

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნინო გამყრელიძე

საქართველოს ფლორის ზოგიერთი სახეობის კვლევა მათი
საკვებდანამატად გამოყენებისა და კვებითი ღირებულებების
გაუმჯობესების მიზნით

სადოქტორო პროგრამა სასურსათო ტექნოლოგია

შიფრი 0104

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2022 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში
აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი
სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი გიორგი ქვარცხავა

რევენზენტები: პროფესორი თამარ კაჭარავა

პროფესორი შუქრი ჯაფარიძე

დაცვა შედგება _____ წლის “_____“ _____, _____ საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და
ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სადისერტაციო ნაშრომის
დაცვის კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი XI, აუდიტორია 212

0175, თბილისი, მ.კოსტავას ქ. №77

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატის ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი ეკა ცქიტიშვილი

შესავალი

ნაშრომის აქტუალობა. მსოფლიო სასურსათო წარმოების მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო, მაღალი კვებითი ღირებულების მქონე, უსაფრთხო პროდუქტის შექმნა. სინთეზური საკვებდანამატების გარეშე სურსათის კონსისტენციის, ორგანოლექტიკური მახასიათებლების, იერსახის გაუმჯობესება, შენახვის ვადის გახანგრძლივება. ბოსტნეულისა და ხილის მრავალფეროვანი ბიოლოგიური მოქმედების და, განსაკუთრებით, ანტიოქსიდანტური თვისებების გამო მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული დანამატების გამოყენება პერსპექტიული მიმართულებაა არა მარტო სურსათის, არამედ ფარმაცევტული და კოსმეტიკური წარმოებისათვის.

მცენარეული ნედლეულის ბიოლოგიური აქტივობა (ანტიალერგიული, ანტიმიკრობული, ანტიოქსიდანტური, იმუნოლოგიური, კანის დამცავი ეფექტი ულტრაიისფერი გამოსხივების წინააღმდეგ და ა.შ.) დაკავშირებულია მეორადი მეტაბოლიზმის პროდუქტების - ფენოლური ნაერთების რაოდენობასთან. სწორედ ამიტომ მცენარეული ნედლეულიდან ფენოლური ნაერთების მაქსიმალური რაოდენობით გამოყოფაზეა ფოკუსირებული უკანასკნელი ათწლეულის სამეცნიერო კვლევები.

ფენოლური ნაერთების როლის შესახებ ადამიანის ჯანმრთელობის გაუმჯობესების შესახებ მრავალი მეცნიერულად დადასტურებული ფაქტი არსებობს. დაბერების საწინააღმდეგო, ანტიკანცეროგენული, ანტიმიკრობული მოქმედება განპირობებულია ფენოლური ნაერთების ანტიოქსიდანტური აქტივობით. ანტიოქსიდანტებს აქვთ უნარი შებოჭონ ცოცხალ ორგანიზმში მუდმივად მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების დროს წარმოქმნილი რადიკალები. ანტიოქსიდანტურ აქტივობასთან ერთად მცენარეული ნედლეული მდიდარია ვიტამინებით, მიკრო და მაკროელემენტებით. მცენარეული ექსტრაქტების უმრავლესობა,

განსაკუთრებით ფერადი კენკრა, საღებარი ნივთიერებების ფართო სპექტრით ხასიათდება.

სასურსათო წამოებაში არასინთეზირებული საკვებდანამატების გამოყენება, რომელიც გააუმჯობესებს სამიზნე სურსათის კვებით ღირებულებას, გაამდიდრებს არასინთეზირებული ვიტამინებით თუ მინერალებით, შესძენს ან გაამდიდრებს ანტიოქსიდანტურ თვისებებს და, ამავდროულად მოახდენს ვიზუალურ ეფექტს საკვანძო და მეტად აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს.

კვლევის მიზანი. კვლევის მიზანს წარმოადგენს საქართველოს ფლორის ზოგიერთი წარმომადგენლის კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტომის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.) და ძახველის (*Viburnum opulus* L.) კვლევა. შერჩეული მცენარეებიდან ფენოლური ნაერთების მაღალი შემცველობის, ვიტამინებითა და მინერალებით მდიდარი ექსტრაქტების მიღება და ამ ექსტრაქტების საკვებდანამატებად გამოყენების შესაძლებლობების და სურსათის (იოგურტის) წამოებაში გამოყენების პერსპექტივების დადგენა. ფიტონაერთებით გამდიდრებული იოგურტის საგემოვნო და ანტიოქსიდანტურ თვისებების, მიკრობიოლოგიური მახასიათებლების კვლევა. მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული საკვებდანამატის გავლენის შესწავლა იოგურტის კვებით ღირებულებასა და ვარგისიანობის ხანგრძლივობაზე.

კვლევის ამოცანები. სადისერტაციო ნაშრომის მიზნის მიღწევა მოითხოვს გადაიჭრას შემდეგი სახის ამოცანები

- საქართველოში გავრცელებული ველური, ბუჩქოვანი მცენარეების კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტომის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.),

მახველის (*Viburnum opulus* L.) ნაყოფების შეგროვება სხვადასხვა ეკოსისტემებიდან და ქიმიური მახასიათებლების შესწავლა;

- შეჩეულ მცენარეთა ნაყოფებიდან ფენოლური ნაერთების ექსტრაქციის ეფექტურობის გაზრდის მიზნით, ექსტრაქციის პირობების დადგენა;
- ვერტიკალური ზონალობისა და კლიმატური პირობების გავლენის დადგენა გამოსაკვლავი მცენარეების ნაყოფებში ფენოლური ნაერთების შემცველობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე. მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე საკვებდანამატების წარმოებისათვის პერსპექტიული ნედლეულის შერჩევა;
- შერჩეული მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტების ქიმიური, ანტიოქსიდანტური აქტივობის და მიკრობიოლოგიური მახასიათებლების კვლევა. შენახვის პირობებისა და ვარგისიანობის ხანგრძლივობის დადგენა;
- იოგურტის ანტიოქსიდანტური და მიკრობიოლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრა და შერჩეულ მცენარეთა ექსტრაქტების გავლენის კვლევა აღნიშნულ მახასიათებლებსა და სენსორული თვისებებზე.
- კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტომის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), მახველის (*Viburnum opulus* L.) ნაყოფებიდან მიღებული მცენარეული ექსტრაქტებით გამდიდრებული იოგურტის ვარგისიანობის ხანგრძლივობის დადგენა.

კვლევის მეცნიერული სიახლე. მეცნიერულად დასაბუთებულ იქნა მცენარეული ნედლეულიდან ფენოლური ნაერთების ექსტრაქციის ოპტიმალური პირობები, დადგენილ იქნა ვერტიკალური ზონალობის გავლენა ფენოლური ნაერთების შემცველობაზე. მიღებულ იქნა ნატურალური მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე,

მიკროელემენტებისა და ვიტამინების შემცველი ეკოლოგიურად სუფთა საკვებდანამატი, რომელიც ამდროულად ხასიათდება მაღალი ანტიმიკრობული და ანტიბაქტერიული თვისებებით.

დადგენილ იქნა რძის პროდუქტებში, კერძოდ იოგურტში შესატანი მინიმალური კონცენტრაცია, რომელიც გააუმჯობესებს იოგურტის ანტოქსიდანტურ თვისებებს და გაზრდის პროდუქტის შენახვის ვადას.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება. მიღებულია ნატურალური, არასინთეზირებული, ფუნქციური თვალსაზრისით მრავალფეროვანი საკვებდანამატი ხანგრძლივი ვარგისიანობის ვადით. მიღებული საკვებდანამატის გამოყენებით შესაძლებელია მაღალი კვებითი ღირებულების მქონე იოგურტის ახალი სახეობების მიღება. აღნიშნული საკვებდანამატების იოგურტში შეტანა არ მოითხოვს ძირითადი პროდუქტის ტექნოლოგიურ წამოებაში უხეშ ჩარევას და შესაბამისად, მისაღებია ფართომასშტაბიანი წარმოებისათვის (თუ მწარმოებლებისათვის). საკვებდანამატების მისაღებად გამოყენებული მცენარეული ნედლეული იზრდება ველურად და ფართოდაა გავრცელებული თითქმის მთელს საქართველოში, რაც ზრდის ნედლეულის ხელმისაწვდომობასა და ქვეყნის ბუნებრივი რესურსების გამოყენების პერსპექტივებს.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავალისაგან, ლიტერატურული მიმოხილვის, ექსპერიმენტული ნაწილისა და ჩატარებული კვლევის შედეგებისა და განსჯისაგან, ძირითადი შედეგები წარმოდგენილია დასკვნების სახით. ნაშრომის ბოლოს განთავსებულია ბიბლიოგრაფია, გამოყენებული 165 ლიტერატურული წყაროს მითითებით. სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს 15 ცხრილს, 23 ნახაზს, 7 ილუსტრირებულ გამოსახულებას სურათის სახით და შეადგენს 133 გვერდს.

ექსპერიმენტული ნაწილი

სადისერტაციო ნაშრომთან დაკავშირებული ექსპერიმენტული კვლევებისათვის შერჩეულ იქნა საქართველოში გავრცელებული ველურად მოზარდი ბუჩქოვანი მცენარეები კვრინჩხი (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელი (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტოში (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.) და ძახველი (*Viburnum opulus* L.).

კვლევის ობიექტებს წარმოადგენდა სხვადასხვა ეკოსისტემიდან შეგროვებული ველურად მოზარდი ბუჩქოვანი მცენარეების (კვრინჩხი, ძახველი, შტოში, წითელი კუნელი) ნაყოფები, შერჩეულ მცენარეთა ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტები და მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებული იოგურტი.

ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა საქართველოში მოქმედი სტანდარტების შესაბამისად. შედეგები მიღებულია თითოეული ცდის სამჯერადი განმეორების საშუალო მაჩვენებლს მიხედვით. სადისერტაციო ნაშრომთან დაკავშირებული ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სასურსათო ტექნოლოგიების სასწავლო-სამეცნიერო კვლევით ლაბორატორიებში.

სადისერტაციო ნაშრომთან დაკავშირებული ველურად მოზარდი ბუჩქოვან მცენარეთა ნაყოფების ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლებიდან განისაზღვრა ხსნადი მშრალი ნივთიერებების მასური წილი ISO 2173:2003-ის შესაბამისად რეფრაქტომეტრული მეთოდით, რედუცირებული შაქრების მასური წილი ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდით GOCT 8756.13-87 სტანდარტის მიხედვით, ტიტრული მჟავიანობის მასური წილი პოტენციომეტრული მეთოდით ISO 750:2013-ის შესაბამისად. საერთო ფენოლური (TPC) ნაერთების რაოდენობრივი განსაზღვრა მოხდა სპექტროფოტომეტრული მეთოდით ფოლინ ჩოქალთიუს (Folin Ciocalteu)

რეაქტივის გამოყენებით. ფლავანოიდების საერთო რაოდენობის (TFC) განსაზღვრა მოხდა მოდიფიცირებული მეთოდით. საერთო მონომერული ანთოციანინების (TMA) განსაზღვრა მოხდა pH-დიფერენციალური მეთოდით. ანტიოქსიდანტური აქტივობა შესწავლილ იქნა DPPH მეთოდით. ანტიოქსიდანტების აღდგენითი უნარის განსაზღვრა ე.წ. FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power - რკინის ჟანგვის შემამცირებელი ანტიოქსიდანტური ძალა) მეთოდით.

შერჩეულ მცენარეთა ნაყოფებში განისაზღვრა ვიტამინების შემცველობა. გამოსაკვლევ ნიმუშებში B ჯგუფის ვიტამინების შემცველობის შეფასება მოხდა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით. C ვიტამინის შემცველობა განისაზღვრა კი სპექტროფოტომეტრულად.

გამოსაკვლევი მცენარეების (მახველი, კვრინჩხი, წითელი კუნელი, შტომი) ნაყოფებიდან მიღებულ ექსტრაქტებში საერთო ფენოლური ნაერთების, საერთო ფლავანოიდების, მონომერული ანთოციანინების შემცველობის დასადგენად გამოყენებულ იქნა ნაყოფებში ამავე მახასიათებლების კვლევის მეთოდები. მიღებულ ექსტრაქტებში განისაზღვრა მიკროელემენტებისა და მძიმე ლითონების შემცველობის განსაზღვრა მოხდა ატომ-აბსორბციული მეთოდის გამოყენებით.

გამოსაკვლევი ნიმუშების ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტებისა და მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებული სურსათის მიკრობიოლოგიური კვლევა ჩატარდა ანტიმიკრობული აქტივობის, მიკრობთა საერთო რაოდენობის, რძემჟავა ბაქტერიების რაოდენობის, ობისა და საფუარი სოკოების აღმოჩენისა და განსაზღვრის მიზნით.

მცენარეების ან მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტების მიკრობული აქტივობის შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა აგარში დიფუზიის მეთოდი. მიკროორგანიზმების საერთო რაოდენობის განსაზღვრად გამოიყენება ISO 4833:2013/2015 მეთოდი. რძემჟავა

ბაქტერიების გამოვლენა და რაოდენობრივი განსაზღვრა მოხდა ISO 15214:2014 შესაბამისად. ობისა და საფუარი სოკოების აღმოჩენა და დათვლა მიმდინარეობდა ISO 21527-1:2013 შესაბამისად.

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგები თავების მიხედვით

ფენოლური ნაერთები ბიოლოგიური აქტიურობის ფართო სპექტრით ხასიათდებიან. ანტიმიკრობული, ანტიოქსიდანტური, ანთების საწინააღმდეგო მოქმედების უნარი ამ ნაერთებით მდიდარი ნედლეულის მრავალგვარი გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა. ფენოლური ნაერთები ანტიოქსიდანტური და ანტიმიკრობული თვისების გამო შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც სასურსათო კონსერვანტი და დანამატი. თავისთავად ცხადია, რომ ფენოლური ნაერთების შემცველობა და, შესაბამისად, ანტიოქსიდანტური აქტივობა დაკავშირებულია მცენარეული ნედლეულის სახეობასთან. აქედან გამომდინარე, ფენოლური ნაერთების პოტენციალის სრულად გამოყენება დაკავშირებულია მათი გამოვლენის, გამოყოფისა და ანალიზის ეფექტურ მეთოდებთან.

ექსტრაქციის მეთოდისა და ოპტიმალური პირობების შერჩევა. მცენარეული ექსტრაქტების საბოლოო გამოყენების ერთ-ერთი წინაპირობა თავად ამ ექსტრაქტების ქიმიური შედგენილობაა. ექსტრაქტების ქიმიურ შედგენილობას, მცენარეული ექსტრაქტების ბიოლოგიურ და ორგანოლექტიკურ მახასიათებლებს კი განსაზღვრავს ექსტრაქციის მეთოდი და პირობები - ტემპერატურა, ხანგრძლივობა, ექსტრაგენტი. კვლევის მიზანია შერჩეული მცენარეული ნედლეულიდან (ნაყოფებიდან) ბიოლოგურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფა მყარ-თხევადი ექსტრაქციის გზით. ექსტრაქციის ეფექტურობის გასაზრდელად კი საჭიროა შეირჩეს მეთოდი და დადგინდეს ოპტიმალური პირობები - ტემპერატურა და ექსტრაქციის მიმდინარეობის ხანგრძლივობა, აგრეთვე შეირჩეს თხევადი ფაზა - ექსტრაგენტი.

მცენარეული ნედლეულიდან ფენოლური ნაერთების მაღალი გამოსავლიანობის მისაღწევად ექსტრაქციის მეთოდის შერჩევა ერთ-ერთი საკვანძო საკითხია. თანამედროვე მოთხოვნებიდან გამომდინარე ექსტრაქტების მიღების ტექნოლოგია ოპტიმალურად შეიძლება ჩაითვალოს თუ არის მარტივი, ურზუნველყოფს ეკოლოგიურად სუფთა ექსტრაქტების მიღებას, არ მოითხოვს დიდ ხარჯებს და არ საჭიროებს ფუნდამენტურ ცვლილებებს სამიზნე სურსათის ტექნოლოგიურ პროცესში. ამ ამოცანის გადასაჭრელად ექსტრაქცია ჩავატარეთ სამი განსხვავებული მეთოდით - მაცერაციით, ულტრაბგერით და ინფრაწითელი სხივებით.

ცხრილი 1. ექსტრაქციის მეთოდის ფავლენა ფენოლური ნაერთების, ფლავანოიდების და ანთოციანინების ექსტრაქციის ეფექტურობაზე

ექსტრაქციის მეთოდი		მაცერაცია	ულტრაბგერითი ექსტრაქცია	ინფრაწითელი სხივებით ექსტრაქცია
ფენოლური ნაერთები მგ/გ	მახველი	3,05 ± 0,05	4,21 ± 0,08	3,65 ± 0,03
	კვრინჩხი	12,05 ± 0,01	19,33 ± 0,05	17,02 ± 0,07
	კუნელი	10,26 ± 0,06	15,12 ± 0,11	13,25 ± 0,02
	შტოში	3,23 ± 0,08	4,68 ± 0,01	3,91 ± 0,21
ფლავანოიდები მგ/გ	მახველი	1,22 ± 0,22	1,36 ± 0,17	1,29 ± 0,06
	კვრინჩხი	7,64 ± 0,24	8,51 ± 0,07	8,01 ± 0,11
	კუნელი	4,59 ± 0,14	5,74 ± 0,12	4,89 ± 0,04
	შტოში	0,88 ± 0,05	1,06 ± 0,16	0,96 ± 0,18
ანთოციანინები მგ/გ	მახველი	0,65 ± 0,04	0,81 ± 0,04	0,73 ± 0,06
	კვრინჩხი	0,77 ± 0,02	1,02 ± 0,07	0,98 ± 0,01
	კუნელი	1,54 ± 0,11	1,95 ± 0,04	1,78 ± 0,06
	შტოში	0,48 ± 0,05	0,76 ± 0,08	0,71 ± 0,07

სამივე შემთხვევაში ექსტრაგენტად გამოვიყენეთ, წყლისა და ეთილის სპირტის 96 %-იანი წყალხსნარის ნარევი მოცულობითი თანაფარდობით 1:1. ექსტრაქციის ტემპერატურა იყო 40 °C, ხანგრძლივობა 120 წუთი (ცხრილი 1).

ცხრილში 1 წარმოდგენილი ექსპერიმენტული შედეგების მონაცემებიდან გამომდინარე ფენოლური ნაერთების, ფლავანოიდებისა და ანთოციანინების მაღალი გამოსავლიანობა აჩვენა ულტრაბგერითი ექსტრაქციის მეთოდმა.

ცხრილი 2. ექსტრაგენტის გავლენა ექსტრაქციის ეფექტურობაზე

ექსტრაგენტი		H ₂ O:C ₂ H ₅ OH	H ₂ O:C ₂ H ₅ OH	H ₂ O:C ₂ H ₅ OH	H ₂ O:C ₂ H ₅ OH	H ₂ O:C ₂ H ₅ OH
მოც.წყალი : მოც.96 % სპირტხსნარზე		1 : 0	0,75 : 0,25	0,5 : 0,5	0,25 : 0,75	0 : 1
ფენოლური ნაერთები	მგ/გ					
	ძახველი	1.84±0.04	2.55±0.08	4.21±0.04	4.63±0.25	3.61±0.02
	კვრინჩხი	10.15±0.08	13.32±0.01	19.33±0.13	20.91±0.12	16.37±0.03
	კუნელი	7.73±0.04	11.48±0.07	15.12±0.2	17.72±0.12	15.89±0.1
ფლავანოიდები	მგ/გ					
	ძახველი	0.82±0.06	1.04±0.01	1.36±0.07	1.95±0.05	1.45±0.11
	კვრინჩხი	3.17±0.11	5.43±0.06	8.51±0.04	9.35±0.28	7.32±0.06
	კუნელი	2.18±0.06	3.74±0.21	5.74±0.02	7.43±0.19	5.58±0.03
ანთოციანინები	მგ/გ					
	ძახველი	0.47±0.05	0.67±0.01	0.81±0.01	1.02±0.08	0.77±0.04
	კვრინჩხი	0.61±0.07	0.72±0.06	1.02±0.04	1.35±0.01	0.93±0.01
	კუნელი	1.18±0.01	1.38±0.01	1.95±0.04	2.38±0.01	1.88±0.01
	შტოში	0.42±0.05	0.61±0.06	0.76±0.03	1.97±0.21	0.70±0.08

ექსტრაგენტის ან ექსტრაგენტთა ნარევის შერჩევაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ექსტრაქციის ეფექტურობა. ექსტრაქტების საბოლოო

დანიშნულების გათვალისწინებით შეირჩა ორი ნივთიერება ეთილის სპირტი (ეთანოლის 96 % მოც. წყალხსნარი), რომელიც უზრუნველყოფს გამოსაკვლევი ნიმუშების შემადგენლობაში არსებული ლიპოფილური ნერთების ექსტრაქციას, და წყალი, რომელიც წარმოადგენს საუკეთესო ექსტრაგენტს მცენარეულ ნედლეულში არსებული ჰიდროფილური ნაერთებისათვის. მომზადდა გამხსნელების სხვადასხვა მოცულობითი თანაფარდობის 5 ტიპის ნარევი და ექსტრაქცია ჩატარდა ულტრაბგერითი ექსტრაქციის მეთოდით, 40 °C, ხანგრძლივობა 120 წუთი (ცხრილი 2).

ცხრილი 3. ექსტრაქციის მეთოდის ფავლენა ფენოლური ნაერთების, ფლავანოიდების და ანთოციანინების ექსტრაქციის ეფექტურობაზე

ექსტრაქციის მეთოდი		20 – 22 °C	40 – 42 °C	60 – 62 °C
ფენოლური ნაერთები მგ/გ	მახველი	3,31 ± 0,03	4,63 ± 0,02	3,11 ± 0,06
	კვრინჩხი	16,89 ± 0,01	20,91 ± 0,07	15,96 ± 0,02
	კუნელი	12,43 ± 0,11	17,72 ± 0,03	11,85 ± 0,03
	შტოში	3,55 ± 0,05	5,33 ± 0,11	2,94 ± 0,11
ფლავანოიდები მგ/გ	მახველი	1,04 ± 0,17	1,96 ± 0,04	0,97 ± 0,06
	კვრინჩხი	8,68 ± 0,15	9,38 ± 0,05	8,02 ± 0,01
	კუნელი	4,25 ± 0,07	6,55 ± 0,22	3,74 ± 0,05
	შტოში	1,28 ± 0,09	1,86 ± 0,14	1,06 ± 0,12
ანთოციანინები მგ/გ	მახველი	0,68 ± 0,14	0,98 ± 0,01	0,71 ± 0,09
	კვრინჩხი	1,02 ± 0,04	1,31 ± 0,06	0,98 ± 0,01
	კუნელი	1,89 ± 0,06	2,38 ± 0,13	1,77 ± 0,06
	შტოში	0,88 ± 0,01	1,01 ± 0,17	1,82 ± 0,07

ექსპერიმენტით მიღებული შედეგები ცხადყოფს, რომ გამოსაკვლევი ნიმუშების ნაყოფებიდან ულტრაბგერითი ექსტრაქცია 0,75 მოცულობითი წილი 96 %-იანი ეთილის სპირტის წყალხსნარისა და 0,25 მოცულობითი

წილი წყლის ნარევის ექსტრაგენტად გამოყენებისას იძლევა საუკეთესო შედეგს, როგორც, ფენოლური ნაერთების, ისე ფლავანოიდებისა და ანთოციანინების გამოსავლიანობის თვალსაზრისით.

ექსტრაქციის ოპტიმალური ტემპერატურის დასადგენად ჩატარდა სამი სახის ექსპერიმენტი: 20 – 22 °C-ზე, 40 – 42 °C-ზე და 60 - 62 °C-ზე (ცხრილი 3). საუკეთესო შედეგები დაფიქსირდა 40 – 42 °C-ზე ჩატარებული ექსტრაქციისას.

ცხრილი 4. ექსტრაქციის ხანგრძლივობის გავლენა ფენოლური ნაერთების გამოსავლიანობაზე (ულტრაბგერითი ექსტრაქცია; გამხსნელთა ნარევი წყალი : 96 % ეთილის სპირტხსნარი/0,25 : 0,75; ტემპერატურა 40 – 42 °C).

ექსტრაქციის ხანგრძლივობა		30 წთ	60 წთ	90 წთ	120 წთ
ფენოლური ნაერთები მგ/გ	დახველი	3.58 ± 0.05	4.08 ± 0.14	4.50 ± 0.25	4.63 ± 0.02
	კვრინჩხი	17.64 ± 0.24	19.53 ± 0.08	20.82 ± 0.12	20.91 ± 0.07
	კუნელი	11.27 ± 0.16	15.81 ± 0.18	17.62 ± 0.12	17.72 ± 0.03
	შტოში	3.78 ± 0.11	4.43 ± 0.07	5.21 ± 0.21	5.33 ± 0.11
ფლავანოიდები მგ/გ	დახველი	1.18 ± 0.01	1.35 ± 0.04	1.90 ± 0.05	1.96 ± 0.04
	კვრინჩხი	7.27 ± 0.21	8.86 ± 0.11	9.23 ± 0.28	9.38 ± 0.05
	კუნელი	4.83 ± 0.04	5.48 ± 0.07	6.12 ± 0.19	6.55 ± 0.22
	შტოში	1.08 ± 0.12	1.32 ± 0.03	1.61 ± 0.23	1.86 ± 0.14
ანთოციანინები მგ/გ	დახველი	0.52 ± 0.01	0.61 ± 0.06	0.96 ± 0.08	0.98 ± 0.01
	კვრინჩხი	0.89 ± 0.04	1.03 ± 0.08	1.27 ± 0.03	1.31 ± 0.06
	კუნელი	1.52 ± 0.07	1,96 ± 0.10	2.30 ± 0.05	2.38 ± 0.13
	შტოში	0.34 ± 0.12	0.68 ± 0.05	0.98 ± 0.2	1.01 ± 0.17

ექსტრაქციის ოპტიმალური დროის დასადგენად პროცესი წარვმართეთ 30 წუთიანი, 60 წუთიანი, 90 წუთიანი და 120 წუთიანი ხანგრძლივობით (ცხრილი 4). ყველა განსასაზღვრი პარამეტრის მაღალი გამოსავლიანობა

დაფიქსირდა 120 წთ-იანი ექსტრაქციისას, თუმცა დროისა და ენოერგოხარჯების გათვალისწინებით ექსტრაქციის ოპტიმალურ პირობებად მიჩნეულ იქნა ექსტრაქცია ულტრაბგერითი ექსტრაქციის მეთოდით, 90 წუთის განმავლობაში 40 – 42 °C ტემპერატურაზე, გამხსნელთა ნარევის წყალი : 96 % ეთილის სპირტხსნარი/0,25 : 0,75 გამოყენებით.

**საქართველოს სხვადასხვა ეკოსისტემიდან შეგროვებული ველურად
მოზარდი ბუჩქოვანი მცენარეული ნედლეულის ქიმიური
მახასიათებლების შედარება**

საქართველოს ნიადაგური და კლიმატური თავისებურება ასახვას ჰპოვებს ფლორის მრავალგვარობასა და მრავალსახებრიობაზე. აბიოტური და ბიოტური ფაქტორები, ვერტიკალური ზონალობა ჯიშურ თავისებურებებთან ერთად გავლენას ახდენს საქართველოს მცენარეული საფარის ქიმიურ შედგენილობაზე. სწორედ ამიტომ, მნიშვნელოვანია განისაზღვროს კლიმატური ფაქტორების გავლენა გამოსაკვლევი ნიმუშების - ველურად მოზარდი ბუჩქოვანი მცენარეების (მახველი, კვრინჩხი, წითელი კუნელი, შტოში) ნაყოფების ქიმიურ მახასიათებლებზე.

სხვადასხვა გარემო პირობებში (ზ.დ. 550 – 600 მ და 800 – 1200 მ) შეგროვებული გამოსაკვლევი ნიმუშების ნაყოფებში ხსნადი მშრალი ნივთიერებების, რედუცირებული შაქრებისა და ტიტრული მჟავიანობის შესაბამისი მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში 5.

გამოსაკვლევი ნიმუშების ნაყოფებიდან მიღებულ ექსტრაქტებში განისაზღვრა ფენოლური ნაერთების, ფლავანოიდების, ანთოცინინების რაოდენობრივი მაჩვენებლები, ანტიოქსიდანტური აქტივობა და ანტიოქსიდანტების აღდგენითი უნარი. მიღებული შედეგების მიხედვით გამოიკვეთა მაღალმთიან რეგიონში შეგროვებული ნიმუშების უპირატესობები (ცხრილში 6).

ცხრილი 5. სხვადასხვა ეკოსისტემიდან შერგროვებული ნიმუშების ქიმიური მახასიათებლები

ნიმუში	ხსნადი მშრალი ნივთიერებების მასური წილი %		რედუცირებული შაქრების მასური წილი %		ტიტრული მჟავიანობის მასური წილი %	
	550 - 600	800 - 1200	550 - 600	800 - 1200	550 - 600	800 - 1200
სიმაღლე ზღვის დონიდან მ						
დახველი	11,3	13,5	6,4	5,3	4,8	6,8
კვრინჩხი	15,4	16,7	6,5	4,5	7,3	8,7
კუნელი	14,2	15,1	7,6	5,8	2,6	3,2
შტოში	10,2	12,6	5,5	3,1	3,5	6,1

ცხრილი 6. ნიმუშების ნაყოფების ექსტრაქტებში ფენოლური ნაერთების, ფლავანოიდების, ანტოციანინებისა და ანტიოქსიდანტური აქტივობის მაჩვენებლები

ნიმუში	TPC მგ/გ	TFC მგ/გ	TMA მგ/გ	DPPH მგ/გ	FRAP მმოლი Fe ⁺⁺ / გ
დახველი <i>Viburnum opulus</i> *	4,5±0,25	1,9±0,056	0,96±0,08	0,41±0,05	0,27±0,06
დახველი <i>Viburnum opulus</i> **	8,2±0,18	2,85±0,11	1,89±0,61	0,81±0,07	0,38±0,04
კვრინჩხი <i>Prunus spinosa</i> *	20,82±0,12	9,23±0,28	1,27±0,003	0,32±0,9	0,11±0,018
კვრინჩხი <i>Prunus spinosa</i> **	35,62±0,17	19,4±0,11	3,48±0,07	0,76±0,012	0,21±0,15
წითელი კუნელი <i>Crataegua kyrtostyla</i> *	17,62±0,12	6,12±0,19	2,3±0,005	0,35±0,03	0,29±0,11
წითელი კუნელი <i>Crataegua kyrtostyla</i> **	30,88±0,15	7,36±0,19	3,76±0,003	0,85±0,06	0,58±0,06
შტოში <i>Oxycoccus quadripetalus</i> *	5,21±0,21	1,61±0,23	0,98±0,2	0,35±0,14	0,26±0,31
შტოში <i>Oxycoccus quadripetalus</i> **	7,85±0,12	2,81±0,05	1,9±0,42	0,72±0,07	0,62±0,25

*ხ.დ. 550 – 600 მ-ზე შერგროვებული ნიმუშები; **ხ.დ. 800 – 1200 მ-ზე შერგროვებული ნიმუშები.

სადისერტაციო ნაშრომის ამოცანას წარმოადგენს მცენარეული ნედლეულის შეირჩევა საკვებდანამატებად გამოყენების მიზნით, რომელიც გააუმჯობესებს სამიზნე სურსათის კვებით ღირებულებას. სხვადასხვა ეკოსისტემიდან შეგროვებული საკვლევი ნიმუშების ნაყოფებში მოვახდინეთ C და B ჯგუფის ვიტამინების განსაზღვრა. B ჯგუფის ვიტამინების არსებობა დაფიქსირდა შტოშის ნაყოფში (ცხრილში 7), ხოლო C-ვიტამინის ყველა გამოსაკვლევი ნიმუშის ნაყოფში (ცხრილში 8).

ცხრილი 7. B ჯგუფის ვიტამინების შემცველობა შტოშის (*Oxycoccus quadripetalus* Gillib.) ნაყოფში

ნიმუში	B ₁ თიამინი		B ₃ ნიკოტინამიდი		B ₆ პიროდოქსინი		B ₉ ფოლიუმის მჟავა	
	600 მ ზ.დ.	1200 მ ზ.დ.	600 მ ზ.დ.	1200 მ ზ.დ.	600 მ ზ.დ.	1200 მ ზ.დ.	600 მ ზ.დ.	1200 მ ზ.დ.
შტოში <i>Oxycoccus quadripetalus</i> Gillib.	0.01	0.02	0.16	0.38	0.58	0.91	0.08	0.19
	მგ/100 გ		მგ/100 გ		მგ/100 გ		მგ/100 გ	

ცხრილი 8. სხვადასხვა ეკოსისტემებში შეგროვებული კვრიჩხის, წითელი კუნელის, შტოშისა და ძახველის ნყოფებში C ვიტამინის შემცველობა

ნიმუში	ვიტამინი C მგ/100 გ	
ძახველი <i>Viburnum opulus</i> L.	600 მ (ზ.დ.)	18.28
	1200 მ (ზ.დ.)	21.31
კვრიჩხი <i>Prunus spinosa</i> L.	600 მ (ზ.დ.)	7.51
	1200 მ (ზ.დ.)	8.23
წითელი კუნელი <i>Crataegua kyrtostyla</i> Fing.	600 მ (ზ.დ.)	9.68
	1200 მ (ზ.დ.)	11.64
შტოში <i>Oxycoccus quadripetalus</i> Gilib.	600 მ (ზ.დ.)	15.27
	1200 მ (ზ.დ.)	17.58

ექსპერიმენტული კვლევისათვის შერჩეული ველურად მოზარდი ბუჩქივანი მცენარეების ნაყოფებში ვიტამინების შემცველობის მონაცემების

ანალიზი, საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ მაღალმთიან რეგიონში შეგროვებული ნიმუშები წარმოადგენს პერსპექტიულ მცენარეულ ნედლეულს საკვებდანამატების მიღების მიზნით.

გამოსაკვლევი ნიმუშების ძახველის, კვრინჩხის, წითელი კუნელის, შტომის ნაყოფებში განისაზღვრა მძიმე ლითონები და მიკროელემენტები (ცხრილი 9.).

ცხრილი 9. მიკროელემენტები და მძიმე ლითონები ძახველის, კვრინჩხის, წითელი კუნელის და შტომის ნაყოფებში

მინერალები მგ/100 გ	ძახველი <i>Viburnum opulus</i> L.	კვრინჩხი <i>Prunus spinosa</i> L.	წითელი კუნელი <i>Crataegua</i> <i>kyrtostyla</i> Fing.	შტომი <i>Oxycoccus</i> <i>quadripetalus</i> Gilib.
Zn	$64 \cdot 10^{-3}$	$746 \cdot 10^{-3}$	$584 \cdot 10^{-3}$	$164 \cdot 10^{-3}$
K	2.143	631	1119	225
Fe	0.09	1.72	2.71	0.72
Ca	0.713	87.6	283	85.6
Na	0.118	65.3	8.75	61.3
Cd	-	-	-	-
Cu	კვალის სახით	$12 \cdot 10^{-4}$	$17 \cdot 10^{-4}$	$8.0 \cdot 10^{-4}$
Pb	-	-	-	-

ცხრილში 9 მოყვანილი მონაცემების მიხედვით გამოსაკვლევი ნიმუშები აკმაყოფილებს სურსათის ფორტიფიკაციის ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნებს.

ექსტრაქტების ვარგისიანობის ვადის განსაზღვრა. მიღებული მცენარეული ექსტრაქტების, როგორც საკვებდანამატების, სამრეწველო მიზნებისათვის გამოყენება შემადგენლობის პარალელურად დაკავშირებულია მათ ვარგისიანობის ვადასთან. მიღებული მცენარეული ექსტრაქტების ანტიოქსიდანტური აქტივობისა და ანტიოქსიდანტური აღდგენის უნარის ცვლილებების შეფასება მოხდა სამ განსხვავებულ პირობებში - მაცივარში 4 °C ტემპერატურაზე, ოთახის ტემპერატურაზე სინათლისაგან დაცულ ადგილას და ოთახის ტემპერატურაზე დღის სინათლეზე ერთი წლის მანძილზე სამთვარიანი ინტერვალებით (ცხრილი 10).

ცხრილი 10. გამოსაკვლევი ექსტრაქტების ანტიოქსიდანტური აქტივობისა და ანტიოქსიდანტური აღდგენის უნარის დროში ცვლილების დინამიკა 12 თვის განმავლობაში.

პირობები	განსასაზღვრი პარამეტრი	საწყისი	3 თვე	6 თვე	9 თვე	12 თვე
მახველის ნაყოფის ექსტრაქტი						
მაცივარში 4 °C ტემპერატურა	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,81	0,76	0,65	0,6	0,53
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,38	0,368	0,345	0,322	0,308
ოთახის ტემპერატურა, სინათლისაგან დაცული	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,81	0,7	0,59	0,44	0,31
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,38	0,355	0,32	0,294	0,273
ოთახის ტემპერატურა, დღის სინათლე	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,81	0,61	0,46	0,25	0,12
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,38	0,29	0,252	0,226	0,189
კვრიჩხის ნაყოფის ექსტრაქტი						
მაცივარში 4 °C ტემპერატურა	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,76	0,74	0,7	0,65	0,6
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,21	0,196	0,192	0,185	0,18
ოთახის ტემპერატურა, სინათლისაგან დაცული	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,76	0,7	0,65	0,6	0,53
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,21	0,192	0,183	0,171	0,158
ოთახის ტემპერატურა, დღის სინათლე	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,76	0,65	0,59	0,48	0,37
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,21	0,175	0,158	0,124	0,108
კუნელის ნაყოფის ექსტრაქტი						
მაცივარში 4 °C ტემპერატურა	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,85	0,81	0,75	0,65	0,52
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,58	0,552	0,496	0,414	0,358
ოთახის ტემპერატურა, სინათლისაგან დაცული	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,85	0,79	0,67	0,54	0,37
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,58	0,527	0,459	0,334	0,267
ოთახის ტემპერატურა, დღის სინათლე	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,85	0,65	0,5	0,38	0,25
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,58	0,482	0,374	0,253	0,166

ცხრილი 10. გამოსაკვლევი ექსტრაქტების ანტიოქსიდანტური აქტივობისა და ანტიოქსიდანტური აღდგენის უნარის დროში ცვლილების დინამიკა 12 თვის განმავლობაში (გაგრძელება).

პირობები	განსასაზღვრი პარამეტრი	საწყისი	3 თვე	6 თვე	9 თვე	12 თვე
შტომის ნაყოფის ექსტრაქტი						
მაცივარში 4 °C ტემპერატურა	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,72	0,69	0,65	0,58	0,51
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,62	0,594	0,548	0,466	0,397
ოთახის ტემპერატურა, სინათლისაგან დაცული	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,72	0,67	0,6	0,54	0,45
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,62	0,567	0,509	0,425	0,317
ოთახის ტემპერატურა, დღის სინათლე	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH)	0,72	0,6	0,51	0,43	0,31
	აღდგენის უნარი (FRAP)	0,62	0,514	0,404	0,293	0,174

ცხრილში 10 მოყვანილი მონაცემების ცხადყოფს, რომ ყველა გამოსაკვლევი ექსტრაქტისათვის ხანგრძლივად შენახვის საუკეთესო პირობა არის დაბალი ტემპერატურა, კერძოდ, მაცივარში 4 °C ტემპერატურა. ამ პირობებში ექსტრაქტებში ხდება ფენოლური ნაერთების, ფლავანოიდების, ანთოციანინების მინიმალური დეგრადაცია და ანტიოქსიდანტური თვისებების მცირედი კლება. ასევე მისაღებია ოთხივე ტიპის ექსტრაქტების შენახვა ოთახის ტემპერატურაზე სინათლისაგან დაცულ ადგილას. ამ პირობებშიც გამოსაკვლევი ექსტრაქტების ანტიოქსიდანტური აქტივობა და აღდგენის უნარი იცვლება კლებისკენ და მცირედ ჩამორჩება მაცივარში 4 °C ტემპერატურაზე შენახული ნიმუშების ანალოგიურ მაჩვენებლებს.

მიღებული ექსტრაქტების მიკრობიოლოგიური კვლევა პათოგენური მიკროორგანიზმების არსებობაზე

მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ძახველის, კვრინჩხის, წითელი კუნელის და შტომის ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტები ქიმიური მახასიათებლების მიხედვით აკმაყოფილებს სადისერტაციო

ნაშრომში დასახული ამოცანის მოთხოვნებს. ქიმიურ შედგენილობასთან ერთად მიღებული ექსტრაქტებმა ასევე უნდა დააკმაყოფილოს მიკრობიოლოგიური მოთხოვნები - არ უნდა გამოიწვიოს სამიზნე სურსათის კონტამინაცია. გამოსაკვლევი ექსტრაქტების შემოწმება მოხდა პათოგენურ მიკროორგანიზმებზე - როგორც გრამდადებით, ისე გრამუარყოფით ბაქტერიებზე და ობისა და საფუარ სოკოებზე. გამოსაკვლევი ექსტრაქტებში არ დადასტურდა პათოგენური მიკროორგანიზმების არსებობა.

მცენარეული ექსტრაქტების ანტიმიკრობული კვლევა. მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტების ანტიბაქტერიული თვისებები გამოკვლეულ იქნა ტესტ-კულტურების *Staphylococcus aureus* ATCC 4399311-124, *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Enterococcus faecalis* ATCC 27959, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, *Escherichia coli* ATCC 35150, *Bacillus subtilis* PTS-394 მიმართ აგარაში დიფუზიის მეთოდით. გამოვლენილი ანტიბაქტერიული თვისებების შეფასება ხდებოდა ინჰიბირების ზონების არსებობითა და მათი დიამეტრის განსაზღვრით (ცხრილი 11)

ცხრილი 11. გამოსაკვლევი მცენარეული ექსტრაქტების ანტიბაქტერიული თვისებები

ტესტ კულტურა	მახველის ექსტრაქტი	კვრინჩხის ექსტრაქტი	კუნელის ექსტრაქტი	შტოშის ექსტრაქტი
	ინჰიბირების ზონის დიამეტრი (მმ)			
<i>Enterococcus faecalis</i>	10	12	10	11
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14	16	14	12
<i>Escherichia coli</i>	-	15	10	12
<i>Bacillus subtilis</i>	14	20	13	18
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	25	24	24
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	14	11	10

ყველა ნიმუშს ახასიათებდა ანტიბაქტერიული აქტივობა, როგორც გრამდადებითი, ასევე გრამუარყოფითი მიკროორგანიზმების მიმართ. თუმცა კუნელის და შტოშის შემთხვევაში თითქმის თანაბარი აქტივობა გამოვლინდა ექვსივე ტესტ-კულტურის მიმართ.

მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტები იოგურტში

საქართველოში ბუჩქოვანი ველურად მოზარდი კვინჩხის, ძახველის, წითელი კუნელისა და შტოშის ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტების იოგურტში შეტანის მიზანი იყო იოგურტის ქიმიურ, მიკრობიოლოგიურ, საგემოვნო მახასიათებლებზე ექსტრაქტების გავლენის შესწავლა.

ცხრილი 12. მცენარეული ექსტრაქტების შემცველი და „სუფთა“ იოგურტის ქიმიური მახასიათებლები

ნიმუში	ქიმიური მახასიათებელი	ექსტრაქტის კონცენტრაცია	ქიმიური მახასიათებლის მნიშვნელობა
იოგურტი (კონტროლი)	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH მგ/მლ)	0	0,115
	აღდგენის უნარი (FRAP მმოლი Fe ⁺⁺ /მლ)	0	0,085
იოგურტი ძახველის ექსტრაქტით	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH მგ/მლ)	0,1 %	0,139
		0,5 %	0,157
	აღდგენის უნარი (FRAP მმოლი Fe ⁺⁺ /მლ)	0,1 %	0,091
		0,5 %	0,107
იოგურტი კვინჩხის ექსტრაქტით	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH მგ/მლ)	0,1 %	0,259
		0,5 %	0,314
	აღდგენის უნარი (FRAP მმოლი Fe ⁺⁺ /მლ)	0,1 %	0,129
		0,5 %	0,141
იოგურტი კუნელის ექსტრაქტით	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH მგ/მლ)	0,1 %	0,258
		0,5 %	0,297
	აღდგენის უნარი (FRAP მმოლი Fe ⁺⁺ /მლ)	0,1 %	0,131
		0,5 %	0,144
იოგურტი შტოშის ექსტრაქტით	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (DPPH მგ/მლ)	0,1 %	0,158
		0,5 %	0,181
	აღდგენის უნარი (FRAP მმოლი Fe ⁺⁺ /მლ)	0,1 %	0,116
		0,5 %	0,129

მომზადდა იოგურტის ცხრა ნიმუში, მათგან ერთი იყო საკონტროლო და გამოკვლეულ იქნა ანტიოქსიდანტური აქტივობა და ანტიოქსიდანტური ალდგენის უნარი (ცხრილი 12).

იოგურტის (ცხრილი 12) გამდიდრებით კვრინხის, ძახველის, კუნელისა და შტომის ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტებით გაიზარდა ანტიოქსიდანტური აქტივობა და ანტიოქსიდანტური ალდგენის უნარი.

მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებული იოგურტის საგემოვნო თვისებები და ფიზიკური მახასიათებლები

საქართველოში ველურად მოზარდი ბუჩქოვანი მცენარეების ძახველის, კვრინხის, წითელი კუნელის, შტომის ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტების შეტანამ გამოიწვია იოგურტის, როგორც ვიზუალური, ისე საგემოვნო თვისებების ცვლილება. ექსტრაქტებით გამდიდრებულ ზოგიერთ ნიმუშს გაუქრა რძის პროდუქტებისათვის დამახასიათებელი სუნი და შეიძინა ნაზი არომატი (სურნელი). იოგურტები შეიფერა ღია ვარდისფერიდან მუქ შინდისფრამდე.

მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებული იოგურტის მიკრობიოლოგიური კვლევა

საქართველოში მთიანეთში შეგროვებული ველურად მოზარდი ბუჩქოვანი მცენარეების ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებული იოგურტის მიკრობიოლოგიური კვლევის მიზანს წარმოადგენდა რძემჟავა ბაქტერიოზის რაოდენობრივი შემცველობის დროში შენარჩუნების განსაზღვრა, გაფუჭების გამომწვევი ბაქტერიების რაოდენობრივი მაჩვენებლების სკრინინგი შენახვის ვადის დადგენის მიზნით. 0,1 % და 0,5 % მცენარეული ექსტრაქტების შემცველი იოგურტის ცხრა ნიმუშის მიკრობიოლოგიური კვლევის პერიოდი განისაზღვრა 25 დღით, სინჯის აღება ხდებოდა პირველ, მე-3, მე-9, მე-14, 21-ე და 25-ე დღეს.

მთელი ამ პერიოდის განმავლობაში ნიმუშები მაცივარში 4 - 6 °C ტემპერატურაზე ინახებოდა.

ცხრილი 13. „სუფთა“ და მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებულ იოგურტის ნიმუშებში რძემჟავა ბაქტერიების განსაზღვრა

ნიმუში	რძემჟავა ბაქტერიების რაოდენობა კწე·გ ⁻¹					
	მიკრობიოლოგიური ანალიზის დღე					
	დღე 1	დღე 3	დღე 9	დღე 14	დღე 21	დღე 25
კონტროლი	695	544	167	102	5	-
მახველი-0,1 %	687	627	185	114	8	1
მახველი-0,5 %	707	626	195	123	18	3
კვრინჩხი-0,1 %	689	654	475	211	84	52
კვრინჩხი-0,5 %	691	688	408	176	69	25
კუნელი-0,1 %	685	561	489	195	56	17
კუნელი-0,5 %	687	581	401	115	19	7
შტომი-0,1 %	689	628	378	163	21	14
შტომი-0,5 %	690	571	297	111	14	9

ცხრილში 13 წამოდგენილი კვლევის შედეგებისა და რძემჟავა ბაქტერიები რაოდენობრივი შეფასების მიხედვით მახასიათებლები ყველა ნიმუშისათვის (საკონტროლო და მცენარეული ექსტრაქტებით გამდიდრებული) მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა დამატებული მცენარეული ექსტრაქტის ტიპის და კონცენტრაციის მიხედვით კვლევის ინტერვალების გათვალისწინებით.

რძემჟავა ბაქტერიების რაოდენობის განსაზღვრის პარალელურად ხდებოდა იოგურტის გამოსაკვლევ ნიმუშებში მიკრობთა საერთო რაოდენობის, საფუარი და ობის სოკოების რაოდენობის განსაზღვრა.

ჩატარებული კვლევის შედეგების მიხედვით მიკრობთა საერთო რაოდენობის გაზრდა (ცხრილი 14) დაიწყო მე-9 დღეს და მოიმატა ყველა გამოსაკვლევ ნიმუშში სხვადასხვა ინტენსივობით. მე-14 დღეს მიაღწია პიკურ ნიშნულს და უკვე მომდევნო კვლევებში აჩვენა კანონზომიერი კლება.

ცხრილი 14. „სუფთა“ და მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებულ იოგურტის ნიმუშებში მიკრობთა საერთო რაოდენობის განსაზღვრა

ნიმუში	მიკრობთა საერთო რაოდენობა					
	კწე · გ ⁻¹					
	მიკრობიოლოგიური ანალიზის დღე					
	დღე 1	დღე 3	დღე 9	დღე 14	დღე 21	დღე 25
კონტროლი	-	31	149	679	122	74
მახველი - 0,1 %	-	23	215	368	77	51
მახველი - 0,5 %	-	21	206	296	54	23
კვრინჩხი - 0,1 %	-	12	118	191	35	8
კვრინჩხი - 0,5 %	-	7	100	148	16	8
კუნელი - 0,1 %	-	15	128	404	144	73
კუნელი - 0,5 %	-	6	119	346	17	7
შტოში - 0,1 %	-	18	137	258	57	26
შტოში - 0,5 %	-	8	121	229	22	11

კონტროლთან შედარებით მცენარეული ექსტრაქტებით გამდიდრებულ იოგურტის ნიმუშებში დაფიქსირდა მიკროორგანიზმების შედარებით დაბალი ზრდისა და გამრავლების ტენდენცია. რაც აიხსნება შეტანილი მცენარეული ექსტრაქტების ანტიმიკრობული თვისებებით. ამ თვალსაზრისით ყველაზე კარგი შედეგი აჩვენა კვრინჩხის ექსტრაქტით გამდიდრებულმა ნიმუშებმა.

საფუვრებისა და ობის სოკოების, სურსათის მნიშვნელოვანი მიკრობიოლოგიური დამაბინძურებელი ორგანიზმების, შესწავლისას დადგინდა, რომ ყველა ნიმუშში მათი რაოდენობის ზრდის ტემპი ნაკლები იყო კონტროლთან შედარებით (ცხრილი 15). განსაკუთრებით ინჰიბიტორული ეფექტით გამოირჩეოდა ნიმუშები კვრინჩხით, სადაც

სოკოების რაოდენობა ყველაზე მცირე იყო ექსპერიმენტული კვლევის მთელი პერიოდის - 25 დღის განმავლობაში.

ცხრილი 15. „სუფთა“ და მცენარეული ნედლეულიდან მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებულ იოგურტის ნიმუშებში საფუარი და ობის სოკოების რაოდენობის განსაზღვრა

ნიმუში	საფუარი და ობის სოკოების რაოდენობა					
	კწე · გ ⁻¹					
	მიკრობიოლოგიური ანალიზის დღე					
	დღე 1	დღე 3	დღე 9	დღე 14	დღე 21	დღე 25
კონტროლი	-	-	9	55	102	123
მახველი - 0,1 %	-	-	7	26	92	101
მახველი - 0,5 %	-	-	2	5	87	92
კვრინჩხი - 0,1 %	-	-	1	1	31	39
კვრინჩხი - 0,5 %	-	-	-	1	23	44
კუნელი - 0,1 %	-	-	-	3	83	95
კუნელი - 0,5 %	-	-	-	5	57	61
შტოში - 0,1 %	-	-	10	34	66	75
შტოში - 0,5 %	-	-	4	29	57	61

ყველა პარამეტრის განსაზღვრის შემდეგ დადგინდა, რომ იოგურტის ნიმუშები კვრინჩხით გამოირჩეოდა შენახვის ვადის ხანგრძლივი პერიოდით, სხვა ნიმუშებთან შედარებით. თავის მხრივ პათოლოგიურ მიკროორგანიზმთა გამრავლების ინჰიბირება ხელს უწყობს რძემჟავა ბაქტერიებს ხანგრძლივად არსებობდეს სურსათში და შესაბამისად, სურსათი ხანგრძლივად ინარჩუნებს მაღალ კვებით ღირებულებას.

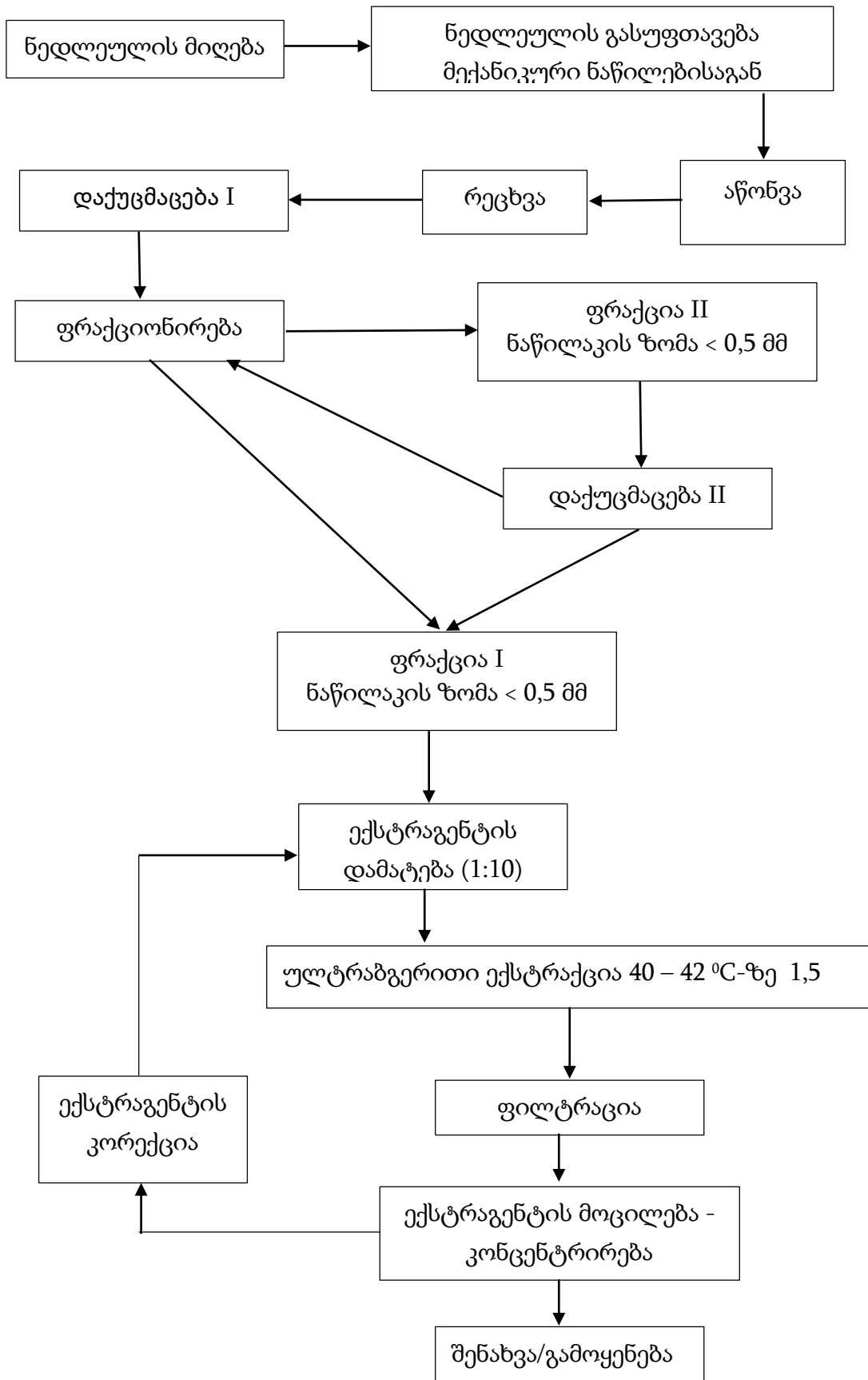
ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოს მთიანეთში ველურად მოზარდი

ბუჩქოვანი მცენარეები წარმოადგენს პერსპექტიულ ნედლეულს სურსათის წარმოებაში. მიღებულ ექსტრაქტებს მეტ-ნაკლები ინტენსივობით შეუძლია გამოიწვიოს პათოგენურ მიკროორგანიზმთა ზრდისა და გამრავლების ონკიბირება და სურსათის გაფუჭებისაგან დაიცვა. სწორედ, მიკროორგანიზმების გარკვეული სახეობების ზრდის ხარისხის პარამეტრების ცვლილებები გამოიყენება სურსათის შენახვის ვადის დასრულების აღსანიშნავად.

მცენარეული ექსტრაქტების სამრეწველო მიღების ეტაპები

საქართველოში ველურად მოზარდი ბიჩქოვანი მცენარეების კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტოშის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.) და ძახველის (*Viburnum opulus* L.) ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტების სასურსათო წარმოებაში გამოყენების უპირატესობებს რამდენიმე ფაქტორი განაპირობებს: ამ ექსტრაქტების მისაღებად საჭირო ნედლეული (კვრინჩხი, ძახველი, წითელი კუნელი, შტოში) ველურად მოზარდი ბუჩქოვანი მცენარეების ნაყოფებია და მათ მოვლა-მოყვანაზე არ იხარჯება ადამიანური რესურსი, ამასთან ხასიათდებიან უხვმოსავლიანობით, აქედან გამომდინარე კი შედარებით ხელმისაწვდომია. აღნიშნული მცენარეები იზრდება ინდუსტრიული ზონიდან და დიდი ქალაქებიდან მოშორებით, შესაბამისად ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეულს წარმოადგენს. მათი ნაყოფებიდან მიღებული ვიტამინებით და მინერალებით მდიდარი საკვებდანამატები ხანგრძლივად ინარჩუნებენ ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შენახვის განსაკუთრებული პირობები გარეშე. მიღებული საკვებდანამატების გამოყენება არ მოითხოვს სამიზნე სურსათის ტექნოლოგიური პროცესის უხეშ ცვლილებებს.

ნატურალური საკვებდანამატების სამრეწველო მიღების ტექნოლოგიური სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე 1.



ნახ.1. მცენარეული ექსტრაქტების სამრეწველო მიღების ტექნოლოგიური სქემა

სამეცნიერო ნაშრომის დაკვნა

სადისერტაციო ნაშრომთან დაკავშირებული ექსპერომენტული კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ შემდეგი:

- საქართველოში ფართოდ გავრცელებული ველურად მოზარდი ბუჩქოვანი მცენარეების კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტომის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), ძახველის (*Viburnum opulus* L.) ქიმიურ მახასიათებლებსა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე ჯიშურ თავისებურებებთან ერთად გავლენას ახდენს ვერტიკალური ზონალობა და კლიმატური (აბიოტური და ბიოტური) ფაქტორები;
- დადგენილ იქნა კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტომის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.) ძახველის (*Viburnum opulus* L.) ნაყოფებიდან ეფექტური ექსტრაქციის პირობები: მეთოდი - ულტრაბგერითი ექსტრაქცია, ექსტრაგენტი - წყლისა და 96 % ეთილის სპირტხსნარის ნარევი მოცულობითი თანაფარდობით 0,25 : 0,75, ტემპერატურა - 40 – 42 °C, ხანგრძლივობა - 1,5 სთ;
- შესწავლილ იქნა კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტომის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), ძახველის (*Viburnum opulus* L.) ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტების ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ქიმიური და ბიკრობიოლოგიური მახასიათებლები;
- დადგინდა და განისაზღვრა მიღებული მცენარეული ექსტრაქტების შენახვის პირობების და ვარგისიანობის ხანგრძლივობა;
- შემუშავდა კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტომის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.)

და ძახველის (*Viburnum opulus* L.) ნაყოფებიდან ექსტრაქტების სამრეწველო მიღების ტექნოლოგიური სქემა;

- განისაზღვრა კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტოშის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), ძახველის (*Viburnum opulus* L.) ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტების გავლენა ამავე ექსტრაქტებით გამდიდრებული იოგურტის ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე, მიკრობიოლოგიურ და სენსორულ მახასიათებლებზე;
- კვრინჩხის (*Prunus spinosa* L.), წითელი კუნელის (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), შტოშის (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), ძახველის (*Viburnum opulus* L.) ნაყოფებიდან მიღებული ექსტრაქტებით გამდიდრებული იოგურტის ანტიოქსიდანტური აქტივობისა და მიკრობიოლოგიური კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე დადგინდა აღნიშნული მცენარეული ექსტრაქტების, როგორც არასინთეზირებული ვიტამინებისა და ნიმეარლებით მდიდარი მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობის მქონე საკვებდანამატის ფუნქციური ეფექტურობა.

ნაშრომის აპრობაცია. სადისერტაციო კვლევის შედეგების წარდგენა 2019 – 2022 წლებში პერიოდულად ხდებოდა სტუ-ს აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტზე, დოქტორანტის სემინარებსა და კოლოკვიუმებზე.

სადისერტაციო კვლევებთან დაკავშირებული საკითხები წარდგენილი იყო ორ საერთაშორისო სამეცნოერო-პრაქტიკულ კონფერენციაზე:

1. გამყრელიძე ნ.მ., ქვარცხავა გ. - *კვრინჩხისა (Prunus spinosa) და ღოღნაშოს (Prunus domestica subsp.insititia) ქიმიური მახასიათებლების შედარება* - ინოვაციური კვლევის ასპექტები აგრარულ მეცნიერებებში, 20 – 21 ნოემბერი, 2021, თბილისი, საქართველო;

2. გამყრელიძე ნ., ერიქაშვილი ა., კილაძე მ. - მცენარეული ექსტრაქტების ანტიოქსიდანტური მოქმედების მექანიზმის ზოგადი მიმოხილვა - ინოვაციური კვლევის ასპექტები აგრარულ მეცნიერებებში, 20 – 21 ნოემბერი, 2021, თბილისი, საქართველო;
3. გამყრელიძე ნ. - მცენარეული ანტიოქსიდანტები - ფლავანოიდები - ინოვაციური პროცესები და ტექნოლოგიები, 24 – 25 ივნისი, 2021, ქუთაისი.

გამოქვეყნებულია სადისერტაციო კვლევის შედეგების ამსახველი სამი სამეცნიერო სტატია:

1. Nino Gamkrelidze – *Influence of Vertical Zoning on the Chemical Properties of Wild Growing Plants (Prunus spilosa L., Crataegus pentagyna Fing., Crataegus pentagyna W.et K., Oxycoccus quadripetalus Gilib., Viburnum opulus L.) in Georgia* – Bulletin of Georgian National academy of sciences, 2022, 1, 16, 56 – 61;
2. გამყრელიძე ნ.მ. - პროოქსიდანტები და ანტიოქსიდანტები ბიოლოგიურ სისტემებში - საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, 2021, 2, 93, 123 – 126;
3. ნინო გამყრელიძე, გიორგი ქვარცხავა - კვრინჩხის (*Prunus spilosa L.*) ნაყოფიდან და ფოთლებიდან ექსტრაქციის პრობლემის გავლენა ფენოლოური ნაერთების გამოსავლიანობაზე - სტუ-ის შრომები, 2021, 2, 520, 49 – 56.

Resume

One of the crucial factors in maintaining the health of the population is food. The most important goal of food production is more than just the quantitative provision of the population. Food must meet the proper nutritional quality.

The ecological condition of the environment has a great impact on human health. Contaminated environmental conditions, inadequate food are considered to be the source and cause of many diseases (diseases of internal organs, weakened immunity, increased stress and changes manifested by allergies). Preventive measures to prevent health deterioration include maintaining a healthy lifestyle, using natural minerals and vitamins and improving the nutritional value of food with non-synthetic supplements.

Food additives are used in various stages of food production and processing to improve their quality and conservation. Food additives are selected in many ways: to improve organoleptic and energetic characteristics, to improve the visual effect, to increase the shelf life, to regulate acidity, and so on.

Most of the supplements are synthetically obtained and the effect of most of them on human health has not been fully studied. Replacing food additives of chemical origin with natural, plant antioxidants and preservatives significantly increases the quality of food.

According to the World Health Organization, more than 60% of the world's population suffers from "hunger for micronutrients and vitamins", especially iron, vitamin A, iodine, folic acid, zinc, etc. Deficiency of micronutrients and vitamins causes serious health problems. That is why, in recent times, special interest and attention has been paid to the use of biologically active substances derived from plant raw materials in food production. Plant raw materials are an important source of antioxidant molecules, rich in phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins. Foods enriched with plant extracts with antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory properties can reduce the risk of developing many diseases and complications. For example, diseases of the cardiovascular system, digestive system. Phytonutrients stimulate cognitive health, have anti-aging action and more.

Foods of plant origin with antioxidant action are essential products of human nutrition. Modern medicine recommends intensive consumption of vegetables and fruits. Improves health and reduces the development of some diseases, mainly related to age-related pathologies. All this is due to the presence of phenolic compounds in food of plant origin.

Phenolic compounds are not synthesized in the human body and the presence of polyphenols in tissues is entirely related to the food of plant origin intake. Plant extracts rich in phenolic compounds are an indispensable source of natural

antioxidants and vitamins. Their use is the best way to improve the antioxidant and nutritional value of food.

Georgia is distinguished by diversity of wild-growing and cultivated plant. Different parts of these plants (fruits, leaves, skin, root, etc.) can be used with great success in food production, enrich food with vitamins and have a positive effect on the normal function of vital organs, improve immune function and more.

The paper examines the chemical characteristics of widespread wild-growing shrubby plants in Georgia – blackthorn (*Prunus spinosa* L.), red hawthorn (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), small cranberry (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), viburnum (*Viburnum opulus* L.) fruits and extracts of wild fruits. Samples were collected from different ecosystems and the influence of vertical zoning, biotic and abiotic factors on the quantitative composition of phenolic compounds have been determined.

One of the preconditions for the use of extracts from plant raw materials in food production is the amount of phenolic compounds in their composition. The amount of phenolic compounds in the extracts is determined by the method and conditions of extraction - temperature, duration, extragent. Based on the experimental data, the optimal extraction conditions were selected: Method - Ultrasonic extraction, temperature - 40 - 42 °C, optimal time - 1.5 hours, extragent - a mixture of 0.25 parts of water and 0.75 parts of ethyl alcohol solution.

Extracts rich in phenolic compounds were obtained from the fruits of selected wild-growing, shrubby plants. The study of the chemical and microbiological characteristics of these extracts showed the high content of flavonoids, anthocyanins in their composition, which contributes to the high antioxidant activity of these extracts. Samples were examined for the content of vitamins, trace elements and heavy metals. According to the obtained data, different amounts of vitamin C and micronutrients were confirmed in the composition of all samples, however, the extracts obtained from the fruit of the stem were found to be rich in B-group vitamins. Heavy metals adversely affecting human health were not found in the study samples. Based on the microbiological studies of the obtained extracts, the possibility of their use as additives in the target food was confirmed.

Yogurt, the most popular and widely consumed dairy product, was selected as the target food. The results of the experimental study substantiated the improvement of the nutritional value, visual and taste properties of yogurt enriched with different concentrations of plant extracts and the possibility of extending the shelf life.

Scientific studies have confirmed the benefits and perspectives of using wild-growing shrubby plants blackthorn (*Prunus spinosa* L.), red hawthorn (*Crataegua kyrtostyla* Fing.), small cranberry (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.), viburnum (*Viburnum opulus* L.) in food production.