

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სოფიო ძნელაძე

მზესუმზირას ადგილობრივი ნედლეულისაგან წარმოებული
ზეთების რაფინირების ინოვაციური ტექნოლოგიის შემუშავება

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა სასურსათო ტექნოლოგია

შიფრი 0104

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

ივლისი, 2021 წ

საავტორო უფლება © 2021 წელი სოფიო ძნელაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით სოფიო ძნელაძის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: მზესუმზირას ადგილობრივი ნედლეულისაგან წარმოებული ზეთების რაფინირების ინოვაციური ტექნოლოგიის შემუშავება და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

-----, ----- 2021წელი

თანახელმძღვანელები: პროფესორი მანანა სირაძე

პროფესორი გურამ ტყემალაძე

რეცენზენტი:

რეცენზენტი:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2021 წ

ავტორი: სოფიო ძნელაძე

თემის დასახელება: მზესუმზირას ადგილობრივი ნედლეულისაგან
წარმოებული ზეთების რაფინირების ინოვაციური
ტექნოლოგიის შემუშავება

სადოქტორო პროგრამა: სასურსათო ტექნოლოგიები

ხარისხი: სასურსათო ტექნოლოგიის დოქტორი

სხდომა ჩატარდა:

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ შემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე. ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

ცხიმ-ზეთების წარმოების დარგის ინოვაციური განვითარების უპირველეს ამოცანას ცხიმშემცველი საკვების ხარისხი და უსაფრთხოება წარმოადგენს, ამიტომ იზრდება მოთხოვნილება საკვები ცხიმების ხარისხზე, ასევე ნედლი მცენარეული ზეთების კომპონენტების უკეთეს და უფრო სრულ გამოყენებაზე. კერძოდ, მათი წარმოებისა და გადამუშავების დროს ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შენარჩუნებაზე, მათ გამოცალკე-ვებაზე კონცენტრატების ან სუფთა სახით.

ჩვენი ქვეყნის აგროსამრეწველო კომპლექსის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილი ცხიმ-ზეთების წარმოების დარგია. ის აერთიანებს ზეთოვანი კულტურების მოშენების, ზეთების წარმოების და მცენარეული ზეთის სხვადასხვა სახის პროდუქციად გადამუშავების სექტორს. იგი მოსახლეობას და სახალხო მეურნეობას უზრუნველყოფს ისეთი მნიშვნელოვანი პროდუქტებით, როგორცაა მარგარინი და მაიონეზი, გლიცერინი და ცხიმოვანი მჟავები, საპონი და გამრეცხი საშუალებანი, სხვადასხვა დანიშნულების ჰიდრირებული და ეთერიფიცირებული ცხიმები, საკვები ფოსფატიდები, საკვები ზრდაპირულად აქტიური ნივთიერებები და სხვა. მცენარეული ცხიმები და მარგარინული პროდუქცია გამოიყენება ნედლეულად პურსაცხოვ, საკონდიტრო, ინტენსიურ საკვებ კონცენტრატებად საკვებ-საკონსერვო წარმოებაში. გარდა ამისა, მცენარეული ცხიმები შედარებით ფართო გამოყენებას პოულობს კოსმეტიკური საშუალებების წარმოებაში, სამედიცინო პრეპარატებში, ოლიფებში და სხვა არაკვებით (ტექნიკურ) პროდუქციაში. ზეთოვანი ნედლეულის გადამუშავების პროდუქტები წარმოადგენს მაღალცილვან კომპონენტებს ცხოველთა საკვებში, რომლის გარეშე შეუძლებელია კვების სრულყოფილი რაციონის შექმნა ცხოველებისა და ფრინველებისთვის.

ბოლო წლებში, ეკონომიკური და სოციალური განვითარების ძირითად მიმართულებებში გათვალისწინებულია ქვეყნის საიმედო მომარაგების აუცილებლობა საკვებით და სოფლის მეურნეობის ნედლეულებით, აგრეთვე, ცხიმ-ზეთების მწარმოებელი ქარხნებისა და სასოფლო-სამეურნეო ნედლეულის გადამამუშავებელი საწარმოების შექმნა.

მცენარეული ზეთების ბაზრის სტრუქტურულმა ცვლილებებმა და ინტენსიურმა ზრდამ, რომელიც უკანასკნელ პერიოდში დაკავშირებულია თანამედროვე ზეთოვანი კულტურების გაჩენასთან - მნიშვნელოვნად განსაზღვრა კვლევების მიმართულებები ცხიმზეთოვან დარგში. მეცნიერული კვლევების ერთ-ერთ წამყვან მიმართულებას წარმოადგენს თანამედროვე ჯიშების ზეთოვანი თესლების ხარისხის პროგნოზირებაზე კვლევების ჩატარება, მათი მოშენებისა და გადამუშავების ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება და ძველის სრულყოფა, რომელიც უზრუნველყოფს თესლიდან მაღალი ხარისხის და საკვები ღირებულების მქონე ზეთების მიღებას.

დიდი მოთხოვნები ზეთოვან კულტურებზე აიხსნება მათი ენერგეტიკული ღირებულებით, მრავალფუნქციონალური გამოყენების შესაძლებლობით სხვადასხვა დარგში - დაწყებული კვების პროდუქტებისა და ცხოველთა საკვების დამზადებიდან, დამთავრებული სამშენებლო მასალების დამზადებით.

მსოფლიო ბაზარზე იზრდება მოთხოვნა ზეთოვან კულტურებზე.

ზეთოვანი კულტურების წარმოების გაფართოვება განპირობებულია როგორც შიგა ფაქტორებით - გადამამუშავებელი საწარმოების და მეცხოველეობის ობიექტების მხრიდან მოთხოვნებით, ისე გარე ფაქტორებით - აქტიური დაინტერესება ცხიმოვანი თესლებით და მათი გადამამუშავების პროდუქტებით (ცხიმები, შროტი, კოპტონი) საექსპორტო სააგენტოების მხრიდან.

ზეთოვანი მარცვლები და მათი გადამამუშავებით მიღებული პროდუქცია, ზეთის და ცილის გარდა შეიცავს ბიოლოგიურად აქტიური შენაერთების უმდიდრეს კომპლექსს, მათ შორის ვიტამინებს და პროვიტამინებს (ტოკოფეროლები, სტეროლები და კაროტინოიდები, თიამინი, რიბოფლავინი, პირიდოქსინი, ბიოტინი, ფოლის და ასკორბინის მჟავები).

ზეთოვანი მარცვლების ქიმიური შედგენილობა, მცენარეული ზეთოვანი ნედლეულის გადამამუშავების სფეროში, ქმნის მათი გამოყენების უფრო მეტ შესაძლებლობას. ამიტომ, მოსავლის აღების, შემდგომი დამამუშავების, შენახვის და გადამამუშავების ძირითად მიზანს წარმოადგენს მცენარეული ზეთოვანი ნედლეულისაგან წარმოებულ პროდუქციაში ყველა ფასეული კომპონენტების მაქსიმალურად შენარჩუნება.

ფუნდამენტალური მეცნიერული კვლევები მიმართულია ზეთოვანი მცენარეული ნედლეულის კომპლექსურ და რაციონალურ გადამამუშავებაზე, რაც ზრდის მაღალი ხარისხის მქონე პროდუქტების ასორტიმენტს და წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკურ ეფექტურობას. ეს უზრუნველყოფს ცხიმზეთოვანი პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას და კონკურენტუნარიანობას. სამეცნიერო კვლევები მიმართულია, აგრეთვე, მცირე და უდანაკარგო ტექნოლოგიების შექმნაზე, რაც ხელს შეუწყობს მაღალხარისხოვანი პროდუქციის ასორტიმენტის გაზრდას და წარმოების ტექნიკურ - ეკონომიკურ ეფექტურობას.

მცენარეული ცხიმები და ზეთები სიცოცხლისათვის აუცილებელი პროდუქტებია, რომლებიც მრავალი სახით გამოიყენება ადამიანის კვებით რაციონში. ისევე როგორც ნახშირწყლებსა და ცილებს, ლიპიდებსაც მაღალი კვებითი ღირებულება გააჩნიათ.

ამიტომ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს კომპლექსურ კვლევებს, რომლებიც მიზნად ისახავს ნედლი მზესიმზირას ზეთის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების შესწავლას რაფინირებულ საკვებ ზეთებში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაქსიმალურად შენარჩუნების მიზნით. მაღალი ხარისხის რაფინირებული მცენარეული ზეთები, მრავალი თვისებით, წარმოადგენს, ასევე, ემულსიური საკვები პროდუქტების ძირითად კომპონენტს

და აქედან გამომდინარე, მისი მაღალი ხარისხი, კიდევ ერთხელ უწყობს ხელს მოსახლეობის ჯანმრთელობის შენარჩუნებას.

ამ პრობლემის გადაჭრა, რომელიც მნიშვნელოვან ინვესტიციას არ საჭიროებს, განსაკუთრებით აქტუალურია მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის, რაც საშუალებას აძლევს ამ უკანასკნელს რომ უფრო მრავალმხრივი იყოს და უზრუნველყოს მცენარეული ზეთების წარმოების სრულყოფილი ტექნოლოგია წარმოებაში დანაკარგების შემცირებით, პროდუქციის ხარისხის ამაღლებით და დასქმებული მოსახლეობის რიცხვის გაზრდით.

Resume

Of PhD thesis of Sophio Dzneladze: Development of Innovative Technology for Refining Sunflower Oils from Local Raw Materials

The primary task of innovative development in the field of fats and oils is currently the quality and safety of fatty foods, so there is a growing demand for food quality fats. There is a growing demand for better and more complete use of raw vegetable oil components. In particular, the preservation of physiologically active raw materials during their extraction and processing, their separation in the form of concentrates or in pure form.

Sub-complex of fat-oil is an important part of our country's agro-industrial complex, which combines the oil production sector, the production of oils and the processing of vegetable oil into various products. It provides the population and the national economy with important products such as margarine and mayonnaise, glycerin and fatty acids, soap and detergents, various hydrated and ethereal fats, food and food phosphatides, food essentially active substances and others.

Vegetable fats and margarine products are used as raw materials in bakery, confectionery, intensive food concentrates in food-canning industry. In addition, vegetable fats are relatively widely used in the production of cosmetics, medicines, oils and other non-food (technical) products. Oily raw material processing products are high-protein components in animal feed, without which it is impossible to create a perfect food ration for animals and birds.

In recent years, the main directions of economic and social development have considered the need for a reliable supply of food and agricultural raw materials to the country, as well as the efficiency of the use of agricultural raw material processing complexes in order to significantly increase it.

Vegetable fats and margarine products are used as a result of the structural changes and intensive growth of the market of raw bread, confectionery, vegetable oils, which has recently been associated with the emergence of modern oilseeds - significantly defining the directions of research in the field of fatty oils. One of the leading areas of scientific research is the study of quality prediction of modern varieties of oily seeds, based on the development and development of technologies for their cultivation and processing, which ensures the production of high quality and nutritional oils from seeds.

The great demand for oilseeds is explained by their energy value, the possibility of multifunctional use in various fields, from the production of food and animal feed, to the production of building materials.

Demand for oilseeds in the world market is also growing due to increasing demand for biofuels.

High demand for oilseeds is explained by the expansion of oilseed production due to both internal factors - demand from processing plants and livestock facilities, as well as external factors - Active interest in fatty seeds and their processing products (fats, conifers).

Oily grains and their processed products, in addition to oil and protein, contain a rich set of biologically active compounds, including vitamins and provitamins (tocopherols, sterols and carotenoids, thiamine, riboflavin, pyridoxine, biotin, biotin Acids).

The chemical composition of the oily grains creates more opportunities for their use in the field of vegetable oil-raw material processing. Therefore, the main purpose of harvesting, further processing, storage and processing is to preserve as much as possible all the valuable components in the finished products of vegetable oil raw materials.

Fundamental scientific research is focused on the complex and rational processing of oily vegetable raw materials, which increases the range of high quality products and the technical and economic efficiency of production. This ensures the quality and competitiveness of fat-oily products. Scientific research is also focused on the creation of small and waste technologies, which will help increase the range of high quality products and the technical-economic efficiency of production.

Vegetable fats and oils are essential for life and are used in many ways in the human diet. Like carbohydrates and proteins, lipids have a high nutritional value.

Special significance is given to the complex studies, made on the study of physico-chemical parameters of oil subsoil oils with the aim of maximally preserving biologically active substances in refined oils. High quality refined vegetable oils are the basis for the production of emulsion food products with rational properties, which helps maintain the health of the population.

Solving this problem, which does not require significant investment, is especially relevant for small and medium-sized businesses, which allows the latter to be more flexible and provide the perfect technology for the production of vegetable oils by reducing production losses, improving product quality and increasing labor productivity.

შინაარსი

შესავალი	15
თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა	18
1.1. მზესუმზირას ნედლეულის ზოგადი დახასიათება	18
1.2. მზესუმზირას თესლიდან ზეთის მოპოვების ტექნიკისა და ტექნოლოგიის დონეები	22
1.3. მზესუმზირას ზეთის შემადგენელი ზოგიერთი კომპონენტის შესახებ	23
1.4. თანმდევი ნივთიერებებისაგან არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთის გაწმენდის მეთოდები	28
თავი 2. ექსპერიმენტული ნაწილი	
2.1. კვლევის ობიექტები და მეთოდები	41
თავი 3. კვლევის შედეგები	
3.1. მზესუმზირას სამრეწველო და პერსპექტიული კულტურების ბიოქიმიური თვისებები	45
3.2. მზესუმზირას თესლის თვისებები სიმწიფის სხვადასხვა ეტაპზე და შენახვისას	55
3.3. მზესუმზირას თესლის სამრეწველო პარტიების ლიპიდების შედგენილობა	61
3.4. მზესუმზირას თესლის გადამუშავების დროს მიმდინარე ცვლილებები	66
3.5. ზეთის წარმოების პროცესში თანმდევი ნივთიერებების ზეთში გადასვლის შესაძლებლობა	71
3.6. მზესუმზირას ფოსფოლიპიდების გავლენა ნეიტრალიზაციის პროცესზე	79
3.7. მზესუმზირას ზეთის რაფინირების მეთოდის შემუშავება	92
3.7.1. საპილოტე-სამრეწველო გარემოში შემუშავებული ტექნოლოგიის გამოცდის შედეგები	101
დასკვნები	105
რეკომენდაციები	108
გამოყენებული ლიტერატურა	109
დანართები	119

ცხრილების ნუსხა

- ცხრილი 1. არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთის მჟავური რიცხვი (მგ KOH)..... 21
- ცხრილი 2. მზესუმზირას ნედლეულის ანალიზებისათვის გამოყენებული მეთოდები 43
- ცხრილი 3. მზესუმზირას ზეთის ანალიზებისათვის გამოყენებული მეთოდები 44
- ცხრილი 4. მზესუმზირას კოპტონის, შროტის და სოაბსტოკის ანალიზებისათვის გამოყენებული მეთოდები44
- ცხრილი 5. საცდელი რაფინირების მეტროლოგიური მახასიათებლები ... 45
- ცხრილი 6. მზესუმზირას ზეთის რაფინირების ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლების შედარება 46
- ცხრილი 7. მზესუმზირას გადასამუშავებელი თესლის ხარისხის შედარებითი ანალიზი (2017-2019 წწ)47
- ცხრილი 8. მზესუმზირას თესლის ტექნიკური კულტურების შედგენილობა 49
- ცხრილი 9. მზესუმზირას თესლებისა და მათში შემავალი ლიპიდების შედგენილობის ცვლილებები სიმწიფის ბოლო ეტაპზე და შენახვისას 57
- ცხრილი 10. მზესუმზირას თესლების პროტეინისა და ცილის ფრაქციის ცვლილებები სიმწიფის ბოლო ეტაპზე და შენახვისას 68
- ცხრილი 11. მზესუმზირას ბირთვის ლიპიდების ხარისხის მაჩვენებლები .63
- ცხრილი 12. მზესუმზირას ბირთვის შედგენილობის მაჩვენებლები 65
- ცხრილი 13. მზესუმზირას საწარმოო ზეთების ხარისხის მაჩვენებლები 66
- ცხრილი 14. თერმო-დამატენიანებელი დამუშავების რეჟიმების გავლენა შუალედური პროდუქტების ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებზე69
- ცხრილი 15. თერმო-დამატენიანებელი დამუშავების რეჟიმის გავლენა ფოსფოლიპიდების გადასვლაზე ზეთში 70
- ცხრილი 16. მზესუმზირას ჩენჩოს ლიპიდების შედგენილობის ძირითადი მაჩვენებლები 73
- ცხრილი 17. მზესუმზირას ბირთვის ლიპიდების ხარისხის მაჩვენებლები ჩენჩოს სხვადასხვა რაოდენობასთან ერთად 74
- ცხრილი 18. თესლის საწარმოო ნიმუშების ჩენჩოსა და ბირთვის ლიპიდებში ქლოროფილების ჯგუფური შემცველობა 74

ცხრილი 19. თანმდევი ნივთიერებების ექსტრაჰირება მზესუმზირას ჩენჩოდან ზეთით	78
ცხრილი 20. სოაბსტოკში ნარჩენების სიდიდეების დამოკიდებულება ტუტის კონცენტრაციაზე და ცხიმოვანი მჟავების შემცველობაზე	88
ცხრილი 21. წყლის ნაჭარბის გავლენა მზესუმზირას ზეთის რაფინირებაზე	91
ცხრილი 22. მზესუმზირას ზეთის ნარჩენების სიდიდეების განტოლება ფოსფატიდებისა და ცხიმოვანი მჟავების კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით	97
ცხრილი 23. სპირტის კონცენტრაციის დამოკიდებულება ზეთის გამოსავლიანობაზე	98
ცხრილი 24. სხვადასხვა სპირტების მოქმედების ეფექტურობა	99
ცხრილი 25. საპილოტე დანადგარზე განეიტრალებული ზეთის ხარისხის მაჩვენებლები	103

ნახაზების ნუსხა

ნახაზი 1.	თესლის ზეთშემცველობის ცვლილების დამოკიდებულება ტექნიკურ ხარისხზე („არმავირსკი 3497“)	52
ნახაზი 2.	თესლის ზეთშემცველობის ცვლილების დამოკიდებულება ტექნიკურ ხარისხზე („ვნიიმკ 1646“)..	52
ნახაზი 3.	საერთო და ჭეშმარიტი მჟავური რიცხვის ცვლილების დამოკიდებულება ტექნიკურ ხარისხზე („არმავირსკი 3497“)..	53
ნახაზი 4.	საერთო და ჭეშმარიტი მჟავური რიცხვის ცვლილების დამოკიდებულება ტექნიკურ ხარისხზე („ვნიიმკ 1646“)	53
ნახაზი 5.	ზეთის ქლოროფილების სპექტრები.....	60
ნახაზი 6.	ზეთის კაროტინოიდების სპექტრები.....	60
ნახაზი 7.	ფოსფოლიპიდების აღმოჩენა ფოსფორმოლიბდენმჟავას საშუალებით	64
ნახაზი 8.	ფოსფატიდური მჟავების გამოვლენა დრაგენდორფის რეაქტივით	64
ნახაზი 9.	ზეთის ქლოროფილებისა და ფეოფიტინების სპექტრები	75
ნახაზი 10.	ზეთის მასური წილი ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევი	76
ნახაზი 11.	თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევი	77
ნახაზი 12.	გაუსაპნავი ნივთიერებები ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევი	77
ნახაზი 13.	ქლოროფილები ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევი	78
ნახაზი 14.	ფოსფოლიპიდების მამულგირებელი უნარი (C[RCOOH] - 1,5%; C[NaOH] – 50 გ /ლ; ნაჭარბი 10%)	82
ნახაზი 15.	ფოსფოლიპიდების მამულგირებელი უნარი (C[RCOOH] – 1,5%; C[NaOH] – 100 გ/ლ; ნაჭარბი 20%	82
ნახაზი 16.	ფოსფოლიპიდების მამულგირებელი უნარი (C[RCOOH] – 3,0%; C[NaOH] – 50 გ/ლ; ნაჭარბი –10%)	83
ნახაზი 17.	ფოსფოლიპიდების მამულგირებელი უნარი (C[RCOOH] – 3,0%; C[NaOH] – 100 გ/ლ; ნაჭარბი – 20%)	83
ნახაზი 18.	ფოსფოლიპიდების მამულგირებელი უნარი (C[RCOOH] – 5,0%; C[NaOH] – 150 გ /ლ; ნაჭარბი – 30%)	85
ნახაზი 19.	ფოსფოლიპიდების მამულგირებელი უნარი (C[RCOOH] – 5,0%;C[NaOH] – 200 გ /ლ; ნაჭარბი – 50%)	85

ნახაზი 20.	ტემპერატურის დამოკიდებულება ნეიტრალიზირებული ზეთის გამოსავალიანობაზე	89
ნახაზი 21.	ნეიტრალიზაციის შემუშავებული ტექნოლოგია (C[RCOOH] – 1,5%; C[NaOH] – 50 გ /ლ + 10%)	95
ნახაზი 22.	ნეიტრალიზაციის შემუშავებული ტექნოლოგია (C[RCOOH] – 3,0 %; C[NaOH] – 100 გ /ლ + 20%)	96
ნახაზი 23.	ნეიტრალიზაციის შემუშავებული ტექნოლოგია (C[RCOOH] – 5,0 %; C[NaOH] – 200 გ /ლ + 50%)	96
ნახაზი 24.	ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემის სტადიები	102

მადლიერების გვერდი

მადლობა მინდა გადავუხადო სტუ-ს აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის თანამშრომლებს თანადგომისა და დახმარებისათვის, აგრეთვე, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერინგის დეპარტამენტების თანამშრომლებს, ვინაიდან ექსპრიმენტის გარკვეული ნაწილი შესრულებულია მათი დახმარებით.

უღრმესი მადლობა ჩემს ხელმძღვანელს, ბატონ გურამ ტყემალაძეს გაწეული ყველა სახის დახმარებისათვის.

განსაკუთრებით დიდ მადლობას ვუხდის ჩემს ხელმძღვანელს, ქალბატონ მანანა სირაძეს, რომ არა ქალბატონი მანანა, არ იქნებოდა ეს სამუშაო.

შესავალი

თემის აქტუალურობა. ცხიმ-ზეთების წარმოების დარგის ინოვაციური განვითარების ერთ-ერთი თანამედროვე ტენდენცია გაზრდილი ბიოლო-გიური ღირებულების მცენარეული ზეთების წარმოება, გადამუშავების ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება და არსებულის გაუმჯობესებაა, რაც მაღალი ხარისხის მცენარეული ზეთების წარმოების საშუალებას მოგვცემს.

საქართველოს მოსახლეობა მცენარეული ზეთების ტრადიციული მომხმარებელია და მოხმარებულ ზეთებს შორის მზესუმზირას ზეთს პირველი ადგილი უკავია. ბოლო წლებში საგრძნობლად გაიზარდა მოთხოვნილება მზესუმზირას ზეთებზე.

ამასთან დაკავშირებით, არა მარტო საქართველოში, არამედ მსოფლიოს მასშტაბით გაიზარდა მოთხოვნილება მაღალი ხარისხის მზესუმზირას ზეთებზე, მათ უდანაკარგო და რენტაბელური ტექნოლოგიური პროცესების შემუშავებასა და სხვადასხვა ინოვაციურ საშუალებებზე.

ჩვენი ქვეყნის ცხიმზეთების წარმოების დარგისათვის ყველაზე აქტუალური ამოცანა მზესუმზირას ტექნიკური კულტურების სათესი ტერიტორიების გაფართოება-გაზრდა და წარმოებული ზეთების ყოვლისმომცველი კრიტიკული ვითარების განხილვაა.

განსაკუთრებული ყურადღება მზესუმზირას თესლის მომზადების, შენახვისა და გადამუშავების საკითხების არასასურველ მდგომარეობას ექცევა. გამორჩეულად დაბალი ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლებით ხასიათდება ჩვენს წარმოებებში გამოყენებული მზესუმზირას ნედლეული.

ჩრდილოეთის ქვეყნების გამოცდილება არ შეიძლება სრულად იქნეს გადმოტანილი ჩვენს საწარმოებში, თესლის მოყვანის პირობების, სხვადასხვა სელექციური ჯიშების, აგრეთვე თესლის შენახვისა და გადამუშავების საკითხებში რიგი უარყოფითი მიზეზების არსებობის გამო.

ამასთან დაკავშირებით, აუცილებელია საფუძვლიანი კვლევების ჩატარება, ჩვენს ქვეყანაში მზარდი მზესუმზირას ტექნიკური თესლების მახასიათებლების შესწავლა, სამეცნიერო-თეორიული წარმოდგენების

გაფართოვება დაწინებვა-ექსტრაპირების მეთოდით ზეთის წარმოების პროცესში ტრიგლიცეროლების თანმდევი ნივთიერებების შესაძლო გამოწვლილვის შესახებ და ამ ნივთიერებების გავლენის დადგენა ზეთების რაფინირებაზე. გარდა ამისა, თესლებიდან მიღებული ზეთების წარმოებისა და რაფინირების ტექნოლოგიების გაუმჯობესების მიზნით - რეკომენდაციების დამუშავება.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე. მოცემული სამუშაოს მსვლელობის დროს მიღებულია შედეგები, რომლებიც მოიცავენ სამეცნიერო სიახლეებს:

- მიღებულია ახალი მეცნიერული მონაცემები, რომლებიც ადგილობრივი მზესუმზირას სელექციური ჯიშების ტექნოლოგიურობის შეფასების საშუალებას იძლევა;
- დადგენილია ქლოროფილების ჯგუფის პიგმენტების ლოკალიზაცია მზესუმზირას თესლის გარსში და ექსპერიმენტულად ნაჩვენებია არა მარტო დაუმწიფებელი თესლების, არამედ სრულად დამწიფებული თესლების ჩენჩოდანაც ქლოროფილების ზეთით გამოწვლილვის შესაძლებლობა;
- დადგენილია ზესუმზირას ზეთის ფოსფოლიპიდების უარყოფითი გავლენა ზეთის რაფინირების პროცესზე, რაც დაკავშირებულია ფოსფოლიპიდების ემულგირების უნართან;
- დამუშავებულია ამჟამად არსებული მოქმედი აღჭურვილობისათვის მზესუმზირას ზეთის რაფინირების მეთოდი ტუტე ხსნარებში სპირტების შეტანით.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება. მიღებულია ექსპერიმენტული მასალა, რომელიც ავლენს მზესუმზირას ზეთის არაეფექტური რაფინირების მიზეზებს;

- მეცნიერულად დასაბუთებულია ცხიმგადამამუშავებელი წარმოებისათვის მიწოდებული მზესუმზირას თესლებზე ტექნოლოგიური მოთხოვნების ზრდის აუცილებლობა (ნაწილობრივ თესლების სიმწიფის ხარისხის გაზრდა).

- ექსპერიმენტულად ნაჩვენებია ზეთის მიღების პროცესში ჩენჩოს შემცველობის ნორმის შემცირების აუცილებლობა, რაც მნიშვნელოვნად შეასუსტებს ქლოროფილების ჯგუფის პიგმენტების გადასვლას მზესუმზირას მწიფე თესლების ჩენჩოდან ზეთში;
- დამუშავებულია და შემოწმებულია საწარმოო - საპილოტე პირობებში მზესუმზირას ზეთის ტუტე ნეიტრალიზაციის ტექნოლოგია ტუტე-სპირტ-წყალხსნარებით, რაც უზრუნველყოფს რაფინირების პროცესის ეფექტურობის ზრდას.

თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

მშობლიურ და უცხოურ ლიტერატურაში არსებობს დიდი რაოდენობით მონოგრაფიები და გამოქვეყნებული სამეცნიერო შრომები, რომლებიც ეძღვნება ზეთოვანი ნედლეულის გადამამუშავებას [1 - 14].

მოცემულ მიმოხილვაში განხილულია მხოლოდ ის საკითხები, რომლებიც უშუალოდ უკავშირდება სადისერტაციო თემას.

1.1. მზესუმზირას ნედლეულის ზოგადი დახასიათება

ჩვენს ქვეყანაში ზეთოვანი ნედლეულის ძირითად სახეობას მზესუმზირა წარმოადგენს, რომლისგანაც ღებულობენ სრულფასოვან საკვებ ზეთებს და ზეთებს ტექნიკური მიზნებისათვის, აგრეთვე კოპტონს და შროტს 40-45% ნედლი პროტეინის შემცველობით [1, 7].

ამჟამად ცნობილია მზესუმზირას 20 სახეობაზე მეტი. ჩვენს ქვეყანაში ძირითადად გავრცელებული ბოტანიკური კულტურებია „ვნიიმკ 1656“ და „არმავირსკი 3497“ [15, 16].

ლიტერატურული მონაცემებით მზესუმზირას გავრცელებულ კულტურებში თესლის შემადგენელი ძირითადი ნაწილების თანაფარდობა შემდეგია: ბირთვი მერყეობს 50-დან 80 %-მდე, ჩენჩო კი 20-დან 50 %-მდე [5, 15, 16].

მზესუმზირას თესლის ბირთვში თავმოყრილია მარაგი მკვებავი ნივთიერებებისა, რომელთა შორის ჭარბობენ ცხიმოვანი მჟავების ტრიგლიცეროლები, ცილები და მნიშვნელოვნად ნაკლები რაოდენობით ნახშირწყლები. გარდა ამისა თესლი შეიცავს უმნიშვნელო რაოდენობით სხვადასხვა დაბალმოლეკულურ ორგანულ მჟავებს, ფოსფატიდებს, სტეროლებს, პიგმენტებს (ქლოროფილები და კაროტინოიდები), რომლებიც სხვადასხვა ჯგუფის ორგანულ ნაერთებს მიეკუთვნება. მზესუმზირას ბირთვის შედგენილობაშია ვიტამინებისა და ჰორმონების თვისებების მატარებელი სხვადასხვაგვარი

ნივთიერებებიც. მზესუმზირაში აღმოჩენილია შემდეგი მინერალური ელემენტები: ფოსფორი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, გოგირდი, მცირე რაოდენობით გვხვდება სპილენძი, თუთია, მანგანუმი, ბორი და კობალტიც კი [17].

ერთი და იგივე სელექციური კულტურის მზესუმზირას თესლები, რომლებიც ეკუთვნიან სხვადასხვა ტექნიკურ ჯიშებს, მნივენლოვნად განსხვავდებიან ზემოაღნიშნული ნივთიერებების შემცველობით.

ჩვენს ქვეყანაში მზარდი მზესუმზირას თესლის ქიმიური შედგენილობის შესახებ მონაცემების შემცველი ფუნდამენტური პუბლიკაციები გასული საუკუნის 80-იან წლებს მიეკუთვნება [18-20]. უკიდურესად შეზღუდულია ბოლო წლების ცნობები მზესუმზირას კულტურებზე, რომელსაც დაკავებული აქვს ჩვენი ქვეყნის ძირითადი სათესი ტერიტორიები. ყველა არსებული პუბლიკაცია უფრო მეტად ეხება რუსეთსა და უკრაინაში მზარდი მზესუმზირას კვლევის მონაცემებს.

რუსეთსა და უკრაინაში კულტივირებული მზესუმზირა შემოტანილი და გავრცელებულია ჩვენს ქვეყანაში. ამასთან, არსებობს კულტურები, რომლებიც ჩვენს ქვეყანაში პრაქტიკულად არ კულტივირდება. ეს აიხსნება საქართველოსა და ჩრდილოეთის ქვეყნების აგრომეტეოროლოგიური პირობების რადიკალური განსხვავებით.

ამრიგად, ლიტერატურაში არსებული ინფორმაცია ჩრდილოეთის ქვეყნებში მზარდი მზესუმზირას თესლის ხარისხის მახასიათებლების ცვლილებებზე და ამ ცვლილებების გავლენა ცხიმზეთოვანი წარმოებების მუშაობის ეფექტურობაზე, არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჩვენი ქვეყნის წარმოებებში.

სამეცნიერო ლიტერატურაში მოცემული სამუშაოს ჩატარებამდე არ ჩატარებულა კვლევები ჩვენს ქვეყანაში, ბოლო წლებში, მზარდი მზესუმზირას თესლების შედგენილობასა და მის მახასიათებლებზე, რამაც მოით-

ხოვა მზესუმზირას თესლის ქიმიური შედგენილობის შესწავლა, მისგან ზეთების მიღება და ნედლეულის ხარისხსა და მისი გადამუშავების ეფექტურობას შორის დამოკიდებულების დადგენა.

მზესუმზირას ნედლეულის ტექნიკური ჯიშების ხარისხი რეგლამენტირდება სტანდარტით, რომლის თანახმადაც მზესუმზირას თესლები იყოფა სხვადასხვა სასაქონლო ღირებულების 3 ტექნიკურ ჯიშად [21, 22].

მზესუმზირას ტექნიკური ჯიშების მოქმედ სტანდარტში ГОСТ 22391 - 2015 ძირითადად რეგლამენტირებულია შემდეგი მახასიათებლები: ტენიანობა, ზეთიმცველობა, მჟავური რიცხვი, მინერალური, ზეთოვანი და სარეველა მინარევები.

ტექნიკური მზესუმზირას გადამუშავების ეფექტურობის შეფასების ძირითადი მაჩვენებელია თესლის ზეთიანობა და ზეთის მჟავური რიცხვი.

საქართველოში კომპანია „ჯი-ეიჩ-ენ“ „ბათოილი“ დღე-ღამეში ამუშავებდა 300 ტ მზესუმზირას ნედლეულს და ღებულობდა 140 ტ რაფინირებულ ან არარაფინირებულ მზესუმზირას ზეთს. ხოლო, მცენარეული ზეთების მწარმოებელი კომპანია „ქარვა - “მპს „არი“ კი დღე-ღამეში ამუშავებს 15 ტ ნედლეულს და ღებულობს 6 ტ ნედლ მზესუმზირას ზეთს.

უცხოეთის ქვეყნებში ხარისხიანად ითვლება თესლები ზეთის მჟავური რიცხვით 1,5 მგ KOH-მდე [23].

ჩვენი ქვეყანის საწამოებში ბოლო წლებში წარმოებული მზესუმზირას ზეთის მჟავური რიცხვი ხასიათდება ცხრ. 1-ში მოტანილი მონაცემებით, თუმცა უფრო ადრეულ წლებში ქვეყანაში არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთის მჟავური რიცხვი საშუალოდ 2,5 მგ KOH იყო, რამაც გადააჭარბა უცხოეთის ქვეყნებში მიღებულ ნორმას [23].

როგორც ცხრილი 1-ის მონაცემებიდან ჩანს, ბოლო წლებში ჩვენი ქვეყნის საწამოებში წარმოებული მზესუმზირას ზეთის მჟავური რიცხვი უცხოეთის ქვეყნებთან შედარებით უფრო მაღალი მნიშვნელობებით ხასიათდება. აქედან გამომდინარე, შეიქმნა აუცილებლობა დადგენილიყო მიზეზი ამ

მატებისა და კავშირი მყაური რიცხვის ფაქტობრივ დონესა და მზესუმზირას გადამუშავების ტექნოლოგიას შორის.

ლიტერატურაში არ არსებობს მონაცემები ბუნებრივი და ტექნოლოგიური ფაქტორების მნიშვნელობის შედარებითი შეფასების შესახებ ზეთის სამომხმარებლო ღირებულებაზე (მისი რაფინირების უნარი) და მზესუმზირას თესლის გამოყენების ეფექტურობაზე.

ცხრილი 1. არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთის მყავური რიცხვი (მგKOH).

საწარმოები	წლები		
	2017	2018	2019
კომპანია „ქარვა - “შპს „არი“	2,25	1,90	2,50
კომპანია „ჯი-ეიჩ-ენ“ „ბათოილი“	1,84	2,80	2,87

ცხიმ-ზეთების წარმოების დარგის განვითარების ძირითად მიმართულებებთან დაკავშირებულ შრომებში აღნიშნულია, რომ მომატებული მყაური რიცხვი, ასევე შესუსტებული ყურადღება მზესუმზირას თესლის გადამუშავებისას დაქუცმაცებისა და ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევის განცალკევების ხარისხის საკითხებისადმი, იწვევს სირთულეებს ცხიმების რაფინირებისას და შესაბამისად მცირდება საკვები რაფინირებული ზეთის გამოსავალი.

მზესუმზირას გადამუშავების გაუმჯობესების ერთ-ერთ რეკომენდაციად ითვლება თესლის მსხვილ და ხარისხობრივად მსგავს (ხარისხობრივი გადამუშავება) ცალკეულ პარტიებად გადამუშავების განხორციელება. ამ რეკომენდაციის განხორციელება ხელს შეუწყობს საწარმოებში წნეხგრანულატორების დანერგვას [5, 23].

ამრიგად, მზესუმზირას ზეთის რაფინირების დაბალი ხარისხის მიზეზების შესასწავლად აუცილებელია დადგინდეს:

- საწარმოო გადამუშავებაზე მიწოდებული თესლების მახასიათებლები;
- ამ თესლებიდან მიღებული ზეთების მახასიათებლების კავშირი მცენარის სიმწიფის ხარისხთან, შენახვის პროცესში ცვლილებებთან და ტექნოლოგიური პროცესების პარამეტრებთან.

1.2. მზესუმზირას თესლიდან ზეთების მოპოვების ტექნიკისა და ტექნოლოგიის დონეები

ამჟამად მზესუმზირას გადამუშავების ძირითად ხერხად ითვლება თერმო-დატენიანებით დამუშავებული ნედლეულის დაწნეხვა-ექსტრაჰირების მეთოდი [24-30].

მზესუმზირას თესლების გადამუშავების ტექნოლოგიის საზღვარგარეთული დონის შესწავლა საშუალებას გვაძლევს დავამტკიცოთ, რომ მოქმედ უცხოურ ქარხნებში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ნედლეულის დაქუცმაცება და ჩენჩოს განცალკევება [31, 32]. ამასთან ერთად, მზესუმზირას ბირთვის ჩენჩოსაგან სრულად განცალკევება და კავშირებულია შემდეგ დადებით ფაქტორებთან:

- მცირდება არარაფინირებულ ზეთში ცვილის შემცველობა და შესაბამისად დანაკარგები რაფინირებისას;
- მცირდება პიგმენტების შემცველობა;
- მცირდება გამხსნელის დანაკარგები ექსტრაჰირების სტადიაზე.

ჩენჩოს მეტნაკლებად სრულად განცალკევების ტენდენცია გარკვეულწილად ეწინააღმდეგება მოსაზრებას მზესუმზირას ჩენჩოს ნაწილაკებით ექსტრაჰირების პროცესში გამხსნელის პერკოლაციის (ფოროვანი საშუალებით გადაადგილება) გაუმჯობესების შესახებ [33].

ექსტრაჰირების პროცესში ჩენჩოს (გარსის) არსებობის უარყოფითი გავლენის გამორიცხვის საკითხები მჭიდრო კავშირშია საწარმოებში ზეთოვანი მასალის მომზადების გაუმჯობესებული მეთოდებისა და ექსტრაჰირებისათვის უფრო სრულყოფილი ტექნოლოგიების დაუფლებასთან.

აშშ-ს ცხიმების გადამამუშავებელ ქარხნებში დაწნეხვა-ექსტრაჰირების სქემით ნედლეულის გადამამუშავების თერმო-დატენიანების ტექნოლოგიური რეჟიმები მცირედ განსხვავდება ჩვენს ქარხნებში არსებული კლასიკური სქემებისაგან.

ბოლო წლებში ჩატარებულია რიგი სამუშაოები მზესუმზირას თესლის დამუშავებით ზეთის წარმოების გაუმჯობესების შესახებ. ცხიმების

საკავშირო სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (სანქტ-პეტერბურგი) დამუშავებულია ტექნოლოგიური სქემა ექსტრაქციებისათვის ზეთოვანი მასალის მომზადების ტექნოლოგიური პროცესის გაუმჯობესების თვალსაზრისით, კოპტონის გარსის დაფრაქციონირების მეთოდის დანერგვით, შემდგომი კონდიციონირებითა და გრანულირებით მსუბუქ ფრაქციებად. დაზუსტებულია მასალის დაფრაქციონირების რეჟიმი და შერჩეული პირობების საფუძველზე შექმნილია და დამზადებულია საწარმოო აღჭურვილობა. წვრილი ფრაქციის შემდგომი დამუშავებისათვის (1-2 მმ გამტარიანობის საცერში) გამოყენებულია გრანულატორი აირდამატენიანებელი ხრახნებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს წარმოებებში წარმოებს მზესუმზირას დაქუცმაცებული ბირთვის გადამუშავება ჩენჩოს გარკვეულ რაოდენობასთან ერთად. ეს მოითხოვს სპეციალური კვლევების ჩატარებას ქერქის შემადგენელი კომპონენტების გავლენის შესახებ ზეთის ხარისხზე და მის რაფინირებაზე.

1.3. მზესუმზირას ზეთის შემადგენელი ზოგიერთი კომპონენტის შესახებ

მზესუმზირას კულტურიდან, კლიმატური და ნიადაგის პირობებიდან, აგრომეტეოროლოგიური მახასიათებლიდან, კერძოდ, სასუქების შედგენილობიდან და რაოდენობიდან გამომდინარე, მზესუმზირას ზეთის ცხიმოვანი შედგენილობა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები შესამჩნევად იცვლება. ასე მაგალითად, მზესუმზირას ზეთის იოდის რიცხვი მერყეობს 119 – 121,4; ლინოლენის მჟავის შემცველობა 42-66%, ოლეინისა 23-50%, პალმიტინის მჟავა 3,5-7,5%, სტეარინის მჟავა 1,6-5,7% [34, 35].

მზესუმზირას ზეთის შედგენილობაში, გლიცეროლების გარდა შედის თანმდევი ნივთიერებები, მაგ.: ფოსფატიდები, ნახშირწყლები, სტეროლები, პიგმენტები, ტოკოფეროლები და სხვ. [36].

ფოსფატიდები. ცხიმის თანმხლებ ნივთიერებათა შორის არცთუ ისეთ უმნიშვნელო ადგილს იკავებს ფოსფოლიპიდები - ცხიმოვანი მჟავებისა და

ფოსფორმჟავის გლიცეროლები ეთერიფიცირებული ორგანული აზოტოვანი ფუძით.

კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ზეთოვან თესლებში ფოსფატიდები ძირითადად გელურ ფაზაშია და მცირე რაოდენობით - ცხიმოვან ფაზაში [37, 38].

მცენარულ ზეთებში ფოსფატიდების შემცველობა ფართო საზღვრებში მერყეობს და დამოკიდებულია ზეთოვანი თესლების გადამუშავების მეთოდებზე. ასე მაგ., მზესუმზირას ზეთი, რომელიც მიღებულია პირდაპირი დაწნეხვით შეიცავს 0,43 – 0,57% ფოსფატიდებს, ხოლო ექსტრაჰირებული - 1,0 – 1,5 % [39, 40].

ფოსფატიდების შემცველობის მიხედვით მზესუმზირას ზეთი იკავებს მეორე ადგილს ფოსფატიდებით უფრო მდიდარი სოიოს ზეთის შემდეგ.

მცენარული ზეთების ფოსფატიდებს გააჩნია ანტიდამჟანგავი, მამულგირებელი და ტენისშემკავებელი თვისებები და ავლენს გარკვეულ ბიოლოგიურ აქტივობას [41].

ფოსფატიდები კარგად იხსნებიან უმეტეს ორგანულ გამხსნელებში, კერძოდ, ეთერში, ბენზოლში, ქლოროფორმში და სხვ., შეზღუდულად სპირტებში და ცუდად – აცეტონსა და მეთილაცეტატში [42]. ფოსფატიდების შეზღუდული ხსნადობა ან უხსნადობა აცეტონში გამოიყენება ნედლი ფოსფატიდების გასაწმენდად და ანალიტიკური მუშაობის პრაქტიკაში.

ფოსფატიდები წყალში არ იხსნება, მაგრამ იჯირჯვება, რის შედეგადაც მცირდება მათი ხსნადობა ზეთში [36]. ზეთების წარმოებისას წყლის შემცველობა გადასამუშავებელ მასალაში გავლენას ახდენს ფოსფატიდების ხსნადობაზე ზეთში. ამ თვისებაზეა დამყარებული ფოსფატიდების გამოყოფა მცენარული ცხიმებიდან ჰიდრატაციის გზით.

არსებობს რიგი შრომები [43, 44], რომლებშიც გამოკვლეულია არაცხიმოვანი ნივთიერებების მოქმედება ნედლი მზესუმზირას ზეთის ჰიდრატირებისას. კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთის ჰიდრატაციისას ადგილი აქვს ზეთის მჟავანობისა და ფერის

კლებას - გაღიავენას; აგრეთვე რაფინირების დროს გამოსავლიანობის გაუმჯობესებას, თუმცა ის იმდენად უმნიშვნელო იყო, რომ მსხვილი სამრეწველო მასშტაბით პროცესი არ განხორციელებულა.

იმის გათვალისწინებით, რომ ფოსფატიდებს გააჩნიათ თავისუფალი ფუნქციონალური ჯგუფები, მათ შეუძლიათ ურთიერთმოქმედება სხვა ნივთიერებებთან ზეთების მიღების პროცესში.

მეცნიერთა გარკვეული ჯგუფის მიერ შესწავლილ იქნა რეაქცია ფოსფატიდებსა და შაქრებს შორის წყლის თანაობისას ცხიმოვან ფაზაში ჰაერიან და ნახშირორჟნგიან ატმოსფეროში. ამ პროცესში წარმოქმნილ მუქი შეფერილობის პროდუქტებს მელანოფოსფატიდები უწოდეს [45].

მზესუმზირას ფოსფატიდებს დიდი გამოყენება აქვს კვების ტექნოლოგიასა და სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში.

რიგი მკვლევარებისა თვლის [46, 47], რომ რაფინირების პროცესში ფოსფატიდების ძირითადი გავლენა მჟღავნდება იმით, რომ მისი მოლეკულა იმლება წყალში ხსნადი პროდუქტების რაღაც ნაწილის გამოყოფით, რასაც მივყავართ ლიპიდების მნიშვნელოვან დანაკარგებამდე რაფინირებისას და სოაბსტოკების შემდგომი შენახვისას.

არანაკლებ მნიშვნელოვანია ფოსფატიდების სხვა თვისებებიც, მაგ., მემულგირებელი მოქმედება. სწორედ ამასთან დაკავშირებითაა მოცემულ ნაშრომში ჩატარებული შესაბამისი კვლევები.

ნახშირწყლები წარმოადგენს პოლიატომურ სპირტებს და შედის ყველა მცენარის შედგენილობაში. ზეთოვან მცენარეებში ნახშირწყლების შემცველობა ფართო საზღვრებში მერყეობს, მათი დიდი რაოდენობა შედის გარსში და ნაკლები რაოდენობით გვხვდება მცენარის ბირთვში.

მზესუმზირა მონო- და დისაქარიდებს ჩვეულებრივ შეიცავს არცთუ ისე დიდი რაოდენობით, პოლისაქარიდებს - დიდი რაოდენობით, ხანდახან ეს უკანასკნელი ზეთოვანი თესლების ძირითად შემადგენელ ნაწილად გვევლინება.

ლიტერატურული მონაცემების თანახმად მონოსაქარიდების შემცველობა მზესუმზირას თესლის ბირთვში მერყეობს 0,16-0,27 %-მდე. დი- და ტრისაქარიდების, ასევე პოლისაქარიდების შემცველობა მზესუმზირას ბირთვში მერყეობს 2,53-2,73% და 4,6-4,9%- ის ფარგლებში [17].

მზესუმზირას თესლების მაღალ ტემპერატურაზე დამუშავებისას ნახშირწყლები ურთიერთქმედებს ცილოვან ნივთიერებებთან და წარმოქმნის ინტენსიური შეფერილობის, წყალში უხსნად მელანოედიურ ნაერთებს [48]. მათი მოქმედება რაფინირებისას საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი.

სტეროლები ცხიმის გაუსაპნავი ნივთიერებების ძირითად ნაწილს წარმოადგენს. სტეროლები ფართოდაა გავრცელებული ცხოველურ და მცენარეულ უჯრედულ ქსოვილებში თავისუფალი სახით და ცხიმმჟავური ეთერების ფორმით.

ცხიმოვან თესლებში სტეროლები თითქმის თანაბარი რაოდენობით შედის ცხიმოვან და გელურ ფაზებში.

ზეთების მიღების დროს სტეროლები გადადის ზეთში.

ცალკეული სტეროლები ერთმანეთისაგან გვერდითი ჯაჭვით განსხვავდება. მცენარეული ზეთების სტეროლებს მნიჭებული აქვთ ერთი ზოგადი სახელი - ფიტოსტეროლი. მის წარმომადგენლებად ითვლება ერგოსტეროლები, სიგმასტეროლები და α -, β -, γ - სიტოსტეროლები.

β -სიტოსტეროლი მზესუმზირას ცხიმის უმნიშვნელოვანეს სტეროლად ითვლება და ისევე როგორც სხვა სტეროლები, წარმოადგენს ერთფუმიან სპირტს [36, 42].

ლიტერატურული მონაცემებით β -სიტოსტეროლის შემცველობა ნედლ მზესუმზირას ზეთში 1,6%-ს აღწევს.

მზესუმზირას ზეთის ტუტით რაფინირებისას სტეროლების ნაწილი გაიტაცება სოაბსტოკში, ასე რომ რაფინირებულ ზეთში ნაპოვნი იყო მხოლოდ 0,11% β -სიტოსტეროლი. ნარჩენების წარმოქმნაში სტეროლების მონაწილეობა რაფინირებისას ქმნის აუცილებლობას, რომ დაზუსტდეს მათი დაგროვების წყაროები არარაფინირებულ მზესუმზირას ზეთში.

კაროტინოიდები თითქმის ყველა ზეთოვანი კულტურის ზეთების ძირითად მალეზარ ნივთიერებად ითვლება და ხშირად მის ფერს განსაზღვრავს.

ზოგიერთი მონაცემით, მზესუმზირას ნედლეულ ექსტრაქტირებულ ზეთში კაროტინოიდების შემცველობა მერყეობს ფარგლებში: 0,42-დან 0,47 მგ 100 გ ზეთზე, ხოლო ნედლეულ დაწნეხილში - 0,22-დან 0,30 მგ %. რაფინირებისას ხდება ზეთში კაროტინოიდების შემცველობის გარკვეულად შემცირება: ასე მაგ., თუ რაფინირებამდე მზესუმზირას ზეთი შეიცავდა 0,301 მგ % კაროტინოიდებს, რაფინირების შემდეგ აღმოჩნდა 0,261 მგ %.

კაროტინოიდები ძირითადად განსაზღვრავს რაფინირებული ზეთების ფერს.

ქლოროფილები წარმოადგენს ორი მყარი ნივთიერების ნაერთს. მათგან ერთ-ერთია ქლოროფილი „ა“ – მომწვანო-მოლურჯო შეფერილობის (ლღობის ტემპერატურა 117 °C), მეორე – ქლოროფილი „ბ“ – ღია-მწვანე შეფერილობის (ლღობის ტემპერატურა 120 °C). ჩვეულებრივ ფოთლები შეიცავს 3-ჯერ მეტი რაოდენობით ქლოროფილ „ა“-ს, ვიდრე ქლოროფილ „ბ“-ს.

ქლოროფილ „ა“-ს ზოგადი ფორმულაა – $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$, ქლოროფილ „ბ“-ს – $C_{55}H_{70}O_6Mg$.

ორივე ქლოროფილი სუფთა სახით წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას. ქლოროფილ „ა“-ს გააჩნია შთანთქმის დამახასიათებელი მაქსიმუმი სპექტრის ხილული ნაწილის ტალღის 660 ნმ სიგრძეზე, ქლოროფილ „ბ“-ს კი ტალღის 640 ნმ სიგრძეზე [49].

მცენარეულ ზეთებს და მათი გადამუშავების პროდუქტებს ქლოროფილები აძლევს სპეციფიკურ არასასურველ შეფერილობას. გარდა ამისა, ისინი ჰიდრირების პროცესის დროს კატალიზატორებზე ახდენს ინჰიბირებულ მოქმედებას და ავლენს შესამჩნევ პროოქსიდანტურ თვისებას [50, 51]. აქედან გამომდინარე რაფინირების პროცესში ზეთი მაქსიმალურად უნდა იყოს გაწმენდილი ქლოროფილის ჯგუფის პიგმენტებისაგან.

ქლოროფილები კარგად იხსნება ცხიმებში და ცხიმის გამხსნელებში.

ქლოროფილების ტუტით დამუშავებისას არ წარმოიქმნება უფერო ნივთიერებები . ეს გათვალისწინებული უნდა იყოს ქლოროფილების შემცველი ცხიმების გაუფერულების საწარმოო მეთოდის შერჩევას.

ძლიერი გოგირდმჟავა ახდენს ქლოროფილების გაფისვას ცხიმში უხსნადი ფისოვანი ნივთიერებების წარმოქმნით.

ბევრი მკვლევარი თვლიდა, რომ ქლოროფილები ზეთებში უმწიფარი მცენარეების გადამუშავებისას ხვდება [52, 53]. არ არსებობს დაწვრილებითი ცნობები სხვადასხვა ხარისხის თესლებიდან მიღებულ მზესუმზირას ზეთებში ქლოროფილების მოხვედრაზე. აგრეთვე არ არსებობს წარმოდგენები ზეთებში ქლოროფილების გადასვლის მექანიზმზე. ჩამოთვლილი მეცნიერული ინფორმაციის არ არსებობა ხელს უშლის ეფექტური რეკომენდაციების დამუშავებას მზესუმზირას ზეთის რაფინირების გაუმჯობესებისათვის და საჭიროებს შესაბამისი კვლევების ჩატარებას.

1.4. თანმდევნი ნივთიერებებისაგან არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთის გაწმენდის მეთოდები

ამჟამად ზეთებისა და ცხიმების რაფინირების სამი ტრადიციული მიმართულება არსებობს: ფიზიკური გასუფთავება, ქიმიური გასუფთავება და ფიზიკურ-ქიმიური გასუფთავება.

ფიზიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება: დაყოვნება, ცენტრიფუგირება და ფილტრაცია. ქიმიურს – გოგირდმჟავით დამუშავება, ნეიტრალიზაცია კაუსტიკური და კარბონატული ტუტების ხსნარებით. ჰიდრატაცია, ადსორბენტების გამოყენება და დეზოდორაცია ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს მიეკუთვნება.

დღეისათვის მზესუმზირას ზეთის რაფინირების ძირითადი მეთოდებია მზესუმზირას ზეთის უწყვეტი რაფინირება ემულსიური მეთოდით ფაზების დაყოფის გათვალისწინებით, მზესუმზირას ზეთის პერიოდული რაფინირება ემულგირების მეთოდით ფაზების დაყოფის გზით და რაფინირება მისცელაში.

ჰიდრატაცია. მზესუმზირას ზეთის საწარმოო ნიმუშები, ფოსფატიდებთან ერთად, შეიცავს განსაზღვრული რაოდენობის სხვა თანაურ ნივთიერებას, პიგმენტებს, გაუსაპნავ ნივთიერებებს და ა.შ. დაწნეხით მიღებულ მცენარეული ზეთების ჰიდრატაციაზე საწყისი სამუშაოები ეხებოდა მხოლოდ ჰიდრატაციისას თანმდევ ნივთიერებებზე ზემოქმედებას [54, 55].

რიგ კვლევებში დაადგინა, რომ დაწნეხილი და ექსტრაჰირებული მცენარეული ზეთების ჰიდრატაციისას არ ხდება ფოსფატიდების სრულად გამოყოფა, თუნდაც ახალადმიღებული - ნედლი ზეთებიდან. ეს მიუთითებს მზესუმზირას ზეთში გარკვეული რაოდენობის არაჰიდრატირებადი ფოსფატიდების არსებობაზე. მცენარეული ზეთების საწარმოო ნიმუშებისათვის აღმოჩენილია, რომ ფოსფატიდების გამოყოფის დონე მერყეობს 50- დან 90 %-მდე, რაც დამოკიდებულია მზესუმზირას თესლების ხარისხზე და ზეთის მიღების მეთოდებსა და პირობებზე. ასევე, ნაჩვენებია, რომ ზეთების შენახვის დროს ხდება ფოსფატიდების ჰიდრატირების უნარის დაქვეითება.

ფოსფატიდების ჰიდროფილური თვისებების დაქვეითება ხდება ფოსფატიდების ცხიმოვანი ხსნარების შენახვისას პიგმენტებისა და სხვა თანაური ნივთიერებების თანხლებით. ამ შემთხვევაში ჰიდრატირების დანაკარგების რაოდენობა დამოკიდებულია შენახვის ვადაზე, ტემპერატურაზე და თანმდევი ნივთიერებებისა და ფოსფატიდების რაოდენობრივ თანაფარდობაზე. შენახული ზეთების ჰიდრატაციისას, როდესაც ფოსფატიდები სრულად ურთიერთქმედებენ სხვა თანმდევ ნივთიერებებთან, არ ხდება ჰიდრატირებული ნალექის გამოყოფა.

მზესუმზირას ზეთის ჰიდრატირების ძირითადი დანიშნულება ზეთიდან ფოსფატიდების გამოყოფაა. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება ღია შეფერილობის ფოსფატიდის კონცენტრატი, რომელის გამოყენებაც წარმატებითაა შესაძლებელი, როგორც საკვები პროდუქტი პიგმენტებისა და მინარევების მინიმალური შემცველობით.

მაღალი ხარისხის მზესუმზირას თესლებიდან დაწნეხვის მეთოდით მიღებული ზეთების ჰიდრატაციას ზეთში რჩება ფოსფატიდების მინიმალური რაოდენობა, ვიდრე ექსტრაქციებით და დაბალი ხარისხის დაწნეხით მიღებული ზეთების შემთხვევაში.

ჰიდრატირებული ნალექები, რომელიც მიიღება მზესუმზირას ზეთიდან მისი ფოსფორმჟავით დამუშავებამდე და დამუშავების შემდეგ, მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისგან ფერით და შედგენილობით [55].

ტუტით დამუშავება (ნეიტრალიზაცია). მზესუმზირას ზეთები ფოსფატიდებისა და პიგმენტების გარდა შეიცავს თავისუფალ ცხიმოვან მჟავებს, რომლებიც ზეთებში დაუმწიფებელი ნედლეულის გადამუშავების შედეგად ხვდება. მათი ნეიტრალიზაცია აუცილებელია ზეთების ბიოლოგიური თვისებების შენარჩუნების მიზნით.

პრაქტიკაში რაფინირების ტექნოლოგიური ხერხების შერჩევას, მხედველობაში ღებულობენ ნედლეულის ხარისხს და რაფინირებული ცხიმის დანიშნულებას. ცხიმების მრავალსახეობა, მათი ხარისხი, თანაური ნივთიერებების სხვადასხვაგვარი მდგომარეობა ართულებს რაფინირების მეთოდის შერჩევას.

კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ ცხიმოვანი მჟავების ნეიტრალიზაციის ნებისმიერი გამოყენებული მეთოდით ცხიმოვანი მჟავები უნდა ავლენდეს მაქსიმალურ აქტიურობას რეაგენტებთან ურთიერთქმედებისას. ამიტომ ნეიტრალიზაციის პროცესს ახორციელებენ ისე, რომ უზრუნველყოფილ იყოს რეაქციის მაქსიმალური სიჩქარე, გლიცეროლებთან რეაგენტების მინიმალური ურთიერთქმედება, წარმოქმნილი ფაზების სწრაფი და სრული დაყოფა, ნეიტრალიზაციის პროდუქტებიდან ნეიტრალური ცხიმის მაქსიმალური გამოწვლილვა.

ამასთან ერთად, რაფინირებისას გამორიცხავენ რაფინირებულ ცხიმზე პროცესში გამოყენებული რეაგენტებისა თუ პირობების - სითბოს, ჰაერის ჟანგბადის და წყლის მოქმედებას. ასევე თავისუფალ მდგომარეობაში

აყოვნებენ გამოყოფილ პროდუქტებს მათი შემდგომი რაციონალური გამოყენების მიზნით, მაგ., ფოსფოლიპიდებს.

რაფინირების მეთოდის შერჩევასა და დიდი მნიშვნელობა აქვს ცხიმების ნარჩენებსა და დანაკარგებს, ტექნიკურ - ეკონომიურ მაჩვენებლებს და მიღებული რაფინატის ხარისხს.

ნეიტრალიზაციის სტადიაზე ჯამური ნარჩენები წარმოდგენილია შემდეგი ძირითადი კომპონენტებით: თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, ფოსფოლიპიდები, ნეიტრალური და გასაპნილი ცხიმი, მღებარი და სხვა თანაური ნივთიერებები.

ექსპერიმენტული ნაშრომების დიდი რაოდენობა [56-59], რომლებიც ეხება მზესუმზირას ზეთის რაფინირების პერიოდულ მეთოდს, საშუალებას იძლევა დადგინდეს მზესუმზირას ზეთის ნეიტრალიზაციის ტექნოლოგიური პარამეტრების მნიშვნელობა, რაც მისაღებია ამ სახეობის ზეთების რაფინირების უწყვეტი სქემებისთვისაც.

პირველი ამ პარამეტრებიდან არის რაფინირებაზე მიწოდებული ზეთის ტემპერატურა. ამასთან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რომ ზეთი მისი მიღების შემდეგ (დაწნევის შემდეგ) დაუყოვნებლივ გაგრილდეს 40-45 °C - მდე.

მკაფიოდ იყო ნაჩვენები, რომ 40-45 °C - მდე გაგრილებული დაწნეხილი მზესუმზირას ზეთის ნეიტრალიზაცია უზრუნველყოფს 95% მდე რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობას, ხოლო გაგრილების გარეშე ნეიტრალიზაციისას გამოსავალი შეადგენდა 80% [58].

მზესუმზირას ზეთების ნეიტრალიზაციის დროს დამატებული ტუტის ხსნარის საჭირო კონცენტრაციის დასადგენად, ჩატარებულ კვლევებში გამოყენებულ იქნა ზეთების სხვადასხვა ნიმუშები და პარტიები, აგრეთვე ტუტის ხსნარები 80-დან 150 გ/ლ-მდე კონცენტრაციით. ტუტის ნაჭარბი იცვლებოდა 30 - დან 100 % - მდე. მიღებული შედეგები მოწმობს, რომ რაფინირებისათვის საჭირო ეფექტი მიიღწევა ტუტის განსაზღვრული ნაჭარბის გამოყენებისას, რაც საშუალებას იძლევა გამოვთქვათ მოსაზრებები

მზესუმზირას ზეთის ტუტით დამუშავების მექანიზმზე. ტუტის მცირე ნაჭარბი საკმარისია თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების დასაკავშირებლად (თუნდაც 10 – 20 % ნაჭარბისას). როცა ნარჩენი მჟავური რიცხვი არ აღემატება 0,2 %-ს, მაგრამ, ამ დროს არ მიიღწევა საჭირო ფერი, მალეზარ და სხვა თანაურ ნივთიერებებთან ურთიერთქმედებისათვის აუცილებელი ხდება ტუტის ნაჭარბის უფრო მაღალი მაჩვენებელი. ტუტის ნაკლებობა იძლევა რაფინირებული ზეთის ფერის ყველაზე ცუდ შედეგებს [59-60].

ტუტის ოპტიმალური რაოდენობა ქმნის სასურველ პირობებს სოაბსტოკის ფორმირებისთვის და მის ხარჯზე ნეიტრალური ცხიმის ნაკლებად გასაჰენებისათვის. 100 % - ზე მეტი ნაჭარბის დროს ნეიტრალიზირებული ზეთის გამოსავლიანობის შემცირება ძირითადად ხდება ნეიტრალური ცხიმის გასაჰენის ხარჯზე.

ამრიგად, მზესუმზირას ზეთის რაფინირების კვლევისას პროცესის განსაზღვრულ სტადიებად მიიჩნევა:

- თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების ნეიტრალიზაცია;
- მალეზარი და სხვა თანაური ნივთიერებების მოცილება;
- ნეიტრალური ცხიმის გასაჰენა.

ზოგიერთი ავტორი აღნიშნავს ნეიტრალიზაციის პროცესის დროს წარმოქმნილ საპონსა და სოაბსტოკით შთანთქმულ ნეიტრალურ ცხიმს შორის ურთიერთკავშირს [61,62].

შესაძლებელია ვივარაოდოთ, რომ მზესუმზირას ზეთის ნეიტრალიზაციისას ტუტის მოქმედება გამოვლინდება რამოდენიმე მიმართულებით. პირველ რიგში, რა თქმა უნდა, ადგილი აქვს ტუტესა და თავისუფალ ცხიმოვან მჟავებს შორის პირდაპირ მოქმედებას, შემდეგ კი ნეიტრალური ცხიმის გასაჰენას.

თუმცა ძნელად წარმოსადგენია, რომ დაბალი ხარისხის ზეთებში გაზრდილი მჟავური რიცხვით განმსაზღვრელი მნიშვნელობა ექნება აღნიშნულ

პროცესებს, იქედან გამომდინარე, რომ ასეთი ზეთებისათვის უფრო დამახასიათებელია მინარევების კომპლექსი, რომელთა შორისაც უმეტესობას დაკარგული აქვთ ტუტესთან ურთიერთქმედების უნარი.

არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთის ცვალებადი თვისებებით (ნედლეულის ხარისხზე და ზეთის მიღების რეჟიმზე დამოკიდებულებით) საჭირო გახდა ემპირიულად დადგენილიყო ნეიტრალიზაციის რეჟიმის პარამეტრები თითოეული სახეობისა და ხარისხის ზეთისათვის.

მნიშვნელოვანი საშუალება, პროცესის მსვლელობის ოპტიმალურობის უზრუნველყოფისათვის, არის მზესუმზირას ზეთის სასინჯი რაფინირების სისტემური ჩატარება. ამ გზით მარტივად და სწრაფად დგინდება ტუტის ხსნარის საჭირო კონცენტრაცია და მისი ოპტიმალური ნაჭარბი.

მზესუმზირას ზეთის უწყვეტი მეთოდით ნეიტრალიზაციისას საჭირო ტუტის წყალხსნარის სწრაფი და ერთგვაროვანი განაწილებისათვის ზეთის გარემოში, აუცილებელია ზეთისა და ტუტის ხსნარის ინტენსიური შერევა.

ცხიმოვანი მჟავების ურთიერთქმედება ტუტესთან მყისიერად მიმდინარეობს, რის გამოც შესაძლებელი გახდა ინტენსიური მორევის გამოყენება შედარებით მოკლე დროში. ამ დროს მნიშვნელოვნად მცირდება ტრიგლიცეროლების გასაპნების ხარისხი. მოწყობილობა, რომელშიც ხდება ზეთის ინტენსიური შერევა ტუტის ხსნართან, ემულსატორია, რომელიც უზრუნველყოფს ძალიან თხელი და მდგრადი წყალ-ცხიმოვანი ემულსიის შექმნას [63, 64]. აღნიშნული მეთოდის არსი ტუტის ხსნართან ზეთის შერევის შედეგად წარმოქმნილი დისპერგირების ძალიან თხელი ხარისხის მქონე სისტემაში მდგომარეობს, რასაც შეიძლება გარკვეული კონვენციით, ემულსია ეწოდოს, ხოლო მეთოდს - ემულსიური [59].

რიგ შრომებში [60] შესწავლილ იქნა ყველა შესაძლო ტექნოლოგიური პირობა ემულსიური მეთოდით სხვადასხვა ხარისხის მზესუმზირას ზეთების ტუტით დამუშავების ეფექტურობაზე. ამ სამუშაოების შედეგები მრავალი წლის განმავლობაში დადასტურებულია საწარმოო პრაქტიკაში. ნეიტრალიზაციის ემულსიური მეთოდი ითვლება პირველ საფეხურად უწყვეტი

პროცესით ზეთების რაფინირების განხორციელებაში. მისი გამოყენება რაფინირების ტექნოლოგიური რეჟიმის წარმართვის გაუმჯობესების საშუალებას იძლევა. ემულსიური მეთოდის დანერგვის შედეგად მიღწეულ იქნა წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების გაუმჯობესება ტუტის მოხმარების, რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობისა და მისი ხარისხის, აგრეთვე აღჭურვილობის წარმადობის გაზრდის თვალსაზრისით.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, ცხიმოვანი მჟავებისა და არაცხიმოვანი ნივთიერებების ბუნება და განსხვავებული შემცველობა მზესუმზირას ზეთებში (რაც განპირობებულია როგორც თესლში მათი არსებობით, ასევე ზეთის წარმოების სქემით და მეთოდით) განსაზღვრავს ნეიტრალიზაციის პროცესში სხვადასხვა კონცენტრაციის ტუტის ხსნარების გამოყენებას. ეს განსხვავება ასევე განსაზღვრავს ტუტის რაოდენობას, რომელიც საჭიროა სტანდარტული ფერის რაფინირებული ზეთების მისაღებად, რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობას და უწყვეტი ემულსიური ნეიტრალიზაციის ეფექტურობას [60].

მზესუმზირას ზეთის ემულსიური მეთოდით რაფინირების ტრადიციული ტექნოლოგია, შეუძლებელია დახასიათდეს როგორც პროგრესული მეთოდი სოაბსტოკში ცხიმის ნარჩენების მაღალი დონიდან გამომდინარე [65]. მოცემულ მიმოხილვაში, მჟავური რიცხვის შესახებ მოტანილი ინფორმაციის გათვალისწინებით, ნარჩენების საშუალო რაოდენობა 8-20%-ს შეადგენს.

ყველა მეთოდი, რომელიც გამოიყენება წატაცებული ცხიმის დანაკარგების შესამცირებლად, დამყარებულია ემულსიური ფენის დარღვევის აუცილებლობაზე. საწარმოებში ხდება ტემპერატურის მომატება ზეთოვანი ფაზის სიბლანტის შესამცირებლად, ფაზების დაყოფის ინტენსიფიკაციისათვის კი იყენებენ ცენტრიფუგირებას და ბოლოს, ამატებენ მარილს ზეთიდან საპონ-ტუტოვანი ფაზის უფრო ეფექტურად მოცილებისათვის.

ყველა სახის ცხიმისა და ზეთის რაფინირებისას ცხიმოვანი ნარჩენების რაოდენობის შესამცირებლად შემოთავაზებულია აგრეთვე ჰიდროტროპული დანამატების (ნატრიუმის სულფატი, ნატრიუმის ტრიპოლიფოსფატი და სხვ.) გამოყენება, რაც არც თუ ისე ეფექტური გამოდგა სტანდარტული რაფინატის მიღებისა და რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობის გაზრდის თვალსაზრისით [55].

მზესუმზირას ექსტრაჰირებული ზეთის, ბამბის ზეთის, აგრეთვე, დაბალი ხარისხის მზესუმზირას ნედლეულისაგან მიღებული ზეთების რაფინირებისათვის რეკომენდირებულია რაფინირება მისცელაში [66].

მზესუმზირას მისცელის რაფინირების ტექნოლოგიის შედეგიანობა დაფუძნებულია პროცესის მიმდინარეობაზე მისცელის კონცენტრაციაზე, თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობისა და ტუტის კონცენტრაციაზე [67, 68, 69].

მისცელში ნეიტრალიზაცია წარმოადგენს რამდენიმე პატენტის თემას [70]. მათ შორის ყველაზე ცნობილია დე-სმეტის მეთოდი, სადაც იყენებენ სპირტ-წყალხსნარებს, როგორც საპნის გამხსნელ საშუალებას. პროცესმა ვერ მოიპოვა ფართო გამოყენება ტექნოლოგიური თვალსაზრისით: ამ პროცესის განხორციელებისას მიიღება სამფაზიანი სისტემა, რომელიც მოითხოვს აპარატურული გაფორმების მნიშვნელოვან ცვლილებას არა მხოლოდ თავად ნეიტრალიზაციის პროცესში, არამედ სოაბსტოკის გადამუშავებასთან დაკავშირებულ ტექნოლოგიური ოპერაციების დროსაც.

შედარებით გვიან წლებში, მრავალი მეცნიერ-მკვლევარისათვის კიდევ უფრო აქტუალური გახდა მზესუმზირას ზეთის გადამუშავებისა და რაფინირების ტექნოლოგიების გაუმჯობესების საკითხების შესწავლა.

კ. კინშაკოვის მიერ ჩატარებულმა კომპლექსურმა კვლევებმა მზესუმზირას ზეთის რაფინირებისას ახალი ემულსიური პროდუქტების მიღების მიზნით, ცხადყვეს ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა და ნიტრილოტრიმეთილენფოსფონის მჟავას წინასწარ მომზადებული წყალხსნარის გამოყენების ეფექტურობა ნეიტრალიზაციის პროცესში. აღსანიშნავია შემოთავაზებული

რეაგენტის ზედაპირული აქტიურობის გამოვლინებით ჰეტეროგენული სისტემის სიბლანტის შემცირება და სოაბსტოკი-ნეიტრალური ცხიმის გამოცალკევების გამარტივება (მცირდება ნეიტრალური ცხიმების სოაბსტოკთან სოლუბილიზაცია) [71].

ს. კრუგლოვის მიერ დამუშავებულია ეთილის სპირტით ექსტრაჰირებული მზესუმზირას ზეთიდან ფოსფოლიპიდების, თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავებისა და მალებარი ნივთიერებების გამოყოფის ტექნოლოგია ნატრიუმის ალკილსულფატით, ნატრიუმის მეტასილიკატითა და კარბოქსიმეთილ-ცელულოზით (შესაბამისად 1:1:1 თანაფარდობით) 25-60 °C-ზე, ზეთის მასის 0,5-1,5 %-ის რაოდენობით [30].

ბევრი სამეცნიერო შრომა ეძღვნება მზესუმზირას ზეთის რაფინირების პროცესში რძემჟავა-წყალხსნარის გამოყენებით „ზეთი-თანმდევი ნივთიერებების“ შეხების ზედაპირის ფაზათაშორისი დაჭიმულობის შემცირებას და ფოსფოლიპიდებისა და ცვლადი ვალენტობის მქონე მეტალების იონების კომპლექსურად გამოყოფას (pH=3), შედეგად უმჯობესდება რაფინირებული არადეზოდორირებული მზესუმზირას ზეთის ჟანგვის მიმართ მდგრადობა. მანჭიდრატირებად რეაგენტად რძემჟავა-წყალხსნარი (pH≈4-5) გამოიყენება არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთიდან ფოსფოლიპიდური ემულსიისა და ცვილისმაგვარი ნივთიერებების გამოყოფის მიზნით [72].

ა. კომაროვის ნაშრომი ეძღვნება რაფინირების პროცესში ახალი უნივერსალური კომბინირებული რეაგენტის (შარდოვანა-ფორმალდეჰიდის ფისი, ბუნებრივი ალუმინის სილიკატის ბოქსიტური ადსორბენტი, ნიტრილტრიმეთილენფოსფორის მჟავა და ოქსიეთილენცელულოზა) გამოყენებას, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა მცენარეული ზეთებიდან თანმდევი ნივთიერებების მაქსიმალურად გამოყოფა [73].

ე. გერასიმენკომ შესძლო დაედგინა სისტემის „ჰიდრატირებული ზეთი - ფოსფოლიპიდური ემულსია“ გამოლექვის დრო და განესაზღვრა ელექტრომაგნიტური ზემოქმედების ტექნოლოგიური პარამეტრები; ნაშრომში

ნაჩვენებია ჰიდრატირებული ზეთების ლიმონმჟავით დამუშავების ეფექტურობა პერიოდულად ცვალებადი ელექტრომაგნიტური ველის მოქმედებისას. სისტემის ნატრიუმის სილიკატის წყალხსნარით დამუშავების შემდეგ მან შესძლო მზესუმზირას ზეთიდან ცვილების, ცვილისმაგვარი ნივთიერებებისა და სხვა მცირეპოლარული ლიპიდების მაქსიმალურად გამოცალკავება [74].

მ. ჟემუხოვას ნაშრომში ყურადღებამისაქცევია ტუტე-რაფინირების პროცესში მასათა გადაცემის მათემატიკური აღწერა, რომლის მიხედვითაც მან შექმნა ტუტე რაფინირების სამი რეჟიმი: 1. დამწყები - კონცენტრირებული ნიადაგის (ველის) ფორმირება; 2. გარდამავალი - სადაც გლუვი სიბრტყიდან რეაქცია წარიმართება ზეთის წვეთის ზედაპირისაკენ; 3. რეგულარული - რომლის დროსაც გლუვი სიბრტყისა და ზეთის წვეთის ზედაპირზე რეაქციები ერთდროულად მიმდინარეობს და ამ რეჟიმში მიმდინარე ნეიტრალიზაციის პროცესის ხასიათი ერთნაირია ყველა ზეთისათვის. ნაშრომის მიხედვით, კოალესცენციის ინტენსივობა დაკავშირებულია კოალესცენციის ზონის ფართობთან და რაც მეტია ზედაპირი, მით ინტენსიურად მიმდინარეობს რეაქცია [75].

ი. სუხარევას კვლევებში აღნიშნულია, რომ ტუტე გარემოში პექტინისტური ნაერთები აქტიურად ურთიერთქმედებს მძიმე მეტალების ჰიდროქსიდ ნაერთებთან: ამსხვილებს ლითონების შემცველ ნაწილაკებს და წარმოქმნის ღილაკებს ან გადაჰყავს ისინი კოლოიდური-ჰიდროლიტური ნალექის მდგომარეობაში [76].

ვ. პარონიანის გამოგონებების მიხედვით მზესუმზირას ზეთიდან ფოსფოლიპიდების, თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავებისა და მალეზარი ნივთიერებების მაქსიმალური მოცილება ხორციელდება კომბინირებული რეაგენტის (ნატრიუმის ალკილსულფატი, ნატრიუმის მეტასილიკატი და კარბოქსიმეთილცელულოზა — თანაფარდობით 1:1:1, pH ≈ 9-10) დამატებით 25-26 °C -ზე ზეთის მასიდან 0,5-1,5 % რეაგენტის რაოდენობით [77, 78].

ვ. ვესელოვის სამეცნიერო კვლევებში მზესუმზირას ზეთიდან თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების, ფოსფოლიპიდების, ტენის, ცვილისმაგვარი და მალეზარი ნივთიერებების მოცილება დისტილაციური რაფინირებით ხორციელდება. პროცესის დაწყებამდე ზეთი დამუშავდება ლიმონისა და იანტარის მჟავას წყალხსნარით (1,2 : 1,0 – 1,5 : 1,0 თანაფარდობით და ზეთის მოცულობიდან 0,03 – 0,2% -ის რაოდენობით). ამ შემთხვევაში დამუშავება ტარდება მონაცვლედ მზრუნავ ელექტრომაგნიტურ ველში, ინდუქციით 0,5 - 0,7 ტლ. თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების დისტილაციური გამოცალკეება ხორციელდება 180-200 °C ტემპერატურაზე, რაც აუმჯობესებს მზა პროდუქტის ხარისხს და ზრდის მის სტაბილურობას [79].

ყურადღებამისაქცევია ფოსფატიდის კონცენტრატის მიღებისა და ფუნქციონალური დანიშნულების ემულსიური პროდუქტების კვლევის მიზნით რიგი გამოგონებები და სამეცნიერო შრომები [44, 80]. ერთ შემთხვევაში მეთოდი მოიცავს ზეთის დამატენიანებელი აგენტით - რძის შრატით დამუშავებას, ნარევის მიღებას, ფოსფატიტის ემულსიის ჰიდრატირებული ზეთისგან გამოყოფას და ფოსფატიდის ემულსიის გამოშრობას მაღალი და დაბალი მჟავური და ზეჟანგური რიცხვების ფოსფატიდის კონცენტრატის მიღებით. მეორე შემთხვევაში, სხვადასხვა რეაგენტების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლის საფუძველზე, შექმნილია კომპოზიტური გამწმენდი რეაგენტი: (ნიტრილოტრიმეთილენოფოსფონის მჟავა (30%), ოქსიეთილენცელულოზა და ფოსფორმჟავა თანაფარდობით 10 : 1 (10%), კარბამიდ-ფორმალდეჰიდის ფისი (30%), ბუნებრივი ბოქსიტო-ალუმინოსილიკატური ადსორბენტი (30%), რომელიც წყალში ხსნადია და ამცირებს მის სიხისტეს, შესაბამისად მცირდება დანადგარების კოროზია და იზრდება რაფინირების პროცესის ეფექტურობა.

ო. ბერეზოვსკაიას მიერ მეცნიერულადაა დასაბუთებული ლიმონმჟავას და რძემჟავას წყალხსნარების გამოყენების მიზანშეწონილობა მზესუმზირას და რაფსის ზეთების ძირითადი თანაური ნივთიერებების, ნეიტრალიზე-

ბული ზეთებიდან საპნის კვალის კომპლექსური მოცილების მიზნით და ჟანგის მიმართ მდგრადი რაფინირებული მცენარეული ზეთის გამოსავლიანობის უზრუნველყოფით [81].

რ. კარიმოვის კვლევებში ექსპერიმენტულად დადასტურებულია ფუნქციონალური თვისებების მქონე ემულსიური ცხიმოვანი პროდუქტების შექმნის მეთოდური მიდგომა, შემუშავებულია ცხიმოვანი ფაზის გაუმჯობესებული ცხიმჩაყვური შედგენილობა მაღალი ხარისხის სტაბილური ემულსიური სისტემების მისაღებად [82].

მ. სირამის მონოგრაფიაში რთული პიგმენტური შედგენილობის, მაღალი ხარისხის მცენარეული ზეთების რაფინირების გაუმჯობესების მიზნით დადასტურებულია ტუტე-სპირტ-წყალხსნარების კომბინირებული ნარევის გამოყენების ეფექტურობა $25-45^{\circ}\text{C}$ - ზესობასტოკში ნეიტრალური ცხიმისა და რაფინირების პროცესის ნარჩენების შემცირების მიზნით [56].

მზესუმზირას ზეთის რაფინირების ზემოთ განხილული ყველა პროცესი და მეთოდი მეტნაკლებად ეფექტურია. ბევრმა პროცესმა ვერ მოიპოვა ფართო გამოყენება ტექნოლოგიური სირთულეების გამო, რომელიც მოითხოვს წარმოების ძირფესვიან აპარატურულ რესტრუქტურისა და ზონისა და ნეიტრალიზაციის სტადიებზე. ზოგიერთი პროცესი კი ეკონომიური თვალსაზრისით - ძვირადღირებული კომბინირებული რეაგენტების გამოყენების გამო, არ არის პრაქტიკულად განხორციელებადი. მშობლიური და განსაკუთრებით უცხოური პრაქტიკა, მრავალი გამოკვლევა და პუბლიკაცია მიუთითებს ნარჩენების მიუღებელ დოზებზე და საკვები ცხიმების დიდ დანაკარგებზე.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება დამუშავებულ იქნეს მზესუმზირას ზეთის რაფინირების გაუმჯობესებული ტექნოლოგია აპარატურული გაფორების მნიშვნელოვანი ცვლილებებისა და მაღალი ეკონომიკური ხარჯების გარეშე. ჩვენი აზრით, მიზანშეწონილია ამ პროცესების განხორციელება ისეთი რეაგენტების გამოყენებით, რომლებიც უზრუნველყოფს

რაფინირების პროცესის ნარჩენების მინიმუმამდე დაყვანას, რაფინატის გამოსავლიანობის გაზრდას მისი ბუნებრივი თვისებების შენარჩუნებით.

ეს მიმართულება წარმოადგენს მოცემული სამუშაოს ერთ-ერთ მთავარ ამოცანას. ლიტერატურაში შეზღუდულია ცნობები ფოსფოლიპიდებსა და რაფინირების პროცესის ნარჩენებს შორის დამოკიდებულებაზე. მზესუმზირას ზეთებში ფოსფოლიპიდების მნიშვნელოვანი რაოდენობის გამო, დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი მოქმედების უფო დაწვრილებით შესწავლას ტუტე ნეიტრალიზაციის პროცესის დროს [83-90].

ლიტერატურული მიმოხილვის მასალები მოწმობს, რომ მზესუმზირას ნედლეულის გადამუშავებისა და ადგილობრივ წარმოებებში მზესუმზირას ზეთის რაფინირების ეფექტურობის ამაღლების მიზნით კონკრეტული რეკომენდაციების დამუშავებისათვის შეუძლებელი იყო ზემოთგანხილული ლიტერატურული მონაცემების გამოყენება.

ამიტომ კვლევის ამოცანებად დავისახეთ:

1. ადგილობრივი მზესუმზირას ნედლეულისა და მასში შემავალი ლიპიდების შედგენილობების კვლევა;
2. მზესუმზირას თესლების საწარმოო პარტიების შედგენილობისა და მისგან წარმოებაში მიღებული ზეთების კვლევა;
3. წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლების შედარებითი ანალიზი გადასამუშავებელი თესლების ტექნიკური ხარისხის შედგენილობისა და მისგან მიღებული ზეთების ხარისხის გათვალისწინებით;
4. მზესუმზირას ზეთის რაფინირების პროცესის არაეფექტურობის მიზეზზე მოქმედი ნივთიერებების დაგროვების წყაროების შესწავლა (თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, გაუსაპნავი და ცვილისმაგვარი ნივთიერებები, ქლოროფილის ჯგუფის პიგმენტები).
5. ფოსფოლიპიდების გავლენის შესწავლა მზესუმზირას ზეთის ტუტე ნეიტრალიზაციის პროცესზე.
6. მზესუმზირას ზეთის რაფინირების გაუმჯობესებული მეთოდის შემუშავება.

თავი 2. ექსპერიმენტული ნაწილი

2.1. კვლევის ობიექტები და მეთოდები

კვლევის ობიექტები იყო:

1. საქართველოში კულტივირებული და სათეს ტერიტორიებზე შერჩეული მზესუმზირას კულტურები, აგრეთვე იგივე კულტურების ნიმუშები, რომლებიც მიწოდებული იყო საწარმოებში გადამუშავების მიზნით და ასახულია ნამდვილი ტექნიკური ჯიშის სახით მოქმედი სტანდარტის შესაბამისად.

2. მზესუმზირას სტანდარტული ნედლეულიდან კომპანია „ქარვა - შპს „არი“-ში დაწნევის პერიოდული მეთოდით წარმოებული ზეთები.

მზესუმზირას სიმწიფის ბოლო ეტაპზე თესლების ძირითადი სამომხმარებლო თვისებების შესაძლო ცვლილებების შესასწავლად, აგრეთვე ახლად აღებული მოსავლის შენახვის პირობების გავლენის დასადგენად, მოვახდინეთ მზესუმზირას თესლის ნიმუშების შერჩევა მოსავლის სიმწიფის მომენტამდე 2 კვირით ადრე და სიმწიფის დროს (მოსავლის აღების დროს). მოსავლის აღების დროს შერჩეული ნიმუშები ინახებოდა ექსპერიმენტულ პირობებში 35-40 °C ტემპერატურაზე, რაც რეკომენდირებულია მზესუმზირას თესლის შენახვის პირობებისთვის მოსავლის აღებიდან პირველ თვეებში.

ლაბორატორიული კვლევების ობიექტებს წარმოადგენდა მზესუმზირას ნედლეული და მისი გადამუშავების პროდუქტები: მზესუმზირას თესლის ბირთვი (გული), ჩენჩო (გარსი), ჭენჭო (ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევი), საწარმოო არარაფინირებული და რაფინირებული ზეთები.

ნიმუშების აღება მოხდა პერიოდული რაფინირების ხაზის მქონე კომპანია „ქარვა - შპს „არი“-ში. ნიმუშების აღების პერიოდში წარმოების მუშაობის რეჟიმი შესაბამისობაში იყო მოცემული დარგის მიერ მითითებულ სახელმძღვანელო რეკომენდაციებთან [54].

მზესუმზირას თესლებიდან ლიპიდები გამოვწვლილეთ ლაბორატორიული ექსტრაქტორით - სოქსლეტის აპარატით; გამხსნელებად გამოყენებულ იქნა პეტროლეინის ეთერი (დუდილის ტემპერატურა 60 °C) და ნ-ჰექსანი მარკით X4 (TY 6-09-3375-78).

საქართველოში კულტივირებული მზესუმზირას თანამედროვე კულტურების („ვნიიმკ 1656“ და „არმავისკი 3497“) კვლევა ვაწარმოეთ სათესი ტერიტორიებიდან აღებულ და საწარმოებში გადამუშავებისათვის მოწოდებულ იმავე კულტურების სამრეწველო პარტიების ნიმუშებზე.

რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობაზე ფოსფოლიპიდების გავლენის დასადგენად ლაბორატორიული კვლევების ობიექტებს წარმოადგენდა: მზესუმზირას რაფინირებული ზეთი, აღებული კომპანია „ქარვა“-შპს „არი“-ში, მზესუმზირას ფოსფატიდის კონცენტრატი და სოაბსტოკის ცხიმოვანი მჟავები მიღებული საწარმოო გაერთიანება „ვინცას ცხიმკომბინატიდან“ (უკრაინა).

მზესუმზირას ზეთის რაფინირების მეთოდის დამუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს ფოსფოლიპიდების მაქიმულგირებელი ქმედების ჩახშობას განვხორციელეთ ლაბორატორიულ და საწარმოო პირობებში.

ლაბორატორიული და სამრეწველო კვლევების შედეგების დასამუშავებლად გამოვიყენეთ ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის და ნივთიერებათა ანალიზის მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები [91-105] (დანართი 1-2).

სამუშაოში გამოყენებულ იქნა ცხიმზეთოვანი დარგისთვის მიღებული ანალიზის მეთოდები, მათ შორის აირსითხოვანი და თხელენოვანი ქრომატოგრაფია, სპექტროსკოპია სპექტრის ხილულ და ულტრაფიალეტურ უბანში, კოლორიმეტრული მეთოდები და სხვ. (ცხრილები 2-4).

იმასთან დაკავშირებით, რომ მზესუმზირას ზეთის რაფინირების გაუმჯობესების შეფასების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს ლაბორატორიულ პირობებში განხორციელებული საცდელი რაფინირება,

ცხრილი 2. მზესუმზირას ნედლეულის ანალიზებისთვის გამოყენებული მეთოდები

№	ანალიზის დასახელება	მეთოდის განსაზღვრის პრინციპი
1	საერთო დაბინძურება	წონითი მეთოდი [106]
2	ტენიანობა	გამოშრობის მეთოდი [107]
3	ბირთვის და ჩენჩოს შემცველობა	წონითი მეთოდი [106]
4	ზეთშემცველობა	ამომწურავი ექსტრაქციის მეთოდი [108]
5	თავისუფალი და ბმული ლიპიდები	ექსტრაქცია სოქსლეტის აპარატში [106]
6	ფოსფატიდების შემცველობა	მშრალი გამოწვის მეთოდი [109]
7	ფოსფოლიპიდების ფრაქციული შედგენილობა	თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია [110]
8	საერთო აზოტი და ნედლი პროტეინი	კელდალის მეთოდი [106]
9	ცილის ფრაქციული შედგენილობა	კელდალის მეთოდი [106]
10	ნახშირწყლები	ფელინგის ხსნარის გამოყენებით [106]
11	ნაცარი ელემენტები	წონითი მეთოდი გამოწვა-განაცრებით [109]
12	უჯრედისი	მჟავა-ტუტოვანი მეთოდი [106]

აუცილებელი გახდა დაგვედგინა ამ მეთოდიკის მეტროლოგიური მახასიათებლები.

ლაბორატორიული რაფინირებისას ზეთის გამოსავლიანობის განსაზღვრის ცდომილებების გაანგარიშებისათვის დამუშავებული მონაცემების შედეგები მოცემულია ცხრილ 5-ში (აღებულია დაბალი ხარისხის ზეთები). ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემების დამუშავებამ გვიჩვენა შემდეგი შედეგი:

- საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა $X = \pm 79,84 \%$;
- საშუალო კვადრატული გადახრა $S = \pm 0,9 \%$;
- დასაშვები შეუსაბამობები ორ პარალელურ განსაზღვრას შორის $d = 1,77 \cdot S = 2,5 \%$.

ცხრილი 3. მზესუმზირას ზეთის ანალიზებისთვის გამოყენებული მეთოდები

№	ანალიზის დასახელება	მეთოდის განსაზღვრის პრინციპი
1	სიბლანტე	ვისკოზიმეტრის გამოყენებით [109]
2	დანალექი	წონითი მეთოდი [109]
3	შეფერილობა	იოდის სტანდარტული ხსნარებით [111]
4	მჟავური რიცხვი	ინდიკატორული მეთოდი ვიზუალური ინდიკაციით [112]
5	ფოსფორიპიდები	კოლორიმეტრული მეთოდი [113]
6	გაუსაპნავი ნივთიერებები	წონითი მეთოდი პეტროლეინის ეთერის გამოყენებით [114]
7	ცილისმაგვარი ნივთიერებები	გამოკრისტალების მეთოდი [109]
8	კაროტინოიდები	სპექტროსკოპია სპექტრის ხილულ არეში [115]
9	ქლოროფილები და ფოფიტინები	სპექტროსკოპია სპექტრის ხილულ არეში [116]
10	ცხიმმჟავური შედგენილობა	აირ-სითხოვანი ქრომატოგრაფია [117]
11	გლიცერიდების ჯგუფური შემცველობა	აირ-სითხოვანი ქრომატოგრაფია [109]
12	ინდივიდუალური გლიცერიდების შემცველობა	აირ-სითხოვანი ქრომატოგრაფია [109]
13	ზეთის რაფინირება	საცდელი ლაბორატორიული რაფინირების მეთოდი [38, 118]

ცხრილი 4. მზესუმზირას კოპტონის, შროტის და სოაბსტოკის ანალიზებისთვის გამოყენებული მეთოდები

№	ანალიზის დასახელება	მეთოდის განსაზღვრის პრინციპი
კოპტონი		
1	ტენიანობა	გამოშრობის მეთოდი [106]
2	ზეთშემცველობა	ამომწურავი ექსტრაქციის მეთოდი [106]
3	ცილის ფრაქციული შედგენილობა	კელდალის მეთოდი [106]
შროტი		
1	ტენიანობა	გამოშრობის მეთოდი [106]
2	ზეთშემცველობა	ამომწურავი ექსტრაქციის მეთოდი [106]
სოაბსტოკი		
1	საერთო ცხიმის შემცველობა	სოაბსტოკის დაშლა და გამოწვლილვა [118]
2	ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა	ინდიკატორული მეთოდი ვიზუალური ინდიკაციით [118]
3	ნეიტრალური ცხიმისა და ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობა	ინდიკატორული მეთოდი ფაზების დაყოფით [118]

ცხრილი 5. საცდელი რაფინირების მეტროლოგიური მახასიათებლები

№ ექსპერ.	ზეთის გამოსავლიანობის მნიშვნელობები	№ ექსპერ.	ზეთის გამოსავლიანობის მნიშვნელობები
1	79,0	14	79,0
2	79,0	15	80,0
3	80,0	16	79,0
4	79,0	17	79,0
5	81,0	18	79,0
6	81,0	19	80,0
7	81,0	20	81,0
8	79,0	21	81,0
9	79,0	22	80,0
10	80,0	23	79,0
11	81,0	24	79,0
12	81,0	25	79,0
13	81,0		

დამუშავებული მონაცემების საფუძველზე ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარებული საცდელი რაფინირების შედეგად მიღებული რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობის საშუალო კვადრატული გადახრა ($S = \pm 0,9$ %) მინიმალურია, (< 1 %-ზე), რაც ექსპერიმენტის მაღალ ეფექტურობაზე მიუთითებს.

თავი 3. კვლევის შედეგები

3.1. მზესუმზირას სამრეწველო და პერსპექტიული კულტურების ბიოქიმიური თვისებები

ბოლო წლებში არა მარტო ჩვენს, უცხოეთის ქვეყნების წარმოებებსაც გადასამუშავებლად, ხშირად, დაბალი ხარისხის მზესუმზირას ნედლეული მიეწოდება [23].

ნაშრომში მოცემულია ჩვენი და ჩრდილოეთის ქვეყნების ანალოგიური სიმძლავრით, რაფინირების მოცულობითა და საწარმოო აპარატურით მსგავსი წარმოებების რაფინირების პროცესების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების შედარებითი ანალიზი [119].

მზესუმზირას ზეთის რაფინირების ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლების შედარება (ცხრილი 6) გვიჩვენებს, რომ ჩვენი წარმოებები რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობით მნიშვნელოვნად განსხვავდება უცხოურისაგან. თუ უკრაინის საწარმოებში სხვადასხვა წლებში რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობა ძირითადად აჭარბებდა 95 %, ჩვენს წარმოებებში შესაბამისი მაჩვენებლები მერყეობდა 83-დან 90 %-ის ფარგლებში.

ცხრილი 6. მზესუმზირას ზეთის რაფინირების ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლების შედარება

საწარმოები	პროდუქციის გამოსავლიანობა, %		ზეთის დანაკარგი, %
	რაფინირებული ზეთი	სოაბსტოკი ცხიმებში	
2017			
კომპანია „ჯი-ეიჩ-ენ“ „ბათოილი“	88,3	10,0	1,7
კომპანია „ქარვა - “შპს „არი“	83,5	15,3	1,2
სგ „ზაპოროჟიის ცხიმ-კომბინატი“	95,1	3,97	0,93
სგ „ვინცას ცხიმკომბინატი“	95,5	3,0	1,5
2018			
კომპანია „ჯი-ეიჩ-ენ“ „ბათოილი“	87,0	11,3	1,7
კომპანია „ქარვა - “შპს „არი“	90,3	8,74	0,96
სგ „ზაპოროჟიის ცხიმ-კომბინატი“	96,4	2,0	1,60
სგ „ვინცას ცხიმკომბინატი“	95,10	3,04	1,86
2019			
კომპანია „ჯი-ეიჩ-ენ“ „ბათოილი“	89,4	8,49	2,11
კომპანია „ქარვა - “შპს „არი“	85,3	13,5	1,19
სგ „ზაპოროჟიის ცხიმ-კომბინატი“	96,9	1,5	1,60
სგ „ვინცას ცხიმკომბინატი“	97,4	0,7	1,90

ეს გარემოება მოითხოვს, პირველ რიგში, შესაძარებელ საწარმოებში გადასამუშავებლად მიწოდებული მზესუმზირას თესლის ხარისხობრივი შედგენილობის შედარებითი ანალიზის ჩატარებას დროის ერთი და იგივე პერიოდში.

მონაცემები (ცხრილი 7) მოწმობს, რომ ჩვენი წარმოებები უკრაინის წარმოებებთან შედარებით გადასამუშავებლად მიწოდებული დაბალი ხარისხისა და არასტანდარტული თესლების მომატებული წილით არ გამოირჩევა. სხვადასხვა წლებში ჩვენს საწარმოებში მაღალი ხარისხის თესლების ჯამური

მიწოდება საშუალოდ მერყეოდა 60-დან 70 %-მდე, შესაბამისად არასტანდარტული და დაბალი ხარისხის თესლების მოცულობა შეადგენდა 30 - 40 %-ს. იმ დროისათვის, უკრაინის წარმოებებში მაღალი და დაბალი ხარისხის თესლების მოცულობების თანაფარდობა იმყოფებოდა იმავე საზღვრებში, რაც ფიქსირდებოდა ჩვენს საწარმოებში.

ცხრილი 7. მზესუმზირას გადასამუშავებელი თესლის ხარისხის შედარებითი ანალიზი (2017-2019 წწ)

საწარმოები	ხარისხობრივი შედგენილობა საერთო რაოდენობიდან, %			
	I ხარისხი	II ხარისხი	III ხარისხი	არასტანდარტული
	2017			
კომპანია „ჯი-ეიჩ-ენ“ „ბათილი“	42,8	24,1	32,7	0,4
კომპანია „ქარვა -“ შპს „არი“	45,5	23,6	30,8	0,1
სგ „ზაპოროჟიის ცხიმკომბინატი“	41,8	24,0	29,7	4,5
სგ „ვინცას ცხიმკომბინატი“	46,5	13,2	39,6	0,7
	2018			
კომპანია „ჯი-ეიჩ-ენ“ „ბათილი“	37,4	21,7	38,4	2,5
კომპანია „ქარვა -“ შპს „არი“	34,4	31,5	34,0	0,1
სგ „ზაპოროჟიის ცხიმ-კომბინატი“	41,6	20,6	37,4	0,4
სგ „ვინცას ცხიმკომბინატი“	41,8	22,2	32,5	3,5
	2019			
კომპანია „ჯი-ეიჩ-ენ“ „ბათილი“	43,4	20,8	34,5	1,3
კომპანია „ქარვა -“ შპს „არი“	43,5	23,7	32,8	-
სგ „ზაპოროჟიის ცხიმკომბინატი“	54,2	17,5	28,3	-
სგ „ვინცას ცხიმკომბინატი“	53,0	19,1	27,9	-

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ამჟამად საქართველოში მზარდი მზესუმზირას კულტურებია „არმავირსკი 3497“ და „ვნიიმკ 1646“. მოცემულ სამუშაოში ჩავატარეთ კვლევები მზესუმზირას მოყვანის რაიონირებულ ზონებსა და თესლის შედგენილობას შორის დამოკიდებულების შესახებ.

მნიშვნელოვანი იყო მზესუმზირას თესლების ქიმიური შედგენილობის ცვლილებასა და ხარისხის დონეს (ტექნიკური კულტურა) შორის დამოკიდებულების დადგენა და სათესი ტერიტორიებიდან აღებული კულტურების თვისებების შესწავლა.

მოცემულ ნაშრომში შესწავლილ იქნა მზესუმზირას თესლების ძირითადი სამომხმარებლო თვისებები: ზეთიანობა, ნედლი პროტეინის მასური წილი და მისი ფრაქციული შედგენილობა, თავისუფალი და შეკავშირებული ნახშირწყლების მასური წილები, მინერალური ელემენტების, უჯრედისის, ბირთვისა და ჩენჩოს, ქლოროფილებისა და კაროტინოიდების მასური წილები და საერთო მინარევები.

კვლევის გამოყენებული მეთოდები ჩამოთვლილია თავი 2.1-ში.

მზესუმზირას შესწავლილი კულტურების თესლის შედგენილობის ძირითადი ტექნო-ქიმიური მაჩვენებლები მოყვანილია ცხრილ 8-ში, რომლის მიხედვით, გამოკვლეული მაჩვენებლები მოწმობს, რომ სათესი ტერიტორიებიდან და სამრეწველო გადამუშავებისათვის მიწოდებულ მზესუმზირას თესლების სამომხმარებლო თვისებებისა და შედგენილობას შორის მნიშვნელოვანი განსხვავებაა. ასე მაგ., თუ სათესი ტერიტორიიდან აღებულ „არმავირსკი 3497“ ნიმუშს ჰქონდა ზეთიანობა 51,3 %, იგივე კულტურის ნიმუშს სამრეწველო გადამუშავებისათვის ჰქონდა 50,2-48,8 %, ანუ 1,0-2,5 %-ით ნაკლები. „ვნიიმკ 1646“ ნიმუშისათვისაც ასევე შეინიშნება ზეთიანობის შემცირება 0,5-2,3 %-ით, რაც ძირითადად დამახასიათებელია III ხარისხის თესლებისათვის. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია დაფიქსირდეს ზეთიანობის თანდათანობითი შემცირების აშკარა ტენდენცია თესლის ტექნიკური ხარისხის გაუარესებასთან დაკავშირებით. ნედლი პროტეინის მასური წილის დამოკიდებულება კი პირიქით იჩენს თავს - ტექნიკური თესლებისათვის ამ მაჩვენებლების ყველა მიღებული შედეგი სათესი ტერიტორიებიდან აღებულ ნიმუშებთან შედარებით, იყო მაღალი, რაც ნიშნავს პროტეინის მასური წილისა და თესლის ხარისხის პირდაპირი დამოკიდებულების არ არსებობა.

ცხრილი 8. ზესუმზირას თესლის ტექნიკური კულტურების შედგენილობა

მაჩვენებლების დასახელება*, %	„არმავირსკი 3497“				„ვნიიმკ 1646“			
	სათესი ტერიტორიების ნიმუშები	ტექნიკური ნიმუშები			სათესი ტერიტორიების ნიმუშები	ტექნიკური ნიმუშები		
		I	II	III		I	II	III
ტენიანობა	5,8	6,0	6,0	6,4	7,4	7,2	7,7	8,3
საერთო დაბინძურება	0,7	1,5	1,6	3,4	0,3	1,8	3,2	3,9
მასური წილი:								
- ბირთვის	69,2	65,3	66,0	64,2	77,0	76,8	76,4	75,3
- ჩენჩოს	30,8	34,7	34,0	35,8	23,0	23,0	23,6	24,7
ზეთიშემცველობა:								
- თესლის	51,3	50,2	50,0	48,8	51,5	51,0	49,7	49,2
- ბირთვის	54,1	52,8	52,1	50,8	55,2	54,2	51,5	50,1
- ჩენჩოს	1,2	1,4	1,1	0,8	1,4	1,3	0,8	0,8
ნედლი პროტეინი:								
- ცხიმგაცილ ბირთვში	62,8	67,3	74,5	66,3	60,1	67,1	61,5	62,4
- ცხიმგაცილ ჩენჩოში	3,0	3,2	3,5	3,1	2,9	2,8	2,9	3,2
ნედლი პროტეინის ფრაქცია:								
- წყალში ხსნადი	18,5	18,0	17,9	19,4	16,6	16,8	16,9	18,2
- 10%-იან NaCl-ში ხს.	31,7	43,8	42,9	46,5	32,4	32,1	33,4	33,2
- 0,2%-იან NaOH-ში ხს.	6,5	7,6	8,0	9,2	7,0	7,3	7,4	8,8
- უხსნადი	43,3	30,6	31,2	24,9	44,0	43,8	42,3	39,2
ნახშირწყლები:								
- მონოსაქარიდები	1,8	1,7	2,4	1,5	2,1	2,0	2,0	2,4
- დი- და ოლიგოსაქარიდები	12,9	13,2	11,7	10,1	12,2	12,7	11,7	10,9
საერთო ნაცარი ცხიმგაცილ ბირთვში	2,4	4,9	5,0	5,3	2,1	2,8	3,0	3,9
ნედლი უჯრედისი	1,9	1,9	2,1	2,6	1,8	1,7	2,5	2,3
პიგმენტების შემცველობა:								
- ქლოროფილები	0,8	0,6	0,8	0,6	0,5	0,54	0,49	0,57
- კაროტინოიდები	4,7	4,8	4,11	4,12	5,0	5,12	5,15	5,22
თესლის ზეთის მჟავური რიცხვი, მგ KOH	1,7	1,3	2,0	3,1	1,4	1,7	2,2	2,9

*- მოცემულია მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით

ტექნიკურ თესლებში ნედლი პროტეინის მასური წილის მნიშვნელოვნად მომატებული რაოდენობა შეიძლება აიხსნას აზოტშემცველი ნივთიერებების დაგროვებით მზესუმზირას ზრდის პროცესში, სათეს ტერიტორიებზე, აზოტოვანი სასუქების ჭარბი რაოდენობით შეტანით.

აღსანიშნავია, რომ სათესი ტერიტორიებიდან აღებულ ნიმუშებში წყალში ხსნადი ნედლი პროტეინის (ძირითადად ალბუმინები) შემცველობა ემთხვევა პირველი ხარისხის თესლების პროტეინის მნიშვნელობებს. დადგენილია ამ მაჩვენებელსა და ხარისხის გაუარესებას შორის დამოკიდებულება, რაც ნიშნავს იმას, რომ მეორე და მესამე ხარისხის თესლებში ხდება წყალში ხსნადი პროტეინის მასური წილის ზრდა. 10 %-იან NaCl-ის ხსნარში ხსნადი ნედლი პროტეინი (გლობულინი) ასევე ექვემდებარება ზრდის ტენდენციას (ტექნიკურ კულტივირებულ ნიმუშებში სათესი ტერიტორიების ნიმუშებთან შედარებით). შეიმჩნევა აგრეთვე, ამ პროტეინების მასური წილის ზრდა თესლის ტექნიკური ხარისხის გაუარესებასთან ერთად. ტუტეში ხსნადი პროტეინის (გლუტელინი) მასური წილი III ხარისხის თესლებში მნიშვნელოვნად იზრდება I და II ხარისხის თესლებთან და სათესი ტერიტორიების ნიმუშებთან შედარებით. უხსნადი ფრაქციის მასური წილი მცირდება თესლის ტექნიკური ხარისხის შემცირებასთან ერთად.

საეთო ნაცრიანობა თესლის სამრეწველო კულტურებში რამდენადმე მომატებულია სათესი ტერიტორიების ნიმუშების ნაცრიანობასთან შედარებით.

მზესუმზირას თესლების სამრეწველო პარტიების ხარისხის გაუარესებას თან ახლავს უჯრედის მასური წილის ზრდა თესლის ბირთვში და ჩენჩოს უმნიშვნელო ზრდა ბირთვთან შედარებით.

სამრეწველო პარტიების თესლის ზეთების მჟავური რიცხვი ყველა შემთხვევაში იყო მეტი, ვიდრე სათესი ტერიტორიების ნიმუშებში.

უკიდურესად მნიშვნელოვანია, აგრეთვე, ისეთი მაჩვენებლების ანალიზი, როგორებიცაა თესლის ტენიანობა და საერთო დაბინძურება, რადგან ეს მაჩვენებლები ამჟამად ნორმირდება მზესუმზირას თესლის სტანდარტით.

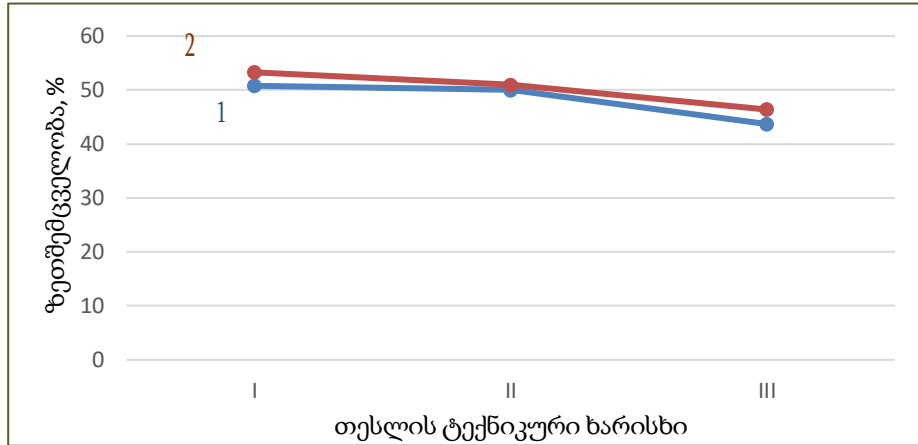
ტენშემცველობის მიღებული მნიშვნელობები საწრმოო პარტიების თესლებში იყო მეტი სათესი ტერიტორიების თესლების ნიმუშებთან შედარებით, და ასევე არსებობს დამოკიდებულება თესლის ტექნიკური ხარისხის გაუარესებიდან გამომდინარე - ტენშემცველობა იზრდება ხარისხის ვარდნასთან ერთად.

ანალოგიურად, საერთო დაბინძურებაც ტექნიკური პარტიებისათვის იყო უფრო მაღალი სათესი ტერიტორიების ნიმუშებთან შედარებით და მნიშვნელოვნად იზრდებოდა თესლის ტექნიკური ხარისხის გაუარესებასთან ერთად.

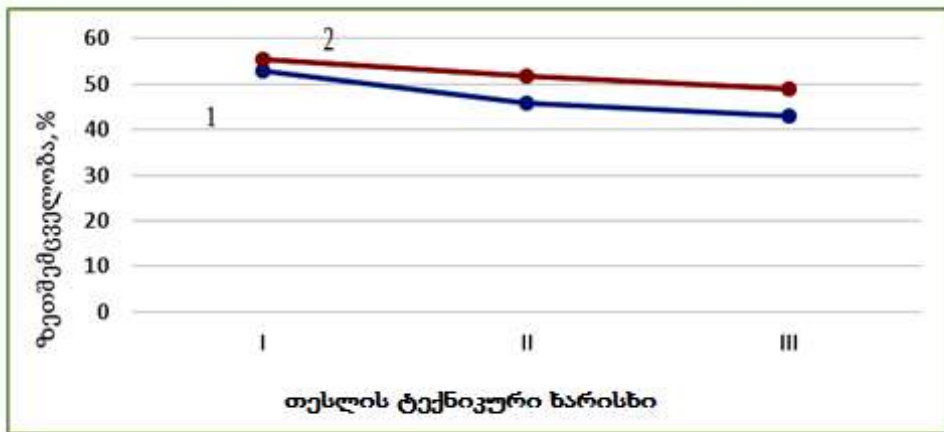
დადგენილი დამოკიდებულებები მოწმობს, რომ დღეს-დღეობით არსებობს მზესუმზირას თესლების ხარისხობრივი დაყოფა, რაც გამართლებულია მათი სამომხმარებლო თვისებების ფაქტიური ცვლილებების თვალსაზრისით. თუმცა, როგორც ჩანს, არსებობს თესლების სამრეწველო პარტიების, რომლებიც ხასიათდება მსგავსი სამომხმარებლო თვისებებით, გარკვეული გამსხვილების შესაძლებლობა. აქედან გამომდინარე, ზეთიანობის ფაქტიური დონის გათვალისწინებით, წყალში და მარილში ხსნადი პროტეინების მასური წილით, თავისუფალი ნახშირწყლების (მონოსაქარიდები) მასური წილით და ტენშემცველობით, სავსებით შესაძლებელია მზესუმზირას თესლის დაყოფა სამი ტექნიკური ხარისხის ნაცვლად ორად.

ა.მ. ჩუდნოვსკაიას შრომებშიც, ასევე, დადასტურებულია მზესუმზირას თესლების სამრეწველო პარტიების თვისებების ვარდნა სათესი ტერიტორიების ნიმუშებთან შედარებით [120].

არსებობს მოსაზრება იმის შესახებაც, რომ სამრეწველო პარტიების თესლების ზეთშემცველობის ძირითადი ვარდნის მიზეზი არის თესლის ტენიანობის ზრდის ტენდენცია, რომლიც ვლინდება საწარმოში თესლების გარკვეული მოცულობების მიწოდების დროს. ამასთან დაკავშირებით ჩვენს მიერ გაანალიზებულ იქნა სამრეწველო პარტიების ზეთშემცველობა გადაანგარიშებული აბსოლიტურად მშრალ ნივთიერებაზე. შედეგები მოცემულია ნახაზები 1-2-ზე:



ნახ. 1. თესლის ზეთშემცველობის ცვლილების დამოკიდებულება ტექნიკურ ხარისხზე (არმავირსკი 3497):
1- ფაქტური; 2 - მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით.

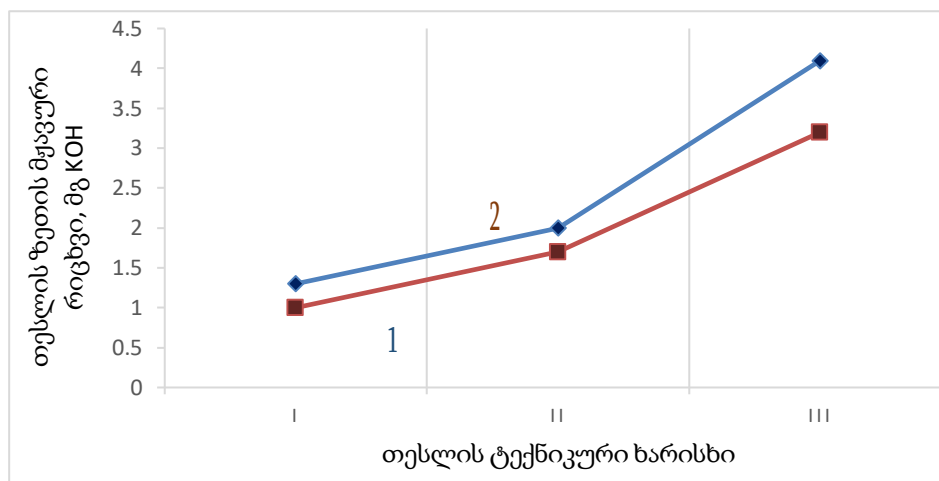


ნახ. 2. თესლის ზეთშემცველობის ცვლილების დამოკიდებულება ტექნიკურ ხარისხზე (ვნიიმკ 1646):
1- ფაქტური; 2 - მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით.

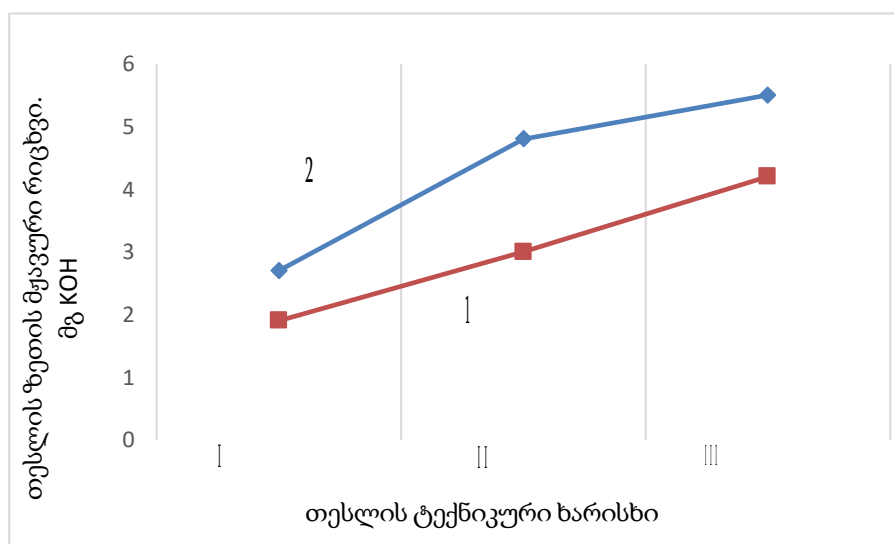
მონაცემების ანალიზი მოწმობს, რომ მშრალ ნივთიერებაზე ზეთშემცველობის გადაანგარიშების შემდეგ შენარჩუნებულია თესლის ფაქტური ტენშემცველობის მსგავსი დამოკიდებულება. ზეთშემცველობა კლებულობს თესლის ხარისხის გაუარესებასთან ერთად.

პეტროლეინის ეთერის გამოყენებით თესლებიდან ლიპიდების წინასწარ გამოწვლილვის მეთოდით მითითებული გამხსნელი ტრიგლიცეროლების გარდა გამოწვლილავს აგრეთვე მზესუმზირას თესლებში შემავალ

თავისუფალ ფოსფოლიპიდებს და მჟავა ხასიათის სხვა ნივთიერებებს. ამასთან დაკავშირებით გაანალიზებული იყო ჭეშმარიტ მჟავურ რიცხვსა და თესლის ხარისხს შორის დამოკიდებულება. ფოსფატიდების ნეიტრალიზაციის რიცხვი აღებული იყო ვ. პ. რუხინის მონაცემების მიხედვით [121].



ნახ. 3. საერთო და ჭეშმარიტი მჟავური რიცხვის ცვლილების დამოკიდებულება ტექნიკურ ხარისხზე (არმავირსკი 3497):
1 - ჭეშმარიტი მჟავური რიცხვი; 2 - საერთო მჟავური რიცხვი.



ნახ. 4. საერთო და ჭეშმარიტი მჟავური რიცხვის ცვლილების დამოკიდებულება ტექნიკურ ხარისხზე (ვნიიმკ 1646):
1 - ჭეშმარიტი მჟავური რიცხვი; 2 - საერთო მჟავური რიცხვი

მონაცემები ნახაზები 3-4-ის მიხედვით ადასტურებს, რომ როგორც საერთო მჟავურ რიცხვს, ასევე ჭეშმარიტ მჟავურ რიცხვს, რომელიც მხოლოდ თავისუფალ ცხიმოვან მჟავებს შეიცავს, გააჩნია თესლის ხარისხის ვარდნის შესაბამისად ზრდის ტენდენცია.

უკიდურესად მნიშვნელოვანია სხვადასხვა ტექნიკური ხარისხის თესლების ცილის ფრაქციული შედგენილობის მონაცემების გაანალიზება.

ცნობილია, რომ ცილის სხვადასხვა წყაროების კვებითი ღირებულებების შედარებისას, ხსნადი ცილების წილის ზრდა და შესაბამისად უხსნადი ნარჩენის შემცირება, ითვლება ხელსაყრელ ფაქტორად პროდუქტის კვებითი ღირებულების ზრდის გამო. თუმცა, ზეთოვანი ნედლეული ობიექტია, რომელიც ზეთის წარმოების პროცესში განიცდის გაძლიერებულ თერმო-დამატენიანებელ დამუშავებას. გადასამუშავებელ მასალაში გარკვეული რაოდენობის ხსნადი ცილის არსებობა თავისუფალი ნახშირწყლების მნიშვნელოვან რაოდენობასთან ერთად, უზრუნველყოფს ამ ორი კომპონენტის ინტენსიური ურთიერთქმედების პირობებს სხვადასხვა სიმტკიცის მელანოიდინური კავშირების წარმოქმნით [28].

ამგვარად, ზეთოვანი ნედლეულისათვის ხსნადი ფრაქციის შემცველობის ასეთი მკვეთრი ზრდა თავისუფალი ნახშირწყლების ზრდის გვერდით არ შეიძლება ჩაითვალოს დადებით ფაქტორად. ჩვენ აქ უნდა ვაღიაროთ, რომ მითითებული მახასიათებლები ისევე, როგორც ქლოროფილების მასური წილის ზრდა, თესლის დაუმწიფებლობის მტკიცებულებაა. ეს მოსაზრება დასტურდება მზესუმზირას ვეგეტაციის პროცესში ნახშირწყლების მეტაბოლიზმის შესახებ ცნობილი მონაცემებით.

ამგვარად, ყველა მითითებული განსხვავება განისაზღვრება არა მარტო რომელიმე ტექნიკური კულტურის კულტივირების პირობების გავლენით, არამედ თესლის ნიმუშების დაუმწიფებლობის დიდი ხარისხითა და არასტანდარტულობით.

მზესუმზირას პერსპექტიული და ამჟამად კულტივირებული კულტურების სამომხმარებლო თვისებებისა და შედგენილობის ცალკეული მა-

ხასიათებლების შედარებითი ანალიზით და გაანგარიშებით, უნდა დაზუსტდეს მოსალოდნელი სამომხმარებლო ეფექტი მათი კულტივირებიდან და გადამუშავებიდან გამომდინარე. ამიტომ, აუცილებელია გავითვალისწინოთ მზესუმზირას მოსავლიანობა და სამრეწველო კულტივაცია, რაც მოცემულ სამუშაოში არ განიხილება.

3.2. მზესუმზირას თესლის თვისებები სიმწიფის სხვადასხვა ეტაპზე და შენახვისას

მზესუმზირას კულტივაციის თანამედროვე აგროტექნიკა მოსავლის მოყვანისა და მექანიზებულად აღების საშუალებას გვაძლევს. მოსავლის აღებისთვის მანქანების გამოყენება, როგორც ცნობილია, ცვლის წარმოდგენებს სოფლის მეურნეობის კულტურების სიმწიფის ხარისხზე. კერძოდ, მზესუმზირას ნედლეულისათვის მეცნიერულად დასაბუთებული კითხვები მის სიმწიფესთან და მოსავლის აღებასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანია, იქედან გამომდინარე, რომ მოსავლის აღების ვადები ძირითადად განისაზღვრება მზესუმზირას ბირთვის სიმწიფით.

ამასთან ერთად, თესლში სასარგებლო ნივთიერებების შემცველობა და მათი ტექნოლოგიური თვისებები შეიძლება აღმოჩნდეს ბუნებრივი სიმწიფის პროცესის შეწყვეტის გავლენის ქვეშ მექანიზირებულად მოსავლის აღების დროს.

შესაძლებელია, რომ სიმწიფის ბოლო ეტაპზე მიმდინარე ცვლილებები არსებით ზემოქმედებას ახდენს ახლადაღებული მოსავლის მდგომარეობაზე, გადამუშავებისა და შენახვის დროს. ამიტომ, ჩვენს მიერ ჩატარებულ იქნა კვლევები ადგილობრივ მზესუმზირას სიმწიფის ბოლო ეტაპზე და შენახვისას. შედეგები მოცემულია ცხრილები 9-10-ში.

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს (ცხრ. 9-10), მოსავლის სიმწიფის პერიოდისათვის მიმდინარეობს შესამჩნევი ცვლებები ბირთვისა და ჩენჩოს მასური წილების რაოდენობებს შორის, რომლებიც უზრუნველყოფს

ბირთვის წილის მნიშვნელოვან ზრდას. შესწავლილი ნიმუში მოსავლის სიმწიფის პერიოდისთვის ხასიათდება ბირთვისა და ჩენჩოს თანაფარდობის სპეციფიური მნიშვნელობებით.

მნიშვნელოვნად, 2,5-3,0 %-ით იზრდება ნედლეულის სამომხმარებლო ღირებულების ძირითადი მაჩვენებელი - ზეთშემცველობა. ამასთან, ზეთშემცველობის ზრდა ძირითადად თავისუფალი ლიპიდების ხარჯზე მიმდინარეობს, იმდენად, რამდენადაც შეუღლებული ლიპიდების მასური წილის ზრდა თავისუფალი ლიპიდების ზრდასთან შედარებით შესამჩნევად მცირეა.

ხსნადი და უხსნადი პროტეინების თანაფარდობა მოსავლის სიმწიფის მომენტისათვის მნიშვნელოვანი ცვლილებებით არ ხასიათდება. ამასთან ერთად, აღმოჩნდა ცილის გარკვეული დენატურაციის ტენდენცია უხსნადი ფრაქციის ერთდროული ზრდის გამო.

მოსავლის სიმწიფის მომენტისათვის, უხსნადი ნახშირწყლების (უჯრედისი) რაოდენობის მიღწეული დონეები არ იცვლება, ხოლო დი- და ოლიგოსაქარიდების შემცველობაში ფიქსირდება ცვლილებების სხვადასხვა ტენდენციები, რომლებიც როგორც ჩანს, დაკავშირებულია ჩენჩოში უჯრედისის მასურ წილთან. მონოსაქარიდები, პრაქტიკულად ინარჩუნებს თავის რაოდენობრივ მდგომარეობას მოსავლის სიმწიფის დაწყების (15 დღე) ბოლო პერიოდის განმავლობაში.

ყველაზე მკვეთრი ცვლილებები, რომლითაც, როგორც ჩანს, მიზანშეწონილია დადგინდეს მოსავლის სიმწიფის ვადები, აღმოჩენილია პიგმენტების, კერძოდ ქლოროფილების განსაზღვრის დროს. დაუმწიფებელი თესლების ლიპიდებში აღინიშნება ქლოროფილების საგრძნობლად მაღალი შემცველობა.

მნიშვნელოვანია აღვნიშნოთ, რომ პრაქტიკულად არ შეინიშნება შესამჩნევი ცვლილებები ერთ-ერთი ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლის - თესლის ლიპიდების მჟავური რიცხვისა. ამ ფაქტს ადასტურებს სიმწიფის იმავე სტადიებზე აღებული თესლის ბირთვის ლიპიდების დი-

**ცხრილი 9. მზესუმზირას თესლებისა და მათში შემავალი ლიპიდების
შედგენილობის ცვლილებები სიმწიფის ბოლო ეტაპზე და შენახვისას**

ხარისხის მაჩვენებლები, %	სამომხმარებლო თვისებები სიმწიფის სხვადასხვა ეტაპზე და შენახვისას							
	„არმავირსკი 3497“				„ვნიიმკ 1646“			
	სიმწიფემდე 15 დღით ადრე	სიმწიფის დროს	ახლადალე- ბულის შენახვა		სიმწიფემდე 15 დღით ადრე	სიმწიფის დროს	ახლადალე- ბულის შენახვა	
			30 დღე	45 დღე			30 დღე	45 დღე
თესლის ტენიანობა	6,0	5,1	6,4	6,8	7,6	6,5	6,9	7,0
მასური წილი: – ბირთვის – ჩენჩოს	65,2 34,8	66,5 33,5	66,2 33,8	65,0 45,0	76,3 23,7	76,9 23,1	76,9 23,1	75,7 24,3
თავისუფალი ლიპიდები: – თესლის – ბირთვის	31,9 54,9	34,4 58,9	32,5 58,6	32,3 57,8	37,2 52,6	40,3 53,6	38,6 53,0	38,5 52,9
ბირთვის ბმული ლიპიდები	1,4	1,7	2,5	3,1	1,1	1,8	2,2	2,6
უჯრედისი: – ბირთვის – ჩენჩოს	0,6 59,4	0,6 50,2	1,3 46,9	1,1 47,7	1,1 60,9	1,5 59,2	2,1 53,0	2,3 55,3
ნახშირწყლები: – მონოსაქარიდები – დი და ოლიგოსაქარიდები	1,9 14,4	2,1 15,0	2,8 14,9	2,9 14,0	2,2 13,8	2,1 12,5	2,8 12,2	2,9 12,0
საერთო ნაცრი	4,9	5,0	4,3	3,8	3,5	3,8	3,4	2,7
მჟავური რიცხვი, მგ KOH	5,1	3,0	2,7	4,2	5,5	2,3	3,6	3,9
პიგმენტები ($\times 10^{-4}$): – კაროტინოიდები – ქლოროფილები	6,0 1,0	5,0 0,5	5,4 0,6	5,5 0,6	5,2 1,3	5,8 0,7	5,7 0,6	6,2 0,7
ბირთვის ლიპიდების გლიცეროლები: – მონოგლიცეროლები – დიგლიცეროლები – ტრიგლიცეროლები	- 2,7 89,4	- 2,0 91,6	- 1,6 92,0	- 1,3 91,8	- 3,0 91,6	- 2,6 92,3	- 2,3 92,8	- 1,9 91,1

ცხრილი 10. მზესუმზირას თესლების პროტეინისა და ცილის ფრაქციის ცვლილებები სიმწიფის ბოლო ეტაპზე და შენახვისას

ხარისხის მაჩვენებლები, %	სიმწიფის სხვადასხვა ეტაპი და შენახვა							
	„არმავირსკი 3497“				„ვნიმკ 1646“			
	სიმწიფემდე 15 დღით ადრე	სიმწიფის დროს	ახლადაღე- ბულის შენახვა		სიმწიფემდე 15 დღით ადრე	სიმწიფის დროს	ახლადაღე- ბულის შენახვა	
			30 დღე	45 დღე			30 დღე	45 დღე
ნედლი პროტეინი: -თესლის -ბირთვის	13,9 60,8	17,1 63,3	24,2 59,3	24,9 63,8	24,0 57,1	26,9 59,8	21,8 60,3	24,4 59,6
ცილის ხსნადი ფრაქცია: -წყლში ხსნადი -10%-იან NaCl -ში ხს. -0,2%-იან NaOH-ში ხს. -უხსნადი ნარჩენი	18,6 31,7 10,8 38,9	18,6 30,9 8,9 41,6	18,5 31,5 10,1 39,9	19,6 32,4 11,2 36,8	20,8 25,2 8,0 46,1	21,0 24,9 8,4 45,7	21,2 28,1 10,3 40,4	23,4 32,4 11,0 33,2

გლიცეროლების შემცველობა ანუ არასრულად სინთეზირებული ტრიგლიცეროლები.

ტრიგლიცეროლების სრული სინთეზისას დიგლიცეროლების აღმოჩენილმა რაოდენობამ, შეიძლება მოახდინოს მზესუმზირას ნედლეულის სამომხმარებლო თვისების მკვეთრი ზრდა, რაც გამოიხატება მისი მჟავური რიცხვის შემცირებით 2,0-3,0 მგ KOH-მდე.

ისეთი ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების არსებობა, როგორც მონო- და დიგლიცეროლებია, განაპირობებენ მზესუმზირას ახლადაღებული თესლების იმავე მდგომარეობას, რაც აისახება მათ სამრეწველო გადამუშავებაზე მოსავლის აღების პირველ თვეებში.

არანაკლებ საინტერესოა მზესუმზირას ჩამოთვლილი თვისებების ცვლილების მონაცემები მისი შენახვისთვის შექმნილ პირობებში (ტემპერატურა და ტენიანობა).

ამ დროს შესამჩნევი ცვლილებებით ხასიათდება ძირითადი მაჩვენებელი - თესლის ზეთშემცველობა, რომელიც მცირდება დაახლოებით 1,8 –

2,0 %-ით 45 დღის განმავლობაში შენახვისას, რასაც თან ახლავს ბმული ლიპიდების შესაბამისი ზრდა.

ცილის ფრაქციული შედგენილობა იცვლება ხსნადი ფრაქციის ზრდის მიმართულებით, რაც დაბალი ტექნიკური ხარისხის მზესუმზირას თესლების თვისებებს შეესაბამება (იხ. თავი 3.1.).

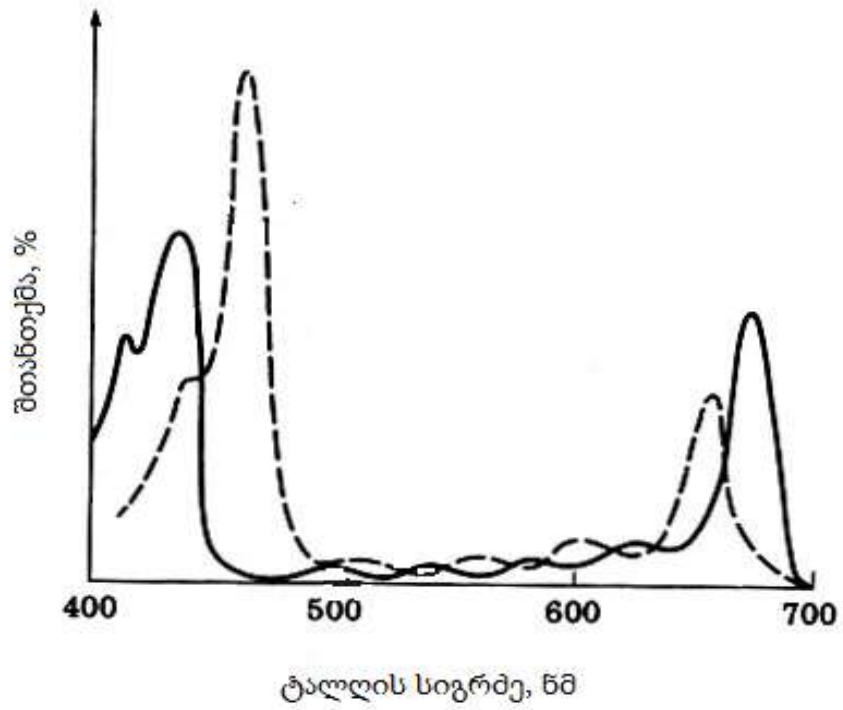
შენახვისას მნიშვნელოვნად იზრდება მზესუმზირას თესლის ზეთის მჟავური რიცხვი, რაც განპირობებულია ზეთებში თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავებისა და სხვა მჟავა ხასიათის ნივთიერებების წილების ზრდით. ამ „სხვა“ ნივთიერებების გამოჩენა აიხსნება იმით, რომ ლიპიდებში არ იზრდება არასრული ტრიგლიცეროლების (დი- და მონოგლიცეროლები) მასური წილები.

ქლოროფილების შემცველობის საერთო დონე, მოსავლის სიმწიფის დაწყებამდე და მოსავლის ალებიდან პირველი თვეების ნედლეულისაგან მიღებულ ზეთებში, ვერ აღწევს საწარმოო ზეთებში მათ შემცველობას (ცხრილი 11), რაც აიხსნება ზეთების მიღების პროცესში ქლოროფილების მოხვედრის დამატებითი წყაროს არსებობით (ნახაზი 5).

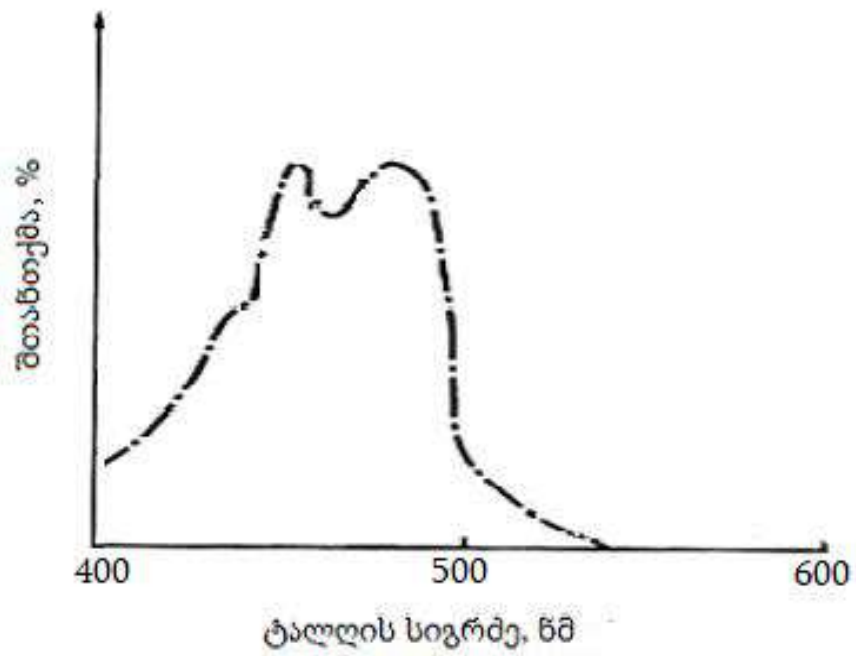
კაროტინოიდების შემცველობა, პრაქტიკულად და თითქმის შესაბამისობაშია, საწარმოო ზეთების დონის მნიშვნელობებთან (ნახაზი 6).

შენახვის პროცესში (1,5 თვე) შეინიშნება მჟავური რიცხვის ზრდა 1,0-1,5 მგ KOH-ზე მეტად. დადგინდა, რომ მზესუმზირას თესლების შენახვის პროცესში მჟავური რიცხვის ზრდა განპირობებულია თესლებში ტენიანობის ოპტიმალურ ზღვარზე ზემოთ.

მოცემული კვლევების შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რეკომენდაციების დასამუშავებლად მზესუმზირას სამრეწველო პარტიების სამომხმარებლო თვისებების გაუმჯობესების მიზნით თესლის გამოყენების გათვალისწინებით, როგორც ნედლეული ზეთისა და ცილის წარმოებისათვის.



ნახ. 5. ზეთის ქლოროფილების სპექტრები



ნახ. 6. ზეთის კაროტინოიდების სპექტრები

ამ რეკომენდაციების რიცხვს უნდა მიეწეროს:

1. მოსავლის აღების სიმწიფის ვადების დაზუსტება სამი მაჩვენებლის გათვალისწინებით - ბირთვისა და ჩენჩოს მასური წილები, ზეთშემცველობა და ქლოროფილების შემცველობა;
2. მოსავლის აღების სიმწიფის მომენტისათვის ზეთებში მონო- და დიგლიცეროლების შემცველობის კლებისაკენ მიმართული სელექციების გამოყვანა;
3. მზესუმზირას შენახვამდე ნედლეულის წინასწარი შრობის წარმართვა.

ჩამოთვლილი ღონისძიებები უზრუნველყოფენ დამატებით 3 %-ზე მეტ არარაფინირებული ზეთის მიღებას, ზეთის დანაკარგების შემცირებას ახლად აღებული ნედლეულის გადამუშავების პროცესში და მზესუმზირას ცილოვანი პროდუქტების საკვები ღირებულების ზრდას.

3.3. მზესუმზირას თესლის სამრეწველო პარტიების ლიპიდების შედგენილობა

მცენარეული ზეთების, მათ შორის, მზესუმზირას ზეთის, შედგენილობასა და რაფინირებაზე მოქმედი საწყისი ნედლეულის ბიოქიმიური თვისებებისა და ტექნოლოგიური პარამეტრების გავლენა წარმოადგენს სერიოზულ სადისკუსიო საკითხს. როგორც წესი, უპირატესობა ენიჭება ტექნოლოგიას, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში იწვევს საწარმოების ეკონომიკაზე უარყოფითი გავლენის გაუმართლებელ შეფასებას, ხარვეზებს მაღალი ხარისხის ნედლეულიდან დაბალი ხარისხის საწყისი ნედლეულის სამრეწველო პარტიების გადამუშავებაზე გადასვლის დროს.

ზემოთგანხილულ თავი 3.1-ში აღნიშნულმა სხვადასხვა ტექნიკური კულტურების თესლების შედგენილობისა და თვისებების მნიშვნელოვანმა ცვლილებებმა მოგვცა საფუძველი დაწვრილებით შეგვესწავლა ამავე თესლებიდან მიღებული ზეთები. ამასთან, მხედველობაში იქნა მიღებული

თესლების ნიმუშების წინასწარი დაყოფა ძირითად მორფოლოგიურ ნაწილებად და თანმიმდევრულად ბირთვიდან ე.წ. „თავისუფალი“ და „ბმული“ ლიპიდების გამოყოფა. ნედლეულის გარსის (ჩენჩო) ლიპიდები მათი უმნიშვნელო შემცველობიდან გამომდინარე და კვლევებისათვის საკმარისი რაოდენობის გამოწვლილვის სირთულის გამო, გამოვყავით მაღალი და დაბალი ხარისხის ნედლეულის ნარევის (თანაფარდობა 1:1) წარმომადგენლობითი ნიმუშებიდან.

ლაბორატორიულ პირობებში მიღებული ლიპიდების კვლევის პარალელურად შევისწავლეთ საწარმოო პირობებში მაღალი (I-II) და დაბალი (III) ხარისხების ნედლეულის გადმუშავებით მიღებული ზეთების ნიმუშები.

გამოვიკვლიეთ მჟავური რიცხვის დონე, პიგმენტების და ფოსფატიდების მასური წილი და გაუსაძნავი ნივთიერებები.

ამასთან ერთად, შევისწავლეთ ზოგიერთი ბიოქიმიური მახასიათებელი: ლიპიდების ცხიმმჟავური და გლიცერიდული შედგენილობა.

ბირთვის ლიპიდების კვლევის შედეგები, რომლებიც საწარმოო პირობებში მიღებული ზეთების, ე.წ. „სასაქონლო“ ზეთების ძირითად კომპონენტებს შეადგენენ წარმოდგენილია ცხრილი 11-ში.

როგორც მონაცემებიდან ჩანს, ბირთვის ლიპიდებში თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა იზრდება თესლების ტექნიკური ხრისხის გაუარესებასთან ერთად და მნიშვნელოვნად აჭარბებს თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობას სათესი ტერიტორიების ნიმუშებში, რაც უნდა მოწმობდეს გლიცეროლების ჰიდროლიზურ გახლეჩვას. თუმცა მითითებული დასკვნა არ დასტურდება დიგლიცეროლების წილის შესაბამისი გაზრდით დაბალი ხარისხის ბირთვის ლიპიდებში. უფრო მეტად სავარაუდოა, რომ დაბალი ხარისხის ლიპიდებში მჟავური რიცხვის მნიშვნელოვანი ზრდა განპირობებულია ექსტრაჰირების პროცესში ზეთში გადასულ ფოსფოლიპიდებში ფოსფატიდური მჟავების წილის მომატებით. მითითებული დასკვნა დასტურდება ფოსფოლიპიდების გამოკვლევით თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის მეშვეობით (ნახაზები 7-8).

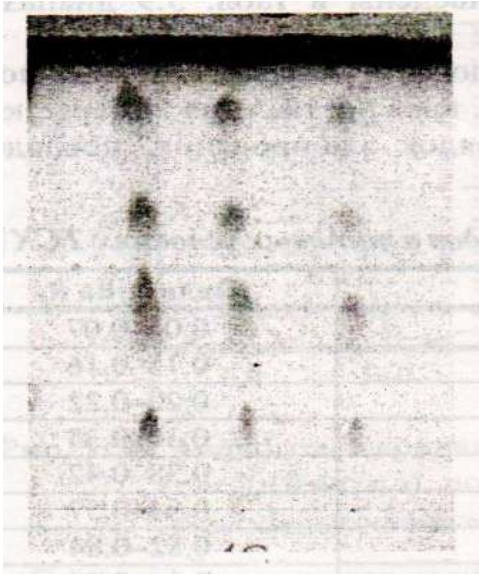
ცხრილი 11. მზესუმზირას ბირთვის ლიპიდების ხარისხის მაჩვენებლები

მაჩვენებლები, %	ლიპიდები („არმავირსკი 3497“)				ლიპიდები („ვნიიმკ 1646“)			
	სათესი ტერიტორიების ნიმუშები	ტექნიკური ნიმუშები			სათესი ტერიტორიების ნიმუშები	ტექნიკური ნიმუშები		
		I	II	III		I	II	III
მჟავური რიცხვი, მგ KOH*	1,3	0,9	1,6	3,7	2,0	2,5	4,4	5,1
ფოსფოლიპიდები **	0,8	1,0	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	0,7
გაუსაპნავი ნივთიერებები	0,5	0,8	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8	0,7
ქლოროფილები ($\times 10^{-4}$)	0,6	0,56	0,53	0,59	0,3	0,29	0,31	0,44
კაროტინოიდები ($\times 10^{-4}$)	6,3	5,5	5,5	6,0	5,1	5,8	5,6	5,0
ცხიმმჟავური შედგენილობა:								
- ნაჯერი	2,9	2,7	2,8	2,3	2,4	2,2	2,4	2,0
-პალმიტოლენის	0,9	1,0	0,8	0,8	1,1	0,8	1,0	1,0
-ოლენის	40,0	40,6	41,4	41,9	42,2	41,6	39,4	43,1
-ლინოლენის	57,2	56,7	55,0	56,0	53,3	55,4	54,2	53,5
გლიცერიდების შემცველობა:								
-მონოგლიცერიდები	—	—	—	—	—	—	—	—
-დიგლიცერიდები	2,0	2,1	2,4	2,3	1,5	1,6	1,8	2,0
-ტრიგლიცერიდები	92,0	92,5	91,6	91,8	93,4	93,3	93,7	93,0

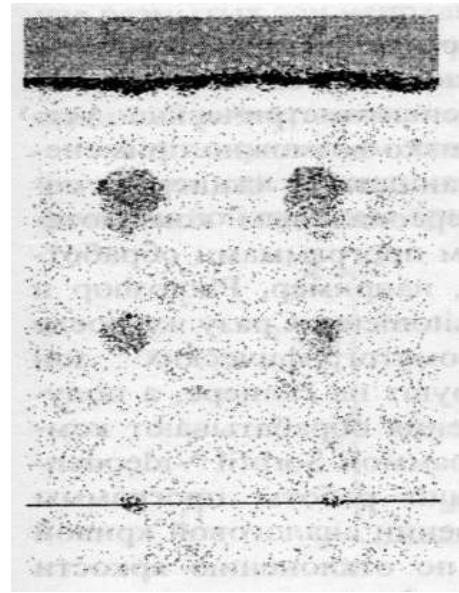
* ოლენის მჟავაზე გადაანგარიშებით

** სტეაროლუოლეციტინზე გადაანგარიშებით

ქრომატოგრამის რაოდენობრივი შეფასება მოწმობს ფოსფოლიპიდების ფრაქციულ შედგენილობაში ამ ნივთიერებების წილის ზრდას 13-დან 18,5 %-მდე (ცხრილი 12).



ნახ. 7. ფოსფოლიპიდების აღმოჩენა ფოსფორმოლიბდენმჟავას საშუალებით



ნახ. 8. ფოსფატიდური მჟავების გამოვლენა დრაგენდორფის რეაქტივით

ლიპიდებში გაუსაპნავი ნივთიერებების შემცველობა შეადგენს შედარებით მუდმივ სიდიდეს (0,5-დან 0,9 %-მდე), და პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული თესლის ტექნიკურ ხარისხზე.

ლიპიდების პიგმენტური შედგენილობა წარმოდგენილია კაროტინოიდებით, რომელთა შემცველობაც იცვლება, მერყეობს $5,1$ -დან $6,3 \cdot 10^{-4}$ -მდე ფარგლებში და არ არის დამოკიდებული თესლის ტექნიკურ ხარისხზე, ასევე ქლოროფილებით, რომელთა შემცველობაც მერყეობს $0,29$ - დან $0,6 \cdot 10^{-4}$ -მდე და პირდაპირ დამოკიდებულებაშია თესლის ტექნიკურ ხარისხთან.

შეუძლებელი იყო ბირთვის ლიპიდების ცხიმმჟავური შედგენილობის მნიშვნელოვანი განსხვავებების დადგენა თესლის ხარისიდან გამომდინარე. თუმცა, შეინიშნება თესლის ხარისხის გაუარესებისას ნაჯერი მჟავების შემცირებისა და ოლეინის მჟავას მატების გარკვეული ტენდენცია. ლინოლენის მჟავას შემცველობა შესაბამისად მცირდება.

ცხრილი 12. მზესუმზირას ბირთვის შედგენილობის მაჩვენებლები

მაჩვენებლები, %	ტექნიკური კულტურა „ვნიიმკ 1646“		
	I	II	III
	შემცველობა მშრალ ბირთვში, %		
მასური წილი:			
- თავისუფალი ლიპიდების	36,1	36,0	34,7
- ბმული ლიპიდების	1,9	2,5	2,9
- თავისუფალი ფოსფატიდების	0,4	0,3	0,2
- ბმული ფოსფატიდების	0,3	1,4	1,3
ფოსფატიდური მჟავების მასური წილი	12,9	11,3	18,5

საწარმოო ზეთების ნიმუშების (ცხრილი 13) თვისებებისა და შედგენილობის მონაცემების შედარებითი ანალიზი ადასტურებს გაკეთებული დასკვნების სისწორეს - დაბალი ხარისხის თესლების ლიპიდების მჟავური რიცხვის მომატება არ ხდება ტრიგლიცეროლების ჰიდროლიზის ხარისხის ზრდის გამო, იმდენად რამდენადაც მაღალი და დაბალი ხარისხის ნედლეულის ზეთების საწარმოო ნიმუშების გლიცერიდული შედგენილობა პრაქტიკულად რჩება ერთი და იგივე დონაზე.

საწარმოო ზეთებში, ლაბორატორიულ პირობებში გამოყოფილ ბირთვის ლიპიდებთან შედარებით, შეინიშნება ტრიგლიცეროლების ძირითადი თანაური ნივთიერებების შემცველობის (გაუსაპნავი ნივთიერებები, ფოსფატიდები და ქლოროფილები) მნიშვნელოვანი ზრდა.

ჩამოთვლილი ნივთიერებების მასური წილების ცვლილებების მიზეზები სხვადასხვაა: ფოსფატიდების შემცველობა საწარმოო ზეთებში იმატებს მათი ბმული მდგომარეობიდან, როგორც ის თესლებშია, თავისუფალ მდგომარეობაში გადასვლის გამო (ცხრილი 12); ქლოროფილებისა და გაუსაპნავი ნივთიერებების მასური წილების ზრდა ბირთვის ლიპიდებთან შედარებით ხდება ზეთის წარმოების პროცესში ამ კომპონენტების ჩენჩოდან ზეთში გადასვლის გამო, რასაც მოწმობენ შემდგომი კვლევების შედეგები (იხ. თავი 3.5).

ცხრილი 13. მზესუმზირას საწარმოო ზეთების ხარისხის მაჩვენებლები

მაჩვენებლები, %	ზეთი თესლების („ვნიიმკ 1646“ და „არმავირსკი 3497“) ნარევიდან			
	I – II		III	
	დაწნეხილი	ექსტრაჰირებული	დაწნეხილი	ექსტრაჰირებული
მჟავური რიცხვი, მგ KOH*	2,5	2,9	6,0	7,5
ტენიანობა	0,3	0,3	0,3	0,3
ფერის რიცხვი, მგ J ₂	19	25	35	41
მინარევები	0,2	0,3	0,3	0,4
ფოსფატიდები**	1,0	1,6	1,5	1,8
გაუსაპნავი ნივთიერებები	1,3	1,5	1,8	2,0
ქლოროფილები (× 10 ⁻⁴)	0,71	1,22	1,9	2,1
კაროტინოიდები(× 10 ⁻⁴)	5,1	4,6	3,8	4,4
ცხიმმჟავური შედგენილობა:				
- პალმიტინის	5,0	5,0	4,8	4,9
- პალმიტოლენის	0,5	0,4	0,4	0,5
- ოლეინის	35,4	34,9	35,2	33,2
- ლინოლენის	59,1	59,7	59,6	61,4
გლიცეროლები:				
- მონოგლიცეროლები	-	-	-	-
- დიგლიცეროლები	0,8	0,7	0,7	0,7
- ტრიგლიცეროლები	94,0	93,7	94,4	93,4

* - მოცემულია ოლეინის მჟავაზე გადაანგარიშებით

** - მოცემულია სტეაროლელეციტინზე გადაანგარიშებით

3.4. მზესუმზირას თესლის გადამუშავების დროს მიმდინარე

ცვლილებები

მზესუმზირას თესლის მომზადება ზეთის წარმოებისათვის, როგორც დაწნეხვის მეთოდით, ასევე დაწნეხვა - ექსტრაჰირების მეთოდით ითვალისწინებს ზეთოვანი მასალის (მარცვლების, ჭენჭოს) თერმო-დამატენიანებელი დამუშავების (მოხალვა-დატენიანება) პროცესების განხორციელებას და მისგან ზეთის მიღებას [122].

მთავარი ამოცანა ზეთის მიღებისათვის ბირთვის მომზადების სტადიაზე, უპირველეს ყოვლისა, მისი მექანიკური დაქუცმაცებაა უჯრედის

სტრუქტურის გასახსნელად. ამავდროულად, მხედველობაში მიიღება, რომ ჩენჩოს ჭარბი შემცველობა აუარესებს ჭენჭოს და ზეთის ხარისხს, იწვევს პროდუქტიულობის შემცირებას და ზრდის აღჭურვილობის ცვეთის ხარისხს.

ზოგიერთი სამეცნიერო ნაშრომი [123, 124] ეხება კაპილარულ-ფოროვანი სხეულის სტრუქტურის ცვლილებებზე თერმო- დამატენიანებელი გავლენის შესწავლას, როგორც არის მზესუმზირას ბირთვი და ზოგიერთი მახასიათებელი, რომლებიც დაკავშირებულია კოლოიდურ სხეულებთან. ამავე ნაშრომებში ნაჩვენებია, რომ თერმო-დამატენიანებელი დამუშავების გარკვეული რეჟიმის შექმნით შესაძლებელია უჯრედის სტრუქტურის გახსნის საჭირო ხარისხის მიღწევა.

მოცემულ სამუშაოში შევისწავლეთ თერმო-დამატენიანებელი დამუშავების რეჟიმების გავლენა შუალედური პროდუქტების ზეთშემცველობისა და ზეთოვან ფაზაში ზეთოვანი მასალის ცვლილებებზე, ზეთში გადასული ფოსფოლიპიდებისა და სხვა თანმდევი ნივთიერებების შემცველობაზე.

ნედლეულის დაქუცმაცებით უჯრედის სტრუქტურის გახსნის სხვადასხვა ხარისხის გავლენის შესასწავლად თანმდევი ნივთიერებების ზეთში გადასვლაზე და პროცესის ნახევარპროდუქტების შედგენილობაზე, ლაბორატორიულ პირობებში მოვახდინეთ მზესუმზირას თესლის ბირთვის დაფრაქციონირება სხვადასხვა ზომის ნაწილაკებად და ჩენჩოს სხვადასხვა რაოდენობის შემცველი ჭენჭოს თერმო-დამატენიანებელი დამუშავება.

კვლევები ჩატარდა მზესუმზირას თესლის ბირთვისა და ჭენჭოს ნიმუშებზე.

მზესუმზირას ტექნიკური კულტურის თესლის ბირთვი შეირჩა და დაფრაქციონირებულ იქნა (ნაწილაკების ზომით 1–3 და 5–6 მმ) ლაბორატორიული საცერების გამოყენებით. ჭენჭოს ნარევის შერჩევა განხორციელდა ზეთოვანი მასალის ტენითა და გახურებით დამუშავების შემდეგ. ბირთვისა და ნარევის თითოეული ფრაქცია დავატენიანეთ 8–9% -მდე.

პროცესის ნახევარპროდუქტებზე თერმო-დამატენიანებელი რეჟიმების გავლენის შესწავლის მიზნით ექსპერიმენტის ორი სერია ჩატარდა: პირველში თითოეული ფრაქციის თერმოსტატირება მოვახდინეთ პერიოდული მორევით 100°C-ზე 50 წთ-ის განმავლობაში. შემდეგ ზეთი გამოვწურეთ ლაბორატორიულ ჰიდრავლიკურ წნეხზე 15 მპა წნევის ქვეშ.

მიღებული კოპტონი გავყავით ორ ნაწილად. პირველიდან მოვახდინეთ ზეთის ექსტრაქცია 20 წთ-ის განმავლობაში პროცესის პირველი ეტაპის კინეტიკური მახასიათებლების ჩასაწერად, მეორედან ექსტრაქცია მოვახდინეთ 60 წთ-ის განმავლობაში შროტის ზეთიანობის განსაზღვრის მიზნით. ზეთის ექსტრაქცია განვახორციელეთ ლაბორატორიულ ექსტრაქტორზე სუფთა საექსტრაქციო ბენზინით 55 °C-ზე [38].

ექსპერიმენტების მეორე სერიაში, ნარევის ნიმუშები მოიხალა, რასაც მოჰყვა დაწნეხილი ფირფიტებიდან ზეთის გამოწურვა და ექსტრაქცია, ისევე როგორც წინა სერიაში იყო აღწერილი.

მასალის ნიმუშების ტენიანობა და ცხიმშემცველობა მისი დამუშავების დროს მოცემულია ცხრილ 14-ში.

მიღებული შედეგების ანალიზით შეიძლება აღინიშნოს, რომ საუკეთესო ექსტრაქცია აქვს კოპტონს, რომელიც მიღებულია 3 მმ-დე ფრაქციიდან. ამ დროს ზეთის უმნიშვნელო დაწნეხვაც კი უზრუნველყოფს ფირფიტის სტრუქტურის ფორმირებას, უჯრედის სტრუქტურის საბოლოო ჩამოშლას და სასურველი ცხიმინობის შროტის მიღებას.

სტრუქტურულ ცვლილებებთან ერთად, ჭენჭოს ნარევზე ტენიანობის, სითბოს და მნიშვნელოვანი წნევის ზემოქმედების შედეგად მოხალვისა და დაწნეხვის პროცესში მიმდინარეობს შემადგენელი კომპონენტების სხვა ფიზიკურ-მექანიკური და ფიზიკურ-ქიმიური ცვლილებები და იცვლება მათი კავშირებიც. უპირველეს ყოვლისა, ადგილი აქვს ზეთსა და გელურ ნაწილს შორის კავშირების ზოგიერთი ფორმების შესუსტებას.

**ცხრილი 14. თერმო-დმატენიანებელი დამუშავების რეჟიმების გავლენა
შუალედური პროდუქტების ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებზე**

მაჩვენებლები, % აბს. მშრალ ნივთიერებაზე	მოხალვა, დაწნეხვა, ექსტრაჰირება ბირთვის ფრაქციისა ზომით, მმ		მოხალვა, დაწნეხვა, ექსტრაჰირება ნარევის დაფრაქციონირების რაოდენობაზე			
	1-3	5-6	1	2	3	4
საწყისი მასალის ტენიანობა	4,8	4,8	6,3	6,3	6,32	6,34
ჩენჩო საწყის მასალაში	4,0	5,7	-	-	-	-
ტენიანობა დატენიანების შემდეგ	8,3	8,3	8,4	9,0	8,51	8,2
ტენიანობა მოხალვის შემდეგ	6,7	6,8	3,7	2,9	3,34	4,2
კოპტონის ზეთშემცველობა	49,2	55,5	37,8	36,0	28,4	21,0
კოპტონის ტენიანობა	6,5	6,3	4,24	4,36	7,34	3,97
შროტის ზეთშემცველობა ექსტრაჰირების შემდეგ:						
- 20 წუთის შემდეგ	35,7	47,5	8,19	7,0	5,63	1,84
- 60 წუთის შემდეგ	1,5	18,6	1,42	1,34	1,1	0,8
შროტის ტენიანობა	4,09	3,65	5,84	4,11	5,17	6,88

ამრიგად, თერმო-დამატენიანებელი დამუშავება ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მეთოდია მზესუმზირას მასალის მოსამზადებლად ზეთის დაწნეხვა-ექსტრაჰირებისათვის და აქვს გადამწყვეტი გავლენა წარმოებული ზეთის, კოპტონისა და შროტის რაოდენობასა და ხარისხზე.

თესლში შემავალი ფოსფატიდები და მღებარი ნივთიერებებიც ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს პროდუქციის ხარისხზე.

ჭენჭოს (ბირთვისა და ჩენჩოს დასრესილი ნარევი) მოხალვისას თხევად და გელურ ფაზებს შორის ურთიერთქმედებით ხდება ფოსფატიდებისა და თანმდევი ნივთიერებების გელური ნაწილიდან ზეთში გადასვლა.

ლაბორატორიულ პირობებში შევისწავლეთ თერმო-დამატენიანებელი დამუშავების გავლენა ზეთისა და ფოსფოლიპიდების მიღებაზე.

მზესუმზირას ნედლეულის 1-3 მმ და 1 მმ-ზე ნაკლები ზომის ფრაქციების თერმო-დამატენიანებელი დამუშავება მოვახდინეთ ზემოთ აღწერილი მეთოდით. ბირთვისა და დასრესილი ნარევის ფრაქცია დავატენიანეთ 10 %-მდე. ზეთის დაწნეხვა-ექსტრაქციების შემდეგ შევისწავლეთ ფოსფოლიპიდების ზეთში გადასვლის ხარისხი. შედარებისთვის, გამოვიყენეთ მონაცემები მზესუმზირას ნარევის ფირფიტებიდან პირდაპირი ექსტრაქციებით მიღებულ ზეთში ფოსფოლიპიდების შემცველობის შესახებ, დამატებით განვსაზღვრეთ ცილის ფრაქციული შედგენილობა კოპტონში. შედეგები მოცემულია ცხრილ 15-ში.

ცხრილი 15. თერმო-დამატენიანებელი დამუშავების რეჟიმის გავლენა ფოსფოლიპიდების გადასვლაზე ზეთში

მაჩვენებლები, %	ბირთვის ფრაქცია, მმ		ნარევი (ბირთვი და ჩენჩო)	ფირფიტა პირდაპირი ექსტრაქციის ბისთვის
	1-ზე ნაკლები	1-3		
ფოსფოლიპიდების შემცველობა ზეთში:*				
- დაწნეხილი	—	0,20	0,57	—
— ექსტრაქცირებული	0,7	1,35	0,88	1,18
ცილის ხსნადობა კოპტონში:				
— წყალში ხსნადი	14,3	16,8	14,1	—
— მარილში ხსნადი	21,6	27,3	30,2	—
— ტუტეში ხსნადი	30,8	37,6	36,5	—
— უხსნადი ნარჩენი	15,0	17,3	19,2	—

*-სტეაროოლეოლეციტინზე გადაანგარიშებით

მიღებული შედეგების ანალიზით, შეიძლება აღინიშნოს, რომ ფოსფოლიპიდების მაქსიმალური გადასვლა ზეთში შეინიშნება 1-3 მმ-იანი ფრაქციის გადამუშავებისას. ამ შემთხვევაში აუცილებელია გავითვალისწინოთ, რომ ექსტრაქცირებული ზეთის გამოსავლიანობა უფრო მეტია,

ვიდრე დაწნეხილი ზეთის, და, შესაბამისად, ფოსფოლიპიდების ძირითადი ნაწილიც გადადის ექსტრაჰირებულ ზეთში.

3.5. ზეთის წარმოების პროცესში თანმდევი ნივთიერებების ზეთში გადასვლის შესაძლებლობა

როგორც უკვე ავლნიშნეთ დაწნეხვა-ექსტრაჰირების მეთოდით მზესუმზირას ზეთის წარმოებისათვის თერმო-დატენიანებით მომზადებულ ნარევს (ჰენჭო) ემატება გარკვეული რაოდენობის ჩენჩო 3,0-დან 8,0 %-მდე [5]. პრაქტიკულად ცხიმზეთოვან საწარმოებში ნარევში ჩენჩოს არსებობა აღემატება მითითებულ ნორმებს.

თესლის ბირთვისა და ჩენჩოს ძირითადი კომპონენტების ქიმიური შედგენილობა განსხვავებულია. უმეტეს შემთხვევაში ნივთიერებების ისეთი ღირებული ჯგუფები, როგორცაა ლიპიდები და პროტეინები, ლოკალიზებულია ბირთვში, რომლის შედგენილობაც უკვე განვიხილეთ თავები 3.1 და 3.3-ში. ჩენჩოში შედის მნიშვნელოვანი რაოდენობის უჯრედისი და არააზოტოვანი-ექსტრაქტული ნივთიერებები, ხოლო მისი ლიპიდები ხასიათდებიან თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების, ცვილების და ცვილის-მაგვარი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით. ზეთის გამოწვლილვის პროცესში ისინი შესაძლებელია გადავიდეს ზეთში და ამით გააუარესოს მისი ხარისხი და გაზარდონ ნეიტრალური ცხიმის დანაკარგები ზეთის რაფინირებისას.

სხვა ზეთოვანი კულტურების ნაყოფის გარსის გავლენის შესახებ ანალოგიური დასკვნები, შესაბამისი ზეთების ხარისხზე გაკეთებულია რიგი მკვლევარების მიერ [125-128].

მზესუმზირას დაქუცმაცებული გულისა და ჩენჩოს ნარევიდან გამოწვლილული ზეთის ხარისხზე ჩენჩოს რაოდენობის გავლენის დასადგენად მოცემულ სამუშაოში შევისწავლეთ მზესუმზირას საწარმოო კულტუ-

რების თესლების ჩენჩოს ლიპიდები (ცხრილი 16), გულისა და ჩენჩოს სხვადასხვა რაოდენობის (3-15 %) მოდელოური ნარევიდან ლაბორატორიულ პირობებში გამოწვლილული ლიპიდები (ცხრილი 17) და ჩენჩოდან თანმდევი ნივთიერებების გამოსაწვლილად გამოყენებული ზეთი (ცხრილი 19).

ჩენჩოს ლიპიდებზე ჩატარებული კვლევები (ცხრილი 16) მოწმობს, რომ თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავებისა და გაუსაპნავი ნივთიერებების წილები, მითითებულ ლიპიდებში, მთელი რიგის სიდიდით აღემატება ბირთვის ლიპიდებში ამ ნივთიერებების წილებს, ხოლო ქლოროფილების რაოდენობა მატულობს კიდევ უფრო მნიშვნელოვნად (ორჯერ მეტად).

ამრიგად, ბირთვის საწარმოო ნარევი ჩვეულებრივ მწიფე მზესუმზირას თესლის ჩენჩოს არსებობა ზეთის წარმოების პროცესში შეიძლება იყოს მიზეზი ტრიგლიცეროლების არასასურველი თანმდევი ნივთიერებების კონცენტრაციების მნიშვნელოვანი ზრდის წყარო.

ნარევი ჩენჩოს შემცველობის გავლენის დასადგენად მზესუმზირას ზეთის ხარისხზე, მომზადებული იყო მზესუმზირას ბირთვის და ჩენჩოს სხვადასხვა რაოდენობების ნარევი, სადაც ჩენჩოს რაოდენობა ვარირებდა 3-დან 15 %-მდე. ზედა ზღვარი ნაკარნახები იყო საწარმოო პრაქტიკიდან. მიღებული მოდელოური ნიმუშების ექსტრაქცირება მოვახდინეთ სოქსლეტის აპარატებში პეტროლეინის ეთერით (დულ. ტემპ. 40-60 °C) 12 საათის განმავლობაში.

ლაბორატორულ პირობებში ბირთვისა და ჩენჩოს მოდელოური ნარევიდან ლიპიდების გამოწვლილვის და აღნიშნული ლიპიდების შედგენილობის შემდგომი შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების, გაუსაპნავი ნივთიერებების და ქლოროფილების გადასვლის ხარისხი ჩენჩოს ლიპიდებში სხვადასხვაა (ცხრილი 17).

ცხრილი 16. მზესუმზირას ჩენჩოს ლიპიდების შედგენილობის ძირითადი მაჩვენებლები

მაჩვენებლები, %	სამრეწველო პარტიების ჩენჩოს ლიპიდები	
	I – II	III
მჟავიანობა (ჯამური)	29,2	38,0
გაუსაპნავი ნივთიერებების მასური წილი	10,5	12,4
ქლოროფილების მასური წილი ($\times 10^{-4}$)	29,5	34,3

ნარევში ჩენჩოს წილის გაზრდით უფრო სრულად და პროპორციულად ლიპიდებში გადადის ქლოროფილები, რაც იწვევს ზეთის ფერის გაუარესებას. ცხიმოვანი მჟავებისა და გაუსაპნავი ნივთიერებების გადასვლის ხარისხი უფრო დაბალია. ცხიმოვანი მჟავებისა და გაუსაპნავი ნივთიერებების გადასვლის ხარისხის შეფასებისას აუცილებელია ავლნიშნოთ, რომ მათ ხსნადობას ზეთში თან ახლავს მათი გარკვეულწილად შეკავება ცილოვანი ნივთიერებებით. ქლოროფილების, ცხიმოვანი მჟავებისა და გაუსაპნავი ნივთიერებების ექსტრაქციების მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც მათი ექსტრაქცირება ზეთით.

ჩენჩოდან ქლოროფილების გადასვლით, ბირთვის ლიპიდების შედგენილობაში ხდება ქლოროფილ „ბ“ და ფეოფიტინ „ბ“ მნიშვნელოვანი მატება, და ასევე, ბირთვის ლიპიდებში ადრე არარსებული ქლოროფილ „ა“ და ფეოფიტინ „ა“ გაჩენა (ცხრილი 18, ნახაზი 9).

მიღებული შედეგები გვაძლევს საშუალებას დავამტკიცოთ, რომ ზეთში ჩენჩოდან პიგმენტების გადასვლის ადრეული მოსაზრების არარსებობა, საჭიროებს დაზუსტებას, რადგან ექსპერიმენტულად დადასტურდა ჩენჩოდან სასაქონლო ზეთებში ქლოროფილების გადანაწილება.

მზესუმზირას ზეთში ჩენჩოდან თანმდევი ნივთიერებების გადასვლის ხარისხის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საწარმოო ნარევში, ამჟამად მიღებული ჩენჩოს ნორმა (არა უმეტეს 8 %), არის მიზეზი ბირთვის ლიპიდ-

ბის ხარისხის მნიშვნელოვანი ვარდნისა ჩენჩოდან გამოწვლილი თანმდევი ნივთიერებების გამო. ამიტომ გაუსაპნავი ნივთიერებების მასური

ცხრილი 17. მზესუმზირას ბირთვის ლიპიდების ხარისხის მაჩვენებლები ჩენჩოს სხვადასხვა რაოდენობასთან ერთად

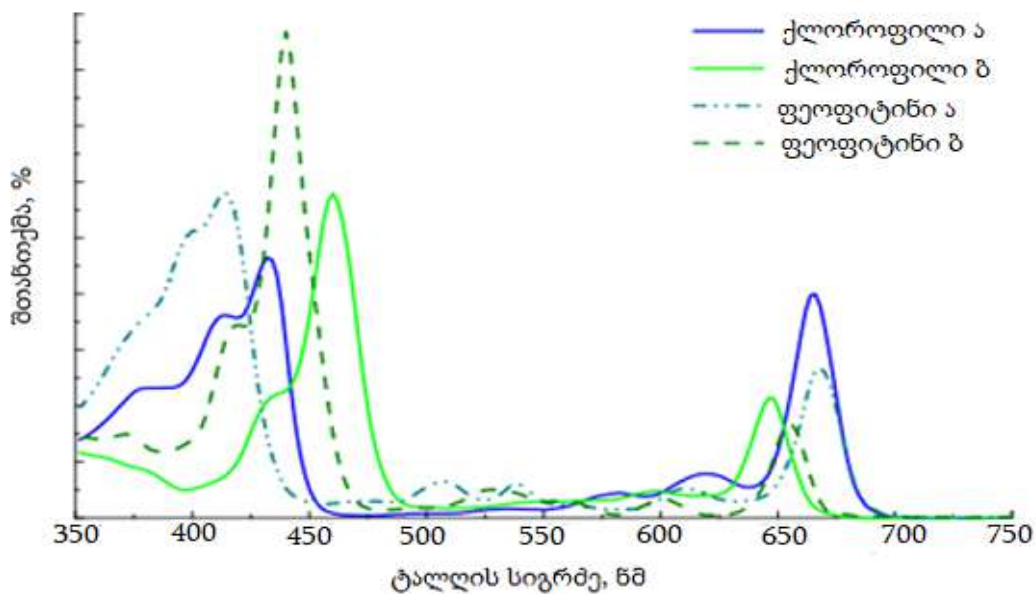
მაჩვენებლები, %	ბირთვში ჩენჩოს გარკვეული რაოდენობის ნარევის ლიპიდების თვისებები, %					
	0 (მხოლოდ ბირთვი)	3	8	12	15	100 ჩენჩო
ნიმუშის ცხიმინობა	55,1	52,9	50,3	48,5	46,8	1,2
ლიპიდების სამომხმარებლო თვისებები						
გაუსაპნავი ნივთიერებები	0,8	1,7	2,1	2,3	2,5	13,3
თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, მგ. KOH	1,5	2,5	3,7	5,4	7,0	39,6
ქლოროფილები ($\times 10^{-4}$)	0,53	1,69	1,84	2,8	3,1	5,49

ცხრილი 18. თესლის საწარმოო ნიმუშების ჩენჩოსა და ბირთვის ლიპიდებში ქლოროფილების ჯგუფური შემცველობა

ნიმუშის დასახელება	ქლოროფილების ჯგუფები, ($\times 10^{-4}$)				ჯამი, ($\times 10^{-4}$)
	ქლ „ა“	ქლ „ბ“	ფ „ა“	ფ „ბ“	
თესლის ჩენჩოს ლიპიდები:					
- I-II ხარისხი	4,38	5,21	12,74	7,22	29,5
- III ხარისხი	6,72	6,28	13,05	8,25	34,3
ბირთვის ლიპიდები	—	0,29	—	0,24	0,53

წილი იზრდება 1,3 %-ით, თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების - 2,2 %-ით, ქლოროფილებისა კი - 3-ჯერ.

გვაქვს საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ ჰენჭოში ჩენჩოს მნიშვნელოვნად მაღალი შემცველობა, გავლენას ახდენს არა მარტო ზეთის ხარისხზე, არამედ ზეთის მიღების პროცესის ეფექტურობაზეც. ბირთვიდან ზეთის გამოწვლილვის ხარისხი შესაძლებელია მნიშვნელოვნად შემცირდეს ნიმუშის გაანგარიშებულ ზეთშემცველობასთან შედარებით, - ბირთვში



ნახ. 9. ზეთის ქლოროფილებისა და ფეოფიტინების სპექტრები

ჩენჩოს მასური წილის მატების შესაბამისად. თანმდევი ნივთიერებების გამოწვლილვის ხარისხი არ არის დამოკიდებული ჩენჩოს ლიპიდების წილზე ბირთვიდან და ჩენჩოდან გამოწვილული ლიპიდების ჯამურ რაოდენობაში. ეს დადასტურებულია ექსპერიმენტულად მიღებული თანმდევი ნივთიერებების კონცენტრაციების მნიშვნელობებით, რომლებიც აღემატება გამოთვლილ თეორიულ მონაცემებს. გამოთვლა მოხდა მოდელურ ნიმუშებში ბირთვის ლიპიდებისა და ჩენჩოს ლიპიდების თანაფარდობის გათვალისწინებით (ნახაზები 10 - 13).

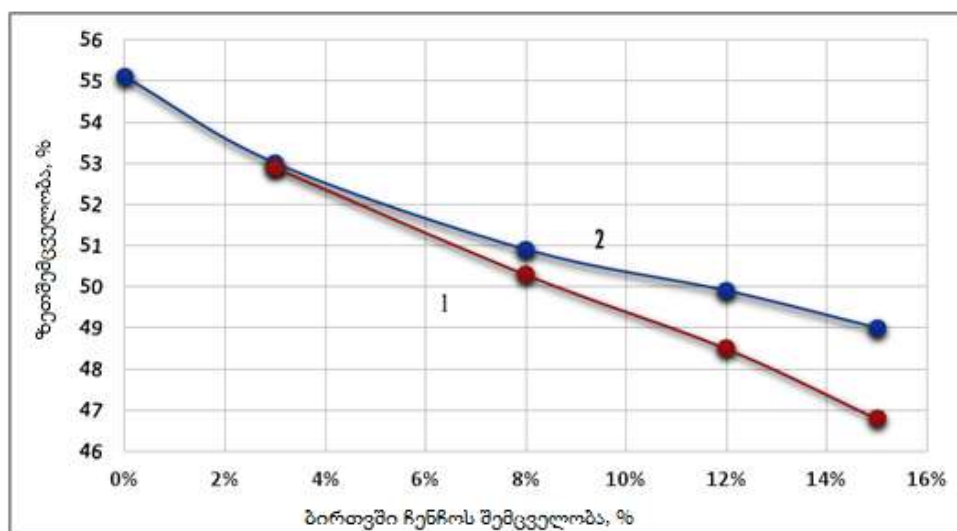
ეს დასკვნა დაზუსტებულ იქნა ექსპერიმენტით ჩენჩოდან თანმდევი ნივთიერებების ზეთით გამოწვლილვის გზით. ლაბორატორიულ პირობებში მზესუმზირას ჩენჩო გავაცხელეთ 80–85 °C-მდე დატენიანებით რაფინირებულ - დეზედორირებულ მზესუმზირას ზეთთან ერთად უმნიშვნელო რაოდენობის ტენისა და დაბალმოლეკულური ორგანული მჟავის - ლიმონჟავას თანაობისას, რომელიც უმნიშვნელო რაოდენობით შედის მზესუმზირას თესლის გულების შედგენილობაში. ლიმონჟავის დამატებამ განაპირობა, მზესუმზირას ჩენჩოს შესაბამისი სტრუქტურებიდან, თანმდევი კომპონენტების კავშირების ჩამოშლა [129].

გაცხელება გავაგრძელებთ პერიოდული მორევის პირობებში 40 წუთის განმავლობაში. ზეთისა და ჩენჩოს ნარევი ჩენჩოს რაოდენობა შეადგენდა დეზოდორირებული ზეთის წონის 15%-ს. დამუშავების შემდეგ ზეთი ჩენჩოს მოვაცილეთ გაფილტვრის გზით და გამოვიკვლიეთ ზეთში გადასული თანმდევი ნივთიერებების შემცველობა (ზეთის შეფერილობა განისაზღვრა იოდის შკალის მიხედვით).

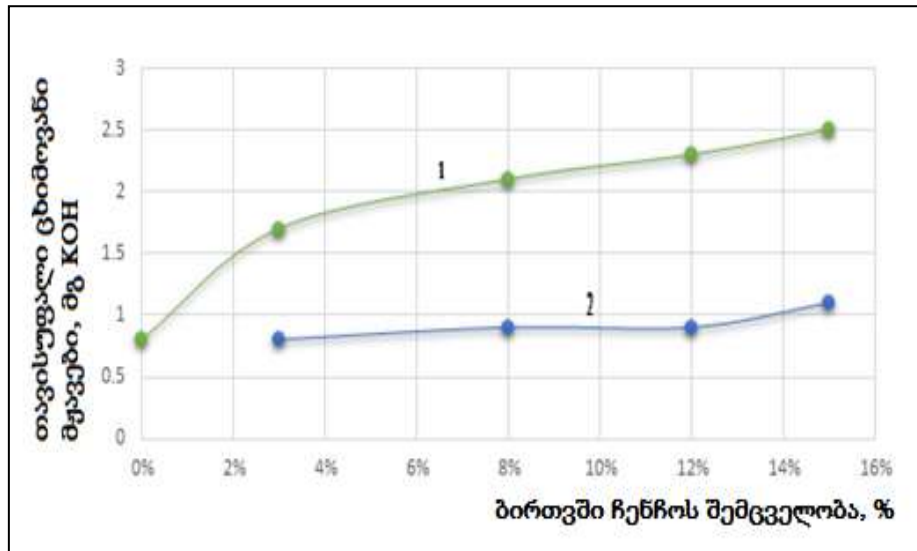
შედეგები მოცემულია ცხრილ 19-ში, რომელის მიხედვითაც ჩანს ზეთის ფერის, გაუსაპნავი და ცვილისმაგვარი ნივთიერებების კონცენტრაციებისა, ქლოროფილებისა და თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების მნიშვნელოვანი ზრდა, რაც შესაბამისობაშია ექსპერიმენტულ მნიშვნელობებთან გულისა და ჩენჩოს განსაზღვრული რაოდენობის ნარევიდან ლაბორატორიულ პირობებში ექსტრაჰირებული მზესუმზირას ზეთის დონესთან.

ჩატარებული კვლევის შედეგები საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ დამატებული ჩენჩოს რაოდენობის ნორმირება მზესუმზირას გადამუშავების პროცესში და ვაწარმოოთ მისი კონტროლი საწარმოებში.

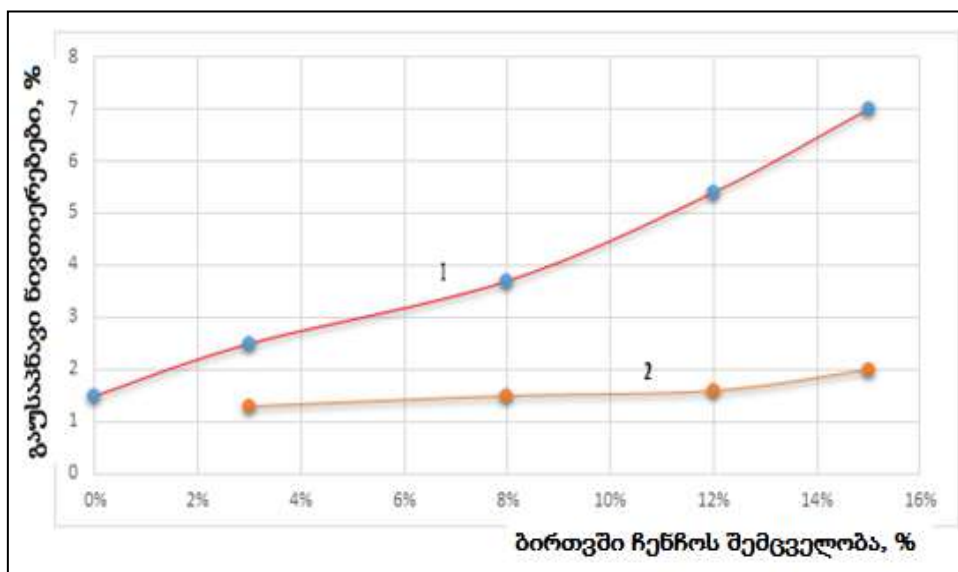
ბირთვის ნარევი ჩენჩოს რაოდენობის გაზრდით მცირდება ზეთის გამოსავლიანობა ნარევიდან, რაფინირების ეფექტი, წარმოებული



ნახ. 10. ზეთის მასური წილი ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევიში:
1 - ფაქტიური; 2 - გაანგარიშებით (ბირთვისა და ჩენჩოს ლიპიდების კონცენტრაციების გათვალისწინებით)



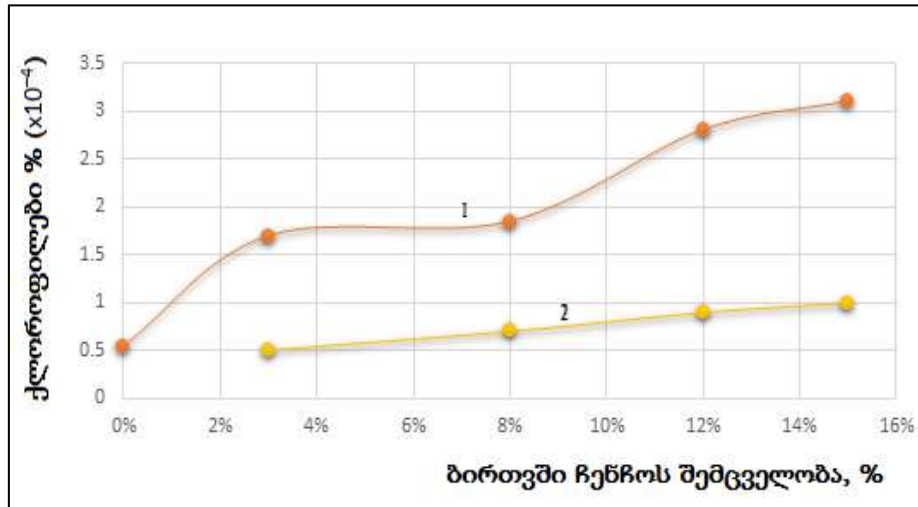
ნახ. 11. თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევიში:
 1 - ფაქტიური; 2 - გაანგარიშებით (ბირთვისა და ჩენჩოს ლიპიდების კონცენტრაციების გათვალისწინებით).



ნახ. 12. გაუსაპნავი ნივთიერებები ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევიში:
 1 - ფაქტიური; 2 - გაანგარიშებით (ბირთვისა და ჩენჩოს ლიპიდების კონცენტრაციების გათვალისწინებით).

ზეთის ხარისხი და სასაქონლო სახე, საწარმოო აღჭურვილობის წარმადობა და ეს თავის მხრივ იწვევს გამხსნელის, ნეიტრალიზაციის პროცესში ტუტისა

და ენერგო-რესურსების ხარჯის ზრდას. საბოლოოდ კი ხდება წარმოებული ზეთის თვითღირებულების შესამჩნევი მატება.



ნახ. 13. ქლოროფილები ბირთვისა და ჩენჩოს ნარევაში:
1 - ფაქტიური; 2 - გაანგარიშებით (ბირთვისა და ჩენჩოს ლიპიდების კონცენტრაციების გათვალისწინებით).

ცხრილი 19. თანამდევნი ნივთიერებების ექსტრაჰირება მზესუმზირას ჩენჩოდან ზეთით

მაჩვენებლების დასახელება, %	რაფინირებული დეზედორირებული ზეთი	ზეთი ჩენჩოთი დამუშავების შემდეგ
მჟავიანობა *	0,46	4,0
მასური წილი: -გაუსაპნავი ნივთიერებები	0,6	2,0
-ცვილისმაგვარი ნივთიერებები	—	2,7
-ქლოროფილები (x 10 ⁻⁴)	—	0,5
- ფერის რიცხვი, მგქ ₂	6,5	12,0

*მოცემულია ოლეინის მჟავაზე გადაანგარიშებით

ამგვარად, თესლების დაუმწიფებლობასთან ერთად, შენახვისას ზეთის ხარისხის გაუარესებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს, ამჟამად ნორმად მიღებული მზესუმზირას თესლების გადამუშავებისას ჩენჩოს მაღალი შემცველობა ჭენჭოში.

3.6. მზესუმზირას ფოსფოლიპიდების გავლენა ნეიტრალიზაციის პროცესზე

მზესუმზირას ზეთის ფოსფოლიპიდებს თავისი ქიმიური აღნაგობიდან გამომდინარე შეუძლია შეცვალონ ფაზური და ენერგეტიკული დონე პოლარულ და არაპოლარულ ფაზებს შორის. ფოსფოლიპიდების ასეთი აქტიურობა განპირობებულია მათი სტრუქტურით, პოლარობით და პოლარიზაციით, ასევე გარე ფაქტორებით: ტემპერატურით, გამხსნელის (არე) ხასიათით, კონცენტრაციითა და გაყოფის საზღვარზე ფაზების თავისებურებით.

დაბალპოლარულ გამხსნელებში, კერძოდ მცენარეული ზეთების ტრიაცილგლიცეროლებში გახსნილი ფოსფოლიპიდების თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი პრაქტიკულად არ ამჟღავნებს ზედაპირულ აქტიურობას გამხსნელი - ჰაერი ფაზების გაყოფის საზღვარზე. მათი ზედაპირული აქტიურობა არაპოლარულ გამხსნელებში აშკარად გამოიხატება წყალთან გაყოფის საზღვარზე. ფოსფოლიპიდური ხსნარების ასეთი თავისებურების გამო, ისინი მიეკუთვნება ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებათა ჯგუფს და გააჩნია ზეთებში მიცელარული ხსნარების ფორმირების უნარი.

მცენარეულ ზეთებში ფოსფოლიპიდების მონაწილეობით მიმდინარე ქიმიური რეაქციების ძირითადი მიმართულებები ფართოდაა შესწავლილი [28]. ამ მიმართულებებს შორის აღწერილია ნახშირწყლებთან და პიგმენტებთან ფოსფოლიპიდების ურთიერთქმედების რეაქციები, ფოსფოლიპიდების ჟანგვის რეაქციები და ასევე, მათი შესაძლო დესტრუქცია ჭარბი რაოდენობის ტუტის კონცენტრირებულ წყალხსნარებთან ურთიერთქმედებისას [130, 131].

მზესუმზირას ზეთიდან ფოსფოლიპიდების მოცილების სამრეწველო მეთოდს ჰიდრატაცია წარმოადგენს, რომელიც განპირობებულია ზეთში გახსნილი ფოსფოლიპიდების მოლეკულების ზედაპირული აქტიურობით წყალთან საზღვარზე [132], მაგრამ არსებობს შემზღვეველი

ფაქტორი, რომელიც დასაბუთებული რეკომენდაციების არარსებობაა არაჰიდრატირებადი ფოსფატიდების მოცილების შესახებ.

შეიქმნა აუცილებლობა, შეგვესწავლა ფოსფოლიპიდების გავლენა მზესუმზირას ზეთის რაფინირებაზე, იმდენად რამდენადაც, ტუტე ნეიტრალიზაციის სტადიაზე სამეცნიერო მონაცემების შეუსაბამობამ გააჩინა ეჭვი არსებულ მეცნიერულ წარმოდგენებზე ფოსფოლიპიდების სრული დენატურაციის შესახებ.

ჩვენი შეხედულებით, ჰიდრატირებული ზეთების ტუტე ნეიტრალიზაციის პროცესის ეფექტურობის შესაფასებლად არ არსებობს სრული ინფორმაცია ფოსფოლიპიდების მოცილების სრულ გავლენაზე რაფინატის გამოსავალიანობის მხრივ.

ლიტერატურული მონაცემებით ბამბის ზეთის შემთხვევაში ტუტე ნეიტრალიზაციის სტადიაზე ზეთის გამოსავალიანობის ზრდა ფოსფოლიპიდების წინასწარი ჰიდრატაციის გამოყენების შემთხვევაში შეადგენს 1 %; ე.ი. არსებულ კვლევებში ფაქტიურად დაფიქსირებულია ნეიტრალიზირებული ზეთის გამოსავალიანობის ნამატი, რომელიც არის არაჰიდრატირებული ზეთის დანაკარგების ნორმირებული სიდიდის ტოლი, რაც აიხსნება ასეთ ზეთებში არსებული ფოსფატიდების სრული დაშლით [47].

ზოგიერთი ავტორის აზრით [133] ნაჩვენებია, რომ მაღალი ხარისხის ბამბის ზეთების რაფინირებისას მიზანშეწონილია წინასწარი ჰიდრატაციის ჩატარება, რაც ნეიტრალიზირებული ზეთის გამოსავალიანობას 3,0–4,0%-ით გაზრდის, დაბალი ხარისხის ზეთებისათვის კი - წინასწარი ჰიდრატაციის ჩატარება ნაკლებეფექტურია.

მსგავსი კვლევები მზესუმზირას ზეთზე არ ჩატარებულა.

ზემოაღნიშნული მონაცემები გვესახება არასრულფასოვნად ფოსფატიდების, როგორც ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების, მათგან გამომდინარეობს უნარის შესახებ ცნობილი წარმოდგენების გამო [134].

მცენარეული ზეთების ტუტე ნეიტრალიზაციის პროცესში ფოსფოლიპიდების მათგან გამომდინარეობს უნარის შესახებ წარმოდგენების დაზუს-

ტების მიზნით ჩატარდა „ზეთი–წყალი“ სისტემაში ფოსფოლიპიდების და ნეიტრალიზაციის პროცესის შედეგად წარმოქმნილი საპნის მაემულგირებელი უნარის შედარებითი შეფასება.

ფოსფოლიპიდების მაემულგირებელი უნარი ზეთი–წყალი სისტემაში შესწავლილ იქნა მზესუმზირას ფოსფატიდების მაგალითზე ზოგადად მიღებული ტესტის – მოცემულ სისტემაში ფოსფოლიპიდების ტენის შემაკავებელი უნარის მიხედვით. შედარებისათვის ამავე სისტემაში და ამავე მეთოდით გამოკვლეული იყო ცხიმოვანი მჟავების ნატრიუმის მარილების მაემულგირებელი უნარი. ფოსფოლიპიდების ცდაში გამოსაცდელი ემულგატორი გავხსენით ზეთში, ხოლო ცხიმოვანი მჟავების მარილების ცდაში ემულგატორი გავხსენით წყალში.

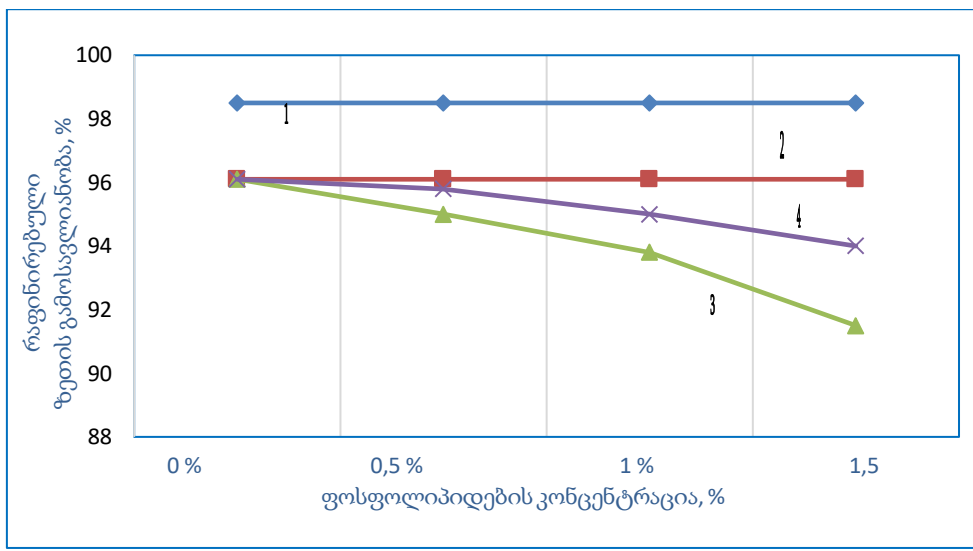
ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ მოცემულ სისტემაში ფოსფოლიპიდების ტენის შეკავების უნარი რამდენჯერმე აღემატება საპნის ტენის შემაკავებელ უნარს.

ზეთი - ტუტეწყალხსნარის სისტემაში ფოსფოლიპიდების მაემულგირებელი უნარის გამოვლენა დადასტურებულ იქნა ჩატარებული ექსპერიმენტების სერიით - გულდასმით რაფინირებულ და დეზოდორირებულ მზესუმზირას ზეთში გახსნილი ფოსფატიდებისა და თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების მოდელურ ხსნარებზე.

მოდელებში აღნიშნული ნივთიერებები შეტანილ იქნა მზესუმზირას სამრეწველო ზეთებში მათი მასური წილების შესაბამისად: ფოსფოლიპიდები – 0,5-1,5 %, თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები: ცდების 1-ლი სერია - 1,5 %; ცდების მე-2 სერია – 3,0 %).

ლაბორატორიულ პირობებში მიღებული მოდელები დამუშავებულ იქნა ტუტის წყალხსნარებით საცდელი რაფინირების მეთოდით. ტუტის ხსნარის კონცენტრაცია და ნაჭარბი განისაზღვრა ზეთის მჟავური რიცხვის მიხედვით [135].

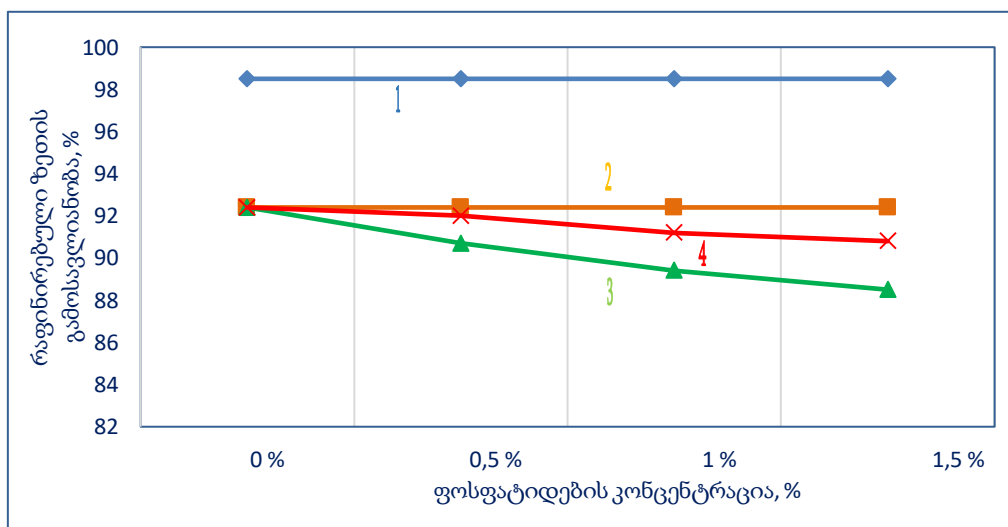
ზემოთაღწერილი მზესუმზირას მოდელური ნიმუშების საცდელი რაფინირების შედეგები მოტანილია ნახაზები 14-17-ში.



ნახ. 14. $C[RCOOH] - 1,5\%$; $C[NaOH] - 50$ გ/ლ;
ნაჭარბი - 10%.

ფოსფოლიპიდების მანემულგირებელი უნარი:

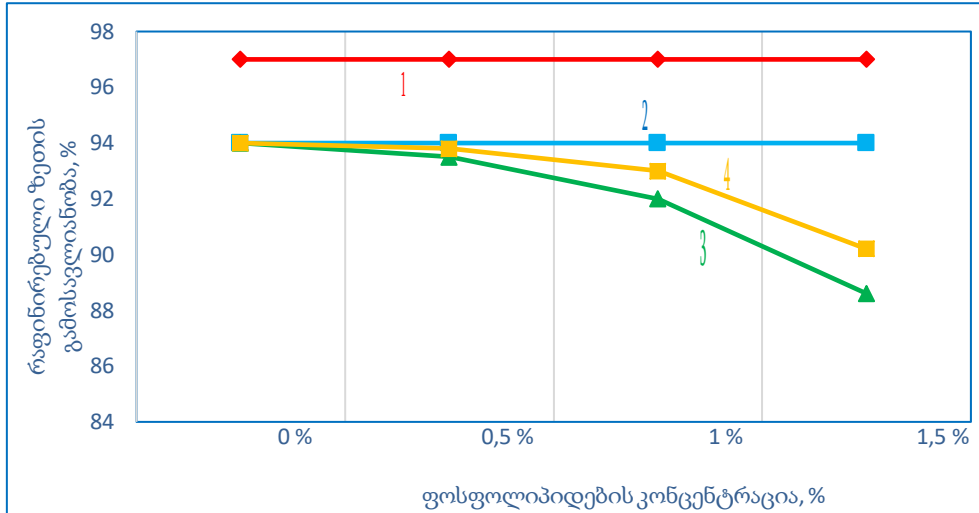
- 1 - თეორიული; 2 - მოდელური ხსნარები ფოსფოლიპიდების გარეშე;
- 3 - ფაქტიური; 4 - ფოსფოლიპიდების სრული დაშლის გათვალისწინებით.



ნახ. 15. $C[RCOOH] - 1,5\%$; $C[NaOH] - 100$ გ/ლ;
ნაჭარბი - 20%.

ფოსფოლიპიდების მანემულგირებელი უნარი:

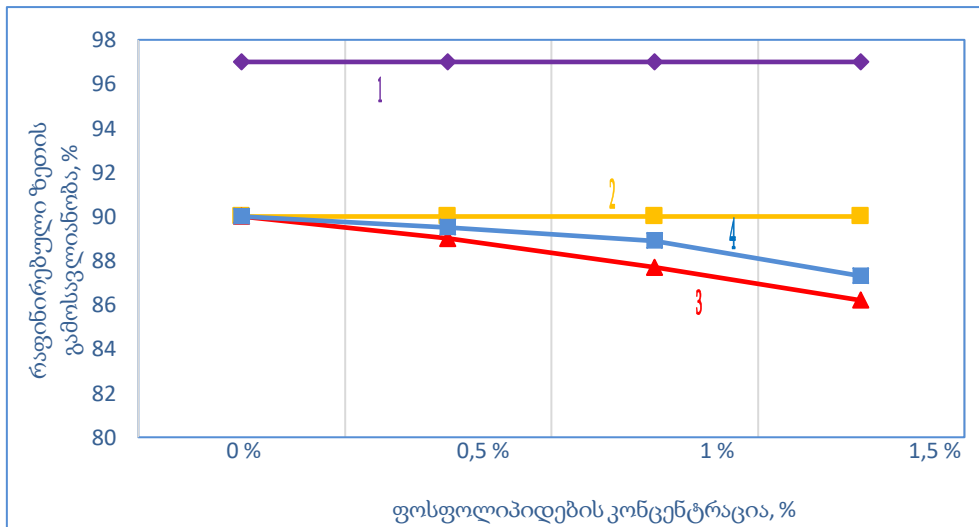
- 1 - თეორიული; 2 - მოდელური ხსნარები ფოსფოლიპიდების გარეშე;
- 3 - ფაქტიური; 4 - ფოსფოლიპიდების სრული დაშლის გათვალისწინებით.



ნახ. 16. $C[RCOOH] - 3,0\%$; $C[NaOH] - 50$ გ/ლ;
 ნაჭარბი - 10%.

ფოსფოლიპიდების მამულაგირებელი უნარი:

- 1 - თეორიული; 2 - მოდელური ხსნარები ფოსფოლიპიდების გარეშე;
 3 - ფაქტიური; 4 - ფოსფოლიპიდების სრული დაშლის გათვალისწინებით.



ნახ. 17. $C[RCOOH] - 3,0\%$; $C[NaOH] - 100$ გ/ლ;
 ნაჭარბი - 20%.

ფოსფოლიპიდების მამულაგირებელი უნარი:

- 1 - თეორიული; 2 - მოდელური ხსნარები ფოსფოლიპიდების გარეშე;
 3 - ფაქტიური; 4 - ფოსფოლიპიდების სრული დაშლის გათვალისწინებით.

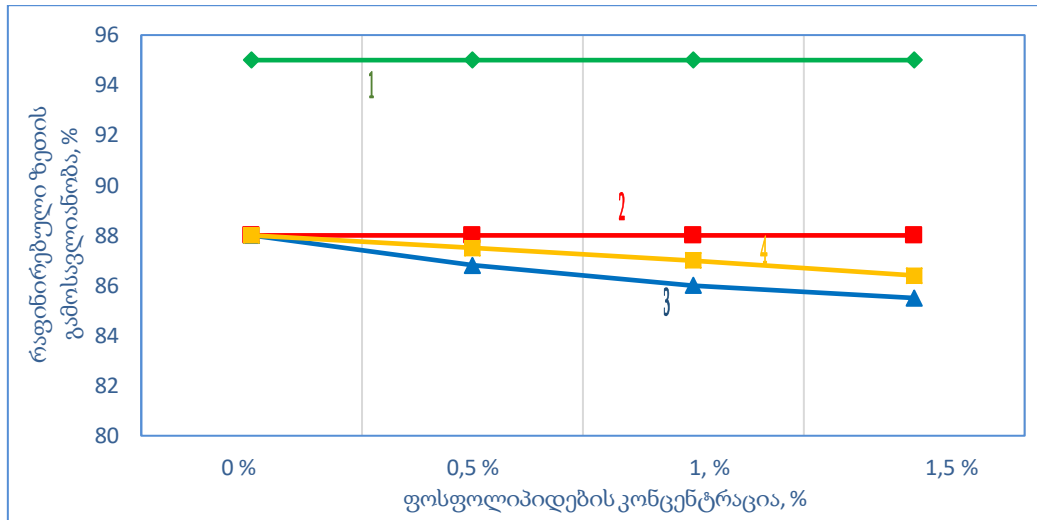
ექსპერიმენტების შედეგები მოწმობს, რომ მზესუმზირას ზეთის ასეთი მოდელური ხსნარების ტუტე რაფინირებისას ნეიტრალიზირებული ზეთის გამოსავალიანობა ფოსფოლიპიდების კონცენტრაციის პირდაპირპროპორციულია. ასეთი დამოკიდებულება ვლინდება მჟავური რიცხვისგან დამოუკიდებლად (დაკვირვება ვაწარმოვეთ 3-დან 6 მგ KOH-მდე).

ჩატარებული კვლევების სრულყოფისათვის ექსპერიმენტი გაგრძელდა დაბალი ხარისხის მზესუმზირას ზეთზეც, რომლის მჟავური რიცხვი იყო 5 % და რომლის ნეიტრალიზაციისათვის გამოყენებულ იქნა ტუტის მაღალი კონცენტრაცია და ნაჭარბი. შედეგები მოცემულია ნახ. 18-19-ზე.

ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარებული კვლევების მონაცემებით დაბალი ხარისხის ზეთებში ფოსფოლიპიდების მემულგირებელი ქმედების გავლენა ნაკლებად შესამჩნევია, ვიდრე ემულგირება ნეიტრალიზაციის პროცესის შედეგად წარმოქმნილი საპნით (სოაბსტოკი).

არაპიდრატირებული მზესუმზირას ზეთების რაფინირების პროცესის ნარჩენების განსაზღვრის შესაძლო გზების შესახებ წარმოდგენების დაზუსტების მიზნით, ჩვენს მიერ, მოცემულ ნაშრომში, ჩატარებულ იქნა მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების შემდეგი ანალიზი, რომელიც განსაზღვრავს ნარჩენების სიდიდეს სოაბსტოკში არა მარტო რაფინატის გამოსავალიანობის ანალიზური გაანგარიშებების გზით - ცხიმოვანი მჟავების ან ფოსფატიდების კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით, არამედ მიღებული მეთოდებით სოაბსტოკების შედგენილობის პირდაპირი განსაზღვრის გზით.

მაგრამ მუშაობის პროცესში დადგინდა, რომ ასეთი გზა ძალიან დიდი მეთოდური ცდომილებებით ხასიათდება, იმის გამო, რომ მეთოდიკაში ძალიან ცუდადაა სტანდარტიზებული ძირითადი პარამეტრი – ტემპერატურის მიწოდების დრო ცხიმოვანი მჟავების გამოყოფისას. ამიტომ ზეთის სამოდულო ნიმუშების საცდელი ლაბორატორიული რაფინირების შედეგების გამოყენების საფუძველზე შემდეგი მიდგომა შემუშავდა:



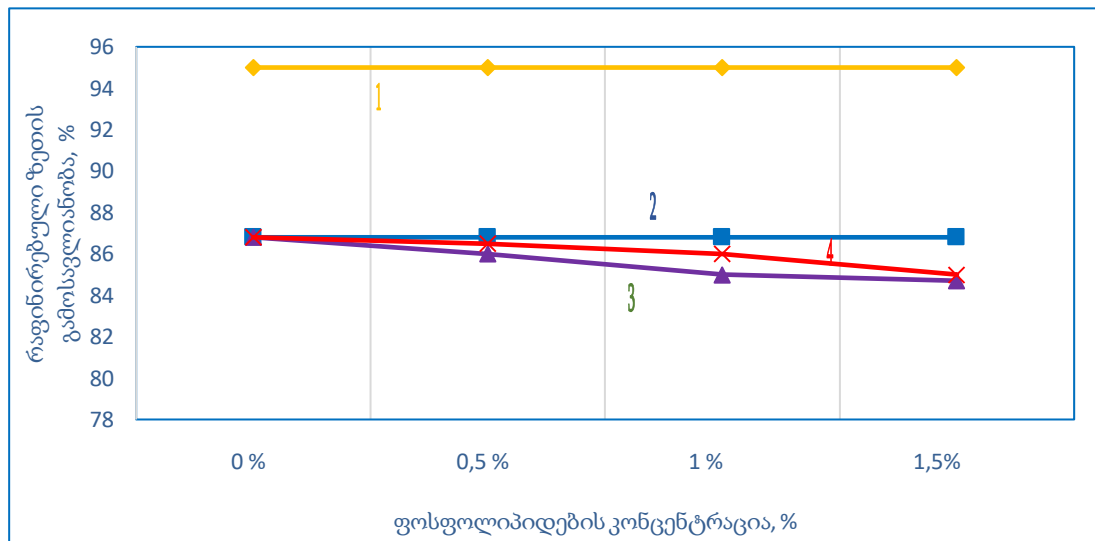
ნახ. 18. $C[RCOOH] - 5,0\%$; $C[NaOH] - 150$ გ/ლ;

ნაჭარბი - 30%.

ფოსფოლიპიდების მანუღვირებელი უნარი:

1 - თეორიული; 2 - მოდელური ხსნარები ფოსფოლიპიდების გარეშე; 3- ფაქტიური;

4 - ფოსფოლიპიდების სრული დაშლის გათვალისწინებით



ნახ. 19. $C[RCOOH] - 5,0\%$; $C[NaOH] - 200$ გ/ლ;

ნაჭარბი - 50%.

ფოსფოლიპიდების მანუღვირებელი უნარი:

1 - თეორიული; 2 - მოდელური ხსნარები ფოსფოლიპიდების გარეშე;

3-ფაქტიური; 4 - ფოსფოლიპიდების სრული დაშლის გათვალისწინებით

მოდელები, რომლებიც მხოლოდ თავისუფალ ცხიმოვან მჟავებს შეიცავდა, გამოყენებულ იქნა ტრიგლიცეროლების საანგარიშო გამოსავ-

ლიანობის დასადგენად, რომელიც შეიძლება მიღებულიყო, თუ ტუტე ნეიტრალიზაციის პროცესში ტუტეს ხსნარები არ მოახდენდნენ ნეიტრალური ტრიგლიცეროლების გასაპვნას, ხოლო ცხიმოვანი მჟავების მარილები, რომლებიც წარმოიქმნა ტუტესთან თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების ურთიერთქმედების ხარჯზე და მარილები, რომლებიც წარმოიქმნა ტრიგლიცეროლების გასაპვნის ხარჯზე - არ გამოამჟღავნებდა მამულგირებელ ქმედებას და არ წარიტაცებდა ნეიტრალურ ცხიმს სოაბსტოკში. ასეთ გამოსავალს პირობითად თეორიული ეწოდა.

თითოეული ამ მოდელური ნიმუშისათვის ფაქტიურ და თეორიულ გამოსავლიანობებს შორის მიღებული სხვაობა შეფასებულ იქნა როგორც ტრიგლიცეროლების გამოსავლიანობის შემცირება ტუტის კონცენტრაციის და ნაჭარბის ხარჯზე (ამ სიდიდის გაყოფის გარეშე გასაპვნულ ტრიგლიცეროლებად და საპნის მიერ წატაცებულ (სოლუბილიზებულ) ტრიგლიცეროლებად.

სავსებით მართებულად ჩავთვალეთ, რომ არ გაგვეყო გასაპვნული და წატაცებული ცხიმი, იმდენდ რამდენადაც ეს საერთო სიდიდე საჭირო იყო იმისათვის, რომ იგი გათვალისწინებული ყოფილიყო როგორც ცხიმოვანი მჟავების, ისე ფოსფატიდების შემცველ მოდელებში. ნეიტრალიზაციის პროცესში წარმოქმნილი საპნის არსებობა მოითხოვს ზეთი-ტუტის სისტემაში უკვე არებული ამ მეორე ემულგატორის გავლენის გათვალისწინებას.

ცხიმოვანი მჟავებისა და ფოსფატიდების შემცველ მოდელებზე ჩატარებული ცდების სერია, საცდელი რაფინირების მიღებული შედეგების მიხედვით, შედარებულ იქნა (შესაბამისად, თითოეული ნიმუშისთვის) ფოსფატიდების არშემცველ (მაგრამ ცხიმოვანი მჟავების შესაბამისი შემცველობის მქონე) მოდელებზე ჩატარებული წინამორბედი ექსპერიმენტების შედეგებთან.

ასეთმა შეჯერებამ მოგვცა საშუალება გაგვერკვია, რომ ტრიგლიცეროლების მნიშვნელოვანი რაოდენობები წარიტაცება სოაბსტოკში არა

ნეიტრალიზაციის პროცესში წარმოქმნილი საპნის ხარჯზე, არამედ ზეთი-ტუტეს სისტემაში ტრიგლიცეროლების ემულგირების შედეგად ზეთში არსებული ფოსფოლიპიდების ხარჯზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებულ კვლევამდე, ფოსფატიდების გავლენას მხოლოდ ნარჩენთა ის რაოდენობა მიეწერებოდა, რომელიც აღემატებოდა გასაპნული ტრიგლიცეროლებისა და სოაბსტოკში წატაცებული ნეიტრალური ცხიმის ნარჩენების ჯამს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ზეთი-ტუტეს სისტემაში ორი ემულგატორის კონცენტრაციების შეფარდება, და შესაბამისად, მათი გავლენაც არ არის მუდმივი: ტუტე ნეიტრალიზაციის პროცესის პირველ მომენტებში მაემულგირებელ უნარს ფოსფოლიპიდები ამჟღავნებს, ვინაიდან საპონი, ჰეტეროგენულ სისტემაში მისი წარმოქმნის უფრო დაბალი სიჩქარის გამო, ჯერ კიდევ უნდა წარმოიქმნას. ამ ორი ემულგატორის შედარებითი ეფექტიანობა შეიძლება იცვლებოდეს ცხიმოვანი მჟავების კონცენტრაციის გაზრდასთან ერთად. როგორც 5,0 % მჟავიანობის მქონე მზესუმზირას ზეთებში (სადაც ცხიმოვანი მჟავების კონცენტრაცია 3-ჯერ და უფრო მეტად აღემატება ფოსფატიდების კონცენტრაციას) ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, ფოსფოლიპიდების მაემულგირებელი ქმედება უფრო ნაკლებად შეიმჩნევა, ვიდრე ემულგირება საპნის ხარჯზე.

ჩატარებული ანალიზი საშუალებას იძლევა დადგინდეს იმ მათემატიკური დამოკიდებულებების სახე, რომლებიც განსაზღვრავს მზესუმზირას ზეთების ნარჩენების სიდიდეს სოაბსტოკში ზეთში ცხიმოვანი მჟავებისა და ფოსფოლიპიდების კონცენტრაციების მნიშვნელობების მიხედვით (მჟავური რიცხვის სხვადასხვა ვარიანტებისა და რაფინირების სხვადასხვა რეჟიმებისათვის).

ჩატარებული კვლევების სრულყოფის მიზნით, ჩვენ დავადგინეთ სოაბსტოკში ნარჩენების სიდიდეების დამოკიდებულება ტუტის კონცენტრაციასა და ცხიმოვანი მჟავების შემცველობას შორის (ცხრილი 20).

ცხრილი 20-ში მოტანილი მონაცემების ანალიზი მოწმობს, რომ სო-
 აბსტოკში მზესუმზირას ზეთების ნარჩენების ნორმირების ამჟამად არსე-
 ბული წესი, რომელიც არ ითვალისწინებს ფოსფოლიპიდების შემცველობის
 დონეებსა და ტუტე ნეიტრალიზაციის რეჟიმის გავლენას, არ არის საკ-
 მარისად ობიექტური.

**ცხრილი 20. სოაბსტოკში ნარჩენების სიდიდების დამოკიდებულება ტუტის
 კონცენტრაციასა და ცხიმოვანი მჟავების შემცველობაზე**

C [RCOOH], %	Cფ, %	C[NaOH], გ/ლ ნაჭარბი, %	ზეთის გამოსავალი, %	კფ.	კცხ. მჟ.	ნარჩენ- ბის ჯამი
1,5	0	50/10	96,1	–	2,50	1,52
1,5	0	100/20	92,4	–	2,50	2,50
1,5	1,5	50/10	91,5	2,3	1,52	2,92
1,5	1,5	100/20	89,0	1,9	2,50	3,64
3,0	0	50/10	94,0	–	1,3	1,3
3,0	0	100/20	90,0	–	1,7	1,7
3,0	1,5	50/10	90,2	1,9	1,3	1,84
3,0	1,5	100/20	86,2	1,5	1,7	2,16
5,0	0	150/30	88,0	–	1,2	1,2
5,0	0	200/50	86,8	–	1,5	1,5
5,0	1,5	150/30	85,5	1,5	1,2	1,5
5,0	1,5	200/50	84,7	1,2	1,5	1,73

როგორც ცნობილია, რიგ საწარმოებში მზესუმზირას ზეთის ტუტე
 ნეიტრალიზაციის ტექნოლოგიური რეჟიმის ყველაზე ხშირ დარღვევას

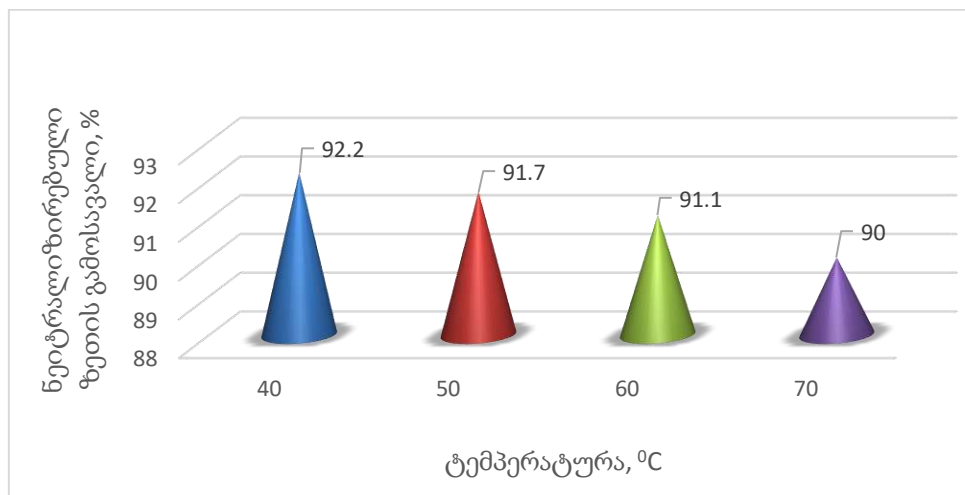
ტუტის მიწოდებამდე პროცესის ტემპერატურული რეჟიმის არასწორი რეგულირება წარმოადგენს.

ამასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვნად ჩავთვალეთ რაფინატის გამოსავალიანობაზე ტემპერატურული ფაქტორის გავლენის შემოწმება.

შედეგები მოტანილია ნახაზი 20-ზე.

მიღებული შედეგები ადასტურებენ ტემპერატურის მომატების დაუშვებლობას მზესუმზირას ზეთის ნეიტრალიზაციის პროცესში, ვინაიდან მხოლოდ ეს ფაქტორი იწვევს ნარჩენებში დამატებით დაახლოებით 2,5% ნეიტრალური ზეთის გადასვლას.

აბსოლუტურად ლოგიკური იქნებოდა შედეგი, თუ მზესუმზირას ზეთების ტუტით დამუშავების პროცესის ოპტიმალური რეჟიმების შერჩევა ფოსფოლიპიდების ნაწილობრივი ან სრული მოცილებით, ან მათი მემულგირებელი ქმედების ნაწილობრივი ან სრული ჩახშობით, მივიღებდით რაფინატის გამოსავლიანობის მატების სურათს.



ნახ. 20. ტემპერატურის დამოკიდებულება ნეიტრალიზირებული ზეთის გამოსავალიანობაზე

მოტანილი მონაცემები მოწმობს, რომ მზესუმზირას ზეთში შემავალი ფოსფოლიპიდების მოცილებას თან უნდა ახლდეს რაფინატის გამოსავლიანობის მნიშვნელოვანი ზრდა. თუმცა, უკვე ჩატარებული საცდელ-

სამრეწველო კვლევების შედეგები, ჯერჯერობით, არ იძლევა ნააზრევს პირდაპირ მტკიცებულებას.

ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტი, რომელმაც მოგვცა საშუალება დაგვედგინა ტუტე ნეიტრალიზაციამდე ფოსფატიდების მოცილების ეფექტურობის შემცირების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მიზეზი. ჩვენ შევი-სწავლეთ ფოსფოლიპიდების ჰიდრატაციის პროცესის შემდეგ დარჩენილი წყლის ნაჭარბის გავლენა რაფინატის გამოსავლიანობაზე.

ექსპერიმენტის პირველი ეტაპი იყო ნედლი ზეთის ჰიდრატაცია, რომელიც მიზნად ისახავდა ჰიდრატირებული ზეთის ტენიანობის გავლენის შეფასებას ნეიტრალიზირებული ზეთის გამოსავლიანობაზე; მეორე ეტაპს წარმოადგენდა ზეთის ნეიტრალიზაციის პროცესი, რისთვისაც განვსაზღვრეთ ნედლი მზესუმზირას ზეთის მჟავური რიცხვი, ნეიტრალიზაციის პროცესისათვის საჭირო NaOH-ის კონცენტრაცია და მოცულობა, ბოლოს - ნეიტრალიზირებული ზეთის გამოსავალი. ექსპერიმენტის შედეგები მოტანილია ცხრილი 21-ში:

მიღებული მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ფოსფოლიპიდების მოცილება არაეფექტურია იმ შემთხვევაში, როცა ტუტე ნეიტრალიზაციამდე ზეთიდან არ აცილებენ მასში კარგად განაწილებულ ჭარბ წყლს, რომელიც ჰიდრატაციის სტადიაზეა შეტანილი. ჭარბი წყლის მოცილება, გაშრობა, თუნდაც ზეთში მის საწყის შემცველობამდე (ჰიდრატაციამდე), საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ზეთიდან ფოსფატიდების მოცილებით განპირობებული ეფექტი, ესე იგი, ამ შემთხვევაში ჰიდრატირებული ზეთის რაფინირებადობა უმჯობესდება.

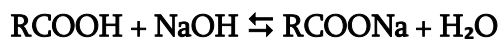
მსგავსი დასკვნები უკვე გაკეთებულ იყო მზესუმზირას ზეთის საპონ-ტუტოვან არეში რაფინირებისას [136]. ჰიდრატირებული ზეთის გაშრობის გარეშე ვერ ხერხდებოდა რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობის 1%-ზე უფრო მეტი მატების დაფიქსირება.

ზეთში დისპერსული წყლის მოცილებისას რაფინატის გამოსავლის უფრო მნიშვნელოვანი დადებითი ეფექტის მიღწევა შეიძლება აიხსნას იმით,

რომ ფაზათაშორის შრეში საპნის წარმოქმნის მომენტში წყლის მოლეკულათა ნაწილი შეიძლება კვლავ გაიხსნას ზეთში, რასაც თან მოყვება მათი კონცენტრაციის შემცირება რეაქციის სფეროში:

ცხრილი 21. წყლის ნაჭარბის გავლენა მზესუმზირას ზეთის რაფინირებაზე

ზეთის ხარისხის მაჩვენებლები	ზეთის მაჩვენებლების ნორმები							
	არარაფინირებული	წინასწარი ჰიდრატაციის გარეშე ნეიტრალიზირებული	ჰიდრატაციის შემდეგ ნეიტრალიზირებული, C[NaOH]=100გ/ლ, ნაჭარბი 50 %		არარაფინირებული	წინასწარი ჰიდრატაციის გარეშე ნეიტრალიზირებული	ჰიდრატაციის შემდეგ ნეიტრალიზირებული, C[NaOH]=100გ/ლ ნაჭარბი -50 %	
			გაშრობის გარეშე	დამატებით გამშრალი			გაშრობის გარეშე	დამატებით გამშრალი
მჟავური რიცხვი, მგ KOH/გ	5,0	0,25	0,25	0,25	3,0	0,3	0,2	0,2
ფოსფორიპიდების მასური წილი, %	3,0	ნაკვალევი	-	-	1,5	ნაკვალევი	-	-
წყლის მასური წილი, %	0,2	0,2	0,7	0,15	0,2	0,2	0,5	0,1
გამოსავალი, %	-	90,5	91,4	93,3	-	91,8	93,0	95,0



წყლის მოლეკულების კონცენტრაციის ცვლილება ფაზათაშორის შრეში თავიდან გვაცილებს წარმოქმნილი საპნის მოლეკულების ჰიდროლიზის უკურეაქციას.

შეიძლება ასევე ვივარაუდოთ, რომ ზეთის შრიდან წყლის მოლეკულების მოცილება შეასუსტებს ტუტის მოლეკულების ზემოქმედებას ტრიგლიცეროლების მოლეკულებზე, რითაც შემცირდება ტრიგლიცეროლების გასაჰვნა.

აღწერილი ექსპერიმენტი მოწმობს, რომ ფოსფატიდების მაქსიმალური მოცილება ზეთიდან ჰიდრატაციის გზით და ტენის შემდგომი მოცილება ჰიდრატირებული ზეთიდან, წარმოადგენს საიმედო მეთოდს, რომელიც ამცირებს ფოსფატიდების უარყოფით გავლენას რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობაზე.

თუმცა, როგორც ჩანს, არანაკლებ მნიშვნელოვანი შეიძლება ყოფილიყო ფოსფოლიპიდების მათემატიკური ქმედების ჩახშობის ტექნოლოგიური მეთოდების დაუშავება (ზეთიდან მათი წინასწარი გამოყოფის გარეშე), რამაც შეიძლება უზრუნველყოს ხარჯების ეკონომია ზეთის ჰიდრატაციისა და შრობის პროცესების გამორიცხვის ხარჯზე. ასეთი გზა გამართლებულია იმითაც, რომ ფოსფოლიპიდების მნიშვნელოვან წილს შეადგენენ ფოსფატიდური მჟავები [41], რომელთა მოცილების სიღრმეც ზეთებიდან ძალიან დაბალია.

3.7. მზესუმზირას ზეთის რაფინირების მეთოდის შემუშავება

მზესუმზირას ზეთის ტუტე ნეიტრალიზაციის პროცესში ფოსფოლიპიდების დადგენილმა გავლენამ რაფინატის გამოსავლიანობაზე დასახა ამოცანა ახალი ტექნოლოგიის შემუშავების შესახებ, რომელიც გამორიცხავდა ამ გავლენას. მოცემულ სამუშაოში მზესუმზირას ზეთის მიღებულ ემულსიურ მეთოდთან მიმართებაში, ტუტე ნეიტრალიზაციის დროს, ეს ამოცანა გადაწყდა ტუტე რეაგენტის შედგენილობაში ნორმალური აგებულების ალიფატური სპირტების შეყვანით.

ნორმალური აგებულების ალიფატური სპირტით, კერძოდ ეთანოლით პერმიაკოვამ და ვორონინამ თავის გამოგონებაში განახორციელა მზესუმზირას ზეთის რაფინირება ცხიმოვანი მჟავების ექსტრაქციებით, რომლის მიხედვითაც ნარევი 25°C- დან 70°C- მდე ტემპერატურის დიაპაზონში გადადის ემულგირებულ მდგომარეობაში, რასაც მოჰყვება ემულსიის შემდგომი განშრევა ორ ერთმანეთში უხსნად თხევად ფაზად, შედეგად მცირდება ერთსაფეხურიანი ექსტრაქციების ხანგრძლივობა 0,5 საათამდე და მარტივდება მრავალსაფეხურიანი ექსტრაქცია უფრო ღრმა გაწმენდით [137].

ცხიმოვანი მჟავების ექსტრაქციების გარდა, ეთანოლით და სხვა დაბალმოძველური ალიფატური სპირტებით, შესაძლებელია მოხდეს ფოსფოლიპიდების მამულგირებელი ქმედების ჩახშობა და წარმოქმნილი ემულსიის სტაბილურობის შემცირება.

როგორც ცნობილია, ფოსფოლიპიდების მამულგირებელი მოქმედება ზეთი-წყალი სისტემაში აიხსნება ფაზათაშორის ზედაპირზე მათი ზედაპირული აქტივობის გამოვლინებით, რასაც თან ახლავს ფოსფოლიპიდების მიცელების წარმოქმნა და ტრიგლიცეროლების მოლეკულების სოლუბილიზაცია (მათ შიგნით გახსნა).

ასეთ სისტემაში ალიფატური სპირტების შეყვანა იწვევს მიცელების ზედაპირულ შრეში მათ დამაგრებას. ამ დროს სპირტების პოლარული ჯგუფები მიმართულია წყლის ფაზაში, ხოლო ნახშირწყალბადების არაპოლარული ჯაჭვები - მიცელების შიგნით. ეს იწვევს ემულსიის სტაბილურობის შემცირებას და ფაზათაშორის ზედაპირიდან ტრიგლიცეროლების ნაწილის გადაადგილებას [138, 139].

ფაზათა გაყოფის ზედაპირზე ალიფატური სპირტების მოლეკულების არსებობა, არშესული მოლეკულათშორის ურთიერთქმედებაში ტრიგლიცეროლების მოლეკულებთან, რომლებიც იმყოფებიან მიცელების შიგნით, განაპირობებს ფაზათა გამყოფ ზედაპირიდან ფოსფოლიპიდების გადასვლას ზეთის ფენაში, ანუ მათ გადასვლას კოლოიდური ხსნარის

მდგომარეობაში. ეს აიხსნაბა სპირტების კონკურენტული მოქმედებით, რომლებიც გამოირჩევა უკეთესი ხსნადობით წყლის ფაზაში, ვიდრე ფოსფოლიპიდები.

ფაზათა გამყოფ შრეში მყოფი სპირტების მოლეკულები, მაგრამ არშესული ფოსფოლიპიდების მიცელებთან მოლეკულათშორის ურთიერთქმედებაში, ხელს უწყობენ საპნის მოლეკულების კონცენტრაციის შემცირებას ფაზათა გამყოფ ზედაპირზე, ხოლო ტუტის ხსნარში არსებული სპირტის მოლეკულები, ხელს უშლის წარმოქმნილი საპნის ჰიდროლიზს და აქვეითებს მის ხსნადობას, რაც განაპირობებს მესამე ფაზის წარმოქმნას (სოაბსტოკი).

ალიფატური სპირტების ზემოაღნიშნულ თვისებათა გამოყენების შესაძლებლობა არაჰიდრატირებული მზესუმზირას ზეთის რაფინირების გაუმჯობესების თვალსაზრისით, დადასტურებული იყო წინა თავში აღწერილ ანალოგიურ მოდელურ ნიმუშებზე.

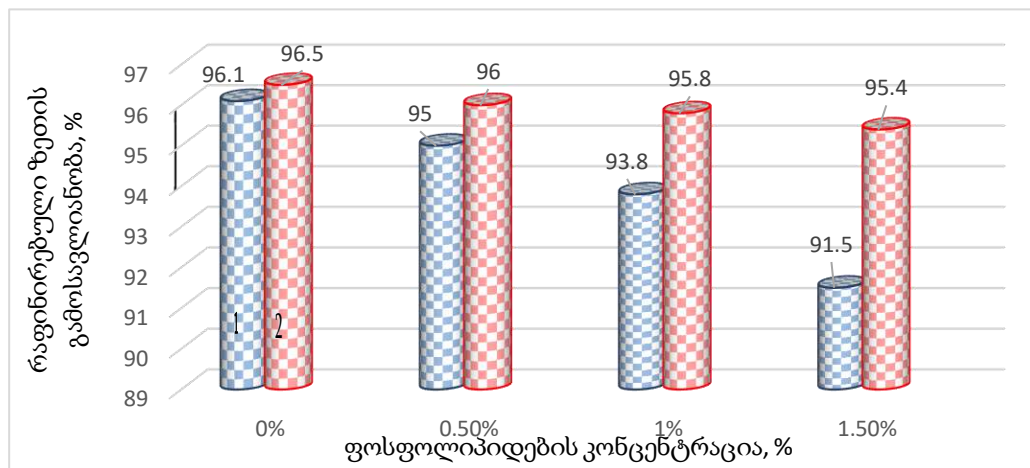
ექსპერიმენტების პირველ სერიაში რაფინირებულ ზეთში შევიტანეთ 1,5% თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები და 0,5-დან 1,5%-მდე მზესუმზირას ფოსფატიდი, ხოლო მეორე სერიაში 2,5% ცხიმოვანი მჟავები და 0,5-დან 1,5%-მდე მზესუმზირას ფოსფატიდი.

ექსპერიმენტების თითოეულ სერიაში მომზადებული იყო ფოსფატიდების შემცველობით განსხვავებული 8-8 ნიმუში. ტუტე ნეიტრალიზაცია ჩავატარეთ საცდელი რაფინირების მეთოდით, რომლის დროსაც გამოვიყენეთ იგივე კონცენტრაციისა და ნაჭარბის ტუტის წყალხსნარები (50 გ/ლ+10%; 100გ/ლ + 20% და 200გ/ლ + 50%). სპირტ-წყალხსნარებით ნეიტრალიზაციისათვის სპირტის კონცენტრაცია ხსნარის საერთო მოცულობის 5%-ს შეადგენდა. ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია ნახაზები 21-23-ზე.

წარმოდგენილი გრაფიკული გამოსახულებების თანახმად, ცხადი ხდება, რომ ზეთებში ფოსფატიდების კონცენტრაციის ცვალებადობის მთელ დიაპაზონში, ჩვეულებრივ ნეიტრალიზაციასთან შედარებით ალიფატური

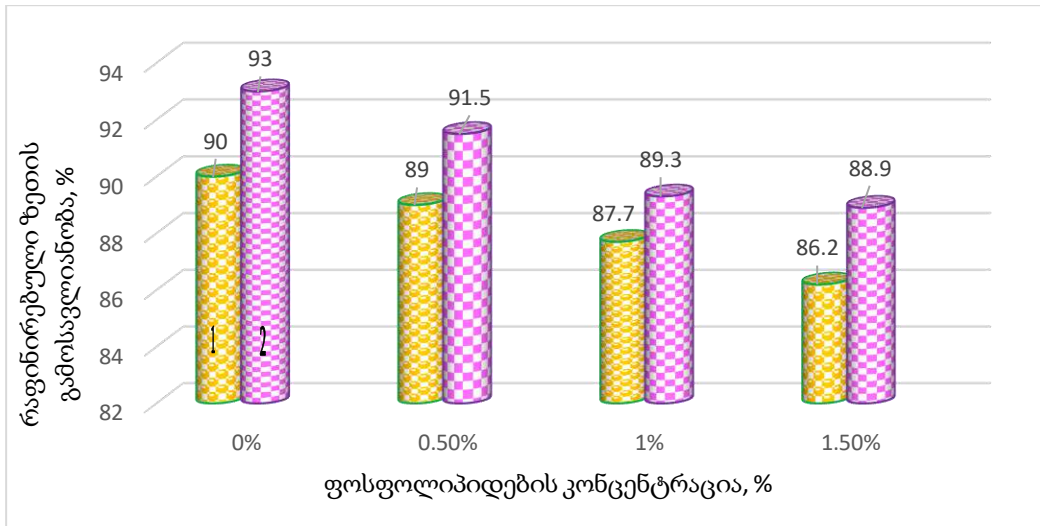
სპირტების (ცდების მოცემულ სერიებში - ეთილის სპირტის) შეყვანა ხელს უწყობს რაფინატის გამოსავლიანობის ზრდას. ამასთან, ფოსფატიდებისა და ცხიმოვანი მჟავების კონცენტრაციების თანაფარდობების შემცირებასთან ერთად გამოსავლიანობის ზრდის ეფექტის აბსოლუტური მნიშვნელობა რამდენადმე კლებულობს.

ჩატარდა დაწვრილებითი ანალიზი იმ ფაქტორებისა, რომლებიც განსაზღვრავს ტუტე სპირტ-წყალხსნარებით ნეიტრალიზაციის დროს არაჰიდრატირებული მზესუმზირას ზეთის გამოსავლიანობის ზრდის ეფექტს. ანალიზის მსვლელობა ანალოგიურია წინა თავში აღწერილი მსვლელობისა (დამოკიდებულების ტიპის შესაფასებლად, რომელიც განსაზღვრავს ზეთის ნარჩენების რაოდენობას მზესუმზირას ზეთის ტუტე ნეიტრალიზაციისას).



ნახ. 21. ნეიტრალიზაციის შემუშავებული ტექნოლოგია:
C[RCOOH] – 1,5%; C[NaOH] – 50 გ /ლ + 10%
 1 - ნეიტრალიზაცია ტუტის წყალხსნარით;
 2 - ნეიტრალიზაცია ტუტის სპირტ-წყალხსნარით.

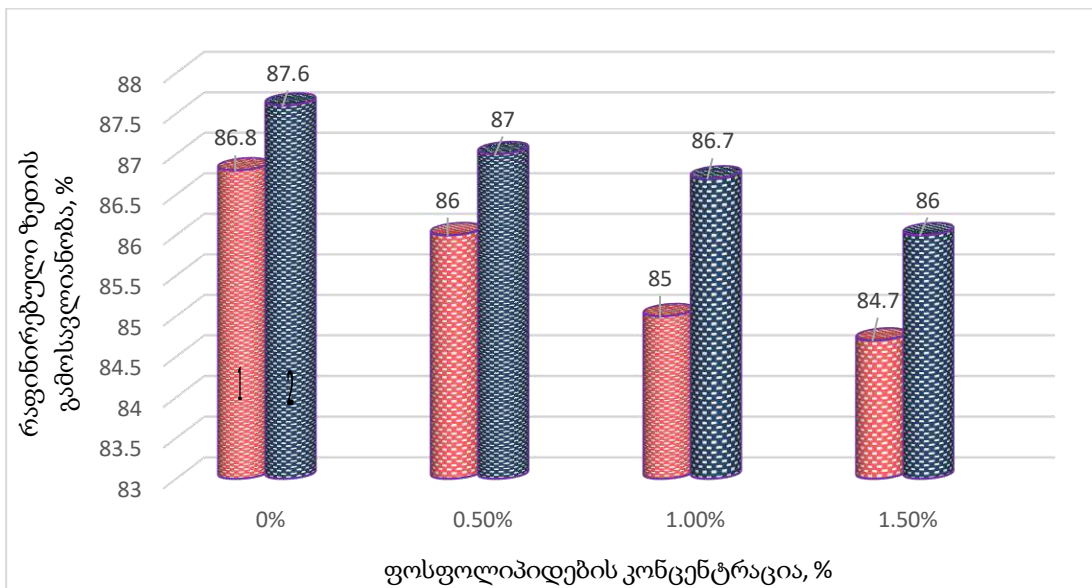
ჩატარებულმა კვლევებმა შესაძლებელი გახადა სათანადო დამოკიდებულებების დადგენა ტუტე-სპირტ-წყალხსნარებით ნეიტრალიზაციის პროცესისათვის. მითითებული დამოკიდებულებები მოცემულია ცხრილი 22-ში.



ნახ. 22. ნეიტრალიზაციის შემუშავებული ტექნოლოგია:

$C[\text{RCOOH}] - 3,0 \%$; $C[\text{NaOH}] - 100 \text{ გ/ლ} + 20\%$.

- 1 - ნეიტრალიზაცია ტუტის წყალხსნარით;
- 2 - ნეიტრალიზაცია ტუტის სპირტ-წყალხსნარით.



ნახ. 23. ნეიტრალიზაციის შემუშავებული ტექნოლოგია:

$C[\text{RCOOH}] - 5,0 \%$; $C[\text{NaOH}] - 200 \text{ გ/ლ} + 50\%$.

- 1 - ნეიტრალიზაცია ტუტის წყალხსნარით;
- 2 - ნეიტრალიზაცია ტუტის სპირტ-წყალხსნარით.

ცხრილი 22. მზესუმზირას ზეთის ნარჩენების სიდიდების განტოლება ფოსფატიდებისა და ცხიმოვანი მჟავების კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით

ნეიტრალიზაციის პირობები	ცხიმოვანი მჟავების კონცენტრაცია, %	ფოსფატიდების კონცენტრაცია, %	ტუტის კონცენტრაცია გ/ლ, ნაჭარბი, %	ზეთის ნარჩენების სიდიდების განტოლება
ტრადიციული ტექნოლოგიით	1,5	1,5	50/10	$y=2,4\phi + 2,9x$
შემუშავებული ტექნოლოგიით	1,5	1,5	50/10	$y=2,0\phi + 2,2x$
ტრადიციული ტექნოლოგიით	2,5	1,5	100/20	$y=1,9\phi + 2,5x$
შემუშავებული ტექნოლოგიით	2,5	1,5	100/20	$y=0,5\phi + 2,0x$
ტრადიციული ტექნოლოგიით	5,0	1,5	200/50	$y=1,13\phi + 2,34x$
შემუშავებული ტექნოლოგიით	5,0	1,5	200/50	$y=0,73\phi + 2,18x$

შედარებისათვის, იგივე ცხრილში შეტანილია ნარჩენების სიდიდების დამოკიდებულებები იგივე ხარისხის ზეთების ტუტის წყალხსნარების ანალოგიური კონცენტრაციებითა და ნაჭაბებით ნეიტრალიზაციის შემთხვევაში.

კოეფიციენტების შედარება მოცემულ მათემატიკურ გამოსახულებებში ადასტურებს ვარაუდს, რომ სპირტის არსებობა წყალხსნარში განაპირობებს ფოსფოლიპიდების ემულგირების თვისებების შესუსტებას.

აღნიშნულმა მოვლენამ საშუალება მოგვცა ტუტე სპირტ-წყალხსნარების გამოყენებით დაგვემუშავებინა არაჰიდრატირებული მზესუმზირას ზეთის ტუტე ნეიტრალიზაციის ტექნოლოგია.

სპირტების კონცენტრაციების განსაზღვრის ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია ცხრილი 23-ში.

ცხრილი 23-ის შედეგებით დადგინდა, რომ ხსნარის მოცულობიდან არანაკლებ 5 % ეთილის სპირტის გამოყენების შემთხვევაში ზეთის გაუმჯობესებული რაფინირების დადებითი ეფექტის მიღწევა შესაძლებელია. თუმცა სპირტის 10 და 15% ასევე ეფექტურია, მაგრამ მისი გამოყენება ასეთი რაოდენობით ნაკლებად გამართლებულია პროცესის ეკონომიკური თვალსაზრისით. კონცენტრაციის შემდგომი ზრდა (15%-ზე მეტი) ნაკლებეფექტურია.

ცხრილი 23. სპირტის კონცენტრაციის დამოკიდებულება ზეთის გამოსავლიანობაზე

№№	არარაფინირებული ზეთი		ნეიტრალიზირებული				
	მკვლურიცხვი, მგ KOH	ფოსფატიდები, %	ზეთის გამოსავლიანობა, %	ფერის რიცხვი, მგ J ₂	სპირტის კონცენტრაცია ხსნარში, %	ზეთის გამოსავლიანობა, %	ფერის რიცხვი, მგ J ₂
1	6,7	1,5	93,0	7	5	96,8	5,5
2	9,5	1,5	90,0	15	5	94,7	12
3	8,0	1,4	94,5	12	10	96,5	10
4	6,5	1,2	90,6	20	10	94,0	16
5	5,7	1,8	90,3	15	15	94,5	14
6	7,8	1,6	78,8	16	15	82,3	16
7	6,0	1,5	90,5	16	20	91,5	13
8	9,3	1,8	92,4	21	20	92,0	19
9	6,7	1,6	84,5	11	25	85,0	11
10	8,5	1,0	79,0	22	25	78,0	21

ლაბორატორიულ პირობებში დაზუსტებული იყო ამ მიზნისთვის ეთანოლის, პროპანოლის, ბუთანოლისა და პენტანოლის გამოყენების ეფექტურობა კონცენტრაციებით 5-დან 25%-მდე ხსნარის საერთო მოცულობიდან (ცხრილი 24). ექსპერიმენტი ჩატარდა საწარმოო ზეთებზე.

ცხრილი 24. სხვადასხვა სპირტების მოქმედების ეფექტურობა

№№	არარაფინირებული ზეთი		ნეიტრალიზირებული				
			ტუტის წყალხსნარით		ტუტის სპირტ-წყალხსნარით		
	მჟავური რიცხვი, მგ KOH	ფოსფატიდები, %	ზეთის გამოსავალი, %	ფერის რიცხვი, მგ I ₂	სპირტის დასახელება	ზეთის გამოსავალი, %	ფერის რიცხვი, მგ I ₂
1	8,0	1,4	93,0	17	ეთანოლი	96,8	15
2	6,5	1,7	90,0	14	ეთანოლი	94,4	12
3	5,0	1,4	91,3	14	პროპანოლი	94,5	13
4	9,0	1,7	80,0	20	პროპანოლი	82,6	17
5	5,2	1,4	87,0	15	ბუთანოლი	91,5	14
6	4,0	1,7	88,9	16	ბუთანოლი	94,2	14
7	4,9	1,5	90,0	17	პენტანოლი	94,0	16
8	6,7	1,2	88,0	15	პენტანოლი	92,5	13

როგორც ჩანს, კონცენტრაციების ეფექტური ზედა ზღვარის ხელმისაწვდომობა აიხსნება ტუტის უფრო აქტიური გავლენით ნეიტრალური ცხიმის გასაპვნაზე სპირტს გაზრდილი შემცველობისას. ფაზათაშორის ზედაპირზე ამ რეაქციის გაძლიერება ხელს შეუწყობს საპნის მოლეკულების ხსნადობის შემცირებას სპირტ-წყალხსნარებში სპირტის მაღალი კონცენტრაციისას და ამით საპნის მოლეკულების დიდი ნაწილის მოცილებას

ფაზათაშორის ფენიდან ტრიგლიცეროლების მოლეკულების შესაბამისი ჩანაცვლებით.

სპირტის კონცენტრაციის ქვედა ზღვარი, 5%-ზე ნაკლები, განსაზღვრავს ზემოხსენებულ ფაქტორებზე ფაზათა შორის მოლეკულების ურთიერთქმედების მინიმალურ გავლენას, ამიტომ არ იქნა გადამოწმებული.

NaOH-ის კონცენტრაცია ტუტის სპირტ-წყალხსნარებით ნეიტრალიზაციისათვის, აგრეთვე მისი ნაჭარბი, მაღალი ხარისხის რაფინირებული ზეთის მისაღებად, განვსაზღვრეთ ნედლი ზეთის მჟავური რიცხვის მიხედვით [54].

მზესუმზირას ზეთის ტუტე ნეიტრალიზაციის ტექნოლოგიური პროცესის აღწერა ტუტე სპირტ-წყალხსნარების გამოყენებით მოცემულია დანართ 3-ში.

რაფინირების შემოთავაზებული ტექნოლოგიის უპირატესობა არის მზესუმზირას ზეთის ტუტე ნეიტრალიზაციის განხორციელება ჰიდრატაციის სტადიის გამორიცხვისა და პროცესის აპარატურული გაფორმების მნიშვნელოვანი ცვლილებების გარეშე.

ამრიგად, შემოთავაზებული პრინციპიალური ტექნოლოგიური სქემა შესაბამისობაშია მზესუმზირას ზეთის ტუტის წყალხსნარებით ნეიტრალიზაციის სქემასთან. მოცემულ სამუშაოში პროცესი ხორციელდება პერიოდული ნეიტრალიზაციის მეთოდით.

აპარატურულ გაფორმებაში სხვაობა გათვალისწინებულია მხოლოდ სოაბსტოკის უტილიზაციის სტადიებზე. უკანასკნელიდან (სოაბსტოკი) სპირტის კვალის მოცილება უნდა მოხდეს ანალოგიური მეთოდებით, რომლებიც გამოყენებულია მისცელაში რაფინირების დროს სოაბსტოკიდან გამხსნელის კვალის მოსაცილებლად. ეს აუცილებელია შემდგომი პროცესების უსაფრთხო ჩატარებისათვის საპნის გამოყენების ან მისი ტრანსპორტირების შემთხვევაში.

გადადენილი სპირტი შეიძლება დაბრუნდეს ტუტის ხსნარის მომზადების სტადიაზე. ტექნოლოგიური პროცესის ძირითადი სტდიები (სოაბ-სტოკიდან სპირტის გადადენის გარდა) აპრობირებული იყო საპილოტე პირობებში კომპანია ქარვა - შპს არი-ის ზეთსახდელ წარმოებაში.

ტექნოლოგიური პროცესის გამოცდის მსვლელობის დაწვრილებითი აღწერა და მისი შედეგები მოცემულია მომდევნო თავში.

3.7.1. საპილოტე-სამრეწველო გარემოში შემუშავებული ტექნოლოგიის გამოცდის შედეგები

ექსპერიმენტული დანადგარის ტექნოლოგიური სქემა შედგება წარმოდგენილი ტექნოლოგიური ოპერაციებისაგან (ნახაზი 24).

ტუტის სპირტ-წყალხსნარების მოსამზადებლად გამოვიყენეთ:

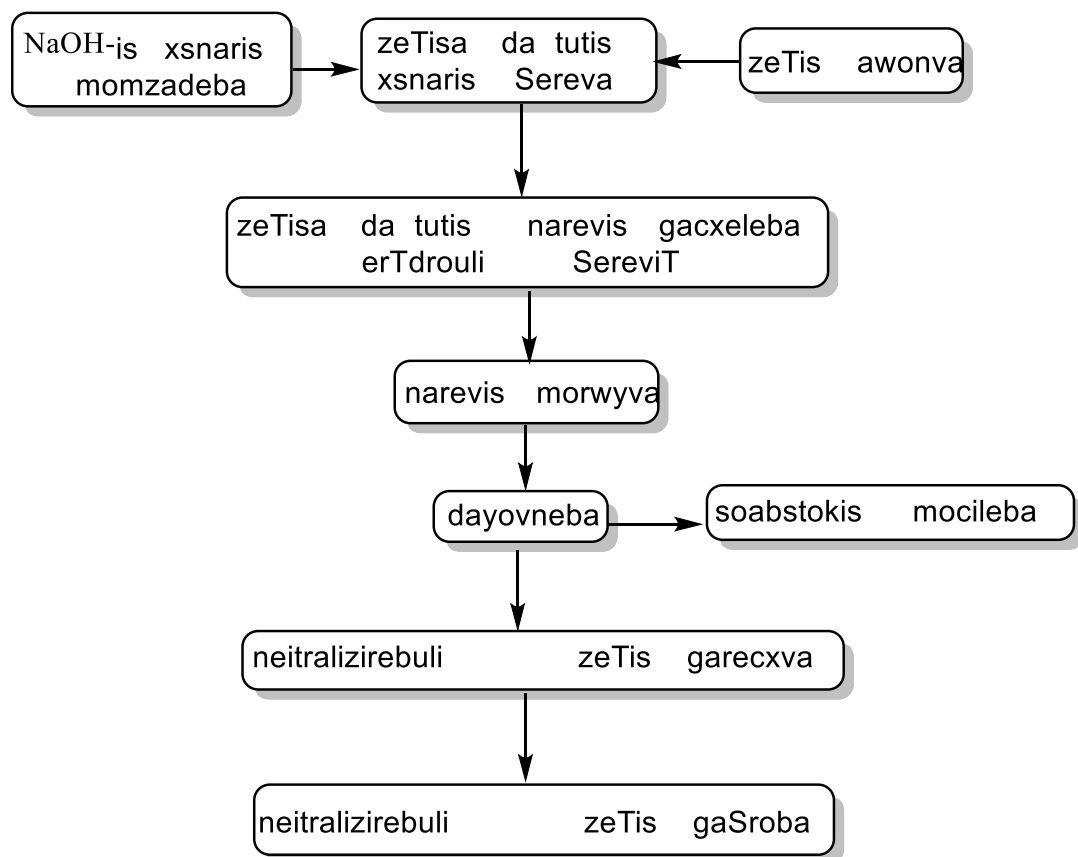
- ნატრიუმის ჰიდროქსიდი სტანდარტით 4328-77 [140];
- დისტილირებული წყალი სტანდარტით 6709-72 [141];
- ტექნიკური ნორმალური ბუთილის სპირტი სტანდარტით 5208-81 [142].
- ტუტე ნეიტრალიზაციის ერთი ციკლისათვის საჭირო ტუტის ხსნარის კონცენტრაცია და ნაჭარბი დამოკიდებულია საწყისი არარაფინირებული ზეთის მჟავურ რიცხვზე. ამ პირობების შერჩევა ვაწარმოეთ საცდელი რაფინირების გზით ლაბორატორიულ პირობებში.

პირველად მოვამზადეთ უფრო კონცენტრირებული ტუტის წყალხსნარი მყარი NaOH გამოთვლილი რაოდენობის გახსნის გზით დისტილირებულ წყალში. შემდეგ ეს ხსნარი განვაზავეთ სპირტით. გამზადებული ხსნარის ყოველ ლიტრზე გამოვიყენეთ 950 სმ³ ტუტის წყალხსნარი და 50 სმ³ სპირტი. ხსნარი საფუძვლიანად შევურიეთ.

ნეიტრალიზაცია ჩავატარეთ კომპანია ქარვა - შპს არი-ის ზეთსახდელ წარმოებაში გამომუშავებულ არარაფინირებულ საწარმოო ზეთებზე.

სპირტ-წყალხსნარების ზეთთან შერევა ვაწარმოვეთ 30 კგ ტევადობის ნეიტრალიზატორში 40-45 °C-ზე.

სარეველით ზეთის შერევისას ინტენსიური მორევის პირობებში ნეიტრალიზატორში მზომი ცილინდრიდან 2-3 წთ-ის განმავლობაში თანდათანობით ვამატებდით ტუტის ხსნარის გათვლილ რაოდენობას. შერევა გავაგრძელებთ 30 წთ-ის განმავლობაში.



ნახ. 24. ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემის სტადიები

მიღებული რაფინირებული ზეთი გამოვიკვლიეთ შემდეგი მაჩვენებლებით:

- ფერის რიცხვი - მგ I₂;
- ზეთის მჟავური რიცხვი - მგ KOH;
- რაფინირებული ზეთის მასა - კგ.

საწყისი არარაფინირებული ზეთისა და სპირტ-წყალხსნარებით ნეიტრალიზირებული ზეთის ხარისხის მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილ 25-ში.

ცხრილი 25. საპილოტე დანადგარზე განეიტრალებული ზეთის ხარისხის მაჩვენებლები

ნეიტრალიზაციის გამოყენებული ტექნოლოგია	საწყისი ზეთი			რაფინირების პირობები		ნეიტრალიზირებული ზეთი		სოაბსტოკი და ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობა
	ფერის რიცხვი, მგ J ₂	მჟავური რიცხვი, მგ KOH	ფოსფატიდები, %	ტუტის გასავალი, კგ/ტ	ტუტის ნაჭარბი, %	ფერის რიცხვი, მგ J ₂	გამოსავლიანობა, %	
ტრადიციული ტექნოლოგიით	25,0	6,0	1,3	5,4	10	13,0	85,5	1:1,4
	„	„	„	6,4	30	10,0	85,0	1:1,3
	„	„	„	3,9	50	15,0	88,0	1:1,5
შემუშავებული ტექნოლოგიით	25,0	6,0	1,3	5,4	10	10,0	89,0	1:1,8
	„	„	„	6,4	30	9,0	88,5	1:2,2
	„	„	„	3,9	50	14,0	92,0	1:2,2

სოაბსტოკის ცხიმოვან ფაზაში ნეიტრალური ცხიმისა და ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობის განსაზღვრის მიზნით აგრეთვე ჩავატარეთ სოაბსტოკის ანალიზი [118]. შედეგები მოცემულია იმავე ცხრილში.

ცხრილ 25-ში მოცემული მაჩვენებლები ცხადყოფს, რომ წინა თავში აღმოჩენილი და ნაჩვენები მხესუმზირას ზეთის რაფინირების შემოთავაზებული ტექნოლოგია ტუტე-სპირტ-წყალხსნარების გამოყენებით უზრუნველყოფს რაფინატის გამოსავლიანობის ზრდას საწარმოო ზეთებზე საპილოტე პირობებშიც.

როგორც ცხრილი 25-ის მონაცემებიდან ჩანს, რაფინირების ანალოგიური რეჟიმების დროს (ტუტის კონცენტრაცია და ნაჭარბი) ტუტე-სპირტ-წყალხსნარების გამოყენებით ფიქსირდება რაფინატის გამოსავლიანობის

ზრდა 3,5-4,0 %-მდე შეფერილობის იმავე დონის მიღწევით, ანდა ნაკლები შეფერილობით (მაღალი მჟავური რიცხვის მქონე ზეთებისათვის) [143].

რაფინატის ზრდის ეფექტი დასტურდება სოაბსტოკის ცხიმოვან ფაზაში ნეიტრალური ცხიმისა და ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობის შესაბამისი ცვლილებებით.

პროცესის შედეგად მიღებული ზეთი აკმაყოფილებს სტანდარტს ГОСТ 1129-2013 (უმადლესი და პირველი ხარისხი), რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას უშუალო მოხმარებისთვის კვებში, კვების პროდუქტების წარმოებაში, მათ შორის ბავშვთა კვებაში და სამრეწველო გადამამუშავებისთვის.

დასკვნები

ადგილობრივი მზესუმზირას სამომხმარებლო თვისებების და თესლების სამრეწველო პარტიებისა და ზეთების კვლევა, ადგილობრივი წარმოებების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ანალიზი გადამუშავებული თესლების ტექნიკური ხარისხების შედგენილობის მიხედვით და ზეთების ხარისხის გათვალისწინებით, თესლების დაუმწიფებლობის და ფუჭებადობის ხარისხის შესწავლა, აგრეთვე ტრიგლიცეროლების სხვადასხვა თანმდევი ნივთიერებების გავლენის კვლევა ზეთების რაფინირებაზე, გვამღვევენ შემდეგი დასკვნების გაკეთების საშუალებას:

1. გამოკვლეულია ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს ადგილობრივ წარმოებებში მზესუმზირას თესლების გადამუშავების ეფექტურობაზე (თესლების ხარისხი სიმწიფის მომენტისათვის, მაჩვენებლების ცვლილებები შენახვის პროცესი, დაბალი ტექნიკური ხარისხის თესლების განსაკუთრებულობა). დადგენილია, რომ ზეთების ძირითადი ხარისხობრივი მაჩვენებლები (მჟავური რიცხვი და შეფერილობა), რომლებიც მის რაფინირებას განსაზღვრავს, ფორმორდება თესლების მომზადების სტადიაზე, მისი შემდგომი შენახვისა და ზეთის წარმოების პროცესში.
2. დადგენილია, რომ მზესუმზირას ზეთის ტუტე რაფინირებისას ნარჩენების მწმურველოვანი დონე აიხსნება თესლებში არასრულად სინთეზირებული ტრიგლიცეროლების შესამჩნევი რაოდენობის არსებობით, რომელსაც შესაბამისად თან ახლავს თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობა თესლის მომზადებისას (მჟავური რიცხვი 2,5-3,0 მგ KOH). მჟავური რიცხვის შემდგომი მატება ხდება თესლების შენახვისას არახელსაყრელ პირობებში. შენახვის პროცესში მჟავური რიცხვის ყოველთვიური მატება აქტივირებული ვენტილირების გარეშე შეადგენს

არა ნაკლებ 1,2-1,6 მგ KOH-ს. არახელსაყრელ პირობებში შენახვას აგრეთვე თან ახლავს ბმული ლიპიდების ზრდა და შესაბამისად ზეთშემცველობის შემცირება 1-2 % სიდიდით.

3. შესწავლილია მზესუმზირას თესლის გადამუშავების დროს მიმდინარე ცვლილებები და დადგენილია, რომ ფოსფოლიპიდების მაქსიმალური გადასვლა ზეთში შეინიშნება 1-3 მმ-იანი ფრაქციის გადამუშავების დროს. ფოსფოლიპიდების ძირითადი ნაწილი გადადის ექსტრაჰირებულ ზეთში, ვინაიდან ექსტრაჰირებული ზეთის გამოსავლიანობა უფრო მეტია, ვიდრე დაწნეხილის.
4. გამოკვლეულია ქლოროფილების ჯგუფის პიგმენტები არარფინირებული ზეთის ფერის ფორმირებისას და ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც განაპირობებენ მათ მომატებულ შემცველობას ზეთებში. დადგინდა, რომ ზეთში ქლოროფილების დაგროვების ძირითადი მიზეზი არ არის სიმწიფის ხარისხი. ექსპერიმენტულად დადასტურდა, რომ ქლოროფილების კონცენტრაციის ზრდა მიმდინარეობს ზეთის მიღების პროცესში ჩვეულებრივი მწიფე თესლების ჩენჩოდან მათი ექსტრაჰირებისას ზეთით.
5. შესწავლილია ზეთების ტუტე ნეიტრალიზაციის პროცესში მზესუმზირას ფოსფოლიპიდების მოქმედების თავისებურებები და დაზუსტებულია ადრე არებული მეცნიერული წარმოდგენები მათ სრულ დაშლაზე. ექსპერიმენტულად ნაჩვენებია მათი მათემატიკური მოქმედების გამოვლინება ცხიმოვანი მჟავების მარილების მათემატიკურ მოქმედებასთან ერთად.
6. შემუშავებულია მზესუმზირას ზეთების ტუტე ნეიტრალიზაციის ახალი ტექნოლოგია ტუტე-სპირტ-წყალხსანარების გამოყენებით. სპირტებად აღებულია ალიფატური სპირტები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ფოსფოლიპიდების ემულგირების უნარის ჩახშობას. ტუტე ხსნარში სპირტების კონცენტრაცია არა ნაკლებ 5%. დამუშავებული ტექნოლოგიის

უპირატესობაა რაფინატის გამოსავლიანობის გაზრდის გამოვლინება 3,5-4,0%-მდე ერთდროულად მაღალი ხარისხის საკვები მზესუმზირას ზეთის მიღებით.

7. შემუშავებული ტექნოლოგიის აპრობირება განხორციელდა წარმოების საპილოტე დანადგარზე. პროცესის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები განსაზღვრავენ მოსალოდნელ ეკონომიურ ეფექტს წელიწადში 190 ათასი ლარის ფარგლებში რაფინირების წარმოებებისათვის წარმადობით 6,5 ტ ზეთი დღე-ღამეში.

რეკომენდაციები

რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობის ზრდა და ხარისხის გაუმჯობესება უნდა განხორციელდეს კომპლექსური ღონისძიებებით, რომელთა შორის აღსანიშნავია:

- სელექციონერებთან ერთობლივი მუშაობით, რომელიც უზრუნველყოფს მზესუმზირას თესლებში ტრიგლიცერიდების მაქსიმალურ სინთეზს და დიგლიცერიდების არსებობას არა უმეტეს 1,5 % (ჯამურად);
- მზესუმზირას სიმწიფის ვადების დაზუსტება ოპტიმალური ზეთშემცველობის მიღწევის გათვალისწინებით;
- შენახვის პროცესისათვის ნედლეულის გადამუშავებისას შრობის ტექნოლოგიის დაზუსტება ტენიანობის ოპტიმალურ პირობებამდე;
- მზესუმზირას თესლებიდან ზეთის დაწნეხვა - ექსტრაჰირების განხორციელება მზესუმზირას ჩენჩოს მინიმალური რაოდენობის შემცველობით, რომელიც ქლოროფილებისა და მისი ცვლილების ერთ-ერთი წყაროა;
- მზესუმზირას ზეთის ტუტე ნეიტრალიზაციამდე ფოსფოლიპიდების მოცილება ან მათი უარყოფითი გავლენის ჩახშობა ნეიტრალიზაციის პროცესში;
- ფოსფოლიპიდების მაემულგირებელი მოქმედების ჩასახშობად ტუტის სპირტ-წყალხსნარების გამოყენება (სპირტებად-ნორმალური აგებულების ალიფატური სპირტები კონცენტრაციით-არა ნაკლებ 5 %);
- რეკომენდირებული პროცესის გამოყენება მოქმედ მოწყობილობებზე;
- ტუტე რაფინირებისას მზესუმზირას ზეთის ნარჩენების ნორმირების წესის დაზუსტება ფოსფატიდების შემცველობის დონეზე დამოკიდებულების კოეფიციენტის შემოღებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Паронян В. Х. Технология жиров и жирозаменителей. М.: ДеЛипринт., 2006, с. 142 – 184.
2. Both S., Strube J, Cravatto G. Mass transfer enhancement for solid–liquid extractions“. [In: Chemat F, Strube J (eds.)] Green extraction of natural products: theory and practice. Weinheim, Wiley. 2015, pp. 101-142.
3. Голдовский А. М. Теоретические основы производства растительных масел. М.: Пищепромиздат. 1988, 445 с.
4. Кичигин В. П. Технология и техно-химический контроль производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность. 1986. с. 360.
5. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Под редакцией Сергеева А.Г. и Ржехина В.П. Л.: ВНИИЖ, 1974, т.1, кн.1, с.315, 425, 500.
6. Технология производства растительных масел. /Под редакцией В. М. Копейковского и С. И. Данильчука/ М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, с. 120, 416.
7. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 144 с.
8. Исаков В.П., Заволокин В. П., Друккер Ю., Круглов С. В. Способ получения мезги в производстве подсолнечного масла. Патент РФ №2166532, 10.05.2001, пз 09.09.1999.
9. Камениди Е. А. Совершенствование технологии подготовки рафинированного подсолнечного масла к дезодорации, Автореф. Канд. Дисс. 2000, Санкт-Петербург.
10. Протопопов А.В., Ворошилова А.В., Бобровская С.А. Химическая модификация подсолнечного масла. *Химические науки*. 2017, № 12(66), с. 37-43.
11. Kenneth C. Highlights: fat's for Future. *Oil Chem. Amer. Soc.* 1989, 66, N5, pp. 654 - 658.
12. Kaufmann H.R. The dynamic desodorantes - a new concept for thin deodorization. *Int. News Fats, Oils and Relat*, 1994, №4, pp. 533-534.
13. Asman R.G., Hooper S.N. Acide Artiphacts from the Deodorization of Oiks. *JAOCS*, 1974, 51, 1, pp. 14-20.
14. Henon G., Kemeny L., Recseg K., Zwoboda F. Deodorization of Vegetable Oils. Part 1. Modeling the Geometrical Isomerization of Polyunsaturated Acid, *JAOCS*, 1999, 77, 1, pp. 12-21.
15. ზადრიშვილი გ. მემცენარეობა. თბილისი, „განათლება“, 1981, 231 გვ.

16. ზადრიშვილი გ., ვ. ზედგენიძე, რ.ძიძიშვილი. მემცენარეობა თესლ-მცოდნეობის საფუძვლებით. თბილისი, სსაუ, 2009, 448 გვ.
17. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. М.: Пищевая промышленность, 1989, 336 с.
18. ძიძიშვილი რ. მზესუმზირას ჯიშები, მოვლა-მოყვანის აგროტექნიკა. *ახალი აგრარული საქართველო*, 2017, 9(77), გვ. 21.
19. ირემაშვილი ი. მზესუმზირას მოყვანის ტექნოლოგია. თბილისი: სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი. 2018, 33 გვ.
20. დარსაველიძე თ. მზესუმზირას წარმოების ძირითადი აგროწესები. *მემცენარეობა. აგროკავკასია*, 2020, გვ. 33.
21. ГОСТ 22391-2015 Подсолнечник. Технические условия.
22. ГОСТ 9576-84 Семена подсолнечника. Сортовые и посевные качества. Технические условия.
23. Основные направления развития масложировой промышленности на 1990-1995 гг. Раздел: Производство растительных масел. Л.: НПО Масложирпром, 1990, с. 68-69.
24. Ключкин В.В. и др. Способ подготовки масличного материала к извлечению масла. Авторское свидетельство СССР 950766, СССР, Б.И., № 30, 1982.
25. Braga EM, Seabra IJ, Dias AMA, Sousa HC. Recent trends and perspectives for the extraction of natural products. *Natural Product Extraction: Principles and Applications*, 2013, 7, pp. 231-284.
26. Vian MA., Allaf T., Vorobiev E., Chemat F. Solvent-free Extraction: Math or Reality. *Alternative solvents for natural products extraction*. Heidelberg: Springer. 2014, 2, pp. 25-38
27. Масликов В. А. Технологическое оборудование производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность, 1984, с. 281-429.
28. Ржехин В.П. Исследование важнейших химических процессов при переработке масличных семян и некоторые новые решения в области улучшения использования масличного сырья и качества продукции. Докл. по совокупности работ на соискание ученой степени докт.тех.наук. Л., 1974, с. 53, 15-30.
29. Ржехин В.П., Погонкина И.И. Взаимодействие липидов с белковыми веществами масличных семян в процессе маслодобывания. *Масложировая промышленность*, 1977, № 1, с. 11-13.
30. Круглов С. В. Совершенствование технологии получения и переработки подсолнечного масла. Автореферат, Москва, 2004, 32 с.

31. Стойкова В.Я. Материалы симпозиума по технологии жирных кислот и пищевых масел. Москва, март. 1987, с. 52.
32. Sullivan F. Sunflower oil processing from crude to salad oil. *Amer. Oil Chem. Soc.*, 1980, Vol.57, №2, pp. 845-850.
33. Chemat F., Strube J. Green extraction of natural products. Weinheim, Wiley, 2015, pp. 384.
34. Hoffman G. The Chemistry and Technology of Edible Oils and Fats and Their High Fat Products. New York: Academic Press. 1989, pp. 201-216.
35. Lajic von J., Bares M., Volhyn E., Cmolic M. Uber binfluss der Klimatisicrung auf den Gehalt an Phospholipide in geprebtен Rapssamente FSA. Deuschen.1986, 886 N 6, pp. 97-106.
36. Тютюнников Б.Н. Химия жиров. М.: Пищевая промышленность, 1984, с. 448, 384, 375.
37. Арутюнян Н. С., Корнена Е. П. Фосфолипиды растительных масел. М.: Агропромиздат, 1986, 255 с.
38. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. (Под ред. Сергеева А.Г.). Л.: ВНИИЖ, 1974, т. VI, вып. 2, с. 101-103.
39. Mieth J., Linov F. Zur fettstabilisierenden Wirkung von Phosphatiden. *Nahrung*. 1975, N.7, pp. 577-581.
40. Боковикова Т.Н., Илларионова В.В., Корнена Е.П., Бутина Е.А., Герасименко Е.О. Взаимодействие фосфолипидов подсолнечных масел с неомыляемыми липидами. *Пищевая технология*, Известия высших учебных заведений, Кубанский государственный технологический университет. 1999, № 1, с. 25-27.
41. Технология переработки жиров. (Под ред. Н.С.Арутюняна), М.: Агропромиздат, 1985, с.22-28.
42. Беззубов А.П. Химия жиров. М.: Пищевая промышленность, 1975, с.119, 124.
43. Ржехин В.П., Семенов Е.А. Кислотные свойства фосфолипидов растительных масел. *Труды Всес. н.-и. ин-та жиров*. 1979, вып. XVIII. с.59.
44. Мартовщук В. И., Багров А.А., Заболотний А.В., Мартовщук Е.В. Способ получения фосфатидного концентрата. Патент RU2487162C1,10.07.2013. рег. №2012108347/13,05.03.2012.
45. Ржехин В.П., Преображенская И.С. Взаимодействие фосфатидов с сахарами. *Труды Всес. н.-и. ин-та жиров*. 1980, вып. XX, с.75.

46. Kumar K, Yadav AN, Kumar V, Vyas P, Dhaliwal HS. Foodwaste: a potential bioresource for extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. *Bioresources and Bioprocessing*. 2017, №18, p. 64-72.
47. Ржехин В.П. Некоторые нежирные вещества хлопкового, подсолнечного и соевого масел и влияние их на выходы и потери масла в производстве растительных масел, при рафинации и мыловарении. Л.: Стеклогр. 1972, с.15-18.
48. Ржехин В.П. Взаимодействие сахаров и белковых веществ масличных семян в процессе маслодобывания. *Маслобойно-жировая промышленность*. 1976, №6. с.3.
49. Гуринович Г.П., Савченко А.Н., Соловьев К.Н. Спектроскопия хлорофилла и родственных соединений. Минск, 1988, с. 53.
50. Chapman D.M. Benefits and limitation of the novel chlorophyll. *Amer. Oil Chem. Soc.*, Amer. 1994, №4, pp. 397-400.
51. Рафинация и гидрогенизация рапсового масла. М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1986, серия 20, вып. 5, с. 18.
52. Заводцова Л.М., Ключкин В.В., Бухта В.К. К вопросу определения степени незрелости семян сои. *Труды Всес.н.-и. ин-та жиров*. 1981, вып. XXVIII, с. 142.
53. Заводцова Л.М., Ключкин В.В. Зависимость товарной ценности семян сои от содержания в них хлорофилла. *Труды Всес.н.-и. ин-та жиров*. 1981, вып. XXVIII, с. 138.
54. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров (Под редакцией Сергеева А.Г. и Ржехина В.П.) Л.: ВНИИЖ, 1974, т.1, кн.2, с. 300-450, 521.
55. სირაძე მ. ცხიმების რაფინირების ტექნოლოგია. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2013, გვ. 36.
56. Сирадзе М. Масла растительные. Химический состав и совершенствование технологии рафинации. (Монография). Тбилиси, Технический университет, 2017, с. 44, 49-57, 110-115.
57. Основные направления развития масложировой промышленности на 1990-1995 гг. Раздел: Рафинация растительных масел. Л.: НПО, Масло-жирпром, 1990, с. 22-25.
58. Паронян В. Х. И др. Технология жиров и жирозаменителей. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, с. 352.
59. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. (Под редакцией Сергеева А.Г. и Ржехина В.П.) Л.: ВНИИЖ, 1974, т.2, с. 435.

60. Арутюнян Н. С., Корнена Е. П., Нестерова Е. А. Рафинация масел и жиров. СПб.: ГИОРД, 2004, с. 44.
61. Стерлин Б.Я., Бурнашева С.Н., Арутюнян Н. С. Рафинация растительных масел в мисцелле. М.: ЦНИИТЕИПищепром, 1985, с. 23.
62. Стерлин Б.Я. Методика определения выхода нейтрального жира при нейтрализации. *Труды ВНИИЖ*, 1987, вып. XXVI, с. 232-237.
63. Свинкина А. Б., Якубов Ю. Р. и др. Использование струйных смесителей при щелочной рафинации подсолнечных масел. *Масло-жировая промышленность*, 1979, №7, с. 12-15.
64. Шевелков В. В., Хагуров А-Ч. А., Надыкта Г.Д., Гузенко Л. Д., Чекмарева И. Б. Установка для очистки нерафинированных растительных масел. Патент СССР № 15412406, 07.02.1990, Заявка № 4401835, 01.04.1988.
65. Нормы и нормативы расхода, отходов и потерь сырья и материалов в производстве масложировой продукции, естественной убыли сырья, материалов и готовой продукции при хранении и перевозках. Л.: ВНИИ Жиров 1985, с. 16, 19.
66. Сирадзе М.Г., Бердзенишвили И.Г., Гоксадзе И.Б. Рафинация экстракционного подсолнечного масла. *Химический журнал Грузии*, 2009, №2, с. 150-155.
67. Ахунджанов А. И., В. Н. Попова, А. А. Ганиев, Л. М. Плохова. Производство мисцельного соапстока. *Масло-жировая промышленность*, 1984, № 2, с. 26-27.
68. Трубина Н.Ф. Рафинация масла в мисцелле на сепарационной линии. *Масло-жировая промышленность*. 1989, № 11, с. 22-27.
69. Попова Е. Н., Атауллаев . Х.Г. и др., Ганиев А. Рафинация масла в мисцелле, получаемая прямой экстракцией посолнечного лепестка. *Масло-жировая промышленность*, 1980, № 2, с. 16-19.
70. De Smet V.C. Miscella Refining De Smet. N.Y.: Neuni Process. 1979, pp. 47-49.
71. Киншаков К.Д. Совершенствование технологии рафинации растительных масел и создание новых эмульсионных продуктов. Автореф. Москва, 2013, с. 8-20.
72. Глюшанян А.П. Разработка способа повышения полярных свойств сопутствующих веществ и технологии их удаления из растительных масел. Автореф., Краснодар, 2007, с. 4-16.
73. Комаров А.В. Комплексные исследования рафинации жиров и разработка эффективных методов переработки. Автореф. Москва, 2003, с. 10-16.

74. Герасименко Е.О. Научно-практическое обоснование технологии рафинации подсолнечных масел с применением химических и электрофизических методов. Автореф. Краснодар, 2004, с.12-22.
75. Жемухова М.М. Математическое моделирование процесса щелочной рафинации и коалесценции капель растительного масла в мыльно-щелочной среде. Автореф. Краснодар, 2004, с. 5-24.
76. Сухарева Я. М., Павлова Т. В., Васькина В.А. Взаимодействие пектиновых веществ с некоторыми металлами в щелочной среде. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, КГТУ, №1, 1999, с. 23-25.
77. Пораян В.Х., Восканян О.С., Скрябина Н.М., Козярина Г.И., Комаров А.В., Круглов С.В., Воскоаян К.Г. Способ рафинации растительных масел. Патент RU2242506C1, 20.12.2004, рег. №2003118040, 19.06.2003.
78. Пораян В.Х., Восканян О.С., Скрябина Н.М., Козярина Г.И., Комаров А.В., Круглов С.В., Воскоаян К.Г. Способ рафинации растительных масел. Патент RU2242507C1, 20.12.2004, рег. №2003118041, 19.06.2003.
79. Веселов В.П., Боковикова Т.Н., Артеменко Т.Н., Герасименко Е.О., Бутина Е.А., Лобанов В.Г. Корнена Е.П., Илларионова В.В., Швец Т.В., Артеменко М.И., Марфутенко А.А. Способ рафинации растительных масел и жиров. Патент Ru 2145339, 10.02.2000, рег. № 98120967/13, 23.11.1998.
80. Восканян О.С. Исследование и разработка технологии производства эмульсионных продуктов функционального назначения. Автореф. Москва, 2004, с. 6-25.
81. Березовская О.М. Разработка высоко-эффективной технологии получения рафинированных растительных масел устойчивых к окислению. Автореф. Краснодар, 2008, с. 9-22.
82. Каримов Р. Ф. Разработка способа получения эмульсионных продуктов с заданным составом и функциональными свойствами. Автореф. Москва, 2008, с. 12-28.
83. Аскинази А.И., Махсон Р.С., Губман И.И., Сидорина Л.С. Влияние состава и качества масел на величину отходов и потерь в процессе сепарационной рафинации. М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1981, вып.1, с. 2.
84. Лежаич И., Мезон И., Дьордьевич Н., Шмит Ф. Влияние фосфатидов на процесс рафинации растительных масел. Л.: Стеклогр. 1983, с.4-8.
85. Сирадзе М. Г., Бердзенишвили И. Г., Гоксадзе И. Б. Рафинация экстракционного подсолнечного масла. *Химический журнал Грузии*, 2009, №2, с. 150.

86. Сирадзе М. Г., Бердзенишвили И. Г. Рафинация растительных масел. *J. Ceramic*, 2009, 1(20), с. 93-99.
87. Сирадзе М. Г., Бердзенишвили И. Г., Непаридзе Н. С., Диогидзе О.Ш. Микроколоночная высокоэффективная жидкостная хроматография фосфолипидов подсолнечного масла. *Georgian Engineering news*. 2016, № 2, с.100-102.
88. Сирадзе М. Г., Бердзенишвили И. Г., Непаридзе Н. С., Диогидзе О. Ш. Тонкослойная жидкостная хроматография фосфолипидов. *Известия, национальной академии наук Грузии*, 2016, №2, с. 159-163.
89. Сирадзе М. Г., Непаридзе Н. С., Диогидзе О. Ш. Методы измерения содержания щелочи в растворах. *Химический журнал Грузии*. 2015, №2. с. 28-30.
90. Сирадзе М. Г., Бердзенишвили И. Г., Непаридзе Н. С., Диогидзе О. Ш. Качественная идентификация фосфолипидов методом ТЖХ. *Известия, национальной академии наук Грузии*, 2016, №2, с. 126-130.
91. Бондар А. Г., Статюха Г. А. Планирование эксперимента в химической технологии. Киев: Выша школа, 1976, с. 183.
92. Максимов В. Н., Федоров В. Д. Применение методов математического планирования эксперимента. М.: Изд-во Московского университета, 1979, с. 126.
93. Налимив В.В. Применение математической статистики при анализе вещества. М.: Физматгиз, 1980, 430 с.
94. Налимив В.В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экспериментальных экспериментов. М.: Наука, 1985, с. 338.
95. Рузинов Л. П. Статистические методы оптимизации химических процессов. М.: Химия, 1982, с. 119.
96. Тихомиров В. Б. Планирование и анализ эксперимента. М.: Легкая индустрия, 1987, с. 238.
97. Финни Д. Дж. Введение в теорию планирования экспериментов. М.: Наука, 1980, с.287.
98. Хартман К., Лецкий Э. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М.: Мир, 1987, с.555.
99. Сонин С.А. Совершенствование технологии рафинации подсолнечных масел на основе разработки экспресс-метода определения содержания свободных жирных кислот. Автореф. Краснодар, 2009, с. 11-27.
100. Permark U., Toregard B. Metal Analysis of Edible Fats and Oils by Atomic Absorption spectrophotometry. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 1971, 48, № 11, pp. 650-652.

101. Hammond E.W. Chromatographic techniques for lipid analysis. *Trends Anal. Chem.* 1989, N 8, pp. 308-313.
102. Рудаков О. Б., Пономарев А. Н. и др. Жиры. Химический состав и экспертиза качества. М.: ДеЛи Принт, 2005, 311 с.
103. Morrison W. Rapid. Effective method for the reduction waxed in sunflower sseed oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1982, Vol, 12, pp. 519-522.
104. Guardia M, Garrides S. Handbook of green analytical chemistry. New York: Wiley, 2012, pp. 1-14.
105. Лабораторный практикум по химии жиров (под ред. Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнена и др.). СПб.: ГИОРД, 2004, 264 с.
106. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности (Под ред. Сергеева А.Г.). Л.: ВНИИЖ. 1965, т. II. с. 87, 98, 111, 115, 211-213, 287-291, 295-297, 303- 305, 311, 342.
107. ГОСТ 10856-96 Семена масличные. Метод определения влажности.
108. ГОСТ 10857-64 Семена масличные. Методы определения масличности. 109. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности (Под ред. Сергеева А.Г.). Л.: ВНИИЖ, 1967, т. I, книга 2. с. 799, 802, 815, 827, 857, 868, 947, 956.
109. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности (Под общей ред. док. тех. наук Сергеева А.Г.) Л.: ВНИИЖ, 1967, т. I, книга I, с. 317.
110. ГОСТ 5477-2015 Масла растительные. Методы определения цветности.
111. ГОСТ 50457-92 (ISO 660-83) Жиры и масла животные и растительные. Определение кислотного числа и кислотности.
113. ГОСТ 7824-80 (ISO 10540-1:2003) Масла растительные. Методы определения массовой доли фосфоросодержащих веществ.
114. ГОСТ 5479-64“ Метод определения неомыляемых веществ.
115. ГОСТ 54058-2010 Продукты пищевые специализированные и функциональные. Метод определения каротиноидов.
116. ГОСТ 51485-99 Определение содержания хлорофилла спектрометрическим методом.
117. ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Метод определения жирно-кислотного состава.

118. Руководство по методам исследования, технокимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Под ред. Сергеева А.Г.). Л.: ВНИИЖ, 1964, т. III, с. 31, 76-77, 81.
119. Анализ работы масложировой промышленности СССР, перерабатывающей семена подсолнечника за 1985 год (под ред. А. А. Ходжаева). Ташкент, 1986, с. 20-23.
120. Чудновская А. М., Соколова Н. П., Белова А. Б. Эффективность переработки подсолнечника в зависимости от основных биохимических показателей семян. *Масло-жировая промышленность*. М.: 1980, №11. с. 17.
121. Руководство по методам исследования, технического контролю и учету производства в масложировой промышленности. /Под ред. Сергеева А.Г. и Ржехина В.П.). Л.: ВНИИЖ, 1967, т 1, кн. 2, с. 387, 816, 833, 841, 847-853, 890.
122. Исаков В.С., Заволокин В.П., Друккер Ю., Круглов С.В. Способ получения мезги в производстве подсолнечного масла. Патент RU2166532, 10.05.2001.заяв. № 99119740/13,09.09.1999.
123. Демченко П.А., В. В. Ключкин, В.Н. Брик и др. Влияние режимов влаготепловой обработки на локализацию масла в клетках семян подсолнечника. *Масло-жировая промышленность*, 1982, № 2, с. 21-23.
124. Ключкин В.В., Постникова Л. А. Влияние влаготепловой обработки семян подсолнечника на извлечение масла. *Масло-жировая промышленность*, 1987, № 3, с. 10-14.
125. Голдовский А. М., Никитинская В.Н. Причины повышенной окраски касторового масла и их устранение. *Масло-жировая промышленность*, 1977, № 12, с. 5.
126. Голдовский А. М., Никитинская В.Н. Окраска растительных масел. *Масло-жировая промышленность*, 1983, № 6, с. 9-14.
127. Коваленко Н. П. Потери масла с лузгой. *Масло-жировая промышленность*, № 5, 1980, с. 9.
128. Павлов Г. М. Исследование химического состава семенной оболочки подсолнечного семени и ее влияние на качество масла. Краснодар, 1970, с. 15-18.
129. Нечаева П., Траутенберг С. Е. и др. Пищевая химия. Изд. 2-е. СПб.: ГИОРД, 2003, 640 с.
130. Rnuth M. Physical refining chemical refining advantages and disadvantages. *Int. News Fats., Oils and Relat.*, 1994, №5, pp. 516.

131. Kady S. P. И др. Влияние рафинации на физические и химические свойства подсолнечного и соевого масел. *Period. Polytechn. Chem.*, 1993, № 3, pp.135-146.
132. Patra R. K., N. R. Sahoo, C. K. Bakhara, and M. K. Panda. Effect of refining on quality and composition of sunflower oil. *J Food Sci Technol*, 2015, № 52, v. 7, pp. 4613–4618.
133. Наддаф Мохаммед Диб. Разработка эффективной технологии рафинации хлопкового масла.: Автореферат, Краснодар, 1985, с.15.
134. Nock A. Effect of fatty acid refining using silica a process for refining high phosphorus containing oils. *NewsFats. Oilsand Relat. Mater.* Atlanta, 1994, № 4, pp. 547-549.
135. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Под редакцией Сергеева А.Г. и Ржежина В.П. Л.: ВНИИЖ, 1973, т.2, издание 2-е, с. 26, 159, 200-270, 350.
136. Мормитко В. Г. Разработка безотходной технологии щелочной нейтрализации подсолнечного масла: Автореф. Л., 1987, с. 15, 27.
137. Пермякова И.А.,Воронина Н.С., Казаков Д.А., Вольхин В.В. Способ экстракции жирных кислот из растительных масел. Патент RU 2625676C1. 18.07.2017, заяв. №2016115282А, 19.04.2016.
138. Boyd J., Parkinson C., Sherman P. Factors affecting emulsion stability and the HLB concept. *J. Colloid Interfase Sci.*, 1972, v.41, №2, pp. 359-370.
139. Fukushima S., Jamaqushi F., Harusaiva J. Effect of long chain alcohols on stabilization of oil-water emulsions. *J. Colloid Interfase Sci.*, 1975, v.51, №3, pp. 548-549.
140. ГОСТ 4328-77. Натрия гидроокись. Технические условия.
141. ГОСТ 6709-72. Вода дистиллированная. Технические условия.
142. ГОСТ 5208-81. Спирт бутиловый нормальный технический.
143. ГОСТ 1129-2013. Масло подсолнечное. Технические условия.

დანართები

დანართი 1

ფოსპოლიპიდების მამულგირებელი უნარის ალბათურ-სტატისტიკური ანალიზი

ზეთი - ტუტე-წყალხსნარის სისტემაში ფოსფატიდების მამულგირებელი უნარი დავასაბუთეთ ექსპერიმენტების სერიით: რაფინირებულ - დეზოდორირებულ ზეთში შევიტანეთ ფოსფატიდები 0, 5- 1,5 %-ის რაოდენობით საწარმოო ზეთებში არსებული ფოსფატიდების მასური წილის შესაბამისად. ნეიტრალიზაციის ჩასატარებლად საჭირო ტუტის კონცენტრაცია და ნაჭარბი განვსაზღვრეთ ზეთის მჟავური რიცხვის მიხედვით (ცნობისათვის, არარაფინირებულ ზეთში რაც მეტია მჟავური რიცხვი, მით ნაკლებია ზეთის ხარისხი და შესაბამისად - გამოსავლიანობა).

მოვახდინეთ ექსპერიმენტული მონაცემების ალბათური ანალიზი:

ექსპერიმენტი 1:

ნეიტრალიზაციის პარამეტრები: $C[\text{RCOOH}] - 1,5\%$; $C[\text{NaOH}] - 40 \text{ გ /ლ}$; ნაჭარბი - 10%.

X_0	96,0	96,2	96,1	96,3
P	0,2	0,3	0,2	0,3

სადაც, X_0 - ფოსფოლიპიდების კონცენტრაცია ტოლია 0-ის;

P - ზეთის გამოსავლის სიხშირე. (ექსპერიმენტების თითოეულ სერიაში ზეთის გამოსავლიანობის მონაცემები აღებულია 10 – 10 ცდის შედეგით).

მონაცემების მიხედვით გამოვთვალოთ ზეთის გამოსავლიანობის

არიტმეტიკული საშუალო - $M(X_0)$

$$M(X_0) = 0,2 \cdot 96,0 + 0,3 \cdot 96,2 + 0,2 \cdot 96,1 + 0,3 \cdot 96,3 = 96,17$$

რომლის მიხედვითაც განვსაზღვრეთ დისპერსია:

$$\sigma^2(X_0) = D(X_0) = (96,0 - 96,17)^2 \cdot 0,2 + (96,2 - 96,17)^2 \cdot 0,3 + (96,1 - 96,17)^2 \cdot 0,2 + (96,3 - 96,17)^2 \cdot 0,3 = 0,0121$$

საიდანაც საშუალო კვადრატული (სტანდარტული) გადახრა ტოლია:

$$\sigma(X_0) = \sqrt{\sigma^2(X_0)} = \sqrt{0,0121} = 0,11$$

ანალოგიურად ჩავატარეთ ალბათური ანალიზი ყველა შემთხვევისათვის, როცა ფოსფოლიპიდების კონცენტრაცია ტოლია 0,5; 1,0 და 1,5 % (შესაბამისად $X_{0,5}$, X_1 და $X_{1,5}$). მჟავური რიცხვის და ტუტე-წყალხსნარის კონცენტრაციების შეცვლილი მოდელებისთვისაც ვაწარმოეთ გამოთვლები - შედეგები მოტანილია ცხრილში:

ცხრილი. ფოსფოლიპიდების მაელმურგილებელი ქმედების ალბათური ანალიზი

ექსპერიმენტის №	ნეიტრალიზაციის პარამეტრები	ფოსფოლიპ. კონც. %	ზეთის გამოსავლიანობა, % / ზეთის გამოსავლის სიხშირე (P)				ზეთის გამოსავლის არითმეტიკული საშუალო, $M(X_0)$	დისპერსია, $\sigma^2(X_0)$	საშ. კვადრატული გადახრა, $\sigma(X_0)$
1	C[RCOOH]- 1,5% C[NaOH]-40 გ/ლ ნაჭარბი - 10%	0	96,0/ 0,2	96,2/ 0,3	96,1/ 0,2	96,3 / 0,3	96,2	0,0121	0,110
		0,5	94,8 /0,3	95,0/ 0,4	95,2/ 0,1	95,15 /0,2	95,0	0,0204	0,143
		1	93,5/ 0,4	93,8/ 0,2	94,0/ 0,3	94,1 / 0,1	93,8	0,0561	0,237
		1,5	92,7/ 0,3	92,9/ 0,2	93,0/ 0,1	93,3 / 0,4	93,0	0,0649	0,255
2	C[RCOOH]-1,5% C[NaOH]-100გ/ლ ნაჭარბი - 20%	0	92,1/ 0,2	93,0/ 0,3	92,0/ 0,3	92,9 / 0,2	92,5	0,2140	0,469
		0,5	91,0/ 0,1	92,0/ 0,3	91,2/ 0,4	90,6 / 0,2	91,2	0,2580	0,508
		1	89,7/ 0,2	89,7/ 0,1	89,8/ 0,3	89,9 / 0,4	89,8	0,0051	0,071
		1,5	87,8/ 0,1	88,7/ 0,2	88,9/ 0,3	89,3 / 0,4	88,9	0,1929	0,439
3	C[RCOOH]-3,0% C[NaOH]-40 გ/ლ ნაჭარბი - 10%	0	93,1/ 0,1	93,4/ 0,2	93,8/ 0,4	94,0 / 0,3	93,7	0,0849	0,291
		0,5	91,8/ 0,3	91,9/ 0,2	92,9/ 0,4	93,8 / 0,3	92,9	0,5470	0,739
		1	90,6/ 0,3	90,8/ 0,4	90,89 /0,2	90,91 /0,1	90,8	0,0065	0,080
		1,5	90,1/ 0,1	90,1/ 0,2	90,52 /0,4	90,95 /0,3	90,5	0,1084	0,329

4	C[RCOOH]-3% C[NaOH]-100გ/ლ ნაჭარბი - 20%	0	89,6/ 0,1	89,8/ 0,2	90,1/ 0,4	90,2 / 0,3	90,0	0,0396	0,199
		0,5	88,2/ 0,4	88,6/ 0,4	89,87 /0,1	90,44 /0,1	88,8	0,5141	0,717
		1	87,2/ 0,1	87,6/ 0,3	87,9/ 0,2	88,7 / 0,4	88,0	0,3436	0,586
		1,5	87,0/ 0,1	87,1/ 0,3	87,4/ 0,2	87,5 / 0,4	87,3	0,0397	0,199
5	C[RCOOH]-5 % C[NaOH]-40 გ/ლ ნაჭარბი - 10%	0	90,1/ 0,3	91,2/ 0,4	91,5/ 0,2	91,6 / 0,1	91,0	0,0816	0,286
		0,5	89,1/ 0,3	89,8/ 0,4	90,0/ 0,1	90,02 /0,3	89,7	0,1709	0,413
		1	88,7/ 0,4	90,0/ 0,2	89,5/ 0,1	89,6 / 0,3	89,0	0,1849	0,430
		1,5	88,0/ 0,4	88,5/ 0,1	88,9/ 0,2	89,2 / 0,3	88,6	0,2709	0,520
6	C[RCOOH]-5% C[NaOH]-100გ/ლ ნაჭარბი - 20%	0	87,9/ 0,4	88,3/ 0,3	88,7/ 0,2	88,9 / 0,1	88,0	0,2469	0,497
		0,5	87,2/ 0,2	87,4/ 0,1	88,0/ 0,4	88,3 / 0,3	87,0	0,1741	0,417
		1	86,0/ 0,3	86,9/ 0,4	87,4/ 0,2	87,5 / 0,1	86,8	0,3716	0,610
		1,5	86,1/ 0,1	86,6/ 0,3	86,8/ 0,4	87,1 / 0,2	86,7	0,0741	0,272

გათვლებიდან გამომდინარე, ფოსფოლიპიდების განსხვავებული კონცენტრაციებისას ნეიტრალიზაციის სხვადასხვა პირობებში, მაღალი მჟავური რიცხვის შემცველობის დროსაც კი, რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობის საშუალო კვადრატული გადახრა მინიმალურია (<1 %-ზე), რაც ნიშნავს, რომ ექსპერიმენტმა გაამართლა.

ფოსფოლიპიდების კონცენტრაციისა და რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობის ურთიერთდამოკიდებულების სტატისტიკური ანალიზი

ფოსფოლიპიდების მაემულგირებელი უნარის დასადგენად ჩვენ მიერ ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები - რაფინირებულ-დეზოდორირებულ ზეთში შევიტანეთ ფოსფატიდები 0, 5-1,5 %-ის რაოდენობით საწარმოო ზეთებში არსებული ფოსფატიდების მასური წილის შესაბამისად. ნეიტრალიზაციის ჩასატარებლად საჭირო ტუტის კონცენტრაცია და ნაჭარბი განვსაზღვრეთ ზეთის მჟავური რიცხვის მიხედვით.

ექსპერიმენტების თითოეულ სერიაში ზეთის გამოსავლიანობის მონაცემები აღებულია 10 – 10 ცდის შედეგის მიხედვით, საბოლოოდ მათი საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობები წარმოდგენილია ცხრილში:

რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობის დამოკიდებულება ფოსფოლიპიდების

კონცენტრაციაზე

ფოსფოლიპიდების კონცენტრაცია, %	რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობა, %					
0	96,2	92,5	93,7	90,0	91,0	88,0
0,5	95,0	91,2	92,9	88,8	89,7	87,0
1,0	93,8	89,8	90,8	88,0	89,0	86,8
1,5	93,0	88,9	90,5	87,3	88,6	86,7

ფოსფოლიპიდების რაოდენობის და რაფინირებული ზეთის გამოსავლიანობის ურთიერთდამოკიდებულების სტატისტიკური ანალიზის ჩასატარებლად ჩამოვყალიბეთ ძირითადი და ალტერნატიური ჰიპოთეზები:

H_0 – შერჩევითი ჯგუფების საშუალოები ტოლია:

$$a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = a_5 = a_6,$$

H_1 : ერთი საშუალო მაინც განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

ვიპოვოთ კრიტიკული მნიშვნელობა:

ჯგუფების რაოდენობა ტოლია 6-ის, ე.ი. $R=6$

საერთო მოცულობა ტოლია 24-ის, ე.ი. $N=6 \cdot 4 = 24$

აქედან გამომდინარე თავისუფლების ხარისხებია:

$$R-1=6-1=5 \text{ და } N-R=24-6=18$$

ფიშერის განაწილების ცხრილიდან ვიპოვეთ კრიტიკული მნიშვნელობა (C.V.): X

$$C.V = F_{R-1; N-R; \alpha} = F_{5; 18; 0,05} = 2,77$$

გამოვთვალეთ კრიტერიუმის მნიშვნელობა. თითოეული შერჩევი[-სათვის ვიპოვეთ შერჩევითი საშუალო და შესწორებული შერჩევითი დისპერსია, რისთვისაც ვისარგებლეთ ფორმულებით:

$$\bar{X} = \frac{X_1+X_2+\dots+X_n}{n} \text{ და } S_1'^2 = \frac{(X_1-\bar{X})^2+(X_2-\bar{X})^2+\dots+(X_n-\bar{X})^2}{n-1}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{96,2+95,0+93,8+93,0}{4} = \frac{378,0}{4} = 94,5 \text{ ე.ი. } \bar{X}_1=94,5$$

$$S_1'^2 = \frac{(96,2 - 94,5)^2 + (99 - 94,5)^2 + (93,8 - 94,5)^2 + (92 - 94,5)^2}{4 - 1} = \\ = \frac{1,7^2+4,5^2+0,7^2+1,5^2}{3} = \frac{2,89+2,25+0,49+2,25}{3} = \frac{7,88}{3} \approx 2,6$$

$$\bar{X}_2 = \frac{2,0+91,2+89,8+88,9}{4} = \frac{361,9}{4} \approx 90,5$$

$$S_2'^2 = \frac{(92,0 - 90,5)^2 + (91,2 - 90,5)^2 + (89,8 - 90,5)^2 + (88,9 - 90,5)^2}{3} = \\ = \frac{1,5^2 + 0,7^2 + 0,7^2 + 1,6^2}{3} = \frac{2,25 + 0,49 + 0,49 + 2,56}{3} = \frac{4,79}{3} \\ = 1,6$$

$$\bar{X}_3 = \frac{93,7+92,9+90,8+90,5}{4} = \frac{367,9}{4} \approx 92$$

$$S_3'^2 = \frac{(93,7 - 92)^2 + (92,9 - 92)^2 + (90,8 - 92)^2 + (90,5 - 92)^2}{3} = \\ = \frac{2,89 + 0,81 + 1,44 + 2,25}{3} = \frac{7,39}{3} \approx 2,5$$

$$\bar{X}_4 = \frac{90+88,8+88+87,3}{4} = \frac{354,1}{4} \approx 88,5$$

$$S_4'^2 = \frac{(90 - 88,5)^2 + (88,8 - 88,5)^2 + (88 - 88,5)^2 + (87,3 - 88,5)^2}{3} =$$

$$= \frac{0,25 + 0,09 + 0,25 + 1,44}{3} = \frac{2,03}{3} \approx 0,7$$

$$\bar{X}_5 = \frac{91+89,7+89+88,6}{4} = \frac{358,7}{4} \approx 89,7$$

$$S_5'^2 = \frac{(91 - 89,7)^2 + (89,7 - 89,7)^2 + (89 - 89,7)^2 + (88,6 - 89,7)^2}{3} =$$

$$= \frac{0,69 + 0 + 0,49 + 1,21}{3} = \frac{2,67}{3} \approx 0,9$$

$$\bar{X}_6 = \frac{88+87+86,8+86,7}{4} = \frac{348,5}{4} \approx 87$$

$$S_6'^2 = \frac{(88 - 87)^2 + (87 - 87)^2 + (86,8 - 87)^2 + (86,7 - 87)^2}{3} =$$

$$= \frac{1 + 0 + 0,04 + 0,09}{3} = \frac{1,13}{3} \approx 0,4$$

შემდეგ გამოვითვალეთ ერთობლივი საშუალო:

$$\bar{X}_{\text{ერთ}} = \frac{\sum_{i,j} X_{ij}}{W}$$

$$= \frac{1+0+0,04+0,09}{3} = \frac{378,0+361,9+367,9+354,1+358,7+348,5}{24} = \frac{2169,1}{24} \approx$$

$$\approx 90,4$$

გამოვითვალეთ ჯგუფთა შორის ვარიაცია:

$$S_B^2 = \frac{\sum_i h_i (\bar{X}_i - \bar{X}_{\text{ერთ}})^2}{R-1}$$

$$= \frac{4(94,5-90,4)^2 + 4(90,5-90,4)^2 + 4(92-90,4)^2 + 4(88,5-90,4)^2}{6-1} +$$

$$\frac{4(89,7-90,4)^2 + 4(87-90,4)^2}{6-1} =$$

$$= \frac{4[4,1^2 + 0,1^2 + 1,6^2 + 1,9^2 + 0,7^2 + 3,4^2]}{5} = 0,8(16,81+0,01+2,56+3,61+0,49+11,56) =$$

$$= 0,8 \cdot 35,04 \approx 28$$

ჯგუფებში ვარიაცია გამოვითვალეთ ფორმულით:

$$S_B^2 = \frac{\sum_i (n_i - 1) S_i'^2}{\sum_i (n_i - 1)} = \frac{(4-1) \cdot 2,6 + (4-1) \cdot 1,6 + (4-1) \cdot 2,5 + (4-1) \cdot 0,7 + (4-1) \cdot 0,9 + (4-1) \cdot 0,4}{6 \cdot (4-1)} =$$

$$= \frac{2,6+1,6+2,5+0,7+0,9+0,4}{6} = \frac{8,7}{6} = \frac{2,9}{2} = 1,45$$

საბოლოოდ გამოვითვალეთ კრიტერიუმის მნიშვნელობა:

$$f = \frac{S_B^2}{S'^2_B} = \frac{28}{1,45} = 19,3$$

ვინაიდან კრიტერიუმის მნიშვნელობა $f=19,3$, ხოლო კრიტიკული მნიშვნელობა $F_{5; 18; 0,05} = 2,77$ და $f > F_{5; 18; 0,05}$ ($19,3 > 2,77$), ამიტომ ნულოვანი ჰიპოთეზა H_0 უკუვაგდეთ, ანუ $\alpha = 0,05$ მნიშვნელობის დონით, ჩვენ გვაქვს საკმარისი საფუძველი დავასკვნათ, რომ ერთი საშუალო მაინც განსხვავდება დანარჩენებისაგან, ე.ი. ფოსფოლიპიდებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები შეიძლება დადებითად ჩავთვალოთ, მით უმეტეს, რომ ცდომილების საშუალო ალბათობა (< 1) მინიმალურია.

კომპანია „საქართველოს ტექნოლოჯის“ გენერალური დირექტორი
 გორგი თაბაგარი

 2021 წ.

„არის“ დირექტორი
 ინგა პიტიურიშვილი

 2021 წ.

ტექნოლოგიური ინსტრუქცია

მზესუმზირას ზეთის ტუტის სპირტ-წყალხსნარებით რაფინირებაზე

დამუშავებულია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
 აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების
 ინჟინერინგის ფაკულტეტზე

ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერინგის
 დეპარტამენტის პროფესორი

 მ. სირაძე
 25 01 2021 წ.

სასურსათო ტექნოლოგიის დეპარტამენტის

დოქტორანტი
 ს. ძნელაძე
 25 01 2021 წ.

ინსტრუქცია ვრცელდება არარაფინირებული მზესუმზირას ზეთის ტუტის სპირტ-წყალხსნარებით ნეიტრალიზაციის პროცესზე, ასევე მის გარეცხვაზე და შრობაზე რაფინირებული მზესუმზირას ზეთის საპილოტე პარტიის მისაღებად “შპს „არი“ს ზეთსახდელ წარმოებაში.

ინსტრუქცია დამუშავებულია სამიგბო სამუშაოების შესრულების შედეგად მზესუმზირას ზეთის რაფინირების პროცესის გაუმჯობესების მიზნით.

1. შუალედური და მზა პროდუქციის დახასიათება

1.1. მზა პროდუქტს წარმოადგენს მზესუმზირას რაფინირებული ზეთი, რომელიც შეესაბამება სტანდარტის ГОСТ 1129-2013 მოთხოვნებს (უმაღლესი და პირველი ხარისხი).

1.2. ტუტე სპირტ-წყალხსნარებით ნეიტრალიზაციის პროცესის ქვეპროდუქტს წარმოადგენს სოაბსტოკი, რომლის შედგენილობაც მოყვანილია ქვემოთ.

სოაბსტოკის შედგენილობა %-ში წონის მიხედვით:

— ლიპიდების საერთო შემცველობა	50-55
— არაცხიმოვანი ნივთიერებები	1,9-3,8
— სპირტის ნარჩენი რაოდენობა	0,1-0,2
— ნეიტრალური ცხიმისა და ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობა	1:2,5

2. საწყისი ნედლეულის, ძირითადი და დამხმარე მასალების დახასიათება

2.1. ტუტის სპირტ-წყალხსნარებით მზესუმზირას ზეთის ნეიტრალიზაციისათვის გამოიყენება:

2.1.1. არარაფინირებული (ნედლი) მზესუმზირას ზეთი, რომელიც აკმაყოფილებს სტანდარტის (ГОСТ 1129-2013) მოთხოვნებს.

2.1.2. ნატრიუმის ტუტე - ტექნიკური (კაუსტიკური სოდა ГОСТ 2263-79), მარკით TX (მყარი ქიმიური), ТД (მყარი დიაფრაგმული-მდნარი), PX (ხსნარი ქიმიური) და РД (ხსნარი დიაფრაგმული).

2.1.3. ეთილის სპირტი - ტექნიკური (ГОСТ 17299-78), მარკით „А“, „Б“.

2.1.4. დარბილებული წყალი ან კონდენსატი.

3. ტექნოლოგიური პროცესის აღწერა

3.1. მზესუმზირას ზეთის ნეიტრალიზაცია ტუტის სპირტ-წყალხსნარებით

3.1.1. ტუტის სპირტ-წყალხსნარების გამოყენებით მზესუმზირას ზეთის პერიოდული მეთოდით ნეიტრალიზაციის პროცესში საწყისი ზეთი სასწორის გავლით მიეწოდება რეაქტორ-ტურბულიზატორს. ზეთთან ერთად რეაქტორ-ტურბულიზატორს მიეწოდება ტუტის სპირტ-წყალხსნარის საჭირო კონცენტრაციის მუშა ხსნარიც. ზეთისა და ტუტის ხსნარის ნარევი რეაქტორ-ტურბულიზატორიდან გადაეწოდება ნეიტრალიზატორს. ნეიტრალიზატორის კონუსური წაწილის შევსების შემდეგ ჩაირთვება სარეველა. ნეიტრალიზატორის მუშა მოცულობის დაახლოებით 1/2 შევსების შემდეგ პერანგში მიეწოდება ორთქლი ზეთის გასაცხელებლად. ნარევის 45-55°C-მდე გაცხელების შემდეგ ნეიტრალიზატორს ტურბულიზატორის საშუალებით მიეწოდება წყალი სოაბსტოკის მოსარწყავად, რომელიც იანგარიშება ტუტე ხსნარის 100-120 გ/ლ კონცენტრაციამდე განზავების საფუძველზე, წყლის ტემპერატურა 20-40°C -ია. სოაბსტოკის ფიფქების ფორმირების დამთავრების შემდეგ ნეიტრალიზატორში სარეველა ჩერდება და მისი შემცველობა დაყოვნდება 8-10 საათიან გამოლექვაზე.

3.1.2. მზესუმზირას ზეთის სპირტ-წყალხსნარებით ტუტე ნეიტრალიზაციის უწყვეტი სქემა მზესუმზირას ზეთის მისცელაში რაფინირების სქემის ანალოგიურია.

3.2. ნეიტრალიზირებული ზეთის გარეცხვა

ზეთის გარეცხვა ხორციელდება 90-95°C -ზე ცხელი დემინერალიზებული წყლით. ერთ რეცხვაზე წყლის რაოდენობა შეადგენს ზეთის წონის 10 %-ს. გარეცხვა იწარმოება საპნის სრულ მოცილებამდე. შემდეგ ზეთი შრება და იფილტვრება.

3.3. ზეთის გაშრობა და ფილტრაცია

მზესუმზირას ზეთის რაფინირების როგორც პერიოდული, ასევე უწყვეტი მეთოდისათვის შრობის პროცესი ხორციელდება ვაკუუმ-საშრობ აპარატში. ნარჩენი წნევა შრობისას შეადგენს 20-40 მმ ვერ. წყ. სვეტისა, ხოლო ტემპერატურა 90-95°C. გამშრალი ზეთის ტემპერატურა საპრიალებელი ფილტრაციის წინ არ უნდა აღემატებოდეს 30°C. ზეთის ფილტრაციის პროცესში წნევამ არ უნდა გადააჭარბოს 2,0 კგს/სმ².

შრობის შემდეგ მიღებული ზეთი უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტს ГОСТ 1129 - 2013 (უმადლესი და პირველი ხარისხი), რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას უშუალო მოხმარებისთვის კვებში, კვების პროდუქტების წარმოებაში, მათ შორის ბავშვთა კვებაში და სამრეწველო გადამამუშავებისთვის.

3.4. მოსამზადებელი და დახმარე ოპერაციების აღწერა

3.4.1. ტუტე- სპირტ-წყალის მუშა ხსნარის მომზადება

ტუტის ხსნარის მისაღები კონცენტრაცია და მისი რაოდენობა დამოკიდებულია საწყისი არარაფინირებული ზეთის მჟავურ რიცხვზე. ამ პირობების შერჩევა ხორციელდება საცდელი ლაბორატორიული რაფინირების გზით (Руководство по методам исследования, техномическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. /Под общей редакцией док. тех. наук Сергеева А.Г. - Л.: ВНИИЖ, 1964, т. III. - с. 31).

წარმოებაში მიწოდებული ტუტის კონცენტრირებული ხსნარები 30-35 °C ტემპერატურაზე ინახება ორთქლის ზვით აღჭურვილ ავზებში. კონცენტრირებული ტუტის ხსნარი საამქროს მიმდებარე ავზიდან ტუმბოს საშუალებით მიეწოდება საჭირო კონცენტრაციის ხსნარის მოსამზადებელ რომელიმე ავზს.

ავზში ტუტეს განზავებისათვის მექანიკური შემრევით ინტენსიური მორევის პირობებში 20-30 °C ტემპერატურაზე ემატება წყლი.

ტუტე- სპირტ-წყალხსნარის მოსამზადებლად ნარევის ემატება სპირტი, რომლის რაოდენობაც უნდა შეადგენდეს ხსნარის საერთო მოცულობის 5%.

ტექნიკური ნატრიუმის ტუტის კონცენტრირებული ხსნარის რაოდენობა, საჭირო 1000 ლ ხსნარის მოსამზადებლად, ასევე წყლისა და სპირტის შესაბამისი რაოდენობები მოცემულია ცხრილში:

მზა ნატრიუმის ტუტის ხსნარის კონცენტრაცია, გ/ლ	ნატრიუმის ტუტის კონცენტრირებული ხსნარის (42%-იანი) მოცულობა, ლ	წყლის მოცულობა, ლ	სპირტის მოცულობა, ლ
100	164	786	50
200	329	621	50
300	493	457	50
400	657	293	50
500	821	129	50

4. მზა პროდუქციის შეფუთვა, შენახვა და ტრანსპორტირება

მზესუმზირას რაფინირებული ზეთი იფუთება, ინახება და ტრანსპორტირდება სტანდარტით ГОСТ 1129 – 2013.

5. ტექნოლოგიური პროცესის, ნედლეულის და მზა პროდუქციის კონტროლის საშუალებებისა და მეთოდების მოკლე აღწერა

ნედლეულის და მზა პროდუქციის კონტროლის ნორმები და მეთოდები რაფინირებულ მზესუმზირას ზეთზე მითითებულია სტანდარტში ГОСТ 1129 – 2013.