომელთაც გააჩნიათ უჯრედის მუდმივები, ხოლო სხვა მოსაზღვრე მხარეში - ჩართულია წინაღობები R_3 და R_4 .

მოწყობილობაში არსებითია ის რომ ორივე გადამწოდში ერთი და იგივე ბუნებრივი წყლის გასვლისას ერთნაირი ტემპერატურის დროს ბოგირული სქემა იმყოფება გაწონასწორებულ მდგომარეობაში და ამიტომ ბოგირის ძაბვა გასაზომ დიაგონალში იქნება 0-ის ტოლი.

გამზომ გადამწოდში მარილიანი კომპონენტებიანი ბუნებრივი წყლის გატარებისას წყლის კონცენტრაცია და ელექტროგამტარობა იცვლება, და ელექტროგამტარობის მნიშვნელობების სხვაობა მუშა და ეტალონური ხსნარებისა გამოიწვევს ბოგირის დიაგონალში ძაბვის ბალანსის დარღვევას, რომელიც მიეწოდება გამაძლიერებელი შესასვლელს. ციფრულ ტაბლოზე აღინიშნება ხვედრითი ელექტრული გამტარებლობის ზრდის მნიშვნელობა, რომელიც განპირობებულია ორი უჯრედის გამტარებლობის სხვაობით.

ხვედრითი ელექტროგამტარების ზრდის მნიშვნელობა წარმოადგენს შესადარებელი წყლების აქტიური წინაღობების სხვაობას. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ბალანსის დარღვევის დროს ძაბვა ბოგირის გამოსავალზე (წარმოქმნილი გამზომი დიაგონალის გამოსავალზე), შეიცავს არა მხოლოდ იმ ცდომილების შემადგენელს, რომელიც განპირობებულია უჯრედების აქტიური წინაღობების სხვაობით, არამედ, აგრეთვე, იმ ცდომილების შემადგენელით, რომელიც წარმოიქმნება გამზომი გადამწოდის სხვაობით.

ამიტომ, მუშა რეჟიმში ელექტროდების პარალელურად ჩართული ცვლადი ტევადობა ქმნის ტევადურ მოცულობას, რომელიც ექვივალენტურია გამზომი უჯრედის ტევადური წინაღობისა. ელექტროგამტარობის დიფერენციალური მეთოდით გაზომვისას, ე. ი., როდესაც ხდება ორი უჯრედის წინაღობათა გამოკლება.

ამრიგად, ასეთი სქემის გამოყენებით ბოგირის გამოსავალზე ძაბვა, რომელიც შემდგომში მიეწოდება გამაძლიერებელს, არ შეიცავს ცდომილების იმ შემადგენელს, რომელიც გამოწვეული იყო ტევადური წინაღობის ზრდით მუშა უჯრედში.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გარდა შემოთავაზებული მოწყობილობის მგრძობიარობის და სიზუსტის გაზრდისათვის გამზომი და შედარების გადამწოდების სქემაში ჩართულია შუნტირების წინაღობები, ხოლო მოწყობილობის საიმედოობის ამაღლებისათვის ციფრული მაჩვენებლის (ტაბლოს) წრედი ეკრანირებულია.

დასკვნა:

ჩვენს მიერ დამუშავებულია ჩამდინარე წყლებში ქიმიური რეაგენტების, კოაგულიანტების და ფლოკულიანტების გამზომი მოწყობილობა. აღნიშნული მოწყობილობა აგებულია ბოგირული სქემის პრინციპის გამოყენებით. ახალი, შემოთავაზებული მოწყობილობის ბოგირულ სქემაში ჩართულია საზომი და შედარების გადამწოდები, ხოლო გადამწოდებთან დამატებით ჩართულია ცვლადი წინაღობა. გაზომვის შედეგი ე.ი. კოაგულიანტის (ან ფლოკულიანტის) კონცენტრაციის სიდიდე აისახება ციფრულ ტაბლოზე

ამ მოწყობილობაზე მიღებულია საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრის პატენტი გამოგონებაზე, ახალ გაუმჯობესებულ მოწყობილობაზე გაკეთებულ განაცხადზე „საქპატენტში“ მიმდინარეობს საქმისწარმოება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს მიერ დამზადებულ იქნა კოაგულიანტის (ფლოკულიანტის) კონცენტრაციის განსაზღვრის მოწყობილობის ორი საცდელი ნიმუში, რომლებმაც წარმატებით გაიარეს ლაბორატორიული გამოცდები. მოწყობილობები წარდგენილი იყო ორ საერთაშორისო გამოფენაზე.

შემოთავაზებული მოწყობილობა საშუალებას იძლევა მისაღები მგრძნობიარობით და სიზუსტით განვსაზღვროთ ჩამდინარე წყლებში ქიმიური რეაგენტების შედარებით მცირე დოზები.

ლიტერატურა:

1. N. Iashvili, V. Semyonov and others. (2015). Device for measuring the microconcentration of chemical reagents in natural waters. Patent for invention, Tbilisi. National Center of Intellectual Property "Sakpatenti".
2. D. Bibileishvili, K. Makhashvili, A. Grigolishvili. (2017) of wastewater Monitoring. Tbilisi, "Technical University".
3. Babenkov U.V. Purification of water by coagulants. (1977). Moscow. Ed.Science
4. Draginsky V.A., Alekseeva L.P., Getmanets S.V. Coagulation in natural water treatment technology (2005). Scientific Ed. -Moscow.
5. L.P. Sidorov. Methods of purification of industrial and waste waters. (2012).

ჩამდინარე წყლებში ქიმიური რეაგენტების კონცენტრაციის

განსაზღვრის მოწყობილობა

Ketevan Makhashvili

Professor, Technical University of Georgia, Department of Food Technologies, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, St. Tbilisi, d. Guramishvili Avenue N17
E-mail: q.makhashvili@gmail.com,

- Temur Rigishvili** Doctor of Engineering, "Sovbi" scientific-production company, Tbilisi, Georgia, Machablis st. 1/6
E-mail: sovbi@rambler.ru,
- Denita Bibileishvili** Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Chemistry, Tbilisi, Kostava st. 69. Georgia.
E-mail: d.bibileishvili@gtu.ge
- Vladimir Fadiurashvili** Emeritus Professor of Technical University of Georgia. Tbilisi Georgia
E-mail: v.padiurashvili@gtu.ge,
- Nugzar Iashvili** Engineering Academy of Georgia, Tbilisi, Georgia
E-mail: n.iashvili@gtu.ge,

Abstract. The wastewater treatment method and issues of using coagulant and flocculant are discussed. During these processes, it is necessary to determine the concentration of coagulant (or flocculant) in water. A new scheme of the device is proposed. which is distinguished by high accuracy and reliability. Two test samples of the new device were made and passed laboratory tests.

Keywords: determination of coagulant and flocculant concentration; schematic diagram of the device; Reagent treatment of waste water.

მდინარე იორის აუზის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება

ნინო შუშტაკაშვილი ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი მ. კოსტავას ქუჩა 69, 0192, თბილისი, საქართველო, განათლების და მეცნიერების სამინისტრო - სსიპ საგანმანათლებლო და სამეცნიერო ინფრასტრუქტურის განვითარების სააგენტო
E-mail: nino.shushtakashvili@yahoo.com

რეცენზენტები:

დ. ერისთავი, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი

E-mail: d.eristavi@gtu.ge;

ლ. გვერდწითელი, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტი.

E-mail: l.gverdtsiteli@gtu.ge;

ანოტაცია: სტატიაში განხილულია მდინარე იორის აუზის ეკოლოგიური მდგომარეობა, ასევე შედარებულია 2021 წლამდე ჩატარებული მდინარე იორის წყლის ეკოქიმიური კვლევის შედეგები. გამოკვლეულია წყლის ორგანო ლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლები.

საკვანძო სიტყვები: მდ.იორი, ეკოქიმიური კვლევა.

შესავალი

წყალი დედამიწის სასიცოცხლო მნიშვნელობის ბუნებრივ რესურსს წარმოადგენს, ამასთან ადამიანისათვის და ცოცხალი ორგანიზმებისთვის ხელმისაწვდომი მტკნარი წყალი პლანეტის წყლის უხვი რესურსების ძალიან მცირე, მხოლოდ 0,014% ნაწილს შეადგენს. ზედაპირული წყლების მიზნობრივად გამოყენებისას ხდება მათი წყლით სარგებლობა და წყალმომარაგება. პირველ შემთხვევაში წყალსაცავის წყალი გამოიყენება მხოლოდ როგორც არედ, ან ენერჯის მექანიკურ წყაროდ. ხოლო მეორე შემთხვევაში კი ხდება მისგან წყლის ამოღება, რომლის ნაწილი გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულებისათვის, ნაწილი კი უბრუნდება დაბინძურებული საწარმოო ან საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლის სახით.

ზედაპირული წყლები დანიშნულების მიხედვით კლასიფიცირდება შემდეგი სახით: სასმელ-სამეურნეო, ტექნიკურ და სარწყავ წყლებად.

ზედაპირული წყლები ანთროპოგენული დამაბინძურებელი წყაროების შედეგად ბინძურდება სხვადასხვა ნივთიერებებით, რის შედეგადაც უარესდება მისი სისუფთავის ხარისხი. ამიტომ მისი გამოყენება ნაკლებადაა შესაძლებელი როგორც სამრეწველო, ასევე საყოფაცხოვრებო დანიშნულების მიხედვით.

როგორც მთელ მსოფლიოში, ასევე საქართველოშიც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება წყლის რაციონალურად გამოყენებასა და დაბინძურებისაგან დაცვას.

საქართველო წყლის რესურსებით მდიდარ ქვეყანად ითვლება, თუმცა ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის რესურსები არათანაბრად არის გადანაწილებული და უმეტესად ქვეყნის დასავლეთ ნაწილშია თავმოყრილი. საქართველოში არის 25075 მდინარე, აქედან 1700-ზე მეტი არის დასავლეთ საქართველოში, რომელიც ქმნის შავი ზღვის სისტემას დამოუკიდებლად, ხოლო 7649 აღმოსავლეთ საქართველოშია, რომელიც წარმოადგენს მდინარე მტკვრის ერთიან სისტემას და ერთვის კასპიის ზღვას, რომელსაც მიეკუთვნება მდინარე იორი. იგი მოედინება აღმოსავლეთ საქართველოში, სათავეს იღებს კავკასიონის სამხრეთ

კალთაზე, მწვერვალ ბორბალოსთან, ზღვის დონიდან 2600 მ სიმაღლეზე. ზემო წელში მიედინება ხეობაში, შუაწელზე კვეთს სამგორის ქვაბულს და ერთვის მინგეჩაურის წყალსაცავს.

იორის მარცხენა შენაკადებია: საგამი, გომბორი, ორვილი, ლაფიანხევი; მარჯვენა - ხაჩრულა, ქუსნო, აძეპი, გორანა და სხვა. ქვემო დინებაში აქვს დროებითი შენაკადები. წყლის საშუალო ხარჯი შესართავიდან 43 კმ-ში შეადგენს 12 მ³/წმ [2].

ძირითადი ნაწილი

იორი სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებითაა. იორი მიედინება სიონის ხეობაში, სადაც იორზე აგებულია მარეგულირებელი სიონის წყალსაცავი, რომელიც აღმოსავლეთ საქართველოში, თიანეთის მუნიციპალიტეტში მდებარეობს. წყალშემკრები აუზის ფართობია 587 კმ², სარკის ფართობი-12,8 კმ². წყლის საერთო მოცულობა 325,4 მლნ. მ³. სასარგებლო მოცულობა 290 მლნ. მ³.

იორის წყლით შეიქმნა თბილისის წყალსაცავი ანუ „თბილისის ზღვა“. რომელიც აღმოსავლეთ საქართველოში, იორის ზეგანზე, ქალაქ თბილისის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მდებარეობს. შეიქმნა მლაშე ტბების — ავლაბრის, ილგუნისა და კუკიის ადგილას. ვრცელდება ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ. ექსპლუატაციაშია 1953 წლიდან. თბილისის ზღვის წყალს იყენებენ სარწყავად, თბილისის წყალმომარაგებისათვის, თევზის სარეწად, წყლის სპორტისათვის.

მდინარე იორის ქვემო დინებაში, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში გაშენებულია დალის მთის წყალსაცავი, რომლის წყლის მოცულობა უდრის 140,0კმ³, სასარგებლო მოცულობაა 133,0 მლნ. მ³. სანაპირო ხაზი მეტწილად უსწორმასწოროა. მდინარე იორიდან მიყვანილია ჭაჭუნის არხი, რომელიც ექსპლუატაციაში შევიდა 1992 წელს.

დალის მთის წყალსაცავი დღეს უფუნქციოდაა.

იორის წყლით ირწყვება 90 ათ. ჰა-ზე მეტი ფართობი იორის ზეგანზე. მდინარეზე აგებულია რამდენიმე სარწყავი სისტემა, რომელთაგან მთავარია სამგორის ზემო და ქვემო მაგისტრალური არხები.

იორის ეროვნული პარკი მდებარეობს კახეთში, სიღნაღის მუნიციპალიტეტში, რომელიც დაარსდა 1965 წელს. მისი ფართობი შეადგენს 1336 ჰექტარს. ეროვნული პარკის ტყეები განლაგებულია მდინარე იორის ხეობაში. იგი ყორულის ეროვნული პარკის სამხრეთ საზღვართან გამავალ სარწყავ არხთან და დალის მთის წყალსაცავთან ჭაჭუნას ჩრდილოეთ საზღვართან მთავრდება.

გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემებით ფუნქციონირებდა სამი ჰიდროლოგიური საგუშაგო: ლელოვანი, ორხევი და კაზანიანის მთა. მათგან ყველაზე პატარა წყალშემკრები აუზი ლელოვანის ჰიდროლოგიური საგუშაგო აკონტროლებდა, რომლის წყალშემკრები აუზიც 500 კმ²-ს შეადგენს, შემდეგი ორხევი რომლის წყალშემკრები აუზიც 579 კმ² -ს უტოლდება და ყველაზე ქვემოთ კი კაზანიანის მთის ჰიდროლოგიური საგუშაგო იყო, რომლისთვისაც წყალშემკრები აუზის ფართობი 1234 კმ²-ის ტოლია.

სასმელი წყლით, თბილისისა და რუსთავის უზრუნველყოფისათვის შემოდგომასა და ზამთრის თვეებში გაშვებული წყლის რაოდენობა ბევრად აღემატება წყალსაცავში შესული წყლის რაოდენობას. აღსანიშნავია რომ ბოლო წლებში კიდევ უფრო გაიზარდა ქალაქ თბილისის და რუსთავის წყალმომარება და სავარაუდოა, რომ სიონის წყალსაცავს ქვემოთ ჰიდროლოგიური რეჟიმი გარკვეულწილად შეიცვალა კიდევ, რომელზეც გავლენას კლიმატის ცვლილებაც მოახდენდა. სამწუხაროდ ამჟამინდელი მდგომარეობით ჰიდროლოგიური მონიტორინგი და დაკვირვება არცერთ ძველ ჰიდროლოგიური საგუშაგოს კვეთში აღარ ხდება. ამიტომ შეუძლებელია დღეს არსებული სიტუაციის შედარება და ანალიზი. ამიტომ აქტუალურია მდინარე იორის აუზის წყლების სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგების სისტემად გამოყენების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება.

მდინარე იორი აღმოსავლეთ საქართველოს მნიშვნელოვანი სამდინარო არტერიაა, მისი გამოყენება ძირითადად ხდება ირიგაციის და მოსახლეობის წყალმომარაგებისათვის. აღსანიშნავია, რომ მდინარე იორი წარმოადგენს ტრანზიტული მდინარის ტიპურ მაგალითს, რომელიც სათავეს საქართველოში იღებს და აზერბაიჯანში მინგაჩაურის წყალსაცავში ჩაედინება . დატოვებს რა მდინარე ერთი სახელმწიფოს ტერიტორიას მისი წყალი უნდა აკმაყოფილებდეს როგორც რაოდენობრივად, ისე ხარისხობრივად იმ ნორმებს, რათა მან უზრუნველყოს მოცემული მეზობელი ქვეყნის მთლიანი წყალსამეურნეო სისტემა წყლის რესურსებით.

2000 – 2003 წლების ლიტერატურული კვლევის შედეგების მიხედვით მდინარე იორის წყლის ქიმიური ანალიზი ჩატარებული იყო სამ საანალიზოდ შერჩეულ ობიექტზე: იორი-თიანეთი, იორი სიონი და იორი სართიჭალა. განსაზღვრული იყო მხოლოდ წყლის ძირითადი იონებისა და ბიოგენური კომპონენტების კონცენტრაციათა მნიშვნელობები. ძირითად იონებისა და ბიოგენურ კომპონენტთა მნიშვნელობები არ აღემატებოდა ზღვრულად დასაშვებ კომპონენტებს. ხოლო წყალი მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან ტიპის წყალს.

ლიტერატურული კვლევის მონაცემების ანალიზის მიხედვით გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ მდინარე იორის ქიმიური კვლევა ხორციელდება მხოლოდ ორ კვლევით ობიექტზე: 1. იორი-სასადილო და 2. იორი-სართიჭალა (2017 – 2021).

ლიტერატურული კვლევის მონაცემების ქიმიური ანალიზის შედეგების მიხედვით 2000 -2003 წწ მონაცემებთან შედარებით ძირითად იონების მნიშვნელობები 2017 -2021 წწ - ში არის მომატებული. განსაკუთრებით გამოირჩევა იორი- სართიჭალას საანალიზო სინჯებში : სულფატ-იონები 2000 -2003 წწ-თან შედარებით (32.4 მგ/ლ) 2017 -2021 წწ -ში აღებულ სინჯებში საკმარისად არის მომატებული (55.66 – 79.03 მგ/ლ). ასევე ქლორიდ - იონები -4.5 მგ/ლ (2000 – 2003 წწ) მომატებულია 6.83 – 8.30 მგ/ლ-მდე (2017 -2021 წწ). ხოლო ჰიდროკარბონატ - იონები- 173.0 მ/ლ -დან მომატებულია 233.36 მგ/ლ -მდე . შესაბამისად გაზრდილია მინერალიზაციაც 281.0 მგ/ლ- დან 432.06 მგ/ლ -მდე. ბოგენური კომპონენტებიდან ნიტრა -იონების კონცენტრაცია 3.2 მგ/ლ -დან შემცირებულია 1.385 მგ/ლ-მდე, თუმცა ორივე შემთხვევაში არ აღემატება ზღვ -ს. ამონიუმის იონის კონცენტრაციის მნიშვნელობა კი მნიშვნელოვნად მომატებულია 0.01 მგ/ლ - დან 0.295 -0.445 მგ,ლ -მდე .

მდ. იორის წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე. წყლის ხარისხის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელი წყლის pH-ის მნიშვნელობა იმყოფება მდინარის წყლისათვის დამახასიათებელ ზღვარში (8.25-8,26, ცხრილი 1).

ექსპერიმენტების მათემატიკური მეთოდით დაგეგმვის მიზნით შერჩეულია საოპტიმიზაციო პარამეტრები (ვაშლისათვის - (Y1) - ხსნადი მშრალი ნივთიერება, (Y2) სატიტრაცი მჟავიანობა, (Y3) უჯრედისი, (Y4) პექტინოვანი ნივთიერებები, %; სტაფილოსათვის - (Y1) - ხსნადი მშრალი ნივთიერება, (Y2) სატიტრაცი მჟავიანობა, (Y3) უჯრედისი, %) და მასზე მოქმედი ფაქტორები (X1 - ტემპერატურა C, X2 - აგროსაფარის კონცენტრაცია %, X3 - შენახვის დრო, კვირა).

ქლორ-იონების შემცველობა წყლის სინჯებში იცვლება 2,42 – 6.83 მგ/ლ ზღვრებში, რომელთა მნიშვნელობაც მნიშვნელოვნად დაბალია ნორმატივებით დასაშვებ სიდიდეზე (250 მგ/ლ).

სულფატ-იონების კონცენტრაციის მნიშვნელობა პირველ წყლის სინჯში შეადგენს 12,53 მგ/ლ, ხოლო მეორე სინჯში შედარებით მომატებულია და შეადგენს 58,8 მგ/ლ (ცხრილი 1), რაც წყლის ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე არ არის დადგენილი საკვლევი წყლის ობიექტების სიმცირის გამო.

მდინარე იორის წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები (2021 წ.)

№	გამოსაკვლევი მაჩვენებელი	საზომი ერთეული	ნორმატივი არა უმეტეს	იორი- სასდილო	იორი სართიჭალა
1	2	3	4	5	6
ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები					
1	ტემპერატურა (წყალი)	გრადუსი	-	13.2	14.9
2	სუნი	ბალი	2	0	0
3	გემო	ბალი	2	0	0
4	ფერი	გრადუსი	15	0	0
5	შეწონილი ნაწილაკები	მგ/ლ	1-3 ძალიან სუფთა; 4-10 სუფთა	-	443,1
ზოგადი მაჩვენებლები					
6	წყალბადის მაჩვენებელი	pH	6--9	8.25	8.26
7	ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარება (ჟბმ ₅)	მგ O ₂ /ლ	0.5-1 ძალიან სუფთა; 1.1-2-სუფთა	1.73	1.59
ძირითადი იონები					
8	მინერალიზაცია	მგ/ლ	1000	300,20	380.5
9	სულფატები (SO ₄ ²⁻)	მგ/ლ	250	12.53	58.8
10	ქლორიდები (Cl ⁻)	მგ/ლ	250	2.42	6.83
11	სიხისტე	მგ-ეკვ./ლ	7	;3.67	4.54
12	ჰიდროკარბონატები	მგ/ლ	-	204.7	233.36
13	კალციუმი (Ca)	მგ/ლ	140	52.58	64.9
14	მაგნიუმი (Mg ⁺⁺)	მგ/ლ	85	11.69	15.8
15	ნატრიუმი (Na)	მგ/ლ	200	10.25	22.25
16. ელექტროგამტარობა		მიკრ.სიმ/სმ		2294.8	409.1
ბიოგენური კომპონენტები					
16	ამონიუმი (NH ₄) ⁺	მგ/ლ	2	0.333	0.378
17	ნიტრატები (NO ₃ ⁻)	მგ/ლ	50	0.386	1.385
18	ნიტრიტები (NO ₂ ⁻)	მგ/ლ	0.2	0.079	0.089
19	პოლიფოსფატები PO ₄ ³⁻	მგ/ლ	3.5	0.180	0.186
მიკროელემენტები					
20	რკინა (Fe, ჯამური)	მგ/ლ	0.3	<0.1890	< 0.1353;
21	თუთია (Zn, ჯამური)	მგ/ლ	3	< 0.05	<0.0161
22	სპილენძი (Cu, ჯამური)	მგ/ლ	2	<0.0090	<0.0173
23	მანგანუმი (Mn, ჯამური)	მგ/ლ	0.4	<0.0049	<0.2
24	ტყვია (Pb, ჯამური)	მგ/ლ	0.01	<0.0050	<0.0046
25	ფტორიდები (F ⁻)	მგ/ლ	0.7	<0.129	<0.147
26	სილიციუმჟავა ილიციუმი (Si, ჯამური)	მგ/ლ	10	<5.14	<6.58

მდინარე იორის წყლის ქიმიური კვლევის შედეგების მიხედვით შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ პირველი წყლის სინჯის ანალიზის შედეგების მიხედვით ეთანადებოდეს ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან ტიპის წყალს ($\text{HCO}_3^- = 204,67$ მგ/ლ; $\text{Ca}^{2+} = 52,58$ მგ/ლ; ცხრილი 1), რომელიც მეორე სინჯის ანალიზის შედეგების მიხედვით გადადის ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-კალციუმიან ტიპის წყალში ($\text{HCO}_3^- = 233,36$ მგ/ლ; $\text{Ca}^{2+} = 64,9$ მგ/ლ; $\text{SO}_4^{2-} = 58.8$ მგ/ლ, ცხრილი 1), რაც დადგენილი არ არის საკვლევი წყლის ობიექტების სიმცირის გამო [4- 9].

ძირითადი იონის ნატრიუმის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად დაბალია ნორმატივებით დასაშვებ სიდიდეებზე (200 მგ/ლ ,ცხრილი 2).

მდინარე იორის წყლის სინჯებში ელექტროგამტარობა იცვლება 294,8 – 409.1 სიმ./სმ ზღვრებში. ხოლო მინერალიზაცია იცვლება 300.20 – 380.5 მგ/ლ, რომელიც შესაძლებელია მივაკუთვნოთ საშუალოდ მინერალიზებულს [4, 6, 7].

ბიოგენური კომპონენტა და მძიმე მეტალთა მნიშვნელობები ქიმიური ანალიზის შედეგების მიხედვით მნიშვნელოვნად დაბალია ნორმატივებით დასაშვებ სიდიდეებზე (ცხრილი 1).

მდინარე იორის წყალი შეწონილი ნაწილაკების შემცველობის მიხედვით (443.1 მგ/ლ) მიეკუთვნება ძალიან ბინძურს.

პირველი და მეორე წყლის სინჯის ანალიზის შედეგების მიხედვით ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარება (BOD_5) 2,00 მგ/ლ -მდეა, რის მიხედვითაც მიეკუთვნება ზედაპირული წყლების ხარისხის განსაზღვრულ კლასს - სუფთას.

დასკვნა

ლიტერატურული წყაროებით არ არის წყლის მიკრობიოლოგიური და ფსკერული დანალექების ქიმიური კვლევა ჩატარებული.

ამგვარად, მდინარე იორის აუზის სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგების სისტემად გამოყენების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისთვის აუცილებელია საკვლევი ობიექტების რაოდენობის გაზრდა მდინარის წყლის ქიმიური, მიკრობიოლოგიური და ფსკერული დანალექების ეკოქიმიური კვლევის ჩასატარებლად, დამაბინძურებელ კომპონენტთა კონცენტრაციათა მნიშვნელობების გავრცელების არეალის დადგენა მათემატიკური რიცხვითი მოდელირებით და დამცავი პრევენციული ღონისძიებების შემუშავება.

ლიტერატურა:

1. <https://ka.wikipedia.org> > wiki > იორი
2. <https://www.facebook.com> > set . იორი და ამისი შენაკადები
3. Order of the Minister of Labor, Health and Social Protection of Georgia N 297/N "On Approval of Environmental Quality Standards" August 16, 2001; Consolidated version.
4. Fomin G.S. Water. Control of chemical, bacterial and radiation safety according to international standards. Moscow: 2000, 839 c.
5. Supratashvili Г.Д.. Гидрохимия Грузии (пресные воды). Тбилиси: Издательство Тбилиского Университета, 2003, 399 с.
6. Guser P.V., Makarov S.B., Khachaturov A.E., Khomuleva M.B., Tsevelev V.N. Ecolain, 2000, p. 154. Reference materials.
7. technical regulation of drinking water; Resolution of the Government of Georgia No. 58; January 15, 2014, St. Tbilisi.
8. DIRECTIVES DIRECTIVE (EU) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast) (Text with EEA relevance. THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 23.12.2020
9. Technical protection of surface waters of Georgia from pollution regulation. Resolution of the Government of Georgia N425, dated 31.2013 December, Tbilisi.
10. Technical regulation of sanitary rules for water sampling. Resolution of the Government of Georgia No. 26; January 3, 2014 Tbilisi

Assessment of the ecological condition of the Iori river basin

Nino Shustakashvili

Ph.D. student of Chemical and Biological Engineering, Technical University of Georgia Kostava Street 69, 0192, Tbilisi, Georgia. Ministry of Education and Science - Educational and Scientific Infrastructure Development Agency
E-mail: nino.shushtakashvili@yahoo.com

Abstract: The ecological condition of the Iori river basin is discussed, and the results of the ecochemical research of the water of the Iori river conducted until 2021 are compared. The organoleptic and chemical parameters of water are investigated.

Keywords: Iori River, ecochemical research.

**დარიშხანის ნარჩენების გაუვნებლყოფა ბაქტერიალურ- ქიმიური
გამოტუტვით**

- ნინო ბაგრატიონი,** აკ.დოქტ, ასისტენტ პროფესორი, გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი მ. კოსტავას ქუჩა 69, 0192, თბილისი, საქართველო, E-mail: bagrationinino04@gtu.ge
- ლეილა გვერდსიტელი** აკად.დოქტორი, პროფესორი, გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი მ. კოსტავას ქუჩა 69, 0192, თბილისი, საქართველო, E-mail: l.gverdtsiteli@gtu.ge
- ხათუნა წეროძე** ასისტენტ პროფესორი, გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი მ. კოსტავას ქუჩა 69, 0192, თბილისი, საქართველო, E-mail: kh.tserodze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ა. სურმავა, სტუ, ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის მონიტორინგისა და პროგნოზირების განყოფილება ფიზ.-მათ.მც.დ., უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი

E-mail: asurmava@yahoo.com

მ. მაისურაძე, პროფესორი. სტუ, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიის დეპარტამენტი.

E-mail: m_maisuradze@gtu.ge

ანოტაცია: განხილულია რაჭისა და ქვემო სვანეთის დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენებით დაბინძურებული ტერიტორიის ნიადაგიდან დარიშხანის გაუვნებლყოფა ბაქტერიალურ - ქიმიური გამოტუტვით.

საკვანძო სიტყვები: გამოტუტვა, დარიშხანი, ნარჩენები, თიონური ბაქტერიები T. Ferrooxidans

შესავალი

საქართველო მდიდარია ბუნებრივი რესურსებით: წიაღისეულით, მინერალური და მტკნარი წყლით. წარმოების წიაღისეული რესურსების მოპოვება და გადამუშავება, ბუნება-დამცავი პრაქტიკა ვითარდება ორი მიმართულებით: ბუნებრივი რესურსების დაცვა არასწორი ექსპლუატაციისაგან და გარემოში ნარჩენების გამოყოფის შეზღუდვა. საწარმოო ნარჩენების

შენახვისა და დასაწყობების პირობების დაუცველობა ამძიმებს გარემოს ობიექტების ეკოლოგიურ მდგომარეობას.

ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად, საქართველოში ჩამოყალიბდა უაღრესად რთული ეკოლოგიური ვითარება, რეალური საფრთხე შეექმნა ბუნებრივ გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობას. გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს წყაროს სამთოგადამამუშავებელი და მეტალურგიური წარმოების ნარჩენები წარმოადგენს.

არანაკლებ უმძიმეს ეკოლოგიურ პრობლემებთან გვაქვს საქმე დარიშხანის წარმოების ნარჩენებით დაბინძურებული რაჭისა და ქვემო სვანეთის რეგიონებში. საქართველოს ამ ულამაზეს მხარეში დაგროვილია და ყოველგვარი მართვის გარეშე განთავსებულია არანაკლებ 130 ათასი ტონა მომაკვდინებლად ტოქსიკური დარიშხანშემცველი ნარჩენი. რამდენადაც პარადოქსალური არ უნდა იყოს, წლების განმავლობაში დაგროვილს ემატებოდა რუსეთიდან შემოტანილი ათასობით ტონა დარიშხანშემცველი ნარჩენი.

„ნარჩენების მართვის კოდექსის“ ამოცანაა გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვა ნარჩენების წარმოქმნის უარყოფითი ზეგავლენის პრევენციით ან შემცირებით, ნარჩენების მართვის ეფექტიანი მექანიზმების შექმნის გზით [1].

ძირითადი ნაწილი

წიაღისეული რესურსებიდან საქართველოში წლების განმავლობაში ხდებოდა დარიშხანის ნაერთების მოპოვება და გადამუშავება. დარიშხანის ნაერთები ფართოდ გამოიყენება ტექნიკაში, სასოფლო მეურნეობაში, ვეტერინარიაში, სამხედრო შეიარაღებაში, მედიცინაში და სხვა დარგში.

დარიშხანის საწარმოო ნარჩენების შენახვისა და დასაწყობების პირობების დარღვევის გამო უაღრესად მძიმე ეკოლოგიური მდგომარეობა შექმნილი დასავლეთ საქართველოს რამდენიმე რეგიონში. დარიშხანის საწარმოო ნარჩენები ხვდება წყალში და ძირითადად ნიადაგში. ნიადაგში ტოქსიკური ნივთიერებების დაგროვების შედეგად თანდათანობით იცვლება ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა, ირღვევა გეოქიმიური არისა და ცოცხალი ორგანიზმების ერთიანობა. დარიშხანს გააჩნია ბიოკუმულაციის უნარი. რეალური საფრთხე შეექმნა ბუნებრივ გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობას, რაც წლიდან წლამდე რთულდება [2].

სადღეისოდ დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენებით ნიადაგის დაბინძურების დონე რაჭისა და ქვემო სვანეთის მადნის მოპოვებისა და დარიშხანის სამთო-გადამამუშავებელი საწარმოების ტერიტორიებზე საგანგაშოდ მაღალია, რაც უარყოფითად მოქმედებებს როგორც

ადგილობრივი მოსახლეობის, ასევე აქ ჩამოსულ ადამიანთა ჯანმრთელობაზე. მიუხედავად იმისა, რომ დარიშხანის შემცველობა სასმელ წყალში ნაკლებია ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე, ნიადაგის დაბინძურებით კვების პროდუქტებში გამოწვეული დარიშხანის მომატებული შემცველობა ზიანს აყენებს ადამიანთა ჯანმრთელობას და იწვევს მოსახლეობის მიგრაციას. ამისათვის აუცილებელი და ძირითადი პირობაა ადგილობრივი მოსახლეობისა და ჩამოსულ ადამიანთა ჯანმრთელობისათვის არსებული რისკების დადგენა და ნარჩენების გაუვნებლყოფა, რომლის განსახორციელებლად უნდა შემუშავდეს და გატარდეს გარემოსდაცვითი პრევენციული ღონისძიებები.

მრავალი წლის მანძილზე სიტუაცია თითქმის უიმედო ჩანდა, ვინაიდან სამარხები, გამწმენდი ნაგებობები ავარიულ მდგომარეობაშია, მათი მთლიანობა დარღვეულია, ატმოსფერული ნალექებით გამოედინება დარიშხანშემცველი ნარჩენები და აბინძურებს მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგს და მდინარის წყალს[3] .

ბოლო ათწლეულებში ლითონთა გამოტუტვის და მინერალური წარმოქმნის დაშლის ეფექტური ბიოლოგიური მეთოდების შემუშავების და დახვეწის შედეგად, აგრეთვე ეფექტური მიკროორგანიზმების (ემ) ტექნოლოგიების განვითარებასთან და ფიტორემედიაციის გამოყენებასთან ერთად გამოიკვეთა სამრეწველო ნარჩენების პრობლემის გადაწყვეტის რეალური გზა [4].

ემ-ტექნოლოგიის პროდუქტია ბაქტერიულ-ორგანულ-მინერალური სასუქები (ბომს-ი), ანუ ბაქტერიული ჰუმატი, რომელიც წარმოადგენს კვების ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების წარმოებისათვის აუცილებელ ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს. იგი თითქმის მთლიანად გამორიცხავს ტრადიციული ორგანული და მინერალური სასუქების, აგრეთვე შხამქიმიკატების ნიადაგში შეტანას და ნიადაგის შესაბამის დაბინძურებას. [5].

ბომს-ი შედგება 60-65 % ორგანული, 17-24% მინერალური. 0,9-1,0 % გაზისებრი (აზოტი) ნაწილისაგან, 15 – 16 % ტენიანობის პირობებში. ასეთი გზით მიღებული სასუქი შეიცავს ამინოფიკატორებს, ნიტროფიკატორებს, დენიტროფიკატორებს, აზოტფიქსატორებს, მინერალურ საკვებზე მოზარდ ბაქტერიებს, აცინომიცეტებს და სოკოებს [6].

ბაქტერიულ-ორგანულ-მინერალური სასუქის წარმოების მესამე კომპონენტად შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ბიოლოგიურად აქტიური იოდიდ-იონის წყალხსნარი - „იოდის - კონცენტრატი“, რომელიც ემატება ბომს-ს შეფარდებით 1:49 ან 1:99. იოდის (მისი ბუნებრივი შენაერთების ან ჰორმონების) ძირითადი მეტაბოლური ფუნქცია არის ჟანგბადის მოხმარების მკვეთრი ზრდა სტანდარტული ჟანგვითი რეაქციის პირობებში. ამ უნივერსალური მექანიზმის მეშვეობით იოდი სისტემურ მოქმედებას ახდენს მცენარეებში მიმდინარე ყველა სასიცოცხლო

პროცესზე. „იოდის კონცენტრატი“ (TYU 14326020.003-98, TYU 15.9-30631018-007:2005) ხასი-ათდება შემდეგი შემადგენლობით (მგ/ლ): იოდი – 65, კალციუმი – 50-150, ნატრიუმი-კალიუმი – 10-100, მაგნიუმი – 10-100, ქლორიდები – არაუმეტეს 50, სულფატები – არაუმეტეს 50, ჰიდრო-კარბონატები – 300-600, ორგანული ნივთიერებები – არაუმეტეს 30.

განსაკუთრებით შესამჩნევი იყო იოდირების ეფექტურობა დარიშხანით და სხვა მავნე ნივთიერებებით დაბინძურებული ნიადაგების პირობებში, რაც ხაზს უსვამს იოდირებული ბომს-ის არა მარტო როგორც ეფექტურ ეკოლოგიურად სუფთა სასუქის, არამედ ფიტორემედიაციის მნიშვნელოვანი და ეფექტური საშუალების ღირებულებას.

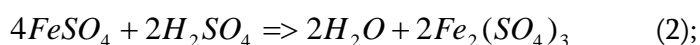
ბომს-ის გამოცდა და გამოყენება საქართველოში მიმდინარეობს უკანასკნელი წლების განმავლობაში საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის სისტემაში გაერთიანებულ 3 სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში, აგრეთვე წმინდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართულ უნივერსიტეტში [4].

მე-20 საუკუნის მეორე ნახევარში ძვირფასი, ფერადი და შავი ლითონების წარმოების მკვეთრმა ზრდამ გამოიწვია, ერთის მხრივ, სამრეწველო ლითონური მადნების ხარისხის მკვეთრი გაუარესება და მეორეს მხრივ, მადნის მოპოვებისა და სამრეწველო გადამუშავების ნარჩენების რაოდენობის უკონტროლო ზდა. ორივე პრობლემის გადაწყვეტის ერთ-ერთ ყველაზე პერსპექტიულ გზას წარმოადგენს ლითონთა ბაქტერიული გამოტუტვა, რომელიც სადღეისოდ გამოიყენება ოქროს, ურანის, სპილენძის, მანგანუმისა და სხვა ლითონების მისაღებად. საფუძვლიანად არის შესწავლილი ლითონების გამოტუტვა სულფიდური შენაერთებიდან ე.წ. თიონური ბაქტერიების მეშვეობით. ბაქტერიული გამოტუტვა შეიძლება მოხდეს როგორც ქიმიური გამოტუტვასთან ერთად (ბაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვა), ასევე საკუთრივ მიკროორგანიზმებით ბამის პირობებში (ბატერიული გამოტუტვა). ქიმიური გამოტუტვის დროს დადგინდა, რომ თიონური ბაქტერიები T. Ferrooxidans მკვეთრად ზრდის სულფიდური შენაერთების ქიმიური გამოტუტვის სიჩქარეს (ქალკოპირიტისა 12-ჯერ, არსეოპირიტისა კი 8-ჯერ) [7,8].

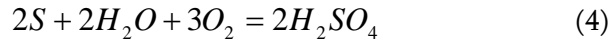
სადღეისოდ ყველაზე კარგად არის შესწავლილი პროცესის ქიმიზმი T. Ferrooxidans ბაქტერიების მეშვეობით ქალკოპირიტისა და პირიტის გამოტუტვის დროს ქალკოპირიტი ბაქტერიების მეშვეობით იჟანგება შაბიამნად და ორვალენტიანი რკინის სულფატად [6].



ორვალენტიანი რკინის სულფატი ისევ ბაქტერიების მონაწილეობით იჟანგება სამვალენტიანი რკინის სულფატად

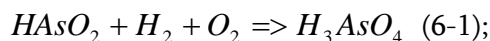
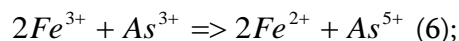
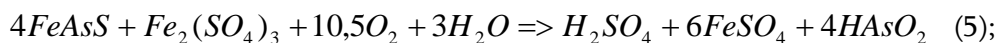


მიღებული გოგირდი იჟანგება ბაქტერიებით



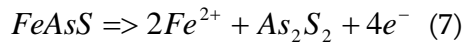
დარიშხანის ბაქტერიული გამოტუტვის მიმართ ინტერესი განსაკუთრებით გაიზარდა იმასთან დაკავშირებით, რომ ოქროს თვითნაბადი და მდიდარი მადნები ამოწურვის ზღვარზეა. ღარიბი და წვრილჩანართიანი მადნები („refractory ores” - „упорн руды”) სულ მალე შეიძლება გახდეს ოქროს ძირითადი წედლეული. ოქროსშემცველი ტიპური სულფიდური მინერალი, რომელშიც ძვირფასი ლითონი ჩართულია წვრილი (მიკროსკოპული) ნაწილაკების სახით. არსენოპირიტში რკინის დარიშხანის და გოგირდის ეფექტური ბიოოქსიდაციის და გამოტუტვის შემთხვევაში მადნიდან ოქროს ამოღება მნიშვნელოვნად იზრდება, იაფდება და იოლდება [8].

ბაქტერიული გამოტუტვის ხსნარებში დარიშხანი შეიძლება იყოს ორი ძირითადი სახით - სამვალენტისანი (As^{3+}) და ხუთვალენტისანი (As^{5+}). ხუთვალენტისანი დარიშხანი უფრო ნაკლებად ტოქსიკურია, უკეთ ექვემდებარება სხვადასხვა მეთოდით ხსნარიდან ჟანგულის სახით გამოყოფას, აგრეთვე რკინასთან ურთიერთქმედებით წყალში უხსნადი კომპლექსების შექმნას და გამოტუტვის ხსნარიდან ნეიტრალიზაციის გზით გამოლექვას. ზოგიერთ ნაშრომში აღნიშნულია, რომ არსენოპირიტის გამოტუტვის პროცესში დარიშხანი თავდაპირველად გადადის ხსნარში სამვალენტისანი სახით, მაგრამ შემდგომ ბიოოქსიდაციის გზით რკინის სამვალენტისანი იონების მონაწილეობით იჟანგება ხუთვალენტის მდგომარეობამდე. პროცესი შეიძლება პირობითად შემდეგნაირად ჩაიწეროს: [9]

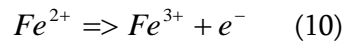
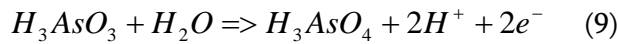
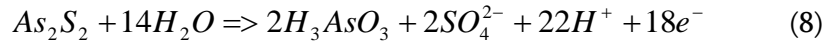


სამვალენტისანი დარიშხანის დაჟანგვა ხუთვალენტის მდგომარეობამდე იმიტომაც არის საურველი, რომ „T. Ferrooxidans” ბაქტერიების რეზისტენტულობის ზღვარი სამვალენტისანი დარიშხანის მიმართ არის დაახლოებით 6 გ/ლ, ხოლო ხუთვალენტისანი დარიშხანის მიმართ - 18 გ/ლ. შესაბამისად, ხუთვალენტისანი დარიშხანის შემცველ ხსნარში ბაქტერიული ხსნარის გამოტუტვა უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე სამვალენტისანი დარიშხანის შემცველ ხსნარში [10].

ლიტერატურული მონაცემებით არსენოპირიტის ბაქტერიული გამოტუტვის შესწავლის შედეგად დადგენილად ითვლება, რომ ბიოოქსიდაციის პროცესში თავდაპირველად არსენოპირიტი Fe^{2+} იონის წარმოქმნით იჟანგება რეალგარამდე:[11]



რეალგარი ფარავს არსენოპირიტის ზედაპირს და აფერხებს არსენოპირიტის გამოტუტვას. მხოლოდ Eh ელექტროპოტენციალის მნიშვნელოვანი ზრდის დროს რეალგარი იჟანგება H_3AsO_3 -მდე და შემდეგ ($Eh > 0,6-0,7$ ვ) H_3AsO_3 -მდე, ხოლო Fe^{3+} -მდე:



სუფთა არსენოპირიტის დაჟანგვის სიჩქარე შედარებით დაბალია, ხოლო დარიშხანი ხსნარში იმყოფება As^{3+} მდგომარეობაში და მის მიმართ ბაქტერიების მაქსიმალური მდგრადობა შეესაბამება 4,36 გ/ლ დარიშხანის ზღვრულ კონცენტრაციას. აგრეთვე შესაძლებელია გამოყენებული იქნას შემდეგი მეთოდი: ნარჩენებში არსებული დარიშხანი კი არ იქნას ამოღებული, არამედ პირიქით, გადაყვანილი იქნას სტაბილურ, წყალში უხსნად შენაერთებში, მიეცეს მას მყარი ფორმა და გამოყენებული იქნას სპეციალური დანიშნულების ნაგებობების - სარკოფაგების, სამარხების, საცავების, ზვავ- და ნიაღვარსაწინააღმდეგო ჯებირების, კაშხალების ასაგებად [12].

დასკვნა:

დარიშხანშემცველი ნარჩენების და დაბინძურებული ნიადაგების ცემენტის მსგავსი შემკვრელებით გასაუვნებლყოფად აუცილებელია ნარევი რკინის შეტანა (მაგალითად, ორვალენტური ან სამვალენტური რკინის სულფატის სახით);

ორვალენტური რკინის სულფატი პრაქტიკული თვალსაზრისით უფრო გამოსადეგია S/S მეთოდით უტილიზაციისათვის, ვიდრე სამვალენტური რკინის სულფატი; ნარჩენების წინასწარი დამუშავება წყალბადის ზეჟანგით ან სხვა ძლიერი დამჟანგველით შესაძლებელია ზრდის დარიშხანის სტაბილიზაციის ხარისხს; ნარევი რკინის სულფატის ოპტიმალური შეფარდება დარიშხანთან Fe/As უნდა იყოს 2,2 – 6,5 მოლი/მოლი ფარგლებში; ნარევი რკინის სულფატის სიჭარბე იწვევს წარმოქმნილი ბეტონის სიმტკიცის შემცირებას; ორვალენტური რკინის სულფატით დამზადებული ბეტონის მოხმარება დასაშვებია 100-დღიანი დაყოვნების შემდეგ.

ლიტერატურა:

1. Law of Georgia Waste Management Code 26/12/2014, consolidated version 17/03-2022

2. N. Bagrationi, L. Gevdtsiteli, A. Chirakadze, V. we are glad Description of the environmental condition of arsenic waste storage and storage facilities. Tbilisi, Bulletin of the National Academy of Sciences of Georgia, 2014, No. 4, Vol. 40.
3. N. Bagration, V. We are glad, A. Chirakadze, L. Side red. General analysis of the results of the ecochemical research of the soil of the polluted area of Racha and Kvemo Svaneti. Chemical Journal of Georgia 2015 No. 2 Vol. 15.
4. Georgian University of St. Andrew the First of the Patriarchate of Georgia. Scientific trial project: "Biological utilization of industrial wastes of arsenic extraction and processing and rehabilitation-recultivation of released areas for the purpose of ecological safety".5. Interactions between metals, microbes and plants – Bioremediation of arsenic and lead contaminated soils. Riina Turpeinen. Department of Ecological and Environmental Sciences, University of Helsinki, May 2002.
5. L. Sakhvadze, A. Rapava, A. Nibladze. Preliminary bacterial leaching of ores. Mat. Report IV scientific. Conf. Mic. I.vir. Georgia, sec. WMO AN USSR, Tbilisi, 1981, 121 p.
6. T. Volova. Biotechnology. Novosibirsk: Publishing House of the Russian Academy of Sciences, 1999. 247 p.
7. R. Gonzales, J. Gentina, F. Acevedo. Biooxidation of a gold concentrate in a continuous stirred tank reactor: Mathematical model and optimal configuration [J]. Biochemical Engineering Journal, 2004? 19? 33-42.
8. F.Bred, F. Glatz, G. Hansford. The effect of (AS 3+) and As5+) on the batch bioleaching of a pyritearsenopyrite concentrate [J]. Minerals Engineering, 1996, 9(12), 1235-1252.
9. T. Marla, D. Peter, M. Shelly. Multiple sets of arsenic resistance genes are present within highly arsenic resistant industrial strains of the biomining bacterium. Acidithiobacillus caldus [C]//International Congress Series, 2004, 165-172.
10. 11 L. Sakhvadze, Z. Buachidze, R. Gigauri, M. Rapova, A. Chirakadze, Y. Chelidze, R. Sakhvadze. Bacterial leaching of arsenic from waste products of arsenic ores mining and industrial production of arsenic compounds. Proceedings of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan 2009, v.7.
11. V. Gvakharia et al. Developing and bench-scale testing of soft decontami - nation-remediation methods to be used in the highland of Georgia. 9th Symposium on Remediation in Jena: Jenaer Senierungskolloquium, Microbial Impact on element mobility. Friedrich Schiller University Jena. 4th – 5th October, 2010, Jena. Conference Proceedings-Abstracts of the Posters, p. 50.

Decontamination of arsenic residues by bacterial-chemical leaching

Nino Bagrationi,

Assistant Professor, Department of Environmental Engineering and Ecology, Technical University of Georgia M. 69 Kostava Street, 0192, Tbilisi, Georgia,

E-mail: bagrationinino04@gtu.ge

Leila Gverdtsiteli

Acad. Doctor, Professor, Department of Environmental Engineering and Ecology, Technical University of Georgia M. 69 Kostava Street, 0192, Tbilisi, Georgia,

E-mail: l.gverdtsiteli@gtu.ge

Khatuna Tserodze

Assistant Professor, Department of Environmental Engineering and Ecology, Technical University of Georgia M. 69 Kostava Street, 0192, Tbilisi, Georgia,

E-mail: kh.tserodze@gtu.ge

Abstract. The removal of arsenic from the soil of the territory contaminated with arsenic industrial waste of Racha and Kvemo Svaneti by bacterial-chemical leaching is discussed.

Keywords: leaching, arsenic, waste, thion bacteria T. Ferrooxidans

დამცავი დაფარვების-მოთუთიების საწარმოს ჩამდინარე წყლის გაწმენდა ქიმიური ელექტროლიტური და ელექტროკოაგულაციის მეთოდის გამოყენებით

ლეილა გვერდსითელი აკად.დოქტორი, პროფესორი, გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი მ. კოსტავას ქუჩა 69, 0192, თბილისი, საქართველო, E-mail: l.gverdtsiteli@gtu.ge

ქეთი ცუხიშვილი მაგისტრი, გარემოსდაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტის სამრეწველო ემისიებისა და ნარჩენების კონტროლის სამსახურის სამრეწველო ემისიების კონტროლის განყოფილების მესამე კატეგორიის უფროსი სპეცალისტი - ინსპექტორი, გარემოს დაცვითი ინჟინერიის და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი მ. კოსტავას ქუჩა 69, 0192, თბილისი, საქართველო, E-mail: qeticuxishvili5@gmail.com

რეცენზენტები:

ნ. ბუაჩიძე, სტუ, ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების მონიტორინგისა და პროგნოზირების განყოფილება, აკად. დოქტორი, უფრ.მეცნ. თანამშრომელი.

E-mail: emc.buachidze@yahoo.com;

მ. ცინცაძე, პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, სტუ-ს ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი

E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge;

ანოტაცია: განხილულია დამცავი დაფარვების-მოთუთიების საწარმოს ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის სქემის დამუშავება ქიმიური, ელექტროლიტური და ელექტროკოაგულაციის მეთოდის გამოყენებით.

საკვანძო სიტყვები: ელექტროქიმიური, ელექტროკოაგულაცია, მოთუთიება, ნეიტრალიზაცია, ჩამდინარე წყლები.

შესავალი

გარემოსდაცვითი კოდექსის მიხედვით ქვეყნის დემოკრატიული განვითარების ხელშეწყობის მიზნით უზრუნველყოფილი უნდა იყოს გარემოს მდგომარეობის შესახებ სრული და ობიექტური ინფორმაციის დროულად მიღების შესაძლებლობა, უფლების საქართველოს კონსტიტუციით გარანტირებული ადამიანის ძირითადი დასაცავად, გარემოსდაცვით საკითხებზე გადაწყვეტილების მიღების პროცესში საზოგადოების მონაწილეობა [1].

საქართველოს კანონში „გარემოს დაცვის“ შესახებ მოცემულია: „საუკეთესო ტექნოლოგია – გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით საუკეთესო, გამოყენებადი და ეკონომიკურად ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიაა, რომელიც ყველაზე უფრო ეფექტურია გარემოზე მავნე ზემოქმედების თავიდან აცილების, მინიმუმამდე შემცირების ან გარდაქმნის თვალსაზრისით [2];

ძირითადი ნაწილი

საწარმოს მიერ დაგეგმილი ლითონების დაფარვის ელექტროლიტური მოთუთიების ტექნოლოგიის დანერგვა და ექსპლოატაციის პირობების შეცვლა უნდა ექვემდებარებოდეს გარემოსდაცვითი შეფასების კოდექსის მიხედვით განსაზღვრული სკრინინგის პროცედურისადმი დაქვემდებარებულ საქმიანობას.

თუთით დანაფარების გამოყენების სფერო მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული თუთიის დამცავ და ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე. ასეთი დაფარვის გამოყენების სფერო არის ფოლადის დეტალების დაცვა კოროზიისაგან.

საწარმოო პირობებში ფოლადის დეტალების ელექტროქიმიური დაცვისთვის უპირატესად თუთით დაფარვებს მიმართავენ. თუთით დანაფარები კარგად იცავს ფოლადის ნაკეთობებს გოგირდის შემცველი ხსნარებისა და ბენზინის ზემოქმედებისაგან. ამ დროს თუთიის დანაფარები უფრო ეფექტურია ვიდრე კადმიუმისა და ტყვიის.

მოთუთიების ტექნოლოგიური პროცესი მოიცავს შემდეგ სტადიებს:

1. განცხიმვას
2. აქტივაციას
3. მოთუთიებას
4. გალიაფერებას.

საწარმო ტექნოლოგიური მიზნებისთვის წყალს იღებს ქალაქის წყალმომარაგების სისტემიდან.

მოთუთიების გაღვანური დაფარვების ტექნოლოგიური პროცესების შედეგად მიიღება შემდეგი სახის ჩამდინარე წყალი:

1. მჟავური ხაზის ჩამდინარე წყალი, რომელიც მიიღება განცხიმვის, აქტივაციის პროცესების შედეგად ;
2. ციანური ხაზის ჩამდინარე წყალი, რომელიც მიიღება მოთუთიების პროცესის შედეგად;
3. გაღიაფერების ხაზის ჩამდინარე წყალი, რომელიც მიიღება ქრომატირების პროცესის შედეგად;

ცხრილი 1.

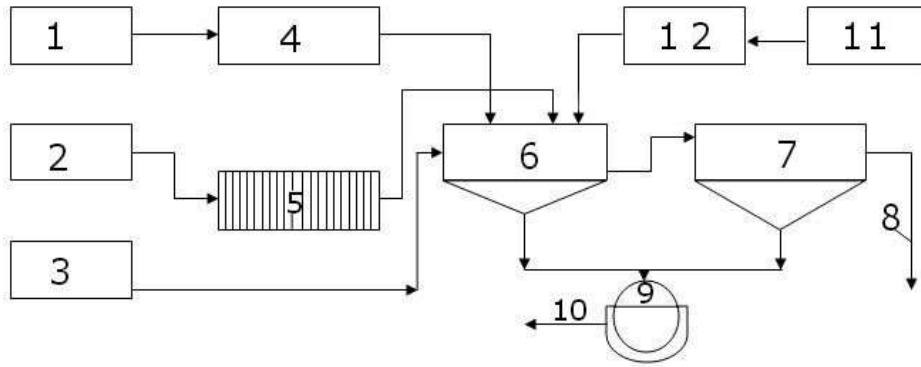
ჩამდინარე წყლის შემცველი ნივთიერებების რაოდენობა

ნივთიერების დასახელება	ფაქტიური რაოდენობა		ზ.დ.კ , მგ/ლ
	კგ/წ	გრ/სთ	
Zn	2,69 მგ/ლ	0,00049	1
C ₂ HCl ₃	11 700	1875	0,5
NaOH	5850	932	0,5
Na ₃ PO ₄	3120	500	-
Na ₂ CO ₃	2340	375	-
Na ₂ SiO ₃	234	37,5	30
NaCN	2340	375	0,1
HCl	15600	2500	0,002
ZnO	877,5	140	5
Na ₂ Zn(CN) ₄	1569	250	0,05
CrO ₃	10400	1666	0,1
H ₂ SO ₄	2600	416	0,001
HNO ₃	13000	2083	0,005
Na ₂ S	97,5	15	არ არსებობს

გარემოსდაცვითი პრევენციული ღონისძიებების სახით ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის სქემა ქიმიური ელექტროლიტური და ელექტროკოაგულაციის მეთოდის გამოყენებით.

3-საცავიდან მჟავურ-ტუტოვანი წყალი შედის (6) ნეიტრალიზატორში, სადაც ემატება Ca(OH)₂; წყლის pH დაყავთ 7.5 დან 8.5-მდე 5–10 %-იანი Ca(OH)₂ – ით.

ნეიტრალიზატორში ხდება განცხიმვისა და აქტივაციის მოთუთიების წყალში შემავალი ნივთიერებების განეიტრალება და გამოყოფა ნალექების სახით, ასევე ხდება ლითონთა კათიონების დალექვა ჰიდროოქსიდების სახით.



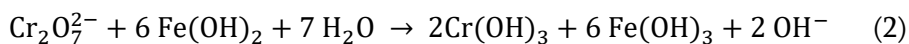
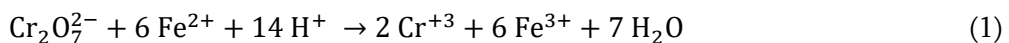
ნახაზი 1. ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის სქემა ნეიტრალიზაციის, ელექტროქიმიური და ელექტროკოაგულაციის მეთოდის გამოყენებით:

1 – ციანშემცველი ხაზის ჩამდინარე წყლის შემკრები საცავი; 2 – ქრომ-შემცველი ხაზის ჩამდინარე წყლის შემკრები საცავი; 3 – მჟავური-ტუტე ხაზის ჩამდინარე წყლის შემკრები საცავი; 4 – ელექტროლიზირი უხსნადი ელექტროდებით; 5 – ელექტროკოაგულატორი; 6 – ნეიტრალი-ზატორი; 7 – სალექარი; 8 – გაწმენდილი წყალი; 9 – ვაკუუმ-დოლური ფილტრი; 10 – ნალექის გაუწყლობა; 11-CaO-ს საცავი; 12- Ca(OH)₂-ის მოსამზადებელი საცავი;

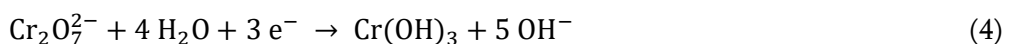
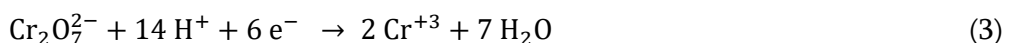
2-საცავიდან ქრომშემცველი ჩამდინარე წყალი შედის (5) ელექტრო-კოაგულატორში, სადაც ხდება Cr⁺⁶-ის აღდგენა Cr⁺³-მდე.

კოაგულაცია არის დისპერსიული ნაწილაკების გამსხვილების პროცესი, მათი ურთიერთქმედებითა და აგრეგატული გაერთიანებით, რომელიც შემდგომ ილექება.

ელექტროკოაგულაციით სამრეწველო ჩამდინარე წყლის გასაწმენდად ექვს ვალენტიანი ქრომისაგან გამოიყენება ხსნადი რკინის ანოდი. რკინის ელექტროდებს შორის მანძილი შეადგენს 6-12 მმ-ს, ელექტროდების სისქეა 3-8 მმ, ანოდურ და კათოდურ ფართობთა თანაფარდობაა - 1:1, წყლის სიჩქარეა 1-2 მ/წთ. ელექტროკოაგულაციური მეთოდის დროს მიმდინარეობს Fe²⁺ იონებით Cr⁺⁶ -ის აღდგენა ანოდების ელექტროლიტური გახსნის პროცესში, აგრეთვე Fe(OH)₂-ის მეშვეობით, რომელიც წარმოიქმნება გადამუშავებულ წყალში Fe²⁺ და OH⁻ იონების ურთიერთქმედებით (pH≥5.5) შემდეგი ქიმიური რეაქციებით:



დამატებით მიმდინარეობს ქრომის იონების აღდგენის კათოდური ელექტროქიმიური პროცესებიც :



ელექტროკოაგულაციის მეთოდის ოპტიმალური ტექნოლოგიური რეჟიმის შერჩევისათვის აუცილებელია Cr⁺⁶ – იონის საწყისი რაოდენობისა და რკინის საჭირო

ხარჯის სტექიომეტრული თანაფარდობის გათვალისწინებით ფარადეის კანონის შესაბამისად ელექტროობის ($q_{\text{ფ}}$) თეორიული რაოდენობის გათვლა. Cr^{+6} და მძიმე მეტალების იონების ერთეული არსებობისას $q_{\text{ფ}}$ გამოითვლება ამ კომპონენტების საწყისი კონცენტრაციებითა და ჩამდინარე წყლის ხარჯით.

ელექტროობის რაოდენობა, რომელიც იხარჯება 1 მგ Cr^{+6} აღსადგენად, არსებითად დამოკიდებულია დასამუშავებელი წყლის pH-ზე. მეორე ცხრილში მოცემულია ამ სიდიდეების სარეკომენდაციო მნიშვნელობები.

ცხრილი 2

წყლის pH-ის მიხედვით ელექტროობის რაოდენობა

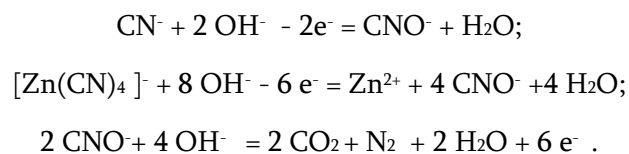
pH	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
ღვ.კლ/მგ.ლ	7÷9	13÷15	17÷19	19÷21	21÷23	23÷25

საწყისი წყლის pH-ის შემცირებისას 7.0 დან 3÷3.5 მდე ღვ მცირდება 1.3÷1.5-ჯერ. ეს საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნას მჟავური რეზერვი ელექტრონერგიის დანახარჯის შესამცირებლად, რომელიც ქრომის აღსადგენად არის საჭირო.

რეკომენდირებულია დენის ანოდური სიმკვრივე კონცენტრირებული ხსნარებისათვის შეადგენდეს 0,6- 1.5 ა/დმ², ხოლო სუსტკონცენტრირებული ხსნარებისათვის (100 მგ/ლ) - 0,15 – 0.8 ა/დმ².

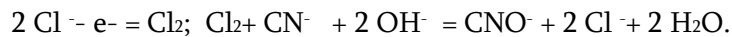
5-ელექტროკოაგულატორიდან წყალი მიემართება (6) ნეიტრალიზატორში; (7) სალექარიდან მიღებული წყალი შედის (9) ვაკუუმ-ფილტრში, შემდეგ გამოყოფილი ნალექები განიცდის გაუწყლოებას (10). (7) სალექარიდან გაწმენდილი წყალი მიემართება დანიშნულებისამებრ.

3. პირველი საცავიდან ციანშემცველი ჩამდინარე წყალი შედის (4) ელექტროლიზატორში, სადაც ანოდად შესაძლებელია გამოყენებული იყოს გრაფიტირებული ნახშირი, ან მაგნეტიტი, ან ტყვიის დიოქსიდი. ციანშემცველი ჩამდინარე წყლის ელექტროლიზისას ანოდზე მიმდინარეობს CN^- -იონების ელექტროქიმიური დაჟანგვა ციანატ-იონების წარმოქმნით. ჩამდინარე წყალში ციანატ-იონების დაგროვების შედეგად მიმდინარეობს მათი ნაწილობრივი ელექტროქიმიური დაჟანგვა ანოდზე არატოქსიკური აირადი ნივთიერებების - CO_2 და N_2 წარმოქმნით:



კათოდზე მიმდინარეობს H^+ -იონების განმუხტვა აირადი წყალბადის გამოყოფით, აგრეთვე კომპლექსური იონების დისოციაციისას წარმოქმნილი Zn^{2+} -იონის განმუხტვაც.

პროცესის აქტივაციისათვის უმატებენ 5-10%-იან ნატრიუმის ქლორიდს. ამ დროს მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციები:



დენის ანოდური სიმკვრივედ მიიღება 0,5-2,0 ა/დმ². ციანიდების გაწმენდის ხარისხი აღწევს 100 %-ს. ჩამდინარე წყალში შემცველი ლითონთა საერთო რაოდენობის 80%-მდე უტილიზირდება კათოდური ნალექების სახით, ხოლო ლითონთა დანარჩენი რაოდენობა გამოიყოფა ჰიდროოქსიდების სახით.

4-ელექტროლიზიორიდან წყალი მიემართება (6) ნეიტრალიზატორში; (7) სალექარიდან მიღებული წყალი შედის (9) ვაკუუმ-ფილტრში, შემდეგ გამოყოფილი ნალექები განიცდის გაუწყლოებას (10). სალექარიდან (7) გაწმენდილი წყალი მიემართება დანიშნულებისამებრ.

დასკვნა:

ჩამდინარე წყლის გასაწმენდად ელექტროქიმიური მეთოდის გამოყენება უზრუნველყოფს მშენებლობის ღირებულების მნიშვნელოვან ეკონომიას, გამწმენდი ნაგებობებისათვის ფართობის შემცირებას, ტექნოლოგიური სქემისა და დანადგარების ექსპლოატაციის სიმარტივეს, რეაგენტული მეურნეობის ნაწილობრივ ან მთლიანად უარყოფის შესაძლებლობას [3-10].

ლიტერატურა:

1. Law of Georgia "Environmental Assessment Code". Parliament of Sakrebulo, 890-II, 21/06/2017; Consolidated version 26/04/2022.
2. Law of Georgia "On Environmental Protection". 22/01/1997; Console version 02/03/2021.
3. Types of Galvanizing and other Zinc Coatings. <https://gaa.com.au/types-of-galvanizing-and-others-zinc>.
4. Steel wire electrolytic galvanizing line https://www.metiz.com.tw/plating_electro_galvanizing
5. Гальваническое цинкование особенности и этапы процесса, <https://t-zinc.ru/tehnologiya-galvan...>
6. M. DONADZE, J. IT'S YOU TECHNOLOGY OF RECEIVING GALVANIC COATINGS. PUBLISHING HOUSE "TECHNICAL UNIVERSITY". ELECTRONIC MANUAL. TBILISI, 2018 P. 112.
7. GOVDSITELI L. PHYSICO-CHEMICAL METHODS OF HYDROSPHERE AND SOIL PROTECTION. "TECHNICAL UNIVERSITY". TBILISI. 2014 YEAR. P. 216.

8. L. PVEDTSITELI, "HYDROSPHERE AND SOIL PROTECTION TECHNIQUES". PUBLISHING HOUSE "TECHNICAL UNIVERSITY". MANUAL. TBILISI, 2022 P. 244.
9. Rodionov A.I., Klushin V.N., Sister V.G. Technological processes of environmental safety. 2000 Kaluga. Ed. N. Bochkareva. 800s.
10. Golitsyn A.N. "Industrial Ecology and Environmental Pollution Monitoring". Textbook. M. : Oniks Publishing House, 2007. 336s.

Cleaning of waste water of protective coating-zinc industry using chemical, electrolytic and electrocoagulation methods.

- Leila Gverdtsiteli** Acad. Doctor, Professor, Department of Environmental Engineering and Ecology, Technical University of Georgia M. Kostava Street 69, 0192, Tbilisi, Georgia,
E-mail: lgverdtsiteli@gtu.ge
- Keti Tsukhishvili** Master's degree, senior specialist of the third category of the Industrial Emissions Control Department of the Industrial Emissions and Waste Control Service of the Department of Environmental Supervision - Inspector, Department of Environmental Protection Engineering and Ecology, Technical University of Georgia M. Kostava Street 69, 0192, Tbilisi, Georgia
E-mail: qeticuxishvili5@gmail.com

Abstract. The processing of the scheme of the technological process of wastewater treatment of the protective coatings-zinc industry using the chemical, electrolytic and electrocoagulation method is discussed.

Keywords: electrochemical, electrocoagulation, nitrification, neutralization, waste water

სურსათის მეცნიერება და ტექნოლოგია

ველური ვარდის გავლენა მარმელადის კვებით ღირებულებაზე

- როზა ხუციშვილი** პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტის სასურსათო პროდუქტების წარმოების ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69;
E-mail: d.khutzishvili@gmail.com
- ეთერ სადალაშვილი** ასოც. პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტის სასურსათო პროდუქტების წარმოების ინჟინერიის

დეპარტამენტი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69;
E-mail: etosadagashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

რ. გაფრინდაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი,

E-mail: r.gaprinidashvili@gtu.ge

დ. კოტრიკაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ასისტენტ პროფესორი,

E-mail: kotrikadzediana04@gtu.ge

ანოტაცია. საკონდიტრო წარმოებისთვის სამამულო ნედლეულის შერჩევა და სრულფასოვანი კვების პროდუქტების ფორმირება სასურსათო ტექნოლოგიისა და სურსათის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ერთ-ერთი მთავარი მიმართულებაა.

დღეს, საკონდიტრო ნაწარმის სარეალიზაციო ბაზარზე მწარმოებლებს შორის არსებული კონკურენციის გამო, დღის წესრიგში დგება საკითხი პროდუქციის კონკურენტუნარიანობის გაზრდის შესახებ; ამ მიზნის მისაღწევად მნიშვნელოვან როლს თამაშობს საქართველოში არსებული არატრადიციული ნედლეულის შერჩევა და მისი ეფექტურად გამოყენება, მოცემული პროდუქციისთვის გარკვეული ტექნოლოგიური პარამეტრების შეთავსება, რომელიც გააუმჯობესებს პროდუქტის ხარისხს, გააფართოვებს პროდუქციის ასორტიმენტს, გაზრდის ტექნოლოგიური პროცესის ეკონომიკურ ეფექტურობას და შესაბამისად შეამცირებს პროდუქციის თვითღირებულებას;

სამუშაოს მიზანი: ბუნებრივი სამკურნალო მცენარეული ნედლეულით, ველური ვარდით (ასკილი) გამდიდრებული ჟელირებული საკონდიტრო ნაწარმის რეცეპტურისა და შესაბამისად ტექნოლოგიური რეჟიმის, ფიზიკურ-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური პარამეტრების შესწავლა; ექსპერიმენტული მონაცემები - მშრალი ნივთიერებების რაოდენობის, საერთო მჟავიანობის და ტუტიანობის, მეზოფილური და ფაკულტატური აერობული მიკროორგანიზმების რიცხვის, საფუვრის და ობის სოკოების არსებობის შესახებ. მიღებულმა ექსპერიმენტულმა მონაცემებმა შესაძლებელი გახადა რეკომენდაციების ჩამოყალიბება ბუნებრივი ნედლეულის - ასკილის კონცენტრირებული ექსტრაქტის ხარისხის მაჩვენებლების, კვებითი ღირებულების, ანტიოქსიდანტური აქტივობის გაზრდის, ასკილის ჟელირებული მარმელადის ენერგეტიკული ღირებულების ცვლილების შესახებ;

საკვანძო სიტყვები: ველური ვარდი, რეცეპტურა, პარამეტრები, პექტინი, მარმელადი

შესავალი

წარმოებისთვის ახალი მცენარეული ნედლეულის შერჩევა და სრულფასოვანი ტიპის კვების პროდუქტების ფორმირება სახელმწიფო ეკონომიკური პოლიტიკის მთავარი ამოცანაა; ცნობილია, რომ სამამულო ხილსა და ბოსტნეულს, აქვს მდიდარი ქიმიური შემადგენლობა, რაც წარმოდგენილია დიეტური ბოჭკოებით (პექტინი, საკვები ბოჭკოვანი ნივთიერებები), ცილებით, ანტიოქსიდანტური შემადგენლობით, ვიტამინებისა და მინერალური ნივთიერებების კომპლექსით, რაც განაპირობებს მათ სამკურნალო- პროფილაქტიკურ ღირებულებებს; თუმცა, სამეცნიერო - ტექნიკურ ლიტერატურაში არ არსებობს გონივრული მიდგომები ხილისა და ბოსტნეულის მცენარეული - სამკურნალო ნედლეულის ერთობლივი გამოყენების შესახებ, ამიტომ აქტუალურია ამ ნედლეულის ტექნოლოგიური, სამომხმარებლო მახასიათებლების შესწავლა; ამ პრობლემის გადასაჭრელად აუცილებელია ხილისა და ბოსტნეულის, სამკურნალო ბუნებრივი ნედლეულის ქიმიური შემადგენლობის შესწავლა - მათი ტექნოლოგიური, ფუნქციური, სამომხმარებლო პოტენციალის დასაბუთების მიზნით.

ძირითადი ნაწილი

ექსპერიმენტი ჩატარდა საქართველოში გავრცელებული ველური ვარდის (ასილის) გამოყენებით ჟელირებული კენკროვანი საკონდიტრო პროდუქტის წარმოებისათვის; ლიტერატურული მონაცემებით ასკილის შემადგენლობაშია: წყალი, ცილები, ცხიმი, ნახშირწყლები, საკვები ბოჭკოები, ორგანული მჟავები, ვიტამინები, მაკრო - მიკრო ელემენტები; მდიდარია პექტინით, კაროტინოიდებით, ფლავონოიდებით, მთრიმლავი ნივთიერებებით, ეთერზეთებით, ექსპერიმენტის საფუძველზე დადგინდა ჟელირებული საკონდიტრო ნაწარმის - მარმელადის რეცეპტურა .

ცხრილი 1

ჟელირებული საკონდიტრო ნაწარმის - მარმელადის რეცეპტურა

ასკილის მარმელადის რეცეპტურა	ჟელირებული მშრალი რაოდენობა %	ნივთიერებების	ნედლეულის რაოდენობა 100 კგ პროდუქტზე (კგ.)
შაქარი	99,85		50,5
ასკილის წვენი	10		20
პექტინი	92		2,0
სახამებლის ბადაგი	78		32,0
ლიმონმჟავა	98		0,5
სულ			105
გამოსავალი %	78		100

ექსპერიმენტული ნაწილი



სურათი 1

სურათი.2

სურათი 3

სურათი 4

ცხრილი 2

მარმელადის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებელი	პროდუქტი- მარმელადი ასკილის კონცენტრირებული წვენი ფუძეზე
ფერი	მოწითალო-მოყავისფრო
გემო	მომჟაო, სპეციფიური გემოთი
სუნი	სპეციფიური, ასკილის კონცენტრატისათვის დამახასიათებელი
მშრალი ნივთიერებები %	80,1
რედუცირებული ნივთიერებები %	10,2
ტიტრული მჟავიანობა °H	15,5
აქტიური მჟავიანობა pH	2,8
ნახშირწყლები:	
უჯრედისა, %	0,2
პექტინი, %	0,12
რედუცირებული ნივთიერებები, %	10,2
ცილები, %	0,33
ცხიმი, %	0,04
ანტიოქსიდანტური აქტიობა%	30,7
გალაზების დრო წთ.	20-23
კვებითი ღირებულება, კკჯ	197

ცხრილი 3.

მიკრობიოლოგიური კვლების შედეგები 1 გრამ პროდუქტში

პარამეტრების დასახელება	შედეგი
მეზოფილური აერობები და ფაკულტატური ანაერობები	230 კ.წ.ე (დაშვებულ ნორმას არ აღემატება)
საფურა სოკო კ.წ.ე	არ აღმოჩნდა
ობის სოკო კ.წ.ე	არ აღმოჩნდა
ნაწლავის ჩხირის ბაქტერია	არ აღმოჩნდა

დასკვნა:

საქართველოში არსებული ბუნებრივი ნედლეულის ასკილის შემადგენლობისა და გამოყენების მარავალფეროვნების გათვალისწინებით გამოყენებულ იქნა როგორც გამამდიდრებელი საკონდიტრო წარმოებაში. მიღებულია საკონდიტრო პროდუქტის - მარმელადის ახალი სახეობა ასკილის კონცენტრატის ფუძეზე, დადგენილია პროდუქტის ანტიოქსიდანტური აქტივობის გაზრდის, ენერგეტიკული ღირებულებისა და კვებითი ღირებულების გაზრდის მიზანშეწონილობა.

ლიტერატურა:

1. A.N. Pakhomov, A.V. Kazantsev, I.A. Kosinkova, V.P. Klindukhov, Functional food products based on compositions of herbal dietary supplements. - Krasnodar: GTU, 2006.
2. Sizova T. I. Improvement of technology and commodity evaluation of jelly-fruit marmalade of increased nutritional value Orel – 2017

The effect of rose hips on the nutritional value of marmalade

Roza Khutsishvili	Professor, Department of Food Products Production Engineering, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy. Technical University of Georgia, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str. E-mail: d.khutzishvili@gmail.com
Eter Sadaghashvili	Associate Professor, Department of Food Products Production Engineering, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy. Technical University of Georgia, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str. E-mail: etosadaghashvili@gmail.com

Abstract. The selection of domestic raw materials for the production of confectionery products and the formation of high-quality food products is one of the main directions of food technology and food safety. Today, due to the existing competition between manufacturers in the confectionery market, the issue of increasing the competitiveness of products is on the agenda. To achieve this goal, an important role is played by the choice of non-traditional raw materials available in Georgia and its efficient use, the combination of certain technological parameters for this product, which will improve the quality of the product and expand the range. products, increase the economic efficiency of the technological process and reduce the cost of production.

Keywords: Rosehip, recipe, settings, pectin, marmalad

უგლუტენო პურის წარმოების ტექნოლოგია ბიოაქტიური ნივთიერებების დამატებით

სოფიო ძნელაძე	ასისტენტ პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი, სასურსათო ტექნოლოგია, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69; E-mail: sdzneladze6@gmail.com ,
ელენე სორდია	ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი, სასურსათო ტექნოლოგია, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69; E-mail: sordiaelene10@gtu.ge ,
ტრიფონ ფარჯანაძე	დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი, სასურსათო ტექნოლოგია, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69; E-mail: farjanadze97@gmail.com ,

რეცენზენტები:

რ. გაფრინდაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი,

E-mail: r.gaprindashvili@gtu.ge

დ. კოტრიკაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ასისტენტ პროფესორი,

E-mail: kotrikadzediana04@gtu.ge

ანოტაცია. წარმოდგენილი სტატია ეხება უგლუტენო წიწიბურას პურის ტექნოლოგიას, რომელშიც დანამატად გამოყენებულია საქართველოში მოყვანილი „საფერავის“ წიპწის ფქვილი. აღნიშნული პურის ტექნოლოგია საინტერესოა იმ თვალსაზრისით, რომ მას შეიძლება მიენიჭოს სხვადასხვა დაავადების მიმართ მაპრევენციო პოტენციალი პროდუქტის სტატუსი.

მოგეხსენებათ, დიეტური, სპორტული თუ სამედიცინო დანიშნულებით საკვები პროდუქტების წარმოება მეტად აქტუალურია მსოფლიო მასშტაბით, რამაც გამოიწვია დაინტერესება უგლუტენო პურის ტექნოლოგიის შემუშავებაზე, რომელზეც მოთხოვნა, შეიძლება ითქვას, ყოველდღიურად იზრდება.

წიწიბურასაგან დამზადებული პური წიპწის დანამატით ადვილად მოსაწოდებელია ადამიანისათვის. დანამატი პურს ამდიდრებს არა მარტო ანტიოქსიდანტებით, არამედ ფენოლებით, ვიტამინებით, მინერალური ნივთიერებებითა და ცილებით, განაპირობებს წიწიბურას პურის

კვებითი ღირებულების ზრდას და აუმჯობესებს საგემოვნო თვისებებს (სუნი, გემო, კონსისტენცია).

სტატიაში ზედმიწევნითაა აღწერილი პურის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც არსებითად განსხვავდება უგლუტენო პურის ცხობის ადგილობრივი და უცხოური ტექნოლოგიებისაგან.

საკვანძო სიტყვები: ანტიოქსიდანტი, უგლუტენო პური, წიპწა, წიწიბურა.

შესავალი

სამკურნალო და დიეტური დანიშნულებით საკვები პროდუქტების წარმოება აქტუალურ თემას წარმოადგენს მსოფლიო მასშტაბით.

ჩვენ, ამ ეტაპზე, ყურადღება გავამახვილეთ ისეთ დაავადებებზე, როგორებიცაა ცელიაკია, შაქრიანი დიაბეტი და ა.შ. ცელიაკია არის ავტოიმუნური, გენეტიკური დაავადება, რომელიც ვითარდება მომეტებული მგრძნობელობით ცილა გლუტენზე და ადგილი აქვს უმეტესად წვრილი ნაწლავის და ზოგჯერ სხვა ორგანოების დაზიანებას.

ჩვეულებრივ, გლუტენის ანუ წებოვარას დიდი შემცველობა აღინიშნება ხორბლის, ქერის, ჭვავისა და შვრიის მარცვლეულს, რომელთა ფქვილისაგან (ბურღულეულისაგან) საქართველოში ტრადიციულად ამზადებენ პურს. აღნიშნული ცილის და მისი მეტაბოლიტების გავლენით წვრილ ნაწლავში ატროფიული ცვლილებები ვითარდება, რაც საკვებიდან მიღებული მაკრო და მიკრონაწილაკების მონელებასა და შეწოვას აფერხებს [1].

ცელიაკიას გამოვლინება ხშირია (~20-ჯერ მაღალია რისკის ფაქტორი) შაქრიანი დიაბეტით დაავადებულთა შორის (განსაკუთრებით ინსულინდამოკიდებულ პაციენტებში). სწორედ, აქედან გამომდინარე, დავინტერესდით უგლუტენო პურის წარმოებით. აღსანიშნავია, რომ უგლუტენო პურზე მოთხოვნა, მსოფლიო მასშტაბით, 2004-2009 წლებში, 125 %-ით გაიზარდა [2].

როგორც ცნობილია, გლუტენს არ შეიცავს სიმინდის, წიწიბურას, ბრინჯის ფქვილი. ჩვენ უგლუტენო პურის დასამზადებლად წიწიბურა ავირჩიეთ.

წიწიბურას ფქვილისაგან დამზადებული პროდუქტები ადვილად შესათვისებელია ადამიანისათვის. მისი მიღება რეკომენდირებულია როგორც უკვე აღვნიშნეთ, შაქრიანი დიაბეტით დაავადებული ადამიანებისათვის, ბავშვთა და დიეტურ კვებაში, კუჭნაწლავისა და ნერვული სისტემის მოშლის დროს. ამიტომაც გაზრდილია ინტერესი სამკურნალო მცენარის სახით წიწიბურას გამოყენებაზე [3].

მიუხედავად წიწიბურას ასეთი სრულყოფილი, დადებითი მახასიათებლებისა, ჩვენ გადავწყვიტეთ მისი (სამკურნალო დანიშნულებით), ქართული ყურძნის ჯიშებზე დამზადებული წიპწის დამატება წიწიბურას პურზე.

ყურძნის წიპწის მთავარი ღირებულება მასში არსებული ანტიოქსიდანტებია, რომელთა მოქმედება 10-ჯერ უფრო ძლიერია, ვიდრე C და E ვიტამინის მოქმედება.

წიპწა მონაწილეობს დაბერების პროცესის შენელებაში. წიპწის ფქვილი აძლიერებს სისხლძარღვების კედლებს, ახდენენ კოლაგენის დონის ნორმალიზებას. აგრეთვე მას აქვს დადებითი მოქმედება კანზე, მყესებზე, სახსრებზე, ხრტილებზე. ყურძნის წიპწა აუმჯობესებს მხედველობას და თვალთან დაკავშირებულ პრობლემებს. მისი გამოყენება წარმატებით მიმდინარეობს რეტინოპათიის სამკურნალოდ, რომელიც დიაბეტით დაავადებულებში მხედველობის გაუარესებას იწვევს. წიპწა მონაწილეობას იღებს ცენტრალური ნერვული სისტემის დაავადებებთან ბრძოლაში, წიპწის ფქვილს აქვს ანტიანთებითი მოქმედება, ხელს უშლის ონკოლოგიურ წარმონაქმნებს და დადებითად მოქმედებს თირკმლის დაავადებებზე [4].

ყოველივე ზემოთთქმულიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შემუშავებული პურის წარმოების ტექნოლოგია, საინტერესო იქნება როგორც საკვები ღირებულების თვალსაზრისით, ისე სამკურნალო დანიშნულებით.

ზოგადად, წიპწა წარმოადგენს ძვირფას დანამატს სასურსათო წარმოებაში. ჩვენ დანამატად კახეთის რეგიონიდან მოწოდებული წითელი ყურძნის - „საფერავის“ წიპწა გამოვიყენეთ.

ძირითადი ნაწილი

ფქვილის მიღება მოხდა წიწიბურას მარცვლებისა და საფერავის ჯიშის ყურძნის წიპწის დაფქვით ხელის საფქვავის გამოყენებით. თავდაპირველად წიწიბურას ფქვილზე გაკეთდა მჟავიანობის, ნაცრიანობის, ტენიანობის, ცხიმისა და ცილის ანალიზები. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილი 1 -ში :

ცხრილი 1.

წიწიბურას ფქვილის ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები

ნედლეული	ტენიანობა, %	მჟავიანობა, %	ცხიმი, %	ცილა, %	ნაცრიანობა, %
წიწიბურას ფქვილი	10,93	4,66	2,14	11,81	2,33

შესწავლილ იქნა ადგილობრივი „საფერავის“ ჯიშის ყურძნისაგან მიღებული წიპწა (მეორეული პროდუქტი ღვინის წარმოებაში). წიპწის 100 გ მშრალ მდგომარეობაში შეიცავს 18,2 გ ცილას, 10,12 გ ცხიმს, არ იქნა აღმოჩენილი ნახშირწყლები.

წიპწის ფქვილის შემცველობაში აღსანიშნავია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების - ანტიოქსიდანტების მაღალი შემცველობა (1,72 %).

შემუშავებულ იქნა პურის ცხობის ახალი რეცეპტურა წიპწის დამატებით და შედარდა წიპწის გარეშე მომზადებულ პურს. დანარჩენი ინგრედიენტები, რაც გამოიყენება წიწიბურას პურის საცხობად, უცვლელი დარჩა.

წიწიბურას ფქვილისაგან ცომის მომზადება ორი ეტაპისაგან წარიმართა - ხაშის მომზადება და ცომის მომზადება.

პურის ხაშის მომზადება: 50 გ წიწიბურას ფქვილს დაემატა 130 მლ 35°C-იანი წყალი, მარილი 10 გ-ის რაოდენობით და 15 გ მშრალი საფუარი. მოხდა მორევა და 28-30 °C პირობებში ნარევის დაყოვნება 1,5-2 სთ-ით. ამ პროცესის შემდგომ ხაში მოცულობაში 1,5-ჯერ გაიზარდა.

ცომის მომზადება: მომზადებულ ხაშს დაემატა 50 გ წიწიბურას ფქვილი, 90 მლ 35 °C-იანი წყალი, 20 გ ზეთი, 1 ც კვერცხი და 10 გ წიპწის ფქვილი (პირველი ვარიანტი და 20 გ - მეორე ვარიანტი). ცომი მოიზილა, დაგუნდავდა და წარიმართა ფერმენტაცია 30-35 °C პირობებში 1,5 სთ-ის განმავლობაში. მიღებული მასა მოთავსდა საცხობ ფორმაში და მიღებული მასა კვლავ დავაყოვნეთ 1,5 სთ-ის განმავლობაში.

წარმოდგენილი რეცეპტურით პურის გამოცხობა მოხდა ლუმელში 230 °C -ზე 40 წთ-ის განმავლობაში (სურ.1). საბოლოოდ 100 გ წიწიბურას ფქვილისაგან მიღებულ იქნა 300 გ კვებითი ღირებულებით გაზრდილი პური.

მიღებულ იქნა 3 ექსპერიმენტული პური, რომელშიც განისაზღვრა მჟავიანობა, სინესტე, ფორიანობა, ანტიოქსიდანტების შემცველობა და საერთო ფენოლების რაოდენობა. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილი 2-ში.



სურათი 1. წიწიბურას პური.

წიწიბურას პურის ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები

მახასიათებლები	წიწიბურას პური დანამატის გარეშე	წიწიბურას პური 10 გ წიპწის ფქვილის დანამატით	წიწიბურას პური 20 გ წიპწის ფქვილის დანამატით
მჟავიანობა, °	2,4	2,54	2,62
სინესტე, %	49,10	49,00	48,72
ფორიანობა, %	44	45	47
ანტიოქსიდანტების რაოდენობა, მგ/ლ	89,3	91,1	109,2
საერთო ფენოლების რაოდენობა, მგ/ლ	400,4	421,86	444,73

დასკვნა:

საბოლოოდ, პურებმა შეიცვალა კონსისტენცია - გახდა უფრო ფორიანი და გამომშრალი, რაც არ ახასიათებდა წიწიბურას პურს დანამატის გარეშე. საყურადღებოა, რომ წიწიბურას ფქვილის ცომში წიპწის ფქვილის დამატებით მნიშვნელოვნად გაიზარდა პურის ვარგისიანობის ვადა 20 სთ-იდან 36 სთ-მდე, რაც განპირობებულია წიპწაში არსებული ანტიოქსიდანტებით. ამავე დროს, პური გამდიდრდა ფენოლებით, ვიტამინებით და შეიძინა სამკურნალო, საპრევენციო თვისებები სხვადასხვა დაავადების მიმართ.

ლიტერატურა:

1. <https://glutenfreemama.ru/ka/mozhno-li-pohudet-s-pomoshchyu-hlebcev-hlebcy-technologie-prigotovleniya-razgruzochnyi-den-na-hlebcah/>

Bioactive gluten-free bread production technology by adding substances**Sofia Dzneladze**

Assistant Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, Food Technology, Tbilisi, Georgia, 0160. 69 of Kostava

E-mail: sdzneladze6@gmail.com,

Elena Sordia

Associate Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, Food Technology, Tbilisi, 0160, Georgia. 69 of Kostava

E-mail: sordiaelene10@gtu.ge,

Trifon Parjanadze

PhD student, Technical University of Georgia, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, Food Technology, Georgia, 0160, Tbilisi, m. 69 of Kostava

E-mail: farjanadze97@gmail.com,

Abstract. The presented article refers to the technology of gluten-free buckwheat bread, in which "Saperavi" buckwheat flour grown in Georgia is used as an additive. The mentioned bread technology is interesting from the point of view that it can be given the status of a preventive product against various diseases.

As you know, the production of dietary, sports or medical food products is very relevant worldwide, which has led to interest in the development of gluten-free bread technology, the demand for which can be said to be increasing daily.

Buckwheat bread with the addition of buckwheat is easily digestible for humans. Additive enriches bread not only with antioxidants, but also with phenols, vitamins, mineral substances and proteins, increases the nutritional value of buckwheat bread and improves taste properties (smell, taste, consistency).

The article thoroughly describes the technological scheme of bread preparation, which is essentially different from local and foreign technologies for baking gluten-free bread.

Keywords: antioxidant, gluten-free bread, chickpea, buckwheat.

BREAD PRODUCTION TECHNOLOGY BY ADDING BIOACTIVE SUBSTANCES GLUTEN-FREE

- Sofio Dzneladze** Georgia, Tbilisi, Technical University, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, Food Technologist, Assistant Professor,
E-mail: sdzneladze6@gmail.com,
- Elene Sordia** Georgia, Tbilisi, Technical University, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, Food Technology, Associate Professor,
E-mail: sordiaelene10@gtu.ge,
- Tripon Parjanadze** Georgia, Tbilisi, Technical University, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, Food Technology, PhD student,
E-mail: farjanadze97@gmail.com,

რეცენზენტები:

- M. Tsintsadze**, Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Head of the Chemistry Department,
E-mail: m.tsintsadze@gtu.ge
- N. Gelovani**, Professor, Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Pharmacy,
E-mail: n.gelovani@gtu.ge

Abstract. The presented article refers to the technology of gluten-free buckwheat bread, in which "Saperavi" buckwheat flour grown in Georgia is used as an additive. The mentioned bread technology is interesting from the point of view that it can be given the status of a preventive product against other diseases.

As you know, the production of food products for dietary, sports or medical purposes is very relevant on a global scale, which has caused interest in the development of gluten-free bread technology. increasing daily.

Bread made from buckwheat with the addition of pip is easily digestible for humans. The additive enriches bread not only with antioxidants, but also with phenols, vitamins, mineral substances and proteins, increases the nutritional value of buckwheat bread and improves its taste properties (smell, taste, consistency).

The article describes in detail the technological scheme of bread preparation, which is essentially different from local and foreign technologies for baking gluten-free bread.

Keywords: antioxidant, buckwheat, gluten-free bread, pip.

Introduction

The production of specialized, medicinal and dietary food products is a topical issue worldwide.

At this stage, we focused on such diseases as celiac disease, diabetes mellitus, etc. Celiac disease is an autoimmune, genetic disease that develops with an increased sensitivity to the protein gluten and is mostly caused by damage to the small intestine and sometimes other organs.

Usually, wheat, barley, rye and oat grains contain a large amount of gluten, from which bread is traditionally made in Georgia. Under the influence of the mentioned protein and its metabolites, atrophic changes develop in the small intestine, which hinders the digestion and absorption of macro and microparticles obtained from food [1].

As it is known, corn, buckwheat, and rice flours does not contain gluten. We chose buckwheat to make gluten-free bread.

Products made from buckwheat flour are easily absorbed by humans. Its consumption is recommended, as already mentioned, for people suffering from diabetes, in children's and dietary nutrition, and in the case of gastrointestinal and nervous system disorders. That is why there is increased interest in the use of buckwheat as a medicinal plant [3].

Despite such perfect, positive features of buckwheat, we decided to add to it (medicinal) pomace made from Georgian grape pip varieties to buckwheat bread.

The main value of grape pip is the antioxidants present in it, the action of which is 10 times stronger than the action of vitamins C and E.

The pip is involved in slowing down the aging process. Grape pips strengthen blood vessel walls, and normalizes collagen levels. It also has a positive effect on the skin, tendons, joints, and cartilage. Grape pip improves vision and eye-related problems [4].

Main part

Flour was obtained by grinding buckwheat grains and pip of the Saperavi variety using a hand grinder. At first, buckwheat flour was analyzed for acidity, ash, moisture, fat and protein. The obtained results are presented in Table 1:

Table 1.

physical-chemical parameters of buckwheat flour					
Raw material	Moisture, %	Acidity, %	Fat, %	Protein, %	Ash, %
buckwheat flour	10,93	4,66	2,14	11,81	2,33

The pips obtained from the local "Saperavi" variety of grapes (secondary product in wine production) was studied. 100 g of pip flour in the dry state contains 18,2 g of protein, 10,12 g of fat, no carbohydrates were found. The high content of biological active compounds – antioxidants (1.72%) in the content of grape pip flour is worth nothing.

A new recipe for baking bread with the addition of pips was developed and compared with bread made without pips. The rest of the ingredients used for baking buckwheat bread remained unchanged.

Preparation of dough from buckwheat flour was carried out in two stages - preparation of khashi and preparation of dough.

Preparation of bread sourdough: 130 ml of 35°C water, 10 g of salt and 15 g of dry yeast were added to 50 g of buckwheat flour. Stirring took place and the mixture was left for 1,5-2 hours at 28-30 °C. After this process, the sourdough increased in volume by 1.5 times.

Preparation of the dough: 50 g of buckwheat flour, 90 ml of 35 °C water, 20 g of oil, 1 egg and 10 g of grape pip flour were added to the prepared sourdough (the first option, or 20 g - the second

option). The dough was kneaded, separated and fermented at 30-35 °C for 1.5 hours. The obtained mass was placed in a baking mold and the obtained mass was rested for 1.5 hours.

With the presented recipe, bread was baked in the oven at 230 °C for 40 minutes.

Finally, 300 g of bread with increased nutritional value was obtained from 100 g of buckwheat flour.

3 experimental breads were obtained, in which acidity, moisture, porosity, content of antioxidants and the amount of total phenols were determined. The obtained results are presented in Table 2.

Table 2.

physical-chemical parameters of buckwheat bread

Parameter	Buckwheat bread without additives	Buckwheat bread with the addition of 10 g of grape pip flour	Buckwheat bread with the addition of 20 g of grape pip flour
Acidity, °	2,4	2,54	2, 62
Moisture, %	49,10	49,00	48,72
Porosity, %	44	45	47
The amount of antioxidants, mg/l	89,3	91,1	109,2
Amount of total phenols, mg/l	400,4	421,86	444,73

Result:

Finally, the breads changed their consistency - they became more porous and drier, which was not characteristic of buckwheat bread without additives. It is noteworthy that the addition of grape pip flour to the dough of buckwheat flour significantly increased the shelf life of the bread from 20 hours to 36 hours, which is due to the antioxidants present in the chickpeas. At the same time, the bread was enriched with phenols and vitamins and acquired healing and preventive properties against various diseases.

Reference:

1. Nehra, V., Marietta, E.V., Murray, J.A. (2013). Encyclopedia of human Nutrition (Third Edition), Rochester, Academic Press, pp. 298-306;
2. Barsunkova, N., Reshetnikov, D., Krasilnikov V. (2011) Food Engineering: Technologies for Gluten-Free Pastries, Scientific journal NEW ITMO, Series "Processes and apparatuses of food production", pp. 8-9, (In Russian);

3. Paraxin, N. (2010) Buckwheat: biological possibilities and ways to implement them, Bulletin of Agricultural Science, pp. 5-6, (In Russian);
4. <https://jivoymag.ru/celnozernovaya-muka/muka-vinogradnoy-kostochki/>, Last reviewed : 12.04.2023.

**პურის წარმოების ტექნოლოგია ბიოაქტიური ნივთიერებების დამატებით
გლუტენის გარეშე**

სოფიო ძნელაძე	კვების ტექნოლოგი, ასისტენტ-პროფესორის საქართველო, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა და ბიოსისტემების ინჟინერიის ფაკულტეტი E-mail: sdzneladze6@gmail.com
ელენე სორდია	კვების ტექნოლოგიები, ასოცირებული პროფესორი, საქართველო, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა და ბიოსისტემების ინჟინერიის ფაკულტეტი E-mail: sordiaelene10@gtu.ge
ტრიფონ ფარჯანაძე	დოქტორანტი, საქართველო, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა და ბიოსისტემების ინჟინერიის ფაკულტეტი, კვების ტექნოლოგიები E-mail: farjanadze97@gmail.com

ანოტაცია წარმოდგენილი სტატია ეხება უგლუტენო წიწიბურას პურის ტექნოლოგიას, რომელშიც დანამატად გამოიყენება საქართველოში მოყვანილი წიწიბურის ფქვილი "საფერავის". აღნიშნული პურის ტექნოლოგია საინტერესოა იმ თვალსაზრისით, რომ მას სხვა დაავადებების საწინააღმდეგო პრევენციული პროდუქტის სტატუსი შეიძლება მიენიჭოს.

მოგეხსენებათ, დიეტური, სპორტული თუ სამედიცინო მიზნებისთვის საკვები პროდუქტების წარმოება ძალიან აქტუალურია მსოფლიო მასშტაბით, რამაც გამოიწვია უგლუტენო პურის ტექნოლოგიის განვითარების ინტერესი. ყოველდღიურად იზრდება.

წიწიბურისგან დამზადებული პური პიპის დამატებით ადვილად ასათვისებელია ადამიანისთვის. დანამატი ამდიდრებს პურს არა მხოლოდ ანტიოქსიდანტებით, არამედ ფენოლებით, ვიტამინებით, მინერალური ნივთიერებებით და პროტეინებით, ზრდის წიწიბურას პურის კვებით ღირებულებას და აუმჯობესებს მის გემოს (სუნნი, გემო, კონსისტენცია).

სტატიაში დეტალურად არის აღწერილი პურის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც არსებითად განსხვავდება უგლუტენო პურის გამოცხობის ადგილობრივი და უცხოური ტექნოლოგიებისგან.

საკვანძო სიტყვები: ანტიოქსიდანტი, წიწიბურა, უგლუტენო პური, პიპ.

მეტალურგია და მასალათმცოდნეობა

სუსტადშეცხოვადი და არაკოქსვადი ნახშირებიდან დაყალიბებული კოქსაღმდგენელის მიღება

ბადრი მაისურაძე პროფესორი, მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: badri.maisuradze@gtu.ge

ირაკლი მაისურაძე მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: maisuradzeirakli04@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ბუჩუკური, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: t.buchukuri@gtu.ge

ვ. გორდელაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: v.gordeladze@gtu.ge

ანოტაცია: სამუშაოს მიზანია ტყიბულის სუსტადშეცხოვადი და აიროვანი ნახშირებიდან სპეციალური სახის კოქსაღმდგენელის მიღება დაბრიკეტების გზით.

დავადგინეთ, რომ მექანიკურად მტკიცე ბრიკეტების მისაღებად ოპტიმალურ პარამეტრებს წარმოადგენს: დასაბრიკეტებელი ნახშირის სინესტე 6-8%, შემკვრელის რაოდენობა 6-8%, გაშრობის ტემპერატურა 100-120°C. დაწნეხვის მინიმალური წნევა 20,0-25,0 მპა. ხოლო ბრიკეტების დაკოქსვის ოპტიმალური პარამეტრებია: ბრიკეტის გახურების სიჩქარე 2,5-4,5°C წთ., დაკოქსვის საბოლოო ტემპერატურა 700-800°C. დაყოვნების ხანგრძლივობა აღნიშნულ ტემპერატურაზე 60-90 წთ.

მიღებული კოქსბრიკეტები თავისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით სრულად შეესაბამება ელექტრო ფეროშენადნობთა წარმოებაში წაყენებულ მოთხოვნებს, რაც საშუალებას გვაძლევს, რომ გამოვიყენოთ კოქსწვრილას ალტერნატივად.

საკვანძო სიტყვები: ტყიბულის ნახშირი, შემკვრელი, კოქსი, მექანიკური წნევა, ნედლი ბრიკეტი, კოქსბრიკეტი, აღმდგენელი

შესავალი

კოქსის მთავარ მომხმარებელს ბრძმედის ღუმელი წარმოადგენს, ამიტომ თანამედროვე საკოქსე ღუმელებში მიღებული კოქსის მოთხოვნილება ძირითადად თუჯის წარმოებისთვისაა გათვლილი. ყველა სხვა არაბრძმედული წარმოებები (სამსხმელო, აგლომერაცია, ელექტრო ფეროშენადნობები, კარბიდის, ფოსფორის და სხვა) იძულებულია გამოიყენოს ჩვეულებრივი ბრძმედის კოქსი ან კოქსის დახარისხებისას მოღებული წვრილი ფრაქცია.

არსებულ საკოქსე ღუმელებში მიღებული კოქსი ბევრი თავისი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით (სიმსხო, რეაქციის უნარი, სიმტკიცე, ელექტროგამტარობა, ფორიანობა და სხვა) ვერ პასუხობს არაბრძმედულ წარმოების პროცესებს, ამიტომ ამ აგრეგატების მუშაობა ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით დაბალი მაჩვენებლით გამოირჩევა.

როგორც ცნობილია, ელექტროფეროშენადნობთა წარმოებაში გამოყენებული ტრადიციული აღმდგენელი კოქსწვრილა (10-25მმ) წარმოადგენს საბრძმედე კოქსის განაცერს. ამიტომ მისი რეაქციის უნარიანობა და ელექტროწინაღობა, რომელიც მნიშვნელოვანია ელექტროფეროშენადნობების წარმოებისათვის მის მოთხოვნებს არ შეესაბამება. გარდა ამისა, კოქსწვრილა წარმოადგენს მწვავედ დეფიციტურ მასალას.

კოქსწვრილას დეფიციტი, მისი დაბალი ხარისხი და ფეროშენადნობთა წარმოების გადასვლა მძლავრ დახურულ ელექტრო ღუმელებზე სულ უფრო აქტუალურს ხდის სპეციალური აღმდგენელის წარმოების აუცილებლობას, არადეფიციტური აირადი (I), სუსტადშეცხობადი (CC) და სხვა ნახშირებიდან.

აღნიშნული პრობლემების გამო, მრავალ მეცნიერთა ძალისხმევა მიმართულია დაკოქსვის ახალი ტექნოლოგიური პროცესების შესწავლისაკენ რომელიც საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნას არადეფიციტური მყარი სათბობები [1-4].

მეტალურგიული კოქსის მიღების მრავალჯერადი ცდები არაკოქსვადი და სუსტადშეცხობადი ნახშირებიდან ჩვეულებრივი შრეობრივი ტექნოლოგიით არ იძლევა დადებით შედეგს, ამ არადეფიციტური ნახშირების წილი აღნიშნულ პროცესში 30-35%-ს შეადგენს.

სუსტადშეცხობადი ნახშირების მონაწილეობა კაზმში იწვევს კოქსის რეაქციის უნარიანობის გაზრდას, რომელიც ბრძმედისათვის და სამსხმელო წარმოებისათვის არასასურველია, ხოლო აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ელექტროფეროშენადნობთა წარმოებისათვის.

ძირითადი ნაწილი

სპეციალური სახის აღმდგენელის მისაღებად საწყის მასალას წარმოადგენს ტყიბულის 0-3მმ ფრაქციის ნახშირის კონცენტრატი, რომლის ტექნიკური საშუალო ანალიზი: W_I - 5.6, ნაცრიანობა A_{td} - 14.2%, აქროლადების გამოსავლების რაოდენობა - V_{daf} - 37.5%, ხოლო გოგირდი - Std - 1.5%, $Y=8$ მმ. ტყიბულის ნახშირის საწყის მასალად მისი გამოყენება განპირობებულია იმით, რომ ნაცარში არსებული ოქსიდები ძირითადად ($SiO_2 \sim 50\%$, $Al_2O_3 \sim 30\%$) ფაქტიურად წარმოადგენს კომბინირებულ მასალას სილიციუმშემცველი და ალუმინშემცველი ელექტროფეროშენადნობებისათვის .

ლაბორატორიულ კვლევებში გამოყენებული იქნა სულფიტსპირტოვანი ბარდის (სსბ) 1240კგ/მ³ სიმკვრივის წყალხსნარი, ხსნადი მინა და ბადაგი (მელასა) .

დაბრიკეტებას ვახდენთ შემდეგნაირად: წვრილმარცვლოვანი ტყიბულის ნახშირს ან კონცენტრატს ვუმატებთ 5-10% ხსნად მინას, ბადაგს ან მათ ნარევს 1/1 თანაფარდობით ან სსბ.

დაბრიკეტების ოპტიმალური პარამეტრების დადგენის მიზნით, ლაბორატორიულ პირობებში ხდებოდა ბრიკეტის მექანიკურ მახასიათებლებზე, კაზმის სინესტის, შემკვრელის რაოდენობის და დაწნეხის კუთრი წნევის გავლენის შესწავლა და სხვა.

დაბრიკეტების წინ ხდებოდა კაზმის წინასწარი არევა და 50-60°C-მდე გახურება შემრევიში. ამის შემდეგ, გახურებულ კაზმს ემატებოდა შემკვრელის განსაზღვრული რაოდენობა და კარგი არევის შემდეგ ხდებოდა დაბრიკეტება 25 მკა ძალით $PCY-10$ ჰიდრავლიკურ წნეხზე, რის შედეგადაც მიიღებოდა 40მმ და 20მმ სიმაღლის დიამეტრის ცილინდრული ფორმის ბრიკეტები.

ნედლი (ახლადმიღებული) და მშრალი ($t_{შრობის}=100-120^{\circ}C$) ბრიკეტების მექანიკური მახასიათებლის განსაზღვრა ხდებოდა კუმშვის (გაჭყლეტის) და ჩამოყრის მეთოდით. დარტყმის ერთდროულ მოქმედებაზე გამოცდით და მბრუნავ დოლში ცვეთის გზით.

თითოეული სერიიდან ხდებოდა 20-20 ბრიკეტის გამოცდა კუმშვაზე, რის შედეგადაც მიიღებოდა სიმტკიცის საშუალო მაჩვენებელი. წინაღობა დარტყმაზე განისაზღვრებოდა 2მ სიმაღლიდან ბრიკეტების ოთხჯერადი ჩამოყრით თუჯის ფილაზე და შემდეგ ფრაქციებად დაყოფით. ყოველ ცდაზე ხდებოდა 100-120 ბრიკეტის გამოცდა.

დასკვნა:

ამრიგად, ტყიბულის ნახშირის დაბრიკეტებისთვის (ნედლი ბრიკეტი) ჩატარებული კვლევების შედეგად დავადგინეთ, რომ მექანიკურად მტკიცე (10-11მკა სიმტკიცე კუმშვაზე) ბრიკეტების მიღების ოპტიმალურ პარამეტრებს წარმოადგენს: დასაბრიკეტებელი ნახშირის

სინესტე 6-8%, შემკვრელის სულფიტსპირტოვანი ბარდის რაოდენობა 6-8%, შრობის ტემპერატურა 100-120°C. ნახშირის ოპტიმალური ფრაქცია 0-3მმ. დაწნევის მინიმალური წნევა 25.0მპა.

სპეციალური სახის აღმდგენელის მისაღებად ექსპერიმენტებს ვატარებდით ლაბორატორიულ პირობებში სპეციალურ ავტოკალურ გამახურებელში.

ტყიბულის ნახშირის თერმოგრაფიული და მისი მინერალოგიური მდგენელების თერმოდინამიკური გამოკვლევების შემდეგ მივედით იმ დასკვნამდე, რომ ნახშირის გახურების საბოლოო ტემპერატურა შეადგენს 700-800°C, რომელიც შეესაბამება დაბალტემპერატურული კოქსის მიღების ტემპერატურას.

ტყიბულის ნახშირის ბრიკეტების დაკოქსვის პროცესის კვლევისას შევისწავლეთ კოქსბრიკეტების სიმტკიცის დამოკიდებულება ნახშირის ბრიკეტების გახურების ტემპერატურის სიჩქარეზე, კოქსის ფორიანობის დამოკიდებულება მისი გახურების სიჩქარეზე, ელექტროწინაღობის დამოკიდებულება აქროლადების შემცველობაზე. შემდეგ ვახდენთ მიღებული კოქსბრიკეტების ტექნიკურ ანალიზს და მისი ტექნოლოგიური პარამეტრების გამოკვლევას.

კოქსბრიკეტების მიღების პროცესში ჩატარებული კვლევების საბოლოო შედეგები ნაჩვენებია პირველ ცხრილში.

კოქსისმიღების კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ხარისხიანი პროდუქციის მისაღებად საჭიროა დავიცვათ შემდეგი ტექნოლოგიური პარამეტრები: გახურების სიჩქარე 2.5-4.5°C/წთ, დაკოქსვის საბოლოო ტემპერატურა 700-800°C და დაყოვნების ხანგრძლივობა 700-800°C ტემპერატურაზე 60-90წთ.

ლიტერატურა:

1. B. Maisuradze, Z. Simongulashvili. A method of briquetting fine-grained coals. Sat. Patent P4522, 2009
2. B. Maisuradze, Z. Simongulashvili. A way to get formed coke. Sat. Patent utility model U1584Y, 2009
3. B. Maisuradze, Z. Simongulashvili, I. Maisuradze. Obtaining a special type of reductant from non-coking coals. Stu works, 2006, No. 4 (462) p. 89-93.
4. Obtaining a special type of restorer from Tkibuli coals. "Ceramics". T. 19. 1(37) 2017. p. 44-51.

Obtaining coke reducer formed from low-burning and non-coking coals

Badri Maisuradze Professor, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Processing, Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, m. 69 of Kostava
E-mail: badri.maisuradze@gtu.ge

Irakli Maisuradze Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Processing, Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, m. 69 of Kostava
E-mail: maisuradzeirakli04@gtu.ge

Abstract: The aim of the work is to obtain a special type of coke reducer from weakly flammable and gaseous coals of Tkibuli through briquetting.

We determined that the optimal parameters for obtaining mechanically strong briquettes are: moisture content of briquetting coal 6-8%, amount of binder 6-8%, drying temperature 100-120°C. The minimum pressing pressure is 20.0-25.0 MPa. And the optimal parameters for briquette coking are: briquette heating rate 2.5-4.5°C min., final coking temperature 700-800°C. Duration of delay at the mentioned temperature is 60-90 min.

The received coke briquettes with their physico-chemical properties fully comply with the requirements for the production of electrical ferroalloys, which allows us to use them as an alternative to coke fines.

keywords: Tikibul coal, binder, coke, mechanical pressure, crude briquette, coke briquette, regenerator.

ცვეთამედეგი დანაფარების რკალური მეთოდებით დატანის თანამედროვე მეთოდები და პერსპექტივები

მალხაზ ხუციშვილი ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი; პროფესორი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მეტალურგიის მასალათმცოდნეობის და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com;

გურამ დადიანიძე ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი; ლაბორანტი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მეტალურგიის მასალათმცოდნეობის და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69

ზურაბ მირიჯანაშვილი ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი; სსიპ-ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი, 0186, ე. მინდელი #8 ბ, საქართველო, თბილისი
E-mail: mirijanashvilizura@gmail.com

ბესიკ სარალიძე ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი; ლაბორანტი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მეტალურგიის მასალათმცოდნეობის და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: Saralidzebeso.85@gmail.com;

რეცენზენტები:

ზ. გელიაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი
E-mail: z.geliashvili@gtu.ge

ზ. საბაშვილი, ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, ასოცირებული პროფესორი, „მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების“ დეპარტამენტის უფროსი.
E-mail: z_sabashvili@gtu.ge

ანოტაცია. კვლევის მიზანი იყო დანაფარების დატანის არსებული რკალური მეთოდების ანალიზი, კონკრეტული მეთოდების შერჩევა მათი განხორციელებისათვის საჭირო მასალების დამუშავება. ცვეთამედეგი დანაფარების მიღება.

პლაზმური დაფრქვევისას ლამინარული ნაკადების გამოყენება შესაძლებელს ხდის ავამაღლოთ ცვეთამედეგობა მიუდგომელ ადგილებში. თუ გავითვალისწინებთ, რომ 120 mm - ის მეტ მანძილზე ტურბოლენტური ნაკადების გამოყენებით შეუძლებელია ვაწარმოოთ დანაფარის დადება.

მაღალენტალპიური ლამინარული ნაკადების გამოყენებამ საშუალება მოგვცა შეგვეცვალა დაფრქვევის ხასიათი და გაგვეუმჯობესებინა დანაფარის მახასიათებლები

მოხდა ახალი დანაფარიანი ელექტროდებისა და ფხვილგულა მავთულების გამოყენება. დანაფარიანი ელექტროდი რომლის ლერო შედგება Ni-80%, Cr-20% ან Cr-08 (ГОСТ 2246 70), ხოლო დაფარვაში შეყვანილია ქრომის კარბიდი Cr₃C₂, სხვა კომპონენტებთან ერთად, ხოლო ფხვილგულა მავთულის შემთხვევაში - ლენტა შედგება 20% ქრომი და 80% ნიკელი, ხოლო გულარის ფხვილი შედგება Cr₃C₂ სხვა კომპონენტებთან ერთად.

კვლევებმა და ლიტერატურულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ დანაფარიანი ელექტროდებით ხელით, რკალური და ფხვილგულა მავთულით დადუღებაა მსოფლიოში ყველაზე მეტად გავრცელებული და პერსპექტიული ცვეთამედეგი დანაფარების დატანისას.

საკვანძო სიტყვები - პლაზმური დანაფარები, ცვეთამედეგი დანაფარები, დანაფარიანი ელექტროდები, ფხვნილგულა მავთულები.

შესავალი

მრავალი დეტალის მუშაობის ხანგრძლიობა შეზღუდულია მუშა ზედაპირების ცვეთით. ცვეთა გამოწვეულია მუშა ზედაპირების ხახუნის პროცესის თანმიმდევრული რღვევით, ამ დროს იცვლება მათი ზომები და ფორმა [1].

კვლევის მიზანი იყო ცვეთამედეგი დანაფარების მიღება. დანაფარების დატანის არსებული რკალური მეთოდების ანალიზი, კონკრეტული მეთოდების შერჩევა მათი განხორციელებისათვის საჭირო მასალების დამუშავება. კვლევითი სამუშაოები ჩატარდა: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტში, შედულების ლაბორატორიებში; ფ.თავაძის სახელობის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში .

დანაფარების დადების სხვადასხვა მეთოდების ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლების ანალიზმა გვაჩვენა, მნიშვნელოვანია პლაზმური და ელექტრო რკალით დადუღებული დანაფარები [2].

ძირითადი ნაწილი

პლაზმური დანაფარების დატანა მოხდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში УИУ-3Д დანადგარზე ტურბოლენტური და ლამინარული მიწოდების პლაზმატრონებით [3-6]. მნიშვნელოვანი იყო შეგვესწავლა ორივე ტიპის პლაზმატრონებში დანაფარების დადების ეფექტური არე და შესაბამისად ხარისხი.

თანამედროვე პლაზმატრონებში პლაზმური ნაკადის ტურბოლენტური მიწოდების დროს ფხვნილის ნაწილაკები, ტოვებს რა პლაზმის ნაკადი საქმენს, დნებიან და აჩქარდებიან არა მხოლოდ ღერძის არამედ რადიალური მიმართულებითაც, ერევა გარემომცველ ცივ ატმოსფეროს. შედეგად ადგილი აქვს დასაფრქვევი მასალის ნაწილაკების სიჩქარის შემცირებას, დაჟანგვას და შესაბამისად ჩნდებიან დანაფარის ფორმირების ზონაში გაუხურებელი ნაწილაკები, უარესდება დანაფარის ფენის ხარისხი. შეზღუდულია დაფრქვევის დისტანცია.

იმისათვის რომ დავასაბუთოდ ზემოთხსენებული და ვაჩვენოთ ლამინარული პლაზმური ნაკადების უპირატესობა, ასევე მოვახდინოთ დაფრქვევის ძირითადი პარამეტრების და პლაზმური სანთურის გეომეტრიული ზომების ოპტიმიზაცია, მოხდა მოწყობილობის კონსტრუირება პლაზმური ჭავლის ნაწილაკებთან ერთად აირთერმული დაწნევის

განსასაზღვრავად და ნაწილაკების სიჩქარის ცვლილების ხარისხობრივი მახასიათებლის სადემონსტრაციოდ[3].

როგორც კვლევებმა გვაჩვენეს, ლამინარულ ნაკადში ნაწილაკების სიჩქარე მომატებულია. 100 მმ-მდე მანძილზე სიჩქარეების სხვაობა ტურბოლენტურ და ლამინარულ ნაკადებს შორის მცირეა. საქშენის კვეთიდან მანძილის გაზრდისას ეს სხვაობა იზრდება. დაფრქვევის დროს ნაწილაკების სიჩქარე შედარებით არ არის მაღალი 100 – 150 mm/s. მაგრამ ნაწილაკები ნაკადში ყოფნის დროს შეიძლება გახურდნენ დნობის ტემპერატურაზე მეტად. ლამინარულ პლაზმის ჭავლს აქვს განშლადობის მცირე კუთხე 1-3° (იხ. სურ.1).

ვიდეო კადრების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ პლაზმის ლამინარულ ნაკადებში გახურებული ნაწილაკები მოძრაობენ გრძივი მიმართულებით და გამოირიცხება მათი შერევა გარემომცველ ჰაერთან.

უკეთესი შედეგები დაფიქსირდა ფხვნილების ნაწილაკების 40-70 μm ზომების გამოყენებისას.

დასაფრქვევი ნაწილაკების ზომების შემცირებით უმჯობესდება დაფრქვეული ფენის შევსება, მისი სიმკვრივე იზრდება, მიკროსიცარიელების მოცულობა მცირდება, დანაფარის სტრუქტურა ხდება უფრო ერთგვაროვანი. მხოლოდ ძალიან წვრილი ნაწილაკები გამოუსადეგარია ისინი სინესტისა და მოლეკულარული შეჭიდულებით იკომპლექსებიან და წარმოქმნიან კონგლომერატებს მატრანსპორტირებელი აირის ნაკადით მიწოდებისას. პლაზმურ ნაკადში მცირე ზომის ნაწილაკები შესაძლოა მთლიანად აორთქლდნენ.



ა)

ბ)

**სურათი 1. პლაზმური დაფრქვევის პროცესი. კადრები ვიდეო გადაღებიდან:
ა) ტურბოლენტური ნაკადით; ბ) ლამინარული ნაკადით.**

სტრუქტურების შედარებითი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ლამინარული ნაკადებით შესრულებული დანაფარები ხასიათდებიან მაღალი ხარისხით. დანაფარები შედგებიან ძლიერ

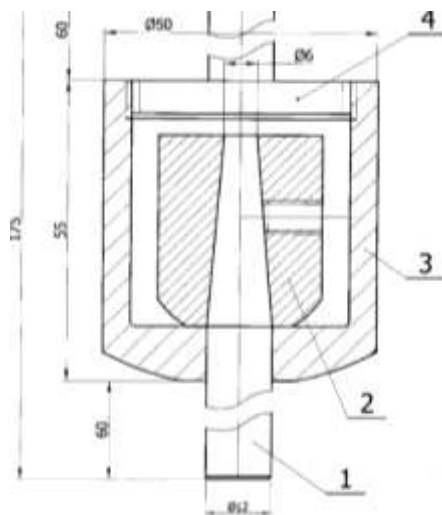
დეფორმირებული ნაწილაკებისაგან, რომლებიც შეერთებულნი არიან ერთმანეთთან საკონტაქტო ზედაპირებზე შენადული მონაკვეთებით. დანაფარებში არ შეიმჩნევა ფორები და სხვა დეფექტები. ჩატარებული გამოკვლევების გათვალისწინებით საქშენ ანოდს აქვს დაფრქვევის დენზე დამოკიდებულობით შემდეგი გეომეტრიული ზომები: $I \leq 300$ A საქშენის დიამეტრი შეადგენს -

$d = 6-7$ mm, $I > 300$ A დენზე $d = 8-10$ mm. შესაბამისად პლაზმაწარმოქმნელი აირის არგონის ხარჯი იცვლება $Q = 2-4$ m³/h.

განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს დანაფარის ფუძეშრესთან ჩაჭიდების სიმტკიცე, დაფრქვევის დისტანციასთან დამოკიდებულებით.

ექსპერიმენტების დროს გამოყენებულ იქნა 40 – 70 μ m ზომის 100% Cr - ის ფხვნილი. როგორც ტურბოლენტურ ასევე ლამინარული პლაზმური ნაკადების გამოყენებისას დანაფარის სისქე შეადგენდა 1 mm-ს.

ჩაჭიდების სიმტკიცის მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ფუძეშრის მდგომარეობა. გამოყენებულ იქნა დაბალნახშირბადიანი ფოლადის ნიმუშები. სურ. 2 -ზე მოცემულია ადგეზიის გასაზომი მოწყობილობა, რომელიც შედგება შტიფტისგან მატრიცასთან შეუღლების ზონაში დანაფარისაკენ დიამეტრის კონუსური შემცირებით. ამით მიიღწევა გაზომვის სიზუსტის გაზრდა. ფუძეშრის ზედაპირის აქტივაციისათვის, ასევე ზედაპირის ხორკლიანობის მისანიჭებლად დაფრქვევის წინ დეტალების ზედაპირები მუშავდებოდა აბრაზიულ-ჭავლური მეთოდით. დასაფრქვევი ზედაპირის ხორკლიანობა შეადგენდა სიმაღლით მიკროარაერთგვაროვნების 29-60 μ m.



სურათი 2 ადგეზიის გასაზომი მოწყობილობა. 1 - შტიფტი; 2 - მატრიცა; 3 - კორპუსი; 4 - სახურავი.

აბრაზივის ნაკადის შეჯახების კუთხე გასაწმენდ სიბრტყესთან მერყეობდა 60° - დან 90° - მდე. საქმენიდან დასამუშავებელ ზედაპირამდე დაშორება შეადგენდა 200 mm. ჰაერის წნევა შეადგენდა ≈ 0,5 Mpa. აბრაზიულ მასალად გამოყენებულ იქნა ელექტრო კორუნდი 80-150.

დაფრქვევას ვაწარმოებდით ორი საათის განმავლობაში ზედაპირების მომზადებიდან. პლაზმაწარმოქმნელ აირად გამოყენებული იყო არგონი, რომლის ხარჯიც იცვლებოდა იცვლებოდა Q=2-4 m³/h. მუშა დენი I=300-400 A. ტურბოლენტური პლაზმისათვის გამოყენებული იყო საქმენებით d₁=6 mm, ხოლო ლამინარული პლაზმისათვის d=7-8 mm. ორივე შემთხვევაში მატრანსპორტირებელ აირად გამოყენებულ იქნა არგონი.

ვადარებდით ადგეზიას ლამინარული და ტურბოლენტური ნაკადებისათვის საქმენის გამოსასვლელიდან ფუძემდებლად დაშორებაზე რკალის თანაბარი სიმძლავრეებისათვის. ნიმუშებს ვცდიდით გამგლეჯ მანქანაზე FPZ-100, HECKEPT, შეჭიდულების სიმტკიცეს ვითვლიდით ფორმულით:

$$\sigma = \frac{P}{S}$$

სადაც P - გაგლეჯვის ძალაა, H; S - ფართი, m².

№1 ცხრილში მოცემულია შეჭიდულების სიმტკიცის შედარები Cr -ის ფხვნილის გამოყენებისას.

ცხრილი 1.

შეჭიდულების სიმტკიცის შედარები Cr -ის ფხვნილის გამოყენებისას.

№	დაფრქვევის დისტანცია L, mm	რკალის სიმძლავრე W	შეჭიდულობის სიმტკიცე, Mpa	
			ტურბოლენტური ნაკადით	ლამინარული ნაკადით
1	80	7500	10,6	10,0
2		8050	17,2	16,4
3		8800	20,4	19,2
4	100	7500	11,0	10,8
5		8050	17,1	18,0
6		8400	19,3	21,7
7	120	7500	6,7	10,2
8		8300	13,5	18,7
9		8850	15,8	22,3
10	140	7500		9,5
11		8400		17,0
12		9100		21,2

ტურბოლენტური ნაკადებისათვის $L > 120 \text{ mm}$ ექსპერიმენტები არ ჩავატარეთ, რადგან ადგეზია მკვეთრად ეცემოდა.

ადგეზიის მომატება ლამინარული ნაკადების შემთხვევაში დაშორებაზე $L > 100 \text{ mm}$ შეიძლება ავხსნათ ნაწილაკების სიჩქარის გაზრდით. ამასთანავე საქშენის გამომავალი ზედაპირიდან ფუმერემდე დაშორების გაზრდისას ეს სხვაობა იზრდება, რადგან იზრდება დასაფრქვევი ნაწილაკების ტემპერატურა, რომლებიც შეიძლება აღემატებოდეს დნობის ტემპერატურას.

ექსპერიმენტების ანალიზი გვადლევს საშუალებას დავასკვნათ, რომ მაღალენტაპიური ლამინარული პლაზმური ნაკადების გამოყენება ფხვნილოვანი მასალების დაფრქვევისას გვადლევს საშუალებას გავზარდოთ მანძილი საქშენის ზედაპირიდან ფუმერემდე, რაც თავის მხრივ განაპირობებს დავაფრქვიოთ ძნელადდასაფრქვევი ადგილები.

ტურბოლენტური და ლამინარული პლაზმური ნაკადებით განხორციელებული დანაფარების ცვეთამედეგობის შეფასებისა და შედარებისათვის გამოყენებულ იქნა ხახუნის ცვეთის მეთოდის ლითონი ლითონზე აბრაზიული შუაშრით[5]. ცვეთამედეგობის შედარებისათვის დამზადდა ნიმუშები როგორც ლამინარული ისე ტურბოლენტური პლაზმური დანაფარებით. ეტალონად იყო შერჩეული ფოლადი 45 - ის ნიმუში. კვლევები წარმოებდა ოპტიმალურ რეჟიმებზე.

ცხრილი 2.

ტურბოლენტური და ლამინარული პლაზმური დანაფარების ცვეთის მონაცემები.

მასალის ნომერი	ცვეთის საუალო მონაცემი	ფარდობითი ცვეთამედეგობა
1. ეტალონი	0,62	1,00
2. ტურბოლენტური ნაკადი	0,38	0,63
3. ტურბოლენტური ნაკადი	0,40	1,55
4. ტურბოლენტური ნაკადი	0,37	1,67
5. ლამინარული ნაკადი	0,37	1,67
6. ლამინარული ნაკადი	0,34	1,82
7. ლამინარული ნაკადი	0,35	1,77

ცვეთის განსაზღვრა სწარმოებდა წონის დაკარგვის პრინციპით. გამოცდის პირობები: აბრაზიულ მასალად გამოყენებულ იქნა რუხი გრანიტი მარცვებით - დიამეტრით 1-3 mm; დაწნევა ნიმუშზე 392,3 kPa; ხახუნის სიჩქარე - $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$; ხახუნის მანძილი - 100 m; ხახუნის დრო

- 600 ს. ნიმუშების აწონვა სწარმოებდა 0,01 გ - ის სიზუსტით. ცხრილში #2 მოცემულია ტურბოლენტური და ლამინარული პლაზმური დანაფარების ცვეთის მონაცემები.

როგორც კვლევის შედეგები გვიჩვენებს ლამინარული პლაზმური ნაკადების გამოყენება შესაძლებელს ხდის ავამაღლოთ ცვეთამდეგობა მიუდგომელ ადგილებზე. თუ გავითვალისწინებთ, რომ 120 mm - ის მეტ მანძილზე ტურბოლენტური ნაკადების გამოყენებით შეუძლებელია ვაწარმოოთ დანაფარის დადება.

მაღალენტალპიური ლამინარული ნაკადების გამოყენებამ საშუალება მოგვცა შეგვეცვა-
ლა დაფრქვევის ხასიათი და გაგვეუმჯობისებინა დანაფარის მახასიათებლები

ლამინარული ნაკადების გამოყენებისას პლაზმური ჭავლის შედარებით დიდი სიგრ-
ძისაა, ვიდრე ტურბოლენტურის, შესაძლებელია დანაფარის დადება მოხდეს შედარებით
მიუდგომელ ადგილებში.

ცხრილი 3.

კაზმის ქიმიური შემადგენლობა %-ში.

№	კონპონენტების დასახელება	შემადგენლობა %-ში.
1	რუტილი	25-30
2	ქრომის კარბიდი	25-30
3	კალციუმის ფტორიდი	20 - 21
4	ფეროვანადიუმი	0,35 – 0,5
5	ფეროტიტანი	0,8 – 1,0
6	ბორის კარბიდი	1,0 – 1,5
7	ნატრიუმის სილიციუმ ფტორიდი	1,5 – 2,0
8	მარმარილო	11 - 12
9	აზოტირებული ფერომანგანუმი	0,3 – 0,5
10	სპილენძი	0,3-1.0
11	ალუმინი	1,0 – 1,5
12	კობალტი	1,0 – 1,5
13	ცერიუმის ჯგუფის იშვიათ მიწათა ლითონები GeF ₃ , LaF ₃ , NaF ₃ , PrF ₃ , YF ₃	0,5 – 1,0
14	რკინა	დანარჩენი

მართალია პლაზმური ცვეთამდეგი დანაფარები საკმაოდ მაღალი ხარისხისაა, მაგრამ ტექნიკურად რთულად განსახორციელებელია და ეკონომიურადაც რკალური მეთოდებით დადულებასთან შედარებით დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული. დადულება გაცვეთილი დეტალების აღსადგენად და ცვეთამდეგი ზედაპირების მისაღებად დანაფარების დატანის ყველაზე მნიშვნელოვანი მეთოდია. მათგან ყველაზე მიშვნელოვანია: დანაფარიანი ელექტრო-
დებით ხელით ელექტორკალური და ნახევრადავტომატური მეთოდებით დადულება. გამოყენებულ იქნა ფხვნილგულა მავთულები ნახევრადავტომატური დადულებისას. ორივე შემთხვევაში მოხდა ახალი დანაფარიანი ელექტროდებისა და ფხვილგულა მავთულების

გამოყენება. დანაფარიანი ელექტროდი რომლის ღერო შედგება Ni-80%, Cr-20% ან CB- 08(ГОСТ 2246 70), ხოლო დაფარვაში შეყვანილია ქრომის კარბიდი Cr₃C₂, სხვაკომპონენტებთან ერთად, (იხ. ცხრილი # 3), ხოლო ფხვნილგულა მავთულის შემთხვევაში - ლენტა შედგება 20% ქრომი და 80% ნიკელი, ხოლო გულარის ფხნილი შედგება Cr₃C₂ სხვა კომპონენტებთან ერთად) [7-9].

დანაფარიანი ელექტროდები დამზადებული იქნა პრესზე 3 მმ დიამეტრის .ღეროებით. ხელით რკალური დადაულებისას დანაფარიანი ელექტროდებით რეჟიმის მნიშვნელოვან პარამეტრებს წარმოადგენენ; შედულების დენი, დენის სახეობა, პოლარობა, შედულების ძაბვა, ელექტროდის დიამეტრი და სხვ. დადულებული ლითონის ხარისხის დამოკიდებულება რეჟიმის პარამეტრებთან მოცემულია ცხრილში - #4. როგორც ცხრილი #4 - დან ჩანს დადულების დაბალ რეჟიმებზე, ანუ დენის ძალა 130 A - მდე დადულების ხარისხი დაბალია და საშუალოში გადადის, დადულების წარმადობა დაბალია.

ცხრილი 4.

დადულებული ლითონის ხარისხის დამოკიდებულება რეჟიმის პარამეტრებთან

ელექტროდის სახეობა	დენის ძალა, A	დადულების ხარისხი
ღერო Ni-80%, Cr-20%, ხოლო დაფარვა ქრომის კარბიდი Cr ₃ C ₂	90 - 110	დაბალი
	110-130	საშუალო
	130 -140	კარგი
	140 -160	ცუდი
ღერო CB-08, ხოლო დაფარვაში შეყვანილია ქრომის კარბიდი Cr ₃ C ₂ ,	90 - 110	დაბალი
	110-130	საშუალო
	130 -140	კარგი
	140 -160	ცუდი

ორივე დანაფარიანი ელექტროდისათვის დაფიქსირდა დადულების საუკეთესო რეჟიმად 130-140 A. დენის მომატების შემთხვევაში ხდებოდა დანადულის ხარისხის მკვეთრი გაუარესება. მატულობდა დანადულის ფუმეშრეში ჩადნობის სიდიდე.

დამზადებული ელექტროდით მოხდა დადულება ერთ, ორ, სამ შრედ და შესწავლილი იქნა მიკროსტრუქტურები NEOFOT-32-ზე.

დადულებული ზედაპირის მეტალოგრაფიულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ორშრიან ნიმუშებში შეიმჩნევა მომატებული სისაღე, რაც იძლევა შესაძლებლობას რომ შესაბამისად გაიზარდოს ცვეთამედეგობაც.

სისაღეებისა და მიკროსისაღეების გაანალიზებამ გვიჩვენა, რომ მესამე შრის დადულების შემთხვევაში ხდება ლითონის გადახურება, რის შედეგადაც გამოწვეულია სტრუქტურული ცვლილებებით, რა დროსაც მარცვლებში ჩამოყალიბდა წონასწორული სტრუქტურა, ნელი გაციების გამო. იზრდება მარცვლების სიდიდე, და სიბლანტის მახასიათებელი არის

შემცირებული.

ფხვნილგულა მავთული რომლის ლენტაც შედგება $О8кП$, ხოლო გულარის ფხნილი შედგება Cr_3C_2 , სხვა კომპონენტებთან ერთად მოხდა ოპტიმალურ რეჟიმებზე დამცავ აირ არგონში დადუღება: ერთშირთან, ორშირთან და სამშირთან ფენებად. დადუღება მოხდა ფოლად 20 - ზე.

დამზადებული ფხვნილგულა მავთულით დადუღებული ზედაპირის მეტალოგრაფიულმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ორშირთან ნიმუშებში შეიმჩნევა მომატებული სისალე, რაც იძლევა ვარაუდს რომ შესაბამისად იქნება გაზრდილი ცვეთამედეგობაც.

სისალებებისა და მიკროსისალებების გაანალიზებამ გვიჩვენა, რომ მესამე შრის დადუღების შემთხვევაში ხდება ლითონის გადახურება, რის შედეგადაც გამოწვეულია სტრუქტურული ცვლილებები, რა დროსაც მარცვლებში ჩამოყალიბდა წონასწორული სტრუქტურა ნელი გაციების გამო, რომლის სიბლანტის მახასიათებელი არის შემცირებული.

დასკვნა:

ამგვარად, კვლევებმა და ლიტერატურულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ დანაფარიანი ელექტროდებით ხელით რკალური და ფხვნილგულა მავთულით დადუღებაა მსოფლიოში ყველაზე მეტად გავრცელებული და პერსპექტიული ცვეთამედეგი დანაფარების დატანისას. ამასთანავე სულ უფრო იზრდება ფხვნილგულა მავთულის გამოყენება. აღნიშნული მეთოდები გამოირჩევიან ცვეთამედეგი დადუღებისათვის გაწეული დაბალი ხარჯებით, გამოირჩევიან დანადუღის მაღალი ხარისხით, შესაძლებელია დადუღება ვაწარმოთ ძნელად მისაღვომ ადგილებში სივრცით ნებისმიერ მდგომარეობაში და როგორც საწარმოებში ასევე საველე პირობებში.

ლიტერატურა:

1. Mirijanashvili Z., Khutsishvili M., Dadianidze G., Saralidze B. Treatment of new wear resistant built-up materials. GTU, International scientific and technical conference “Environmental Protection and Sustainable Development”, Proceedings, Tbilisi, 2020, pp. 31-36.
2. Puzryakov A.F. Theoretical principles of plasma coating technology. Teaching guide on the course “Technology of metal composite structures”. The 2nd revised and enlarged edition. – M.: Publishing House of the N.E. Bauman MSTU, 2008. 360 p: with illustr. (Technologies of rocket-and-space mechanical engineering).
3. M. Khutsishvili, L. Kikvadze. Spraying Powder Materials by the High-Enthalpy Laminar Plasma Flow//American Institute of Physics. Melville, New York. 2008.- V. 423-426.
4. M. Khutsishvili, L. Kikvadze, G. Khutsishvili. Comparative data of the noise level and coefficient of powder utilization for plasma spraying of powdered material by turbulent and laminar plasma

- flows// The conference Plasma Diagnostic 2010. Nancy University, France.
5. Coatings, applied by high-enthalpy laminar plasma flow/Khutsishvili M.G., Kikvadze L.V., Khutsishvili G.M. // GIN – 2011. - №3 – pp. 95-97.
 6. Khutsishvili M.G., Kikvadze L.V., Khutsishvili G.M., Shengelia L.B. Changes in chemical composition during high-enthalpy laminar plasma coating of powdered materials //Georgian Engineering News/2013. – №1. – pp. 113-115.
 7. Dadianidze G.A., Sharashenidze J.A., Papava K.G., Khutsishvili M.G., Saralidze B.R. Manufacturing of powder-core wires and receipt of wear resistant welding deposits using electroarc method// Georgian Engineering News, №1, Tbilisi, 2020. pp. 77-80.
 8. Khutsishvili M.G., Dadianidze G.A., Saralidze B.R., Abdushelishvili I.T. Technological characteristics of new wear resistant built-up covered electrodes // Georgian Engineering News, №1 Tbilisi, 2021. pp. 121-124.
 9. B. Saralidze. Tribological study of surfaces built-up with powder-core wire// peer-reviewed scientific-technical journal Energy. №2, 2021, pp. 35-41.

Modern methods and perspectives of applying wear-resistant coatings by arc methods

Malkhaz Khutsishvili	Candidate of technical sciences; the professor; Technical University of Georgia, Department of Metallurgical Materials Science and Metal Processing, Georgia, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com;
Guram Dadianidze	Academic Doctor of Technical Sciences; laboratory assistant; Technical University of Georgia, Department of Metallurgical Materials Science and Metal Processing, Georgia, Tbilisi, Kostavas 69
Zurab Mirijanashvili	Academic Doctor of Technical Sciences; Institute of Metallurgy and Materials Science of State University of Applied Sciences-Ferdinand Tavadze, 0186, e. Mindeli №8 B, Georgia, Tbilisi E-mail: mirijanashvilizura@gmail.com
Besik Saralidze	Academic Doctor of Technical Sciences; laboratory assistant; Technical University of Georgia, Department of Metallurgical Materials Science and Metal Processing, Georgia, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: Saralidzebeso.85@gmail.com;

Abstract. The research set a goal of analysis of current arc processes of coating application, selection of specific methods, treatment of materials necessary for their implementation, and receipt of wear resistant coatings.

Use of laminar flows during plasma coating makes it possible to increase wear resistance in inaccessible places, taking into account that application of coatings using turbulent flows is impossible at 120 mm and more distances.

Use of high-enthalpy laminar flows enabled us to change the nature of spraying and to improve coating performance.

New covered electrodes and powder-core wires have been used, in particular the covered electrode, which rod consists of Ni-80%, Cr-20% or CB-08 (GOST 2246 70), and chromium carbide Cr_3C_2 is entered into coating along with other components, while in case of powder-core wire a strand consists of 20% of chromium and 80% of nickel, and core powder includes Cr_3C_2 along with other components.

Studies and literature analysis showed that manual welding using covered electrodes, arc welding and welding with powder-core wire are the most widespread and prospective methods for application of wear resistant coatings

keywords: plasma coatings, wear-resistant coatings, coating electrodes, cored wire

დარიშხანშემცველი სულფიდური ნედლეულის გამოტუტვის პროცესის და მასზე მოქმედი პარამეტრების ინტენსიფიკაციის კვლევა

- თამარ წილოსანი** ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69.
E-mail: tamartsilosani76@gmail.com
- ზურა საბაშვილი** ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69.
E-mail: z_sabashvili@gtu.ge
- თამარ ცერცვაძე** ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69.
E-mail: tamarcercvadze@gtu.ge
- თამაზ ბუჩუკური** ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69.
E-mail: t.buchukuri@gtu.ge
- ნანა რაჭველიშვილი** ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69.
E-mail: nana_rachvelishvili@mail.ru

რეცენზენტები:

თ. ლეჟავა, თსუ რაფიელ აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი.

E-mail: Lezhava@tsu.ge

ნ. კოიავა, თსუ რაფიელ აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი.

E-mail: nana.koiava@gmail.com

ანოტაცია. უკანასკნელ პერიოდში მსოფლიოში ოქროს შემცველ მინერალურ ნედლეულზე მოთხოვნა-მიწოდებას შორის დისბალანსის მკვეთრი ზრდა შეინიშნება, რაც სერიოზულ ეკონომიკურ პრობლემას უქმნის იმ ქვეყნებს, რომლებიც ამ ნედლეულის მწარმოებელი და მომპოვებელია. პრაქტიკულად ამოწურულია ადვილად გადასამუშავებელი (ნედლეული, რომელიც ადვილად ექვემდებარება უკვე არსებული ტექნოლოგიურ ციკლს) ოქროშემცველი ნედლეულის მარაგი. ამასთან დაკავშირებით საჭიროა შემუშავდეს ისეთი მეთოდი, რომელიც რენტაბელური იქნება ამ ტიპის მადნების გადასამუშავებლად, რომლებიც განსხვავებული სტრუქტურული შემადგენლობიდან გამომდინარე უკვე არსებული სტანდარტული ტექნოლოგიური ციკლით ვერ გადამუშავდებიან. ასეთ მადნებს მიეკუთვნება ძნელად გადასამუშავებელი ე.წ. მდგრადი მადნები. ოქროს მდგრადობა ამ ტიპის მადნებში ორ ფაქტორთან არის დაკავშირებული: პირველი, მის სულფიდებში განზნევადობასთან, მეორე კი ნახშირბადშემცველი ნაერთების არსებობასთან, რომლებიც ოქროსთვის სორბენტის როლს ასრულებენ, რაც მისი დანაკარგის სახით ზრდას უწყობს ხელს. სწორედ ამ ორი ფაქტორის ერთდროული არსებობა იძლევა იმის საფუძველს, რომ მადანს მდგრადი ეწოდოს და ახალი ტექნოლოგიური ციკლის შემუშავება დადგეს დღის წესრიგში.

საქართველოში, სვანეთში, ლენტეხის რაიონში, ცანაში, 1933 წელს არსენოპირიტული საბადო გაიხსნა. მადნის წამყვანი მინერალი არსენოპირტია $FeAsS$. იგი საკმაოდ დიდი რაოდენობით არის წარმოდგენილი ტერიტორიაზე და ნაწილდება ფიქალის ქანებს შორის. არსებული არსენოპირიტული მადანი დარიშხანს 30-40%, ოქროს 3,5-4,5 გ/ტ და 40-50 გ/ტ ვერცხლს შეიცავს. ყოველივე ზემო აღნიშნულის გათვალისწინებით, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია არსებული მადნის გადამუშავება წარმართოს ჰიდრომეტალურგიული ტექნოლოგიით, რომლის შედეგადაც შესაძლებელი გახდება მადნიდან ისეთი მნიშვნელოვანი პროდუქტების ამოღება როგორც არის დარიშხანი და მისი თანმდევი ოქრო. ასევე ამ ტექნოლოგიით

შესაძლებელია შემცირდეს ის ეკოლოგიური რისკი, რომელიც თან ახლავს მადნის პირომეტალურგიულ გადამუშავებას.

ჩვენი კვლევის ობიექტს ცანის არსენოპირიტული მადანი წარმოადგენს. მასში ოქროსუბმიკრობული, იზომორფული სახით იმყოფება. მადანში ოქროს ამგვარი განლაგება პირდაპირი ციანირების პროცესის ჩატარებისთვის არაეფექტურია. მადნის სასურველ ზომამდე დაწვრილმანებაც კი (0,074მმ) ვერ უზრუნველყოფს ციანირების პროცესის სრულყოფილ და ეფექტურ შედეგს, რომელიც დარიშხანთან ერთად ოქროს ამოწვლილვაში მდგომარეობს.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს მადნის და მისი სამრეწველო ნარჩენების ჰიდრომეტალურგიული გადამუშავების პირველი ეტაპის, გამოტუტვის პროცესის კვლევა. ჰიდრომეტალურგიულ ტექნოლოგიაში, სრულ ციკლში ეს საფეხური ძირეულია. პროცესის ინტენსიფიკაცია, ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევა, მადნიდან სასურველი პროდუქტების მაღალი პროცენტული მაჩვენებლით ამოღების საწინდარია. სწორედ ამიტომ საჭიროდ ჩავთვალეთ ჩვენი ყურადღება შეგვეჩერებინა შემდეგი პარამეტრების კვლევაზე: ტემპერატურა, ხსნარის არევის სიჩქარე, გამომტუტავი რეაგენტის კონცენტრაცია, მაყარისა და თხევადის თანაფარდობა, დამჟანგველის როლი გამოტუტვის პროცესზე და პროცესის ხანგრძლივობა. ამ პარამეტრების ოპტიმალური მაჩვენებლების შერჩევით მივიღეთ ხსნარი, რომელიც მაქსიმალურად გაჯერებულია ამოსაღები კომპონენტებით და შლამი, რომელიც კეთილშობილი ლითონებით გამდიდრებულ კონცენტრატს წარმოადგენს.

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ დარიშხანისა და ოქროს შემცველი ნედლეულის გამოტუტვა ნატრიუმის ჰიდოქსიდის ხსნარში, დამჟანგველებად წყალბადის ზეჟანგის და ოზონის გამოყენება, ნედლეულში არსებული ფასეული კომპონენტების ამოღების მაქსიმალურ შედეგს იძლევა.

საკვანძო სიტყვები: არსენოპირიტი; გამოლექვა, გამოტუტვა; მინერალი, ოზონი; ციანირება; ტექნოლოგია; ჰიდრომეტალურგია.

შესავალი

საქართველოს ძირითად ოქროს საბადოს საიდანაც ოქროს ამოღება ამჟამად მიმდინარეობს, მადნეულის ოქროს კვარციტული საბადო წარმოადგენს. თუმცა, ოქრო ფერადი ლითონების მადნებშიც მოიპოვება, რომელთა ადგილზე გადამუშავება ოქროს წარმოებას გაზრდიდა ქვეყანაში. ერთ-ერთ ასეთ მადანს ცანის (სვანეთი) არსენოპირიტული მადანი წარმოადგენს, რომლის ჰიდრომეტალურგიულად გადამუშავების შემთხვევაში შესაძლებელი იქნება ქვეყანამ

არამარტო ოქროს დამატებითი რაოდენობა, არამედ ისეთი მნიშვნელოვანი პროდუქტი მიიღოს, როგორც არის ლითონური დარიშხანი და მისი ნაერთები.

დარიშხანისა და ოქროს შემცველი სულფიდური კონცენტრატები და სამრეწველო გადამუშავების ნარჩენები მათი ტექნოლოგიური მდგრადობის გამო ძირითადად პირომეტალურგიული მეთოდით გადამუშავდებიან, რომლის დროსაც მტვრისა და აირადი გოგირდის დიოქსიდის წარმოქმნა ხდება. გამონაბოლქვი აირების გაწმენდა რთულია, ძვირია და ზოგიერთ შემთხვევაში არასაკმარისად ეფექტურია. გოგირდის დიოქსიდი საწარმოდან ათასობით კილომეტრზე ვრცელდება და გლობალურ მავნე ზეგავლენას ახდენს გარემოზე. ამასთან დაკავშირებით მთელ მსოფლიოში დიდი ყურადღება ექცევა სულფიდური მადნებიდან და კონცენტრატებიდან ლითონების მიღებას ჰიდრომეტალურგიული მეთოდით, რომელიც უზრუნველყოფს გარემოზე მავნე ზემოქმედების შემცირებას.

ძირითადი ნაწილი

კვლევა ჩატარდა ცანის არსენოპირიტულ მადანზე და მის სამრეწველო ნარჩენებზე. მადნისა და სამრეწველო ნარჩენების შემადგენლობა ცხრილ 1,2 არის ასახული.

დარიშხანშემცველი ნედლეულიდან დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხი დამოკიდებულია სხვადასხვა პარამეტრებზე, კერძოდ, ხსნარის ტემპერატურაზე, სუსპენზიის არევის სიჩქარეზე, ხსნარისა და მყარის თანაფარდობაზე, ხსნარში ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა და დამჟანგველების კონცენტრაციაზე და გამოტუტვის პროცესის ხანგრძლივობაზე. ჩვენ მოვახდინეთ ამ პარამეტრების შესწავლა და მათი ინტენსიფიკაცია.

ცხრილი 1

ცანის არსენოპირიტული მადნის შედგენილობა

ელემენტი, %	As	Fe	S	Ag, გ/ტ	Au, გ/ტ
რაოდენობა	44,12	34,73	19,49	40-50	4-5

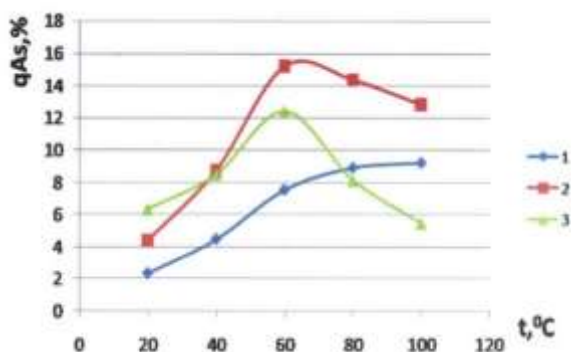
ცხრილი 2

ცანის არსენოპირიტული მადნის სამრეწველო ნარჩენების შედგენილობა

ელემენტი, %	As	Fe	S	Ag, გ/ტ	Au, გ/ტ
რაოდენობა	5,32	45,00	3,51	40	10

სურათ 1-ზე ასახულია ტემპერატურის გავლენა არსენოპირიტის მადნიდან დარიშხანის ამოწვლილვის პროცესზე. როგორც სურათი 1-დან ჩანს, ტემპერატურის გაზრდა გარკვეულ

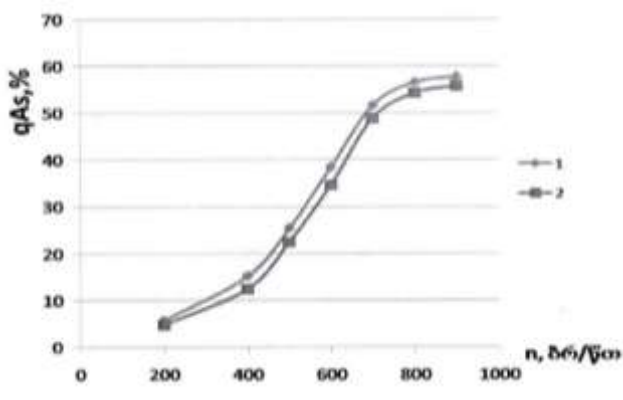
ზღვრებში დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხის ზრდას უწყობს ხელს, შემდეგ კი გამოტუტვის ხარისხი მცირდება. ამის მიზეზი შეიძლება იყოს წყალბადის ზეჟანგის დაშლა და ხსნარში ოზონის კონცენტრაციის შემცირება.



სურათი 1. არსენოპირიტის მადნიდან დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხის დამოკიდებულება ხსნარის ტემპერატურაზე. C_{NaOH} – 2 მოლი/ლ; τ - 3სთ; n = 400 ბრ/წთ.
1-დამჟანგველის გარეშე; 2- H_2O_2 დამატებისას; O_3 - შებერვით;

კვლევამ აჩვენა, რომ დარიშხანის ამოწვლილვის ხარისხი დამოკიდებულია სუსპენზიის არევის სიჩქარეზე.

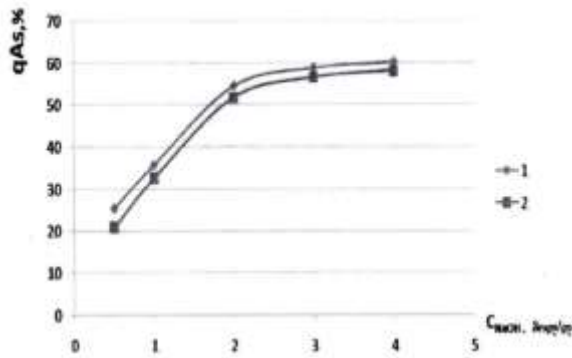
სურათი 2 ასახულია გამოტუტვის ხარისხის დამოკიდებულება ხსნარის მორევის სიჩქარეზე საიდანაც ჩანს, რომ ოპტიმალურ სიჩქარედ ითვლება 750-800 ბრ/წთ.



სურათი 2. არსენოპირიტული მადნის დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხის დამოკიდებულება მორევის სიჩქარეზე. C_{NaOH} – 2 მოლი/ლ; τ - 3სთ; t° – 60-65°C; 1- H_2O_2 ; 2 - O_3 ;

არსენოპირიტის გამოტუტვის პროცესზე NaOH კონცენტრაციის გავლენის შესწავლამ (სურათი 3) აჩვენა, რომ სარეაქციო არეში მისი კონცენტრაციის ცვლილება დიდ გავლენას ახდენს დარიშხანის ამოღების ხარისხზე, კერძოდ, NaOH კონცენტრაციის გაზრდისას 0,5 მოლ/ლ-დან 3-4 მოლ/ლ-მდე ხსნარში გადმოსული დარიშხანის რაოდენობა მნიშვნელოვნად

იზრდება, კონცენტრაციის შემდგომი ზრდა დარიშხანის ამოღების ხარისხზე ნაკლებად მოქმედებს.



სურ. 3 არსენოპირიტული მადნის დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხის დამოკიდებულება ხსნარში NaOH კონცენტრაციაზე. მყ:თხ = 1: 30; τ- 3სთ; t° – 60-65°C; n= 750 ბრ/წთ;

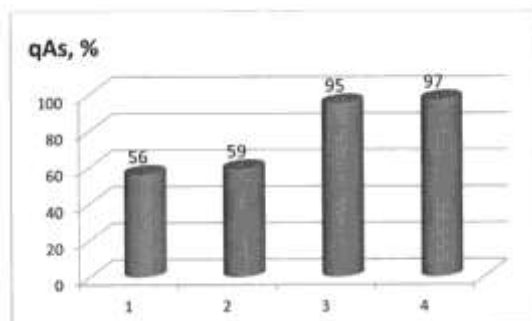
არსენოპირიტის მადნიდან დარიშხანის ამოღების ხარისხზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სუსპენზიაში მყარისა და თხევადის თანაფარდობა. როგორც კვლევებმა აჩვენა, მისი შემდგომი შემცირებით ამოღების ხარისხი იზრდება და ოპტიმალურად შეიძლება ჩაითვალოს მყ:თხ=1:6 1:10 თანაფარდობა, როდესაც დარიშხანის გადასვალა ხსნარში მაქსიმალურია (ცხრილი 3).

ცხრილი 3. მყ:თხ თანაფარდობის გავლენა დარიშხანის ამოღების ხარისხზე ხსნარში H₂O₂ და O₃ არსებობისას

N ^o	მყ:თხ	მიღებულ ხსნარში As კონცენტრაცია, გ/ლ	რეაქტორში As რაოდენობა,გ	მყარი ნარჩენი		As ამორების ხარისხი, %
				Fe(OH) ₃ , გ	შლამი, გ	
1	1:3	81,03	44	38,29	30,00	55,20
2	1:6	71,20	22,00	32,50	10,20	97,10
3	1:10	42,84	13,21	19,47	6,30	97,50
4	1:20	22,02	6,61	9,73	3,30	98,10
5	1:30	14,68	4,4	6,13	1,85	97,40

გამოტუტვის პროცესის ინტენსიფიკაციისთვის ძალზედ მნიშვნელოვანია სარეაქციო ზონაში ოზონისა და წყალბადის ზეჟანგის თანაფარდობა და შერევის რეჟიმი. ექსპერიმენტებში წყალბადის ზეჟანგის და ოზონის დამატებას სარეაქციო არეში ერთდროულად ვახდენდით, ძლიერი არევის პირობებში. ორივე დამჟანგველი სუსპენზიის სიღრმეში მიეწოდება, რის შედეგადაც რეაქტორში მდულარე შრის მსგავსი ნაკადი წარმოიძნება, ამ დროს ჟანგვის პროცესის

ერთ-ერთ კინეტიკურ ფაქტორად შეიძლება ჩაითვალოს მორეაგირე ნივთიერებათა შეხების ფართი. ხსნარი დროში ყავისფერდება, რისი მიზეზიც Fe(III) ჰიდროქსიდის წარმოქმნაა. დარიშხანის გამოტუტვის მაქსიმალური ეფექტი ($\geq 97\%$) მიიღწევა დამჟანგველების უწყვეტ რეჟიმში დამატებით, შემდეგი თანაფარდობით: $\text{FeAsS} : \text{H}_2\text{O}_2 : \text{O}_3 = 1 : 3 : 3$

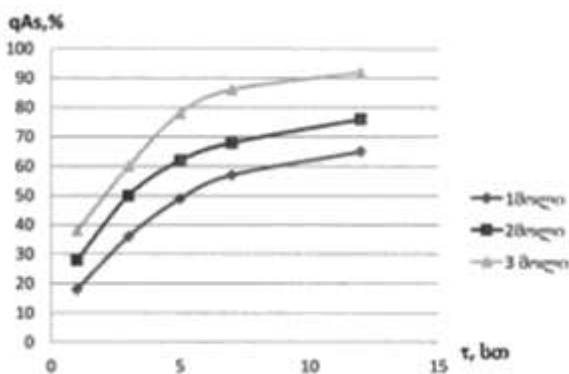


სურათი 4. არსენოპირიტული მადნიდან დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხის ცვლილება დამჟანგველებისა და მათი თანაფარდობის ცვლილების მიხედვით

$C_{\text{NaOH}} - 2$ მოლი/ლ; $t^\circ - 60-65^\circ\text{C}$; $\tau - 3$ სთ; $n = 750$ ბრ/წთ.

1. $\text{FeAsS} : \text{H}_2\text{O}_2 = 1:2$
2. $\text{FeAsS} : \text{O}_3 = 1:2$
3. $\text{FeAsS} : \text{H}_2\text{O}_2 : \text{O}_3 = 1: 2: 2$
4. $\text{FeAsS} : \text{H}_2\text{O}_2 : \text{O}_3 = 1: 3: 3$

არსენოპირიტის გამოტუტვის ხარისხზე განსაკუთრებით გავლენას ახდენს პროცესის ხანგრძლივობა, როგორც დამჟანგველის თანაობისას, ასევე დამჟანგველის გარეშე. დამჟანგველად მხოლოდ წყალბადის ზეჟანგის გამოყენებისას დარიშხანის ამოღების ხარისხი ყველაზე მაღალ მნიშვნელობას - 97,5% 12 საათის შემდეგ აღწევს, მაშინ როდესაც, ოზონის და წყალბადის ზეჟანგის ერთდროულად დამატებისას გამოტუტვის იგივე ხარისხი 3სთ განმავლობაში მიიღწევა (სურათი 5).



სურათი 5. არსენოპირიტული მადნიდან დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხის დამოკიდებულება პროცესის ხანგრძლივობაზე ამჟანგველი - H_2O_2 ; $t^\circ - 60-65^\circ\text{C}$; $n = 750$ ბრ/წთ.

ასევე შესწავლილი იქნა ცანის არსენოპირიტული მადნის ნატრიუმის ტუტეში გამოტუტვის პროცესი დამჟანგველებად წყალბადის ზეჟანგისა და ოზონის დამატებით. დადგენილი იქნა აღნიშნული პროცესის ოპტიმალური პირობები:



$$\text{მყ:თხ} = 1:6 - 1:10; \quad t^\circ - 60-65^\circ\text{C}; \quad n = 750 - 800 \text{ ბრ/წთ.}$$

გამოტუტვის შედეგად დარიშხანი ხსნარში გადადის არსენატებისა და არსენიტების სახით. სულფიდური გოგირდი იჟანგება SO_4^{4-} -იონამდე. გამოტუტვის პროცესის დროს pH მნიშვნელობა 10.1 -12.6 შორის არის. ჰსთ-ის განმავლობაში ხსნარში წყალბადის ზეჟანგის დამატებისას მცირდება ნატრიუმის ტუტე და დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხი 90-95% აღწევს. გამოტუტვის შედეგად მიღებული შლამი, კეთილშობილი ლითონებით გამდიდრებულ კონცენტრატს წარმოადგენს. ეს უკანასკნელი აღარ საჭიროებს განეიტრალებას და პირდაპირ ციანირებას განიცდის. გამოტუტვის პროცესში ხდება ნედლეულში ჩაწინწკლული სუბმიკრონული ოქროს ნაწილაკების ზედაპირის გამოთავისუფლება მასზე დალექილი მინერალების მკვრივი ფენისგან.

დასკვნა:

1. ტემპერატურის გაზრდა გარკვეულ ზღვრებში დარიშხანის გამოტუტვის ხარისხის ზრდას უწყობს ხელს, ხოლო შემდეგ კი გამოტუტვის ხარისხი მცირდება;
2. სუსპენზიის არევის ოპტიმალური სიჩქარეა 750-800 ბრ/წთ;
3. NaOH კონცენტრაციის გაზრდისას 0,5 მოლ/ლ-დან 3-4 მოლ/ლ-მდე ხსნარში გადმოსული დარიშხანის რაოდენობა მნიშვნელოვნად იზრდება, კონცენტრაციის შემდგომი ზრდა დარიშხანის ამოღების ხარისხზე ნაკლებად მოქმედებს;
4. მყ:თხ=1:6 1:10 თანაფარდობა ის მაჩვენებელია, რომელზეც დარიშხანის გადასვალა ხსნარში მაქსიმალურია;
5. წყალბადის ზეჟანგის გამოყენებისას დარიშხანის ამოღების ხარისხი ყველაზე მაღალ მნიშვნელობას - 97,5% 12 საათის შემდეგ აღწევს.

ლიტერატურა:

1. Gurman M.A., Aleksandrova T.N. 2012. Investigation of the possibility of extracting arsenic from the oxidative roasting stub for their subsequent cyanidation//Scientific foundations and practice of ore processing and technogenic raw materials” materials of the International Scientific and Technical Conference -Yekaterinburg. (In Russian);

2. Antipov N.I. 1997. Withdrawal of arsenic from the technological cycle in the production of non-ferrous metals//Non-ferrous metals. №11. pp. 36-38. (In Russian);
3. Awe S.A. and Sandstrom A., 2012. "Selective Leaching of Arsenic and Antimony from a Tetrahedrite Rich Complex Sulphide Concentrate Using Alkaline Sulphide Solution", Minerals Engineering, Vol.23. pp.1227.
4. Bhata P., Langhans J.W., 1989. Alkaline oxidative leaching of Gold bearing arsenopyrite ores/ Lei K.P.V.//Rept, Mines US Dep. Inter. №9258. pp. 1-12.
5. Kholmogorov A.G., Pashkov G.L., Kononova O.N., 9(2001). Non-cyanide solvents for gold extraction from gold-containing products. Chemical for sustainable development. pp. 293-298. (In Russian).

Research of Leaching Process and Intensification of Parameters of Arsenic containing Sulfide raw materials

Tamar Tsilosani	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Processing, Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: tamartsilosani76@gmail.com
Zura Sabashvili	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Processing, Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: z_sabashvili@gtu.ge
Tamar Tsertsvadze	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Processing, Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: tamarcercvadze@gtu.ge
Tamaz Buchukuri	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Processing, Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: t.buchukuri@gtu.ge
Nana Rachvelishvili	Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Chemistry, Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: nana_rachvelishvili@mail.ru

Abstract. Over the past period the imbalance between the demand and supply of gold-containing mineral raw materials has increased significantly in the world. Systematic assimilation of existing ores the years has led to their elimination. This creates a serious problem with the producers of the product both in terms of finding the processed raw material and its further processing. Today, in terms of extraction the presence of gold-containing ores is practically at the lower limit. Ores whose composition is easily subject to processing in the existing technological cycle are practically exhausted. In 1993 Arsenopyrite ore was opened in Lentekhi district. Tsana, Svaneti, Georgia. The main ore mineral is the

arsenopyrite deposit. It is present in a fairly large number and is distributed among shale rocks. The existing arsenopyrite ore contains 30-40% arsenic, 3,5-4,5 g/t of gold and 40-50 g/t of silver. The deposit belongs to the number of difficult-to-process ores. Its processing requires the development of a new technological cycle. In this type of ore gold is mostly dispersed in sulfide compounds in a submicroscopic, isomorphic form. The process of direct cyanidation of gold is ineffective. Even grinding the ore to the desired size (0,074mm) cannot provide a complete and efficient result of the cyanidation process, which involves the extraction of gold.

The purpose of the work is to research the leaching process the first stage of hydrometallurgical processing of ore and its industrial waste. In hydrometallurgical technology in a full cycle this step is fundamental. Intensification of the process, section of optimal parameters is the precondition for high percentage of the desired products from the ore. That is why we considered it necessary to stop our attention on the following parameters: temperature, solution mixing rate, concentration of the extracting reagent, ratio of mercury and liquid, role of the oxidizer in the leaching process and duration of the process. By selecting that is maximally saturated with recoverable components and a sludge that is a concentrate enriched with noble metals.

Based on the results obtained we can conclude that the leaching of arsenic and gold-containing raw materials into sodium hydroxide solution the use of hydrogen peroxide and ozone as oxidizers gives the maximum result of removing valuable components from the raw materials.

Keywords: arsenic; extracting; gold; leaching; mining; ore; technology; hydrometallurgy.

მაღალი ხარისხის კონცენტრატების მიღება ჭიათურის კარბონატული მადნებიდან

ნუგზარ წერეთელი პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, მეტალურგიის მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი. ფაკულტეტის დეკანი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: n.tsereteli@gtu.ge

ქეთევან წერეთელი ასოც. პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, მეტალურგიის მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: k_tsereteli@gtu.ge

რეცენზენტები:

ბ. მაისურაძე, პროფესორი, მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

E-mail: badri.maisuradze@gtu.ge

ზ. სიმონგულაშვილი, პროფესორი, მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

E-mail: z.simongulashvili@gtu

ანოტაცია. სტატია ეხება ჭიათურის მანგანუმშემცველი ღარიბი მასალებიდან მაღალხარისხიანი კონცენტრატების მიღების შესაძლებლობას. განხილულია კარბონატული კონცენტრატების გამდიდრების გამოწვა-გრავიტაციული მეთოდი, რომელიც გამდიდრებამდე ითვალისწინებს კარბონატული კონცენტრატების თერმულ დამუშავებას 900-950°C ტემპერატურულ ინტერვალში. შესწავლილია გამომწვარი კონცენტრატების ფრაქციული შედგენილობის გავლენა გრავიტაციული გამდიდრების ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებზე. ტექნოლოგიური პარამეტრების გაუმჯობესების მიზნით, შემოთავაზებულია გრავიტაციული გამდიდრებით, კარბონატული კონცენტრატის წინასწარ გამოწვა და შემდეგ სასურველ ფრაქციამდე დამსხვრევა.

საკვანძო სიტყვები: მადანი, კონცენტრატი, გამდიდრება, ფრაქცია, ტემპერატურა, გამოწვა.

შესავალი

მეტალურგია მრეწველობის ის საბაზისო დარგია, რომელსაც არსებითი წვლილი შეაქვს ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებაში. სწორედ აღნიშნული დარგი ქმნის რეალურ საფუძველს, რაზეც შემდგომში ვითარდება ქვეყნის თავდაცვითუნარიანობა, მშენებლობა, ენერგეტიკა, მანქანათმშენებლობა, ტრანსპორტი, სოფლის მეურნეობა და სხვა დარგები.

მეტალურგიულ მრეწველობაში იქმნება ყველა ის ლითონური მასალები (სამშენებლო არმატურა, ფოლადის უნაკერო მილები და ფურცვლოვანი ლითონი, მხატვრული და საიუველირო სხმულები, ფეროშენადნობები და ა.შ), რომელთა გარეშეც მართლაც წარმოუდგენელია მეურნეობის სხვა ნებისმიერი დარგის ფუნქციონირება და განვითარება.

საქართველო მეტალურგიის წარმოშობის ერთ-ერთ ძირძველ ქვეყანადაა მიჩნეული. არქეოლოგიური მასალებისა და უძველესი წერილობითი წყაროების მეცნიერული ანალიზის

საფუძველზე, ევროპელი მკვლევარები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ შავი ზღვის სანაპირო, კერძოდ პონტოს რაიონი, რკინის, ფოლადისა და ზოგიერთი ფერადი ლითონის წარმოშობის სამშობლოა, ქართველური ტომები- ხალიბები, მოსინიკები, მოსხები და თუბალები კი არიან მათი პირველი მწარმოებლები მთელ მსოფლიოში [1].

საქართველოში მეტალურგიული წარმოება დღესაც წარმატებით ფუნქციონირებს და მისი შემოსავლები ქვეყნის ბიუჯეტის შევსების ერთ-ერთ ძირითად წყაროს წარმოადგენს, როგორც ეროვნულ ისე უცხოურ ვალუტაში. ფოლადის მსოფლიო ასოციაციის მონაცემებით 2020 წელს ფოლადის წარმოების მოცულობამ მსოფლიოში 1814 მლნ ტონას მიაღწია, ხოლო რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში გასულ წელს 152 ათასი ტონა ფოლადი გამოდნა.

როგორც წესი ფოლადის გამოდნობა შეუძლებელია ფეროშენადნობების გამოყენების გარეშე, რადგანაც მათი დამატება აუმჯობესებს ფოლადის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს. ამჟამინდელი მონაცემებით მსოფლიოში ყოველწლიურად 70 მლნ. ტონა სხვადასხვა მარკის ფეროშენადნობები დნება, რომლის უმეტეს ნაწილს მანგანუმიანი შენადნობები წარმოადგენს (47.8%).

ამჟამინდელი მონაცემებით საქართველო ყოველწლიურად 250-300 ათას ტონა სილიციომანგანუმი დნება და ბოლო ათი წელია, რაც საქართველოს საექსპორტო პროდუქციაში მისი ხვედრითი წილი 8-18%-ის ფარგლებში მერყეობს.

სუფთა ფოლადებზე მოთხოვნილების გაზრდამ, ასევე დააყენა საკითხი ხარისხიანი ფეროშენადნობების გამოდნობის აუცილებლობის შესახებ, რასაც კაზში გამოყენებული ნედლეულის, უპირველეს ყოვლისა კი მანგანუმის კონცენტრატების ხარისხი განსაზღვრავს. იმის გათვალისწინებით, რომ მსოფლიოში კონცენტრატების ხარისხობრივი დაყოფა არაერთ-გვაროვანია, მანგანუმიანი ფეროშენადნობებისთვის განკუთვნილ კონცენტრატებს სხვადასხვა მოთხოვნები აქვს წაყენებული.

მანგანუმის მადნების მსოფლიო მარაგი დაახლოებით 7018 მლნ ტონას შეადგენს, რომლის უმეტესი ნაწილი სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკაშია თავმოყრილი; ხოლო მარაგის 42% ყოფილი სოციალისტური ქვეყნების ტერიტორიაზეა განთავსებული. მანგანუმის მადნების ძირითადი მწარმოებელი ქვეყნებია ბრაზილია, ავსტრალია, სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა, ინდოეთი, მაროკო და განა. ყოფილ საბჭოთა კავშირში შემავალი რესპუბლიკებიდან, მანგანუმის მადნების სიუხვით უკრაინა გამოირჩევა და იგი სილიციომანგანუმის ექსპორტით მსოფლიოს მსხვილ ექსპორტიორ ქვეყნების ათეულში შედის.

საქართველოში მანგანუმის 14 საბადოა გამოვლენილი (ცხრ.1), რომელთა შორის სამრეწველო მნიშვნელობის მხოლოდ ჭიათურის საბადოა, რომლის ექსპლუატაციაც საუკუნეზე

მეტია გრძელდება და 250 მლნ. ტონაზე მეტი მადანია მოპოვებული. ჭიათურის საბადო ძნელად გასამდიდრებელ მადანთა ჯგუფს მიეკუთვნება, რადგანაც საბადოში მდიდარ ოქსიდურ მადნებს მხოლოდ 25% უჭირავს, ხოლო დანარჩენი უმეტესწილად ლარიზი კარბონატული მადნებითაა წარმოდგენილი. აღნიშნულის გამოა, რომ მეტალურგიული კონცენტრატების გამოსავალი 25%-ს არ აღემატება. ძირითადი მიზეზი რომელიც აფერხებს მანგანუმის კარბონატშემცველი მასალების გრავიტაციულ გამდიდრებას, არის ის რომ კარბონატული მდგენელი კომპონენტების ხვედრითი წონები (3.3-3.7 გ/სმ³), საგრძნობლად ჩამორჩება ოქსიდური მინერალების ანალოგიურ მაჩვენებლებს (4.7-5.0 გ/სმ³) და ძალზედ უახლოვდება ფუჭე ქანის ხვედრით წონებს (2.2-3.3 გ/სმ³).

ცხრილი 1

საქართველოს მადნების რესურსები

საბადოების და პერსპექტიული საბადოების დასახელება	მარაგი მლნ.ტ	პროგნოზული რესურსი, მლნ.ტ	სულ: მარაგი და პროგნოზული რესურსი, მლნ.ტ	განლაგების ადმინისტრაციული რაიონი
I საბადოები				
ჭიათურა	212.7	32.0	244.7	ჭიათურა
ჩხარი-აჯამეთი	5.0	30.0	35.0	თერჯოლა
ყვირილის დეპრესია	27.0	40.0	67.0	ზესტაფონი
II პერსპექტიული ფართობები				
თეთრი წყარო	-	25.0	25.0	თეთრი წყარო
წყალტუბო-მარტვილი	-	20.0	20.0	წყალტუბო-მარტვილი
აჭარა-თრიალეთის ზონა	-	35.0	35.0	
სულ პერსპექტიულ ფართობზე	-	80.0	80.0	
მთლიანი მარაგი	244.7	262.0	506.7	

ამჟამინდელი მონაცემებით „ჭიათურმანგანუმი“ ყოველწლიურად საშუალოდ 200-250 ათას ტონა კონცენტრატს აწარმოებს, რაც რაოდენობრივად ვერ აკმაყოფილებს ქარხნის მოთხოვნებს და აუცილებელი ხდება ამ დეფიციტის შევსება საზღვარგარეთიდან შემოტანილი ძვირადღირებული მადნებით.

ცხრილი 2

გამომწვარი კარბონატული კონცენტრატის გრანულომეტრიული შედგენილობა

ფრაქცია	-5+3	-3+2	-2+1	-1+0.5	-0.5+0.25	-0.25+0
5-0	55.0	17.4	18.4	4.4	3.4	1.4
3-0	-	28.4	38.1	9.1	10.1	14.3,
2-0	-	-	49.6	10.9	14.4	25.1
1-0	-	-	-	25.0	30.6	44.4

ჭიათურის ღარიბი კარბონატული მადნების გამდიდრებაზე არაერთი სამუშაოა შესრულებული, რომელთა შორის განსაკუთრებით გამოირჩევა კარბონატული მადნების გამდიდრების გამოწვა-გრავიტაციული მეთოდი [2-4]. აღნიშნული მეთოდის მიხედვით ხდება კარბონატული კონცენტრატების (ფრაქცია 5-00 მმ, Mn-25-27%) წინასწარი გამოწვა 900-950 °C ტემპერატურულ ინტერვალში და გამომწვარი მასალის გრავიტაციული გაყოფა სალექ მანქანაზე.

ცხრილი 3

გამომწვარი კონცენტრატის გრავიტაციული გამდიდრების შედეგები

პულსატორზე გამდიდრება	ფრაქცია, მმ											
	5-0			3-0			2-0			1-0		
	γ, %	β, %	ε, %	γ, %	β, %	ε, %	γ, %	β, %	ε, %	γ, %	β, %	ε, %
I შრე	9.6	50.99	15.5	10.9	57.75	19.0	16.4	57.99	28.0	7.4	62.1	14.1
II შრე	7.6	49.01	11.1	6.7	46.14	9.3	10.1	46.51	13.8	5.3	50.75	8.3
III შრე	17.3	40.15	20.9	10.9	41.15	13.5	18.2	39.53	21.2	12.2	36.16	13.6
IV შრე	17.8	36.41	19.4	16.6	31.92	16.0	15.0	29.8	13.2	13.2	30.18	12.3
V შრე	40.7	23.08	33.1	54.9	25.44	42.2	40.3	20.0	23.8	61.9	27.12	51.7
სულ	100	33.3	100	100	33.13	100	100	33.93	100	100	32.47	100

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს, კარბონატული კონცენტრატის გამოწვა-გრავიტაციული მეთოდით გამდიდრებისას, ფრაქციული შედგენილობის გავლენის შესწავლა გამომწვარი მასალის გრავიტაციული გამდიდრების შედეგებზე.

ამ მიზნით ჭიათურის კარბონატული კონცენტრატი (Mn 25.3%; MnO₂ 7.0%; SiO₂ 19.8%, CaO 7.6%; P 0.16%, გ.დ. 23.3%), გამოიწვა 900 °C ტემპერატურაზე და გამომწვარი მასალა (Mn 33.6%, SiO₂ 25.4%, CaO 9.3%; P 0.19%), დამატებით დაიმსხვრა სამ ფრაქციად და თითოეული მათგანი გამდიდრდა პულსატორზე. გამომწვარი მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა მოცემულია მე-2 ცხრილში, ხოლო გამდიდრების შედეგები მე-3 ცხრილშია ნაჩვენები.

მეტი თვალსაჩინოების მიზნით, მე-3 ცხრილში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით თეორიული გადათვლით განისაზღვრა Ib-ის კონცენტრატის (Mn48%) გამოსავალი და მასში მანგანუმის ამოკრეფა (ცხრილი 4).

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ გამომწვარი კონცენტრატების გრავიტაციულ გამდიდრებაზე უდიდეს გავლენას ახდენს -2+1 მმ ზომის მქონე ნაწილაკების არსებობა, კერძოდ მისი რაოდენობის მომატებასთან ერთად, უმჯობესდება გრავიტაციული გამდიდრების მაჩვენებლები. აღნიშნულიდან გამომდინარე, გრავიტაციული გამდიდრებისას საუკეთესო შედეგით გამოირჩევა 2-0 მმ ფრაქცია, რომელშიც -2+1 მმ ზომის მქონე ნაწილაკების რაოდენობა თითქმის ნახევარს შეადგენს.

ცხრილი 4

გამომწვარი კონცენტრატის გრავიტაციული გამდიდრების შედეგები
(თეორიული გათვლები)

პროდუქტი	ფრაქცია, მმ											
	5-0			3-0			2-0			1-0		
	γ, %	β, %	ε, %	γ, %	β, %	ε, %	γ, %	β, %	ε, %	γ, %	β, %	ε, %
I	25.5	48.0	36.8	29.7	48.0	43.0	44.0	48.0	62.2	22.8	48.0	33.7
II	74.5	28.3	63.2	70.3	26.8	57.0	56.0	22.9	37.8	77.2	27.9	66.3
სულ	100	33.3	100	100	33.13	100	100	33.93	100	100	32.47	100

ამრიგად, გამომწვარი კარბონატული კონცენტრატის გრავიტაციული გამდიდრების ოპტიმალურ ვარიანტად 2-0 მმ ფრაქცია უნდა ჩაითვალოს.

გამოწვა-გრავიტაციული გამდიდრების მეთოდის სრულყოფის მიზნით, შესწავლილი იქნა აგრეთვე კარბონატული კონცენტრატების გამოწვის ტემპერატურისა და დამსხვრევამდე წინასწარ გამომწვარი კონცენტრატების გავლენა, გრავიტაციული გამდიდრების მაჩვენებლებზე. აღნიშნულთან დაკავშირებით „საქპატენტში“ შეტანილია განაცხადი და ამ ეტაპზე დადგენილია დაცვის ობიექტი და სიახლე [5].

ლიტერატურა:

1. G. Kvirkvelia. Foreign scientists about the metallurgy of ancient Georgian tribes. Tbilisi, Education, "Soviet Georgia". 1976 90 p.

2. Mazmishvili S.M., Sulamanidze V.K. A.S.1200932. The method of enrichment of carbonate manganese ores.
3. Tsereteli K.N. Tsereteli N.I. Investigation of the distribution of elements in the process of roasting-gravitational enrichment of ores. Abstracts of reports of the conference of young chemists. Tbilisi, Metsniereba. 1989. p.68
4. Tsereteli N.I. Development and industrial development of technology for obtaining medium-carbon ferromanganese using roasting-gravity carbonate manganese concentrate. Dissertation abstract. Dnepropetrovsk. 1986.p.10;
5. Patent application AP 2022 15937

Obtaining high-quality concentrates from Chiaturi carbonate ores

Nugzar Tsereteli Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Metallurgical Materials Science and Metal Processing. Dean of the Faculty. Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, m. 69 of Kostava
E-mail: n.tsereteli@gtu.ge

Ketevan Tsereteli Associate Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Metallurgical Materials Science and Metal Processing. Technical University of Georgia, Georgia, 0175, Tbilisi, m. 69 of Kostava
E-mail: k_tsereteli@gtu.ge

Abstract. The article deals with the possibility of obtaining high-quality concentrates from Chiatura manganese-containing poor ores. The calcination-gravity method of enriching carbonate concentrates is discussed, which involves heat treatment of carbonate concentrates in the temperature range of 900-950°C before enrichment. The effect of the fractional composition of the calcinated concentrates on the technological indicators of gravity enrichment is studied. Pre-calcination of carbonate concentrates by means of gravity enrichment and subsequent grinding to the desired fraction is proposed for improving technological parameters.

Keywords: ore, concentrate, concentration; fraction, temperature; calcination.

ფაზური გარდაქმნები ოქროშემცველი სპილენძის ოქსიდური მადნის და აგრეთვე ქალკოპირიტის გადამუშავების ნარჩენების სეგრეგაციული მეთოდით გამოწვის პროცესში

რუსუდან ჩაგელიშვილი უფროსი მეცნიერი, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რაფიელ აგლამის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, თბილისი, მინდელის ქ.
11

ვაჟა ჩავჭიშვილი E-mail: rusudan@yahoo.com,
მთავარი მეცნიერი, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტის რაფიელ აგლაძის არაორგანული
ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი,
ცისანა გაგნიძე E-mail: vaja_ch@yahoo.com,
უფროსი მეცნიერი, ივ. ჯავახიშვილის, მინდელის ქ. 11, იშვილის
სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რაფიელ
აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი,
თბილისი, მინდელის ქ. 11
E-mail: ts.gagnidze@mail.ru ,

რეცენზენტები:

რ. დუნდუა, უფროსი მეცნიერი, 558 52 11 24. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტის რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის
ინსტიტუტი.

E-mail: r.dundua@yahoo.com

ნ. გელოვანი, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიის
და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ფარმაციის დეპარტამენტი

E-mail: n.gelovani@gtu.ge

ანოტაცია. საქართველოში, ბოლნისის რაიონში და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე
ძირითად სულფიდურ მადნებთან ერთად აღსანიშნავია დაბალხარისხიანი, ძნელად გამდიდ-
რებადი ოქროშემცველი სპილენძის ოქსიდური, შერეული მადნები და მათი გადამუშავების
ნარჩენები, რომელთა მიმართ ინტერესი, მეტალების ფასების ზრდასთან ერთად, განუხრელად
იზრდება. ამ მადნების გადამამუშავებლად პერსპექტიულად გვესახება სეგრეგაციული
მეთოდის გამოყენება, რამაც შეიძლება უზრუნველყოს მათი ეფექტური კომპლექსური
გადამამუშავება სასარგებლო კომპონენტების მაქსიმალური ამოღებით.

საკვანძო სიტყვები: ნეიტრალური და სუსტაღმდგენელი გარემო, კეთილშობილი
ლითონები, ნახშირბადიანი აღმდგენელი, სპილენძის მადანი.

შესავალი

ძნელად გამდიდრებადი მადნების გადამამუშავებლად სეგრეგაციის პროცესმა
პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვა ანგლო-ამერიკული ჯგუფის მიერ “TORCO”-ს პროცესის სახით,
რაც ნიშნავს ძნელად გამდიდრებადი სპილენძის მადნების გადამამუშავებას (Treatment Of

Refractory Copper Ores). სეგრეგაციული გამოწვის მეთოდი გულისხმობს პირველ ეტაპზე - ნეიტრალურ ან სუსტაღმდგენელ გარემოში მადნის მაღალტემპერატურულ (700-900°C) გამოწვას ნახშირისა და ტუტემეტალთა ქლორიდის თანაობისას. მეტალური სპილენძის და კეთილშობილი ლითონების ნაწილაკები იკრიბებიან ნახშირბადიანი აღმდგენელის ირგვლივ. მე-2 ეტაპზე - მიღებული სეგრეგაციის პროდუქტის ფლოტაციურ გამდიდრებას ისეთი კონცენტრატის მიღების მიზნით, რომელშიც თავს იყრის სპილენძი და კეთილშობილი ლითონები, რომელთა შემცველობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე ჩვეულებრივი ფლოტაციის გზით მიღებულ კონცენტრატში.

საქართველოში, ბოლნისის რაიონში და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე ძირითად სულფიდურ მადნებთან ერთად აღსანიშნავია დაბალხარისხიანი, ძნელად გამდიდრებადი ოქროშემცველი სპილენძის ოქსიდური, შერეული მადნები და მათი გადამუშავების ნარჩენები, რომელთა მიმართ ინტერესი, მეტალების ფასების ზრდასთან ერთად, განუხრელად იზრდება. ამ მადნების ტრადიციული მეთოდებით გამდიდრება ყოველთვის ეფექტური არ არის - დაბალია მეტალების კონცენტრატში ამოკრების ხარისხი, დიდია დანაკარგები კუდებში. ამ შემთხვევაში პერსპექტიულად გვესახება სეგრეგაციული მეთოდის გამოყენება ამ მადნების გადასამუშავებლად, რამაც შეიძლება უზრუნველყოს მათი ეფექტური კომპლექსური გადამუშავება სასარგებლო კომპონენტების მაქსიმალური ამოღებით.

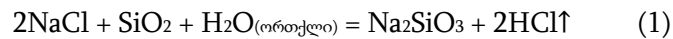
ძირითადი ნაწილი

ძნელად გამდიდრებადი მადნების გადასამუშავებლად სეგრეგაციის მეთოდი აღმოჩენილი იყო მე-20 საუკუნის 20-იან წლებში, ხოლო პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვა დაახლოებით 30 წლის შემდეგ ანგლო-ამერიკული ჯგუფის მიერ "TORCO"-ს მეთოდის სახით, რაც ნიშნავს ძნელად გამდიდრებადი სპილენძის მადნების გადამუშავებას (Treatment Of Refractory Copper Ores).

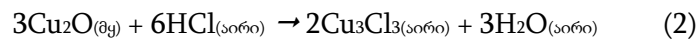
სეგრეგაციის მეთოდი გულისხმობს პირველ ეტაპზე - ნეიტრალურ ან სუსტაღმდგენელ გარემოში მადნის მაღალტემპერატურულ (700-900°C) გამოწვას ნახშირისა და ტუტემეტალთა ქლორიდის თანაობისას. გადამუშავების მე-2 ეტაპზე - მიღებული მასის ფლოტაციურ გამდიდრებას კონცენტრატის მიღების მიზნით, რომელშიც თავს იყრის სპილენძი და კეთილშობილი ლითონები, რომელთა შემცველობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე ჩვეულებრივი ფლოტაციის გზით მიღებულ კონცენტრატში.

რაც შეეხება სპილენძის დაჟანგული მადნების სეგრეგაციის პროცესის ქიმიზმს, არსებობს რამდენიმე თვალსაზრისი, მაგრამ ამჟამად საყოველთაოდ მიღებულია თვალსაზრისი [1-4], რომლის მიხედვითაც სეგრეგაციის პროცესი შედგება სამი თანმიმდევრული სტადიისგან:

I სტადია - მეტალის ქლორიდის ჰიდროლიზი მადნის შემადგენლების თანაობისას (კაჟმიწა, ალუმოსილიკატები, რკინის ჟანგი და სხვა) ქლორწყალბადის წარმოქმნით:



II სტადია - სპილენძის დაჟანგული ნაერთების ურთიერთქმედება ქლორწყალბადთან აქროლადი ერთვალენტური სპილენძის ქლორიდის წარმოქმნით. ამ პროცესს თან ახლავს წყლის ორთქლის გამოყოფა, რომელიც მონაწილეობს მეტალის ქლორიდის ჰიდროლიზში:



III სტადია - სპილენძის ქლორიდის აღდგენა ნახშირბადიანი აღმდგენელის ზედაპირზე წყალბადით, რომელიც წარმოიქმნება წყლის ორთქლის ურთიერთქმედებით ნახშირბადთან. მიიღება მეტალური სპილენძი, რომლის ნაწილაკებიც გროვდებიან ნახშირბადიანი აღმდგენელის ირგვლივ:



ამ რეაქციით წარმოქმნილი ქლორწყალბადი ხელმეორედ მონაწილეობს სპილენძის დაჟანგული მინერალების ქლორირების სტადიაში, ამიტომ ნატრიუმის ქლორიდის ხარჯი რამდენჯერმე ნაკლებია, ვიდრე საჭიროა სტექიომეტრული თანაფარდობით.

ოქროსა და ვერცხლის ქლორიდები იმავე მექანიზმით აღდგებიან და სპილენძთან ერთად გარს ეკვირან ნახშირბადოვან აღმდგენელს. სეგრეგაციის პროდუქტის ფლოტაციის შედეგად ნახშირთან ერთად ხდება ამ მეტალების ამოღება კონცენტრატში, სადაც მათი შემცველობა გაცილებით მაღალია საწყისთან შედარებით.

სეგრეგაციული გამოწვის პროცესმა მიიპყრო მსოფლიოს ბევრი მკვლევარის ყურადღება და იგი დაინერგა რამდენიმე საწარმოში. ჩვენს მიერ ეს მეთოდი გამოყენებული იქნა ბოლნისის რაიონის სპილენძის ოქსიდური მადნის (Cu-3,6%, Au-0,5გ/ტ, Ag-20გ/ტ), ასევე მადნეულის ქალკოპირიტული სპილენძის კონცენტრატისა და ჭიათურის დაბალხარისხიანი ფლოტოკონცენტრატის ერთობლივი ავტოკლავური გამოტუტვის ნარჩენების - რკინის კვების გადასამუშავებლად. ამ წარმოების გადამუშავების პროდუქტებს წარმოადგენენ ავტოკლავური სპილენძის ფხვნილი და აქტიური ელექტროლიტური მანგანუმის ორჟანგი.

წარმოების ნარჩენების - რკინის კვების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1.

ქალკოპირიტული სპილენძის და მანგანუმის მადნების კონცენტრატების ერთობლივი ავტოკლავური გამოტუტვის ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა

სინჯის №	Cu, %	Fe, %	S _{საერთო} , %	SSO ₄ ²⁻ , %	Ag, გ/ტ	Au, გ/ტ	SiO ₂ , %	Al ₂ O ₃ , %	CaO, %
1	1,3	32,5	6,33	3,64	38,0	3,8	-	-	-
2	1,1	35,5	5,63	3,73	40,5	3,8	20,34	7,03	4,5

რკინის კვები ძირითადად შეიცავენ გემატიტის წვრილდისპერსულ მარცვლებს, კვარცის და მინდვრის შპატის ნამსხვრევებს და სულფიდების: ქალკოპირიტის, პირიტის და კოველინის ნარჩენებს, კალციუმის სულფატს მომატებული რაოდენობით, აგრეთვე მაგნეტიტის მარცვლებს.

დანადგარი სეგრეგაციული გამოწვისთვის წარმოადგენს კვარცის რეაქტორს შიდა დიამეტრით 70 მმ, სიგრძით 150 მმ, რომელიც ხურდება და ბრუნავს ელექტროლუმელში. მისი ბრუნვა ხდება სპეციალური მიმყვანი მოწყობილობით. რეაქტორი იტევს 100-150 გ კაზმის წონას. სარეაქციო არედან ჰაერის ჟანგბადის მოსაცილებლად ღუმელის გახურებისას, სამუშაო ტემპერატურის დროს და კაზმის გაცივებისას მცირე ხარჯით (30 სმ³/წმ) ბალონიდან მიეწოდება აზოტი. აირების გამოყოფა ხდება ჰიდროჩამკეტში რეზინის მილით.

ექსპერიმენტებისთვის გამოყენებული იყო ანტრაციტი -250 მკმ ზომის, რომელიც შეიცავდა: C – 91,12%, H – 2,16% და ნატრიუმის ქლორიდი მარკით „ანალიზისთვის სუფთა“ - ზომით -100 მკმ. რეაგენტები ერევა ნამწვს ცივ მდგომარეობაში, ან რეაქტორში მოცემულ ტემპერატურაზე გახურებულს. რეაქტორის ბრუნვის სიჩქარე - 10 ბრ/წთ, ხოლო ღუმელის გახურების სიჩქარე - 10 გრ/წთ.

გაცივების შემდეგ ხდება სეგრეგაციის პროდუქტის ფლოტაციური გამდიდრება დაწვრილმანების გარეშე შემდეგ პირობებში: პულპის pH – 8-11; შემკრები - კალიუმის ბუთილის ქსანტოგენატი (100 გ/ტ); ამქაფებელი - ფიჭვის ზეთი (50 გ/ტ); ძირითადი და საკონტროლო ფლოტაციის ხანგრძლივობა 15 და 10 წუთი.

ჩატარდა რკინის კვების სეგრეგაციული გამოწვა წინასწარი დამჟანგველი გამოწვის გარეშე 800°C ტემპერატურაზე, ნატრიუმის ქლორიდის და ნახშირის ხარჯი 1%, გამოწვის ხანგრძლივობა 30 წთ. მივიღეთ არადამაკმაყოფილებელი შედეგები, როგორც მოსალოდნელი იყო, რადგან სპილენძი ნარჩენებში სულფიდური ფორმით არის და მისი ქლორირება ქლორწყალბადით თერმოდინამიკური გამოთვლებითაც ნაკლებ შესაძლებელია.

კვების დამჟანგველი გამოწვა ტარდებოდა 850 – 900°C - ტემპერატურაზე მუფელის ღუმელში ან კვარცის მბრუნავ რეაქტორში, რის შემდეგაც ნამწვი ძირითადად შეიცავდა

გემატიტს (Fe_2O_3), სილიციუმის ორჟანგს (SiO_2), მცირე რაოდენობით მინდვრის შპატს, კალციუმის სულფატს და სპილენძის ოქსიდს. საერთო გოგირდის შემცველობა - 3,29%, მასში სულფატური გოგირდი - 3,25%.

შესწავლილი იქნა კეკების დამჟანგველი გამოწვის შემდეგ მიღებული ნამწვის სეგრეგაციულ გამოწვაზე შემდეგი ფაქტორების გავლენა: ტემპერატურის (750 - 900°C -ის ფარგლებში), ნატრიუმის ქლორიდის ხარჯის (კეკების მასის 0,25 - 2%), ნახშირის ხარჯის (0,5 - 3%) და სეგრეგაციული გამოწვის ხანგრძლივობის (5 - 120 წთ).

ექსპერიმენტების შედეგად დადგინდა როგორც სპილენძის ოქსიდური მადნის, აგრეთვე რკინის კეკების (მათი დამჟანგველი გამოწვის შემდეგ) სეგრეგაციული გამოწვის ოპტიმალური პირობები: ტემპერატურა - 850°C, ნატრიუმის ქლორიდის ხარჯი-1%, ნახშირის-1,5 %, პროცესის ხანგრძლივობა - 60 წთ. ამ პირობებში სპილენძის, ოქროს და ვერცხლის ამოღების ხარისხი შეადგენს 86-93%-ს.

ფლოტაციური კონცენტრატის ხარისხის ამაღლებისა და მისი გამოსავალის შემცირების მიზნით ჩატარებული იქნა კეკების დიდი რაოდენობის სეგრეგაციული გამოწვის პროდუქტის ფლოტაცია უფრო მსხვილ მასშტაბში კონცენტრატების გადაწმენდით. კონცენტრატების ჯამური რაოდენობა (470გ.) გამდიდრდა 3დმ³ მოცულობის ლაბორატორიულ ფლოტომანქანაზე, ხოლო მიღებული კონცენტრატების გადაწმენდა - 0,3დმ³ მოცულობის ფლოტომანქანაზე. გამსხვილებული ექსპერიმენტების შედეგად ფლოტაციის მონაცემები ძირეულად გაუმჯობესდა. გადაწმენდილ კონცენტრატში სპილენძის შემცველობა 42,7% იყო, ვერცხლი - 1380გ/ტ, ოქრო - 40-50გ/ტ. ფლოტაციური კუდების გამოსავალი სეგრეგაციის პროდუქტის 93% - ს შეადგენდა და შეიცავდა 0,16% სპილენძს. მეტალების ამოღების ხარისხი 80% - ის ფარგლებში მერყეობდა.

სეგრეგაციული გამოწვის პროდუქტის რენტგენული, მიკროსკოპული და მიკროზონდ MS-46 „კამეკაზე“ მიკრორენტგენოსპექტრალური ანალიზები აჩვენებენ, რომ მისი ძირითადი მასა წარმოდგენილია წვრილდისპერსული გემატიტით, მასთან ერთად შეინიშნება მაგნეტიტი, ქალკოპირიტის რიგის სპილენძის და რკინის სულფიდები, ნახშირი, ქალკოზინი და არამადნური ნაერთები. ქალკოზინი შეინიშნება ძირითადად ნახშირის ნაწილაკების ირგვლივ (სურ. 1-4). მდიდარი ფლოტოკონცენტრატი გამოირჩევა ნახშირის მომატებული რაოდენობით და მის ირგვლივ ქალკოზინის ფენით (სურ. 4) . გვხვდება მეტალური სპილენძისა და თეთრი ფერის მეტალის გამონაყოფები.

სპილენძის ოქსიდური მადნის სეგრეგაციის შედეგად ნახშირის ირგვლივ თავს იყრის მეტალური სპილენძი, რაც ზემოთ თეორიულ ნაწილში იყო აღნიშნული, ხოლო რკინის კეკების

შემთხვევაში, სეგრეგაციული გამოწვის პროდუქტების ანალიზებით ჩანს, რომ მათში სპილენძი ძირითადად იმყოფება მეორადი სულფიდების სახით - ქალკოზინის (Cu_2S) და დიგენიტის (ქალკოზინის მაღალტემპერატურული მოდიფიკაცია), რომლებიც წარმოიქმნებიან გამოყოფილი მეტალური სპილენძის ხელმეორედ სულფიდირების შედეგად იმ გოგირდის ხარჯზე, რომელსაც საკმაო რაოდენობით შეიცავს კვები კალციუმის სულფატის სახით. სპილენძის შემცველობა სულფიდის სახით უფრო აადვილებს ფლოტაციის პროცესს და კონცენტრატის შემდგომ მეტალურგიულ გადამუშავებას საბოლოო პროდუქტების მიღების მიზნით.

კვების სეგრეგაციული გამოწვის პროცესის დროს მიმდინარე ფაზური გარდაქმნების თანმიმდევრობის შესასწავლად ჩატარდა ექსპერიმენტი, რომლის მიმდინარეობის დროსაც მოხდა სინჯების აღება საანალიზოდ. წინასწარ დამჟანგველი გამოწვის შემდეგ მიღებულ 100გ მასის წონაკის კვებს დაემატა 1გ. NaCl და 1,5გ. ნახშირი, კარგად არევის შემდეგ ჩაიტვირთა რეაქტორში, რომლის გახურება ხდებოდა 10°C სიჩქარით. სინჯები იქნა აღებული 700° , 800° და 850° -ის მიღწევისას. ამის შემდეგ სინჯების აღება წარმოებდა ყოველ 10 წთ-ში ერთი საათის განმავლობაში. აღებული სინჯების გამოკვლევა ხდებოდა რენტგენულ დიფრაქტომეტრზე „დრონ-05“-ზე, აგრეთვე შესწავლილი იქნა მიკროსკოპის ქვეშ და რენტგენულ მიკროანალიზატორზე MS-46 „კამეკა“, რომელზედაც გადაღებული იქნა სინჯებისგან სპეციალურად დამზადებული ანშლიფების მიკროფოტოგრაფიები.

წინასწარი დამჟანგველი გამოწვის შემდეგ, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მიღებული ნამწვი სპილენძს შეიცავს ოქსიდის სახით. 700°C -ზე აღებულ სინჯში ნახშირის ნაწილაკების ირგვლივ შეინიშნება მეტალური სპილენძის თხელი ფენა ნაწილაკების ზომით 2 მკმ-დე და მასთან ზოგ ადგილას ქალკოზინისა და დიგენიტის ცალკეული წარმონაქმნები ნაწილაკების ზომით 3-5 მკმ-დე. (ცხრ. 2). ჩანს, რომ ნახშირის ირგვლივ ძირითადად მეტალური სპილენძის იმპულსები შეინიშნება. 800° -ზე აღებულ სინჯში - სპილენძის ნაწილაკები 5 მკმ-დე ნახშირის ნაწილაკების ირგვლივ გემატიტის მასაში, ხშირად ქალკოზინთან (Cu_2S), რომლის რაოდენობა ოდნავ მატულობს. 850° ტემპ-ის მიღწევისას, რომელიც წარმოადგენს სეგრეგაციული გამოწვის ოპტიმალურ ტემპერატურას, Cu_2S (1-5 მკმ) იმყოფება ნახშირის ნაწილაკების ირგვლივ თხელი ჯაჭვის სახით, ან 5-10 მკმ-ის სიგანის და 50-100 მკმ სიგრძის ზოლის სახით. შეიძლება დავასკვნათ, რომ სპილენძი მთლიანად გადავიდა ქალკოზინში. იზოთერმული პროცესის 10 წთ-ის შემდეგ გემატიტი (Fe_2O_3) ნაწილობრივ გადადის მაგნეტიტში (Fe_3O_4). ნახშირის გარშემო იზრდება ქალკოზინ-დიგენიტის ნაწილაკების სისქე 10 მკმ-დე, 20 წთ-ის შემდეგ 50 მკმ-მდე და ა.შ. სეგრეგაციის პროცესის

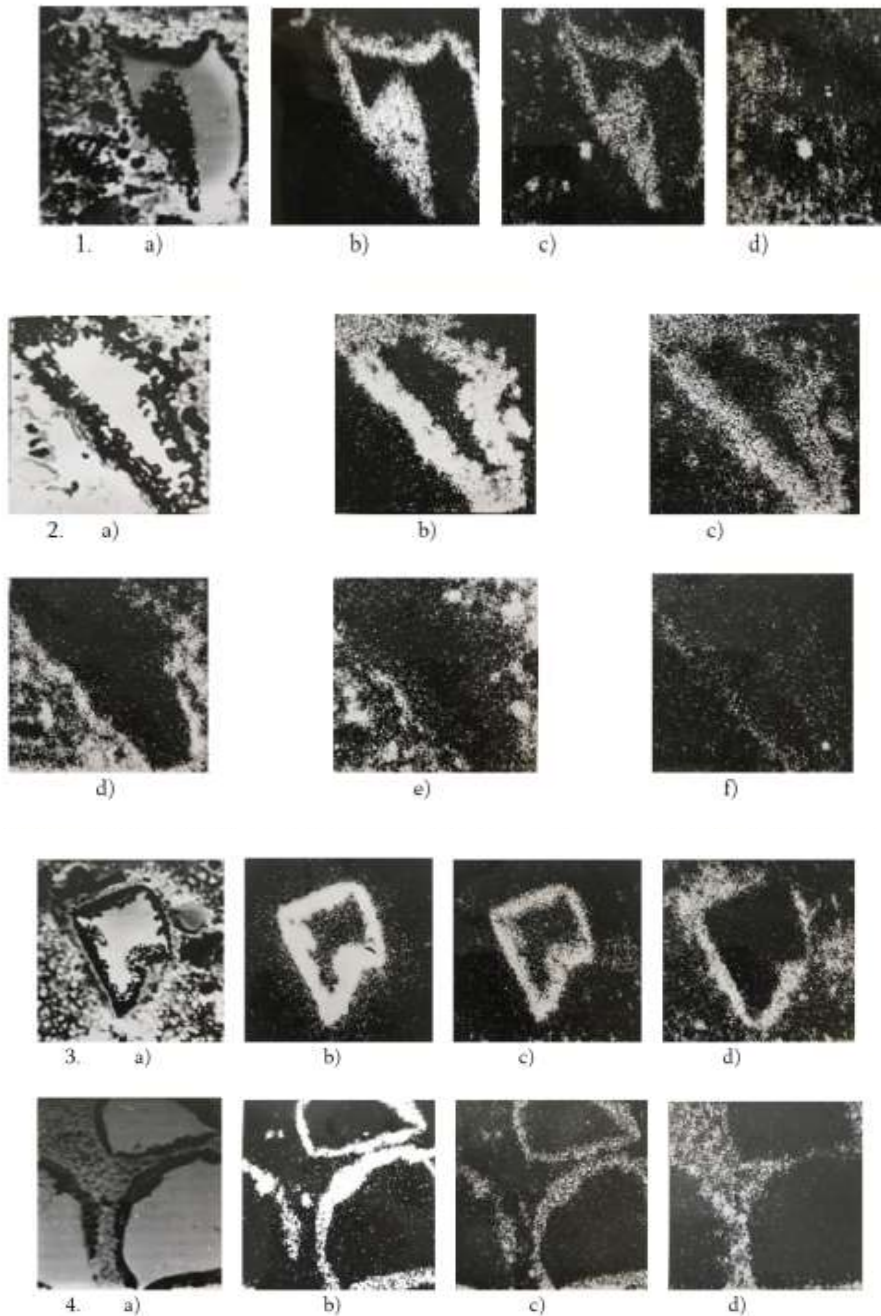
დასასრულს Cu_2S -ის მარცვლები ნახშირის ირგვლივ წარმოქმნის 20-50 მკმ-ის სისქის ზოლს 2-6-დან 25 მკმ-დე ქალკოზინ-დიგენიტის ცალკეული მარცვლებით (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

რკინის კვების სეგრეგაციული გამოწვის პროცესის მიმდინარეობისას აღებული სინჯების შესწავლა დიფრაქტომეტრ „დრონ-05“-ზე და ამ სინჯებისგან დამზადებულ ანშლიფებზე მიკროსკოპში ვიზუალური დაკვირვების შედეგები

სინჯის №	დრო ცდის დაწყებიდან	ტემპერატურა, °C	მასალაში არსებული ფაზები კლების მიხედვით	სპილენძის მარცვლების სიმსხო, მკმ	სპილენძის სულფიდის მარცვლების სიმსხო, მკმ	ნახშირის ირგვლივ სპილენძის სულფიდის ზოლის სიგანე, მკმ
1	2	3	4	5	6	7
1.	0	20	Fe_2O_3 , SiO_2 , CaSO_4 , Cu_2O	-	-	-
2.	55	700	Fe_2O_3 , SiO_2 , Cu , Cu_2S (ნაკლები)	1-2, უმეტესად 2	3-5, უმეტესად 3	-
3.	70	800	Fe_2O_3 , SiO_2 , Cu_2S , Cu .	1-5, უმეტესად 4	1-5, უმეტესად 4	3
4.	80	850	Fe_2O_3 , SiO_2 , Cu_2S , Cu (ნაკლ.)	1-3, უმეტესად 2	1-5, უმეტესად 4	5-10
5.	90	850	Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , SiO_2 , Cu_2S , Cu (ნაკლ.)	1-3, უმეტესად 1	4-6, იშვიათად 25-მდე, უ 6	10
6.	100	850	Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , SiO_2 , Cu_2S , Cu (ცოტა)	1-3, უმეტესად 1	2-10, 25-მდე, უმეტესად 8	10-15
7.	120	850	Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , SiO_2 , Cu_2S	-	5-7, უმ.10. სიგრძე 100-150-მდე.	10-20
8.	140	850	Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , SiO_2 , Cu_2S	-	2-6, 25-მდე უმ.10	20-50

სპილენძის სულფიდის ფენის სისქის ზრდა თვალნათლივ ჩანს ამ სინჯებისგან დამზადებული ტაბლეტების მიკროფოტოგრაფიებზე (სურ.1-4). ჯერ ნახშირის ირგვლივ წარმოიქმნება მეტალური სპილენძი, შემდეგ იგი გადადის ქალკოზინ-დიგენიტში მადანში არსებული კალციუმის სულფატის გოგირდის ხარჯზე. ამიტომ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ 850°C-ზე წარმოქმნილი თავისუფალი სპილენძის გადასვლა სულფიდის ფორმაში არ წარმოადგენს მალიმიტირებელს მოცემულ პროცესში. Ca-ის იმპულსების განლაგებით ჩანს, რომ სეგრეგირებული სპილენძის ნაწილაკების ახლო მონაკვეთებზე კალციუმის შემცველობა უფრო მეტია, ვიდრე კაზმის დანარჩენ ნაწილში. რაც შეეხება რკინას, იგი საკმაოდ თანაბრად არის განაწილებული კაზმის მასაში და მისი თავმოყრა არ შეინიშნება სეგრეგირებულ სპილენძთან ახლოს.



სურათი 1-4. ელექტრონულ-რასტრული მიკროფოტოგრაფიები მიკროანალიზატორ „კამეკა“-ზე ანალიზების მონაკვეთებისა: რკინის კვების სეგრეგაციული გამოწვის პროდუქტების (1,2,3) და კონცენტრატის (4), შთანთქმული ელექტრონებით a) და დამახასიათებელი რენტგენული გამოსხივებით: სპილენძის - b), გოგირდის - c), კალციუმის - d), რკინის - e) და ვერცხლის - f).

ოქროს და ვერცხლის მცირე შემცველობის გამო მათი აღმოჩენა სპილენძთან ერთად ვერ მოხერხდა, მხოლოდ „კამეკა“-ზე ერთ ანალიზზე (სურ. 2) დაკვირვებისას დაფიქსირებულია ვერცხლის სუსტად გამოხატული იმპულსები, რის მიხედვითაც შეიძლება ვიმსჯელოთ, რომ ვერცხლიც და სავარაუდოდ, ოქროც სპილენძთან ერთად სეგრეგირდება ნახშირის ირგვლივ.

რკინის კვების სეგრეგაციული გამოწვის პროცესში კაზმის ფაზურ და სტრუქტურულ გარდაქმნებზე დაკვირვების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ კაზმში კალციუმის სულფატის არსებობისას სეგრეგაციული გამოწვის დროს წარმოქმნილი თავისუფალი სპილენძი გარდაიქმნება მეორადი სულფიდის ფორმაში ქალკოზინში (Cu₂S). ასეთი სეგრეგაციის პროდუქტის მიღების უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ მისი ფლოტაციური გამდიდრება მიმდინარეობს უფრო წარმატებით და მიღებული კონცენტრატის შტეინზე გადასაღწობად არ არის საჭირო სპილენძის სულფიდურ ფორმაში გადაყვანა, რის შედეგადაც დნობის ხანგრძლივობა მცირდება და იზრდება ნაღობში სპილენძის ამოღება.

ლიტერატურა:

1. Pinkney, E. F., Plint, N. (1967). Treatment of refractory copper ores by the segregation process. *Inst. Min. Met. Trans. Sect.*, 76(727), 114-132.
2. Brittan, M. I. (1970). Kinetics of copper segregation by the TORCO process. *J. S. Afr. Inst. Mining and Met.*, 70, (7), 278-289.
3. Britten, M. I., Liebenberg, R.R. (1971). A kinetic analysis of the TORCO copper segregation process. *Trans. Inst. Mining and Met.*, 80, Sept, 156-169.
4. Iwasaki, I., Maliski, A. S., Gagolino, N. C. (1973). Segregation process for copper and nickel ores. *Progress in extraction metallurgy*, New York, London, Paris. 1, 127-185.

Phase transformations in the process of roasting gold-bearing copper oxide ore and chalcopyrite processing waste using the segregation method

Rusudan Chagelishvili	Senior scientist, Iv. Rafiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Mindeli st. 11 E-mail: rusudan@yahoo.com ,
Vazha Chagelishvili	Chief Scientist, Iv. Rafiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of Javakhishvili Tbilisi State University E-mail: vaja_ch@yahoo.com ,
Tsisana Gagnidze	Senior scientist, Iv. Javakhtbilis, Mindeli st. 11 Rafiel Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of Ishvili Tbilisi State University, Mindeli St., Tbilisi. 11 E-mail: ts.gagnidze@mail.ru ,

Abstract. Along with the main sulphide ores in the Bolnisi region and its surrounding areas in Georgia, low-quality, hard-to-enrich gold-bearing copper oxide, mixed ores and their processing wastes are worth noting. It is promising to use a segregation method for processing these ores, which can ensure their effective complex processing with maximum extraction of useful components.

keywords: Neutral and weakly reducing environment, noble metals, carbonaceous reducing agent, copper ore.

ლითონთა კოროზიის შენელება, ალუმინის დაბალტემპერატურული (94-120)°C გალვანური დანაფარებით

- ნოდარ გასვიანი** დოქტორი, ლაბორატორიის ხელმძღვანელი, თბილისის ივანე ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რ. აგლაძის არაორგანული და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, ლობილთა ელექტროლიზის ლაბორატორია. საქართველო, 0186, ქ. თბილისი, მინდელის ქ. № 11,
Email: nodargasviani@mail.ru
- შალვა ანდლულაძე** პროფესორი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოსდაცვითი ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 69
E-mail: shalvaandguladze@yahoo.com
- მარინე ხუციშვილი** უფროსი მეცნიერთანამშრომელი, თბილისის ივანე ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რ. აგლაძის არაორგანული და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, ლობილთა ელექტროლიზის ლაბორატორია. საქართველო, 0186, ქ. თბილისი, მინდელის ქ. № 11,
- ლუიზა აბაზაძე** მეცნიერთანამშრომელი, მაგისტრი, თბილისის ივანე ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რ. აგლაძის არაორგანული და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, ლობილთა ელექტროლიზის ლაბორატორია. საქართველო, 0186, ქ. თბილისი, მინდელის ქ. № 11,
E-mail: luiza.abazadze@tsu.ge
- რაულ კოკილაშვილი** ასოცირებული პროფესორი, სტუ, აგრარული მეცნიერებები და ბიოსისტემების ინჟინერინგი. ქ. თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი N17
E-mail: raul.kokilashvili@gmail.com
- ნინო სხილაძე** მაგისტრი, ინჟინერი, თბილისის ივანე ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რ. აგლაძის არაორგანული და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, ლობილთა ელექტროლიზის ლაბორატორია. საქართველო, 0186, ქ. თბილისი, მინდელის ქ. № 11,
E-mail: ninosxiladze@mail.ru

რეცენზენტები:

ნ. ხიდაშელი, ასოცირებული პროფესორი, მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობის და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო

ელ.ფოსტა: n.khidasheli@gtu.ge

ზ. საბაშვილი, ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, ასოცირებული პროფესორი, „მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების“ დეპარტამენტის უფროსი.

E-mail: z_sabashvili@gtu.ge

ანოტაცია. საერთო აღიარებით მსოფლიოში წელიწადში 20 მილიონი ტონა რკინის ნაკეთობა განიცდის კოროზიას. შედეგად მსოფლიო ძალიან დიდ ფინანსურ ხარჯებს და ეკოლოგიურ ზიანს განიცდის.

ჩვენ ვთავაზობთ მსოფლიოს ალუმინის კოროზიამდეგი დაბალტემპერატურული გალვანური (94-100)^oC დანაფარებით რკინის დაცვას კოროზიისაგან.

პირველად მსოფლიო პრაქტიკაში მიღებული გვაქვს ძალიან კარგი ალუმინის გალვანური დანაფარები რკინის ნაკეთობებზე.

ამ საკითხს ეძღვნება წარმოდგენილი სტატია, მიძღვნილი ყველასათვის ძვირფას-სამაყო გივი ცინცაძის ნათელ ხსოვნას.

საკვანძო სიტყვები: გალვანური დანაფარები, ეკოლოგიური დაბინძურება, ინერტული ატმოსფერო

შესავალი

ლითონთა კოროზია დიდ ფინანსურ ხარჯებთან და ეკოლოგიურ დაბინძურებასთან არის დაკავშირებული, რაც სერიოზული პრობლემაა მსოფლიოსათვის. ყოველწლიურად მსოფლიო წარმოების თუჯისა და ფოლადის მესამედი, 20 მილიონი ტონა სუფთა ლითონზე გადაანგარიშებით იხარჯება დაჟანგული კონსტრუქციების, სხვადასხვა ნაკეთობების შესაცვლელად. ძველის დემონტაჟი, ახლის დამზადება და მონტაჟი ძალიან დიდ თანხებთანაა დაკავშირებული.

კოროზიით არის აგრეთვე დაჟანგული მილებიდან და რეზერვუარებიდან ნავთობის დანაკარგები, გაჟონილი აირები, კვების პროდუქტების დაზიანების შედეგად ადამიანთა ჯამთელობის შესაძლო დაზიანება.

უდიდეს მატერიალურ ზარალთან ერთად თვით კოროზიის პროდუქტი, ასევე წარმოება, რომელიც უშვებს კოროზიისაგან დამცავ საშუალებებს (ლაქ-საღებავები, პოლიმერები, სხვადასხვა ორგანული კომპოზიციები და ა.შ.) უდიდეს ეკოლოგიურ ზიანს აყენებს გარემოს.

ერთი საინტერესო შედარება: 2018 წლის ივლისში გაზეთი „POLITIKO“ (დანია) წერდა: პრეზიდენტი ტრამპის კატეგორიული მოთხოვნა იყო ნატოს წევრი ევროპული ქვეყნებისადმი, რომ ნატოს შენახვის ხარჯები გაეზარდათ, წინააღმდეგ შემთხვევაში დაემუქრა მძიმე შედეგებით (აშშ ნატოდან გასვლით). ქალბატონმა მერკელმა - თანამედროვეების ერთ-ერთმა სიმპატიურმა და დასაფასებელმა პოლიტიკოსმა, ნატოს შენახვისთვის გერმანიის მხრიდან წლიური ეროვნული შემოსავლის 1% მეტი არ გამოყო. მაშინ როდესაც, გერმანიის ეროვნული შემოსავლის 2,5%- რაც დოლარებში 100 მილიარდი დოლარის ტოლფასია, გერმანიაში ყოველწლიურად იხარჯება კოროზიის შედეგად.

ყოველივე ამის გათვალისწინებით კოროზიის აცილების ეკოლოგიურად უვნებელი საშუალებების ძიება არის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მსოფლიო პრობლემა.

ძირითადი ნაწილი

ამჟამად კოროზიისაგან ფოლადების დაცვის ყველაზე ხელსაყრელად ითვლება მოთუთიება. თითქმის ერთი საუკუნეა, თუთიამ უდიდესი როლი შეასრულა კოროზიისთან ბრძოლაში. თუთია უკვე დეფიციტური ლითონი გახდა, მისი მსოფლიო მარაგი უკვე ძალიან მცირეა. უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება იაფი და არადეფიციტური ალუმინის კოროზიამდეგი დანაფარების მიღებას. Al მადნების მსოფლიო მარაგი გამოუღვევლად ითვლება. კოროზიისაგან ლითონთა დაცვაში ალუმინის დანაფარები თუთიის დანაფარებს აბსოლიტურად ყველა პარამეტრით ჯობია. თუმცა ფოლადების ელექტროქიმიური მოალუმინირების მარტივი ტექნოლოგია ჯერ-ჯერობით დამუშავების ფაზაშია, ამ სტატიის ავტორთა მიერ.

ალუმინის დანაფარები 6-ჯერ მდგრადია თუთიის დანაფარებებზე თანაბარი წონის პირობებში, 3-ჯერ ერთნაირი სისქის პირობებში და 2,5-3- ჯერ იაფია.

1) ალუმინის გალვანური დანაფარების მიღება ამჟამად შესაძლებელია (მაგრამ გამოყენება არააქვს) ვაკუუმპლაზმური გაფრქვევით (1500-3500)°C ტემპერატურებზე. დიდია ენერგოდანახარჯი - შედეგი უხარისხო დანაფარები.

2) ფტორიდულ-კრიოლიტური ნალღობებიდან (860-1170)°C ტემპერატურებზე. ელექტროქიმიური ალუმინირების პროცესის განხორციელება დიდ სიძნელებთან არის დაკავშირებული - არარენტაბელურია.

3) ალიტირება (700-750)°C ტემპერატურებზე თხევად ალუმინში რკინის მასალების ამოვლებით, მიღებული ალუმინის დანაფარები ხარისხით არ გამოირჩევა, მაგრამ დიდი

წარმადობისა და ფართოდ გამოიყენება მშენებლობაში (აშშ, გერმანია, რუსეთი, ჩინეთი და სხვა).

4) ორგანული ხსნარებიდან ალუმინის ელექტროგამოლექვა არაპრაქტიკულია. მცირე სინესტის დროსაც დანაფარი არ მიიღება. ზოგიერთი ელექტროლიტი ტოქსიკურია. ორგანული ნივთიერებების მონაწილეობის დროს ყველა სისტემა უნდა იყოს საიმედოდ იზოლირებული ატმოსფეროსაგან, არ არის ეკოლოგიურად უვნებელი. ალუმინის დანაფარების ფართომასშტაბიანი წარმოება ორგანული ნივთიერებების გამოყენებით ძნელად წარმოსადგენია, ამ გზით შესაძლებელია პატარა პრობლემების მოგვარება.

ალუმინის მიღების პროცესი ხასიათდება ტექნოლოგიური სირთულეებით და დიდი ენერგოდანახარჯებით. ერთი ტონა ალუმინის წარმოებაზე (1100°C ტემპერატურაზე) იხარჯება 15-16 მგვ-ს/თ ელექტროენერგია, რაც შეადგენს მისი ღირებულების (24-45)%-ს. შესაბამისად ცხელი ალუმინირების მეთოდით დანაფარების მიღების პროცესი ძვირადღირებული და ნაკლებენტაბელურია. ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია მაღალტემპერატურული პროცესის შეცვლა შედარებით დაბალტემპერატურული ტექნოლოგიური პროცესებით (94-120)°C ტემპერატურებზე, რომელიც საიმედოა.

ჩვენი მიზანი იყო ალუმინის დანაფარების მისაღებად ეკოლოგიურად დასაშვები და ტექნოლოგიურად მისაღები, დაბალი ღირებულების ტემპერატურის მქონე ელექტროლიტის შექმნა, წარმატებით შესრულდა.

შემოთავაზებულია ალუმინის გალვანური დანაფარების მისაღებად დაბალტემპერატურული (94-120)°C ნალღობი ელექტროლიტი, რომელსაც ანალოგი არ მოეძებნება. მიღებულია შესანიშნავი დანაფარები, დიახ ბრწყინვალე დანაფარები, სხვადასხვა ლითონთა ნაკეთობებზე. პროცესი დამუშავების სტადიაშია, იმედი გვაქვს, რომ შემოგვიერთდება მსოფლიოში მრავალი მკვლევარი, ჩვენ დიდ სიამოვნებით ვითანამშრომლებთ მათთან. კოროზიის აცილების (შენელების) სხვა გზა, სხვა ხსნა არ არსებობს.

ჩვენი მიზანი იყო ალუმინის დანაფარების მისაღებად ეკოლოგიურად დასაშვები და ტექნოლოგიურად მისაღები დაბალი ღირებულების ტემპერატურის მქონე ელექტროლიტის შექმნა.

[1]

შევარჩა ელექტროლიტი $AlCl_3$, $NaCl$ და $BaCl_2$ ნარევეს. $BaCl_2$ უპირატესობა სხვა ლითონთა ქლორიდებთან შედარებით განპირობებულია რამოდენიმე მომენტით: Ba^{2+} იონები წარმოადგენენ O^{2-} იონების ერთ-ერთ ყველაზე კარგ აქცეპტორებს [2]. $BaCl_2$, $AlCl_3$ და $NaCl$ ქმნიან ყველაზე დაბალ ღირებულების ტემპერატურის 94°C ელექტროლიტს. დადგინდა ელექტროლიტის ოპტიმალური შემადგენლობა მას%: $AlCl_3(73-77)$ - $NaCl(17-21)$ - $BaCl_2(4-7)$. ეს

ნალღობი იძლევა (94-120)^oC ტემპერატურის პირობებში ელექტროლიზის ჩატარების საშუალებას [1]. ამ ნალღობის ძირითადი უპირატესობა, სწორედ ლღობის ასეთი დაბალი ტემპერატურაა, როდესაც ელექტროლიტის, კერძოდ AlCl₃ აქროლადობა გაცილებით მცირეა.

ლღობილში AlCl₃, NaCl [3] ელექტროქიმიური ალუმინირება (უკრაინელი ქიმიკოსების კვლევები) ხდება (160-200)^oC ტემპერატურებზე. ამ პირობებში ელექტროლიტი ძლიერ აქროლადია. აღნიშნული ელექტროლიტის ნაკლი ისიც არის, რომ ალუმინირების პროცესი უნდა ჩატარდეს ინერტულ ატმოსფეროში, წინააღმდეგ შემთხვევაში ელექტროლიტი ჭუჭყიანდება ალუმინის ოქსიდებით, რომელიც წარმოიქმნება ალუმინის მოქმედებით ჰაერის ჟანგბადთან. ბარიუმის კათიონები, რომლებიც წარმოადგენენ ჟანგბად იონების ძლიერ აქცეპტორებს [2] ხელს უშლიან ალუმინის ურთიერთქმედებას ჰაერის ჟანგბადთან. ამიტომ ელექტროლიტში AlCl₃-NaCl- BaCl₂ შესაძლებელია ალუმინის დანაფარების მიღება ჰაერის ატმოსფეროში. გარდა ამისა, ბარიუმის კათიონების არსებობა ელექტროლიტში აუმჯობესებს დანაფარის ხარისხს, ხდის მათ ერთგვაროვანს და ხელს უწყობს დანაფარის მტკიცე შეჭიდულობას სარჩულთან.

დანაფარის მიღების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს სარჩული ლითონის ზედაპირის მომზადებას. ალუმინით დასაფარი ლითონის ზედაპირი მზადდებოდა: 1) მექანიკურად, ფირფიტის ზედაპირი იწმინდებოდა ზუმფარით (უხეშით დაწყებული და ნულოვანი დამთავრებული). პრიალდებოდა მაუდის ნაჭრით, ირეცხებოდა აცეტონში ან ეთერში, შემდეგ ხდებოდა მისი ელექტროქიმიური ალუმინირება. 2) ელექტროქიმიურად, ანოდური დამუშავებით, ხსნარში (გ/ლ): H₂SO₄(150-200), NaCl(20,4) ტემპერატურა (20-25)^oC ანოდი, დასაფარი ნაკეთობა: ქანჩი, ჭანჭიკი და სხვა დამზადებული ფოლად-3-გან. კათოდი ტყვიის ფირფიტა, ანოდური დენის სიმკვრივე (3-5) ა/დმ². ელექტროლიზის ხანგრძლივობა 5-10 წთ. ელექტროლიზის შემდეგ ნაკეთობები ირეცხება: გამდინარე წყლით, დისტილირებული წყლით, აცეტონით. ამის შემდეგ ხდება მათი ელექტროქიმიური ალუმინირება. ელექტროლიზის პირობების დადგენის მიზნით იცვლებოდა პროცესის პარამეტრები: ელექტროლიზის ხანგრძლივობა (10-60) წთ-ის ფარგლებში, კათოდური დენის სიმკვრივე (0,01-0,2)ა/სმ² ფარგლებში. დამაკმაყოფილებელი დანაფარები მიიღება შემდეგი პირობების დაცვით: ელექტროლიტი AlCl₃-NaCl- BaCl₂ (73-77; 17-21; 4-7)მას% შესაბამისად, ტემპერატურა (94-120)^oC, ელექტროლიზის ხანგრძლივობა (15-30)წთ, კათოდური დენის სიმკვრივე (0,03-0,05)ა/სმ² ზღვრებში, მიღებული დანაფარის ფერია - ნათელი მოვერცხლისფრო, სარჩულთან კარგი ადგეზიით, დანაფარის სისქე 40-50 მკმ, უფრო დაბალი დენის სიმკვრივეზე მიიღება სარჩულთან ცუდად შეჭიდული დანაფარები.

ალუმინის გალვანური დანაფარები, პირველად მსოფლიო პრაქტიკაში, მივიღეთ დაბალ 94°C ტემპერატურაზე, სხვადასხვა ფოლადებზე: ფოლად -3, ფოლად-40, X-18, 25XMF, 35MΦ, საკონსტრუქციო ფოლადზე (X18H10T). ამ უკანასკნელისაგან მზადდება ლითონთა დამაკავშირებელი მოსაჭიმი ხრახნიანი ნაკეთობები (ქანჩები და ჭანჭიკები).

ალუმინის დაბალტემპერატურული დანაფარები მივიღეთ ძნელადღობად და იშვიათ ლითონებზე და პლასტმასებზე.

ლითონთა ალუმინირება დაბალ (94-120)°C ტემპერატურაზე, იძლევა საშუალებას, რომ ალუმინის დანაფარების გაუმჯობესების მიზნით გამოვიყენოთ ორგანული დანამატებიც, რაც ნაღობ ელექტროლიტში იშვიათობას წარმოადგენს - ორგანული ნივთიერებების არამდგრადობის გამო შედარებით მაღალ ტემპერატურებზე.

გამოვცადეთ ორგანული დანამატები: შარდოვანა, თიოშარდოვანა, სახარინი, ფტალამინი, ალუმინის აცეტატი, ალუმინის სტეარატი და სხვა. ძირითადად უმჯობესდება ალუმინის დანაფარების მიკროსტრუქტურა. დანაფარს ანიჭებენ ბრწყინვალეობას, ზრდიან ელექტროლიტის სტაბილურობას.

დასკვნა:

ალუმინის დაბალტემპერატურული (94-110)°C გალვანური დანაფარების მიღების ტექნოლოგია (რასაც ანალოგი არ მოეძებნება) დამუშავების ფაზაშია. მიღებულია დამამედებელი შედეგები. გასაკეთებელი ჯერ კიდევ ძალიან ბევრია. გავიხსენოთ, რომ თუთიის დანაფარები გაცილებით ადვილი მისაღებია, მის მიღებაზე უკვე ერთი საუკუნეა მსოფლიოს ასობით მკვლევარი და მრავალი ქარხანა მუშაობს. 2018 წელს თუთიის დანაფარების მიღების ტექნოლოგია კიდევ უფრო გაუმჯობესდა გერმანელი მკვლევარების მიერ. ალუმინის გალვანური დანაფარები აბსოლიტურად ყველა პარამეტრით ჯობია თუთიის დანაფარებს, თანაც თუთია უკვე დეფიციტურია, ხოლო ალუმინის მსოფლიო მარაგი გამოუღეველად ითვლება.

მომავალში კოროზიის წინააღმდეგ ბრძოლა მხოლოდ ალუმინის დანაფარებშია, სხვა გზა, სხვა ხსნა არ არსებობს. ავტორების აზრით მსოფლიო მკვლევარები ამ საქმეში ფართოდ ჩაერთვებიან, სასურველი შედეგები აუცილებლად იქნება.

ლიტერატურა:

1. Gasviani S.G., Avaliani A.Sh., Gasviani N.A. et al. "Melt for electrochemical aluminizing" A.S. No. 1527325, 1989

2. Shapoval V.I., Gasviani N.A., Tsiklauri O.G. "Acidic properties of some oxides (WO₃, MoO₃, CrO₃). Cations (Ca²⁺, Li⁺, Ba²⁺) against the background of molten salt systems" Communications of the ANSSR, 1979, 89, No. 1, pp. 101-104.
3. Chetverikov A. V., Makagon V. F., Delimarsky Yu. K. "Electrochemical aluminization in salt melts" - In the book: physical chemistry and electrochemistry. 1968, p. 311-318.

Slowing down the corrosion of metals with aluminum low-temperature (94-120)°C galvanic coatings

Nodar Gasviani	Doctor, Head of Laboratory, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, R. Agladze Institute of Inorganic and Electrochemistry, Lhobilta Electrolysis Laboratory. Georgia, 0186, st. Tbilisi, Mindeli st. No. 11, Email: nodargasviani@mail.ru
Shalva Andghuladze	Professor; Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Environmental Engineering, Georgia, Tbilisi, Kostavas 69 E-mail: shalvaandguladze@yahoo.com
Marine Khutsishvili	Senior research associate, Tbilisi State University named after Ivane Javakhishvili, R. Agladze Institute of Inorganic and Electrochemistry, Lhobilta Electrolysis Laboratory. Georgia, 0186, st. Tbilisi, Mindeli st. No. 11,
Luiza Abazadze	Research Associate, Master, Tbilisi State University named after Ivane Javakhishvili, R. Agladze Institute of Inorganic and Electrochemistry, Lhobilta Electrolysis Laboratory. Georgia, 0186, st. Tbilisi, Mindeli st. No. 11, E-mail: luiza.abazadze@tsu.ge
Raul Kokilashvili	Associate Professor, STU, Agricultural Sciences and Biosystems Engineering. St. Tbilisi, d. Guramishvili Avenue N17 E-mail: raul.kokilashvili@gmail.com
Nino Skhiladze	Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Technical University of Georgia, Georgia, 0126, Tbilisi, village Digomi, St. Nino Street No. 6, right of the apostles,

Abstract. It is generally accepted that 20 million tons of iron products are corroded in the world every year. As a result, the world suffers enormous financial costs and environmental damage.

We offer the world's aluminum corrosion-resistant low-temperature galvanic (94-100)°C coatings to protect iron from corrosion.

For the first time in world practice, we have received very good aluminum galvanic coatings on iron products.

The presented article is dedicated to this issue, dedicated to the bright memory of Givi Tsintsadze, who is dear to everyone.

keywords: Galvanic coatings, environmental pollution, inert atmosphere

COMBINED SCHEME FOR OBTAINING COMPOSITE POWDERS FROM CHLORIDE-OXIDE CHARGE

Zurab Mirijanashvili LEPL-Ferdinand Tavadze Metallurgy and Materials Science Institute, 0186 Mindeli No.8b, Tbilisi, Georgia
E-mail: mirijanashvilizura@gmail.com

Reviewers:

Z. Geliashvili, professor of the Faculty of Chemical Technology and Metallurgy of STU, Candidate of Chemical Sciences

E-mail: z.geliashvili@gtu.ge

Z. Sabashvili, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the "Metallurgy, Materials Science and Metal Processing" Department

E-mail: z_sabashvili@gtu.ge

ABSTRACT: Along with combined results of studying basic kinetic properties of thermographical, radiographic-phase and charge's metal chloride-oxide reduction processes, we have developed the scheme of obtaining composite powders. It was found that the maximum fraction of the obtained composite powders varies within 100-125 μm and does not exceed 5%, while remaining fractions of particles are 5-20 μm within 30-35%, 20-50 μm - 35-40%, 55-100 μm - 15-20%. Researching of composite powder's technological properties has revealed: Density varies from 4.6 to 4.95 g/cm³; Free dump specific weight 1,05-1,2 g/cm³; Judder specific weight 1.5-1.65 g/cm³ and fluidity 39-42 sec.

Keywords: Dispersed inclusions, Chloride-oxide charge, Composite powders, Restoration, Thermal effects, Technological features.

INTRODUCTION

For the growing development of high-tech industries and modern technology, great importance is attached to the production of composite powders with improved performance properties, in particu-

lar, composite powders reinforced with elastic compounds, they are used to manufacture special-purpose products, as well as to restore and reinforce the surfaces of parts. Products made from such materials, which are distinguished by structural stability, corrosion resistance and high strength, will be used by machine-building, stone processing and mining and processing enterprises, aviation and metallurgical plants, and oil refineries.

One of the promising methods to obtain metal-ceramic powders is the joint Aluminum recovery of corresponding metal's chloride-oxide-carbide furnace charge - by formation of reinforcing, strengthening phase powder particles Al_2O_3 or by collaboration of fine-disperse carbides and other high-melting compounds. This task can be resolved only by using powder metallurgy methods that gives the opportunity to create composite materials and powder alloys with unique properties [1-3].

RESULTS AND DISCUSSION

In order to determine the nature of thermal effects running in the process of obtaining powdered composite material with relevant burden and its recovery through the Aluminum, initial raw material was used: nickel chloride $NiCl_2$. Chromium chloride $CrCl_3$, chromium carbide Cr_3C_2 , cobalt oxalate CoC_2Cl_4 , boron anhydride B_2O_3 , titanium oxide TiO_2 and metal aluminum powder.

Summarizing the results of thermographic and radiographic-phase studies, nature of thermal effects in current chloride-oxide charge's aluminum recovery was explained. Fixed temperature's differential curves are presented in Figure 1.

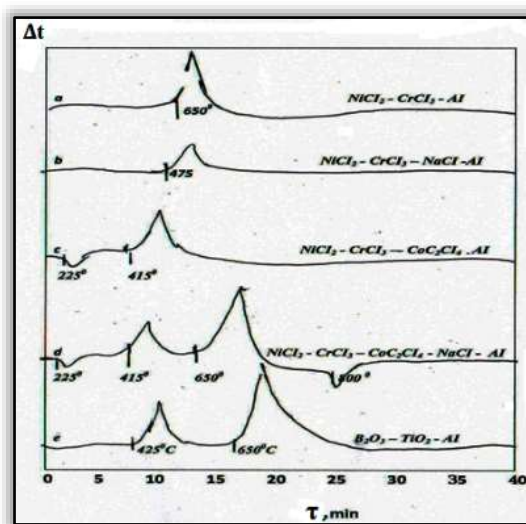


Figure 1. Packaging differential temperature curves of the charge reduction process with aluminum

Interaction of nickel and chromium chlorides with aluminum is highly exothermic, rapidly going process, and it begins at 650°C (Fig. 1 a, c). During the reaction, temperature of charge increases arbitrarily throughout the whole mass and reaches 900-950 °C. At this time, secondary product, that'd been resulted from the reaction - AlCl_3 , can be easily removed from reaction zone (its evaporation temperature is 180 °C).

In case when large aluminum granules are used for reduction, molten aluminum will restore its surrounding nickel and chromium chlorides. Metallic nickel and chromium are being produced. High-melting nickel (NiAl , Ni_2Al_3) and chromium (Al_7Cr , Al_{11}Cr , $\text{Al}_{11}\text{Cr}_2$, Al_4Cr , Al_3Cr , Al_9Cr_4 , Al_8Cr_5 , AlCr) compounds can also be formed. The latter are involved in the process of charge recovery.

Reduction of metal aluminum particles size results in an increase of reducing agent's reaction surface. This helps to fasten recovery process. Thermographic study revealed that reduction of nickel and chromium chlorides with metal aluminum with NaCl addition into the charge, (relatively $\text{NaCl}:\text{CrCl}_3 = 1:1$) initiates the reaction at 560 and 475°C respectively (Fig. 1 b, d).

After completion of reduction reaction (Fig.1c), aluminum content in the obtained product is 3.5-5.0%, and with the addition of charge in NaCl, rate decreases to 0.015-0.3%. This event can be explained by the fact that in the first case, contact of the reduction agent is less with the restoration component and that the arising chromium forms above-mentioned compounds with residual aluminum. In the second case (Fig.1d), presence of relatively low temperature salt defrosting $\text{CrCl}_3:\text{NaCl}$ impedes interactive solubility of metal chromium and aluminum.

Thermal dissolution (dissociation) cobalt oxalate, with temperature influence, revealed that at 415 °C cobalt oxalate decomposition begins, and the obtained cobalt powder only accords with high temperature modification.

Thermo graphic research made it possible to study thermal effects resulted from aluminum reduction of components (NiCl_2 , CrCl_3 , CoC_2O_4 , NaCl) inside the charge. Ratio of the chromium chloride mixture with sodium chloride corresponds to 1:1 thermogram (Fig. 1d). Fixed thermal effect 225°C corresponds to the beginning of crystalline water removal temperature from cobalt oxalate and it is endothermic in nature.

The following effect of 415°C corresponds to the beginning of the cobalt dissociation as well as the eutectic melting of $\text{NiCl}_2\text{-CrCl}_3\text{-NaCl}$. However, its exothermic nature is explained by initiation of dissociation-induced reduction reaction. In this case, endothermic effect of reagent dissociation is significantly behind the exothermic effect of reduction reaction, and total exothermic-character effect is displayed on the thermogram. The third effect at 650°C can be explained by aluminum melting and

by effective reduction process, which is exothermic in nature and the temperature throughout the reactive mass can be increased arbitrarily up to 800°C. Upon reaching this temperature, produced complex salt NaAlCl₄ begins to melt and the endothermic effect is observed on the thermogram.

Figure 1e shows the nature of thermogram temperature difference curve of aluminum oxide compounds B₂O₃ and TiO₂, showing that the endothermic effect 425°C corresponds to the boron oxide melting temperature, and the exothermic effect 650°C corresponds to the beginning of the titanium oxide reduction process. It should be noted that with the use of other oxides Fe₃O₄, CoO as charge components, reduction temperature always corresponds to melting temperature of aluminum and it is exothermic in nature.

During reduction processes, addition of high-melting compounds to the charge does not alter the nature of temperature differential curves, indicating that these components do not participate in chemical procedures involved in the process.

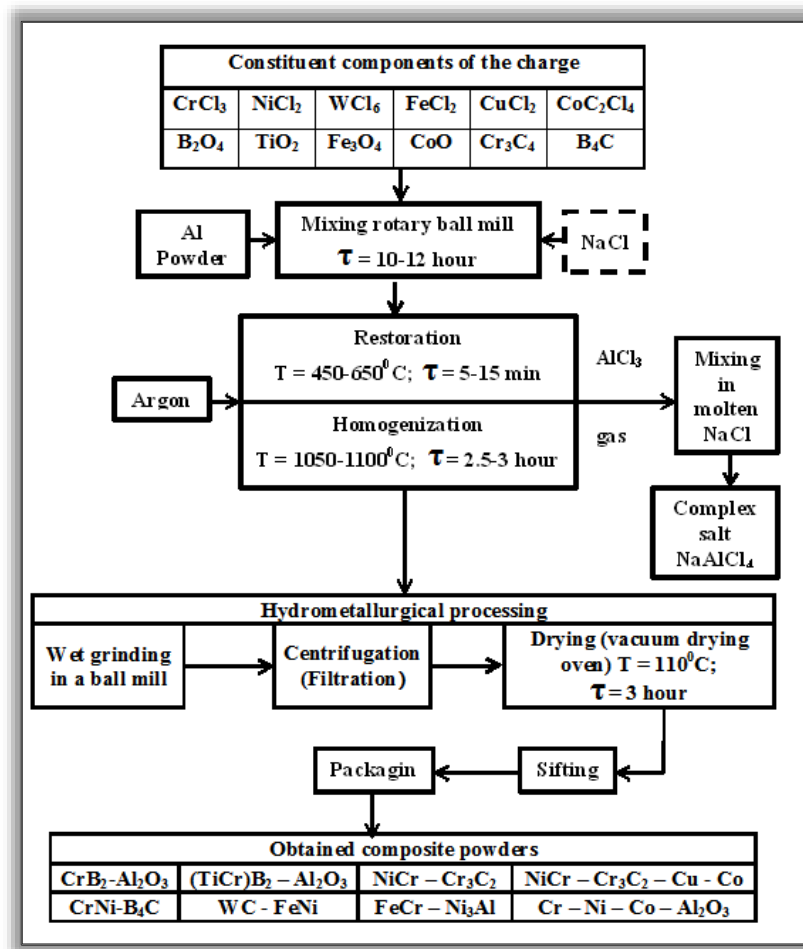


Figure 2. Scheme of the process for producing composite powders hardened by refractory compounds

By combining results of the research on thermographic, volumographic, radiographic-phase and basic kinetic characteristics of the procedure, a process scheme to fabricate composite powders reinforced by high-melting compound was developed (Figure 2), including: mixing of charge in rotary mixer → charge briquetting → charge-type oven reduction in argon atmosphere → condensation of secondary product AlCl_3 → wet grinding of sinter cake in ball mill → drying powders → riddling → prepacking. Throughout the whole cycle, loss of suitable powder does not exceed 5%.

Reduced briquettes retained their shape due to the solidification of residual secondary product NaAlCl_4 . It resembles a cloudy mass (Fig.3) and the briquettes reduced for complete removal of the latter are subjected to hydrometallurgical processing in accordance with the following scheme: Briquette's grinding mass processing in a rotary ball mill with wet (water) method; Centrifugation and complete removal of chlorine-ion with water; Drying powder in a vacuum-drying oven at 100-110°C (0.0133 MPa – 100 Hg).

The powder was riddled through a vibro sieve. Particle shapes of obtained composite powders are different (Fig. 3 a, b, c). Dendritic structure (Fig. 3b) varies between 2-5 μm in accordance

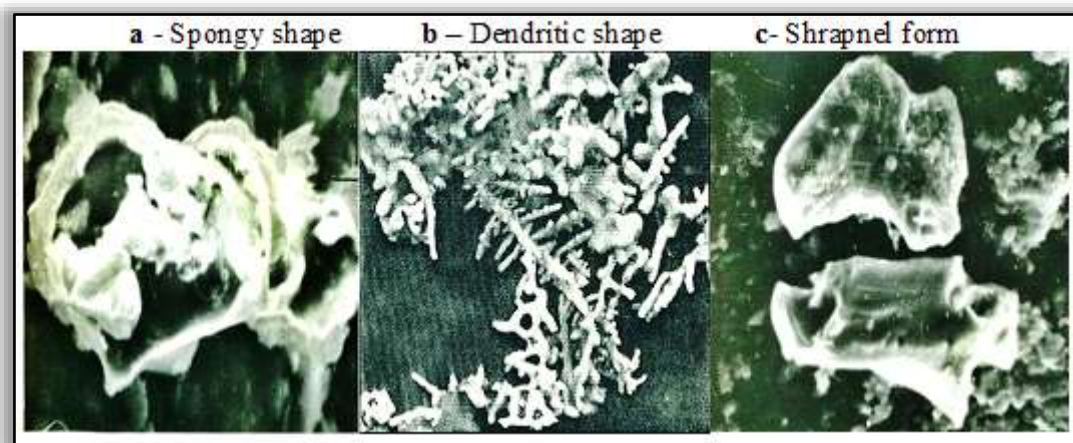


Figure 3. Forms of composite powders particles

with axis and branch diameter, with a length not exceeding 100 μm . Dispersion of dried powders are determined by “Coulter Model TA-II” - particle size analyzer, and, it was found that its maximum fraction range was between 100-125 μm and not more than 5%, but remaining fractions of the particles were 5-20 μm within 30-35 %, 20-50 μm - 35-40% and 55-100 μm - 15-20%. It's worth noting that the powder particles of the reinforcing, hardening phase are evenly distributed throughout the powder, not exceeding 5 μm .

Researching of composite powder's technological properties has revealed: Density varies from 4.6 to 4.95 g /cm³; Free dump specific weight 1,05-1,2 g /cm³; Judder specific weight 1.5-1.65 g /cm³ and fluidity 39-42 sec.

CONCLUSION

1. Along with combined results of studying basic kinetic properties of thermo-graphical, radio-graphic-phase and charge's metal chloride-oxide reduction processes, we have developed the scheme of obtaining composite powders.

2. Determine the maximum and other values of fractions of obtained powders.

3. Researching of composite powder's technological properties has revealed the limits of: density fluctuations, free dump specific weight, fluidity.

REFERENCES:

1. Paystovski, A.B., Tkachenko, I.G., Kirilenko, S.N., and others. (2013). "Optimization of the composition, structure and properties of coatings". Electronic Materials Processing, 49(1), 56-60.
2. Mikadze, O.I., Okrosashvili, M.N., and others. (2005). "Design of new compositions and technological procedures of high-temperature coatings on chromium super alloys". Metallofiz. i Noveishie Tekhnol., 27, 7-10.
3. Bazhin, P.M., Stolin, A.M., Zarinov, N.G. (2016). "Electric spark coatings obtained by ceramic SHS-electrode materials with a nanoscale structure". Electronic Materials Processing, 52(3), 1-8.

კომბინირებული სქემა ქლორიდ-ოქსიდის გრაფიკიდან კომპოზიციური ფხვნილების მისაღებად

ზურაბ მირიჯანაშვილი სსიპ - ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი, 0186 ე.მინდელის #8 ბ, თბილისი, საქართველო.
E-mail: mirijanashvilizura@gmail.com

ანოტაცია. ქლორიდ-ოქსიდური კაზმის ლითონით აღდგენის პროცესის თერმოგრაფიული, რენტგენო-ფაზური და ძირითადი კინეტიკური მახასიათებლების კვლევების შედეგების შეჯერებით, დამუშავდა კომპოზიციური ფხვნილების მიღების პროცესის სქემა. დადგინდა, რომ მიღებული კომპოზიციური ფხვნილების მაქსიმალური ფრაქცია მერყეობს 100-125 მკმ ფარგლებში და არ აღემატება 5%, ხოლო ნაწილაკების დანარჩენი ფრაქციები შეადგენენ 5-20 მკმ ფარგლებში 30- 35%, 20-50 მკმ - 35- 40%, 55-100 მკმ - 15-20%. მიღებული კომპოზიციური

ფხვნილების ტექნოლოგიური თვისებების კვლევით დადგინდა: სიმკვრივე მერყეობს 4,6 - 4,95 გ/სმ³ ფარგლებში; თავისუფალი ნაყარის კუთრი წონა 1,05-1,2 გ/სმ³; რყევის (შენჯღრევის) კუთრი წონა 1,5-1,65 გ/სმ³ და დენადობა 39-42 წმ.

საკვანძო სიტყვები: აღდგენა, დისპერგირებული ჩანართები, თერმული ეფექტები, კომპოზიციური ფხვნილები, ტექნოლოგიური თვისებები, ქლორიდ-ოქსიდური კაზმი.

FORMATION OF LASER BEAM STRENGTHENED SURFACE LAYERS

- Nino Kenchiashvili** Associate Professor, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Treatment, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: n.kenchaishvili@gtu.ge,
- Tamar Loladze** Associate Professor, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Treatment, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: t.loladze@gtu.ge
- Zurab Sabashvili** Associate Professor, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Treatment, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: z_sabashvili@gtu.ge,
- George Gordeziani** Associate Professor, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Treatment, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: gordeziani_gi@gtu.ge
- Nato Kanteladze** Academic Doctor, Faculty of Informatics and Control Systems, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
E-mail: n.kenteladze@gtu.ge,

Reviewers:

N. Khidasheli, Associate Professor, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Processing, Technical University of Georgia, Tbilisi, Georgia

E-mail: n.khidasheli@gtu.ge

Z. Simongulashvili, Professor, Department of Metallurgy, Materials Science and Metal Processing; Georgian Technical University,

E-mail: z.simongulashvili@gtu

Abstract. Among the modern physico-chemical, electrophysical and other methods of surface strengthening of metals and their alloys, the technology of thermal treatment (hardening) with laser beam is characterized by greater efficiency.

An important factor of heat treatment with a laser beam is the formation of a reinforced layer.

Studies were conducted to select optimal modes of laser cutting, and the dependence of thermal effect on the power density of laser beam, the processing speed of the test samples, and the structure and properties of the material to be processed were determined.

With a high power density (2×10^5 W/cm²) and a relatively long laser beam irradiation, a molten layer was obtained where homogeneous austenite was formed.

The main goal of the work was to implement surface strengthening with a laser beam by selecting such modes as not to melt the product surfaces, but to obtain the desired parameters for the strengthened ones.

Research has established that the optimal modes of surface strengthening with a laser beam, which provide maximum smoothness and thermal influence area without melting the surface, are as follows: power density 2×10^4 W/cm²; degree of focusing $\Delta f = 17$ mm; Working beam diameter (spot) 1.8 mm; Processing speed for 20 X steel - 200 mm/min, for 45 and 40X steels - 255 mm/min, for Y 10 and IIIX 15 steels - 320 mm/min, for CЧ 20 cast iron - 395 mm/min.

Keywords: radiation power, laser beam, microstructure, layer depth.

Introduction

During laser beam thermal processing great importance is attached to the laser beam absorption ability which plays an important role in the processing efficiency. As for the formation of the reinforced layer, the size of the thermal zone, its microstructure and the nature of structural changes mainly depend on the power of laser radiation, processing speed, conditions of focusing the radiation and on other factors [2, 3].

While selecting the optimal modes of hardening of each steel and cast iron, the research was carried out by means of manipulating the mentioned factors and experimental determination of their parameters. The nature of the dependence of the thermal effect on the power density of the focused laser beam, the sample processing speed, and the structural state and properties of the processed material were varied and determined.

Experimental part

The power of the laser beam output from the ЛГН-702 type continuous laser device was constant, approximately 800 W. It was measured by the calorimetric method using an ИМО-2 type device. This measurement method is based on the conversion of coherent energy into thermal energy.

At such power, by changing the location of the sample a distance corresponding to $F=12-30$ mm was recorded, which led to the formation of a focused spot with a diameter of 0.8-2.6 mm, the power density varied in the range of $2 \times 10^3 - 2 \times 10^5$ W/cm².

In order to determine the modes of surface strengthening, the samples made of the research materials were strengthened with different parameters of the power of the focused laser beam and the processing speed, i.e. the delay time under the radiation. By changing these parameters the condition of the surface of the samples, the depth of the reinforced layer and the width of the irradiated strip, as well as the distribution of microhardness from the surface to the depth of the thermal influence, were changed.

The study of samples hardened at a power density equal to 2×10^5 W/cm² and a processing speed of 200 mm/min showed us that for 20X, 45, 40X steels, melting of the sample surfaces was visually observed.

The same situation was observed for 11X15 and Y10 steels and CЧ20 gray cast iron at a processing speed of 300 mm/min. The depth of the thermal impact zone of the melted surface of all samples made of different researched materials hardened with the mentioned parameters varied in the range of 0.51-0.65 mm, and the values of microhardness varied in the range of 610-650 H μ , for 20X steel in the range of 800-840 H μ , for 45 and 40X steels, within 850-930 H μ , for Y10 and 11X15 steels, and for CЧ20 gray cast iron within 760-820 H μ .

Experiments were conducted to strengthen the samples made of research materials, during which the processing speed for steels was 20X - 200 mm/min; for steels 45 and 40X - 255 mm/min; for steels Y10 and 11X15 - 320 mm/min, and for gray cast iron CЧ20 - 395 mm/min. At these processing speeds the defocusing degree was varied from $\Delta F = +12$ mm to $\Delta F = +30$ mm, the power density varied within the limits of $2 \times 10^3 - 2 \times 10^5$ W/cm² [4].

Such changes in parameters led to variations in the diameter of the focused spot within the limits of 0.8 – 2.6 mm.

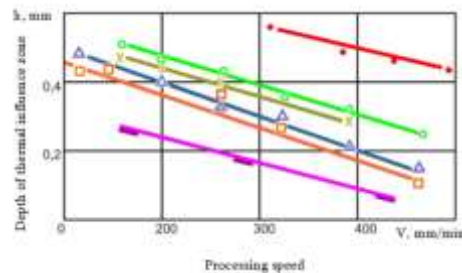


Fig. 1. The influence of sample movement speed on thermal effect of laser processing on the processed zone depth ($q=2 \times 10^4$ W/cm²)

○ - Steel IIIX15; X - Steel Y10; △ - Steel 40X;
□ - Steel 45; ● - Cast iron CЧ20; ■ - Steel 20X

At processing speeds when the power density was 2×10^4 W/cm² without melting the surfaces of the samples and with working beam with a diameter of 1.8 mm, the maximum depth of the thermally affected areas was 0.35 mm for steel 20X, 0.42 mm for steels 45 and 40X, 0.44 mm for steels Y10 and IIIX15, and 0.51 mm for cast iron CЧ20.

During these modes of laser beam processing, the microhardness for 20X steel was 630-650 H μ , for 45 and 40X steels - 850-900 H μ , for Y10 and IIIX15 steels - 950-1030 H μ and for CЧ 20 cast iron - 830-870 H μ .

In the case of a focused laser beam with a power density of 2×10^4 W/cm², the results of the influence of the processing speed on the area of thermal influence are shown in Fig. on 1.

In the case of constant processing speed the depth and width of the thermal effect mainly depends on the power density of the beam. By decreasing the power density, the depth of the thermal effect decreases, and the width increases, and vice versa, by increasing the power density, the depth of the reinforced layer increases, and the width decreases, as shown in Fig. 2. The reduction of the width of the thermal influence is explained by the reduction of the defocusing degree, which is established to obtain the desired power density [5, 6].

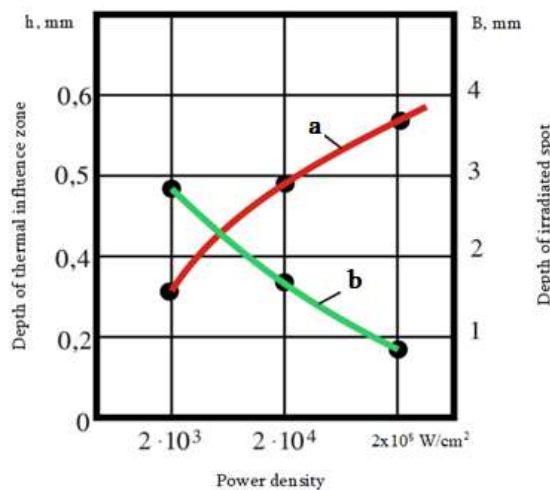


Fig. 2. Dependence of the depth (a) and width (b) of the strengthened layer of steel Y10 on the laser beam density at a constant processing speed.

Conclusions:

1. It was determined that the optimal modes of surface strengthening with a laser beam, which provide maximum hardness and thermal influence area without melting the surface, are as follows: power density 2×10^4 W/cm²; defocusing degree $\Delta f = 17$ mm; Working beam diameter (spot) - 1.8 mm; Processing speed for 20X steel - 200 mm/min, for 45 and 40X steels - 255 mm/min, for Y10 and IIIX steels - 15 - 320 mm/min, for CЧ 20 cast iron - 395 mm/min.
2. The maximum depth of the thermal influence layer as a result of hardening with a laser beam in optimal modes without melting the surfaces is 0.35 mm for 20X steel, 0.42 mm for 45 and 40X steels, 0.44 mm for Y10 and IIIX 15 steels and 0.45 mm for CЧ 20 cast iron.
3. It was ascertained that the maximum microhardness during strengthening with the selected modes is 630-650 H μ for 20X steel, 850-900 H μ for 45 and 40X steels, 950-1030 H μ for Y10 and IIIX15 steels, and 830-870 H μ for CЧ20 gray cast iron.

References:

1. N. Kenchiashvili, (2009). Dissertation thesis "Investigation of laser beam effect on structure and properties low-alloy and carbon steels". p. 129.
2. Krishtal M.A., Zhukov A.A., Kokora A.N. (1973). Structure and properties of alloys treated with laser radiation. M., Metallurgy.
3. Khaskin V.Yu., Bernatsky A.V., Siora A.V. (2003). Laser thermal strengthening of complexly alloyed steels. Casting processes. No. 3.
4. Gordeziani A.G., Kenchiashvili N.A., Kurashvili S.Ya., Gordeziani G.A. (2007). Influence of laser heat treatment on the structure and properties of steels and cast irons. Problems of metallurgy, welding and materials science. No. 1.
5. Kenchiashvili N.A., Gordeziani A.G., Gordeziani G.A., Kurashvili S.Ya. (2006). The possibility of using a laser beam for heat treatment of steels of various compositions. Problems of metallurgy, welding and materials science. No. 4.
6. Kovalenko V.S. et al. (1999). Laser processing technology. Kazan.

ლაზერული სხივით გამაგრებული ზედაპირული ფენების ფორმირება

ნინო კენჭიაშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობის და ლითონთა დამუშავების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, თბილისი, საქართველო E-mail: n.kenchaishvili@gtu.ge ,
თამარ ლოლაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობის და ლითონთა დამუშავების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, თბილისი, საქართველო E-mail: t.loladze@gtu.ge

- ზურაბ საბაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიის, მასალათ-
მცოდნეობის და ლითონთა დამუშავების დეპარტამენტის
ასოცირებული პროფესორი, თბილისი, საქართველო
E-mail: z_sabashvili@gtu.ge,
- გიორგი გორდეზიანი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიის, მასალათ-
მცოდნეობის და ლითონთა დამუშავების დეპარტამენტის
ასოცირებული პროფესორი, თბილისი, საქართველო
E-mail: gordeziani_gi@gtu.ge
- ნატო ყანთელაძე** აკადემიური დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ინფორმატიკისა და კონტროლის სისტემების ფაკულტეტი, თბილისი,
საქართველო E-mail: n.kenteladze@gtu.ge,

რეზიუმე. ლითონებისა და მათი შენადნობების ზედაპირული განმტკიცების თანამედ-
როვე ფიზიკურ-ქიმიურ, ელექტროფიზიკურ და სხვა მეთოდებს შორის ლაზერის სხივით
თერმული დამუშავების (წრთობის) ტექნოლოგია მეტი ეფექტურობით ხასიათდება.

ლაზერის სხივით თერმული დამუშავების მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს გან-
მტკიცებული შრის ფორმირება.

კვლევები ჩატარდა ლაზერით წრთობის ოპტიმალური რეჟიმების შესარჩევად, რისთვის-
საც ვსაზღვრავდით თერმული ზეგავლენის არის დამოკიდებულებას ლაზე-რის სხივის სიმძ-
ლავრის სიმკვრივეზე, საკვლევი ნიმუშების დამუშავების სიჩქარეზე, დასამუშავებელი
მასალის სტრუქტურაზე და თვისებებზე.

დიდი სიმძლავრის სიმკვრივით (2×10^5 ვტ/სმ²) და შედარებით მეტი დროით ლაზერის
სხივით დასხივებისას მიიღებოდა გაღობილი შრე, სადაც ფორმირდებოდა ერთგვაროვანი
აუსტენიტი.

სამუშაოს ძირითადი მიზანი იყო ლაზერის სხივით ზედაპირული განმტკიცების
განხორციელება ისეთი რეჟიმების შერჩევით, რომ არ მომხდარიყო ნაკეთობების ზედა-პირების
გაღობა, მაგრამ მიგველო განმტკიცებული ზედაპირებისათვის სასურველი პარამეტრები.

კვლევებით დადგინდა, რომ ლაზერის სხივით ზედაპირული განმტკიცების ოპ-ტიმა-
ლური რეჟიმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ზედაპირის გაღობის გარეშე მაქსიმალურ
სისალეს და თერმული გავლენის არეს, შემდეგია: სიმძლავრის სიმკვრივე 2×10^4 ვტ/სმ²;
განფოკუსირების ხარისხი $\Delta f = 17$ მმ; მუშა სხივის დიამეტრი (ლაქა) 1,8 მმ; დამუშავების სიჩქარე
20 X ფოლადისათვის - 200 მმ/წთ, 45 და 40X ფოლადებისათვის - 255 მმ/წთ, Y 10 და III X 15
ფოლადებისათვის - 320 მმ/წთ, C4 20 თუჯისათვის - 395 მმ/წთ.

საკვანძო სიტყვები: გამოსხივების სიმძლავრე, ლაზერის სხივი, მიკროსისალე, შრის სიღრმე.

ალუმინის ოქსიდით განმტკიცებული ფხვნილოვანი ბორშემცველი კომპოზიციური მასალების მიღება

- ზურაბ მირიჯანაშვილი** ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, სსიპ - ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი, 0186 ე.მინდელის №8 ბ, თბილისი, საქართველო.
E-mail: mirijanashvilizura@gmail.com,
- ქეთევან უკლება,** ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, სსიპ - ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი, 0186 ე.მინდელის №8 ბ, თბილისი, საქართველო.
E-mail: ketino.ukleba@gmail.com
- მალხაზ ხუციშვილი** ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, პროფესორი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსი-ტეტი, მეტალურგიის მასალათმცოდნეობის და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო.
- გურამ დადიანიძე** ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, სსიპ - ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი, 0186 ე.მინდელის №8 ბ, თბილისი, საქართველო.

რეცენზენტი:

ო. ცაგარეიშვილი, ფიზიკა-მათემატიკის აკადემიური დოქტორი, სსიპ - ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი, 0186 ე.მინდელის #8 ბ, თბილისი, საქართველო.

E-mail: t_otari@hotmail.com,

ანოტაცია. შესრულდა საკვლევი სისტემების $CrCl_3-B$, $CrCl_3-B_2O_3-Al$, $CrCl_3-B_2O_3-TiO_2-Al$ თერმოდინამიკური ანალიზი 500-2500 K ტემპერატურულ ინტერვალში, განისაზღვრა ელემენტებისა და ნაერთების კონცენტრაციები როგორც კონდენსირებულ, ასევე აიროვან ფაზებში. დადგინდა, ნეიტრონული დასხივების იმ დოზების მნიშვნელობები, რომელიც განაპირობებს სხვადასხვა შედგენილობის და სისქის დანაფარების საიმედო დაცვას. დერივატოგრაფიული მეთოდით მიღებული შედეგებით ახსნილია კაზმში თერმიული ეფექტების ხასიათი. დადგინდა, ფხვნილო-ვანი $CrB_2-Al_2O_3$ და $(TiCr)B_2-Al_2O_3$ კომპოზიტების მიღების ოპტიმალური ტექნოლო-გიური რეჟიმები და შესწავლილ იქნა მათი ტექნოლოგიური თვისებები.

საკვანძო სიტყვები: ალუმინოთერმია, ალუმინის ოქსიდი, დანაფარები, ტიტან-ქრომის დიბორიდი, ფხვნილები, ქლორიდ-ოქსიდური კაზმი, ქრომის დიბორიდი.

შესავალი

თანამედროვე ტექნიკისა და მრეწველობის მაღალტექნოლოგიური დარგების მზარდი განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ახალი ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებათა კომპლექსის მქონე მასალები მიღებას. ასეთ მასალათა რიცხვს მიეკუთვნება ოქსიდებით, კარბიდებით, ნიტრიდებით, ბორიდებით გამტკიცებულ-ლითონკერამიკული კომპოზიტები, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი ცვეთა- და კოროზიამედეგობით, ელექტრო - და თბოგამტარობით, სისალით, აგრეთვე რადიაციული გამოსხივების მიმართ მედეგობით [1-5].

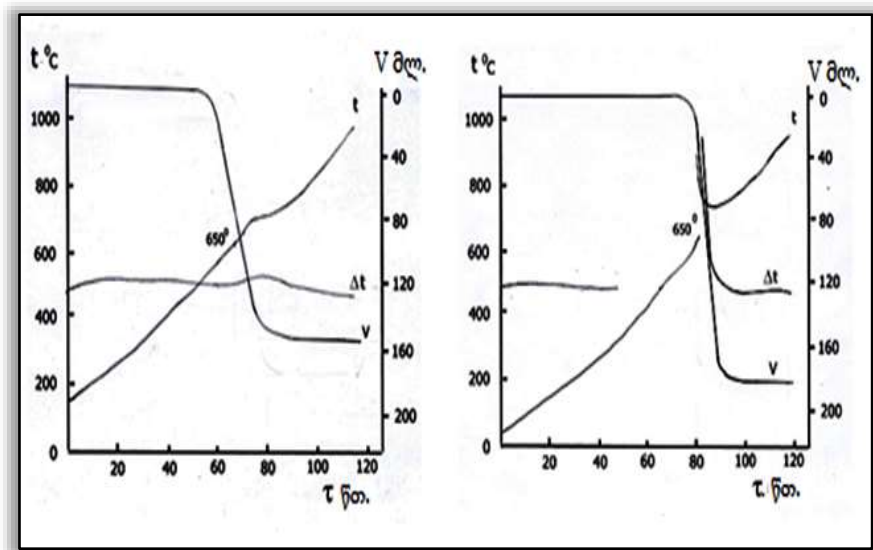
წარმოდგენილ სტატიაში აღწერილია ლითონ - კერამიკული ფხვნილების მიღების კომბინირებული სქემა, რომელიც ითვალისწინებს ქლორიდ-ოქსიდური კაზმიდან ალუმინით ლითონური კომპონენტების აღდგენას და მარმირებელი, განმამტკიცებელი ფაზების ოქსიდების, კარბიდების და სხვა ძნელდნობადი ნაერ-თების ფორმირებას. საბოლოო პროდუქტის მიღების პროცესის ანალიზისათვის შესრულდა, საკვლევი მასალების მიღების პროცესის თერმოდინამიკური ანალიზი, რის საფუძველზეც განისაზღვრა საკვლევი სისტემებში აირადი და მყარი ფაზების კონცენტრაციები სხვადასხვა ტემპერატურულ ზღვრებში. კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა პროცესის მიმდინარეობის თეორიული სურათი, რაც თავის მხვრივ საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ საბოლოო პროდუქტის მისაღებად პროცესის მიმდინარეობის სავარაუდო პირობები, აგრეთვე წარმოდგენილია საკვლევი მასალის მიღების პროცესის კვლევის შედეგები თერმოგრაფიული და დერივატოგრა-ფიული მეთოდებით, ხოლო რენტგენოფაზური მეთოდით დაზუსტდა სხვადა-სხვა ტემპერატურაზე ფორმირებული სისტემების ფაზური შედგენილობა, და-მუშავდა ფხვნილოვანი $CrB_2-Al_2O_3$ და $(TiCr)_B_2-Al_2O_3$ კომპოზიტების მიღების ტექნოლოგიური სქემა. შესწავლილია მიღებული კომპოზიციური ფხვნილის ფრაქციულობა და მათი რაოდენობრივი წილი ნარევში, რაც ტექნოლოგიური ვარგისი-ანობის შეფასების თვალსაზრისით ყურადღებას იმსახურებს.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის ობიექტად შეირჩა $CrCl_3$, B_2O_3 ან ამორფული B, TiO_2 ან ფხვნილო-ვანი ტიტანი, ლითონური Al-ის ფხვნილი. შესრულდა საკვლევი სისტემების $CrCl_3-B$, $CrCl_3-B_2O_3-Al$, $CrCl_3-B_2O_3-TiO_2-Al$ თერმოდინამიკური ანალიზი მრავალ-მიზნობრივი კომპიუტერული პროგრამა

ACTPA – 4 - ის გამოყენებით 500-2500 K ტემპერატურულ ინტერვალში, რითაც განისაზღვრა სისტემების ელემენტებისა და ნაერთების კონცენტრაციები როგორც კონდენსირებულ, ასევე აირთან ფაზებში.

გამოთვლილ იქნა $\text{CrB}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$, $(\text{TiCr})\text{B}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$, დანაფარებში (100 მკმ სისქის) ნეიტრონების მშთანქმელი ცენტრების (^{10}B) ატომების, კონცენტრაციები დანაფარების მასალაში ნეიტრონების შეღწევის შესაბამისი სიღრმეები. ამ შედეგების საფუძველზე დადგინდა ნეიტრონული დასხივების იმ დოზების მნიშვნელობები, რომლისგანაც საიმედო დაცვას უზრუნველყოფს ამა თუ იმ შემადგენლობისა და სისქის დანაფარები, კაზმში 29, 35, 47, 52, და 58 ბორის მასური წილის თანაობისას.

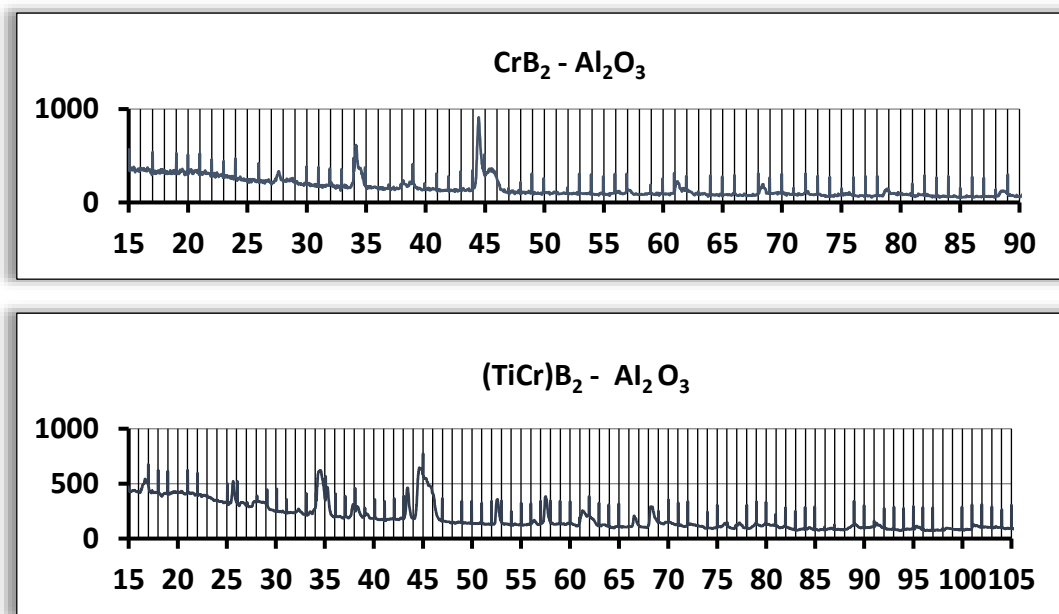


სურათი 1 ქლორიდ-ოქსიდური კაზმის აღდგენის დერივატოგრამა

დერივატოგრაფიული მეთოდით დადგინდა, რომ ალუმინით ქლორიდ-ოქსიდური კაზმის აღდგენა იწყება 650°C-დან და რეაქციის ძლიერი ეგზოთერ-მულობის გამო ტემპერატურა სარეაქციო ზონაში თვითნებურად იზრდება, მიმდინარეობს ავტოთერმულ რეჟიმში და მთელ მასაში ტემპერატურა აღწევს 950-1000°C (სურ.1). დერივატოგრამაზე ფიქსირდება როგორც თერმული ეფექტი ასევე წონითი დანაკარგის ხასიათი. უნდა აღინიშნოს რომ პროცესის დროს გამოყოფილი ალუმინის და ბორის ქლორიდები ძლიერ ტოქსიკურია, ამ მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით კაზმს ემატება NaCl შეფარდებით $\text{CrCl}_3:\text{NaCl}=1:1$, ამ დროს წარმოიქმნება კომპლექსური მარილები NaAlCl_4 და NaBCl_4 , რომლებიც ეკოლო-გიურად უსაფრთხოა. წარმოქმნილი მარილები კარგად იხსნებიან წყალში ამიტომ მათი სველი დაქუცმაცებით და ცენტრფუგირებით ხდება პრაქტიკულად ქლორის იონის მოცილება.

ფხვნილის შემდგომი გამოშრობით მიიღება საბოლოო პროდუქტი, რომლის რენტგენოგრაფია ნაჩვენებია სურ. 2-ზე, უნდა აღინიშნოს რომ Al_2O_3 შემცველობა იმდენად ულტრადისპერსულია მისი ფაზა რენტგენოგრაფიაზე არ ფიქსირდება.

სარეაქციო მასაში ქრომის ქლორიდისა და ამორფული ბორის ნარევი ბორის რაოდენობა შეესაბამება როგორც ქრომის ქლორიდის ლითონურ ქრომამდე აღდგენას, ისე ქრომის ბორიდის მაღალი ფაზის წარმოქმნას.



სურათი 2. ფხვნილოვანი $CrB_2 - Al_2O_3$ და $(TiCr)_B_2 - Al_2O_3$ საცდელი ნიმუშების რენტგენოგრაფიული ანალიზი

აღდგენის რეაქციის დამთავრების შემდეგ, რენტგენოგრაფიული ანალიზით, აღდგენის პროდუქტი შეესაბამება ქრომის ბორიდების როგორც დაბალ, ისე მაღალ ფაზებს.

ცხრილი 1

კომპონენტების მასისა და ნიმუშებში ბორის ატომების კონცენტრაციების საწყისი საანგარიშო მნიშვნელობები

საწყისი მონაცემები					ნიმუშების შედგენილობა M_i , გ							
i	კომპონენტი	n_i	μ_i , გ/მოლი	ρ_i , გ/სმ ³	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	CrB_2	2	73.618	5.22	74	0	74	74	0	0	74	74
2	TiB_2	2	69.489	4.38	0	71	0	0	71	71	71	71
3	Al_2O_3	0	101.96	3.99	0	0	7.5	4	7	4	15	7.5
$N, 10^{22} \text{ cm}^{-3}$					8.1	7.2	7.2	7.6	6.5	6.8	6.8	7.2

განხორციელდა მიღებული ფხვნილოვანი მასალების ნეიტრონული დაცვის მედეგობის შესწავლა.

კომპონენტების მასისა და ნიმუშებში ბორის ატომების კონცენტრაციების საწყისი საანგარიშო მონაცემები აღებულია როგორც ცნობარიდან, ასევე ჩვენს

მიერ ჩატარებული გაანგარიშების საფუძველზე და მოყვანილია 1 ცხრილში. უნდა აღინიშნოს, რომ უველა ნიმუშის ფორიანობა იდენტურია.

აღდგენის რეაქციის დამთავრების შემდეგ რენტგენოფაზური ანალიზით ფიქსირდება ძირითად პროდუქტებთან ერთად თავისუფალი ბორისა და ქრო-მის ბორიდების დაბალი ფაზებიც (ცხრილი 2 და 3).

ტემპერატურის მომატებით 900-1000°C და ამ ტემპერატურებზე რეაქციის პროდუქტების 1-3 სთ დაყოვნების შემთხვევაში თავისუფალი ბორის რაოდენობა მცირდება და მერყეობს 0.18-0.20%-ის ფარგლებში. ქრომის დიბო-რიდისა და ტიტან - ქრომის დიბორიდების ფაზები ალუმინის ოქსიდის ფაზას-თან ერთად ფიქსირდება 900-1000°C-ზე 2-3 სთ დაყოვნებით.

ცხრილი 2

პროდუქტების ქიმიური ანალიზის შედეგები

650°C აღდგენის შემდეგ		დაყოვნების დრო, სთ	ტ ე მ პ ე რ ა ტ უ რ ა, °C					
			800		900		1000	
			B _{Tav.}	B _{saer.}	B _{Tav.}	B _{saer.}	B _{Tav.}	B _{saer.}
0.7	10.0	1	0.56	9.0	0.45	8.8	0.26	9.03
		2	0.48	8.7	0.38	8.6	0.21	9.4
		3	0.40	10.1	0.33	8.8	0.18	9.5
650°C აღდგენის შემდეგ		დაყოვნების დრო, სთ	ტ ე მ პ ე რ ა ტ უ რ ა, °C					
			800		900		1000	
			B _{Tav.}	B _{saer.}	B _{Tav.}	B _{saer.}	B _{Tav.}	B _{saer.}
1.2	11.9	1	0.88	11.7	0.73	12.4	0.56	12.0
		2	0.77	10.8	0.65	11.3	0.43	11.7
		3	0.65	11.5	0.52	10.2	0.35	10.9

შესწავლილ იქნა საკვლევი ფხვნილების ტექნოლოგიური თვისებები: გრანულომეტრული შედგენილობა, თავისუფალი ნაყარი ფხვნილის კუთრი წონა, დენადობა, მარცვლების სიმკვრივე, ფხვნილების რყევის კუთრი წონა და ნაწილაკების ფორმა.

ფხვნილების ტექნოლოგიური თვისებები მოყვანილია მე - 4 - 5 ცხრილებში, ხოლო ქლორიდ ოქსიდური კაზმის ალუმინოთერმული აღდგენის შედეგად ძირითად მიიღება

მრავალწახნაგა ნამსხვრევის და სფერისებრი ფორმის ნაწილაკები, რომელებიც წარმოდგენილია სურ. 3 და 4.

ცხრილი 3

რენტგენოფაზური ანალიზის შედეგები

T°C	დრო, სთ	2.2 რეაქციის შედეგად დაფიქსირებული ფაზა	T°C	დრო, სთ	2.4 რეაქციის შედეგად დაფიქსირებული ფაზა
650	დაყოვნების გარეშე	CrB ₂ , CrB, Cr ₂ B, Al ₂ O ₃	650	დაყოვნების გარეშე	CrB ₂ , CrB, Cr ₂ B, TiB ₂ , TiB, Al ₂ O ₃
800	1	CrB ₂ , CrB, Cr ₂ B, Al ₂ O ₃	800	1	CrB ₂ , CrB, Cr ₂ B, TiB ₂ , TiB, Al ₂ O ₃
	2	CrB ₂ , CrB, Al ₂ O ₃		2	CrB ₂ , CrB, Cr ₂ B, TiB ₂ , TiB, Al ₂ O ₃
	3	CrB ₂ , CrB, Al ₂ O ₃		3	CrB ₂ , CrB, TiB ₂ , Al ₂ O ₃
900	1	CrB ₂ , CrB, Cr ₂ B, Al ₂ O ₃	900	1	CrB ₂ , CrB, Cr ₂ B, TiB ₂ , TiB, Al ₂ O ₃
	2	CrB ₂ , CrB, Al ₂ O ₃		2	CrB ₂ , CrB, TiB ₂ , Al ₂ O ₃
	3	CrB ₂ , Al ₂ O ₃		3	CrB ₂ , TiB ₂ , Al ₂ O ₃
1000	1	CrB ₂ , CrB, Al ₂ O ₃	1000	1	CrB ₂ , CrB, TiB ₂ , Al ₂ O ₃
	2	CrB ₂ , Al ₂ O ₃		2	CrB ₂ , TiB ₂ , Al ₂ O ₃
	3	CrB ₂ , Al ₂ O ₃		3	CrB ₂ , TiB ₂ , Al ₂ O ₃

ცხრილი 4

ფხვნილების ფრაქციული შედგენილობა

ფხვნილები	ნაწილაკების ზომა, მკმ				
	56	63	80	100	125
	ნაწილაკების შედგენილობა, %				
CrB ₂ – Al ₂ O ₃	60-65	10-14	8-10	6-8	3-5
(TiCr)B ₂ – Al ₂ O ₃					

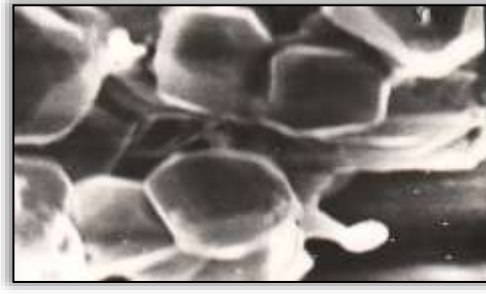
ცხრილი 5

ფხვნილების ზოგიერთი ტექნოლოგიური თვისებები

ფხვნილები	სიმკვრივე, გ/სმ ³	თავისუფ. ნაყარის კუთრი წონა, გ/სმ ³	ფხვნილის რყევის კუთრი წონა, გ/სმ ³	დენადობა, წმ
CrB ₂ – Al ₂ O ₃	4.95-4.60	1.1-1.05	1.65-1.5	40-42
(TiCr)B ₂ – Al ₂ O ₃				



სურათი 3 ნაწილაკის მრავალწახნაგა ნამსხვრევის ფორმა



სურათი 4 ნაწილაკის სფეროსებრი ფორმა

დასკვნა:

1. თერმოდინამიკური ანალიზით 500-2500 K ტემპერატურულ ინტერვალში, განისაზღვრა $\text{CrCl}_3\text{-B}$, $\text{CrCl}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}$, $\text{CrCl}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-Al}$ სისტემებში ელემენტებისა და ნაერთების კონცენტრაციები როგორც კონდენსირებულ, ასევე აიროვან ფაზებში.
2. ჩატარებული კვლევების შედეგების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა ნეიტრონული დასხივების იმ დოზების მნიშვნელობები, რომლისგანაც საიმედო დაცვას უზრუნველყოფს ამა თუ იმ შემადგენლობისა და სისქის დანაფარები.
3. დერივატოგრაფიული მეთოდით განისაზღვრა, ქლორიდ-ოქსიდური კაზმის ალუმინით აღდგენის პროცესის ძლიერი ეგზოთერმული ხასიათი, დაფიქსირდა სარეაქციო მასაში ტემპერატურის თვითნებური ზრდა და მისი ავტოთერმულ რეჟიმში წარმართვა.
4. დადგინდა ფხვნილოვანი $\text{CrB}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ და $(\text{TiCr})\text{B}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ კომპოზიტების მიღების ოპტიმალური ტექნოლოგიური რეჟიმები.
5. შესწავლილ იქნა მიღებული ფხვნილების ტექნოლოგიური თვისებები: ნაწილაკების ფორმა, თავისუფლი ნაყარი წონის სიმკვრივე, გრანულომეტრული შედგენილობა, დენადობა, რყევის სიმკვრივე.

ლიტერატურა:

1. Xue L., Chen J., Wang S.H. Freeform Laser Consolidated H13 and CPM 9V Tool Steels // Metallurgy, Microstructure, and Analysis. 2013, Vol. 2, P. 67– 78.
2. Hashemi N., Mertens A., Montrieux H.-M. , Tchuindjang J.T. , Dedry O., Carrus R., Lecomte-Beckers J., Oxidative wear behaviour of laser clad Oxidative wear behaviour of laser clad High Speed Steel thick deposits: Influence of sliding speed, carbide type and morphology // Surface & Coatings Technology. 2017, Vol. 315, P. 519 – 529.
3. Zhang Z., Yu T., Kovacevic R. Erosion and corrosion resistance of laser clad AISI 420 stainless steel reinforced with VC // Applied Surface Science. 2017, Vol. 410, P. 225 – 240.
4. Zhang K., Wang S., Liu W., Shang X. Characterization of stainless steel parts by Laser Metal Deposition Shaping // Materials and Design. 2014, Vol. 55, P. 104 – 119.

5. Z. Mirijanashvili, V. Gharibashvili, A. Kandelaki, V. Tsiklauri, K. Ukleba. Obtaining composite powders strengthened with high-melting compounds. IMS 2021 4th International Conference Modern Technologies and Methods of Inorganic Materials Science Proceeding, September 20-21, 2021, Tbilisi, Georgia. 112-117p.

OBTAINING ALUMINIUM OXIDE-REINFORCED POWDER BORON-CONTAINING COMPOSITE MATERIALS

- Zurab Mirijanashvili** Academic Doctor of Technical Sciences, LSI - Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science, 0186 E. Mindelis No. 8 B, Tbilisi, Georgia.
E-mail: mirijanashvilizura@gmail.com,
- Ketevan Ukleba** Academic Doctor of Chemical Sciences, SSP - Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science, 0186 E. Mindelis No. 8 B, Tbilisi, Georgia.
E-mail: ketino.ukleba@gmail.com
- Malkhaz Khutsishvili** Candidate of technical sciences; the professor; Technical University of Georgia, Department of Metallurgical Materials Science and Metal Processing, Georgia, Tbilisi, Kostavas 69
E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com;
- Guram Dadianidze** Academic Doctor of Technical Sciences, LSI - Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science, 0186 E. Mindelis No. 8 B, Tbilisi, Georgia.

ABSTRACT. Thermodynamic analysis of the studied $\text{CrCl}_3\text{-B}$, $\text{CrCl}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}$, $\text{CrCl}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-Al}$ systems was carried out in the temperature range of 500-2500 K, concentrations of elements and compounds in both condensed and gas phases were determined, neutron irradiation dose values determined determining reliable protection of coatings of different composition and thickness, the results obtained by the derivatographic method explained the nature of thermal effects, the optimal technological regimes for obtaining $\text{CrB}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ and $(\text{TiCr})\text{B}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ powder composites were determined and their technological properties were studied.

Keywords: aluminothermy, aluminum oxide, coatings, titanium-chromium diboride, powders, charge chloride-oxide, chromium diboride.

სარჩევი

ქიმია.....	11
„მარტივი“ თიოციანატური კომპლექსნაერთებიდან ორმაგ და ბიმეტალური კომპლექსნაერთებამდე	11
მეთოდური მიდგომები სტრუქტურულად მგრძობიარე რეაქციების შესწავლისათვის	26
ელექტრონული სწავლება ქიმიაში-ქიმიური წონასწორობა.....	33
24-წევრიანი აზომეთინური მაკროციკლის იმობილიზაცია სილიკატის ზედაპირზე.....	38
სედიმენტაციის პოტენციალის თეორიულ-ექსპერიმენტურლი საფუძვლები	48
ნიკელის (II) და კობალტის (III) ტეტრათიონათიმონატების (V) ამიაკატური კომპლექსების სინთეზი და კვლევა.....	56
კობალტის (II) და ნიკელის (II) მეტა-ნიტრობენზალ-დეჰიდის პარა-ნიტრობენზოილჰიდრაზონთან (L) კოორდინაციული ნაერთების სინთეზი და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების კვლევა	63
SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF VANADIUM(V) WITH AZODERIVATIVE OF β -DIKETONES IN THE PRESENCE OF THIRD COMPONENTS.....	70
გამხსნელების გავლენა სალუზიდის (2-კარბოქსი-3,4-დიმეთოქსიბენზალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონი) კომპლექსწარმოქმნის უნარზე.....	76
ზოგიერთი 3d-მეტალის შერეულლიგანდიანი კოორდინაციული ნაერთების სინთეზი და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების კვლევა	87
ქვევრი ძველ წერილობით წყაროებში.....	94
კობალტის (II) ჰეტერობირთვულიკოორდინაციულის ნაერთების თერმოგრაჰიმეტრული კვლევა	100
ჰეტერობირთვული კოორდინაციული ნაერთების სინთეზი მალონმჟავას დიჰიდრაზიდთან.....	107
წყალხსნარებიდან მძიმე ლითონების გამოყოფა მცენარეული ნარჩენებიდან მიღებული ბუნებრივი სორბენტით.....	113

EFFECT OF THE EXTRACT FROM PRUNUS DOMESTICA FRUITS ON THE GROWTH OF
NON-CORROSIVE BACTERIA AND FUNGI OF EXTRACT 129

ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგია 137

8H- ტრიაზოლ [6,7-f] -კუმარინისა და 7-ბენზოილ-8H- ტრიაზოლ [6,7-f] -კუმარინის
სინთეზი. 137

Influence of Acid on the Chemical Composition, Structure and Porosity of Natural
Heulandite 146

Acoustic diffraction model of a rectangular aperture array 162

რკინის ქვეჟანგჟანგის ნახშირბადით აღდგენის პროცესის კინეტიკის
თავისებურებების კვლევა მაღალი წნევის პირობებში 168

საყოფაცხოვრებო გაზში ოდორანტის დამატების აუცილებლობის შესახებ..... 174

თიხოვანი ქანების აფუების პროცესის რეგულირება ტექნოგენური დანამატებით.... 179

ჭიათურის მუნიციპალიტეტის ტყემლოვანას თიხების ზოგადი მიმოხილვა ღვინის
ქვევრების დასამზადებლად..... 185

აგროპროდუქტების პრეზერვაცია პოლიმერული ბიომიმეტიკით: პროცესის
მათემატიკური დაგეგმვა 190

პამიდორის კულტურის ქვეშ ივერიის ბარზე გავრცელებული ყავისფერი ნიადაგების
აკუმულაციურ ფენაში შესათვისებელი მოძრავი საკვები ელემენტების ქიმიზმი..... 198

ზეთოვანი თესლების (კაკლის, გოგრის, თხილის და ნესვის) მომზადება, ზეთის
გამოსაყოფად..... 203

სიმინდის ზეთის კვებითი ღირებულება და ფიზიოლოგიური აქტივობა 211

სამშენებლო თბოსაიზოლაციო მინერალური ბამბის წარმოების ტექნოლოგიური
თავისებურებანი: არსებული გამოწვევები და მათი გადაწყვეტის გზები..... 219

საქართველოს ქიმიური ინდუსტრიის საეტაპო მიღწევებისა და სამომავლო
ტექნოლოგიური პერსპექტივისათვის 231

EFFECT OF PROTEOLYTIC ENZYMES ON EHRlich CARCINOMA GROWTH..... 246

ფსევდოპროტეინული საკვები საფარით აგროპროდუქტების შენახვისუნარიანობის
შესწავლა ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის გზით..... 253

ფარმაცია 259

ბაკურიანის მინერალური წყაროს წყლის ბაზაზე თანამედროვე თხევადი კოსმეტიკური საშუალებების შემუშავება სპრეი ფორმატში	259
ალკალოიდების თანაპოვნიერების დადგენა საქართველოში გავრცელებულ ჩვეულებრივ გლედიხიაში (Gleditsia triacanthos).....	270
მეთოდური მიდგომები ანტიოქსიდანტების ფიზიოლოგიური როლის შესწავლისათვის	280
Aqueous and alcohol-aqueous extracts obtained from air-dried fruits of black mulberry (Morus nigra) - as one of the main components of biocomplexes	288
ტუჩოსანთა ოჯახის საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი სახეობის ანტიოქსიდანტური აქტივობის შეფასება	295
კოლხური სელი: „მწვანე ეკონომიკის“ სიმბოლო - ფიტოპრეპარატებისა და სამედიცინო ნაწარმის მიღების წყარო.....	302
Origin of cosmetology and pharmacy	313
მარილის მოხმარების გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე	319
Prunus cerasifera Ehrh ზოგიერთი ველური და კულტურული ფორმის ლიპიდური ნაერთები	326
თვითმკურნალობა როგორც ჯანდაცვის თანამედროვე სისტემის ნაწილი.....	334
ქ. რუსთავის ატმოსფეროს PM-ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა.....	472
THE PECULIARITIES OF MANIFESTATION OF ACHIEVEMENTS AND PERSPECTIVES OF ANTIOXIDANTS IN ALLERGY PHARMACOTHERAPY PRACTICE IN THERAPEUTIC APPLICATIONS	339
THE PECULIARITIES OF MONOCLONAL ANTIBODIES ACHIEVEMENTS AND PERSPECTIVES IN PHARMACOTHERAPEUTIC PRACTICE IN THERAPEUTIC APPLICATIONS	375
THE SCIENTIFIC TALKS OF THE PECULIARITIES OF ACHIEVEMENTS AND PERSPECTIVES OF CLINICAL PHARMACISTS' OCCUPATION AND PHARMACEUTICAL REGULATIONS ISSUE APPLICATIONS IN PHARMACEUTICS AND HEALTH CARE IN GEORGIA AND GLOBALLY	405

ლურჯი მოცვის (Vacinaceae) სხვადასხვა ჯიშის ნაყოფებში პექტინური ნივთიერებების რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა კარბაზოლის მოდიფიცირებული მეთოდით	435
არყის ხის კვირტები კოსმეტიკური საშუალებების შემადგენლობაში	442
პირის ღრუს სამკურნალო-პროფილაქტიკური ელექსირი ფიტოკომპლექსების გამოყენებით	449
გარემოს დაცვითი ინჟინერია და ეკოლოგია	466
მდინარე მტკვრის მიკროშენაკადების – ლოჭინისა და ორხევის ზედაპირული წყლების დაბინძურების ჰიდროქიმიური ინდექსების გაანგარიშება	466
ქ. თბილისის ტერიტორიაზე მდინარე მტკვრის ძირითადი შენაკადი მცირე მდინარეების წყლის ხარისხის კლასის დადგენა ზოგიერთი ჰიდროქიმიური ინდიკატორების მეშვეობით	481
საყდრისის საბადოს სულფიდური კონცენტრატადან, კეთილშობილი	490
ლითონების გამოთავისუფლება, ავტოკლავური მეთოდით	490
დმანისის მინერალურ წყალში მძიმე მეტალების განსაზღვრა	497
მდინარე ყვირილას აუზის ეკოქიმიური კვლევა	503
ქ. რუსთავის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება	511
ჩამდინარე წყლებში ქიმიური რეაგენტების კონცენტრაციის განსაზღვრის მოწყობილობა	518
მდინარე იორის აუზის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება	524
დარიშხანის ნარჩენების გაუვნებელოება ბაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვით ..	532
დამცავი დაფარვების-მოთუთიების საწარმოს ჩამდინარე წყლის გაწმენდა ქიმიური ელექტროლიტური და ელექტროკოაგულაციის მეთოდის გამოყენებით ...	539
სურსათის მეცნიერება და ტექნოლოგია	545
ველური ვარდის გავლენა მარმელადის კვებით ღირებულებაზე	545
უგლუტენო პურის წარმოების ტექნოლოგია ბიოაქტიური ნივთიერებების დამატებით	550
bread production technology by adding bioactive substances Gluten-free	555

მეტალურგია და მასალათმცოდნეობა..... 560

სუსტადშეცხოვადი და არაკოქსვადი ნახშირებიდან დაყალიბებული კოქსალმდგენელის მიღება	560
ცვეთამედეგი დანაფარების რკალური მეთოდებით დატანის თანამედროვე მეთოდები და პერსპექტივები	564
დარიშხანშემცველი სულფიდური ნედლეულის გამოტუტვის პროცესის და მასზე მოქმედი პარამეტრების ინტენსიფიკაციის კვლევა.....	575
მაღალი ხარისხის კონცენტრატების მიღება ჭიათურის კარბონატული მადნებიდან	584
ფაზური გარდაქმნები ოქროშემცველი სპილენძის ოქსიდური მადნის და აგრეთვე ქალკოპირიტის გადამუშავების ნარჩენების სეგრეგაციული მეთოდით გამოწვის პროცესში.....	590
ლითონთა კოროზიის შენელება, ალუმინის დაბალტემპერატურული (94-120)0C გალვანური დანაფარებით	600
COMBINED SCHEME FOR OBTAINING COMPOSITE POWDERS FROM CHLORIDE- OXIDE CHARGE	607
Formation of laser beam strengthened surface layers.....	613
ალუმინის ოქსიდით განმტკიცებული ფხვნილოვანი ბორშემცველი	619
კომპოზიციური მასალების მიღება.....	619

იბეჭდება საორგანიზაციო კომიტეტის მიერ წარმოდგენილი სახით

გადაეცა წარმოებას 15.08.2023. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 17.07.2023. ქალაქის
ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 40.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent