

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საინჟინრო-ტექნოლოგიური ფაკულტეტი

მანანა ხურციძე

კავკასიური წიფელის ნაყოფის
კომპლექსური გადამუშავების ტექნოლოგია

სასურსათო ტექნოლოგიის (0104) დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

მარია სილაგაძე - ტექნიკის მეცნიერებათა
დოქტორი, პროფესორ-ემერიტუსი, საქართველოს
საინჟინრო აკადემიის ნამდვილი წევრი

ქუთაისი, 2018

სარჩევი

თავი 1. ნაშრომის ზოგადი დახასიათება.....	4
თავი 2. ლიტერატურული მიმოხილვა	11
2.1 ფუნქციონალური კვების განვითარების ძირითადი მიმართულებები.....	11
2.2 არატრადიციული ნედლეული და მისი გამოყენების პერსპექტივები კვების მრეწველობაში.....	16
2.2.1. წიფელის გავრცელების ტერიტორიის საერთო დახასიათება.....	16
2.2.2. წიფელის თხილის გამოყენება საკვებ და სამკურნალო მიზნებისთვის	18
2.2.3. სელი - როგორც კვების ესენციალური ფაქტორის წყარო.....	19
2.2.4. სელის ძირითად შემადგენელი კომპონენტების დახასიათება	22
2.3 ცხიმების ფიზიკო - ქიმიური მაჩვენებლები და მათი ცვლილებები ტექნოლოგიური გადამუშავების პროცესში	29
2.4 ლიპიდების სტრუქტურა, ფრაქციული და ცხიმმჟავური შედგენილობა, ლიკალიზაცია და ფიზიოლოგიური აქტივობა	31
2.5 მცენარეული ზეთების დაჟანგვა. მისი კომპონენტების ჟანგვითი სტაბილურობა	32
2.6 ლიპიდების დაჟანგვისა და სტაბილიზაციის პროცესების თეორიული საფუძვლები 34	
2.7 ანტიოქსიდანტები ცხიმზეთოვანი პროდუქტებისთვის	37
თავი 3. კვლევის ობიექტები და მეთოდები	45
3.1 კვლევის მეთოდები.....	45
3.1.1 ცილის განსაზღვრა წიფელის ნაყოფში.....	45
3.1.2. წიფელის თხილის ცილის ამინომჟავური შედგენილობის განსაზღვრა	47
3.1.3. მარედუციერებელი შაქრების განსაზღვრა კ.ნ. ჩიჟოვას	48
და ა.ნ. სონკინას მიკრომეთოდით	48
3.1.4. ნახშირწყლების განსაზღვრის მეთოდები.....	49
3.1.5. ლიპიდების განსაზღვრის მეთოდი.....	50
3.2 ცომის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრის მეთოდები	56
3.3 საცდელი ლაბორატორიული ცხობის ჩატარების მეთოდი	58
3.4 მზა ნაწარმის ხარისხის ორგანოლექტიკური და ფიზიკო- ქიმიური მაჩვენებლების შეფასების მეთოდები.....	62
3.5 კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულების გაანგარიშება.....	65
თავი 4. საქართველოში გავრცელებული კავკასიური წიფელის ნაყოფის კომპლექსური გამოკვლევა	67
4.1 კავკასიური წიფელის ნაყოფის მორფოლოგიური დახასიათება.....	69

4.2	კავკასიური წიფელის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა.....	72
4.3	კავკასიური წიფელის ნაყოფის ბიოქიმიური გამოკვლევა.....	72
4.3.1.	კავკასიური წიფელის ნაყოფის ლიპიდური ფრაქციის გამოკვლევა.....	72
4.3.2	კავკასიური წიფელის ნაყოფის ცილების ფრაქციული და ამინომჟავური შედგენილობის კვლევა.	78
4.3.3	კავკასიური წიფელის ნაყოფში ნახშირწყლების შემცველობა.....	81
4.3.4	ბალანსირებული ცხიმმჟავური შედგენილობის მცენარეული ცხიმების კომპოზიციის შემუშავება	82
თავი 5.	კავკასიური წიფელის ნაყოფის ფუძეზე საკვები პროდუქტების ტექნოლოგიების შემუშავება.....	90
5.1	ხორბლის პურის ახალი ასორტიმენტისა და ტექნოლოგიის შემუშავება წიფელის ნაყოფის გადამუშავების პროდუქტების გამოყენებით.....	90
5.1.1.	დანამატების გავლენა ცომის ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებზე	92
5.1.2	დანამატების გავლენა ცომში მარედუცირებელი შაქრებისა და α-ამინური აზოტის შემცველობაზე	96
5.1.3	დანამატების გავლენა ხორბლის პურის ხარისხზე.	98
5.2.	შაქროვანი საკონდიტრო ნაწარმის ახალი ასორტიმენტის შემუშავება კავკასიური წიფელის ნაყოფის გამოყენებით.....	107
5.2.1.	კანფეტი „ტყის ნობათი“-ის (გრილიაჟის კორპუსით) მომზადების ტექნოლოგია.....	107
5.2.2.	თხილის კანფეტი „წიფლნარი“-ს (პრალინეს კორპუსით) მომზადების ტექნოლოგია.....	110
5.3.	მაიონეზის ახალი პროდუქტების რეცეპტურებისა და წარმოების ტექნოლოგიის შემუშავება.....	113
ძირითადი დასკვნები		121
გამოყენებული ლიტერატურა.....		124

თავი 1. ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა

კვების მრეწველობის შემდგომი განვითარება მოითხოვს თვისობრივად ახალ, მეცნიერულად დასაბუთებულ მიდგომებს.

თანამედროვე ეტაპზე კვების პროდუქტების მსოფლიო ბაზრის ძირითადი ტენდენციებია-პრემიუმ კლასის პროდუქტთა სეგმენტის ზრდა და ჯანსაღი კვების კონცეფციაზე ორიენტირებული ნატურალური, ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეულის გამოყენებით ახალი თაობის პროდუქტების წარმოება. ამ თვალსაზრისით ერთ-ერთ პრიორიტეტად კვების მრეწველობის დარგში აღიარებულია პროდუქტების ბიოლოგიური ღირებულების ამაღლება და ფუნქციონალური პროფილის მინიჭება, რაც მიიღწევა:

- მცენარეული ცილით, მინერალებით, ვიტამინებით, საკვები ბოჭკოებით, ფენოლური ნაერთებით, ანტიოქსიდანტებითა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარი ფიზიოლოგიურად სასარგებლო საკვები ნედლეულისა და ინგრედიენტების გამოყენებით;
- ცხიმმჟავური შედგენილობის მოდიფიკაციით, რაც უზრუნველყოფს ნაჯერი, მონო - და პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების ოპტიმალური თანაფარდობის დამყარებას;
- ბუნებრივი წარმოშობის ფუნქციონალური დამატებების გამოყენებით, რომლებიც ახდენენ ბიოლოგიურად მნიშვნელოვან დადებით გავლენას ადამიანის ორგანიზმზე ნივთიერებათა ცვლის პროცესში. კვების ბალანსირებულობის პოზიციიდან ისინი უნდა პასუხობდნენ ადეკვატური კვების თანამედროვე მოთხოვნებს და იყვნენ უვნებლები, ამიტომ მათი შერჩევასა საჭიროა განისაზღვროს მათი დანიშნულება, სასარგებლო თვისებები, ფუნქციონალობა და უვნებლობა.

საქართველოს კვების მრეწველობაში ობიექტურად მომწიფდა ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტების სასაქონლო ბაზრის შექმნის აუცილებლობა, განსაკუთრებით ყოველდღიური მოხმარების პროდუქტთა სახით, ესენია: პურპროდუქტები, საკონდიტრო ნაწარმი, ცხიმოვანი პასტები, საწებლები,

სასმელები და სხვა. ფუნქციონალური პროდუქტების წარმოებისას ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს მრეწველობის რეგიონალური სანედლეულო რესურსებით უზრუნველყოფა. აღნიშნულიდან გამომდინარე პერსპექტიული და აქტუალურია გამოკვლევები, რომლებიც მიმართულია ნედლეულის ახალი წყაროების მოძიებაზე, არსებული ტრადიციული წყაროების რაციონალურ გამოყენებასა და ფუნქციონალური საკვების მისაღებად ეფექტური ტექნოლოგიების შექმნაზე. ამ პოზიციებიდან პერსპექტიულ ნედლეულად გვესახება კავკასიური წიფელის ნაყოფი - წიფელის თხილი (*Fagus orientalis* L.), რომელიც შეიცავს სრულფასოვან ცილებს, დიდი რაოდენობით ცხიმს, მაკრო- და მიკროელემენტებს, ცხიმოვანი მჟავებისა და ვიტამინების კომპლექსს, საკვებ ბოჭკოებსა და სხვა სასარგებლო კომპონენტებს.

თავისი პოლიკომპონენტური შემადგენლობისა და ფიზიოლოგიური მოქმედების ფართო სპექტრით ამოუწურავი რეზერვი დევს წიფელის ნაყოფის ბუნებრივ კომპლექსში. ამ პროდუქტის მიზანმიმართულ გამოყენებას კვების რაციონში ექნება ფუნქციონალური დატვირთვა ადამიანის ცხოველმყოფელობის სხვადასხვა სისტემებზე, რაც ხელს შეუწყობს ორგანიზმის გამაჯანსაღებელ მოქმედებას.

პურის, საკონდიტრო ნაწარმისა და ასევე სხვადასხვა ფართო მოხმარების კვების პროდუქტების (მაიონეზი, ცხიმოვანი პასტები, საწებლები და სხვა) წარმოებაში გამოიყენების თვალსაზრისით კავკასიური წიფელის თხილი წარმოადგენს პერსპექტიულ რეზერვს.

მიუხედავად ქართული თხილის ფართომასშტაბიანი კვლევებისა (ვ.გოცირიძე, გ.ნადირაძე, ზ.გაბრიჭიძე, ვ.გოგიტიძე, ჟ.ხარაიძე, ნ.მიროტაძე, მ.სილაგაძე, ი.ბერულავა, ა.იობიძე და სხვა), კავკასიური წიფელის თხილი დღემდე არ გამხდარა ფუნდამენტური კვლევის საგანი.

თხილი და მისი გადამუშავების პროდუქტები იყო და რჩება მაღალ მოთხოვნად პროდუქტებად მსოფლიო სამომხმარებლო ბაზარზე. ამდენად წიფელის თხილი, მისი მაღალი გემური და კვებითი ღირებულების გამო პერსპექტიული რეზერვია საწარმოო გადამუშავების თვალსაზრისით.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, გამოკვლევები, რომლებიც ითვალისწინებს კავკასიური წიფელის თხილის კომპლექსურ კვლევას და მის საფეძველზე, ახალი თაობის ნატურალური, ჯანსაღი და მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების საკვები პროდუქტების შექმნასა და მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიების შემუშავებას, აქტუალურია და აქვს მეცნიერულ-პრაქტიკული და სოციალურ-ეკონომიკური მნიშვნელობა.

კვლევის მიზანი და ამოცანები

სადისერტაციო ნაშრომის კვლევის მიზანია კავკასიური წიფელის ნაყოფის კომპლექსური გადამუშავების ტექნოლოგიის შემუშავება და გადამუშავების პროდუქტების გამოყენებით მაღალი კვებითი ღირებულების საკვები პროდუქტების მეცნიერულად დასაბუთებული რეცეპტურებისა და ტექნოლოგიების დამუშავება.

აღნიშნულის გათვალისწინებით დასახული იქნა შემდეგი ამოცანები:

- საქართველოს სხვადასხვა რეგიონების ტყის მასივებში გავრცელებული წიფელის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის, ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური თვისებების გამოკვლევა;
- წიფელის ნაყოფის ცილათა ფრაქციული და ამინომჟავური შედგენილობის კვლევა;
- წიფელის ნაყოფის ლიპიდური ფრაქციის ცხიმმჟავური შედგენილობის კვლევა;
- წიფელის ნაყოფის ნახშირწყლოვანი ფრაქციის კვლევა;
- წიფელის ზეთის მიღება და მისი შენახვის პროცესში ჟანგვითი და ჰიდროლიზური პროცესების დინამიკის კვლევა;
- წიფელის ნაყოფის კომპლექსური გადამუშავების ტექნოლოგიის დამუშავება;
- ბალანსირებული ცხიმმჟავური შედგენილობის მცენარეული ზეთის ახალი კომპოზიციის შემუშავება წიფელის ზეთისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ცხიმების გამოყენებით; კომპოზიციის ცხიმმჟავური შედგენილობისა და სამომხმარებლო თვისებების კვლევა;

- წიფელის ნაყოფის გადამუშავების პროდუქტების გამოყენებით პურის, საკონდიტრო ნაწარმის , მაიონეზის ახალი ასორტიმენტისა და მათი წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიების დამუშავება;
- ახალი პროდუქციის ენერგეტიკული და კვებითი ღირებულების გაანგარიშება, შენახვის ვადების დადგენა;
- კვლევის შედეგების საწარმოო აპრობაცია, ტექნიკური დოკუმენტაციის პროექტების შედგენა.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე

- პირველადაა ჩვენს მიერ ჩატარებული საქართველოს ტყის მასივებში გავრცელებული კავკასიური წიფელის ნაყოფის- წიფელის თხილის ფიზიკო-ქიმიური, ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური კვლევები და დამუშავებულია აღნიშნული ნედლეულის კომპლექსური გადამუშავების ტექნოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს მაღალი კვებითი ღირებულების ფუნქციური საკვები დანამატების მიღებას და მათ შემდგომ გამოყენებას კვების მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში;
- წიფელის ნაყოფის და მისი გადამუშავების პროდუქტების გამოყენებით შემუშავებულია თვისობრივად ახალი ჯანსაღი საკვები პროდუქტების მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მზა ნაწარმის მაღალ კვებით ღირებულებას, მაღალ სამომხმარებლო თვისებებსა და უვნებლობას;
- შესწავლილია წიფელის ზეთის ფრაქციული და ცხიმმჟავური შედგენილობის ცვლილების დინამიკა შენახვის პროცესში და შერჩეულია მისი სტაბილიზაციის უზრუნველყოფადი ბუნებრივი ანტიოქსიდანტების ოპტიმალური რაოდენობები, რომელთა გამოყენება უზრუნველყოფს წიფელის ზეთის შენახვის პროცესში საწყისი ხარისხობრივი მაჩვენებლების სტაბილიზაციას და შენახვის უნარიანობის გაზრდას;
- წიფელის ზეთის გამოყენებით შემოთავაზებულია ოპტიმალური ცხიმმჟავური შედგენილობის ცხიმოვანი კომპოზიცია, რომელშიც დაცულია ომეგა-3 და

ომეგა-6 ესენციალური ცხიმების თანაფარდობა, ფუნქციონალურ კვებაში გამოყენების პერსპექტივით.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება

- კვების პროდუქტების წარმოებაში გამოყენების მიზნით შემოთავაზებულია ადგილობრივი არატრადიციული ნედლეული- კაკვასიური წიფელის ნაყოფი, რაც უზრუნველყოფს სანედლეულო საკვებში რესურსების არეალის გაფართოებას;
- შემუშავებულია კაკვასიური წიფელის ნაყოფის კომპლექსური გადამამუშავების ტექნოლოგია და შემოთავაზებულია ფუნქციური დანიშნულების საკვები დანამატები- წიფელის ფქვილი, წიფელის კოპტონის ფქვილი, წიფელის ზეთი, მრავალკომპონენტოვანი ზეთოვანი კომპოზიცია;
- წიფელის გადამამუშავების პროდუქტების გამოყენებით დამუშავებულია საკვები პროდუქტების-პურის, საკონდიტრო ნაწარმის, მაიონეზის ახალი ასორტიმენტი და მათი წარმოების ტექნოლოგიები;
- საწარმოო აპრობაციით დადასტურებულია კვლევის შედეგების ეფექტურობა;
- ახალ პროდუქციაზე დამუშავებულია ტექნიკური დოკუმენტაციის (რეცეპტურებისა და ტექნოლოგიური ინსტრუქციების) პროექტები;
- ახალი ადგილობრივი არატრადიციული ნედლეულის გამოყენება კვების მრეწველობაში უზრუნველყოფს პროდუქციის გაიაფებას, რაც ზრდის მათ კონკურენტუნარიანობას სამომხმარებლო ბაზარზე და მიმზიდველს გახდის ასევე მომხმარებლებისა და მეწარმეებისთვის.

დაცვაზე გამოსატანი სამეცნიერო დებულებები.

- კაკვასიური წიფელის ქიმიური შედგენილობის კვლევის შედეგები;
- წიფელის ნაყოფის ბიოქიმიური კვლევის, კერძოდ, ცილებისა და ცხიმების ფრაქციული შედგენილობისა და ცალკეულ ფრაქციათა ამინომჟავური და ცხიმმჟავური შედგენილობის კვლევის შედეგები;

- წიფელის ზეთის ფიზიკო-ქიმიური პარამეტრებისა და შენახვის პროცესში მათი ცვლილების კვლევის შედეგები;
- წიფელის ნაყოფის კომპლექსური გადამამუშავების ტექნოლოგია;
- წიფელის ნაყოფის გადამამუშავების პროდუქტების გავლენით ხორბლის პურის, საკონდიტრო ნაწარმის, მაიონეზის ნახევარფაბრიკატებისა და მზა ნაწარმის ფიზიკო-ქიმიური, სტრუქტურულ-მექანიკური და ტექნოლოგიური პარამეტრების კვლევის შედეგები
- ახალი პროდუქტების რეცეპტურები და წარმოების ტექნოლოგიები.

ნაშრომის აპრობაცია: სადისერტაციო გამოკვლევის შედეგები პერიოდულად მოხსენებულია აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საკვები პროდუქტების ტექნოლოგიის დეპარტამენტის სხდომებზე 2014-2017 წწ. ნაშრომის შედეგები განხილული და გამოქვეყნებულია შემდეგ საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის მასალებში:

- საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ინოვაციური პროცესები მსოფლიო ეკონომიკის გლობალიზაციის პირობებში“, ქ. პრატა, ჩეხეთის რესპუბლიკა, 12-13 მარტი, 2015.
- საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიები“, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქ. ქუთაისი, საქართველო, 2015.
- საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „კვების ტექნოლოგიები, პურ-პროდუქტები და კომბინირებული საკვები“, კვების ტექნოლოგიების ოდესის ნაციონალური აკადემია, ქ. ოდესა, უკრაინა, 2015.
- საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „საკონდიტრო მრეწველობის მიღწევები და განვითარების პერსპექტივები“, საერთაშორისო გამოფენა „Ukrpodmash & Upakovka“ და “Sweet & Bakery Ukraine”, კვების ტექნოლოგიების ნაციონალური უნივერსიტეტი, ქ. კიევი, უკრაინა, 9 სექტემბერი, 2015.

- საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „პურისა და საკონდიტრო მრეწველობის მიღწევები და განვითარების პერსპექტივები“, კვების ტექნოლოგიების ნაციონალური უნივერსიტეტი, ქ. კიევი, უკრაინა, სექტემბერი, 2017.

პუბლიკაციები: დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებულია 7 სამეცნიერო სტატია საქართველოს და სახღვარგარეთის რეიტინგულ პერიოდულ გამოცემებში.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: სადისერტაციო ნაშრომი წარმოდგენილია კომპიუტერზე აკრებულ 138 გვერდზე და შედგება 5 თავის, ძირითადი დასკვნებისა და 140 დასახელების ლიტერატურული წყაროსგან. შეიცავს 30 ცხრილს, 5 სურათს და 28 ნახაზს.

თავი 2. ლიტერატურული მიმოხილვა

2.1 ფუნქციონალური კვების განვითარების ძირითადი

მიმართულებები

ცხოვრების წესი და კვება - უმნიშვნელოვანესი ფაქტორებია, რომლებიც უზრუნველყოფენ ადამიანის ჯანმრთელობას, მის შრომისუნარიანობას, გარემოს არახელსაყრელ პირობებში წინააღმდეგობის გაწევის შესაძლებლობას. საბოლოო ჯამში სწორედ ისინი განსაზღვრავენ ჯანმრთელობის ხარისხს და მის ხანგრძლივობას. ადამიანის საგოზადოებრივი განვითარებით თანამედროვე ეტაპი ხასიათდება როგორც წარმატებების სამეცნირო სფეროში, ტექნოლოგიებში, ტექნიკაში, ასევე ეკოლოგიური პრობლემების წარმოქმნით, ნერვულ-ემოციური დატვირთვით, ცხოვრების რიტმის შეცვლით. კვება ამ სისტემაში წარმოადგენს ჯანმრთელობის უზრუნველყოფის მნიშვნელოვან ბერკეტს, რომელიც განსაზღვრავს მის შემოქმედებით პოტენციალს და შრომისუნარიანობას. სწორედ ამიტომ, თანამედროვე და ცხოვრებისეული ამოცანაა ჯანმრთელი კვების სფეროში სახელმწიფოსა და საზოგადოების ურთიერთშეთანხმებული პოლიტიკის ფორმირება.

ჯანმრთელი კვების მიმართ წაყენებულია სხვადასხვა მოთხოვნები: ის უნდა იყოს რაციონალური, ბალანსირებული, ადეკვატური, სამკურნალო, პროფილაქტიკური, ოპტიმალური - და ყოველივე ეს უნდა ემსახუროდეს ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და გაძლიერებულ კვებას (59, 60, 92). უკანასკნელ წლებში ჩვენს ქვეყანაში მომხდარი დემოგრაფიული ცვლილებების ცვლილებების ფონზე გაიზარდა სიცოცხლის ხანგრძლივობა.

საქართველოს მოსახლეობისთვის კვების სტრუქტურის ფორმირება ხდება რიგი ტენდენციების გათვალისწინებით, ესენია: ორგანიზმის მეტაბოლური განსხვავებები, მოთხოვნილებები მაკრო- და მიკრო-ელემენტებზე, ფიზიოლოგიური თავისებურებები და სხვა (7, 87, 94, 96, 105).

ამგვარად, ჯანმრთელი კვება არის გენერალური ცნება, რომელიც გულისხმობს ზოგადი და სოციალური დანიშნულების (ორგანული, ფუნქციონალური,

კორექტირებული, პროფილაქტიკურ, სამკურნალო, ბავშვთა) პროდუქტების მოხმარებას.

ერის ჯანმრთელობის გაუმჯობესებისთვის აუცილებელია მოსახლეობის უზრუნველყოფა მაღალხარისხოვანი და უსაფრთხო საკვებით. ადამიანის ჯანმრთელობა დამოკიდებული არის კვებასა და მისი შემადგენელი კომპონენტების ხარისხზე. კვება უდევს საფუძვლად 80% ცნობილი პათოლოგიების წარმოქმნას, განვითარებასა და მიმდინარეობას, ის ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას მათზე (31, 35, 74, 123).

1998 წლიდან დღემდე შექმნილია 4000-ზე მეტი სახის კვების პროდუქტი, რომლებიც გამდიდრებულია ბიოლოგიურად ღირებული კომპონენტებით, მათ შორის ბავშვთა კვების პროდუქტები შეადგენს 40%-ს.

ზრდასრული ადამიანების უმრავლესობის და მოსახლეობის ბავშვთა ნაწილის კვება, დადებითი ტენდენციების მიუხედავად, ჯერ კიდევ არ შეესაბამება თანამედროვე მოთხოვნებს. საქართველოს მოსახლეობის რაციონში ძველებურად შეიმჩნევა მარტივი ნახშირწყლებისა და ცხოველური ცხიმების დიდი შემცველობის მაღალკალორიული პროდუქტების სიმრავლე, ასევე თევზის, ზღვისპროდუქტების, ხილისა და ბოსტნეულის უკმარისობა, რასაც მივყავართ სხეულის ზედმეტი წონის მომატებასა და სიმსუქნისკენ, რაც ბოლო 10 წლის განმავლობაში 19%-დან 23%-მდე გაიზარდა (9, 35, 106).

ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა რეგიონებში მოსახლეობის ყველა ჯგუფის (ბავშვები, სტუდენტები, ფეხმძიმე ქალები, სხვადასხვა პროფესიის მუშაკები) რეგულარული კვლევის შედეგებმა ცალსახად აჩვენა ვიტამინებისა და რიგი მინერალური ნივთიერებების უკმარისობა: C ვიტამინის დეფიციტს განიცდის 70-90%, B ჯგუფისა და ფოლის მჟავის - 40-80%, A ვიტამინის - 40-60% და ა.შ. ბევრ რეგიონში ვიტამინების უკმარისობას ემატება მარკო- და მიკრო-ელემენტების (55%-მდე) დეფიციტი. ასევე შეიმჩნევა კალციუმის, ქლორის, სელენის, იოდის და რკინის დეფიციტიც. მოსახლეობის 60% მუდმივად ცხოვრობს გარემოს დაბინძურების ადგილებში, რაც იწვევს ორგანიზმში ტოქსიკური ნივთიერებების დაგროვებას (53, 69, 76, 114).

ბოლო პერიოდში იაპონიაში, აშშ და ევროკავშირის რიგ ქვეყნებში ფართო გავრცელება ჰპოვა პროდუქტების ჯგუფმა, რომლებსაც ეწოდებათ ფუნქციონალური კვების პროდუქტები (30, 120).

ფუნქციონალური კვების პროდუქტი წარმოადგენს ისეთი კვების პროდუქტს, რომელიც განკუთვნილია ჯანმრთელი მოსახლეობის ყველა ასაკობრივი ჯგუფისათვის და კვების რაციონში შემავალი სისტემური გამოყენებისათვის. ის ამცირებს იმ დაავადებების წარმოქმნის რისკს, რომლებიც დაკავშირებულია კვებასთან, ინარჩუნებს და აუმჯობესებს ჯანმრთელობას მასში შემავალი კვების ინგრედიენტების ხარჯზე (22, 29).

დღეს ფუნქციონალური პროდუქტების მსოფლიო ბაზარი შეადგენს 40 მლნ აშშ დოლარს. საქართველოში კი მათი მოცულობა საერთო კვების პროდუქტების მოცულობის 2% შეადგენს.

საქართველოს ბაზარზე წარმოდგენილი ფუნქციონალური კვების პროდუქტები პირობითად შეიძლება დავყოთ ოთხ ჯგუფად: მარცვლეულის ფუძეზე წარმოებული პროდუქტები (პურფუნთუმეული, მაკარონის, ფქვილოვანი კულინარული და საკონდიტრო ნაწარმი), უალკოჰოლო სასმელები, რძის პროდუქტები და ცხიმზეთოვანი პროდუქტები.

პურფუნთუმეულის ნაწარმს ამდიდრებენ სხვადასხვა მარცვლეულის, პარკოსნების, ზეთოვანი კულტურების ფქვილებით, როგორცაა მზესუმზირას თესლი, სოიო, სელი და სხვა. არსებობს ასევე იოდიზირებული და ვიტამინიზირებული პური. მშრალ საუზმეს ამდიდრებენ ვიტამინებით, მინერალებით, უჯრედისით, ქატოთი, რაც ძალზე სასარგებლოა კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ნორმალური მუშაობისთვის და ზრდის პროდუქტის კვებით ღირებულებას (27, 42, 52, 67).

საკონდიტრო ნაწარმიდან გამოყოფენ შაქრის შემცველ ნატურალურ პროდუქტებს, ასევე ვიტამინებითა და ხილის დანამატებით გამდიდრებულ პროდუქტებს (33, 41, 55, 66). ამ კატეგორიის პროდუქტების მწარმოებლები ორიენტირებულნი არიან მომხმარებლის მაქსიმალურად ფართო ჯგუფებზე, თუმცა კომპანიების უმრავლესობას თავის ასორტიმენტში გააჩნია სპეციალიზირებული

პროდუქტებიც - სამკურნალო-პროფილაქტიკური, დიეტური, დიაბეტური დანიშნულების (102, 103, 112, 113, 117, 136, 137).

ცხიმზეთოვანი ფუნქციონალური კვების პროდუქტების დარგის მეცნიერები და მწარმოებლები კომბინირებული ცხიმების, დაბალცხიმოვანი მარგარინების, მრავალკომპონენტოვანი ზეთოვანი კომპოზიციების, ფუნქციონალური ინგრედიენტების შემცველი მაიონეზის ასორტიმენტის შექმნის გზით წავიდნენ.

ფუნქციონალურ ინგრედიენტების შემცველი სასმელები, მათ შორის უალკოჰოლო სასმელები, წვენები, მორსი, ბურაბი, ჩაი, თანდათან შემოდის ჩვენს ცხოვრებაში. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ბავშვთა კვებას.

სკოლამდელი და სკოლის ასაკის ბავშვთა კვების მწარმოებლები რეკომენდაციას უწევენ Nestle-ს სიმინდის ბურბუშელას, რომელიც რვა ვიტამინითა და რკინით არის გამდიდრებული; ასევე, სწრაფად ხსნადი შოკოლადის სასმელს „ნესკვიკი“; დიაბეტით დაავადებულთათვის - ორცხოხილას ხილის შიგთავსით; A, C, E, B₆ ვიტამინებით გამდიდრებულ, პანტოთენის მჟავით, რკინით, მაგნიუმით და თუთიით გამდიდრებულ ფრანგულ კომპანიის Nutrition&Sante-ს პროდუქციას.

პირველად ფუნქციონალური კვების პროდუქტის სტატუსი მიენიჭა რძის პროდუქტების ჯგუფს. საქართველოში ტრადიციულად აწარმოებენ რძემჟავა პროდუქტებს, რომლებიც მაღალეფექტურ გავლენას ახდენენ კუჭ-ნაწლავის ტრაქტზე. ინტერესი ამ პროდუქტების მიმართ ყოველწლიურად იმატებს. XXI საუკუნეში მათ „ჯანმრთელ პროდუქტებს“ ეძახიან.

დღეს ფუნქციონალური კვების პროდუქტების ძირითად მომხმარებლებს წარმოადგენენ 25-35 წლის ქალბატონები და 12 წლამდე ბავშვები. მწარმოებელი კომპანიები ცდილობენ დაიპყრონ მიზნობრივი აუდიტორიები, რეკლამის საშუალებით მიიზიდონ ხანში შესული ადამიანები (19, 111). ანალიტიკოსების პროგნოზით ყოველწლიურად მოსალოდნელია წარმოების ზრდა რამდენიმე პროცენტით, რომელიც 2008 წელს მსოფლიო კრიზისის გამო შეფერხდა.

ფუნქციონალური კვების პროდუქტების წარმოების გეოგრაფიული სტრუქტურა არ არის ძლიერ დივერსიფიცირებული, რადგან ამ პროდუქციის

სპეციალიზირებული წარმოება ბაზარზე წარმოდგენილია ისეთი კომპანიით, როგორც არის „ნესტლე“.

ფუნქციონალური კვების პროდუქტების მეთოდოლოგიის შექმნის საფუძველი მდებარეობს მედიკო-ბიოლოგიის და კვების მეცნიერების გადაკვეთის მიჯნაზე. ის ეფუძნება სამ შემადგენელ კომპონენტს: ტექნოლოგია, ეფექტურობა და უსაფრთხოება. ასეთი პროდუქტები წარმოებული უნდა იქნენ სპეციალური ტექნოლოგიებით. საუბარი მოცემული პროდუქტების ფუნქციონალურ თვისებებზე შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ისინი ემყარებიან ექსპერიმენტალური კვლევისა და კლინიკური აპრობაციის შედეგებს.

უახლოეს მომავალში ყველაზე პერსპექტიულს წარმოადგენს ფუნქციონალური კვების პროდუქტების შექმნა ცოცხალი მიკროორგანიზმების, საკვები ცილებისა და მცენარეული წარმოშობის ნედლეულის გამოყენებით, ასევე პერსპექტიულია მაღალი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულების პროდუქტები, გამდიდრებული შეუცვლელი, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით, პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავებით, სრულფასოვანი ცილებით, საკვები ბოჭკოებით, პრობიოტიკული და პრებიოტიკული კომპონენტებით, ანტიოქსიდანდებით, მინერალური ნივთიერებებით და სხვა (32, 36, 38, 45,). იმპორტზე ორიენტაცია ერთგვარდ აბრკოლებს ფუნქციონალური კვების პროდუქტების წარმოებასა და სამეცნიერო კვლევებს ამ სფეროში (72).

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნად, რომ აქტუალურია: ფუნქციონალური კვების პროდუქტების შემუშავება სხვადასხვა ასაკობრივი ჯგუფებისთვის; ამა თუ იმ პათოლოგიების გაჩენის რისკის შესამცირებლად ახალი, მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიების შექმნა და სრულყოფა; პროდუქტების შემუშავება ყოველდღიური მოხმარებისთვის, რომელთა შემადგენლობაში მიზანდასახულად და განსაზღვრული რაოდენობით იქნება ის ინგრედიენტები, რომელთა დეფიციტს ასე განიცდის საქართველოს მოსახლეობა.

2.2 არატრადიციული ნედლეული და მისი გამოყენების

პერსპექტივები კვების მრეწველობაში

2.2.1. წიფელის გავრცელების ტერიტორიის საერთო დახასიათება

წიფელი გავრცელებულია ევროპის, აზიისა და ჩრდილოეთ ამერიკის ზომიერ სარტყელში, ყველაზე ფართო გავრცელება კი ჰპოვა მან ევროპაში. წიფელი იზრდება ზღვის დონიდან 2300 მეტრზე, დომინირებს ფოთლოვან და შერეულ ტყეებში (8), ტყის წიფელი ასევე გავრცელებულია ევრაზიაში, ხოლო ფართეფოთლოვანი წიფელი - ჩრდილოეთ ამერიკაში. ენგლერის წიფელი გარეული სახით იზრდება ჩინეთში, მისი სიმაღლე აღწევს 20 მეტრს, ხოლო მერქანი გაყოფილია რამდენიმე განშტოებად, რომლებიც ქმნიან ფართოვალურ გვირგვინს (2, 119). ასეთი მერქნის მსგავსი ფორმა გააჩნია იაპონიის კუნძულებზე მდებარე ორ ენდემურ სახეობას - ცისფერ იაპონურსა და დაკბილულ, ბასრპირა წიფელის ხეებს. მათი სიმაღლე 30 მეტრს აღწევს. მექსიკური წიფელი სახელწოდებიდან გამომდინარე, წარმოშობით მექსიკიდან არის, სიმაღლე 40 მეტრია, ხეს აქვს სოლისებრი ფოთლები, გამოიყენება ხის გადამამუშავებელ წარმოებაში.

სამხრეთ ნახევარსფეროში მდებარე წიფელის ზოგიერთი სახეობა, რომელიც ადრე მიეკუთვნებოდა წიფელის ოჯახს, ამჟამად გამოყოფილია ცალკე ოჯახად - ნოტოფაგისებრი, ნოტოფაგუსის გვარით. ისინი გავრცელებული არიან ავსტრალიაში, ახალ გვინეაში, ახალ ზელანდიაში, ახალ კალედონიასა და სამხრეთ ამერიკაში.

რუსეთის ფედერაციის ტერიტორიაზე ტყის წიფელის გარდა გავრცელებულია აღმოსავლური წიფელი, მისი ბუნებრივი არეალი კავკასიაა. უკრაინაში, კარპატებსა და ყირიმში ხარობს ევროპული, ანუ ტყის წიფელი. ხის სიმაღლე 40-50 მეტრია. ის სითბომოყვარულია, თუმცა შეუძლია მცირე დროით გადაიტანოს -35°C . ჰაერის ტემპერატურა ($13-20^{\circ}\text{C}$) ცვლის მის მერქანს. ევროპულმა წიფელმა აღმოსავლეთ კარპატებს მისცა ისტორიული სახელწოდება „ბუკოვინა“.

კავკასიაში იზრდება აღმოსავლური, ანუ კავკასიური წიფელი - *Fagus orientalis* LIPSKY. ის განსხვავდება ევროპული სახეობისგან მოგრძო ფოთლებით.

პალეობოტანიკური მონაცემები ამტკიცებენ წიფელის სახეობების წარმოქმნას წყნარი ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილიდან. მათი უმრავლესობა დარჩა აღმოსავლეთ

აზიაში და მხოლოდ ჩრდილოეთ ამერიკაში გავრცელებული ფართეფოთლოვანი და ევროპული წიფელის ხეები გამოაკლდა ევრაზიულ არეალს (119). აღმოსავლური წიფელი, რომელსაც უფრო ადრეული წარმოშობა აქვს, შემაკავშირებელი რგოლია ამ ორ სახეობას შორის. ის გავრცელებულია ევროპული და აღმოსავლური წიფელის გავრცელების გადაკვეთის ადგილზე (8).

ტყეების შექმნის (დასაწყისის) მესამედ პერიოდში წიფელის მონაწილეობით, რომლებიც შეადგენენ ე.წ ტურგაის ფლორას, გავრცელდა ურალისა და არალის ზღვიდან სახალინამდე და კამჩატკამდე. შოტლანდიასა და ირლანდიაში ტურგაის ფლორა არსებობდა ეოცენის დროს. ტურგაის ფლორა ევოლუციის გზით გარდაიქმნა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში თანამედროვე ფოთლოვან ტყეებად (119).

წიფელმა მისცა სახელწოდება მთელ ოჯახს, რომელშიც შედიან მისი ახლო ნათესავები მუხა და ნამდვილი წაბლი.

წიფელის ოჯახი შედგება 11 სახეობისგან:

- *Fagus chienil* W.C. Cheng
- *Fagus crenata* BLUME - სოლისებრი წიფელი
- *Fagus engleriana* SEEMEN - ენგლურის წიფელი
- *Fagus grandifolia* EHRH - ფართეფოთლოვანი წიფელი
- *Fagus hayatae* PALIB - ტაივანური წიფელი
- *Fagus japonica* MAXIM - იაპონური წიფელი
- *Fagus longipetiolata* SEEMEN - აღმოსავლეთ-ჩინური წიფელი
- *Fagus lucida* REHDER & WILSON - გასხვიოსნებული წიფელი
- *Fagus orientalis* LIPSKY - აღმოსავლური ან კავკასიური წიფელი
- *Fagus sylvatica* L. - ტყის ანუ ევროპული წიფელი
- *Fagus xtaumica* POPL - ყირიმის წიფელი

ისინი გავრცელებული არიან აშშ აღმოსავლეთ ნაწილში, მექსიკის ტყეებში, აღმოსავლეთ ევროპაში, მცირე აზიაში, კავკასიაში, ჩრდილოეთ ირანში, ჩინეთსა და იაპონიაში (140). ისინი წარმოადგენენ მნიშვნელოვან ტყის წარმომქმნელ ჯიშს ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ზომიერ სარტყელში (8).

პალეონტოლოგიური მონაცემებით საქართველოს ტერიტორიაზე ტყეები მრავალი მილიონი წლის წინ იყო განვითარებული (ნეოგენის მეორე ნახევარი და პლეისტოცენი). საქართველოში, ისევე როგორც მთელს კავკასიაში, წიფლნარი (წიფელის ხის ტყე) შექმნილია ადმოსავლური წიფელით. წიფლნარი გვხვდება საქართველოს თითქმის ყველა ძირითად ტყის მასივში. კოლხეთში წიფლნარის ვერტიკალური გავრცელების ქვედა საზღვარი ზღვის დონეს უახლოვდება. წიფელის ტყეებს ტყის მასივების საერთო ფართობის 40% უჭირავს.

2.2.2. წიფელის თხილის გამოყენება საკვებ და სამკურნალო მიზნებისთვის

წიფელის თხილი გამოირჩევა მაღალი კვებითი ღირებულებით. ის შეიცავს 40-67% ცხიმს, აზოტოვან ნივთიერებებს, ცილას, სახამებელს, შაქარს, უჯრედის, ვიტამინებს (ტოკოფეროლს 150 მგ %), ორგანულ მჟავებს, ალკალოიდ ფაგინს, რომელიც იწლება თერმული დამუშავების დროს (100-120°C), ამის შედეგად ის კარგავს თავის ტოქსიკურ თვისებებს და მწკლარტ გემოს.

საზღვარგარეთ, ევროპის ქვეყნებში, წიფელის თხილი გამოიყენება საკონდიტრო წარმოებაში, მისგან ამზადებენ ფქვილს და ფქვილის დანამატებს, ასევე იყენებენ ყავის სუროგატის, სხვადასხვა სასმელების, კარამელის შიგთავსის მომზადების დროს, ხოლო ხორბლის ფქვილთან ერთად საოჯახო პირობებში ამზადებენ პურს, ფუნთუშებს და ნამცხვრებს. ბუდვაიზერის ლუდის ხარშვისას წიფელის მერქანის გამოყენება დღემდე შეუცვლელია.

კავკასიაში, მაღალმთიან რეგიონებში, წიფელის თხილს ხარშავენ თაფლში ან ყურძნის ბადაგში და სიმინდის ფქვილში, ამზადებენ ჩურჩხელებს.

წიფელის თხილისგან ცივი გამოწნევის მეთოდით მიიღება წიფელის ზეთი, რომელიც თავის გემოთი და კვებითი ღირებულებებით არ ჩამოუვარდება ზეთუნის და ნუშის ზეთებს.

წიფელის ზეთი მდიდარია სხვადასხვა მჟავებით, E-ვიტამინით, მაგნიუმით და სხვა მინერალებით. გამოიყენება შპროტების, სარდინების და სხვა კონსერვების მოსამზადებლად, ასევე სალათების შესაკმაზად. ზეთის მომზადებისას დარჩენილი კოპტონი შეიცავს 52%-მდე ცილოვან ნივთიერებებს და წარმოადგენს კარგ საკვებს პირუტყვისათვის, ხოლო მოხარშული სახით - ფრინველებისთვისაც (8).

ფარმაცევტული წარმოებისთვის წიფელის ზეთის მომზადებისას გამოიყენება ცხელი გამოწნევის მეთოდი. ამ დროს მიიღება უფრო მუქი შეფერილობის და მეტი რაოდენობის ზეთი, მაგრამ ის სწრაფფუჭებადია და მალე მძაღდება. გამოიყენება ანემიის, ბრონქიალური დაავადებების დროს, დადებითად მოქმედებს ადამიანის კანის და თმის სტრუქტურაზე, ამაღლებს პოტენციას.

მედიცინაში წიფელის ზეთისგან მიღებული კრეოზოტი გამოიყენება როგორც ძლიერი ანტისეპტიკური საშუალება.

ხალხურ მედიცინაში იყენებენ წიფელის ფოთლებზე დამზადებულ ჩაის, რომელიც მოქმედებს როგორც დამამშვიდებელი და მატონიზირებელი საშუალება.

2.2.3. სელი - როგორც კვების ესენციალური ფაქტორის წყარო

სელის ოჯახში (*Linaceae*) შედის *Linum* გვარი, რომლის შემადგენლობაშია 22 სახეობა. მათ შორის ყველაზე გავრცელებულია მხოლოდ ერთი სახეობა - *Linum usitatissimum*. ამ სახეობას გააჩნია ხუთი ქვესახეობა: ინდო-აბისსინიური, ევრაზიური, ხმელთაშუაზღვისეული, ინდოსტანური, შუაღედური.

საინტერესოა ევრაზიული ქვესახეობა, რომელიც წარმოდგენილია ოთხი ჯგუფით - დოლოუნეცი, ხუჭუჭა, შუაღერა, ცხიმბოჭკოვანი (39, 40, 50).

ცხიმოვანი სელის ჯგუფში შედის ხუჭუჭა და შუაღერა. *Linum usitatissimum*-ის არსებული გენეტიკური კოლექცია მოიცავს 53 სელის ხაზს, რომლებიც ხასიათდებიან ფართო შიგასახეობრივი ნიშნით. ამ ხაზის თესლებს ახასიათებთ ბიოქიმიური

შედგენილობის ფართო ცვალებადობა ცილის და ცხიმის შემცველობით, ასევე სელის თესლის ცხიმმჟავური შემადგენლობით (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

სელის თესლის გენეტიკურ კოლექციაში ცილის, ცხიმის და ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა (Пушкин, 1990 – 2000 гг.) და (Г.Н.Низова, Н.Б.Брач, 2010 г.)

მაჩვენებლები	დიაპაზონი	საშუალო მნიშვნელობა
ცილა (N x 5.5), %	15.7 – 23.0	19.7 ± 0.18
ცხიმი, %	34.2 – 41.6	36.8 ± 0.19
ცხიმოვანი მჟავები, % ჯამიდან:		
პალმითინის მჟავა (C 16:0)	3.5 – 6.5	4.9 ± 0.09
სტეარინის მჟავა (C 18:0)	1.3 – 5.3	2.9 ± 0.12
ოლეინის მჟავა (C 18:1)	10.7 – 29.9	17.1 ± 0.58
ლინოლის მჟავა (C 18:2)	11.0 – 19.6	14.9 ± 0.26
ლინოლენის მჟავა (C 18:3)	47.5 – 68.1	60.2 ± 0.59
უჯერი მჟავების ჯამი	63.5 – 81.5	75.1 ± 0.57

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ სელის ზეთის მთავარ ცხიმოვან მჟავას წარმოადგენს ლინოლენის მჟავა, რომლის შემადგენლობა ვარირებს ფართო დიაპაზონში 47.5%-დან 68.1%-მდე (62). ამ სამეურნეო-სასარგებლო ნიშნების ცვალებადობა განისაზღვრება არა მარტო სელის გენოტიპით, არამედ ნიადაგ-კლიმატური ფაქტორებით, ამ კულტურის აგროტექნიკით. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ ცხიმოვანი სელის თესლში ცილის შემადგენლობა განპირობებულია ნიადაგის უზრუნველყოფით აზოტის მოძრავი ფორმებითა და ფოსფორისა და კალიუმის მისაწვდომი მინერალური ფორმების თანაფარდობით“ (О.И.Антонова, А.А.Ельчищев, О.А.Черенков, 2009 г.)

სელის თესლის ნახშირწყლები, ძირითადად, წარმოდგენილი არიან ლორწოს არასახამებლური პოლისაქარიდებით, სახამებლური პოლისაქარიდების შემცველობა მათში მინიმალურია. სელის თესლში ლორწოს რაოდენობა შეადგენს თესლის წონის 4%-დან 9%-მდე. სელის თესლის ლორწო შეიცავს 50%-დან 80%-მდე ნახშირწყლებს,

4%-დან 10%-მდე ცილებს და 10%-დან 20%-მდე ნაცარს. ლორწოს ქიმიურ შემადგენლობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სელის გენოტიპი და მოყვანის პირობები. ამ მხრივ ჩატარებული სამუშაოები არასაკმარისია.

ცხიმოვანი სელის სელექცია ტარდება ორი მიმართულებით. პირველი მიმართულია მაღალპროდუქტიული ჯიშების მიღებაზე ცხიმის მაღალი შემცველობით, მეორე ითვალისწინებს ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობის დამყარებას (70).

კანადელმა სელექციონერებმა გამოიყვანეს სელის ახალი ტიპი - სოლინი. ამ ტიპის სელის თესლის ცხიმი შეიცავს 5%-ზე ნაკლებ ლინოლენის მჟავას, გამოირჩევა ღია შეფერილობით, ვარგისია შეწვისათვის. ალფა-ლინოლენის მჟავას სინთეზის შემცირება განპირობებულია მისი დესატურაზას ფერმენტული სისტემის ინჰიბირებით. ამ წარმატებამ სელექციაში ბიძგი მისცა სელის ახალი ჯიშის შექმნას, რომელთა თესლის ლიპიდები გამდიდრებულია ოლეინის მჟავათი ან პალმითინის და პალმითოლენის მჟავებით. სოლინის ტიპის სელის თესლს აქვს ყვითელი შეფერილობა (50, 73, 118).

მეორე მიმართულება ცხიმოვანი სელის სელექციაში ითვალისწინებს საკვები დანიშნულების ჯიშების შექმნას. ლიტერატურაში გვხვდება ინფორმაცია ასეთი ჯიშის სელექციაზე (A.A.Жученко, Т.А.Рожмина и др., 2005; Патент №2655 от 13.04.2005). ეს ჯიში გვიან მწიფდება, მისი მოსავლიანობაა 16 ც/ჰა, ცხიმის შემცველობა 93%, ის გამძლეა ცვენისა და ფუზარიოზის მიმართ.

სელექციაში განსაკუთრებით პერსპექტიულია კვების პროდუქტებში სელის თესლის და მისი გადამუშავების პროდუქტების, როგორც ფუნქციონალური ინგრედიენტების გამოყენების მიმართულება. მართლაც, სელის თესლი იმსახურებს განსაკუთრებულ ყურადღებას, როგორც ალფა-ლინოლენის მჟავას და საკვები ბოჭკოების წყარო, რომლებსაც გააჩნია ანთების საწინააღმდეგო, ანტიკანცეროგენული თვისებები, ბიოლოგიურად აქტიური ოლიგოსაქარიდები და ა.შ. (იხ. ცხრილი 2).

სელის, ჭვავის და ხორბლის ქიმიური შემადგენლობა.

კომპონენტები	განზომილება	ნედლეულის დასახელება		
		სელი	ჭვავი	ხორბალი
ენერგეტიკული ღირებულება	კკალ	534	298	366
ცილა	გ / 100 გ	18.29	8.9	13.68
შაქარი	გ / 100 რ	1.55	0.9	0.8
საკვები ბოჭკოები	გ / 100 გ	27.3	12.4	13.2
ცხიმი	გ / 100 გ	42.16	1.7	2.47
თიამინი (ვიტამინი B ₁)	მგ / 100 გ	1.64	0.35	0.42
რიბოფლავინი (ვიტამინი B ₂)	მგ / 100 გ	0.161	0.13	0.12
ნიაცინი (ვიტამინი B ₃)	მგ / 100 გ	3.08	-	6.81
პანტოთენის მჟავა (ვიტამინი B ₅)	მგ / 100 გ	0.99	-	0.94
ვიტამინი B ₆	მგ / 100 გ	0.47	0.25	0.42
ვიტამინი C	მგ / 100 გ	0.6	-	-
კალციუმი	მგ / 100 გ	255	54	34
რკინა	მგ / 100 გ	5.73	3.5	3.52
მაგნიუმი	მგ / 100 გ	392	60	144
ფოსფორი	მგ / 100 გ	642	189	509
კალიუმი	მგ / 100 გ	813	350	431
თუთია	მგ / 100 გ	4.34	1.23	4.16

2.2.4. სელის ძირითად შემადგენელი კომპონენტების დახასიათება

2.2.4.1. სელის თესლის ლიპიდები

ცხიმოვანი სელის თესლის ლიპიდური კომპლექსის საერთო დახასიათება მოცემულია ცხრილში 3.

ცხიმოვანი სელის თესლის ჯამური ლიპიდების ქიმიური შემადგენლობა (50)

დასახელება	შემადგენლობა თესლში, %
ჯამური ლიპიდები	27 - 47
გასაპვნადი ლიპიდები:	-
ნეიტრალური ლიპიდები (ტრიაცილგლიცეროლები)	25 - 44
პოლარული ლიპიდები (ფოსფოლიპიდები)	0.6 – 0.9
არაგასაპვნადი ლიპიდები (ტერპენები)	0.02 – 0.03

ცხიმოვანი სელის ტრიაცილგლიცეროლების ლიპიდები მიეკუთვნებიან ალფა-ლინოლენის ჯგუფის ცხიმებს (ცხიმოვანი მჟავების Ω-3 ოჯახი), ხოლო სოლინის ტიპის სელის თესლის ტრიაცილგლიცეროლები მიეკუთვნებიან ცხიმების ლინოლენის ჯგუფს (ცხიმოვანი მჟავების Ω-6 ოჯახი).

პოლარული ლიპიდები არასაკმარისად არის შესწავლილი. ზოგიერთი მონაცემების თანახმად, სელის თესლის ფოსფოლიპიდების თავისებურებებს წარმოადგენს ფოსფატიდილეთანოლამინის (13.6-15,8 %) და ფოსფატიდილცერინის (18.1 – 19,2%) შემცველობა (78)

ცხიმოვანი ზეთის არაგასაპვნადი ნივთიერებების მეტად მნიშვნელოვან ბიოლოგიურად აქტიურ კომპონენტებს წარმოადგენს ტოკოფეროლები (E-ვიტამინი) - ცხრილი 4.

ზეთოვანი თესლის ტოკოფეროლები (57)

დასახელება	შემადგენლობა თესლში, მგ/100 გ
α-ტოკოფეროლი	0.88
β-ტოკოფეროლი	2.42
γ-ტოკოფეროლი	9.2
δ-ტოკოფეროლი	0.24
ჯამური შემადგენლობა	12.74

ცნობილია, რომ ცხიმოვანი კულტურების თესლებში ტოკოფეროლების ჯამური შემადგენლობა შესამჩნევად იცვლება ფენოტიპური ფაქტორებისგან გამომდინარე. მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონებში მოყვანილი ცხრა ჯიშის სელის თესლის ტოკოფეროლების ჯამური შემადგენლობა იცვლება 40-დან 50-მდე მგ/100 გ ცხიმზე (82, 83, 84). ცალკეული კომპონენტების შეფარდება უმნიშვნელოა, რაც გვაძლევს საშუალებას ტოკოფეროლების შემადგენლობის ნიშანი განვიხილოთ როგორც სპეციფიური სახეობა (Я.Н. Демурин., 1999).

მცენარეულ ცხიმებში სტეროლები გვხვდება ცხიმოვანი მჟავების ეთერების სახით (85).

სელის თესლში კაროტინოიდების შემცველობა შეადგენს 0.0010-0.0053% (88). კაროტინოიდები წარმოადგენენ აქტიური ჟანგბადის გადამტანებს და მონაწილეობენ ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში.

სელის თესლის ზოგიერთი კომპონენტის მედიკო-ბიოლოგიური თვისებები საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი. ევროპისთვის და სხვა რეგიონებისთვის სელის ზეთი, თევზის ზეთთან შედარებით, ომეგა-3 ოპტიმალური წყაროა. სწორედ ომეგა-3 წარმოადგენს ადამიანის ყოველი უჯრედის გარსის მნიშვნელოვან ნაწილს, ის უზრუნველყოფს უჯრედოვანი მემბრანის მოძრაობას და ნორმალურ გამტარობას. თუ უჯრედის გარსი შედგება ორი ნივთიერებისგან (ქოლესტერინი, შეცვლილი ცილოვანი მოლეკულები) - ეს ხდება, როდესაც ადამიანი უმეტეს წილად იკვებება ცხოველური ცხიმებითა და მზესუმზირის ზეთით. ამ დროს გარსი კარგავს თავის გამტარობას, უჯრედები ვერ იღებენ სისხლის სადინარიდან გლუკოზას, კალციუმს, კალიუმს. ირღვევა თვით უჯრედებიდან ნივთიერებების გამოყოფა, რომლებსაც ეს უჯრედები წარმოქმნიან: ნაღველი, კუჭქვეშა, ფარისებრი, სასქესო ჯირკვლები. ამრიგად, ორგანიზმის კვების დროს ომეგა-3-ის უკმარისობა იწვევს მრავალრიცხოვან დარღვევებს, როგორცაა:

- ჰიპერტონია, გულის იშემიური დაავადებები;
- მეხსიერების და ყურადღების დაქვეითება, ვეგეტო-სისხლძარღვოვანი დისტონია;
- შაქრიანი დიაბეტი;

- ფარისებრი, კუჭქვეშა და სასქესო ჯირკვლების ფუნქციების დაქვეითება;
- ღვიძლის და ნაღვლის სადინარების სისტემის მუშაობის დარღვევა;
- თირკმელების მუშაობის დარღვევა.

ომეგა-3 უკმარისობის დროს ირღვევა უჯრედებს შორის ურთიერთობა, ერთორციტები ერთმანეთს ეწეკებიან, იწყება ტრომბის წარმოქმნის პროცესი.

2.2.4.2. სელის თესლის ცილები

ცხიმოვანი სელის თესლის ცილოვანი კომპლექსის დახასიათება წარმოდგენილია ცხრილში 5.

ცხრილი 5

ცხიმოვანი სელის თესლის ცილოვანი კომპლექსის დახასიათება (121)

NN	მახასიათებლები	ზომის ერთეული	მნიშვნელობა
1	სელის თესლში ცილის შემადგენლობა	%	23 - 25
2	ფრაქციული შემადგენლობა ხსნადობის მიხედვით:	%	
2.1	წყალში ხსნადები ცილები	%	25
2.2	მარილხსნადები ცილები	%	30
2.3	ტუტეში-ხსნადები ცილები	%	42
3	ტრიპსინის ინჰიბიტორის აქტივობა	ერთეული	42 - 51
4	ჰემაგლუტინატური აქტივობა		არ მოიძებნა
5	ამილაზას ინჰიბიტორები		არ მოიძებნა
6	სპეციალური ტიპის ცილის „ოლეოზონების“ არსებობა		აღმოჩენილია ლიპოსომებში, ხასიათდებიან მაღალი ლიპოფილიური თვისებებით

აღსანიშნავია, რომ ცხიმოვანი სელის თესლში ცილის რაოდენობრივი მაჩვენებლის შიდასახეობრივმა მრავალფეროვნებამ შეადგინა 4,3%, რაც მოწმობს მის სტაბილურობაზე (H.B. Брах, 2007). სელის თესლში სამარაგო გლობულინები წარმოდგენილი არიან ორი ძირითადი ფრაქციით - 11S-გლობულინები (მოლეკულური მასა 300-400 კილოდალტონი) და 7S-გლობულინები (მოლეკულური მასა 150-210 კილოდალტონი). ცხიმოვანი სელის თესლში 11S-გლობულინებისთვის დამახასიათებელია სტრუქტურული მსგავსება (58). ამ გლობულინების მოლეკულები შედგებიან 6 სუბერთეულისგან 50-60 კილოდალტონი მოლეკულური მასით, რომლებიც ერთიანდებიან ჰექსომერული ერთგვაროვან მეოთხედ სტრუქტურაში (Швенке К-Д, 2000).

ცხიმოვანი სელის თესლის ფრაქციული შემადგენლობა ხსნადობის თვისებით მსგავსია მზესუმზირის თესლის ცილის ფრაქციული შემადგენლობისა. მათში ჭარბობს მარილი და წყალში ხსნადი ფრაქციების ცილები.

დადებითი ფაქტორია ის, რომ ცხიმოვანი სელის თესლში არ აღინიშნება ფოზიოლოგიურად არასასურველი ცილების კომპონენტები. პროტეაზას ინჰიბიტორები კი მცირე თბური დამუშავების დროს ინაქტივაციას განიცდიან (126).

ცილების ბიოლოგიური ღირებულება ძირითადად განისაზღვრება შეუცვლელი ამინომჟავების შემცველობითა და შეფარდებით (ცხრილი 6).

სელის ცილის ლიმიტირებულ მჟავებს წარმოადგენენ: თრეონინი (85%-90%), ლიზინი (72%-78%), მეთიონინი+ ცისტინი (48%-74%) და ლეიცინი (57%-91%).

მიუხედავად იმისა, რომ სელის თესლის ფუნქციონალურ-ტექნოლოგიური თვისებები არასათანადოდ არის შესწავლილი, ითვლება, რომ მისი ცილები მეტად ლიპოფილურია, ვიდრე სოიოსი. თერმული დამუშავების დროს იზრდება მათი წყალაბსორბციული თვისებები, მაგრამ მცირდება ცხიმის შემაკავებელი თვისება, ქაფის წარმომქმნელი და ემულგირების მახასიათებლები (A.B. Барнашов, 2007).

ამჟამად ინტენსიურად მიმდინარეობს მცენარეული ცილების ბიოქიმიური კვლევა. სელის თესლის შემთხვევაში ასეთ ცილებს მიეკუთვნებიან ოლეოზინები. ისინი წარმოადგენენ ლიპოსომების სტრუქტურულ ელემენტებს. ითვლება, რომ ეს

ცილები ეფექტურად იქნებიან გამოკვლეული ფარმაცევტულ მრეწველობაში გამოყენების მიზნით.

ცხრილი 6

ცხიმოვანი სელის ცილების ამინომჟავური შემადგენლობა

ამინომჟავები	ტრადიციული ჯიშები	სოლინის ჯიში (Solin)
გოგირდისშემცველი ამინომჟავები, გ/100 გ ცილაზე		
მეთიონინი	0.9	1.5
ცისტინი	0.8	1.1
არომატული ამინომჟავები, გ/100 გ ცილაზე		
ფენილალანინი+თიროზინი	7.6	6.9
ჰისტიდინი	2.3	2.2
ალიფატური ამინომჟავები, გ/100 გ ცილაზე		
თრეონინი	3.4	3.6
ვალინი	6.1	4.6
იზოლეიცინი	4.7	4.0
ლიზინი	4.3	4.0
ლეიცინი	6.4	4.0
არგინინი	10.8	9.2
გლიცინი	6.2	5.8
ალანინი	5.2	4.4
ასპარაგინის მჟავა	11.2	9.3
სერინი	2.8	4.5
გლუტამინის მჟავა	21.8	19.6

2.2.4.3. სელის თესლის ლორწოს პოლისაქარიდები

ცხიმოვანი სელის თესლის ლორწო წარმოადგენს პოლისაქარიდების ჰეტეროგენურ სისტემას, რომელთა მონოზების შემადგენლობაში შედის ქსილოზა, გლუკოზა, გალაქტოზა, რამნოზა, ფუკოზა და გალაქტურონის მჟავა (Cui W., Mazza G., 1996).

პოლისაქარიდები შედგებიან ნეიტრალური და მჟავე ფრაქციებისგან (40, 78, 87, 88, 122).

ნეიტრალური ფრაქცია შეიცავს L-არაბინოზას, D-ქსილოზას, D-გალაქტოზას თანაფარდობით 3.5:6.2:1.

ნეიტრალური პოლისაქარიდები ანუ არაბინოქსილანები შედგებიან საყრდენი ჩონჩხის ქსილანური პოლისაქარიდისგან, რომელშიც ქსილანის ნარჩენები შერთებული არიან წრფივ ჯაჭვზე β (1 \rightarrow 4) კავშირით. არაბინოქსილანის გვერდითი ჯაჭვები წარმოქმნიან არაბინოზას და გალაქტოზას პოზიციებში α (1 \rightarrow 3) და/ან α (1 \rightarrow 2). სელის თესლიდან გამოყოფილი არაბინოქსილანის მოლეკულური მასა შეადგენს მიახლოებით $1.2 \cdot 10^6$ დალტონს. ლორწოს პოლისაქარიდებში ამ ფრაქციის ფარდობითი შემცველობა წარმოადგენს 75% (K. Kelvin, T. Goh, et al., 2006). Cui et al. (1994) მონაცემებით, ნეიტრალური ფრაქცია შეადგენს ექსტრაგირებული ლორწოს 32%. ასეთი სხვაობა შეიძლება აიხსნოს იმ განსხვავებული პირობებით, რომლის დროს მიმდინარეობდა ლორწოს ექსტრაქცია: ტემპერატურით, იონური ძალით, ხსნარის PH-ით, ექსტრაქციის ხანგრძლივობით.

ლორწოს პოლისაქარიდების შემადგენლობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული სელის გენოტიპზე. კერძოდ, დადგენილია, რომ ყვითელთესლიანი ხაზის ცხიმოვანი სელისთვის დამახასიათებელია ნეიტრალური ფრაქციის პოლისაქარიდების მაღალი შემცველობა ლორწოში, ყავისფერთესლიანი შეფერილობის სელის თესლის ლორწოსთან შედარებით (E.A. Пороховинова, A.B.Павлов и др., 2012)

2.3 ცხიმების ფიზიკო - ქიმიური მაჩვენებლები და მათი ცვლილებები ტექნოლოგიური გადამუშავების პროცესში

ცხიმები არ არის ერთგვაროვანი და ქიმიურად სუფთა ნივთიერებები. ისინი წარმოადგენენ რთული შედგენილობის ნარევეს, რომელშიც თვით ცხიმი წარმოადგენილია მეტი პროცენტული რაოდენობით, ვიდრე სხვა ნივთიერებები, (ცვილი, ლიპოიდები, პიგმენტები, ლორწოვანი, ცილოვანი ნივთიერებები და სხვა).

ცხიმი მცენარის ყველა ქსოვილის შემადგენელი ნაწილია, მაგრამ ძირითადად მისი დაგროვება ხდება ნაყოფებსა და თესლში. მცენარეული ქსოვილების უჯრედში ცხიმი წყალთან და ცილოვან ნივთიერებებთან ერთად ემულსიის მდგომარეობაში იმყოფებიან.

მცენარეების თესლში ცხიმების შემცველობა აღწევს: მზესუმზირაში - 30-46%, კაკაოს მარცვალში 48-50%, სოიოში 18-20%, სიმინდში - 6,5%, ხორბალში -1,5%, კაკლოვან მცენარეთა ნაყოფებში - 61%; სელში - 48%;

მცენარეული ცხიმების ხარისხი განისაზღვრება მისი ორგანოლეპტიკური, ფიზიკური და ქიმიური მაჩვენებლებით. ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებიდან აღსანიშნავია ცხიმის გემო, ფერი, სუნი, გამჭირვალობა და კონსისტენცია. ცხიმის ხარისხის, გარეგნული სახის, დამუშავების ხარისხის განსაზღვრისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ცხიმის გემოს და არომატს. კონსისტენციის მიხედვით ცხიმები არის თხევადი და მყარი. ფიზიკურ მაჩვენებლებს მიეკუთვნება: სიმკვრივე, გარდატეხის კოეფიციენტი, ლღობისა და გამყარების ტემპერატურა.

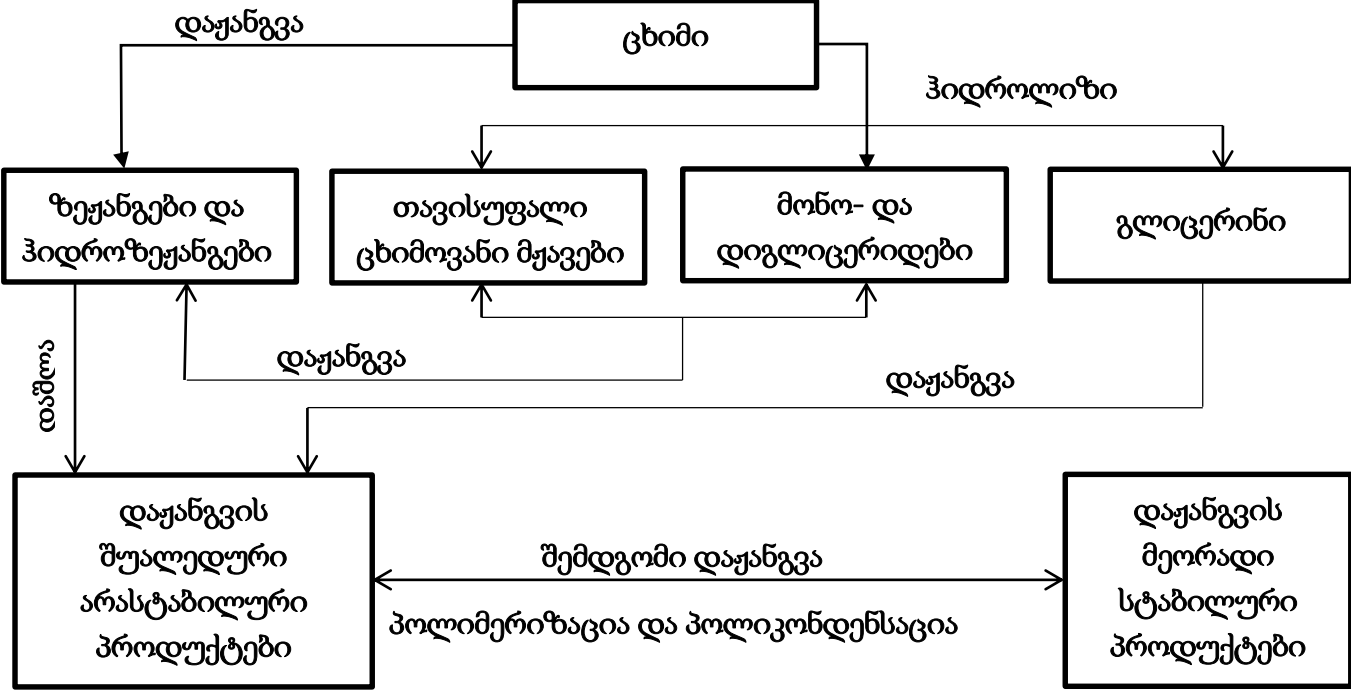
ცხიმების სიმკვრივე მცირდება მოლეკულური მასის გაზრდით და იზრდება შეუცვლადი ცხიმოვანი მჟავების ხარისხის გაზრდით. გარდატეხის კოეფიციენტი მიუთითებს ცხიმების სისუფთავეზე და დაჟანგვის ხარისხზე. მისი მნიშვნელობა მერყეობს 1,448 – 1,476 ფარგლებში (20°C ტემპერატურის პირობებში). ლღობის ტემპერატურა განსაზღვრავს ცხიმის კონსისტენციას და შეთავსების უნარს. რაც უფრო მაღალია ლღობის ტემპერატურა მით უფრო კარგად შეითვისება ის ადამიანის ორგანიზმის მიერ.

ქიმიური მაჩვენებლებიდან მეტად მნიშვნელოვანია ზეჟანგური რიცხვი, მჟავური რიცხვი, გასაჰნების და იოდის რიცხვი.

ზეჟანგური რიცხვი მიუთითებს ცხიმის სიახლის ხარისხზე. მცენარეული ცხიმებისთვის დასაშვებია 10 მმოლ-მდე. იოდის რიცხვი ახასიათებს ცხიმების უჯერობას, მის სისუფთავეს და ნატურალურობას. მცენარეული ზეთებისათვის არის 119 -114, ზეთუნის ზეთი 72-89, არაქისის ზეთის 82-92 I₂.

გასაჰნების რიცხვი ახასიათებს ცხიმში როგორც თავისუფალი ისე შეკავშირებული ცხიმოვანი მჟავების შემცველობას. გასაჰნების რიცხვი მზესუმზირას ზეთისთვის მერყეობს 186-194 ფარგლებში; ზეთუნის ზეთისათვის 72-89 ; არაქისის ზეთისათვის 187-207 მგ.

თბური დამუშავების პროცესში ცხიმების ცვლილების სქემა ნაჩვენებია ნახაზზე.1.



ნახ.1. ცხიმების ცვლილება თბური დამუშავების დროს

მაღალ ტემპურატურაზე (250 ÷ 300°C) გაცხელებით ცხიმი განიცდის ღრმა ცვლილებებს, ხდება კუთრი წონის მომატება, სიბლანტის ზრდა, იოდის რიცხვის დაცემა. რაც უფრო ხანგრძლივია გაცხელება, მით უფრო ბლანტი ხდება პროდუქტი. საბოლოოდ შეიძლება მათი მთლიანად ჟელატინირება და ასეთ ცხიმებს ეწოდებათ პოლიმერიზირებული ცხიმები. ისინი გამოიყენება პოლიგრაფიულ მრეწველობაში.

2.4 ლიპიდების სტრუქტურა, ფრაქციული და ცხიმმჟავური

შედგენილობა, ლიკალიზაცია და ფიზიოლოგიური აქტივობა

ლიპიდების ძირითადი ჯგუფია ტრიგლიცერიდები, მონო-და დიგლიცერიდები, რომლებიც მიეკუთვნებიან ნეიტრალური ლიპიდების ჯგუფს. მეორე მნიშვნელოვანი ჯგუფია პოლარული ლიპიდები -ფოსფოლიპიდები.

დადგენილია, რომ მცენარეული ლიპიდების შემადგენლობაში ფოსფოლიპიდების შემცველობა შეადგენს 0,02÷4,5%-ს, ტრიგლიცერიდების 98-99%-ს, სტერინების 0,1÷0,4%-ს.

მცენარეული ლიპიდების ცალკეული ფრაქციების ცხიმმჟავური შედგენილობა მოცემულია ლიტერატურაში. ცხიმმჟავური შედგენილობის მიხედვით ფოსფოლიპიდები ხასიათდებიან ჟანგვითი სტაბილურობით.

ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავები ადამიანის ორგანიზმისთვის მავნებელია, რამეთუ ისინი იწვევენ ქოლესტერინის რაოდენობის ზრდას, რაც ამაღლებს გულსისლძარღვთა დაავადების რისკს (133, 135).

უჯერი ცხიმოვანი მჟავები აუცილებელია ორგანიზმის უჯრედების აგებისათვის. მონოუჯერი მჟავები მონაწილეობენ ორგანიზმში ქოლესტერინის რაოდენობის შემცირებაში. მათგან ყველაზე გავრცელებულია ოლეინის მჟავა, რომლის სინთეზიც მიმდინარეობს ადამიანის ორგანიზმში. ის დიდი რაოდენობით არის წარმოდგენილი ზეთუნის ზეთში - 65%.

პილიუჯერი ცხიმოვანი მჟავებია: ლინოლის, ლინოლენის, არაქისის მჟავები, რომლებიც არ სინთეზირდებიან ორგანიზმში და არიან შეუცვლელი ცხიმმჟავები. ისინი არეგულირებენ ნივთიერებათა ცვლას, მონაწილეობენ ჰორმონების სინთეზში, ხელს უწყობენ იმუნიტეტის შენარჩუნებას.

ლიპიდები არის ბიოლოგიური ობიექტების მნიშვნელოვანი კომპონენტები. ისინი შედიან უჯრედებისა და ქსოვილების შემადგენლობაში, ასევე ენდოპლაზმურ, მიტოქონდრიალურ, ბირთვულ, ციტოპლაზმურ მემბრანებში, უჯრედის შიგა ორგანოებში. ლიპიდების კონცენტრაცია ბიომემბრანებში მნიშვნელოვნად ვარირებს. გარე მემბრანებში მათი შემცველობა შეადგენს 80% მშრალ მასაზე

გადაანგარიშებით, მიტოქონდრიების შიგა მემბრანებში კი ბიომემბრანების ლიპიდები ძირითადად წარმოდგენილია პოლარული ლიპიდებით.

მემბრანების ფიზიოლოგიური აქტიურობა მნიშვნელოვნად განისაზღვრება ლიპიდების შედგენილობით, მისი ჰოდროფობური და ჰიდროფილური ჯგუფების სტრუქტურით. მცენარის თესლებში ძირითადად გვხვდება ნეიტრალური ლიპიდები, რომლებიც წარმოადგენენ სარეზერვო ენერგეტიკულ მასალას. ისინი გამოიყენება ნახშირწყლების, ცილების, ბიოსინთეზისა და ზრდის პროცესისათვის.

მცენარეული ლიპიდების ძირითადი ცხიმმჟავების შემცველობა მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი 7.

მცენარეული ზეთების ცხიმმჟავური შედგენილობა

ზეთის დასახელება	ცხიმოვანი მჟავები				
	პალმიტინის 16:0	სტეარინის 18:0	ოლეინის 18:1	ლინოლის 18:2	ლინოლენის 18:3
მზესუმზირას	4,4 – 6,9	3,5 – 5,2	13,8 – 35,4	54,9 – 75,9	-
სიმინდის	7,7 – 25,4	2 – 3,6	20,7 – 48,8	34 - 56	2 – 4
არაქისის	10,9	2,7	50 - 72	36,2	-
ზეითუნის	8,4 – 17,7	1,9 – 3,6	55,3 – 85,0	4 - 12	0,4 – 0,6
მდოგვის	0,2 – 2,0	1,0	14,2 – 31,4	13,8 – 30,1	7,4 - 16

განსაკუთრებით ძვირფასია ზეითუნის ზეთი, რომელიც გამოირჩევა პოლიუჯერი, უჯერი და ოლეინის მჟავების ოპტიმალური ბიოლოგიური ბალანსით (1 : 3 : 6).

2.5 მცენარეული ზეთების დაჟანგვა. მისი კომპონენტების ჟანგვითი სტაბილურობა

მცენარეული ზეთების სტაბილურობის შეფასება ხდება ავტოდაჟანგვის და ინიცირებული დაჟანგვის კინეტიკის შესწავლით.

სტაბილურობის გამოკვლევა აუცილებელია მცენარეული ზეთების მიღების ტექნოლოგიისა და შენახვის პროცესის სრულყოფისთვის. ასევე იმისთვის, რომ შემუშავებული იქნას ხარისხის შეფასების ობიექტური მეთოდები.

ვ.ნ. უშკალოვას მიერ ჟანგვითი სტაბილურობის ოპტიმალური პირობების განსაზღვრის მიზნით გამოკვლეული იქნა მზესუმზირას, სელის ზეთის და მათი ცხიმოვანი კომპონენტების ავტოდაჟანგვის კინეტიკა 20°, 50°, 100°C ტემპერატურაზე (45).

დადგენლი იქნა, რომ 20°C ტემპერატურაზე მზესუმზირას და სელის ზეთში პეროქსიდების დაგროვების პროცესი ხასიათდება მუდმივი სიჩქარით. ამ დროს მათი რაოდენობა აღწევს $(2,7 \div 3,4) \cdot 10^{-2}$ მოლი/დმ³. შემდეგ ხდება პროცესის დაჩქარება და მაქსიმალური სიჩქარის მიღწევა. მათი ზღვრული კონცენტრაცია შეადგენს $6,8 \cdot 10^{-2}$ მოლი/დმ³.

პეროქსიდების დაგროვების სიჩქარე ნაკლებად არის დაკავშირებული ცხიმოვან შედგენილობაზე. სელის ზეთს აქვს მაღალი იოდის რიცხვი, მაგრამ იჟანგება იმავე სიჩქარით, როგორც ნაკლებად უჯერი მზესუმზირას ზეთი.

ნაჩვენებია, რომ 50°C ტემპერატურაზე იზრდება პეროქსიდების დაგროვების სიჩქარე, ასევე არ შეიმჩნევა პირდაპირი დამოკიდებულება დაჟანგვის სიჩქარესა და უჯრედების ხარისხს შორის. პეროქსიდების ზღვრული კონცენტრაცია იზრდება, ხოლო შეფარდება მაქსიმალურ და საწყის სიჩქარეებს შორის ეცემა, რაც მიუთითებს პეროქსიდების წარმოქმნის და დაშლის დაჩქარებაზე.

100°C ტემპერატურაზე მცირდება პეროქსიდების მდგრადობა, თუმცა მათი დაგროვების ჯამური სიჩქარე მაღალია, ვიდრე 50°C ტემპერატურაზე. ამ დროს ზღვრული კონცენტრაცია ეცემა და მზესუმზირას ზეთში ის არ აღემატება $3,4 \cdot 10^{-2}$ მოლი/დმ³, სელის ზეთში $1,7 \cdot 10^{-2}$ მოლი/დმ³.

მჟავური კომპონენტების ჟანგვა აღნიშნულ პირობებში მიმდინარეობს უფრო სწრაფად, ვიდრე ლიპიდების დაჟანგვა. 100°C ტემპერატურაზე მკვეთრად ეცემა არა მარტო პეროქსიდების, ასევე კარბონილური ნაერთების მდგრადობა. ოქსიდების დაგროვება ხდება უფრო სწრაფად ვიდრე 20°C-სა და 50°C.

გამოკვლევების მონაცემები მოწმობენ, რომ ზეთებში და მათ ცხიმმჟავურ კომპონენტებში პეროქსიდებთან შედარებით კარბონილური ნაერთები და ოქსიდები არიან მეორადი პროდუქტები. ზეთებში პეროქსიდების დიდი ნაწილი იშლება მათი წარმოქმნის გარეშე, სპირტების წარმოქმნით ბიოანტიოქსიდანტებთან რეაქციების შედეგად.

დადგენილია, რომ ინდუქციის მცირე პერიოდი ნაკლებად არის დამოკიდებული სუბსტრატზე და ექსპერიმენტების პირობებში შეადგენს 20-60 წუთს. ინდუქციის დიდი პერიოდი იცვლება სუბსტრატიდან დამოკიდებულებით, ის იცვლება სელის ზეთიდან მზესუმზირის, სოიოს და ქაცვის ზეთისაკენ.

სუბსტრატისაგან დამოკიდებულებით იცვლება ასევე შთანთქმული ჟანგბადის კონცენტრაციაც, რომლის დროსაც მთავრდება ინდუქციის პერიოდი და მიიღწევა მაქსიმალური სიჩქარე.

ჩვეულებრივ ინდუქციის პერიოდიდან გამოსვლა აკავშირებს ბიოანტიოქსიდანტების დანახარჯს და ცხიმის ცხიმმჟავური კომპონენტების ინტენსიური დაჟანგვის დასაწყისს. დადგენილია, რომ უჯერობასთან მიახლოებული ლიპიდების უმეტესობას აქვს მსგავსი მაქსიმალური სიჩქარეები, მეტად უჯერ ზეთებს აქვს დაჟანგვის დიდი სიჩქარე (24).

ამგვარად, დაჟანგვის პროცესის მექანიზმი დამოკიდებულია ლიპიდების ბუნების ცვლილებაზე.

2.6 ლიპიდების დაჟანგვისა და სტაბილიზაციის პროცესების

თეორიული საფუძვლები

კვების პროდუქტების ხარისხის დაქვეითების შენახვის დროს განპირობებულია მათი ლიპიდების ურთიერთქმედებით ჟანგბადთან. ორგანული მოლეკულების ურთიერთქმედება ჟანგბადთან წარმართება მოლეკულური, იონური ან რადიკალ-ჯაჭვური მექანიზმით. ბოლო 55 წლის განმავლობაში დადგენილია

ნახშირწყალბადების და მისი წარმოებულების დაჟანგვის რადიკალურ-ჯაჭვური მექანიზმი (11).

ნ.სემიონოვას მიერ შემუშავებული იქნა რადიკალურ-ჯაჭვური პროცესის თეორია, რომლის საფუძველზე წარმატებით გადაწყდა შენახვის ტექნოლოგიის და კვების პროდუქტების ხარისხის კონტროლის სრულყოფის პრაქტიკული ამოცანა (31).

რადიკალურ-ჯაჭვური პროცესი ხასიათდება რადიკალების ერთი ან რამოდენიმე რეაქციით და რეაქციების რაოდენობა განსაზღვრავს ჯაჭვის სიგრძეს. ჯაჭვური რეაქციების დრის ერთი რადიკალიდან წარმოიქმნება ორი ან ხდება განტოტვის პროცესი. სწორედ ასეთი პროცესია ორგანული მოლეკულების დაჟანგვა ჟანგბადით, სადაც განტოტვა ხდება ჰიდროპეროქსიდების რადიკალების დაშლის გამო (132).

მეცნიერების ვ.უშკალოვას, ნ. ლიასკოვსკაიას მიერ შესწავლილი იქნა დამოკიდებულება შთანთქმულ ჟანგბადსა და წარმოქმნილ პეროქსიდებს შორის. დადგენილი იქნა, რომ ჟანგბადის შთანთქმის და ჰიდროპეროქსიდების წარმოქმნის კინეტიკური მრუდები ერთმანეთს ემთხვევა, მაგრამ ჟანგბადის კონცენტრაცია ყოველთვის მაღალია და ინჰიბიტორის მოქმედების დაწყებამდე შეადგენს შთანთქმული ჟანგბადის 22%-ს.

არსებობს სხვადასხვა მოსაზრება ფოსფოლიპიდების გავლენის შესახებ ლიპიდების ჟანგვით სტაბილურობაზე (11). პროცესის დამუხრუჭებას ფოსფოლიპიდების თანაობისას უკავშირებენ სინერგიზმს ამინებთან და ფენოლებთან კომპლექსწარმოქმნის უნარს.

ლიპიდების სტაბილიზაციის მეთოდები შეიძლება დაიყოს ფიზიკურ და ქიმიურ მეთოდებად. ფიზიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება გარემო, უარყოფითი ფაქტორების (სინათლის, ჟანგბადის, ტემპერატურის) თავიდან აცილება ლიპიდების შენახვის პროცესში.

ქიმიური მეთოდები გულისხმობს მათში საკვები დანამატების (ანტიოქსიდანტების, სინერგისტების) დამატებას. ფიზიკური მეთოდებისგან განსხვავებით ქიმიური მეთოდები გამოიყენება როგორც ცხიმების შენახვის, ასევე მათი კულინარული დამუშავების დროს.

ანტიოქსიდანტების უნარი შეაჩერონ ჟანგვითი პროცესი განპირობებულია მათში სუსტად შეკავშირებული, მოძრავი წყალბადის არსებობით, ან ფუნქციონალური ჯგუფის არსებობით. ისინი აქტიურად რეაგირებენ ჟანგბადის მოლეკულებთან ან თავისუფალ რადიკალებთან, რომლებიც წარმოიქმნებიან დაჟანგვის პროცესში.

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ანტიოქსიდანტების ანტიოქსიდანტური აქტივობა დამოკიდებულია:

- ინჰიბიტორების მოლეკულებში დაჟანგვის რეაქციის სიჩქარეზე. ე.ი. მის ანტირადიკალურ აქტივობაზე;
- ინჰიბიტორის მოლეკულიდან წარმოქმნილი რადიკალების აქტიურობაზე, მათ უნარზე მონაწილეობა მიიღონ ჟანგვითი რეაქციების ჯაჭვის გაგრძელებაში ან სისტემიდან გამოყვანაში;

მეცნიერთა მიერ ჩატარებულ რიგ სამუშაოებში დადგენილი იქნა მცენარეული პოლიფენოლების ანტიდამჟანგველი გავლენა სხვადასხვა კვების პროდუქტების სტაბილურობისა და მათი ფიზიოლოგიური თვისებების ამაღლებაზე. ამ მიზნით ხშირად იყენებენ ნიორისა და ხახვის ნატურალურ ექსტრაქტებს, რომლებიც წარმოდგენილია ანტოციანებითა და კვერცვტინით.

ასეთი და მსგავსი ცდები ჩატარებული იქნა სხვა პოლიფენოლების შემცველი მცენარეებიდან (ოხრახუში, ცერეცო, ნიახური, რეჰანი და სხვა) მიღებულ პრეპარატებზეც და უნდა აღინიშნოს, რომ მიღებული შედეგები იყო დადებითი.

ანტიოქსიდანტური ფენოლების შემცველი მცენარეული ნედლეულიდან უპირველესად აღსანიშნავია ჩაი. ცნობილია, რომ ჩაის ფენოლების ძირითადი კომპონენტები, რომლებიც წარმოდგენილია კატეჩინების კომპლექსით, თავისი ბიოლოგიური მოქმედებითა და სპექტრით ბევრად ჭარბობს სხვა ცნობილ მცენარეთა ანალოგიურ ნაერთებს და უნდა ითქვას, რომ ამ მიმართულებით მათი ანალოგი არ მოიძებნება. ამის საფუძველს წარმოადგენს იმ ცნობილ მეცნიერთა გამოკვლევის შედეგები, როგორებიც იყვნენ აკადემიკოსი ა. ოპარინი, პროფესორი ა. კურსანოვი, ნ.ზაპრომეტოვი, მ.ბოკუჩავა, კ.ჯემუხაძე და სხვები (16).

2.7 ანტიოქსიდანტები ცხიმზეთოვანი პროდუქტებისთვის

საკვები ანტიმჟანგველები - არის ნივთიერებები, რომლებიც ეხმარებიან უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ჟანგვის პროცესების შენელებას. ისინი ფართოდ გამოიყენებიან კვების მრეწველობაში. ანტიმჟანგველები იცავენ ბოსტნეულსა და ხილს გაფუჭებისგან. ასევე ანელებენ საკვებ პროდუქტებში სასარგებლო ნივთიერებების და ვიტამინების დაშლის პროცესს. ეს ნივთიერებები აფერხებენ ღვინოს, ლუდსა და უალკოჰოლო სასმელებში ფერმენტაციულ ჟანგვას. ამ პროცესების თავიდან აცილება შესაძლებელია არა მარტო კარგი შენახვის პირობებით, არამედ ბუნებრივი და ხელოვნური ანტიოქსიდანტების გამოყენებით (72).

არსებობს ანტიოქსიდანტების ორი ჯგუფი. პირველი ავლენს ინჰიბირიულ თვისებებს მხოლოდ არაუჟანგავ ცხიმებში, უჟანგავ ცხიმებში ისინი კარგავენ ამ თვისებებს.

მეორე ჯგუფი კი თავის ინჰიბირულ თვისებებს გამოავლენს მიუხედავად იმისა, ცხიმი განიცდის ჟანგვას თუ არა. ამ ჯგუფისთვის დამახასიათებელია სწრაფი რეაგირება ზეჟანგის რადიკალებთან და ჟანგვითი ჯაჭვის ფორმირება. მათ არ შეუძლიათ შეაჩერონ ცხიმის ჟანგვის პროცესი, მაგრამ მნიშვნელოვნად ანელებენ მას, ანუ ზრდიან ინდუქციურ პერიოდს.

გავრცელებული ანტიოქსიდანტების მუშაობის მექანიზმი მდგომარეობს რეაქციული ჯაჭვების წყვეტაში: ანტიოქსიდანტების მოლეკულები ურთიერთქმედებენ აქტიურ რადიკალებთან მცირე აქტიური რადიკალების წარმოქმნით.

ჟანგვის შენელება შესაძლებელია ასევე იმ ნივთიერებების არსებობით, რომლებიც შლიან ჰიდროზეჟანგს. ამ შემთხვევაში მცირდება თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნის სიჩქარე. მცირე ოდენობის ანტიოქსიდანტებიც კი (0,01 - 0,001%) ამცირებენ ჟანგვის სიჩქარეს, ამიტომ დროის რაღაც პერიოდში ჟანგვის პროდუქტების აღმოჩენა ვერ ხერხდება. ჟანგვის პროცესების შეჩერების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს სინერგიზმს, - ანტიოქსიდანტების ეფექტურობის ურთიერთ გაძლიერება ნარევი ან სხვა ნივთიერებების არსებობის დროს. ამ ნივთიერებებს ეკუთვნის მძიმე მეტალების ინაქტივირებული იონები კომპლექსური ნაერთების

წარმოქმნით. საკვებ სისტემებში სინერგისტები ნამდვილი ანტიოქსიდანტების თვისებებს ავლენენ (113). ხშირად სინერგისტებს უწოდებენ ნივთიერებებს, რომლებიც ჟანგვისას არაინჰიბირებენ, მაგრამ ცხიმში მოხვედრის დროს აძლიერებენ ან აჩქარებენ მათში მდებარე ანტიოქსიდანტების მოქმედებას. ასეთ სინერგისტებს მიაკუთვნებენ მჟავე ხასიათის ნივთიერებებს: ორგანულ მჟავებს - ლიმონის და ასკორბინის, ხოლო არაორგანულს - ფოსფორის მჟავას. ასევე მათ მიეკუთვნებიან ფოსფოლიპიდების მჟავე ფორმები. მაგალითად ბინარულ ნარევეში ერთი ტიპის ანტიოქსიდანტს შეუძლია გააჯეროს თავისუფალი ნახშირბადები და ზეჟანგის რადიკალები. მეორე ანტიოქსიდანტს შეუძლია ჰიდროზეჟანგი დაშალოს თავისუფალი აქტიური რადიკალების წარმოქმნის გარეშე. მაშასადამე, პირველი ანტიოქსიდანტი ჰიდროზეჟანგის წარმოქმნის შეფერხებით იცავს მეორე ანტიოქსიდანტს მისი ხარჯვის დაჩქარებისგან. თავის მხრივ, მეორე ანტიოქსიდანტი, უკვე წარმოქმნილი ჰიდროზეჟანგის დაშლით თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნის გარეშე, პირველი ანტიოქსიდანტის ხარჯვას ამცირებს.

ცხიმში შეყვანილი ანტიოქსიდანტები უნდა შეესაბამებოდნენ შემდეგ მოთხოვნებს:

- არ იყვნენ ტოქსიკურები;
- იყვნენ მცირე დოზით აქტიურები;
- არ უნდა ანიჭებდნენ ცხიმებს შეფერილობას, სუნს, გემოს;
- უნდა იხსნებოდნენ ცხიმში;
- ხანგრძლივი დროის განმავლობაში უნდა დაიცვან ცხიმები და ზეთები

ჟანგვისგან;

- უნდა ჰქონდეთ მოლეკულის ისეთი სიდიდე, რომელიც ადვილად შეაღწევს ორგანიზმის უჯრედში და გაიხსნას ცხიმის ან წყლის ფაზაში, ანუ ორგანიზმიდან გამოიდევენოს (105).

ანტიოქსიდანტების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ საკვები ნედლეულის და მზა პროდუქტების შენახვის ვადა, დავიცვათ ისინი ცხიმოვანი კომპონენტების, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების, ბუნებრივი ცხიმში ხსნადი პიგმენტების ჟანგვისგან (72).

ანტიოქსიდანტების ეფექტური მოქმედება განისაზღვრება იმ დროით, რომლის განმავლობაში ცხიმის ზეჟანგური რიცხვი არ იცვლება. განვიხილოთ ბუნებრივი და სინთეტიკური ანტიოქსიდანტების ზოგიერთი სახეობა.

ლევითინი - ბუნებრივი წარმოშობის ნივთიერებაა, გააჩნია ძლიერი ზედაპირულ-აქტიური თვისებები, რომელთა მეშვეობით მას ხშირად იყენებენ როგორც საკვებ დანამატ - ემულგატორს. მისი სახელწოდება წარმოიქმნა ბერძნული სიტყვა "ლევითონ"-სგან, რაც კვერცხის გულს ნიშნავს, და რომელიც წარმოადგენს ლევითინის მდიდარ წყაროს.

ლევითინი E322 წარმოადგენს E476 (პოლიგლიცერინის, ან ცხოველური წარმოშობის ლევითინის) ალტერნატივას.

ლევითინი ორგანიზმისთვის აუცილებელი ნივთიერებაა. ღვიძლი 50% შედგება ლევითინისგან. ის თავის და ზურგის ტვინის დამცავი ქსოვილების 1/3-ს შეადგენს. ლევითინი აუცილებელია ორგანიზმისთვის როგორც სამშენებლო მასალა დაზიანებული უჯრედების აღდგენისთვის. ის თამაშობს საკვანძო როლს ტვინის და ნერვული სისტემის სრულფასოვან მუშაობაში.

ლევითინი - წარმოადგენს ვიტამინების, საკვები ნივთიერებების და წამლების უჯრედებამდე მისვლის ძირითად სატრანსპორტო საშუალებას. მისი დეფიციტის დროს მცირდება წამლების პრეპარატების ეფექტური მოქმედება. ის წარმოადგენს ძლიერ ანტიოქსიდანტს, რომელიც ხელს უშლის ორგანიზმში მაღალტოქსიკური თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნას. ლევითინის ანტიოქსიდანტური თვისება საშუალებას იძლევა ის გამოყენებული იყოს საკვებ მრეწველობაში როგორც ნივთიერება, რომელიც აფერხებს დაჟანგვის პროცესებს. ანტიოქსიდანტის როლში ლევითინი გამოიყენება შოკოლადის დამკვლელების საწინააღმდეგოდ. ასევე მას მოიხმარენ ზეთოვანი საღებავებისა და მათი გამხსნელების წარმოებაში, კოსმეტიკაში, ქაღალდის დამუშავების დროს, მეღვინის, პესტიციდების, ასაფეთქებელი ნივთიერებების წარმოებაში.

ლევითინის ბუნებრივ უმდიდრეს წყაროს წარმოადგენს ცხიმის მაღალი შემცველობის პროდუქტები: კვერცხი, ღვიძლი, არაქისი, ზოგიერთი ხილი და

ბოსტნეული. წარმოებაში ლეციტინი მიიღება სოიოს ფქვილისა და ცხიმის თანხლები პროდუქტებისგან (121).

ასკორბინის მჟავა (E 300) და მისი წარმოებულები (E 301; E 302; E 303; E 304; E 305). ასკორბინის მჟავა (E 300) და მისი ნატრიუმის, კალციუმის და კალიუმის მარილი (E 301; E 302; E 303) - ასკორბატები გამოიყენებიან ანტიმჟანგველების და სინერგისტების სახით მარგარინის, მდნარი ცხიმის გაფუჭების წინააღმდეგ, ფერის სტაბილურობის და მჟავიანობის რეგულირების დროს. ის პირველ რიგში წარმოადგენს სინერგისტს, რომელიც ადადგენს ფენოლურ ნაერთებს და ასევე მეტალების ბმისთვის. ასკორბინის მჟავა წარმოადგენს თეთრი ფერის კრისტალურ ფხვნილს. ასკორბინის მჟავას ნორმა ადამიანის წონის 15 მგ/კგ წარმოადგენს დღე-ღამეში (6)

ლიმონის მჟავა (E 330) და მისი მარილები - ნატრიუმის ციტრატი (E 331), კალიუმის (E 332), კალციუმის (E 333), მჟავიანობის რეგულატორები, სტაბილიზატორები და კომპლექს წარმოქმნელები არიან.

ლიმონმჟავა და მისი მარილების მოქმედება დაფუძნებულია მის მეტალების ბმის თვისებაზე ჰელატური ნაერთების წარმოქმნით.

ლიმონმჟავას აქვს სასიამოვნო რბილი გემო, ფართოდ გამოიყენება მდნარი ყველების, საკონდიტრო, მაიონეზის, თევზის კონსერვების წარმოებაში.

ბოლო პერიოდში აქტიურად სწავლობენ მცენარეული ექსტრაქტების - როზმარინის, მწვანე ჩაის ანტიოქსიდანტურ თვისებებს მათი მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობის გამო (16).

ქარვის მჟავა - წარმოადგენს ბუნებრივ ნივთიერებას, რომელიც არსებობს ყველა ორგანიზმში. გააჩნია უძლიერესი გამაჯანსაღებელი მოქმედება, არ იწვევს შეჩვევასა და გვერდით მოვლენებს.

ქარვის მჟავა ასტიმულირებს უჯრედებში ენერჯის გამომუშავებას. ასაკის მატებასთან ერთად, ორგანიზმის უჯრედები თანდათან კარგავენ ენერჯის გამომუშავების უნარს. როგორც წესი, მისი უკმარისობა ხელს უშლის მრავალი ფუნქციის ნორმალურ მუშაობას, რასაც მივყავართ ორგანიზმის დაბერებამდე. ნაერთი, რომელიც ენერჯის წყაროს წარმოადგენს არის ადენოზინტრიფოსფატი

(ატვ). ქარვის მჟავა ხელს უწყობს ატვ გამომუშავებას. როგორც შედეგი, ის წარმოადგენს ენერგიის და მრავალი ფუნქციების სტიმულატორს ორგანიზმში, გააჩნია განსაკუთრებული აღმდგენი თვისება.

ქარვის მჟავა აძლიერებს უჯრედოვან სუნთქვას, ეხმარება უჯრედებს ჟანგბადის ათვისებაში. მაგალითად: ღვიძლის უჯრედების ჟანგბადის მოხმარების სიჩქარე მისი დამატების დროს იზრდება 60-ჯერ.

ქარვის მჟავა ანეიტრალებს თავისუფალ რადიკალებს, გააჩნია მძლავრი ანტიოქსიდანტური თვისებები. ორგანიზმის სიცოცხლისუნარიანობის პროცესში წარმოიქმნება ჟანგბადის აგრესიული ფორმები, რომლებიც შლიან უჯრედებს, ამით იწვევენ სხვადასხვა დაავადებას (კიბო,ინფარქტი, და ა.შ.), დაბერებას და გარდაცვალებას. მას აქვს უნარი ეფექტურად გაანეიტრალოს თავისუფალი რადიკალები.

ამინომჟავების თვისებებს ამჟღავნებენ ზოგიერთი სანელებლები: ანისული,კარდამონი(ჯაოზი),ქინძი,კაკალი,კორიანდრი,კამა, ჯანჯაფილი ,წითელი წიწკა. ისინი 2-3-ჯერ ამაღლებენ ცხიმების მდგრადობას (8).

ცხიმზეთოვანი პროდუქტების ჟანგვის სიჩქარე უპირველეს ყოვლისა დამოკიდებულია ორმაგი ბმების რაოდენობაზე და მათ განლაგებაზე. ასევე ამ პროცესის მდგრადობაზე გავლენას ახდენს ბუნებრივი და შემოტანილი ანტიოქსიდანტების არსებობა.ისინი წარმოადგენენ ქიმიურ ნაერთებს ,რომლებიც უზრუნველყოფენ უფრო მაღალ ჟანგვით სტაბილურობას, საკვები ცხიმებისა და ზეთების ვარგისიანობასა და ხანგრძლივ შენახვის ვადას, ამცირებენ სიმძაღის წარმოქმნის საშიშროებას.

ანტიოქსიდანტების მოქმედება დაფუძნებულია გლიცერიდების თვითჟანგვის ინჰიბირებაზე ან თავისუფალი რადიკალების მექანიზმის შეწყვეტაზე. ისინი მოქმედებენ როგორც თავისუფალი რადიკალების აქცეპტორები, რის ხარჯზეც საწყის სტადიაზე წყდება ჟანგვითი პროცესი. ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის თანახმად, დაშვებულ ანტიოქსიდანტებს მიეკუთვნებიან შემდეგი ნივთიერებები:

- ტოკოფეროლები (E 307 - E 309): ისინი წარმოადგენენ ბუნებრივ ანტიოქსიდანტებს, რომლებსაც შეიცავს მცენარეული ზეთების დიდი ნაწილი.

უმეტეს წილად ტოკოფეროლის 0,02-დან 0,06%-მდე რაოდენობა უზრუნველყოფს კარგ ანტიოქსიდანტურ გავლენას. ისინი ფართოდ გამოიყენება ცხოველური წარმოშობის საკვები ცხიმების სტაბილიზაციისათვის. მცენარეულ ცხიმებში ბუნებრივი ტოკოფეროლების შემცველობა იმდენად მაღალია, რომ გადამუშავების შემდეგაც კი შენარჩუნებულია მათი ის რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს ცხიმის ოპტიმალურ მდგრადობას.

- პროპილგალატი (E 310) არის ეფექტური ანტიოქსიდანტი, რომელიც 0,01-0,02% რაოდენობით ზრდის ბუნებრივი ცხიმების ხანგრძლივ შენახვას. თუმცა, მისი გამოყენებისას პრობლემას წარმოადგენს ხსნადობა, არასაკმარისი თერმომდებობა და პროდუქტის ფერის შეცვლა. პროპილგალატით სტაბილიზირებული საკვები ცხიმები, შავი თუნუქის ჭურჭელში ან მეტალის კონტეინერში შენახვის დროს შეიძლება გამუქდეს. ასევე პროპილგალატი ინაქტივირდება ტუტე არეში, მაღალი ტემპერატურის დროს. ამ მიზეზებმა განაპირობა მისი გამოყენების შეზღუდვა აშშ-ში. ბუნებრივი ცხიმებისთვის ალტერნატიულ ანტიოქსიდანტად დამტკიცებულია ტრეტბუტილჰიდროქინონი (ტბჰ, E 319).
- ბუტილჰიდროქსიანიზოლი (ბოა) (E 320) გააჩნია უპირატესობა გამოყენებისას, რადგან მდგრადია მაღალი ტემპერატურის მიმართ, მაგალითად: ცხობისა და შეწვისას. თუმცა ბოა-ს აქვს ფენოლის ძლიერი სუნი, რომელიც განსაკუთრებით იგრძნობა ფრიუტურში ცხიმის ან ზეთის თავდაპირველი გაცხელების დროს.
- ბუტილჰიდროქსიტოლუოლი (ბოტ) (E 321) გააჩნია ბოა-ს მსგავსი მოლეკულური აგებულება და ფუნქციონალური თვისებები. ისიც კარგად იხსნება საკვებ ცხიმებსა და ზეთებში და პრაქტიკულად არ იხსნება წყალში. ბოტი რკინის არსებობის შემთხვევაში იწვევს მცირე გამუქებას.
- ტრეტბუტილჰიდროქინონი (ტბჰ) (E 319) - ის ეფექტურია იმ ბუნებრივი ცხიმებისთვის, რომლებიც ხასიათდებიან უჯერი ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობით. ასევე გააჩნია რიგი უპირატესობა:
 - რკინის არსებობის შემთხვევაში არ იცვლის ფერს;
 - ცხიმი და ზეთი არ იძენს შესამჩნევ გემოს;

- კარგად იხსნება ცხიმსა და ზეთში;
- ეფექტურია ცხოველური და ფრინველის ცხიმებისთვის და ბუნებრივი ცხიმებისთვის;
- საკვები პროდუქტების გამოცხობისა და შეწვისას ფრიუტურში გააჩნია დაცვითი თვისებები;
- ახდენს ტოკოფეროლების სტაბილიზაციას;
- ერთადერთი ნაკლი არის ის, რომ ტუტე არეში ზოგიერთი ცილის და ნატრიუმის მარილების არსებობისას შეიძლება მიიღოს ვარდისფერი შეფერილობა.

ანტიოქსიდანტების წარმატებით გამოყენება ძირითადად დამოკიდებულია იმ პროდუქტებთან ქიმიურ ურთიერთქმედებაზე, რომელიც უნდა დაიცვას ჟანგვისგან. ამიტომ, უმრავლეს შემთხვევაში გამოიყენება ანტიოქსიდანტების შენაერთები და კომპლექსწარმოქმნელებ მაგალითად ბოა და ბოტი გამოიყენება ერთობლივად, რადგან მათი ერთობლივი ანტიოქსიჟანგვითი თვისებები უფრო მაღალია, ვიდრე ცალ-ცალკე. გამხსნელად ანტიოქსიდანტების ნარევი ჩვეულებრივ გამოიყენება პროპილენგლიკოლი და ბუნებრივი ცხიმები, ამ ნაერთის შემადგენლობაში ასევე ჩართულია ლეციტინი, ციტრატები, მონოგლიცერიდის ციტრატი ან მონო - და დიგლიცერიდი ემულგატორების სახით. ყველა ზემოთ ხსენებული ნივთიერებები წარმატებით გამოიყენება კომპლექსური ანტიოქსიდანტების წარმოების დროს.

ანტიოქსიდანტების ნაერთებისთვის დამახასიათებელია სინერგიზმი. სინერგეტიკული სისტემები ავლენენ უფრო მაღალ ეფექტურობას. ლიმონის მჟავას (E 330) სინერგისტები ანტიოქსიდანტებთან ერთად ნარევი ასრულებენ ორ მნიშვნელოვან ფუნქციას:

- ზრდიან ანტიოქსიდანტების ნარევის ეფექტურობას;
- ახორციელებენ ბმებს კომპლექსში ან ქმნიან მყარ ჰელატებს, რომლებიც წარმოადგენენ ცხიმის ჟანგვის კატალიზატორებს.

სხვა შენაერთები, რომლებიც მოქმედებენ როგორც სინერგისტები და კომპლექსწარმოქმნელები შეიცავენ იზოპროპილციტრატს (E 384), სტეარილციტრატს (E 484), ორთოფოსფორ მჟავას (E 338), ორმაგჩანაცვლებულ ნატრიუმის ფოსფატს (E 339), პიროფოსფორ მჟავას და მის მარილებს (E 450),

მეტაფოსფორმჟავას და მის მარილებს, კალციუმ ნატრიუმის ეთილენდიამინტეტრა აცეტატს (ელტა) (E 385) და ელტა-დინატრიუმს (E 386) (11).

ანტიოქსიდანტები ემსახურებიან ჟანგვის აღმოფხვრას, მაგრამ უკვე დაჟანგულ ცხიმებს ვერ აღადგენენ. ჟანგვის პროცესის მექანიზმის და თავისუფალი რადიკალების ხასიათის გათვალისწინებით, ცხიმსა და ზეთში ანტიოქსიდანტის შეყვანა აუცილებელია ყველაზე ადრეულ სტადიაზე, ავტოჟანგვითი რეაქციის დაწყებამდე ან ინდუქციური პერიოდის მიმდინარეობის პირველივე მომენტში. უფრო გვიან სტადიაზე ანტიოქსიდანტების დამატებას აზრი არა აქვს.

ანტიოქსიდანტებს გააჩნიათ დაჟანგვის თვისება ჰაერის ჟანგბადთან კონტაქტის, დოზირების და შეყვანის დროს. ასევე ის იხარჯება დაჟანგვის პროცესში პროდუქტის წარმოების და მისი შენახვის დროს. ამის გამო, მიზანშეწონილია ანტიოქსიდანტების დოზის გაზრდა დაშვებულ მაქსიმუმამდე.

ანტიოქსიდანტებისა და მათი შენაერთების გამოყენების და შენახვის პირობები მოცემული უნდა იყოს მწარმოებელი კომპანიის სპეციფიკაციაში. მაგ: GRINROX 204 სავაჭრო ნიშნის ანტიოქსიდანტი, რომელიც წარმოადგენს პროპილენგლიკოლის, ლიმონმჟავისა და ტრეტ-ბუტილჰიდროქინონის ნარევს, ემატება პროდუქტში ცხიმოვან ან ზეთოვან ხსნარში შეფრქვევის და შერევის გზით. ანტიოქსიდანტების პრეპარატების შენახვა რეკომენდირებულია 0°C-ზე კრისტალიზაციის და სხვა ცვლილებების თავიდან აცილების მიზნით. მაღალ ტემპერატურაზე (90⁰) ხანგრძლივი დროის განმავლობაში გაჩერება იწვევს ანტიოქსიდანტების აქტიურობის შემცირებას და მათ მნიშვნელოვან დაზიანებას.

ანტიოქსიდანტის ეფექტურობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებულია პროდუქტის მოცულობაში მის თანაბარ განაწილებაზე. ამიტომ აუცილებელია განსაკუთრებულად მისი მექანიკური მორევა (11).

ამრიგად, ფუნქციონარული ცხიმ-ზეთოვანი პროდუქტების წარმოებისას ანტიმჟანგავების გამოყენება უნდა შეესაბამებოდეს ჯანსაღი კვების კონცეპციას (96).

თავი 3. კვლევის ობიექტები და მეთოდები

კვლევის ობიექტები

კვლევის ობიექტებს წარმოადგენს: კავკასიური წიფელის ნაყოფი (თხილი), წიფელის ნაყოფთა გადამუშავების პროდუქტები - წიფელის ფქვილი, წიფელის გამონაწნეხის ფქვილი; სელის ფქვილი, სელის ზეთი, ხორბლის პური (104).

3.1 კვლევის მეთოდები

3.1.1 ცილის განსაზღვრა წიფელის ნაყოფში

ჯამური ცილის შემცველობას თხილის ნაყოფში ვსაზღვრავთ კიელდალის მოდიფიცირებული მეთოდით, ნესლერის რეაქციის გამოყენებით (2, 3, 4, 6, 12).

ცილებს ვატარებდით შემდეგი თანმიმდევრობით: საანალიზოდ ვიღებდით გამოსაკვლევი მასალის 0,1 გ-ს, რომელსაც ვათავსებდით სინჯარებში, მოცულობით 40 მლ.

მასალას ვწვავდით კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას (3 მლ) და 3%-იანი წყალბადის ზეჟანგის (0,5 მლ) თანაობისას. სინჯარებს ვათავსებდით მეტალის ბიუქსებში, რომლებიც იდგმებოდა ელექტროქურაზე. დაწვა მიმდინარეობდა დაახლოებით 400°C-ზე. დასაშვებია ნარევის ინტენსიური დუღილი. დაწვა ხდებოდა ნარევის სრულ გაუფერულებამდე. ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის დასაჩქარებლად დაწვიდან 1 სთ-ის შემდეგ გაცივებულ სინჯარებს კვლავ ემატება 0,5 მლ წყალბადის ზეჟანგი და შემდეგ ისევ გრძელდებოდა წვა. გაუფერულების შემდეგ ნიმუშებს ვტოვებდით ცხელ ქურაზე წყალბადის ზეჟანგის სრული დაშლისთვის. გაცივებულ სინჯარებში ფრთხილად ვასხამდით დისტილირებულ წყალს მოცულობის ნახევრამდე, ნარევს ვაცივებდით ოთახის ტემპურატურამდე და ვავსებდით გამოხდილი წყლით 40 მლ-მდე. სინჯარებს მჭირდოდ ვახურავდით საცობს და ნარევს კარგად ვურევდით. 50 მლ-იან მზომ კულაში ნახევრამდე ვასხამდით გამოხდილ წყალს. ვუმატებდით 3 მლ მიღებულ ნარევს, ვანეიტრალბდით 10%-იანი ინდიკატორის ქაღალდით. ვანეიტრალბების შემდეგ ვუმატებდით 0,5 მლ 50%-იანი სეგნეტის მარილხსნარს, ხოლო შემდეგ 2 მლ

ნესლერის რეაქტივს. ხსნარს ვავსებდით დისტილირებული წყლით დანაყოფამდე და კარგად ვანჯღრევდით.

ცილის შემცველობას ვსაზღვრავდით საკალიბრო მრუდის გამოყენებით, რომელსაც ვაგებდით აზოტის მიხედვით. NH_4Cl -ის სანიმუშო ხსნარი საკალიბრო მრუდისთვის მზადდება შემდეგნაირად: გადაკრისტალებული NH_4Cl -ის მარილის 382 გ-ს ვხსნით 1 ლ დისტილირებულ წყალში. ვიღებთ ხსნარს, რომლის 1 მლ შეიცავდა 0,1 მგ N-ს. ამ ხსნარიდან განზავებით ვამზადებდით სანიმუშო ხსნარს. რომლის 1 მ შეიცავდა 0,01 მგ აზოტს (ე.ი. ვანზავედით 10-ჯერ). ხსნარებს ვამზადებდით შემდეგი კონცენტრაციით: (50 მლ-იან კოლბაში აზოტის რაოდენობა შეადგენდა 0,01 მგ, 0,02 მგ, 0,04 მგ, 0,06 მგ, 0,08 მგ, 0,12 მგ, 0,15 მგ, 0,20 მგ, 0,25 მგ).

ნესლერის რეაქტივის გასაკონტორლებლად 10 მლ წყალს ვუმატებთ 0,5 მლ - ის NH_4Cl ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 0,01 მგ 1 მლ-ში და 0,5 მლ ნესლერის რეაქტივს. ერთი წუთს შემდეგ წარმოიქმნება ნარინჯისფერი შეფერვა (თუ შეფერვა არ წარმოიქმნა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნესლერის რეაქტივი საანალიზოდ არ გამოდგება).

წიფელის ნაყოფის გულიდან ცილოვანი ფრაქციების გამოყენება ვაწარმოეთ ოსბორნის ფრაქციული ექსტრაგირების მეთოდით (10, 12, 15), რომელიც დაფუძნებულია წყალში, მარილხსნარში, სპირტში და ტუტეში ცილების ხსნადობის სხვადასხვა უნარზე.

ალბუმინების ფრაქციის გამოყოფას ვახდენდით 10 გრ თხილის გულისგან 0,1 ფოსფორის ბუფერის ($\text{pH}=7,0$) დამატებით. სუსპენზიას ვანჯღრევდით 40°C ტემპერატურის პირობებში 24 საათის განმავლობაში, ბრუნვათა რიცხვი შეადგენდა 5000 ბრ/წთ, ექსტრაქციას ვიმეორებდით 4-5-ჯერ. მიღებულ სუსპერნანტებს ვაერთებდით.

გლობულინის ფრაქციის გამოყოფას ვაწარმოებდით შემდეგნაირად: ნალექს ვამატებდით 50 მლ იგივე ბუფერს. -ის დამატებით სუსპენზიას ვანჯღრევდით 4°C -ზე 24 სთ-ის განმავლობაში, ვაცენტრიფუგებდით 10 წთ-ის განმავლობაში, ბრუნვათა რიცხვი 5000 ბრ/წთ. ექსტრაქციას ვიმეორებდით 4-5-ჯერ. მიღებულ სუსპერნანტებს ვაერთებდით.

ალბუმინებისა და გლობულინების შესაბამის ფრაქციებს ვლექავდით 50% TXY-ის დამატებით 5% საბოლოო კონცენტრაციამდე, 5000 ბრ/წთ პირობებში 10 წთ-ის განმავლობაში. ცენტრიფუგირების შემდეგ ალბუმინის ნალექი ირეცხებოდა სპირტით და ეთერით, ხოლო გლობულინის - ორჯერ დისტილირებული წყლით, სპირტითა და ეთერით.

პროლამინების სპირტში ხსნადი ფრაქციის გამოყოფას ვახდენდით 70%-იანი ეთილის სპირტით, ნალექის დამუშავებას - სპირტით 4-5-ჯერ. ნარევს ვაყოვნებდით 16-18 სთ-ის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურის პირობებში და შემდგომ ვაცენტრიფუგებდით 10 წთ-ის განმავლობაში. პროლამინებს ვლექავდით 0,1N NaCl-ით, ვაყოვნებდით 24 სთ. შემდეგ ვახდენდით ცენტრიფუგირებას (500 ბრ/წთ) 10 წთ-ის განმავლობაში. მირებული ნალექი 3-ჯერ ილექება წყლით.

გლუტელინების ტუტეში ხსნადი ფრაქცია გამოვყავით 0,05N NaOH ხსნარით, ნალექს დავაატეთ ტუტე და დავაყოვნეთ ოთახის ტემპერატურაზე 16-18 სთ. გლუტელინები დავლექეთ 50%-იან TXY-ის დამატებით 5% საბოლოო კონცენტრაციამდე. ნალექს ვრეცხავდით 2-ჯერ H₂O-თი, თითოჯერ სპირტითა და ეთერით.

ალბუმინების, გლობულინების, პროლამინების და გლუტელინების მიღებული ფრაქციები გამოვამრეთ ექსიკატორში 60°-ზე 1 სთ-ის განმავლობაში.

3.1.2. წიფელის თხილის ცილის ამინომჟავური შედგენილობის განსაზღვრა

ამინომჟავური შედგენილობის განსაზღვრისთვის ცილის ცალკეულ ფრაქციებს (5 მკგ) უტარდებოდა მჟავური ჰიდროლიზი (3N HCl-ით) 4 მლ ამპულებში 24 სთ-ის განმავლობაში 110°C-ზე.

ჰიდროლიზის დამთავრების შემდეგ ვახდენდით ჰიდროლიზატის ფილტრაციას, წინასწარ ჩარეცხილი 6N HCl-ით ქაღალდის ფილტრით. ფილტრატს ვათავსებდით ფაიფურის ჯამზე და ვაორთქლებდით წყლის აბაზანაზე მარილმჟავას

მოსაცილებლად, რისთვისაც ჯამებში ვუმატებდით დისტილირებულ წყალს და ვაორთქლებდით. პროცესს ვიმეორებდით არის განეიტრალებამდე.

ჰიდროლიზატის მშრალ ნალექს ვხსნიდით 2-4 მლ-ციტრატის ბუფერში, pH=2,2. ცილოვანი ფრაქციების ამინომჟავურ შედგენილობას ვსაზღვრავდით ამინომჟავურ ანალიზატორზე T-39 (ფირმა Mikrothelna, ჩეხოსლოვაკია).

3.1.3. მარედუციერებელი შაქრების განსაზღვრა კ.ნ. ჩიჟოვას და ა.ნ. სონკინას მიკრომეთოდით

აღნიშნული მეთოდი ეფუძნება სპილენძის ჟანგვა-აღდგენის რეაქციას ფელინგის ხსნარში დუდილის დროს, შემდგომი შაქრების აღრიცხვით საანალიზო გამონაწვლილში.

მასალის მომზადება საანალიზოდ: 10 მგ ნიმუშს ამუშავებენ ფაიფურის როდინში 10 მლ გოგირდმჟავა თუთიის 15 %-იანი ხსნარითა და 10 მლ მწვავე ნატრიუმის 4 %-იანი ხსნარით, გადააქვთ 100 მლ-იან მზომ კოლბაში და ავსებენ ნიშანხაზამდე, ანჯღრევენ 3 წთ-ის განმავლობაში და აყოვნებენ 3-5 წთ, შემდეგ ფილტრავენ.

განსაზღვრის ტექნიკა: 50 მლ-იან კონუსურ კოლბაში ათავსებენ 3 მლ გამონაწვლილს და შემდეგ 1მლ გოგირდმჟავა სპილენძის 6,9 %-იან ხსნარს. უმატებენ 1 მლ სეგნეტის მარილის ტუტე ხსნარს.

კოლბას ათავსებენ ელექტროქურაზე, მისი შიგთავსი მიჰყავთ ადულებამდე და ადულებენ 2 წთ, შემდეგ სწრაფად აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე ცივი წყლის აბაზანაში ჩაძირვით. შემდეგ ატარებენ ჭარბი სპილენძის ოქსიდის გატიტვრას: კოლბაში შეაქვთ 1 მლ იოდოვანი კალიუმის 30 %-იანი ხსნარი და 1 მლ 25 %-იანი გოგირდმჟავა და მაშინვე ტიტრავენ გამოყოფილ იოდს თიოსულფატის 0,1M ხსნარით მუდმივი მორევის პირობებში ბაც-ყვითელ შეფერილობამდე. შემდეგ უმატებენ 3-4 წვეთ 1 %-იან ხსნად სახამებელს და აგრძელებენ გატიტვრას ლურჯი შეფერილობის გაქრობამდე.

საკონტროლო ცდას ატარებენ იმავე პირობების დაცვით. მხოლოდ გამონაწვლილი იცვლება გამოხდილი (დისტილირებული) წყლით.

გატიტვრის შედეგებს შორის სხვაობა, რომელიც მიიღება საკონტროლო ცდაში და შაქრის განსაზღვრისას, გამრავლებული ტიტრის შესწორებაზე, აჩვენებს აღდგენილი სპილენძის რაოდენობას, რომელიც გამოსახულია თიოსულფიტის ზუსტად 0,1 N ხსნარის რაოდენობით, მლ - ში.

$$X = \frac{C \cdot \Phi \cdot 100 \cdot 100}{H \cdot (100 - B)}$$

სადაც

C - კონტროლისა და საცდელი ნიმუშის გატიტვრაზე დახარჯული ზუსტად 0,1 N ჰიპოსულფიტის ხსნარის რაოდენობებს შორის სხვაობა;

Φ - მოცემული სახის შაქარზე გადაანგარიშების ფაქტორი (მალტოზისათვის ტოლია 5,4);

H - ნივთიერების რაოდენობა აღებულ გამონაწვლილში, მგ;

B - საანალიზო მასალის ტენიანობა, %.

3.1.4. ნახშირწყლების განსაზღვრის მეთოდები

მონო- და დისაქარიდების რაოდენობრივ და თვისობრივ შემადგენლობის განსაზღვრა ვაწარმოეთ აირქრომატოგრაფიული მეთოდით.

მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: წინასწარ ვიღებდით შაქრების ეტალონების სამმეთილსელილურ წარმოებულებს, ხოლო შემდეგ საკვლევ ობიექტისას.

შაქრების სამმეთილსელილური წარმოებულები ობიექტიდან გამოყოფის გარეშე შეიტანება აირქრომატოგრაფში. ამ დროს შეინიშნება თავისუფალი α და β ფორმების დაყოფა.

სამმეთილსელილური წარმოებულების ანალიზს ვატარებდით გ. მაკნიერის და ე. ბონილის მეთოდით აირქრომატოგრაფზე “ИВЕТ-3-66” ქრომატოგრაფზე მუშაობისას გამოყენებული იქნა შემდეგი რეჟიმები: მონოსაქარიდების გამოყოფისას

თერმოსტატის ტემპერატურა 180°C (1-ლი რეჟიმი), დისაქარიდების 239°C (მე-2 რეჟიმი), ალუბად მაიონიზირებული დეტექტორი, აირმატარებელი - აზოტი 50 მლ წთ რაოდენობით.

საცდელი ნამუშევრების ნახშირწყლების თვისობრივ იდენტიფიკაციას ვატარებდით სტანდარტული ხსნარების შეკავების დროს მიხედვით. ნახშირწყლების რაოდენობრივ განსაზღვრას ვაწარმოებდით ინოზიტის შიგა სტანდარტის საშუალებით. მიღებული ქრომატოგრამებიდან ვითვლიდით პიკების ფართობის საშუალო არითმეტიკულს. პიკის ფართობი ტოლია მისი სიმაღლე გამრავლებული განზე (1/2 სიმაღლეზე). დისაქარიდების შემთხვევაში შესწორების კოეფიციენტი ისაზღვრებოდა, როგორც კომპონენტის ფართობის ფარდობა შიგა სტანდარტის პიკის სიმაღლესთან. ხოლო ჰექსოზანებისა და ჰენტოზანებისათვის, როგორც კომპონენტების ფართობის ფარდობა შიგა სტანდარტის ფართობთან.

უცნობი კომპონენტის კონცენტრაციას ვსაზღვრავდით ფორმულით:

$$C_1 = \frac{A_1 * I * G_c * n}{A_c}$$

სადაც:

C_1 – უცნობი კომპონენტის კონცენტრაცია;

A_1 – უცნობი კომპონენტის პიკის ფართობია;

G_c – შიგა სტანდარტის კონცენტრაცია;

A_c – შიგა სტანდარტის პიკის ფართობია;

I – შესწორების კოეფიციენტი;

n – განზავება.

ცელულოზასა და ჰემიციელოზას შემცველობას ვსაზღვრავდით ჰიდროლიზის გზით.

3.1.5. ლიპიდების განსაზღვრის მეთოდი

ლიპიდების ექსტრაქციას ვატარებდით ნ. გრიშინას და დ. კუზნეცოვას მიერ შემოთავაზებული მეთოდით. პროდუქტის 2 გრამიან ნიმუშს ვათავსებდით დამყოფ

ძაბრში, რომელშიც ჩარჩილული იყო მინის ფილტრი (N 2 ან 3). ვასხამდით 20 მლ ეთანოლქლოროფორმის საექსტრაქციო ნარევის შეფარდებით 1:2 და შიგთავსს ენერგიულად ვაჯანჯღრევდით 1 წთ-ის განმავლობაში, შემდეგ ექსტრაქტი გადაგვექონდა ძაბრიდან მიმღებში, ექსტრაქციას ანალოგურად ვატარებდით 4-ჯერ. მიმღებიდან ექსტრაქტს ვკრებდით 100 მლ-იან საზომ კოლბაში, ვუმატებდით გამხსნელს ნიშნულამდე და კოლბის შემადგენლობას ენერგიულად ვანჯღრევდით. ექსტრაქტი გადაგვექონდა გამოსახდელ კოლბაში და ამორთქლებელზე ვაციებდით გამხსნელს. მიღებულ ცხიმს ვიყენებდით ლიპიდების შემადგენლობის ფრაქციული და ცხიმმჟავური ანალიზისთვის.

ჯამური ლიპიდების რაოდენობრივი განსაზღვრისთვის ვიყენებდით თხელ ფენოვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდს, ადსორბენტად ვხმარობდით სილუფოლს ლუ 454 5140 ლუმინისცენტრურ ინდიკატორს (ჩეხეთი). მოძრავ ფაზას შეადგენდა სისტემა, რომელიც შედგებოდა პეტროლეინის ეთერის, გოგირდოვანი ეთერისა და ძმარმჟავასაგან (80:20:1).

გამხსნელის გავლის შემდეგ სისტემის აორთქლებისათვის ფირფიტებს ვათავსებდით გამწვანებულ ლიპიდების ცალკეული ფრაქციების აღმოჩენისათვის პულივიზატორით მასზე ვაფრქვევდით ფოსფორმოლიბდენის მჟავას 10%-იან ხსნარს ეთანოლში. დამუშავებულ ფირფიტებს ვათავსებდით საშრობ კარადაში შეფერილობის განვითარებისთვის.

ფირფიტაზე ლიპიდების ცალკეული ფრაქციების ადგილმდებარეობის დასადგენად ვატარებდით იდენტიფიკაციას სუფთა „მოწმეების“ გამოყენებით. იდენტიფიკაციისთვის ვიყენებდით ლეციტინს, ქოლესტერინს, ოლეინის მჟავას, მონოგლიცერიდებს, დიგლიცერიდებს.

ლიპიდების ცხიმოვან მჟავებს ვსაზღვრავდით აირთხევადი ქრომატოგრაფიის მეოდით, რისთვისაც სინჯარაში გადაგვექონდა ლიპიდების ნიმუში, ვუმატებდით 9,5 მლ ქლოროფორმს, KOH-ის მარცვალს და 15 მლ სუფთა მეთანოლს. ვაცობდით საცობებს ვდგამდით წყლის აბაზანაზე და ვაჩერებდით 40-50°C ტემპერატურაზე. შემდეგ ვაციებდით და სინჯარის შიგთავსი გადაგვექონდა გამყოფ ძაბრში. ვუმატებდით 1 მლ კონცენტრირებულ HCl და 4 მლ წყალს. ქლოროფორმით

ოთხჯერადი ექსტრაქციის შედეგად ვახდენდით მეთილის ეთერის გამოყოფას. როტორულ ამორთქლებელზე ვაორთქლებდით ქლოროფორმს, ხოლო ეთერების გახსნისთვის სინჯარაში ვამატებდით ჰექსანის რამდენიმე წვეთს.

ცხიმოვანი მჟავების მეთილს ეთერების დაყოფას ვახდენდით აირთხევადურ აალებად-მაიონიზირებულ დეტექტორიან ქრომატოგრაფზე „პერკინ ელმერ“. მიღებული ქრომატოგრამების იდენტიფიკაციას და ანგარიშს ვაწარმოებდით ელექტრონული მაინტეგრირებელი სისტემის საშუალებით, რომელიც აღჭურვილია საბექდი მოწყობილობით.

ცხიმის მჟავური რიცხვის განსაზღვრა: ქიმიურ ჭიქაში ვწონდით 1-2 გრ ცხიმს. ვუმატებდით 5-10 მლ განეიტრალებულ ეთანოლს და ვტიტრავდით კალიუმის ტუტის 0,1 N ხსნარით, ვიდრე არ მივიღებდით ღია ვარდიფერს. პარალელურად ვატარებდით „ბრმა“ ცდას ცხიმის გარეშე (1).

საანალიზოდ აღებული ცხიმის მჟავური რიცხვი

$$J = \frac{(a - b) * 5,6}{g}$$

სადაც:

- ა — ცხიმის გატიტრვაზე დახარჯული კალიუმის ტუტის 0,1N ხსნარის მოცულობა მლ-ში;
- ბ — „ბრმა“ ცდის გატიტრვაზე დახარჯული კალიუმის ტუტის 0,1N ხსნარის მოცულობა მლ-ში;
- გ — საანალიზოდ აღებული ცხიმის წონა გ-ში.

ცხიმის გასაპნების რიცხის განსაზღვრა: 200-300 მლ-იან წინასწარ გამომშრალ კოლბაში გადაგვექონდა 1-2 გრ ცხიმი. ვამატებდით 20 მლ 0,5N კალიუმის ტუტის ალკოჰოლიან ხსნარს. კოლბას ვუერთებდით უკუმაცივარს და ერთი საათით ვდგამდით მდულარე წყლის აბაზანაზე. იმავე პირობებში პარალელურად ვდგამდით „ბრმა“ ცდას ცხიმის გარეშე. ერთი საათის შემდეგ კოლბებს ვხსნიდით. ვუმატებდით ფენოლფტალეინის ხსნარის 2-3 წვეთს და ცხლად ვტიტრავდით მარილმჟავას 0,5N ხსნარით, სხვაობა „ბრმა“ ცდასა და ამოცანას შორის არის კალიუმის ტუტის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა თავისუფალი და დაკავშირებული ცხიმოვანი მჟავების გასაანეიტრალებლად.

გასაპნების რიცხვი მგ-ში:

$$g = \frac{(a - b) * 28,08}{g}$$

სადაც:

ა — „ბრმა“ ცდის გატიტვრაზე დახარჯული მარილმჟავას 0,5N ხსნარის მოცულობა მლ-ში;

ბ — ამოცანის გატიტვრაზე დახარჯული მარილმჟავას 0,5N ხსნარის მოცულობა მლ-ში;

გ — საანალიზოდ აღებული ცხიმის წონა გ-ში;

28,08 — 1 მლ მარილმჟავას 0,5N ხსნარი 28,08 მგ კალიუმის ტუტის ექვივალენტია.

ცხიმის იოდის რიცხვის განსაზღვრა: 500 მლ წინასწარ გამომშრალ მილესილ საცობიან კოლბაში გადაგვექონდა 0,5-1 გრ ცხიმი. ცხიმის გასახსნელად ვუმატებდით 10 მლ ქლოროფორმს და 20 მლ იანუსის ხსნარს. პარალელურად ვდგამდით „ბრმა“ ცდას ცხიმის გარეშე.

ქილებს ვათავსებდით სიბნელეში 20 წთ, ვუმატებდით კალიუმ-იოდს და რეაქციაში შეუსვლელ იოდს ვტიტრავდით ნატრიუმთიოსულფატის 0,1N ხსნარით, ვიდრე არ მივიღებდით ჩალისფერს. ვუმატებდით სახამებლის ხსნარს 2-3 წვეთს და გატიტვრას ვაგრძელებდით სრულ გაუფერულებამდე. ნატრიუმსულფატის 0,1N ხსნარის 1 მლ 0,01269 გ იოდის ექვივალენტია. იოდის რიცხვი გ-ში უდრის:

$$g = \frac{(a - b) * 0,0129 * 100}{g}$$

სადაც,

ა — „ბრმა“ ცდის გატიტვრაზე დახარჯული ნატრიუმთიოსულფატის 0,1N ხსნარის მოცულობა მლ-ში;

ბ — ამოცანის გატიტვრაზე დახარჯული ნატრიუმთიოსულფატის 0,1N ხსნარის მოცულობა მლ-ში;

გ — საანალიზოდ აღებული ცხიმის წონა გ-ში;

ზეჟანგური რიცხვის განსაზღვრა: ГОСТ 26593-85 (СТ СЭВ 4717-84)

იოდოკალიუმთან ხსნარს ვინახავდით ბნელ ჭურჭელში. გამოყენების წინ მას ვამოწმებდით. ამისათვის ვუმატებდით 2 წვეთ სახამებლის ხსარს 0,5 სმ³ იოდოკალიუმის ხსნარზე, 30 სმ³ ძმარმჟავას და ქლოროფორმს (3:2). თუკი წარმოიქმნებოდა ცისფერი შეფერილობა, მაშინ ხსნარი არ გამოიყენებოდა და ხდებოდა ახალი ხსნარის მომზადება. სახამებლის ხსნარის მომზადება ხდებოდა შემდეგნაირად: 5 გრ ხსნად სახამებელს ვურევდით 30 სმ³ წყალს, ამ ნარევს ვუმატებდით 1000 სმ³ ადუღებულ წყალს და ვადუღებდით 3 წთ. სინჯარის შერჩევა ხდებოდა ГОСТ 5471-83.

სინჯს ვწონდით სინჯარაში. ვუმატებდით 10 სმ³ ქლოროფორმს, სწრაფად ვხსნიდით, ვუმატებდით 15 სმ³ ძმარმჟავას და 1 სმ³ კალიუმს. ამის შემდეგ სწრაფად ვხურავდით სინჯარას, ვურევდით 1 წთ და ვტოვებდით 5 წთ ბნელ ადგილას 15-25°C. შემდეგ ვუმატებდით 75 სმ³ წყალს. გულდასმით ვურევდით და ვუმატებდით 5 წვეთ სახამებლის ხსნარს. ხსნარი გამოიყენებოდა შემდეგი კონცენტრაციის ზეჟანგური რიცხვის მოცემულ მნიშვნელობასთან დამოკიდებულებით. თუკი ზეჟანგური რიცხვი არანაკლებ 6,0 მოლი/კგ, მაშინ $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 - 0.01$ მოლი/დმ³.

თითოეული სინჯარისთვის ხდებოდა ორჯერ გაზომვა. საკონტროლო გაზომვები წარმოებდა ძირითადი გაზომვების ანალოგიურად. თუკი საკონტროლო გაზომვებზე დაიხარჯებოდა 0,1 სმ³ 0,01 მოლი/დმ³ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი, მაშინ მოწმდება რეაქტივებზე სტანდარტული მოთხოვნები.

ზეჟანგური რიცხვი (X) მილიმოლებში აქტიური ჟანგბადისა 1 კგ სინჯზე გამოითვლებოდა ფორმულით:

$$C_1 = \frac{(V_1 - V_0) * c * 1000}{m}$$

სადაც,

V_0 - საკონტროლო გაზომვების დროს გამოყენებული ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის მოცულობა, სმ³;

V_1 - გაზომვების დროს გამოყენებული ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის მოცულობა, სმ³;

C - გამოყენებული ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის კონცენტრაცია, მოლი/დმ³;

m - სინჯის მასა, კგ;

1000 - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შედეგების გამოთვლას მილიმოლებში კილოგრამზე.

ტენიანობის განსაზღვრას ვაწარმოებდით გამოშრობის მეთოდით (13).

α-ამინური აზოტის შემცველობას აფარსა და ცომში ვსაზღვრავდით სპილენძის მეთოდით.

სპილენძის მეთოდი დაფუძნებულია ამინომჟავებისა და პეპტიდების უნარზე წარმოქმნას სპილენძთან ხსნადი კომპლექსური ნაერთები. სპილენძის ჭარბ რაოდენობას ტიტრავენ, ხოლო მის რაოდენობას, რომელიც ექვივალენტურია ამინური აზოტის, ძმარმჯავათი გადაჰყავთ ძმარმჯავას მარილში და რაოდენობრივად საზღვრავენ იოდომეტრული გატიტვრით.

განსაზღვრის ტექნიკა: 100 სმ³ მოცულობის მზომ კოლბაში ათავსებენ 10 სმ³ გამოსაკვლევ ხსნარს (5 გ კულტურალურ სითხეს და 5 სმ³ დისტილირებულ წყალს), უმატებენ 3–4 წვეთ თიმოლფტალეინს და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 1N ხსნარს ბაც ცისფერი შეფერილობის მიღებამდე. ურევენ და ასხამენ 30 სმ³ ფოსფორმჟავა სპილენძის სუსპენზიას და ავსებენ ნიშანხაზამდე დისტილირებული წყლით. ნარევს არევის შემდეგ ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრში.

10 სმ³ გამჭირვალე ფილტრატს შეამჯავებენ 0,5 სმ³ 80 %-იანი ძმარმჯავათი, უმატებენ 1 გ იოდოვან კალიუმს, არევის შემდეგ გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის 0,01 N ხსნარით და გატიტვრის ბოლოს უმატებენ ერთ–ორ წვეთ სახამებლის ხსნარს. გატიტვრას ამთავრებენ ხსნარის გაუფერულებიდან ერთი წვეთი ნატრიუმის თიოსულფატიდან. გატიტვრაზე დახარჯული ნატრიუმის თიოსულფატის რაოდენობა გამრავლებული 0,28–ზე იძლევა ამინური აზოტის შემცველობას 10 სმ³ ფილტრატში. ეს შეესაბამება გამონაწვლილის 2 სმ³–ს განზავების გათვალისწინებით, იქედან გამომდინარე, რომ 1 სმ³ თიოსულფატის 0,01N ხსნარი შეესაბამება 0,28 გ აზოტს. α-ამინური აზოტის რაოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$N = \frac{a \cdot 0,28 \cdot 10}{m} \cdot \frac{100}{100 - W}$$

სადაც

N – ამინური აზოტის რაოდენობაა 100 სმ³ გამოსაკვლევ ხსნარში, მგ;

a - გატიტვრაზე დახარჯული ნატრიუმის თიოსულფატის 0,01N ხსნარის რაოდენობა, სმ³;

m - წონაკის მასა, გ;

W - საანალიზო მასალის ტენიანობა, % .

3.2 ცომის ფიზიკო–ქიმიური მაჩვენებლების

განსაზღვრის მეთოდები

ნახევარფაბრიკატების ფიზიკო–ქიმიურ მაჩვენებლებს ვსაზღვრავდით საერთოდმილებული მეთოდიკებით (43, 44, 61, 71, 75).

ტენის მასურ წილს ცომში ვსაზღვრავდით ექსპრეს მეთოდით ჩიჟოვას კონსტრუქციის ხელსაწყოზე. 5 გ მასის ცომის წონაკებს ვაშრობდით 160°C ტემპერატურაზე 5 წთ–ის განმავლობაში და ვანგარიშობდით პროცენტებში ცომის მასასთან შეფარდებით.

ცომის ტიტრულ მჟავიანობას ვსაზღვრავდით 5 გ ცომისა და 50 სმ³ დისტილირებული წყლისაგან მომზადებული სუსპენზიის გატიტვრით ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,1 N ხსნარით 3–5 წვეთი ფენოლფტალეინის თანაობისას და გამოვსახავდით ნეიმანის გრადუსებში.

ნედი წებოგვარას რაოდენობას ცომში ვსაზღვრავდით 50 გ ცომიდან წებოგვარას გამორეცხვის მეთოდიკის შესაბამისად.

წებოგვარას ჭიმვადობას ვსაზღვრავდით წებოგვარას თანაბარი ძალით გაჭიმვით სახაზავზე გაწყვეტამდე და გამოვსახავდით სანტიმეტრებში.

წებოგვარას ელასტიურობას ვსაზღვრავდით წებოგვარას თანაბარი ძალით 2 სმ-მდე გაჭიმვით სახაზავზე, შემდეგ ვუშვებდით ხელს, ვაჭერდით წებოგვარას

ნაჭერს ცერა და საჩვენებელ თითებს. წებოგვარას ელასტიურობას ვსაზღვრავდით მოცემული ნაჭრის მიერ საწყისი სიგრძის ან ფორმის აღდგენის ხარისხისა და სიჩქარის მიხედვით.

აირწარმოქმნის უნარს ვსაზღვრავდით ხელსაწყო რეოფერმენტომეტრზე F3 (51).

პურისცხოვის პროცესში ხორბლის ფქვილისაგან მომზადებული ცომის ამოსვლა (აწევა) დამოკიდებულია როგორც CO₂-ის რაოდენობაზე, რომელსაც შეიცავს ცომის თხევადი ფაზა, ასევე ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე. ცომის აწევა დამოკიდებულია, ერთის მხრივ, ცილოვანი კარკასის უნარზე დაკარგოს თავისი ფორმა წნევის ზემოქმედებით, ასევე სხეულის მასის უნარზე გაუძლოს ამ წნევას ცილების თერმული დენატურაციის პროცესის დაწყებამდე და სახამებლის შესქელებამდე (კლეისტერიზაციამდე). ამგვარად, ანალიზი რეოფერმენტომეტრი F3-ის გამოყენებით საშუალებას იძლევა დავადგინოთ კავშირი ფქვილის ფერმენტაციულ უნარსა და ცილოვანი კარკასის თვისებებს შორის, რაც უზრუნველყოფს ცომის მიერ მოცემული ფორმის შენარჩუნებას პურისცხოვის პროცესში.

რეოფერმენტომეტრი F3-ის მუშაობის პრინციპი ითვალისწინებს სპეციალურ მოცულობაში მოთავსებული ცომის ნიმუშის აწევის ხარისხის გაზომვას. ცომის ნიმუშის (315 გ) დუღილი მიმდინარეობს ანალიზის არჩეული მეთოდით განსაზღვრულ პირობებში 28°C ტემპერატურაზე. ცომის ზედაპირზე თავსდება სპეციალური დგუში, რომელიც იწევა ცომის აწევის შესაბამისად. დგუში შეერთებულია მიმწოდთან, რომელიც განსაზღვრავს ცომის აწევის სიმაღლეს. ნიმუშისათვის განკუთვნილი მოცულობა შეერთებულია მიმწოდთან, რომელიც აფიქსირებს წნევის ცვლილებას დუღილის (ცომის გაფუების) პროცესში. კვლევის შედეგები აისახება ორი დამოკიდებულების გაფართოების მრუდისა და აირგამოყოფის მრუდის სახით.

რეოლოგიურ მახასიათებლებს ვიკვლევდით ალვეოგრაფზე, (ГОСТ P 51415-99-ის მიხედვით). ექსპერიმენტი ტარდებოდა ცომის მუდმივი ტენიანობის პირობებში.

ალვეოგრაფის საზელი მოცულობა აღჭურვილია წნევის მიმწოდით მოსაზელი ცომის კონსისტენციის (სიბლანტის) განსაზღვრისათვის.

ცომის მოსაზელად იღებენ 250 გ ფქვილს და 2,5%-იან მარილხსნარს. მოზელის შემდეგ ცომს დაწნეხავენ, ყოფენ ნაჭრებად, გაგლინავენ, აფორმებენ და ათავსებენ დასაყოვნებელ კარადაში. დაყოვნების შემდეგ ათავსებენ მაგიდაზე, აფიქსირებენ, რის შემდეგაც ცომს ბერავენ ბურთის ფორმით გასკდომამდე. ცომის ბურთულას გასკდომის შემდეგ აანალიზებენ შედეგებს. საწყის ეტაპზე ცომის ნიმუში ავლენს თავის დრეკად თვისებებს. შემდეგ ჰაერის ზემოქმედებით ცომი იბერება ბურთის სახით და ავლენს დრეკად-პლასტიკურ თვისებებს. ბურთის გახეთქვის მომენტში ცომი ავლენს თავის სიმტკიცეს.

ალვეოგრაფი/ალვეო-კონსისტოგრაფი გამოიყენება ფქვილის ტექნოლოგიური თვისებების შესაფასებლად.

ალვეოგრამის ძირითადი მახასიათებლებია :

P - ცომის დრეკადი დეფორმაცია

L - ცომის საერთო დეფორმაცია

W – დეფორმაციის მუშაობა

Ie – ელასტიურობის ინდექსი

ცომში მარედუცირებელი შაქრების რაოდენობას ვსაზღვრავდით კ.ნ. ჩიჟოვას და ა.ნ. სონკინას პოლიმიკრომეთოდით.

3.3 საცდელი ლაბორატორიული ცხობის ჩატარების მეთოდი

ცომის მომზადებას ვახორციელებდით ლაბორატორიულ პირობებში. ხორბლის ცომს ვამზადებდით უაფრო მეთოდით ხორბლის ფქვილისაგან, ცხრილში 8 მოყვანილი რეცეპტურის მიხედვით.

ცომს ვზელდით ერთგვაროვანი კონსისტენციის მიღებამდე. 200 გ მასის ცომის ნამზადების დაფორმებას ვახდენდით ხელით. ცომის ნამზადებს ვყოფნებდით 38°C

ტემპერატურაზე და 75-80 % ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის პირობებში 40-45 წთ-ის განმავლობაში. ცომის ნამზადების მზადყოფნას ვადგენდით ორგანოლექტიკურად.

ცხრილი 8

ხორბლის ფქვილისაგან საფუვრიანი ცომის მომზადების საბაზო რეცეპტურა

ნედლეულის დასახელება	გამოყენებული ნედლეულის რაოდენობა,% ფქვილის მასასთან
ხორბლის ფქვილი	100
დაწნეხილი საფუარი	2,5
საკვები სუფრის მარილი	1,3
წყალი	ანგარიშით

ვაცხობდით ლაბორატორიულ ელექტრო ღუმელში 230°C ტემპერატურაზე 20 წთ-ის განმავლობაში. მზა პურ-ფუნთუშეულ ნაწარმს ვაცივებდით ბუნებრივი გზით ოთახის ტემპერატურაზე 30 °C ტემპერატურამდე. პურის ანალიზს ვაწარმოებდით გამოცხობიდან 16-18 საათის შემდეგ შემდეგი მაჩვენებლების მიხედვით:

- პურის გულის ტენიანობას ვსაზღვრავდით ГОСТ 21094-75 მიხედვით;
- პურის ფორიანობას ГОСТ 5669-96 მიხედვით;
- პურის გულის მჟავიანობას ГОСТ 5670-96 მიხედვით;
- პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის ხვედრით მოცულობას ვსაზღვრავდით მოცულობის შეფარდებით მასასთან და გამოვსახავდით სმ³/გ-ებში;
- გამომცხვარი პურის ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებს ვსაზღვრავდით ГОСТ 27669-88 მიხედვით.
- ექსპერიმენტის მსვლელობის დროს ნედლეულს ვამზადებდით შემდეგნაირად:
- ფქვილს წინასწარ ვცრიდით საცერში მაგნიტური დამჭერებით;
- წყალს ვაცხელებდით ოპტიმალურ ტემპერატურამდე (39 °C);

ცომის მოსაზელად საჭირო წყლის რაოდენობას $g_{წყ}$ ვანგარიშობდით შემდეგი ფორმულით:

$$g_{წყ} = \frac{\sum g_{ნედლ} * (W_{გ} - W_{ს.შ.})}{100 - W_{გ}}$$

სადაც

$W_{\text{ც}}$ - ცომის ტენიანობა, % ($W_{\text{ც}} = W_{\text{კგული}} + (0,5 \pm 1)$, %)

$W_{\text{ს.ბ.}}$ - ნედლეულის საშუალოშეწონილი ტენიანობა, %

$\Sigma g_{\text{ნედლ}}$ - ნედლეულის საერთო რაოდენობა რეცეპტურის მიხედვით, კგ.

ცომის მოსაზღვრად საჭირო წყლის ტემპერატურას $t_{\text{წყ}}$ ვანგარიშობდით ფორმულით

$$t_{\text{წყ}} = t_{\text{ც}} + \frac{C_{\text{ფქ}} * g_{\text{ფქ}} * (t_{\text{ც}} - t_{\text{ფქ}})}{C_{\text{წყ}} * g_{\text{წყ}}} + K,$$

სადაც

$t_{\text{ც}}$ - ცომის ტემპერატურა, °C;

$C_{\text{ფქ}}$ - ფქვილის სითბოტევადობა, კჯ/(კგK) ($C_{\text{ფქ}} = 1,257$);

$C_{\text{წყ}}$ - წყლის სითბოტევადობა, კჯ/(კგK) ($C_{\text{წყ}} = 4,19$);

$g_{\text{ფქ}}$ - ფქვილის რაოდენობა, გ;

$g_{\text{წყ}}$ - წყლის რაოდენობა ცომში, გ;

$t_{\text{ფქ}}$ - ფქვილის ტემპერატურა, °C;

K - შესწორების კოეფიციენტი (ზაფხულში ტოლია $0 \div 1$, გაზაფხულზე და შემოდგომაზე - 2, ზამთარში - 3).

- დაწნეხილი საფუარი იხსნება თბილ წყალში;
- საკვები სუფრის მარილი იხსნება თბილ წყალში;

ცომს და აფარს ვზელდით ლაბორატორიულ ცომსაზღვრ მანქანაში. მოზელის შემდეგ ცომს ვაყოვნებდით დუღილისათვის. დუღილის სტადიის შემდეგ ცომს ვყოფდით ცომის ნამზადებად. ცომის ნამზადების საბოლოო დაყოვნებას ვახდენდით დასაყოვნებელ კარადაში ორთქლის მიწოდებით. ნაწარმს ვაცხობდით ალქურვილ კონვექციულ ღუმელში, რომლის დატენიანება ხდება ორთქლით. ხორბლის პურის მომზადების ტექნოლოგიური რეჟიმი წარმოდგენილია ცხრილში 9.

პურის მომზადების პროცესის პარამეტრები

მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობა
აფრის მომზადება	
წყლის ტემპერატურა, °C	39
მოზელის ხანგრძლივობა, წთ	8
აფრის ტემპერატურა, °C	30
დუდილის ხანგრძლივობა, წთ	210
დუდილის ტემპერატურა, °C	32
ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, %	80
ცომის მომზადება	
წყლის ტემპერატურა, °C	39
მოზელის ხანგრძლივობა, წთ	4+4
ცომის ტემპერატურა, °C	28–30
დუდილის ხანგრძლივობა, წთ	160
დუდილის ტემპერატურა, °C	32
ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, %	75–80
დაყოფა, დაგუნდავება, დაყოვნება, გამოცხობა	
ცომის ნამზადების მასა, გ	
– ფორმის	450
– ძირის	350
ჰაერის ტემპერატურა დასაყოვნებელ კარადაში, °C	32–35
ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა დასაყოვნებელ კარადაში, °C	75–80
პურის გამოცხობის ხანგრძლივობა, წთ	
- ფორმის პურის	35
- ძირის პურის	25
ცხობის ტემპერატურა, °C	210–220

3.4 მზა ნაწარმის ხარისხის ორგანოლეპტიკური და ფიზიკო-

ქიმიური მაჩვენებლების შეფასების მეთოდები

პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის ხარისხის ორგანოლეპტიკური და ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების შეფასებას ვახდენდით (საყოველთაოდ) მიღებული სტანდარტული მეთოდების შესაბამისად (46, 91).

პურის ტენიანობის მაჩვენებლებს ვსაზღვრავდით ГОСТ 21094-75-ის მიხედვით.

პურის მჟავიანობის მაჩვენებლებს – ГОСТ 5670-96-ის მიხედვით.

პურის ფორიანობის მაჩვენებლებს – ГОСТ 5669-96-ის მიხედვით.

პურის ხვედრით მოცულობას ვსაზღვრავდით პურის მოცულობის შეფარდებით მის მასასთან. პურის მოცულობას ვსაზღვრავდით სპეციალურ მოცულობის გამზომ ტევადობაში წვრილი მარცვლების გამოდენის პრინციპით [83].

პურის ფორმამდეგობას H:D ვსაზღვრავდით ძირის პურის სიმაღლის შეფარდებით დიამეტრთან (92).

პურის გულის სტრუქტურულ-მექანიკურ მახასიათებლებს (საერთო კუმშვადობას, ფარდობით დრეკადობას და პლასტიკურობას) ვაფასებდით ხელსაწყოს „სტრუქტურომეტრი CT-2“მეშვეობით.

დრეკად და პლასტიკურ დეფორმაციებს ვსაზღვრავდით ხელსაწყოზე „სტრუქტურომეტრი CT-2“, რომელიც განკუთვნილია ნაწარმის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების განსაზღვრისათვის დატვირთვის ზემოქმედების ქვეშ. პურის გულის შეკუმშვის დეფორმაციის განსაზღვრა ხდებოდა № 5 მეთოდის გამოყენებით, რომელიც დამყარებულია პურის გულის დეფორმაციის განსაზღვრაზე მისი შეკუმშვის დროს 34,8 მმ დიამეტრის მქონე „დგუშის“ იდენტორით, რომლის მოძრაობის სიჩქარეა 0,5 მმ/წმ პროდუქტის სინჯის შეხების შემდეგ 7 გ დატვირთვით 500 გ საბოლოო დატვირთვის ძალამდე და მისი შემდგომი შემცირებით 7 გ დატვირთვამდე, რაც ხორციელდება იდენტორის რევერსიული მოძრაობით იმავე სიჩქარით. ექსპერიმენტის ჩასატარებლად ამოვჭრიდით 25 მმ სიმაღლის და 300 მმ დიამეტრის ცილინდრული ფორმის ნიმუშებს, ვათავსებდით 25 მმ სიმაღლის და 31 მმ შიგა დიამეტრის მქონე პლასტიკურ რგოლში, შემდეგ გადაგვქონდა ხელსაწყოს

მაგიდაზე, რის შემდეგაც ვსაზღვრავდით ცომის დეფორმაციულ მახასიათებლებს პროდუქტის ნიმუშის შეკუმშვით მოცემული № 5 მეთოდის შესაბამისად [93]. საერთო, პლასტიკური და დრეკადი დეფორმაციის მნიშვნელობებს ($\Delta H_{\text{საერთო}}$, $\Delta H_{\text{პლ}}$, $\Delta H_{\text{დრ.}}$) გამოვსახავდით მმ-ში. ხელსაწყოს შეთავსებულია კომპიუტერთან, ყველა მონაცემის გადაყვანა შეიძლება Excel პროგრამის ფორმატში (57).

პურის ოპგანოლეპტიკურ შეფასებას ვახდენდით უმაღლესი და პირველი ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან დამზადებული ნაწარმის ბალური შეფასების შკალის მიხედვით (80, 81).

აქროლადი ნივთიერებების რაოდენობას პურში ვსაზღვრავდით მიკრომეთოდით, გამოხდის გზით, წყლის ორთქლით.

განსაზღვრის ტექნიკა: პურის გულის, დისტილირებული წყლის, გოგირდმჟავას 5%-იანი ხსნარის და აქაფების თავიდან ასაცილებლად რამდენიმე წვეთი მცენარეული ზეთის ნარევის გამოხდიან 50 მლ დისტილატის წარმოქმნამდე, რომელსაც შემდეგ ტიტრავენ ფენოლფტალეინის თანაობისას 0,1N ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით. შედეგი გამოისახება ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,1N ხსნარის რაოდენობით, რომელიც დაიხარჯა 1 ლ დისტილატის გატიტვრაზე. 1 ლიტრი გამონახადის გატიტვრაზე გადასაანგარიშებლად 50 მლ დისტილატის გატიტვრაზე დახარჯული ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,1N ხსნარის რაოდენობას ამრავლებენ 20-ზე.

არომატული ნივთიერებების რაოდენობას ვსაზღვრავდით რ.რ. ტოკარევას და ვ.ლ. კრეტოვიჩის მეთოდით.

კარბონილური ნაერთების განსაზღვრის მეთოდი ითვალისწინებს რეაქციაში არშესული ბისულფიტის წინასწარ მოცილებას იოდით, პროდუქტების შემდგომ დაშლას ნატრიუმის ბიკარბონატით და ბისულფიტის გატიტვრას. ამ დროს გამოთავისუფლებული ელემენტის რაოდენობა კარბონილური ნაერთების შემცველობის ექვივალენტურია.

კარბონილური ნაერთების განსაზღვრისათვის 10 გ პურის გულს ან ქერქს ვსრესდით როდინში ნატრიუმის ბისულფიტის 0,15%-იან ხსნართან, შემდეგ ნარევი გადაგვქონდა 100 მლ ტევადობის მზომ კოლბაში, ვუმატებდით ნატრიუმის

ბისულფიტს ნიშანხაზამდე, ვურევდით 10 წთ-ის განმავლობაში. დალეკილ ნალექს ვაცილებდით გაფილტვრით. 10 მლ ფილტრატი გადაგვექონდა 150 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბაშიდა ვუმატებდით 1 მლ სახამებლის 1%-იან ხსნარს.

ბისულფიტის ჭარბ რაოდენობას ვტიტრავდით იოდის 0,1 N და 0,01 N ხსნარით ბაცი მოიისფერო-ცისფერი შეფერილობის წარმოქმნამდე.

ბისულფიტკარბონილური ნაერთების დაშლის მიზნით კოლბაში ვამატებდით 25 მლ ტუტე-ბორატულ ხსნარს და ვტიტრავდით იოდის 0,01 N ხსნარითმოიისფრო-ლურჯ შეფერილობამდე, რომელიც არ უნდა ქრებოდეს 15 წმ-ის განმავლობაში.ბისულფიტშეკავშირებული ნივთიერებების შემცველობას X (მგ/100 გ პურის გულის ან ქერქის მშრალ ნივთიერებებზე) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot 100 \cdot 10}{10 \cdot (100 - W)} * K,$$

სადაც a – 10 მლ გამონაწვლილის გატიტვრაზე დახარჯული იოდის 0,01 N ხსნარის რაოდენობაა, მლ, W - პროდუქტის ტენიანობა, K - შესწორების კოეფიციენტი [54].

ექსპერიმენტალური მონაცემების სანდოობას ვაფასებდით მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდით თანამედროვე პროგრამული საშუალებების გამოყენებით. გაანგარიშებას და გრაფიკების აგებას ვახორციელებდით Microsoft Word, Mathcad და Curve Expert პროგრამის დახმარებით. მიღებული მონაცემების სანდოობა ასევე დამტკიცებულია ჩატარებული ცდების მრავალჯერადობით [57, 68].

პროდუქციის ხარისხის ორგანოლეპტიკური შეფასება პროფილური მეთოდით: პროდუქციას ვამზადებდით სანიტარული წესების დაცვით აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საკვები პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიების დეპარტამენტში, აგრეთვე აპრობაციას ვატარებდით პურისცხოვის საწარმოს პირობებში შპს „ალატში“ (ქუთაისი). შეფასების კომისია შედგებოდა 11 კაცისაგან, რომელთაც გაიარეს შემოწმება გემოს დალტონიზმის არასებობაზე.

იგებოდა ნაწილობრივი სენსორული პროფილი, რადგან ფასდებოდა სუნი, ფერი, კონსისტენცია, გარეგნული სახე, გემო [96]. შეფასებისას დეგუსტატორები იყენებდნენ 5-ბალიან შკალას, რომელიც ითვალისწინებდა პროდუქტის

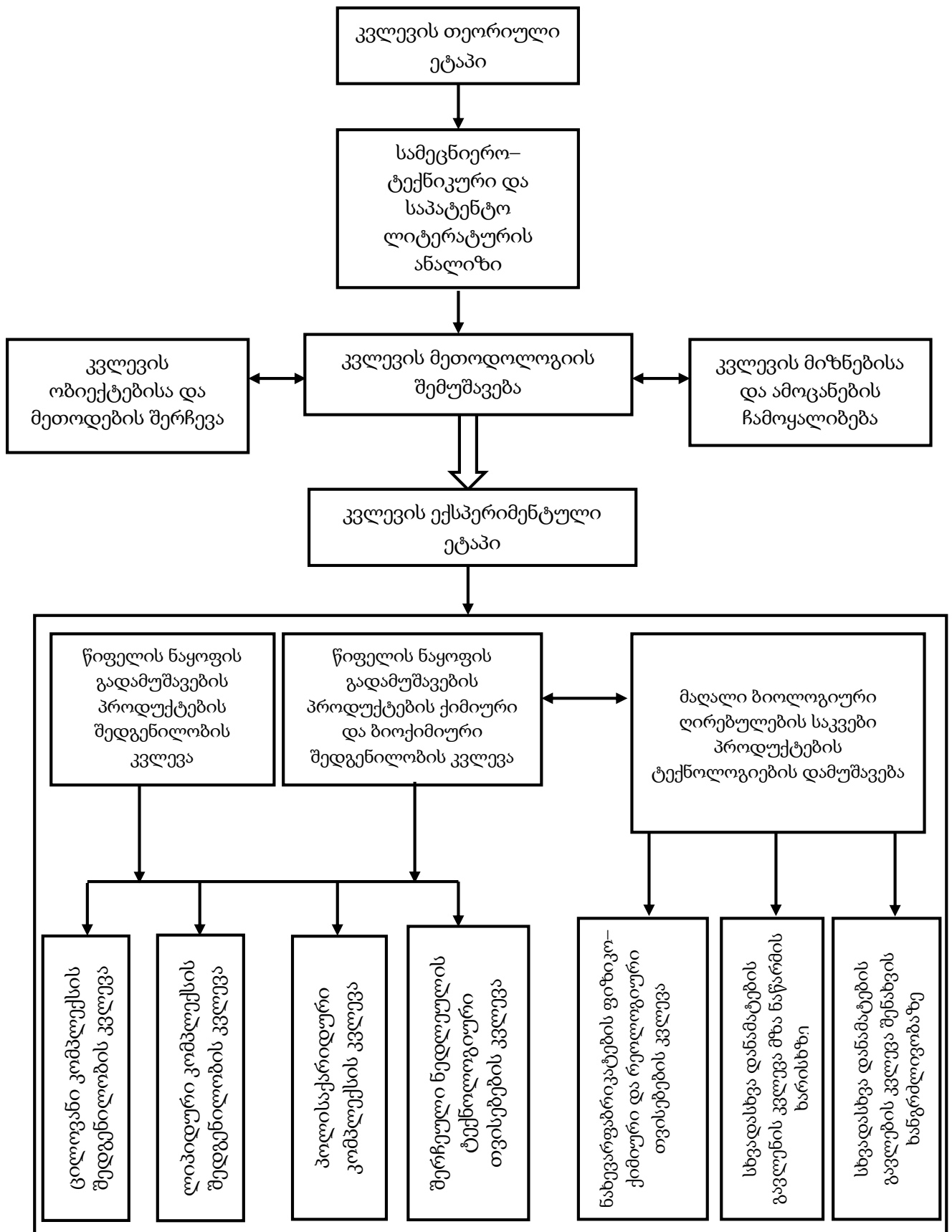
დახასიათებას ხუთ ხარისხობრივ დონედ: 5 ბალი – საუკეთესო ხარისხი, 4 – კარგი, 3 – დამაკმაყოფილებელი, 2 – ცუდი (არასრულფასოვანი საკვები პროდუქტი), 1 – ძალიან ცუდი [39, 65, 82, 87], ГОСТ Р 53104–2008 შესაბამისად [30]. სადეგუსტაციო შეფასების პროცესში ვიყენებდით სადეგუსტაციო ფურცელს.

3.5 კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულების გაანგარიშება

გაანგარიშების მეთოდის შესაბამისად ვსაზღვრავდით ნედლეულის ნახევარფაბრიკატის და მზა ნაწარმის კვებით და ენერგეტიკულ ღირებულებას, ვიყენებდით საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობის ცხრილს [107], ასევე ვიყენებდით ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად მიღებულ მონაცემებს. ანგარიშისათვის ვიყენებდით ფორმულას:

$$\text{კკალ} = (\sum \text{ცილები} * 4 + \sum \text{ცხიმები} * 9 + \sum \text{ნახშირწყლები} * 4),$$

სადაც: ცილებისა და ნახშირწყლებისათვის გამოყენებულია კოეფიციენტი 4, ცხიმებისათვის - 9.



ნახ.2. კვლევის სტრუქტურული სქემა

ექსპერიმენტალური ნაწილი

თავი 4. საქართველოში გავრცელებული კავკასიური წიფელის

ნაყოფის კომპლექსური გამოკვლევა

საქართველოს ეკონომიკის აღორძინებისა და შემდგომი განვითარების ძირითადი მიმართულებებია - პროგრესული ტექნოლოგიებისა და ტექნიკური გადაწყვეტილებების რეალიზაციის დაჩქარება, ყველა სახის ნედლეულის ეკონომიის უზრუნველყოფა და მათი რაციონალური გამოყენება.

საქართველოს კვების მრეწველობაში ობიექტურად მომწიფდა ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტების სასაქონლო ბაზრის გაფართოების აუცილებლობა. ამ პროცესში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს მრეწველობის რეგიონალური სანედლეულო რესურსებით უზრუნველყოფა. ამიტომ, ნატურალური, ეკოლოგიურად სუფთა და უსაფრთხო მცენარეული ნედლეულის გამოყენება, რომელიც ხასიათდება მაღალი კვებითი ღირებულებით და რომელიც მოიპოვება მისი გადამუშავების ახლო პერიმეტრზე არის მეტად აქტუალური.

საქართველოს სანედლეულო რესურსები ქმნიან დიდ პერსპექტივებს მოსახლეობის ხარისხიანი და უვნებელი საკვები პროდუქტებით უზრუნველყოფის საქმეში, განსაკუთრებით ფუნქციონალური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების მიმართულებით.

ცნობილია, რომ ზოგიერთ მცენარეს უძველესი დროიდან იყენებს ადამიანი როგორც საკვებად, ასევე სამკურნალოდ. ეს ურთიერთკავშირი მრავალ თაობაში გენეტიკურად განმტკიცდა, ამიტომ არის, რომ ბუნებრივი წარმოშობის პროდუქტებს დღეისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სხვადასხვა საკვები რეცეპტურების შემუშავებისას. ერთერთ ასეთ უნიკალურ ბუნებრივ პროდუქტს მიეკუთვნება წიფელის ნაყოფი (წიფელის თხილი), რომელიც შეიცავს სრულფასოვან ცილებს, ცხიმოვანი მჟავების კომპლექსს, ნახშირწყლებს, მაკრო- და მიკრო ელემენტებს, ვიტამინებს, საკვებ ბოჭკოს, პოლიფენოლებს და სხვა სასარგებლო კომპონენტებს. ოდითგანვე ცნობილია, რომ ამ მცენარის ყველა ნაწილი (მერქანი, ფოთოლი, ყვავილი, ნაყოფი) არის სამკურნალო დანიშნულების და არის მხნეობის, სიჯანსაღის და სასოცოცხლო ტონუსის მატარებელი. ყველა დროში ადამიანი

ეთაყვანებოდა ამ მცენარეს. მისი პოლისაქარიდული კომპლექსი არა მარტო საკვები ბოჭკოს წყაროა, არამედ ის ხასიათდება პრებიოტიკული თვისებებით. იგივე შეიძლება ითქვას მის ლიპიდურ ფრაქციაზეც. წიფელის ნაყოფი შეიცავს პოლიფენოლებს მაღალი ანტიოქსიდანტური პოტენციალით. ნაყოფი არ შეიცავს ცილა- გლუტენს, რომელიც ითვლება ალერგენად. აღნიშნული, მიმზიდველს ხდის ამ ნედლეულს სამკურნალო-პროფილაქტიკური პროდუქტების წარმოების თვალსაზრისით. ამჟამად, ამიერკავკასიის სხვადასხვა რეგიონებში იგეგმება წიფელის ნაყოფის ორგანიზებული შეგროვება, მათგან წიფელის ზეთის წარმოების პერსპექტივით.

წიფელი (*Fagus*) - ერთსახლიანი მცენარეა წიფლისებრთა ოჯახიდან. ეს ფოთლოვანი მცენარე გავრცელებულია ევროპაში, ამიერკავკასიის რესპუბლიკებში, ჩრდილოეთ ამერიკის აღმოსავლეთ ნაწილში; ოკეანური კლიმატის ტყის მასივებში. მსოფლიოში ცნობილი ათი ნაირსახეობიდან კავკასიის რეგიონში გავრცელებულია აღმოსავლური წიფელი, რომელიც ამიერკავკასიაში ცნობილია კავკასიური წიფელის (*Fagus orientalis* L.) სახელწოდებით. ჩრდილოეთ კავკასიაში წიფელის ტყეებს უჭირავთ 660 ათასი ჰექტარი ტერიტორია, აზერბაიჯანში - 260 ათასი ჰა, სომხეთში - 260 ათასი ჰა, საქართველოში კი 1036 ათასი ჰა.

საქართველოში კავკასიური წიფელი ქმნის მასივებს, რომლებსაც უკავიათ ტყით დაფარული ფართობის 40% (სურათი 1), ტყეები (ბუკნარები) განთავსებულია 400÷2250 მეტრ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, ისინი გვხვდება საქართველოს ყველა ძირითად ტყის მასივში. ერთი ხე საშუალოდ იძლევა 8-10 კგ-მდე ნაყოფს. წიფელი აღიარებულია მსოფლიოში „ღვთაებრივ“ მცენარედ და მისი ნაყოფი კი უნიკალური პროდუქტია, ეკოლოგიურად სუფთა, ძალიან გემრიელი და სასარგებლო. თხილის გული თეთრია და მოტკბო. ფაქტურითა და გემოთი ძალიან წააგავს ტკბილ ნუშს(სურათი 2 და 3).

კავკასიური წიფელის ნაყოფი არ გამხდარა სერიოზული, ფუნდამენტალური კვლევის ობიექტი, ამდენად მათი კომპლექსური კვლევა კვების მრეწველობაში ფუნქციონალური საკვების წარმოებაში გამოყენების პერსპექტივით არის დროული და აქტუალური.

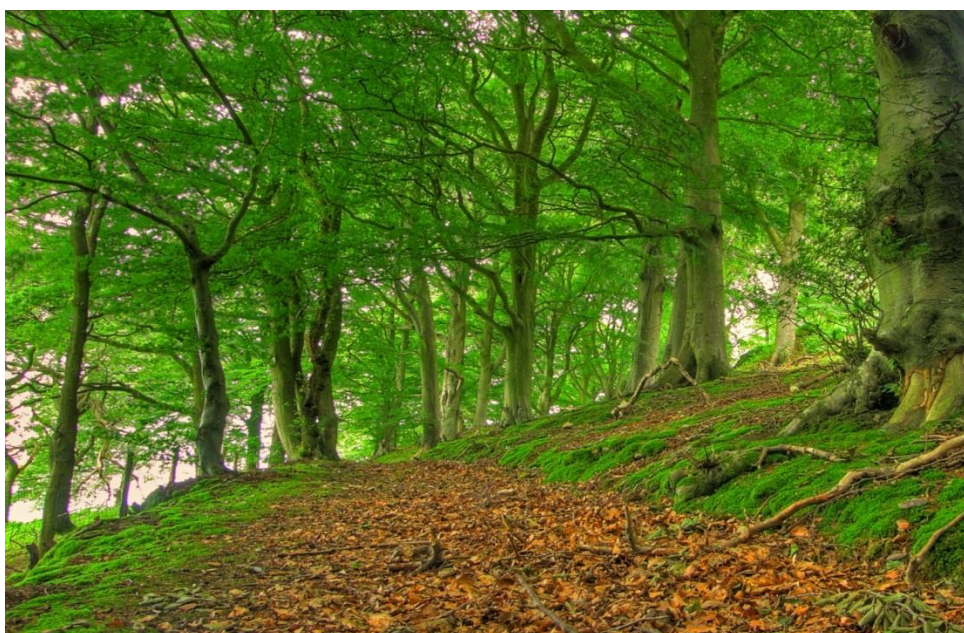
4.1 კავკასიური წიფელის ნაყოფის მორფოლოგიური დახასიათება

წიფელის ნაყოფი წარმოადგენს სამწახნაგა წაგრძელებული ტეტრაედრის ფორმის თხილს, წვეტიანი წიბოებით, სიგრძე 10-16 მმ, თხელი, ყავისფერი პრიალა ზედაპირით(სურათი 4 და 5). მწიფდება აგვისტო-სექტემბერში, ხოლო ხიდან ცვივა ოქტომბრიდან ნოემბრამდე. წიფელის ნაყოფის კალორიულობა შეადგენს 742 კკალ 100 გრამ პროდუქტზე. კავკასიური წიფელის ნაყოფის ანატომიური ნაწილების თანაფარდობა მოცემულია ცხრილში 10.

ცხრილი 10.

კავკასიური წიფელის ნაყოფის ანატომიური ნაწილების თანაფარდობა, %

წიფელის ნაყოფის ნიმუშები	ნაყოფის საშუალო წონა, გ	გულის გამოსავლიანობა, %	ნაჭუჭის რაოდენობა, %	გარსის რაოდენობა, %
ნიმუში N1	0.40	63%	32%	5%
ნიმუში N2	0.411	65%	30%	5%
ნიმუში N3	0.405	60%	35%	5%



სურ. 1. წიფელის ტყე / წიფლნარი



სურ. 2. წიფელის ნაყოფი



სურ. 3. წიფელის ნაყოფი



სურ. 4. წიფელის თხილი



სურ. 5. წიფელის თხილი

4.2 კავკასიური წიფელის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა

კვლევის საწყის ეტაპზე შევისწავლეთ წიფელის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა, კერძოდ ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების რაოდენობა. ექსპერიმენტებში გამოვიყენეთ წიფელის ნაყოფის სამი ნიმუში დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა ტყის მასივებიდან: ნიმუში N1- აღებულია ტყის ზონიდან, რომელიც განთავსებულია ზღვის დონიდან 400 მ სიმაღლეზე; ნიმუში N2 - 800 მეტრ სიმაღლეზე; ნიმუში N3 - 1400 მეტრზე ზღვის დონიდან. წიფელის თხილის ძირითადი კომპონენტების შემცველობა წარმოდგენილია ცხრილში 11.

ცხრილი 11.

ძირითადი კომპონენტების შემცველობა კავკასიური წიფელის ნაყოფში.

ნიმუშები N	რაოდენობა, % მშრალ ნივთიერებაზე გაანგარიშებით		
	ცხიმები	ცილები	ნახშირწყლები
N1	71,2	18,2	7,94
N2	68,8	19,38	8,84
N3	70,2	17,54	9,18

დადგენილია, რომ კავკასიური წიფელის ნაყოფი შეიცავს დიდი რაოდენობით ცხიმს ($68,80 \div 71,20\%$) და ცილებს ($17,54 \div 19,38\%$), რაც მიუთითებს მათ მაღალ ენერგეტიკულ ღირებულებაზე, რომელიც შეადგენს საშუალოდ 742 კკალ-იას 100 გრ პროდუქტზე.

4.3 კავკასიური წიფელის ნაყოფის ბიოქიმიური გამოკვლევა

4.3.1. კავკასიური წიფელის ნაყოფის ლიპიდური ფრაქციის

გამოკვლევა

შესწავლილია ლიპიდების ფრაქციული და ცხიმმჟავური შედგენილობა. ასევე, ნახშირწყლების, მონო-, დი- და პოლისაქარიდული შედგენილობა (102).

შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 12, 13, 14.

**წიფელის ნაყოფის ლიპიდების ფრაქციული შედგენილობა
(%, ლიპიდების საერთო რაოდენობისგან).**

N	ლიპიდების ფრაქცია	ნიმუშები		
		N 1	N 2	N 3
1.	ფოსფოლიპიდები	კვალის სახით	0,98	1,02
2.	მონოგლიცერიდები	0,80	1,16	1,38
3.	სტერინები	0,32	0,2	0,08
4.	დიგლიცერიდები	1,56	1,58	1,50
5.	თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები	1,80	1,72	კვალის სახით
6.	ტრიგლიცერიდები	87,54	86,34	85,62
7.	სტერინების ეთერები	7,98	8,02	10,40

წიფელის ზეთის ფრაქციული შედგენილობის ანალიზმა აჩვენა, რომ მათში ჭარბობს ტრიგლიცერიდები და სტერინების ეთერები.

წიფელის ზეთის ცხიმმჟავური შედგენილობის კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ნაჯერ ცხიმოვან მჟავათა საერთო რაოდენობა შეადგენს 13,1%, უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ფრაქცია კი შეადგენს 86,9% ლიპიდების საერთო რაოდენობისგან. ცხიმმჟავური შედგენილობის ანალიზმა ასევე აჩვენა, რომ წიფელის ზეთში დომინირებენ უჯერი ცხიმოვანი მჟავები, სადაც ძირითადი წილი მოდის ოლეინის (70,2%) და ლინოლის (9,8%) მჟავებზე. რაც შეეხება ლინოლენის მჟავას, მისი რაოდენობა არ აღემატება 0,4%-ს (იხ.ცხრილი 13).

ცნობილია, რომ რაც მეტია მცენარეულ ცხიმში უჯერი ცხიმოვანი მჟავების და განსაკუთრებით ოლეინის, ლინოლისა და ლინოლენის მჟავათა ჯამური რაოდენობა, მით უკეთესია ის ხარისხის მაჩვენებლების მიხედვით-ენერგეტიკული რეზერვით, ფიზიოლოგიური აქტივობითა და კვებითი ღირებულებით. დადგენილია, რომ შედგენილობით კავკასიური წიფელის ნაყოფის ზეთი არ ჩამორჩება ზეთუნის ზეთს, მეტიც, ზოგიერთი მაჩვენებლით ის მას უსწრებს (ცხრილი 14-ის მონაცემები).

წიფელის ნაყოფის ლიპიდური ფრაქციის ცხიმმჟავური შედგენილობა
(% ლიპიდების საერთო რაოდენობისგან)

ცხიმოვანი მჟავები	ცხიმმჟავას ინდექსი	ნიმუშები		
		N1	N2	N3
ნაჯერი მჟავები				
კაპრონის	6 : 0	0,1	კვალი	კვალი
კაპრილის	8 : 0	0,4	0,4	0,6
კაპრინის	10 : 0	კვალი	კვალი	კვალი
ლაურინის	12 : 0	0,3	0,2	0,3
მირისტინის	14 : 0	0,1	0,2	0,2
პალმიტინის	16 : 0	9,0	9,2	10,1
პალმიტოლენის	16 : 1	0,6	0,6	0,8
სტეარინის	18 : 0	1,9	2,5	2,6
ნაჯერ მჟავათა ჯამი		12,4	13,1	14,6
უჯერი მჟავები				
ოლეინის	18 : 1	73,7	72,2	69,4
ლინოლის	18 : 2	10,9	11,4	12,7
ლინოლენის	18 : 3	0,3	0,4	0,3
არაქინის	20 : 0	1,0	1,1	1,2
არაქიდონის	20 : 4	0,9	1,6	1,8
ბეგენის	22 : 0	0,2	კვალი	კვალი
ლიგნოცერინის	24 : 0	0,6	0,2	კვალი
უჯერ მჟავათა ჯამი		87,6	86,9	85,4

მცენარეული ზეთების ცხიმმჟავური შედგენილობა,%

ზეთის სახეობა	ცხიმმჟავების შემცველობა, % ცხიმმჟავების საერთო რაოდენობიდან					
	ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავები		მონოუჯერი ცხიმმჟავები		პოლიუჯერი ცხიმმჟავები	
	პალმიტინის C 10 : 0	სტეარინის C 18 : 0	პალმიტოლიენის C 16 : 1	ოლეინის C 18 : 1	ლინოლის C 18 : 2	ლინოლენის C 18 : 3
სელის ზეთი	5,1	2,9	-	16,4	16,2	59,8
არაქისის ზეთი	11,6	3,1	0,2	46,5	31,4	-
ზეითუნის ზეთი	13,7	2,5	1,2	71,1	10,0	0,6
რაფსის ზეთი	2,8	1,3	0,2	23,8	14,6	7,3
სოიოს ზეთი	11,0	4,0	0,1	23,4	53,2	7,8
მზესუმზირას ზეთი	6,8	4,7	0,1	18,6	68,2	0,5

აღსანიშნავია, რომ ცხიმის ბიოლოგიური ღირსება განისაზღვრება უჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობითა და უჯერი და ნაჯერი ცხიმმჟავების თანაფარდობით, ანუ ხარისხის კოეფიციენტი-უჯერობის ინდექსით (K₁). რაც მეტია ეს ინდექსი,მით უკეთესია ცხიმები თავისი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით, ფიზიოლოგიური აქტივობითა და კვებითი ღირებულებით.

კავკასიური წიფელის ზეთის უჯერობის ინდექსი შეადგენს:

$$K_1 = \frac{\sum \text{უჯერი ცხიმმჟავები}}{\sum \text{ნაჯერი ცხიმმჟავები}}; \quad K_1 = \frac{86,9}{13,1} = 6,63$$

ფიზიოლოგიური აქტივობის მაჩვენებელი გამოითვლება:

$$K_2 = \frac{\sum \text{ოლეინის მჟავას რაოდენობა}}{\sum \text{ლინოლის მჟავას რაოდენობა}}; \quad K_2 = \frac{70,2}{9,8} = 7,16$$

კვების მეცნიერების მოთხოვნების თანახმად, დასუსტებული ჯანმრთელობის ადამიანთა საკვები რაციონი უნდა შეიცავდეს ცხიმებს, რომელშიც ლინოლის მჟავას რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 40% და მეორეს მხრივ, ლინოლისა და ლინოლენის მჟავების თანაფარდობა უნდა იყოს 5÷1-თან. წიფელის ზეთში ეს თანაფარდობა არ არის დაცული, მიუხედავად მისი მაღალი კვებითი ღერებულებისა.

წიფელის ზეთის ფიზიკო-ქიმიური პარამეტრების შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ 20°C ტემპერატურის პირობებში აღნიშნული მახასიათებლები შემდეგია: გარდატეხის კოეფიციენტი შეადგენს 1,464 -1,469; ზეთის მჟავური რიცხვია 0,20-0,22 მგKOH/გ; ზეჟანგური რიცხვი შეადგენს აქტიური ჟანგბადის 1,0÷1,2 მმოლი/კგ ცხიმზე; გასაჰნების რიცხვია 170,4÷171,1 მგ KOH/გ; იოდის რიცხვია 84,1 - 88,2 I₂/100გ. წიფელის ზეთის ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრილში 15.

ცხრილი 15

**წიფელის ზეთის ფიზიკო-ქიმიური პარამეტრები
(20°C ტემპერატურის პირობებში)**

ზეთის ნიმუში	გარდატეხის მაჩვენებელი	მჟავური რიცხვი, მგ KOH/გ	ზეჟანგური რიცხვი, აქტიური ჟანგბადი მმოლი/კგ ცხიმზე	გასაჰნების რიცხვი, მგ KOH/გ	იოდის რიცხვი, I ₂ /100გ
1	1,467	0,22	1,2	170,4	84,2
2	1,469	0,22	1,0	170,8	87,0
3	1,470	0,20	1,0	171,1	88,1

მცენარეული ცხიმები შენახვის დროს განიცდიან ჟანგვით და ჰიდროლიზურ ცვლილებებს, რაც იწვევს ცხიმოვანი პროდუქტების შედგენილობის არასასურველ ცვლილებებს, რამაც შესაძლებელია მნიშვნელოვნად დააქვეითოს მისი ხარისხი და უვნებლობა. შენახვის პროცესში ძირითად კონტროლირებად მაჩვენებლებს წარმოადგენს ზეჟანგური და მჟავური რიცხვი.

კვლევის პროცესში შევისწავლეთ ცხიმის ნიმუშებში ჰიდროლიზური და ჟანგვითი პროცესების ცვლილების დინამიკა. აღნიშნული მაჩვენებლების მონიტორინგს ვახდენდით ყოველ 6 თვეში 24 თვის განმავლობაში (ცხრილი 16-ის მონაცემები).

ცხრილი 16

**ჰიდროლიზური და ჟანგვითი პროცესების დინამიკა
წიფელის ზეთის შენახვის დროს.**

ზეთის შენახვის ხანგრძლივობა, თვეებში	მჟავური რიცხვი, მგ KOH/გ	ზეჟანგური რიცხვი, აქტიური ჟანგბადი მმოლი/კგ ცხიმზე
უშუალოდ ზეთის გამოწურვის შემდეგ	0,22	1,2
6	0,24	1,7
12	0,27	3,5
18	0,28	5,1
24	0,33	6,8

ცხრილი16-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ მჟავური და ზეჟანგური რიცხვი ყველა ნიმუშებში 24 თვის განმავლობაში იცვლება უმნიშვნელოდ და არ აჭარბებს კრიტიკულ მნიშვნელობებს.წიფელის ზეთის სტაბილურობა შენახვის პროცესში მიუთითებს მის შემადგენლობაში აქტიური ნატურალური ანტიოქსიდანტების შემცველობაზე. მიღებული შედეგები იძლევა საშუალებას დავასკვნათ, რომ კავკასიური წიფელის ნაყოფის ფუძეზე შექმნილი პროდუქტების მიზანმიმართულ გამოყენებას ექნება მთელი რიგი უპირატესობები, კერძოდ: ნატურალურობა, მაღალი კვებითი ღირებულება და უვნებლობა, რაც უზრუნველყოფს ორგანიზმს ფიზიოლოგიურად აქტიური უჯერი ცხიმოვანი მჟავებით.

4.3.2 კავკასიური წიფელის ნაყოფის ცილების ფრაქციული და ამინომჟავური შედგენილობის კვლევა.

ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევების მიზანს წარმოადგენდა კავკასიური წიფელის ნაყოფის ცილების სრულფასოვნობის დადგენა, რისთვისაც მოვახდინეთ ცილების ფრაქციონირება და ცილათა ფრაქციების ამინომჟავური შედგენილობის კვლევა(12).

გამოკვლევების საფუძველზე წიფელის ნაყოფებში იდენტიფიცირებულია 18 ამინომჟავა, მათ შორის 8 შეუცვლელი. ამინომჟავების საერთო რაოდენობა შეადგენს $15150 \div 17560$ მგ/100გ მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით. მათ შორის შეუცვლელი ამინომჟავების რაოდენობაა $5801 \div 6543$ მგ/100გ-ზე.

შეუცვლელ ამინომჟავათა ჯამურმა რაოდენობამ წიფელის ნაყოფში შეადგინა ამინომჟავათა საერთო რაოდენობის $37,3 \div 38,2\%$. აღსანიშნავია არგინინის, ლეიცინის, გლუტამინისა და ასპარაგინის მჟავების მაღალი შემცველობა. ამინომჟავა მეთიონინი მცირე რაოდენობითაა წიფელის ნაყოფში. ასევე ძალიან მცირეა ცისტინის რაოდენობაც,ის აღმოჩენილია კვალის სახით (ცხრილი 17).

შემდგომ ეტაპზე შევისწავლეთ წიფელის ნაყოფის ცილათა ფრაქციული შედგენილობა.წიფელის ნაყოფის ცილებისგან მიღებულია შემდეგი ფრაქციები: ალბუმინები (წყალში ხსნადი), გლობულინები (მარილხსნარში ხსნადი), გლუტელინები (ტუტეში ხსნადი). პროლამინების ფრაქცია არ დაფიქსირდა. ფრაქციათა თანაფარდობა ჯამურ ცილაში შემდეგია: ალბუმინები - 29%; გლობულინები - 47%, გლუტელინები - 24%.

ასევე შესწავლილი იქნა ცალკეული ფრაქციების ამინომჟავური შედგენილობა.მონაცემები წიფელის ნაყოფის ცალკეული ფრაქციების ამინომჟავური შედგენილობის შესახებ მოყვანილია ცხრილში 18.

მიღებულმა მონაცემებმა გამოავლინა მნიშვნელოვანი განსხვავება ცალკეულ ფრაქციებს შორის ამინომჟავური შედგენილობის მხრივ. სახელდობრივ, ალბუმინის ფრაქციაში მაღალია გლუტამინის მჟავის რაოდენობა (23,2%), ლეიცინის (7,5%), იზოლეიცინის(5,9%), ლიზინის (9,6%), ფენილალანინის (1,1%).

კავკასიური წიფელის ნაყოფის ამინომჟავური შედგენილობა

ამინომჟავების დასახელება	წიფელის ნაყოფში ამინომჟავების შედგენილობა, მგ/100 გ		
	ნიმუში 1	ნიმუში 2	ნიმუში 3
არგინინი	2342	2290	2035
ჰისტიდინი	328	412	462
ლიზინი	853	588	592
ფენილალანინი	826	667	502
თიროზინი	224	328	290
ლეიცინი	1422	1403	1380
იზოლეიცინი	916	860	838
მეთიონინი	336	240	212
ვალინი	920	810	844
ცისტინი	-	კვალი	კვალი
ალანინი	660	600	610
გლიცინი	820	815	808
პროლინი	340	420	390
გლუტამინის მჟავა	3950	4003	3772
სერინი	518	480	466
თრეონინი	720	700	715
ტრიფტოფანი	550	530	518
ასპარაგინის მჟავა	1835	2980	3116
ამინომჟავების ჯამი	17560	18340	17800
შეუცვლელი ამინომჟავების ჯამი	6543	5806	5801

კავკასიური წიფელის ნაყოფის ცილების სხვადასხვა ფრაქციების
ამინომჟავური შედგენილობა (% ჰიდროლიზატში)

ამინომჟავების დასახელება	რაოდენობა, %			
	ცილის ფრაქციები			
	ალბუმინის	გლობულინის	გლუტელინის	პროლამინის
ლიზინი	9,6	3,1	4,2	-
ჰისტიდინი	2,8	4,0	30,6	-
არგინინი	7,0	6,1	3,4	-
ასპარაგინის მჟავა	9,1	14,1	16,2	-
თრეონინი	3,2	5,3	6,3	-
სერინი	5,9	18,6	7,7	-
გლუტამინის მჟავა	23,2	2,5	8,2	-
პროლინი	2,1	8,1	-	-
გლიცინი	7,9	4,0	6,7	-
ალანინი	4,8	3,2	-	-
ცისტინი	0,6	1,9	-	-
ვალინი	2,1	3,9	0,4	-
მეთიონინი	2,8	4,4	1,1	-
იზოლეიცილი	5,9	15,6	-	-
ლეიცილი	7,5	2,1	15,2	-
თიროზინი	2,0	2,8	-	-
ფენილალანინი	1,1	0,3	-	-
ტრიფტოფანი	0,4	-	-	-

გლობულინების ფრაქციაში დომინირებენ - სერინი (18,6%), იზოლეიცილი (15,6%), პროლინი (8,1%), ასპარაგინის მჟავა (14,1%), მეთიონინი (4,4%), არგინინი (6,1%), ჰისტიდინი (4,0%).

გლუტელინების ფრაქციაში იდენტიფიცირებულია მხოლოდ 11 ამინომჟავა, მათ შორის 6 შეუცვლელი, სადაც 15,2% მოდის ლეიცინზე, 8,2-გლუტამინის მჟავაზე, 4,2%-ლიზინზე, 1,1%-მეთიონინზე. დიდია ასპარაგინის მჟავას რაოდენობა-16,2%.

პროლამინის ფრაქცია საკვლევ ნედლეულში არ დაფიქსირდა. აღსანიშნავია, რომ საკმაოდ მნიშვნელოვანი და ღირებული ამინომჟავა ლიზინის მნიშვნელოვანი წილი მოდის ალბუმინების ფრაქციაზე.

წარმოდგენილი მონაცემები იძლევა საფუძველს დავასკვნათ, რომ კავკასიური წიფელის ნაყოფი შეიცავს სრულფასოვან ცილებს და ის შესაძლებელია წარმატებით გამოვიყენოთ როგორც ჯანსაღი ნედლეული დიეტურ და პროფილაქტიკურ კვებაში.

4.3.3 კავკასიური წიფელის ნაყოფში ნახშირწყლების შემცველობა

ცხრილი 19.

კავკასიური წიფელის ნაყოფში ნახშირწყლების შემცველობა

(%, მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით)

წიფელის ნაყოფის ნიმუშები	შაქრები			სახამებელი	ჰემიცელულოზა	უჯრედისი	ნახშირწყლების ჯამური რაოდენობა
	მონოსაქარიდები	საქაროზა	ჯამი				
ნიმუში N1	1,24	2,04	3,28	0,85	1,43	2,38	7,94
ნიმუში N2	1,26	1,82	3,08	1,28	1,68	2,80	8,84
ნიმუში N3	1,02	2,20	3,22	1,08	1,64	3,24	9,18

4.3.4 ბალანსირებული ცხიმმჟავური შედგენილობის მცენარეული ცხიმების კომპოზიციის შემუშავება

ცხიმი და ზეთი ადამიანის კვების რაციონის განუყოფელი ნაწილია, ისინი ამარაგებენ ორგანიზმს ენერგეტიკული და პლასტიკური მასალით, შეუცვლელი ფიზიოლოგიურად ფუნქციონალური ინგრედიენტებით (უჯერი ცხიმოვანი მჟავებით, ფოსფოლიპიდებით, ცხიმში ხსნადი ვიტამინებით, სტერინებით და სხვა). ბუნებრივი ცხიმები და ზეთები თავიანთი შედგენილობით არ არიან იდეალური, ფიზიოლოგიურად სრულფასოვანი პროდუქტები, რამეთუ სხვადასხვა სახის ზეთებში შეინიშნება დეფიციტი ან სიჭარბე ერთი ან რამოდენიმე კომპონენტისა.

ცხიმოვანი ფაზის ცხიმმჟავური შედგენილობის ოპტიმიზაცია მიიღწევა მარტივი და ტექნოლოგიურად ეკონომიური ხერხით - მცენარეული ზეთების კუპაჟირებით, რომელთა შემადგენლობაში გამოიყენება როგორც ტრადიციული მცენარეული ცხიმები (მზესუმზირას, სოიოს, სიმინდის და სხვა), ასევე არატრადიციული (ხორბლის ჩანასახის, გოგრას კაკლის, ყურძნის წიპწის და სხვა) მცენარეული ზეთების კუპაჟმა უნდა უზრუნველყოს საჭირო თანაფარდობა. ცხიმმჟავების, პირველ რიგში ომეგა-3 და ომეგა-6-ის რეკომენდაციების თანახმად, მათი შეფარდება უნდა იყოს 10:1, სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვებისთვის 3:1-დან 5:1-მდე.

ბალანსირებული კვების ფორმულის შესებამისად, წიფელის ზეთის ფუნქციური საკვების წარმოებაში გამოყენების მიზნით, გადავწყვიტეთ ცხიმოვანი კომპოზიციის შედგენა, რომელშიც წარმოდგენილი იქნება სხვადასხვა ცხიმმჟავათა თანაფარდობა, ძირითადად ომეგა-3-ისა და ომეგა-6-ის მიხედვით.

ცნობილია, რომ ომეგა-3 ტიპის ცხიმოვანი მჟავები დიდი რაოდენობითაა თევზის ზეთში. მცენარეული ნედლეულიდან აღსანიშნავია სელის ზეთი, რომელიც ამჟამად ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში სხვადასხვა დაავადებების სამკურნალოდ. სელის ზეთი მიიღება სელის თესლიდან და შეიცავს ადვილად შრობად ცხიმს (30÷48%), რომლის შემადგენლობაშია ლინოლის მჟავას ტრიგლიცერიდები (25÷35%), ოლეინის მჟავა (15÷20%), ლინოლენის მჟავა (35÷45%), მცირე რაოდენობით პალმითინისა და სტეარინის მჟავები; ლორწოვანი ნივთიერებები (5÷12%), ცილა

(18÷33%), ნახშირწყლები (12÷26%), ორგანული მჟავები, ფერმენტები, F-, A-, E-ვიტამინები, მინერალური ნივთიერებები, სტეროლები. სელის ზეთი აღიარებულია ომეგა-3-ის უნიკალურ წყაროდ[104].

უნდა აღინიშნოს, რომ სელის კულტურა ხარობდა უძველეს კოლხეთში, სადაც ის გამოიყენებოდა არა მარტო სამკურნალოდ, არამედ უძველესი კოლხების ყოველდღიური კვების პროდუქტსაც წარმოადგენდა.

უკანასკნელ წლებში რესპუბლიკაში აგროსამრეწველო კომპლექსის განვითარებაში გარკვეული პოზიტიური ძვრები შეინიშნება. სოფლის მეურნეობა ზრდის დადებითი დინამიკით გამოირჩევა, ხოლო დარგობრივი სამინისტრო აგრძელებს მსხვილი ინვესტიციების მოძიებასა და სოფლის მეურნეობაში ჩადებას. იმავდროულად, ერთერთ პრიორიტეტულ მიმართულებას წარმოადგენს ენდემური მცენარეული კულტურების აღორძინება მათი საკვები პროდუქტების წარმოებაში გამოყენების მიზნით.

სელის ერთერთი ნაირსახეობა - შუალერა, რომელიც წარმოადგენს ცხიმოვანი და ბოჭკოვანი სელის ჰიბრიდს, კულტივირდება დასავლეთ საქართველოში, ფერმერულ და გლეხურ მეურნეობებში სხვა კულტურულ მცენარეებთან ერთად. აღნიშნული სელი არის ბოჭკოვან-ცხიმოვანი, რომელშიც ჭარბობს თესლი. მცენარე ერთწლიანია, ბალახისებრი, ნაყოფი კოლოფისებრი, რომელიც შედგება ხუთი ნაწილისგან და შეიცავს ცხიმის შემცველ თესლებს. ის მოგრძო-ოვალური ფორმისაა, ერთი ბოლოთი წამახვილებული, სიგრძით 4÷5 მმ, სიგანით 2÷2,5 მმ, სისქით 2 მმ-მდე, ზედაპირი გლუვი, ყავისფერი (ზოგიერთი თესლი ოქროსფერია), გემო მოტკბო, ლორწოვანი, უსუნო. ნაყოფი მწიფდება ივლისიდან აგვისტოს ჩათვლით. სელის თესლი ინახება წლის განმავლობაში.

სელის თესლის გადამუშავების ერთერთ პროდუქტს წარმოადგენს სელის ზეთი: მომწვანო-მოყვითალო ფერის სითხე, რომელიც წარმოადგენს ქოლესტერინის მინიმალური რაოდენობის შემცველობის კონცეტრირებულ ლინოლენის მჟავას.

ლაბორატორიულ პირობებში სელის ზეთს ჩვენ ვღებულობდით ცივი გამწურვის მეთოდით. ზეაღნიშნული მეთოდი უზრუნველყოფს ყველა საკვები ნივთიერებების შენარჩუნებას. შევისწავლეთ მიღებული სელის ზეთის ცხიმმჟავური

შედგენილობა. დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში მოყვანილი სელის თესლის ძირითადი კომპონენტების საშუალო მაჩვენებლები შემდეგია: ცხიმი - 48,2%, ცილები - 18,8%, ნახშირწყლები - 19,4%.

სელის ზეთის სხვადასხვა ნიმუშების ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლები მოყვანილია ცხრილში 20.

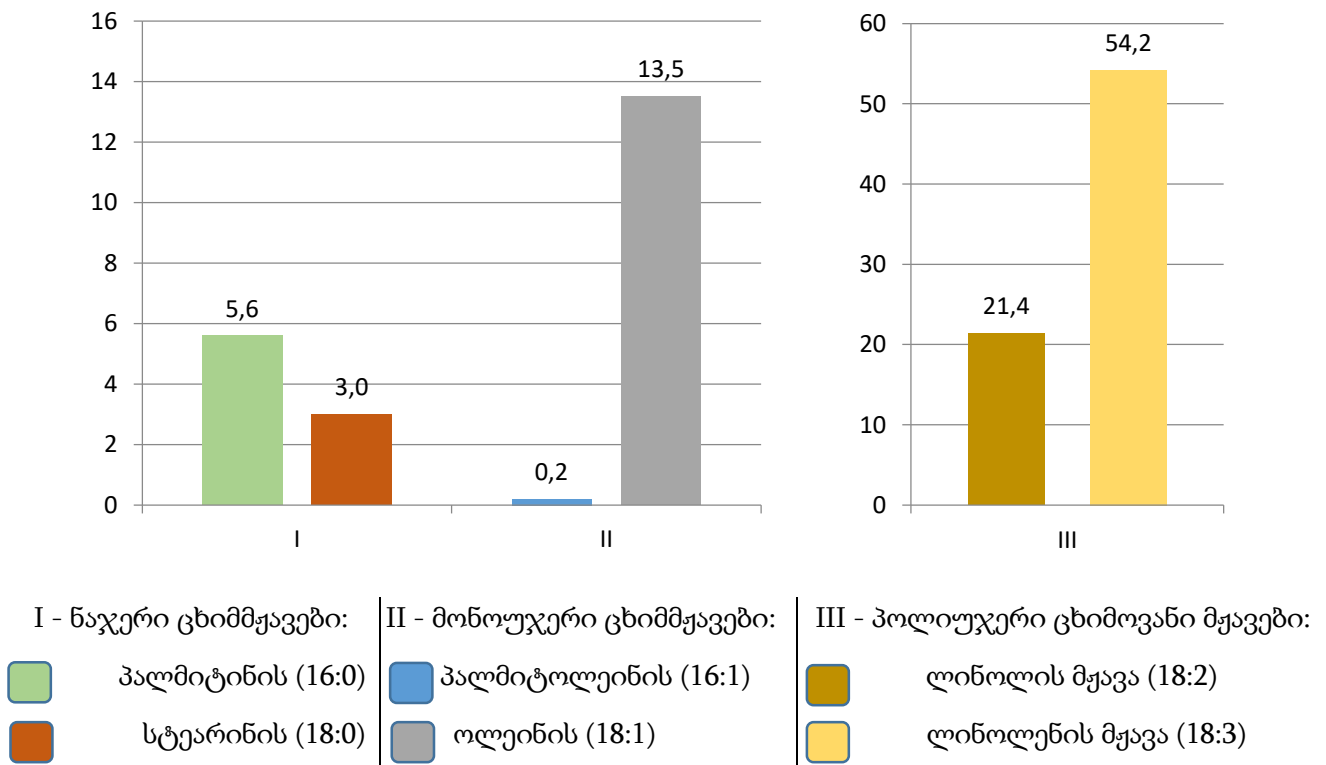
ცხრილი 20

სელის ზეთის ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლები

ნიმუშები	გარდატეხის კოეფიციენტი	მჟაური რიცხვი, მგ KOH/გ	იოდის რიცხვი, I ₂ /100გ	გასაპნების რიცხვი, მგ KOH/გ	ზეჟანგური რიცხვი, აქტიური ჟანგბადი მმოლი/კგ ცხიმზე
ნიმუში 1	1,448	0,40	122	178	2,0
ნიმუში 2	1,452	0,42	116	181	2,2
ნიმუში 3	1,450	0,40	124	178	1,8
ნიმუში 4	1,450	0,41	127	174	2,0

აღსანიშნავია, რომ ნიმუშების მიხედვით სელის ზეთის ფიზიკო-ქიმიურ მახასიათებლების მნიშვნელობების სხვაობა უმნიშვნელოა.

ნახაზზე 3 წარმოდგენილია სელის ზეთის საშუალო ნიმუშის ცხიმმჟავური შედგენილობა



ნახ. 3. სელის ზეთის ცხიმმჟავური შედგენილობა, %.

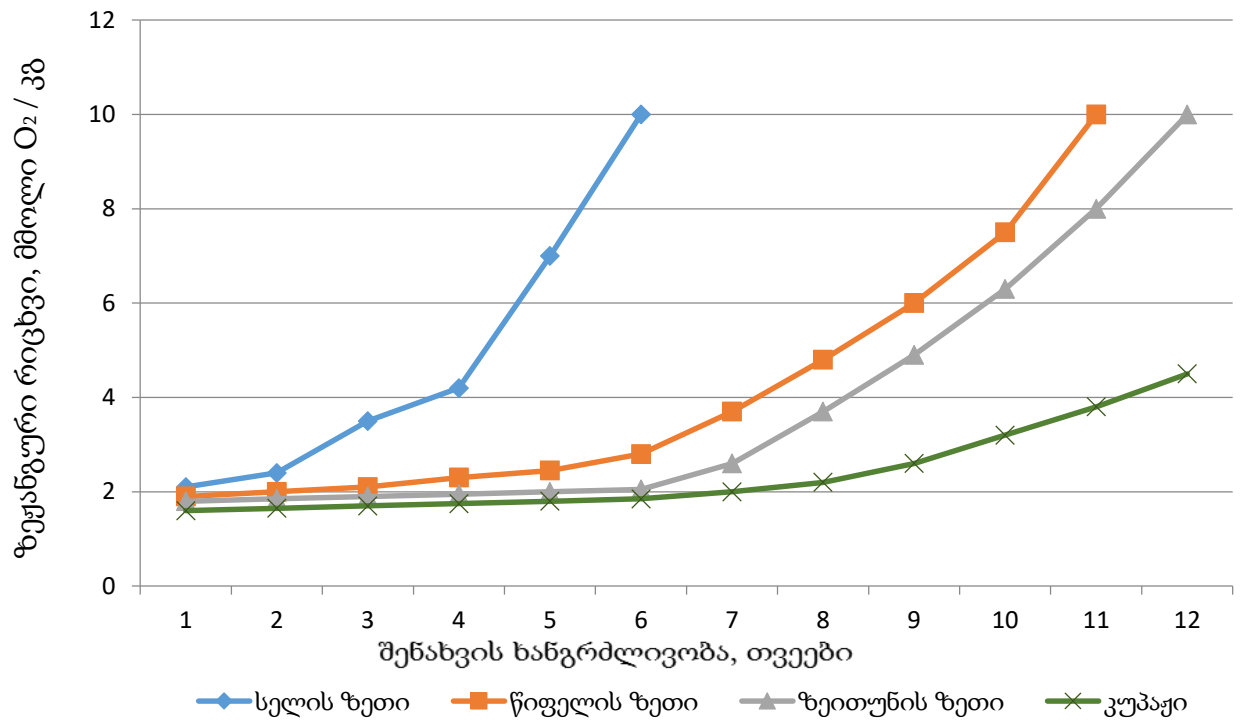
სელის ზეთის ცხიმმჟავური შედგენილობის ანალიზმა აჩვენა, რომ მასში ჭარბობენ - ლინოლენისა და ლინოლის მჟავები. მაღალი ხარისხის ზეთუნის ზეთთან შედარებითმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ლინოლის მჟავას შემცველობის მიხედვით სელის ზეთი აჭარბებს ზეთუნის ზეთს 2-ჯერ, ოლეინის მჟავას შემცველობით კი - 4,7-ჯერ (ცხრილის მონაცემები). სელის ზეთში დეფიციტური ლინოლენის მჟავას მაღალი შემცველობა 54,2% (საერთო მჟავების რაოდენობიდან) მიუთითებს მასზე, რომ ის შეიძლება ჩაითვალოს უნიკალურ პროდუქტად. ვინაიდან სამომხმარებლო ბაზარზე ფართოდ წარმოდგენილ მცენარეულ ზეთებში ლინოლენის მჟავას რაოდენობა საშუალოდ ვარიებს 0,1 ÷ 9,2%-ის ფარგლებში, მიზანშეწონილად მივიჩნით სელის ზეთის გათვალსწინება ცხიმოვანი კომპოზიციის პროექტირებისას. უნდა აღვნიშნოთ, რომ სელის მცენარის დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში მოყვანის მიუხედავად, მისი ცხიმმჟავური შედგენილობა პრაქტიკულად არ იცვლება.

მცენარეული ზეთების მოხმარების დღე-ღამური ნორმების ანალიზის საფუძველზე, ჩვენ შევადგინეთ სამ კომპონენტის კომპოზიცია, რომელშიც შედის წიფელის ზეთი-50 % , ზეთუნის ზეთი-40 % და სელის ზეთი-10 %. ზეთუნის ზეთი შეიცავს 85%-მდე ოლეინის მჟავას, სელის ზეთი კი ომეგა- 3-ს -60%-მდე. აღსანიშნავია, რომ სელის ზეთი არამდგრადია, ჰაერის ჟანგბადის ზეგავლენით ადვილად მძაღდება და სქელდება ლინოლენის მჟავას გამო, ამიტომ შემოვიფარგლეთ 10%-ით.

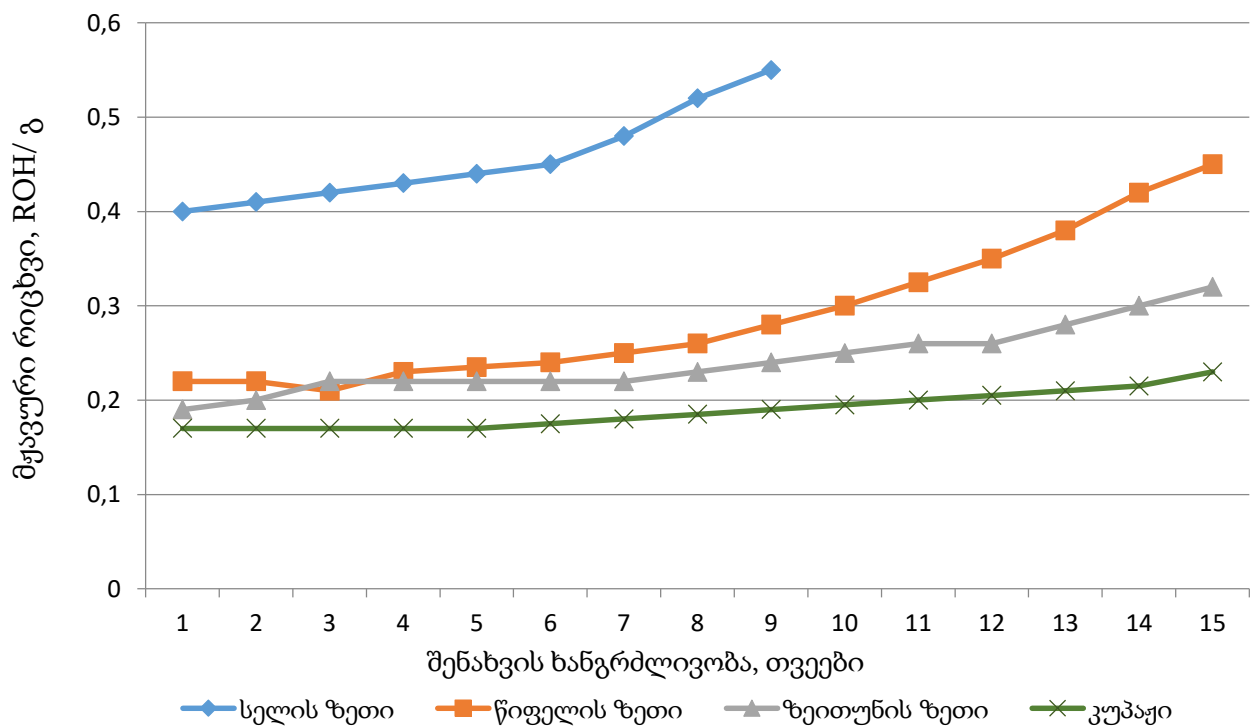
ვინაიდან კუპაჟირებული ზეთოვანი კომპოზიცია არის სისტემა პოლიუჯერი უჯერი ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობით, ის ადვილად განიცდის ჟანგვით პროცესებს. ამ რეაქციის ძირითად სუბსტრატებს წარმოადგენენ უჯერი ცხიმოვანი მჟავები ერთი ან მეტი ორმაგი კავშირებით. რაც მეტია ორმაგი კავშირები ცხიმოვან მჟავაში, მით უფრო ადვილად იჟანგებიან ისინი.

ლიპიდების დაჟანგვა შესაძლებელია ავიცილოთ ანტიოქსიდანტების გამოყენებით. მიუხედავად იმისა, რომ დასაწყისში მცენარეული ცხიმები შეიცავენ ბუნებრივ ანტიოქსიდანტებს-ტოკოფეროლებს (მაგალითად, ვიტამინ E-ს), მათი რაოდენობა თანდათან იკლებს დამუშავების ყოველ სტადიაზე. ყველაზე

მნიშვნელოვანი კლება შეინიშნება ქიმიური რაფინაციისა და დეზოდორაციის პროცესში [].



ნახ. 4. ზეთებისა და კუპაჟის ზეჯანგური რიცხვის ცვლილების დინამიკა შენახვის პროცესში.



ნახ. 5. ზეთებისა და კუპაჟის მჟავური რიცხვის ცვლილების დინამიკა შენახვის პროცესში.

ვინაიდან სელის ზეთი ითვლება მალე შრობად და არამდგრად ცხიმად, ჩვენ შევისწავლეთ ჰიდროლიზური და ჟანგვითი პროცესების ცვლილების დინამიკა 18 თვის განმავლობაში. ყოველ ორ თვეში ვატარებდით მჟავური და ზეჟანგური რიცხვების ცვლილების მონიტორინგს (ცხრილი 21).

ცხრილის შედეგებიდან ჩანს, რომ სელის ზეთი არის პროდუქტი მაღალი ჟანგვითი პოტენციალით. ის არამდგრადია შენახვისას, ადვილად მძაღდება და შრება ცხიმოვანი კომპოზიციის პროცესში. მისი მდგრადობის ასმალელებლად ექსპერიმენტებში გამოვიყენეთ ბუნებრივი ანტიოქსიდანტები და შევისწავლეთ მათი გავლენა ჟანგვით პროცესებზე. ამ მიზნით ჩვენს მიერ აპრობირებულია მწვანე ჩაი, ტანინი და ყურძნის წიპწა. მოვახდინეთ მათი დოზირების ვარირება 0,5÷5,0% დიაპაზონში. ანტიოქსიდანტების რაოდენობა აღებულია %-ში ზეთის მასასთან შეფარდებით. ნახ. 7. ნაჩვენებია ზეჟანგური რიცხვის ცვლილება ცხიმოვანი კომპოზიციის შენახვის პროცესში.

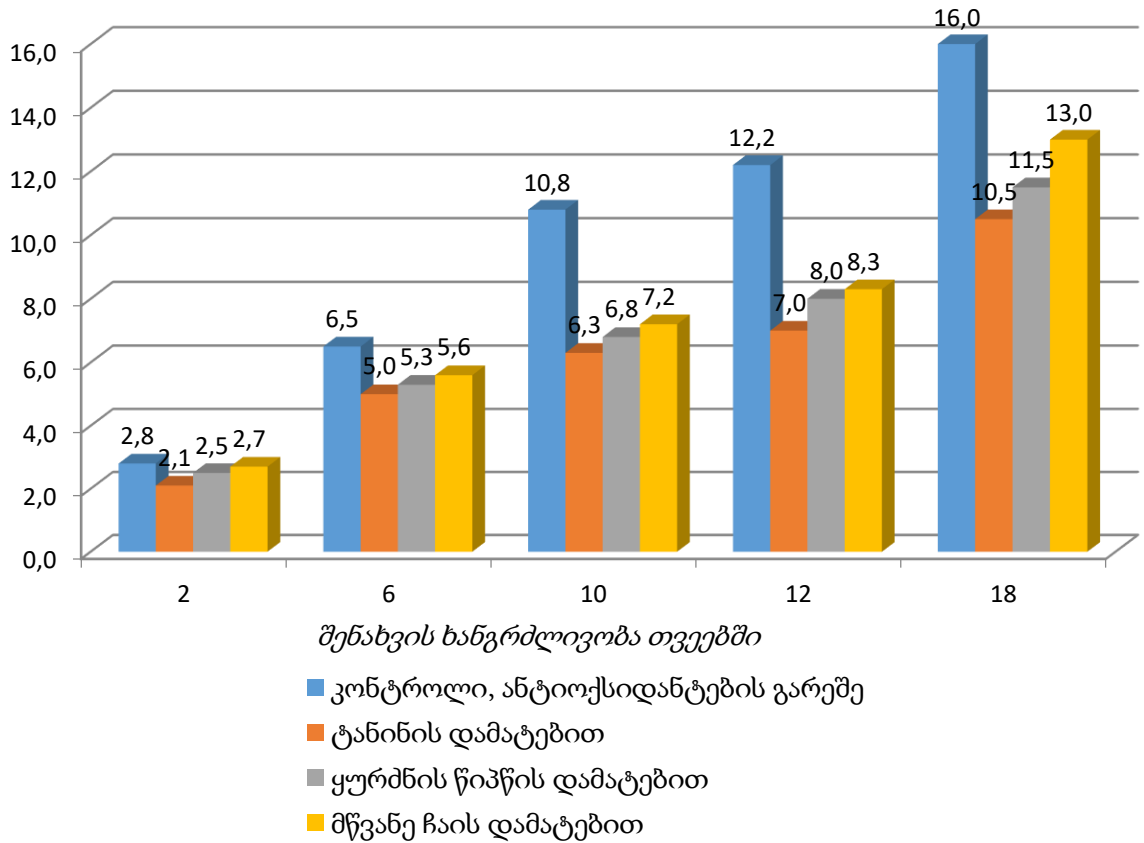
დადგენილია, რომ ბუნებრივი ანტიოქსიდანტების გამოყენებით შესაძლებელია ცხიმოვანი კომპოზიციის შენახვა 18 თვემდე.

ცხრილი 21.

ჰიდროლიზური და ჟანგვითი პროცესების დინამიკა სელის ზეთის შენახვის პროცესში

სელის ზეთის შენახვის ხანგრძლივობა, თვეები	მჟავური რიცხვი, მგ KOH/გ	ზეჟანგური რიცხვი, აქტიური ჟანგბადი მმოლი/კგ ცხიმზე
0	0,40	2,0
2	0,42	2,8
4	0,44	4,2
6	0,48	6,5
8	0,50	10,0
10	0,55	10,8
12	0,62	12,2
18	0,80	16,0

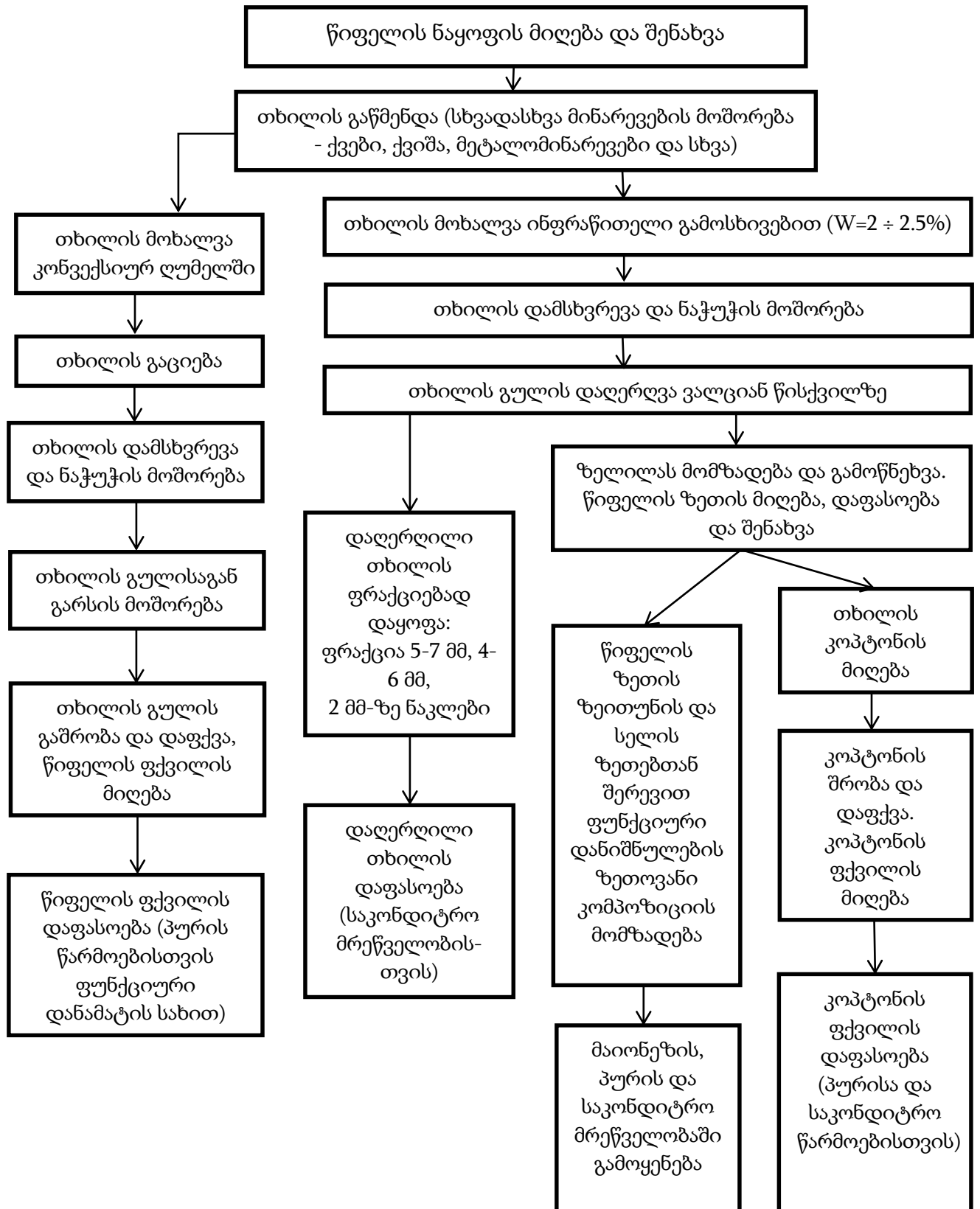
ზეჟანგური რიცხვი, მშობლი აქტიური O₂/კგ ცხიმზე



**ნახ. 6. ანტიოქსიდანტების გავლენა ცხიმოვანი კომპოზიციის მდგრადობაზე
შენახვის პროცესში**

დადგენილია, რომ 6 თვის შენახვის შემდეგ ზეჟანგითმა პროცესებმა მიაღწიეს დასაშვებ ნორმებს. შემდეგ თვეებში აღინიშნებოდა ბუნებრივი ანტიოქსიდანტების გამოყენებით შესაძლებელია სელის ზეთის შენახვა ერთი წელი და ცოტა მეტიც, დაახლოებით ერთი წელი და 6 თვე.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შემუშავებულია კავკასიური წიფელის ნაყოფის კომპლექსური გადამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა (ნახ. 7).



ნახ. 7. კავკასიური წიფელის ნაყოფის გადამამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა

თავი 5. კავკასიური წიფელის ნაყოფის ფუძეზე საკვები

პროდუქტების ტექნოლოგიების შემუშავება

5.1 ხორბლის პურის ახალი ასორტიმენტისა და ტექნოლოგიის

შემუშავება წიფელის ნაყოფის გადამუშავების

პროდუქტების გამოყენებით

ხორბლის პურის ნიმუშებს ვამზადებდით უაფრო მეთოდით (18,21,28). ცომის მოზელის პროცესში დანამატების სახით ვიყენებდით წიფელის გადამუშავების პროდუქტებს: წიფელის ფქვილს და წიფელის გამონაწნეხის ფქვილს 5-40% -ის რაოდენობით ფქვილის მასასთან შეფარდებით. საკონტროლო ცომი მზადდებოდა პირველი ხარისხის ხორბლის ფქვილისგან, ძირისა და ფორმის პურის ტრადიციული რეცეპტურით: ფქვილი - 100კგ; დაწნეხილი საფუარი 2,0 კგ; მარილი - 1,5 კგ; წყალი - ანგარიშით. ცომი იზილებოდა 6-8 წუთი. შემდეგ ის ყოვნდებოდა გასაფუებლად 160±180 წუთი 32-35°C ტემპერატურაზე, 75±80 ფარდობითი ტენიანობის პირობებში, ორი გადახელით. გაფუების შემდეგ ვახდენდით ცომის დაყალიბებასა და დაყოვნებას. ცომის ნამზადის დაყოვნება გრძელდებოდა 35±60 წუთი, 33±35°C ტემპერატურასა და 75±80% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. შემდეგ ვაწარმოებდით ცხობას, ნაწარმის გაციებას და 4±6 საათის შემდეგ ვატარებდით ექსპერიმენტალურ კვლევებს.

დანამატების ოპტიმალური დოზების დადგენას ვახდენდით ექსპერიმენტალურად, რისთვისაც მზა ნაწარმს ვაფასებდით ორგანოლექტიკური მახასიათებლების მიხედვით(14,20,34,49).

პურის ნაწარმის ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების ანალიზის საფუძველზე ჩვენ შევარჩიეთ დანამატების ოპტიმალური რაოდენობები, რომლებმაც შეადგინა: წიფელის ფქვილის შემთხვევაში - 20±25%, წიფელის გამონაწნეხისთვის - 15±20% ფქვილის მასასთან შეფარდებით. ნიმუშები 30 და 40%-ის დამატებით ხასიათდებოდა რუხი შეფერილობითა და არადაამაკმაყოფილებელი სტრუქტურით. ასევე წიფელის ნაყოფის ფქვილის შემთხვევაში ნიმუშებს ჰქონდა განუვითარებელი ფორიანობა, ამიტომ აღნიშნული ნიმუშების შემდგომი კვლევა აღარ ჩავატარებია. ცხრილში 22 ასახულია პურის ხარისხის ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები.

პურის ხარისხის ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები

მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობა წიფელის ფქვილის სხვადასხვა რაოდენობის დამატებით				
	კონტროლი	10%	20%	30%	40%
პურის ფორმა	სწორი	სწორი	სწორი	სწორი	სწორი
პურის ქერქის შეფერილობა	ღია ყვითელი	ღია ყვითელი	მოოქროსფრო ყვითელი	მუქი ყვითელი	მოყავისფრო
ქერქის ფორმა	ამობურ-ცული	ამობურ-ცული	ამობურ-ცული	ცოტაოდენი ბზარებით	არასწორი ნახეთქებით
პურის გულის ფერი	თეთრი, მოყავისფრო ელფერით	ღია ყვითელი	ღია ყვითელი	მოყავისფრო, რუხი ელფერით	რუხი
პურის გულის დახასიათება	დრეკადი	დრეკადი	ელასტიური	ელასტიური	ნაკლებად ელასტიური
ფორიანობის დახასიათება	მსხვილი ფორები, არათანაბარი	საშუალო ფორები, თანაბარი	წვრილკედლი-ანი ფორები, თანაბარი	წვრილკედლი-ანი ფორები, არათანაბარი	არათანაბარი
პურის არომატი	პურისათვის დამახასიათებელი	მკვეთრად გამოხატული, პურის	პურისათვის დამახასიათებელი, მოხალული თხილის არომატით	მოხალული თხილის ძლიერი არომატით	მოხალული თხილის ძლიერი არომატით
პურის გემო	კარგი, პურის	კარგი	კარგი	მოხალული თხილის, ძლიერი	მოხალული თხილის, ძლიერი

5.1.1. დანამატების გავლენა ცომის ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებზე

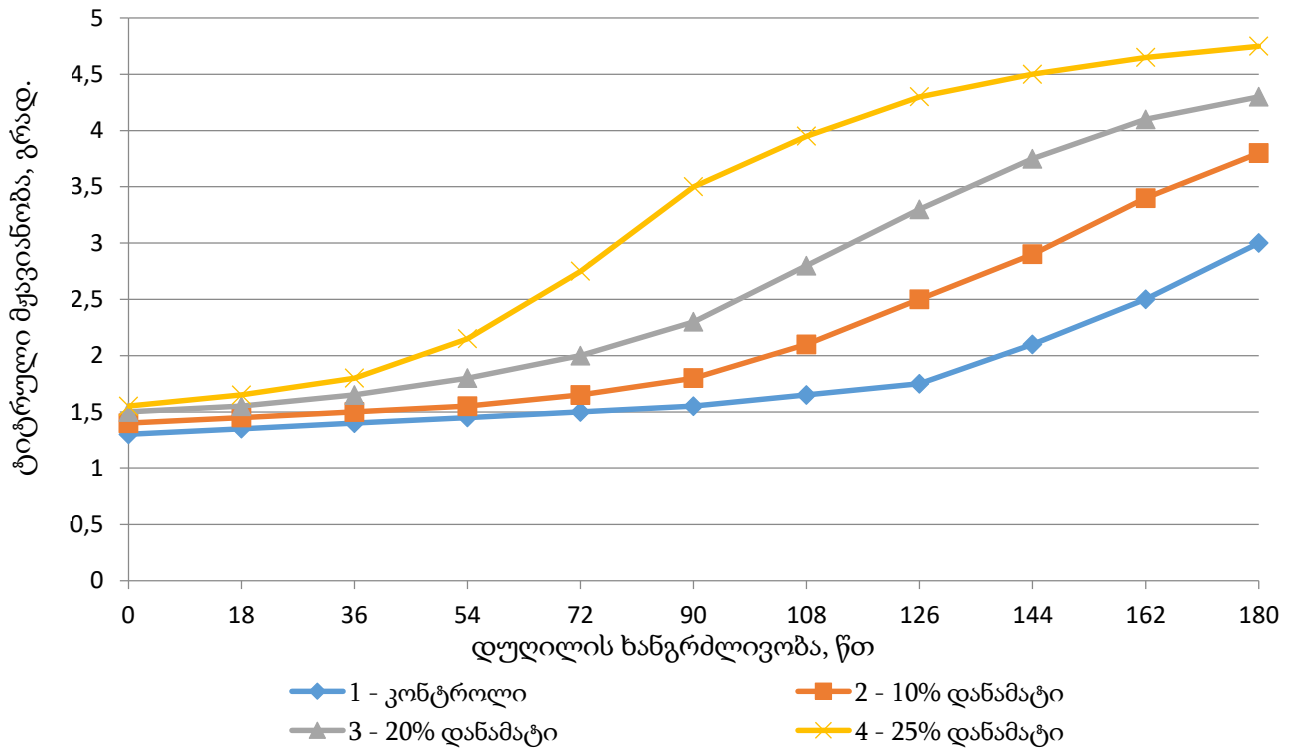
შევისწავლეთ წიფელის ნაყოფის ფქვილისა და წიფელის გამოწნევის ფქვილის გავლენა ხორბლის ცომის ფიზიკო-ქიმიურ მახასიათებლებზე. შედეგები ასახულია ცხრილში 23.

ცხრილი 23.

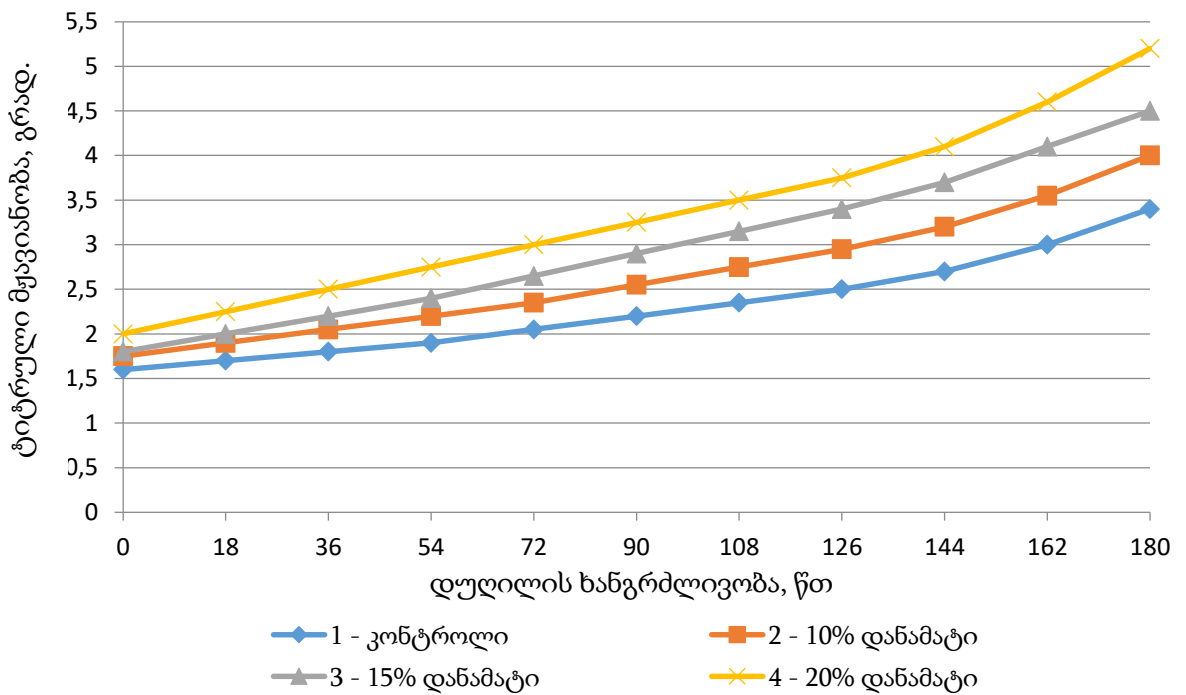
ცომის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

მაჩვენებლის და პარამეტრების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობები, დანამატების სხვადასხვა დოზირებების პირობებში						
	კონტროლი	წიფელის ნაყოფის ფქვილი			წიფელის გამოწნევის ფქვილი		
		+ 10%	+ 20%	+ 25%	+ 10%	+ 15%	+ 20%
ცომის საბოლოო მჟავიანობა, გრადუსი	3,5 ±0,1	3,5 ±0,1	3,5 ±0,1	3,5 ±0,1	3,5 ±0,1	3,5 ±0,1	3,5 ±0,1
ცომის სინესტე, %	43±0,5	42,5±0,5	42,5±0,5	42,5±0,5	42,5±0,5	42,5±0,5	42,5±0,5
გაფუების ხანგრძლივობა წთ.	165	130	110	95	130	100	90
ცომის ნამზადის დაყოვნების ხანგრძლივობა, წთ.	80	70	65	55	75	70	60

გაფუების პროცესში ვიკვლევდით ცომის მჟავიანობას. (ნახ. 8 და ნახ. 9)



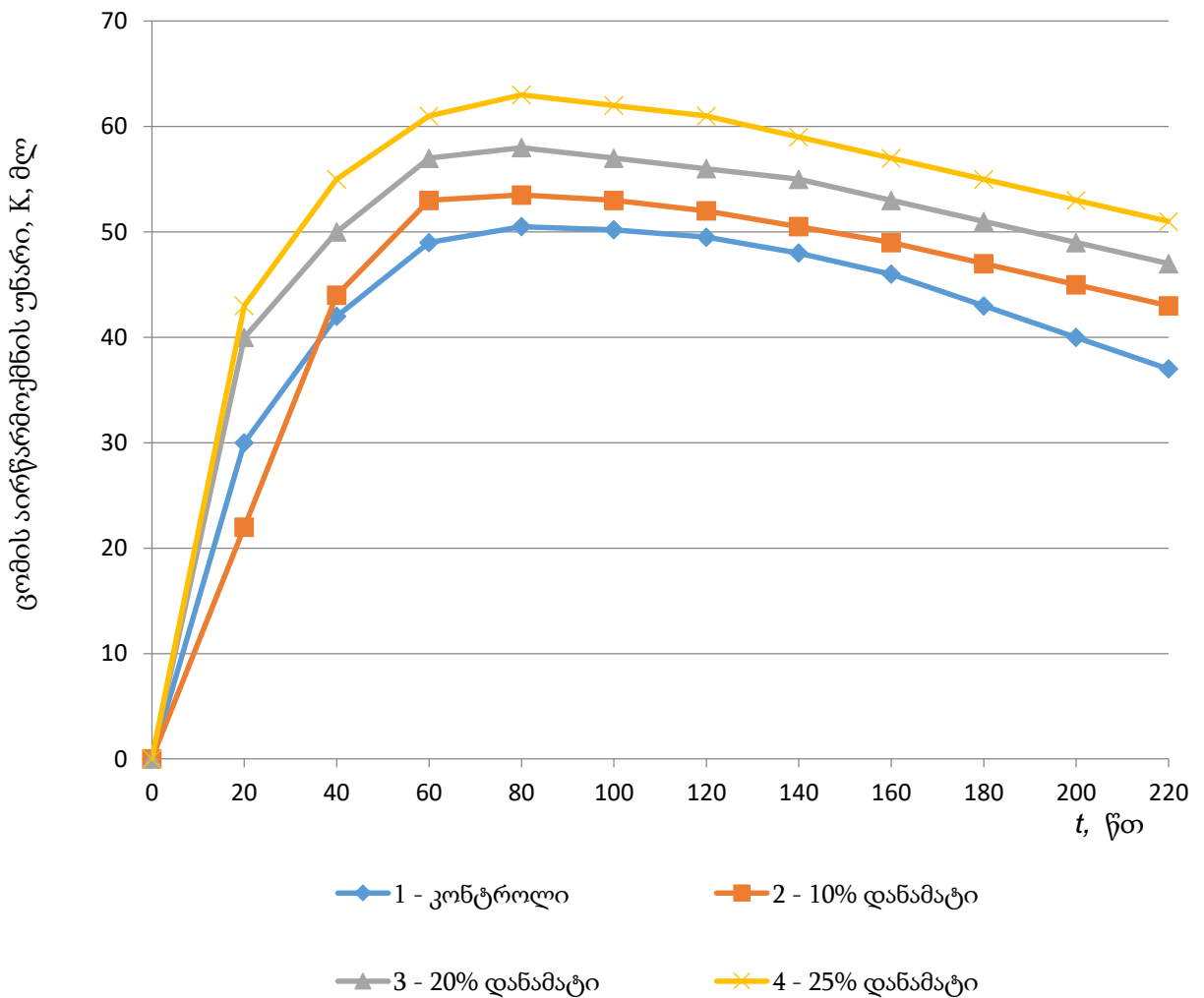
ნახ. 8. წიფელის ნაყოფის ფეკილის გავლენა ხორბლის ცომის ტიტრული მჟავიანობის ცვლილების დინამიკაზე გაფუების პროცესში



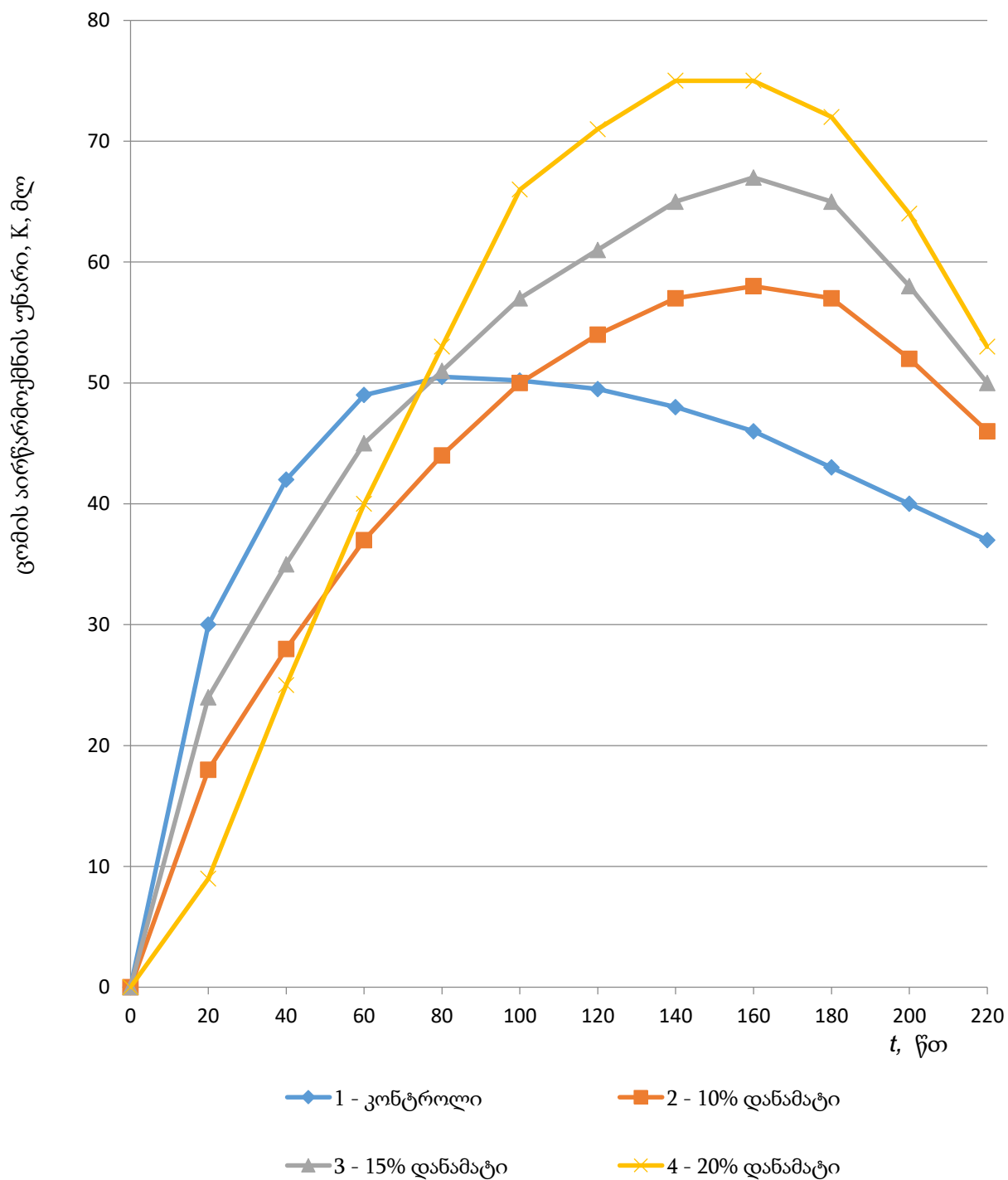
ნახ. 9. წიფელის გამონაწნების ფეკილის გავლენა ხორბლის ცომის ტიტრული მჟავიანობის ცვლილების დინამიკაზე გაფუების პროცესში

ცომის მზადყოფნას ვადგენდით საბოლოო მჟავიანობის მიხედვით - 3,5 გრადუსი ნეიმანის მიღწევით. საკონტროლო ნიმუშში გაფუების ხანგრძლივობამ შეადგინა 165 წუთი, დანამატის 10%-ის შემთხვევაში - 130 წუთი, 20%-ის დროს - 110 წუთი და 25 %-ის დროს - 95 წუთი. დუდილის ხანგრძლივობა საცდელ ნიმუშებში შემცირდა 21%-ით, 33%-ით და 45%-ით შესაბამისად. დაყოვნების ხანგრძლივობაც შემცირდა საშუალოდ 9%-ით, 17%-ით და 28%-ით კონტროლთან შედარებით.

ნახევარფაბრიკატების გაფუების ინტენსიობა შევისწავლეთ ცომის აირწარმოქმნის უნარის მიხედვით (ნახ. 10). ვაანალიზებდით აირწარმოქმნასა და ცომის ამოსვლას. მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებულია გრაფიკები (ნახ. 11 და 12).



ნახ. 10. წიფელის ფეკილის გავლენა ხორბლის ცომის აირწარმოქმნის უნარზე



ნახ. 11. წიფელის გამონაწნების გავლენა ხორბლის ცომის აირწარმოქმნის უნარზე

დანამატების შეტანა ცომში იწვევს ცომის გაფუების (დუღილის) პროცესის ინტენსიფიკაციას, რაც დასტურდება მიღებული შედეგებით (ცხრილი 24).

ცომის ნიმუშების რეოფერმენტომეტრული თვისებების მაჩვენებლები

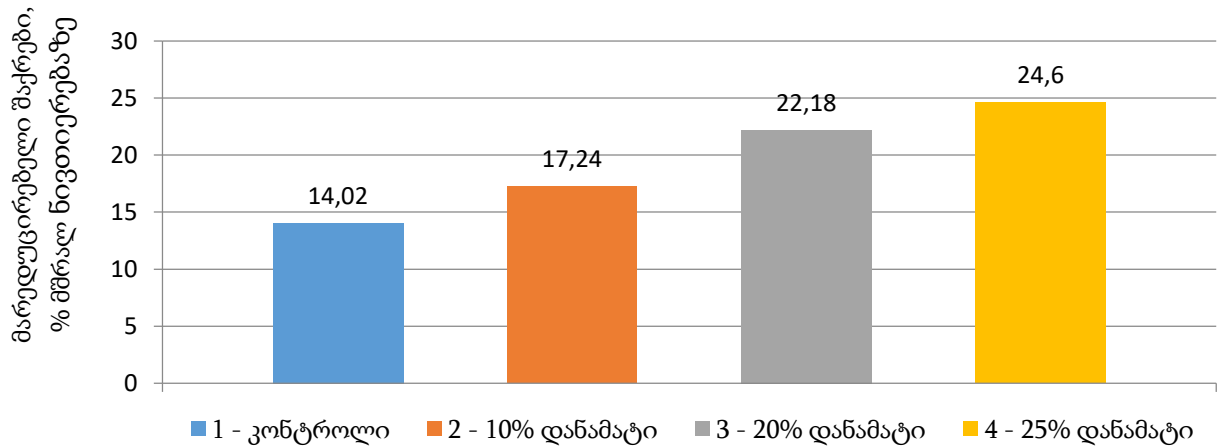
მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობები, დანამატების სხვადასხვა დოზირებების პირობებში						
	კონტროლი	წიფელის ნაყოფის ფქვილი			წიფელის გამონაწნების ფქვილი		
		+ 10%	+ 20%	+ 25%	+ 10%	+ 15%	+ 20%
ცომის ამოსვლა, მმ	41,3	44,8	46,3	48,5	45,7	47,9	50,2
გამოყოფილი CO ₂ -ს საერთო მოცულობა, სმ ³	1320	1398	1486	1514	1402	1580	1534
ცომის მერ შეკავშირებული CO ₂ -ს რაოდენობა, სმ ³	1154	1276	1399	1435	1305	1504	1455
აირის შეკავშირების კოეფიციენტი, %	88,3	91,3	94,2	94,8	93,1	95,2	94,9

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ პურს დანამატებით ექნება მეტი მოცულობა საკონტროლო ნიმუშთან შედარებით.

5.1.2 დანამატების გავლენა ცომში მარედუცირებელი შაქრებისა და α -ამინური აზოტის შემცველობაზე

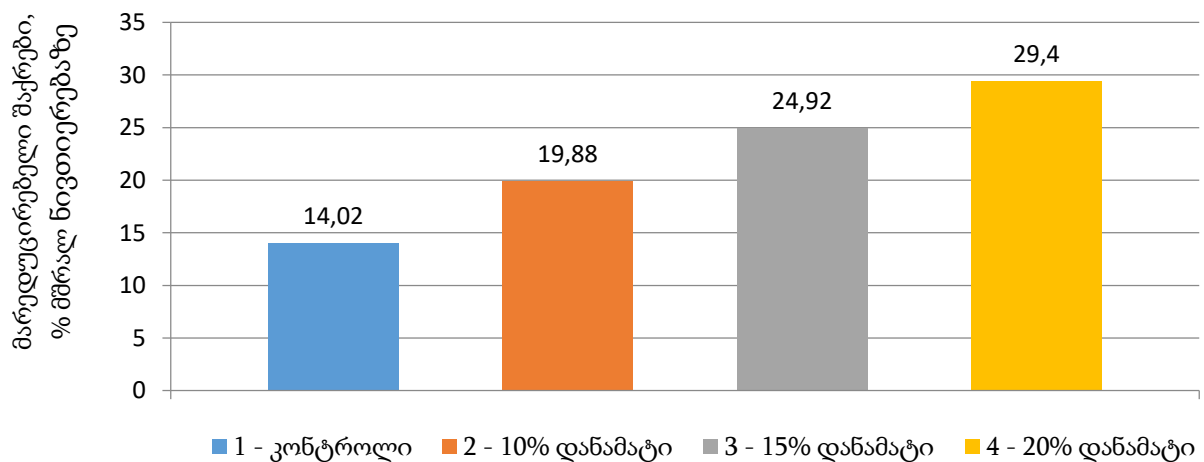
შესწავლილია მარედუცირებელი შაქრებისა და α -ამინური აზოტის შემცველობა ცომში (ნახ. 12 და 13).

მარედუცირებელი შაქრების განსაზღვრა მოვახდინეთ უშუალოდ ცომის მოზელის შემდეგ, მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნიმუშებში 10, 20, 25% წიფელის ფქვილის დანამატებით შაქრების რაოდენობამ კონტროლთან შედარებით მოიმატა 23, 58 და 75%-ით შესაბამისად.



ნახ. 12. ნიმუშებში (წიფელის ფქვილის დამატებით) მარედუცირებელი შაქრების შემცველობა.

ნიმუშებში 10, 15, 20% წიფელის გამონაწნების დამატებით შაქრების რაოდენობამ მოიმატა 42, 78, 110%-ით. α -ამინური აზოტის რაოდენობაც გაიზარდა კონტროლთან შედარებით.



ნახ. 13. ნიმუშებში (წიფელის გამონაწნების ფქვილის დამატებით) მარედუცირებელი შაქრების შემცველობა.

მარედუცირებელი შაქრებისა და α -ამინური აზოტის რაოდენობის ზრდა აიხსნება იმით, რომ დანამატები შეიცავენ შაქრებსა და ხსნად ცილებს, რომლებიც ბიოქიმიური რეაქციების შედეგად გადადიან ცომში, შემდეგ კი მზა ნაწარმში. ცომი დანამატებით გახდა უფრო ელასტიური, რაც ხელს უწყობს ცომის აირდამჭერი უნარის ზრდას. ასეთი ცვლილებები შეიძლება აიხსნას შაქრების დეჰიდრატაციის უნარით, რომლებიც ამცირებენ სახამებლის გელის წარმოქმნას, რაც ზრდის ცომის პლასტიკურობას.

5.1.3 დანამატების გავლენა ხორბლის პურის ხარისხზე.

მზა ნაწარმის ხარისხის შესაფასებლად განისაზღვრა ორგანოლექტიკური, ფიზიკო-ქიმიური და სტრუქტურულ-მექანიკური მაჩვენებლები.

5.1.3.1 დანამატების გავლენა ხორბლის პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიურ და ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებზე.

მზა ნაწარმის ხარისხის ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ ცომში 10% და 20% დანამატების გამოყენებით გაიზარდა ძირის პურის ნიმუშების ფორმამდეგობა 18%-ით და 20%-ით საკონტროლო ნიმუშებთან შედარებით. გაიზარდა პურის ხვედრითი მოცულობა 17% და 19%-ით შესაბამისად, ფორიანობა 9,5% და 13,5%-ით. მჟავიანობა და ტენიანობის მაჩვენებლები შეესაბამებოდა საკონტროლო ნიმუშებს და მათი ხარისხის მახასიათებლებს.

ცხრილი 25.

პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

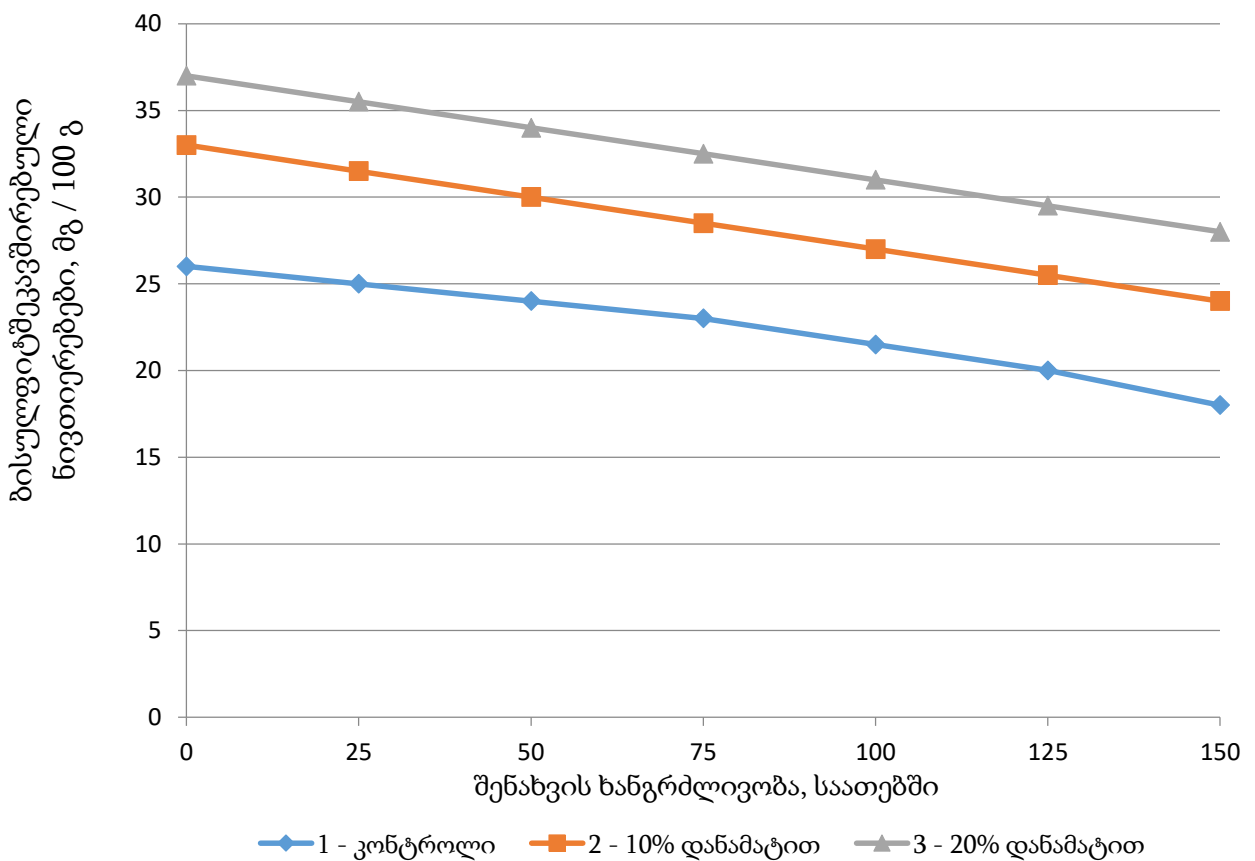
მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობა დანამატების დოზების მიხედვით		
	კონტროლი	+10%	+20%
პურის ხვედრითი მოცულობა, სმ ³ /გ	3,42 ± 0,1	4,02 ± 0,1	4,11 ± 0,1
ფორმამდეგობა, H/D	0,49	0,58	0,59
მჟავიანობა, გრად.	1,6 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,9 ± 0,1
ტენიანობა, %	44 ± 0,5	43 ± 0,5	43 ± 0,5
ფორიანობა, %	74 ± 2,0	81 ± 2,0	84 ± 2,0

5.1.3.2 დანამატების გავლენა პურში არომატული და აქროლადი ნივთიერებების შემცველობაზე

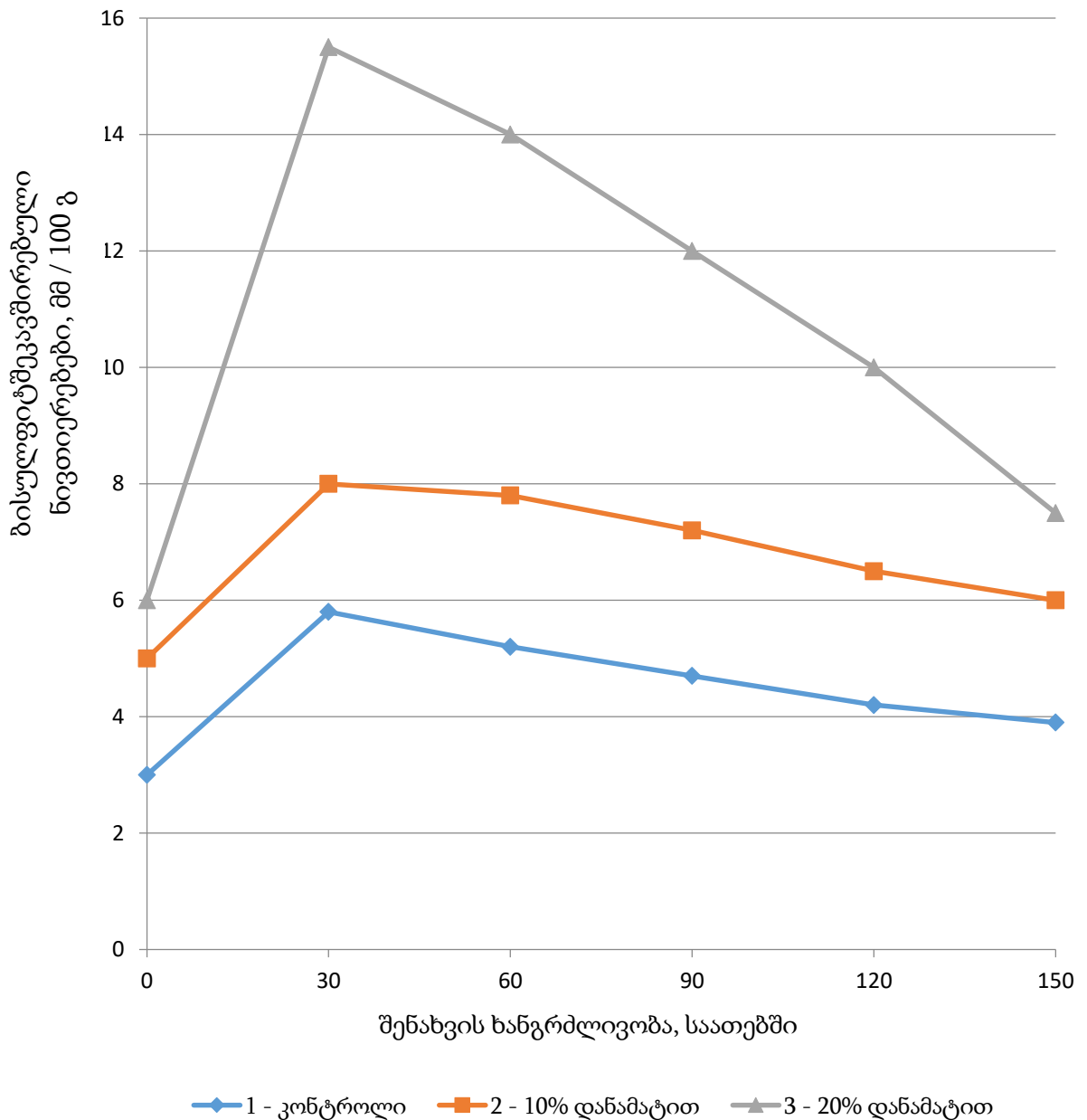
პურის არომატი განსაზღვრავს მომხმარებლისათვის პურის სიახლეს და ხარისხს. ყველაზე ინტენსიურია ცხელი პურის არომატი, გაცივებისა და შენახვის პროცესში არომატი კლებულობს.

არომატული ან არომატის წარმომქმნელი ნაერთების განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო ბისულფიტშეკავშირებული კარბონილური ნაერთების განსაზღვრის მეთოდი. მათი შემცველობა განვსაზღვრეთ პურის საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების შენახვის პროცესში 150 საათის განმავლობაში. განსაზღვრა ვაწარმოეთ პურის ქერქსა და პურის გულში. პირველი გაზომვები ჩავატარეთ უშუალოდ გამოცხობის შემდეგ (ნახ.14 და 15).

გრაფიკების ანალიზმა აჩვენა, რომ ნიმუშებში დანამატებით (10%, 20%) არომატული ნივთიერებების რაოდენობამ პურის ქერქში გამოცხობის შემდეგ მოიმატა 27% და 38%-ით, 144 საათის შემდეგ 33% და 41% -ით. პურის გულში ცხობის შემდეგ მატება შეადგენს 61% და 87%-ს, 144 საათის შემდეგ 23% და 51%-ს კონტროლთან შედარებით.



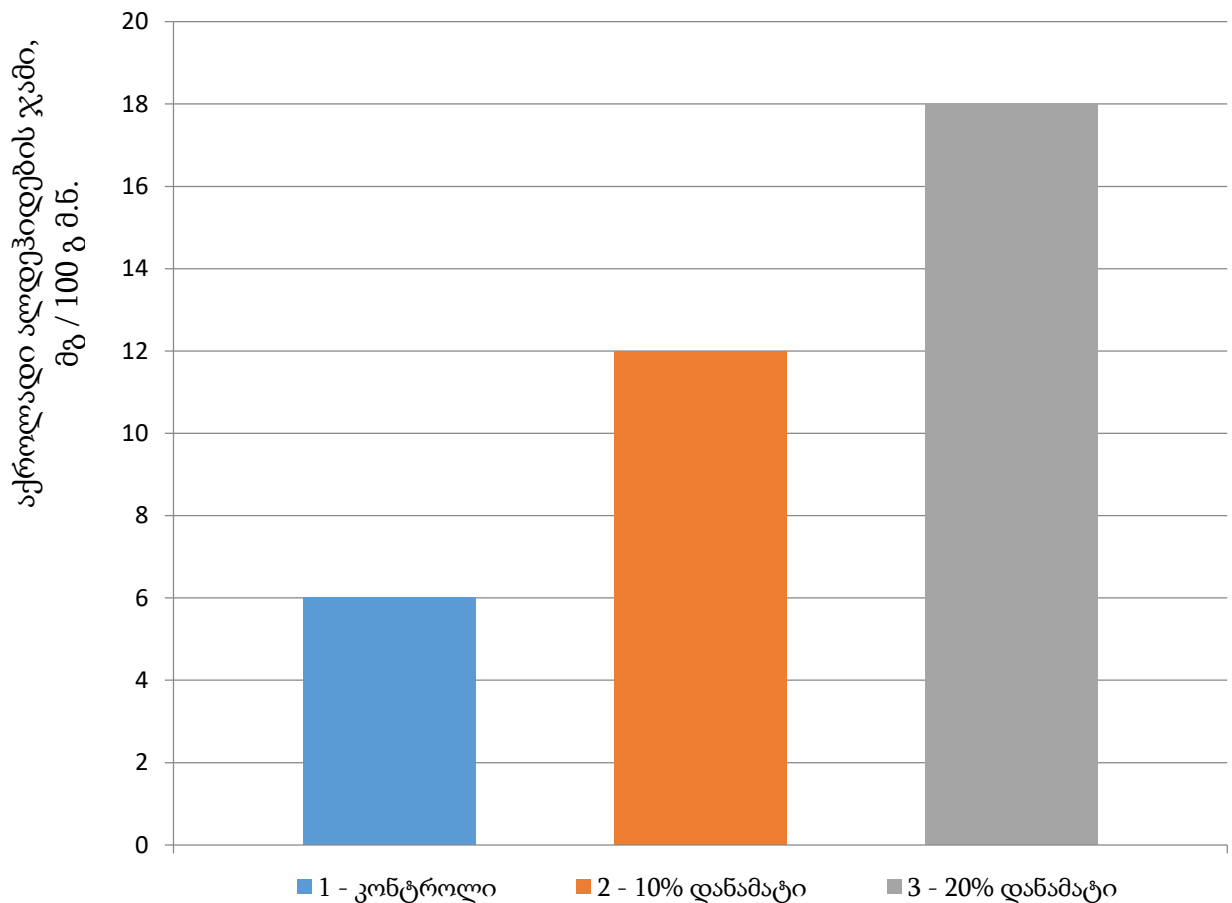
ნახ. 14. ბისულფიტშეკავშირებული ნაერთების შემცველობა პურის ქერქში, შენახვის პროცესში



ნახ. 15. ბისულფიტმეკავშირებული ნაერთების შემცველობა პურის გულში, შენახვის პროცესში

აღნიშნული აიხსნება იმით, რომ დასაწყისშივე ცომის ნიმუშები დანამატებით შეიცავდნენ მეტი რაოდენობით ცილების ჰიდროლიზის პროდუქტებს- ამინომჟავებს, აღმდგენელ შაქრებს, საკონტროლო ცომებთან შედარებით.

გამოვიკვლიეთ ასევე აქროლადი ნივთიერებების შემცველობა მზა ნაწარმში - ალდეჰიდები და კეტონები, 24 საათის შენახვის შემდეგ (ნახ. 16).



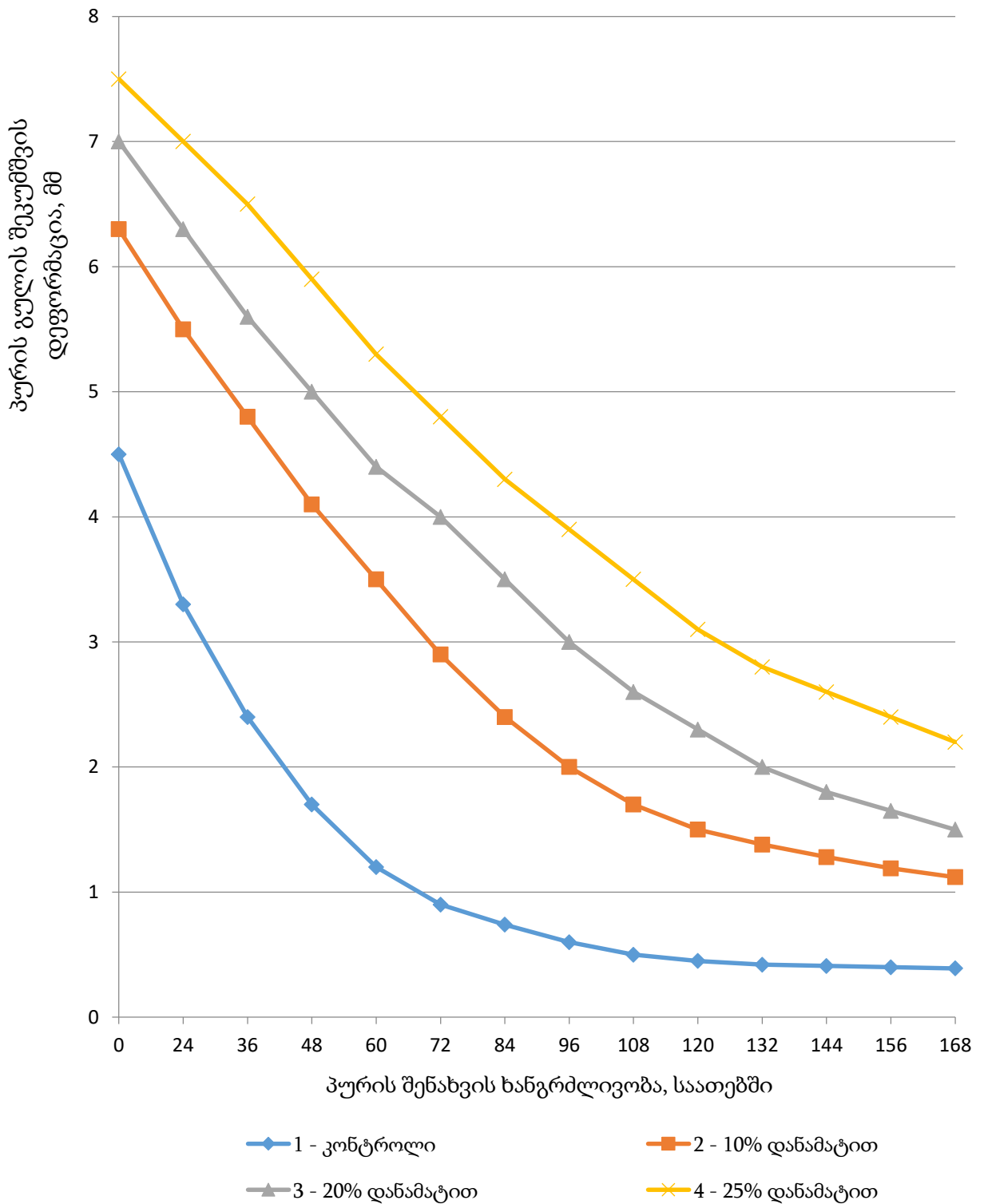
ნახ. 16. აქროლადი ალდეჰიდების ჯამი პურის 24 საათით შენახვის შემდეგ

მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება ითქვას, რომ აქროლადი ნაერთების რაოდენობამ პურში დანამატების გამოყენებით იმატა 58% და 85%-ით კონტროლთან შედარებით.

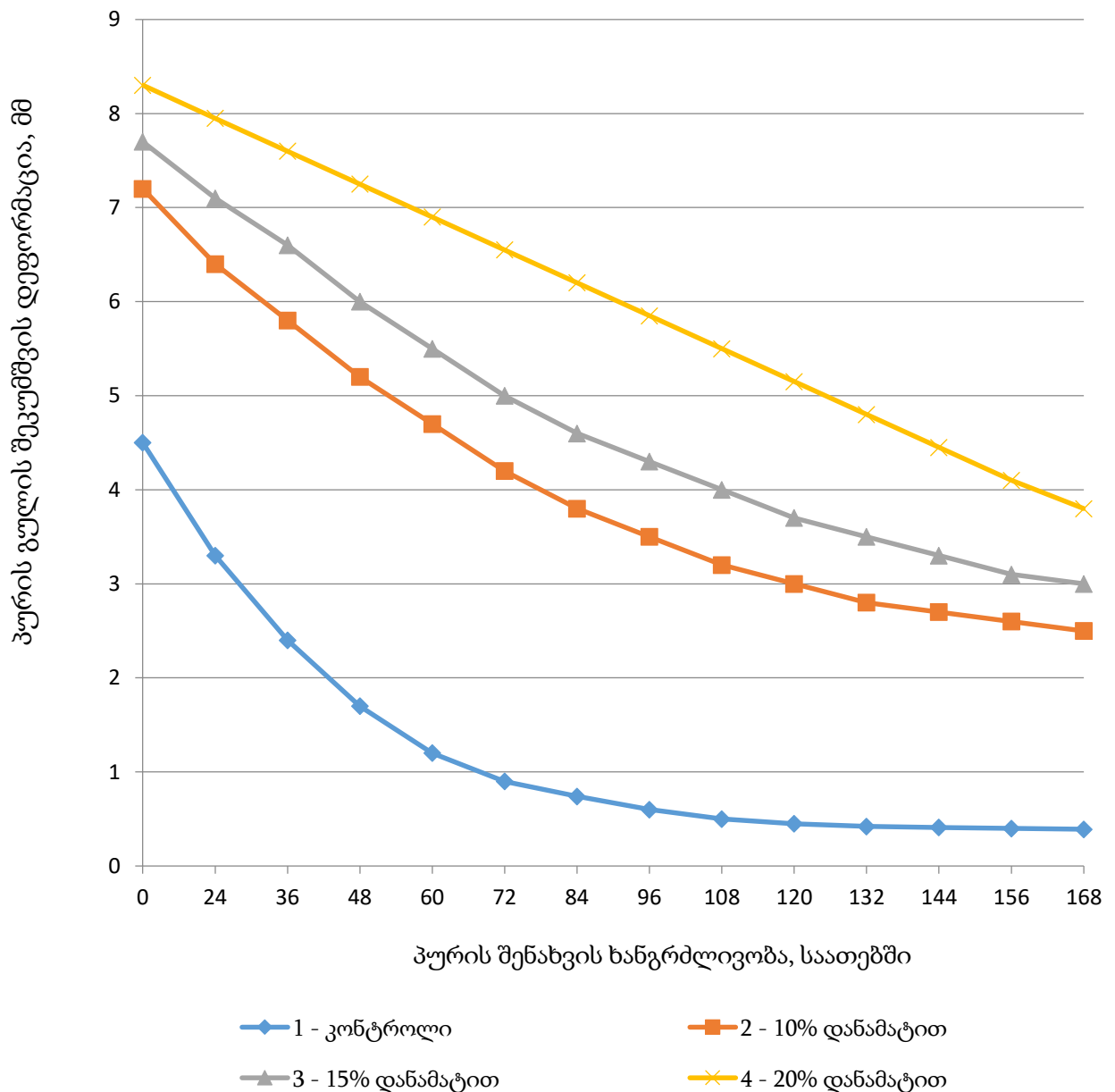
5.1.3.3. დანამატების გავლენა პურის ხარისხის სტრუქტურულ-მექანიკურ მაჩვენებლებზე შენახვის პროცესში

პურის დაძველება (დაფაშრება) არის სახამებლის სტრუქტურის ცვლილება ისეთ მომენტში, როდესაც სახამებლის მარცვლები ამორფული მდგომარეობიდან გადადიან კრისტალურში და ეს პროცესი მიმდინარეობს პურის შენახვის დროს(23, 25,26). ნახაზზე ასახულია პურის სტრუქტურულ-მექანიკური მაჩვენებლების

ცვლილების დინამიკა შენახვის პროცესში წიფელის დანამატების გამოყენებით (ნახ. 17 და ნახ. 18).



ნახ. 17. პურის სტრუქტურულ-მექანიკური მაჩვენებლების ცვლილება შენახვის პროცესში (წიფელის ფქვილის დანამატებით).



ნახ. 18. პურის სტრუქტურულ-მექანიკური მაჩვენებლების ცვლილება შენახვის პროცესში (წიფელის გამონაწნების ფქვილის დანამატებით).

ვინაიდან დანამატები შეიცავენ დიდი რაოდენობით მცენარეულ ცილასა და ცხიმს, რომლებიც გავლენას ახდენენ სახამებლის სტრუქტურის ცვლილებაზე, კერძოდ, სახამებლის დაძველების ანუ რეტროგრადაციის პროცესის შენელებაზე, ამიტომ ისინი ახანგრძლივებენ ნაწარმის შენახვის ვადებს (ცხრილი 26).

ჩვენ შევისწავლეთ პურის დაძველების პროცესი 156 საათის განმავლობაში.

დადგენილია, რომ 10 % - 25 % დანამატების გამოყენებით პური ხანგრძლივი დროის განმავლობაში რჩებოდა რბილი კონტროლთან შედარებით.

ცხრილი 26

პურის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების მაჩვენებლები

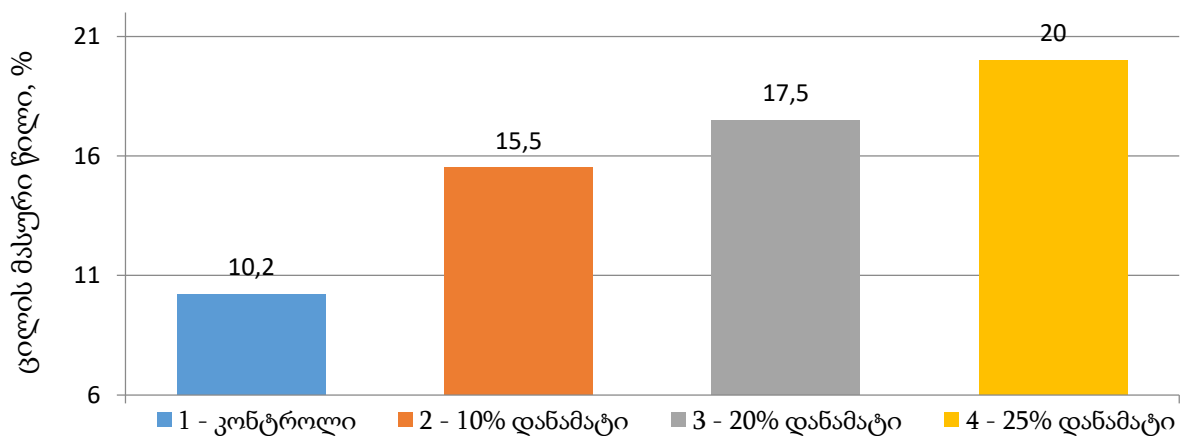
მაჩვენებლების დასახელება	ნიმუშების შენახვის ხანგრძლივობა, საათებში				
	24	48	72	120	156
კონტროლი					
ΔH _{საერთო} , მმ	4,9	3,0	2,3	1,1	0,70
ΔH _{პლასტ.} , მმ	3,7	1,8	1,7	0,5	0,45
ΔH _{დრეკადი} , მმ	1,2	1,2	0,6	0,6	0,25
10% დანამატით					
ΔH _{საერთო} , მმ	6,9	4,1	3,4	2,0	1,6
ΔH _{პლასტ.} , მმ	3,72	2,5	2,85	1,2	1,14
ΔH _{დრეკადი} , მმ	3,18	1,6	0,55	0,8	0,46
20% დანამატით					
ΔH _{საერთო} , მმ	7,8	4,7	3,8	2,3	2,0
ΔH _{პლასტ.} , მმ	5,41	2,78	2,69	1,4	1,6
ΔH _{დრეკადი} , მმ	2,39	1,92	1,11	0,9	0,4
25% დანამატით					
ΔH _{საერთო} , მმ	7,9	5,2	4,7	3,1	2,5
ΔH _{პლასტ.} , მმ	4,82	3,14	3,16	1,9	2,18
ΔH _{დრეკადი} , მმ	2,18	2,06	1,54	1,2	0,32

5.1.3.4 დანამატების გავლენა ცილის საერთო რაოდენობაზე პურში

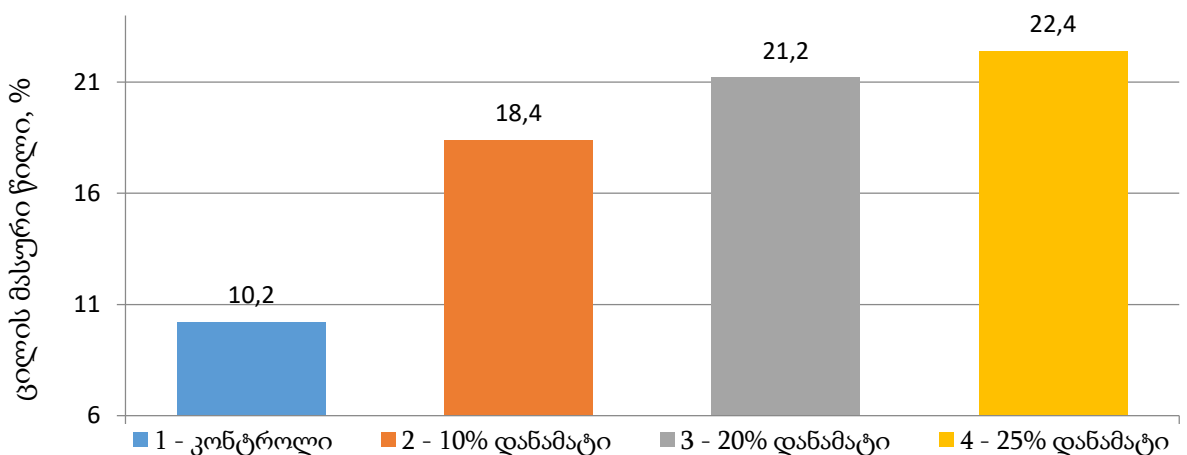
ცილოვანი ნივთიერებები მნიშვნელოვანი პროდუქტებია, რომელთა დეფიციტი უარყოფით გავლენას ახდენს ორგანიზმის ფიზიოლოგიაზე. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ცილების ამინომჟავურ შედგენილობას. როგორც ვიცით, ხორბლის პურის ცილები არასრულფასოვანია და მათში მალიმიტირებელი ამინომჟავებია ლიზინი და თრეონინი. პურის მწარმოებლები პირველ ადგილზე

აყენებენ პურის გამდიდრებას ცილოვანი დანამატებით და მზა ნაწარმის ბიოლოგიური ღირებულების ამაღლების საკითხს.

ჩვენი დანამატების გავლენის კვლევამ ცილის საერთო რაოდენობაზე პურში, აჩვენა, რომ ნიმუშებში წიფელის ფქვილის 10%, 20%, და 25%-ის გამოყენებით ცილის რაოდენობა გაიზარდა 52%-ით, 72%-ითა და 96%-ით კონტროლთან შედარებით (ნახ.19). წიფელის გამონაწნების 10%, 15%-ისა და 20%-ის გამოყენებით ცილის რაოდენობა პურში გაიზარდა 80 %-ით, 106%-ითა და 120%-ით კონტროლთან შედარებით (ნახ. 20).

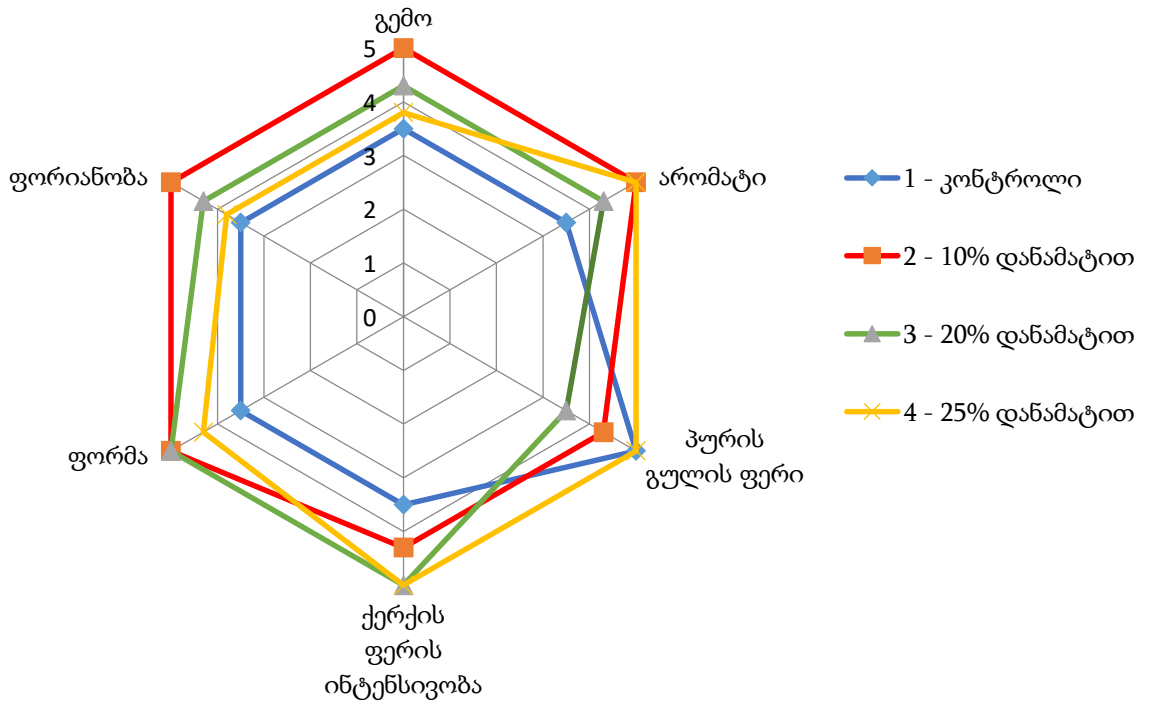


ნახ.19. ცილის შემცველობა მზა ნაწარმში (წიფელის ფქვილის დამატებით)

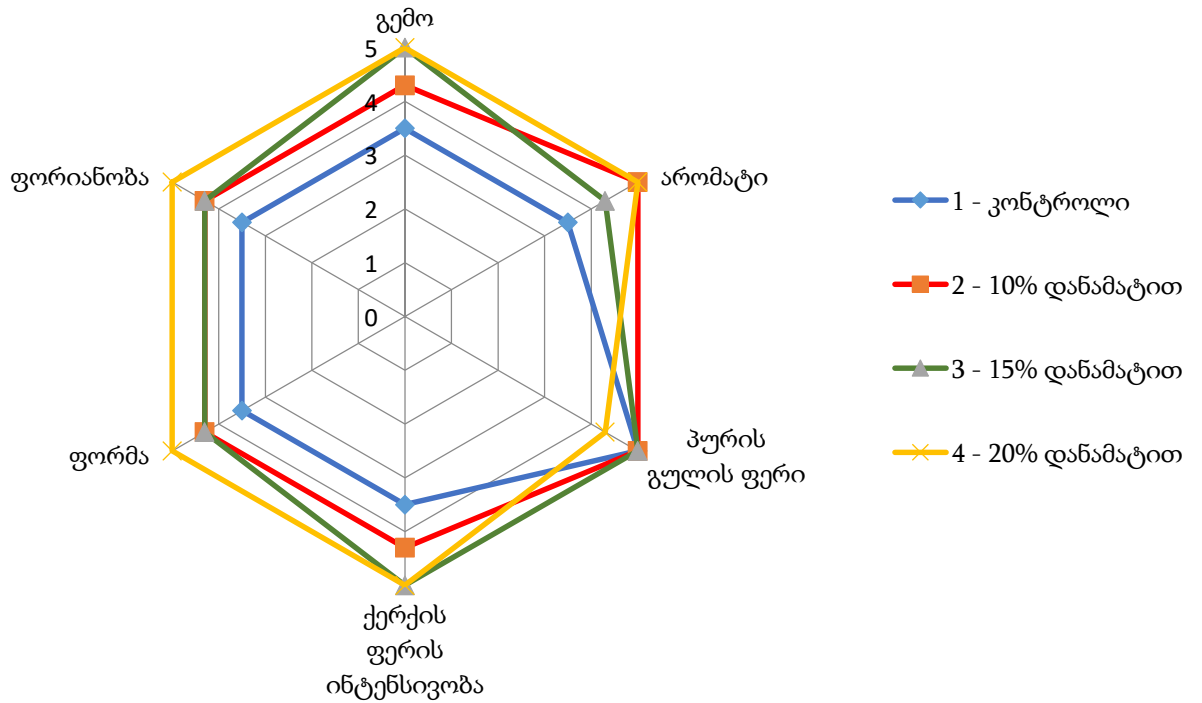


ნახ.20. ცილის შემცველობა მზა ნაწარმში (წიფელის გამონაწნების ფქვილის დამატებით)

პურის სხვადასხვა ნიმუშების დეგუსტაციის შედეგები წიფელის ფქვილისა და წიფელის გამონაწნების დანამატებით წარმოდგენილია ნახაზებზე 21 და 22.



ნახ.21. პურის სადეგუსტაციო შეფასება (წიფელის ფქვილის დანამატებით)



ნახ.22. პურის სადეგუსტაციო შეფასება (წიფელის გამონაწნების ფქვილის დანამატებით)

5.2. შაქროვანი საკონდიტრო ნაწარმის ახალი ასორტიმენტის

შემუშავება კავკასიური წიფელის ნაყოფის გამოყენებით

საქართველოს ტყის მასივებში გავრცელებული კავკასიური წიფელის თხილის გამოყენებით ჩვენს მიერ შემუშავებულია კანფეტი „ტყის ნობათი“ გრილიაჟის კორპუსით და კანფეტი „წიფლნარი“ წიფელის თხილის კოპტონის ფუძეზე (პრალინეს კორპუსით).

5.2.1. კანფეტი „ტყის ნობათი“-ის (გრილიაჟის კორპუსით)

მომზადების ტექნოლოგია

შემუშავებულია რეცეპტურა კანფეტი „ტყის ნობათი“ გრილიაჟის კორპუსით. კანფეტს აქვს რომბის ფორმა და მომინანქრებულია შოკოლადით. კორპუსი არის გრილიაჟის, რომელიც მზადდება კავკასიური წიფელის თხილის ფუძეზე. 1 კგ ნაწარმი შეიცავს არანაკლებ 160 ცალს (ცხრილი 27).

ცხრილი 27

კანფეტი „ტყის ნობათი“-ს რეცეპტურა

ნედლეულის დასახელება	მშრალი ნივთიერებების შემცველობა, %	1 ტ. მზა პროდუქციაზე	
		ნატურით	მშრალ ნივთიერებებში
კანფეტის რეცეპტურა			
კორპუსი	99,0	653,26	646,73
შოკოლადის ჭიქურა	99,0	351,75	348,24
სულ	-	1005,01	994,97
გამოსავალი	99,0	1000,00	990,0
კორპუსის რეცეპტურა			
წიფელის თხილი გამომშრალი	96,0	221,72	212,85
შაქრის ფხვნილი	99,85	443,37	442,70
კარაქი	84,0	9,24	7,7
ფორთოხლის ესენცია	-	0,37	-
ვანილი	-	0,11	-
სულ	-	674,81	663,31
გამოსავალი	99,0	653,26	646,73

კანფეტის ტენიანობა შეადგენს $1,0 + 0,3 \%$.

გაცივმა დაფასოებული კოლოფებში.

გრილიაჟის მომზადების პროცესი მოიცავს ორ სტადიას: პირველი - შაქრის გაღობა; მეორე - გამლღვარ შაქარში თხილის შერევა. გრილიაჟის წარმოება ძირითადად ხდება ხელით. აღნიშნული ასორტიმენტი განეკუთვნება დელიკატესურ ნაწარმს.

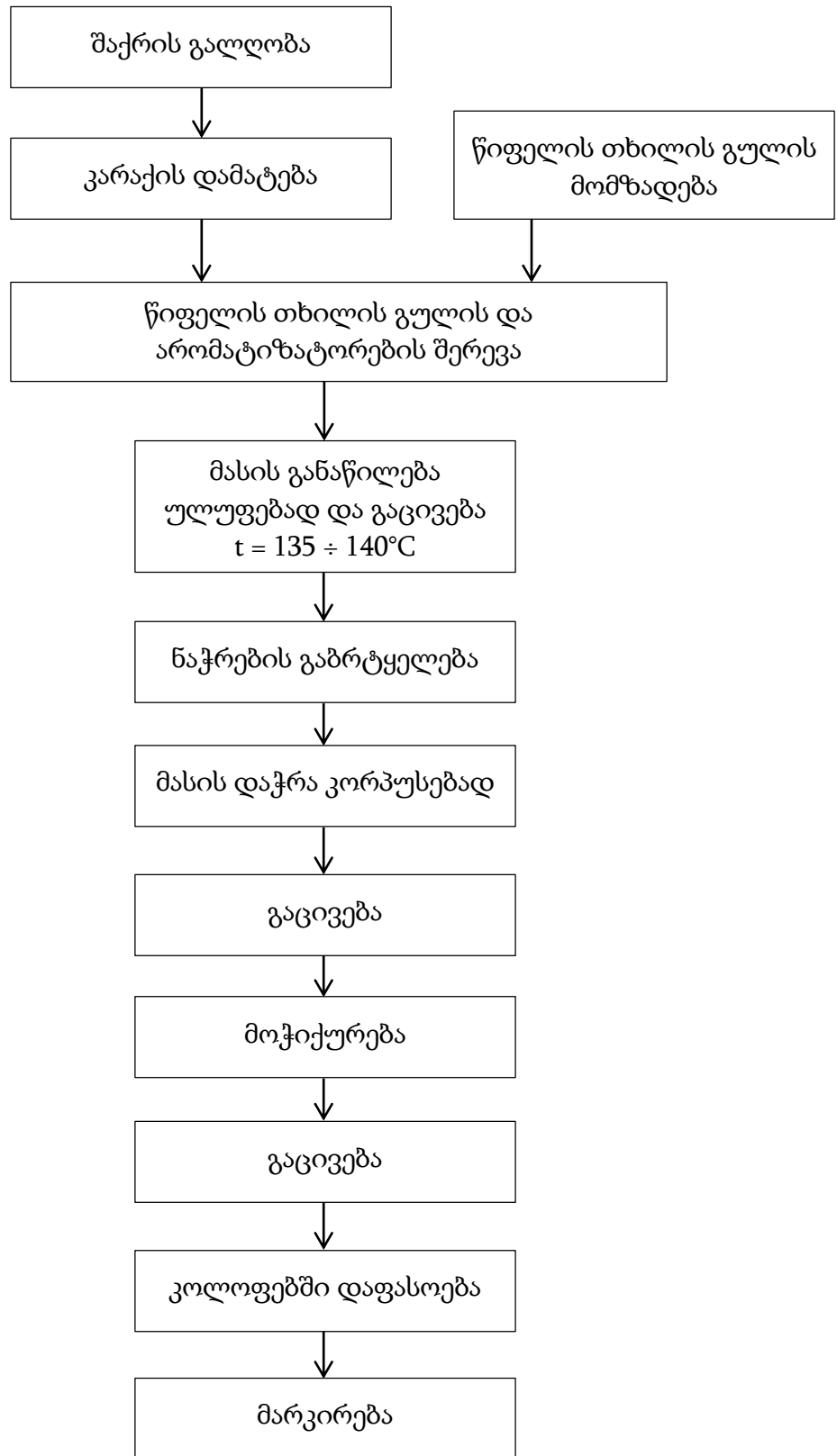
ღია სახარშ ქვაბში, რომელიც აღჭურვილია ელექტროგამახურებლით, იტვირთება რეცეპტურით გათვალისწინებული შაქრის ფხვნილი. ქვაბის ძირი წინასწარ დასველებულია წყლით. შაქრის ინტენსიური შერევით $170-175^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის პირობებში ღვება შაქარი. გაღობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია შაქრის ულუფის რაოდენობაზე და შეადგენს: 15 კგ-სათვის 15-20 წთ, 20 კგ-ის შემთხვევაში 20-25 წთ, ხოლო 25 კგ-სათვის 30 -35 წთ.

შაქრის სრული გაღობის შემდეგ ქვაბში ემატება რეცეპტურით გათვალისწინებული კარაქი და არომატული ნივთიერებები. ხდება მასის შერევა და ხარშვა 2-3 წუთის განმავლობაში. აღნიშნულ ნარევი თანდათანობით ემატება წინასწარ მომზადებული და დამუშავებული წიფელის თხილის გული. შემდეგ მიმდინარეობს მასის შერევა 2-3 წუთს განმავლობაში, რის გამოც ტემპერატურა მცირდება 125°C -მდე.

მზა მასას აქვს მუქი მოყავისფერო შეფერილობა. ტენის შემცველობა შეადგენს $1,4-2\%$ -ს. მასა მიეწოდება წინასწარ კარაქით დამუშავებულ მარმარილოს მაგიდაზე პატარა ულუფების სახით. მასა ბრტყელდება ლითონის ძელაკით 7-8 მმ-ის სისქით. მიღებული ნაჭრები პერიოდულად უნდა გადაბრუნდეს და გაცივდეს $90-95^{\circ}\text{C}$ -მდე, რის შემდეგ მიეწოდება დასაფორმირებლად. მასა იჭრება ხელის დისკური დანით, როგორც განივად, ისე გრძივად კანფეტის ზომაზე.

გაცივების შემდეგ ხდება კორპუსის მოჭიქურება მოსაჭიქურებელ აპარატში. ამის შემდეგ კორპუსები მიეწოდება მაცივარ- კარადას ტემპერატურით $8-10^{\circ}\text{C}$ -ით, სადაც ცივდება 5-6 წუთის განმავლობაში. კანფეტის დაფასოება ხდება მხატვრულად გაფორმებულ კოლოფებში და იფუთება სტანდარტის შესაბამისად.

კანფეტი „ტყის ნობათი“ მომზადების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე 23.



ნახ. 23. კანფეტი „ტყის ნობათი“-ს მომზადების ტექნოლოგიური სქემა

5.2.2. თხილის კანფეტი „წიფლნარი“-ს (პრალინეს კორპუსით)

მომზადების ტექნოლოგია

თხილის კამფეტი „წიფლნარი“ მზადდება პრალინეს ფუძეზე, მოჭიქურებულია შოკოლადით, აქვს მართკუთხედის ფორმა. გულსართი მზადდება მოხალული თხილის კოპტონთან თაფლისა და შაქრის შერევით.

ნაწარმი შეიძლება გაიყიდოს წონით, ასევე კოლოფებში დაფასოებული 1კგ შეიცავს 50 ცალ შეხვეულ კანფეტს. ნაწარმის ტენიანობა არის $2,1 \pm 0,2\%$.

კანფეტის კორპუსის მოსამზადებლად გამოიყენება მოხალული წიფელის თხილის კოპტონი (ტენიანობით $2,6 \div 2,7\%$), რომელიც ისრისება წისქვილში, შემდეგ გადადის შემრევში, სადაც ემატება თაფლითა და შაქრით მომზადებული მასა, რომელიც წინასწარ ცხელდება 10 წუთის განმავლობაში, შემდეგ ხდება შერევა. ბოლოს ემატება არომატიული და საგემოვნებო ნივთიერებები.

მზა კანფეტის მასა მიეწოდება ტემპერირებისთვის და დასაფორმებლად. შემდეგ ხდება გაცივება და მოჭიქურება. შოკოლადის ჭიქურას ტემპერატურა შეადგენს $29 \div 31^{\circ}\text{C}$.

მოჭიქურებული კანფეტი გაივლის გამაცივებელ კარადას ტემპერატურით $8 \div 10^{\circ}\text{C}$. გაცივების ხანგრძლივობა 5-6 წუთია.

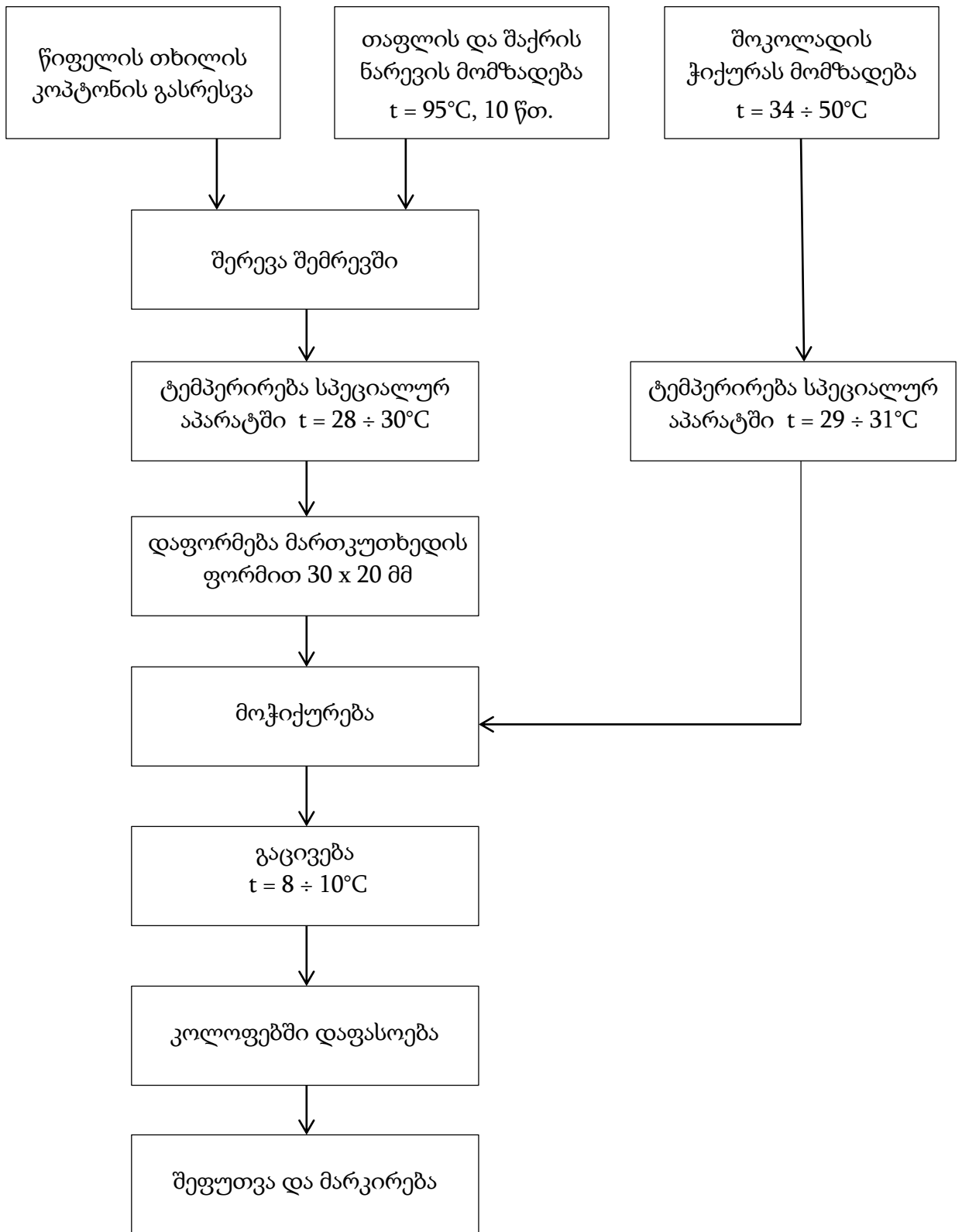
მოჭიქურებული კანფეტი თავსდება კოლოფებში, რომლებიც იწყობა ყუთებში და უკეთდება სტანდარტის შესაბამისი ტრაფარეტი.

წონითი ნაწარმის შემთხვევაში გაცივების შემდეგ კანფეტი მიეწოდება შესაფუთად.

კანფეტის რეცეპტურა და ტექნოლოგიური სქემა წარმოდგენილია ცხრილში 28 და ნახაზზე 24.

წიფელის თხილის კოპტონის ფუბეზე კანფეტი „წიფლნარი“-ს რეცეპტურა

ნედლეულის და ნახევარფაბრიკატების დასახელება	მშრალი ნივთიერებების შემცველობა, %	ნედლეულის ხარჯი 1 ტ. მზა პროდუქციაზე	
		ნატურით	მშრალ ნივთიერებებში
კანფეტის რეცეპტურა			
კორპუსი თხილის	97,60	450,00	439,20
შოკოლადის ჭიქურა	98,00	621,50	609,07
სულ	-	1071,50	1059,71
გამოსავალი	98,90	1000,00	989,00
კანფეტის კორპუსის რეცეპტურა			
წიფელის თხილის კოპტონი	97,30	225,73	219,64
თაფლი	78,00	75,21	58,66
შაქრის ფხვნილი	99,85	150,42	150,19
ვანილი	-	0,29	0,29
სულ	100,00	451,65	445,32
გამოსავალი	98,60	450,00	443,70



ნახ. 24. კანფეტის „წიფლნარი“-ს მომზადების ტექნოლოგიური სქემა

5.3. მაიონეზის ახალი პროდუქტების რეცეპტურებისა და წარმოების ტექნოლოგიის შემუშავება

მაიონეზი არის საკვები ემულსია, რომელიც წარმოადგენს მრავალკომპონენტურ სისტემას, რომელთა შემადგენლობაში ზეთისა და წყლის გარდა შედის ცილები, ნახშირწყლები და გემოვანი დანამატები. მაიონეზი არის არაერთგვაროვანი წვრილდისპერსიული ემულსია ‘ზეთი წყალში’ ტიპის. მაიონეზი უშუალოდ გამოიყენება საკმაზის სახით, ძირითადად ცივი კერძებისათვის. მას აქვს საკმაოდ ბლანტი არაჟნისმაგვარი კონსისტენცია, ასევე თვისება არ განშრევდეს დამზადებისა და შენახვის პოცესში (45, 79).

ემულსიური სისტემები, რომლებიც მიიღება ემულგირების შედეგად, წარმოადგენენ წვრილდისპერსიულ, ბლანტ, მდგრად, ერთგვაროვან სისტემებს, სადაც ერთი სითხე წარმოქმნის დისპერსიულ არეს, მეორე კი იმყოფება დისპერგირებულ მდგომარეობაში. ემულსიური პროდუქტის კონკრეტული სახეობის გათვალისწინებით, მის რეცეპტურაში შეიძლება იყოს მრავალი სხვა დასხვა ქიმიური ბუნების ინგრედიენტები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ემულსიის თვისებებსა და მდგრადობაზე.

ემულგირების პროცესის გაიოლების მიზნით და შენახვის პროცესში სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად პროდუქტის შემადგენლობაში ემატება სპეციალური ნივთიერებები- ემულგატორები, რომლებსაც შესწევთ დისპერსიულ ფაზაში ზღვრული ხსნადობისა და მეორეს მხრივ, დისპერსიულ არეში მათი ერთმანეთთან შეკავშირების უნარი. ისინი ამცირებენ ზედაპირულ დაჭიმულობას და ხასიათდებიან ორი ფაზის გაყოფის საზღვარზე ადსორბციული შრეების წარმოქმნის უნარით.

ტრადიციულად მაიონეზის მისაღებად იყენებენ ცხოველური წარმოშობის ცილებს, რომლებიც მიიღება რძისა და კვერცხის გადამუშავების პროდუქტებისგან. ამჟამად, ახალი თაობის მაიონეზის მისაღებად დასაშვებია მცენარეული ცილების გამოყენებაც. ასეთ დანამატებად შემოთავაზებულია სხვა და სხვა მოდიფიკაციის სოიოს ცილები, ხორბლის ჩანასახის ფქვილი და სხვა (62, 82, 84, 131,133,).

მაიონეზის წარმოებაში გამოყენებული ინგრედიენტები უნდა ხასიათდებოდნენ სტრუქტურის წარმოქმნის მაემულგირებელი თვისებებით და ანტიოქსიდანტური უნარით. დანამატების ცილურ ფრაქციას უნდა ჰქონდეს დაბალანსებული ამინომჟავური შედგენილობა, კარგი შეთვისების უნარი და ბიოლოგიური ღირებულებით უახლოვდებოდეს ხორცის, რძისა და კვერცხის ცილებს.

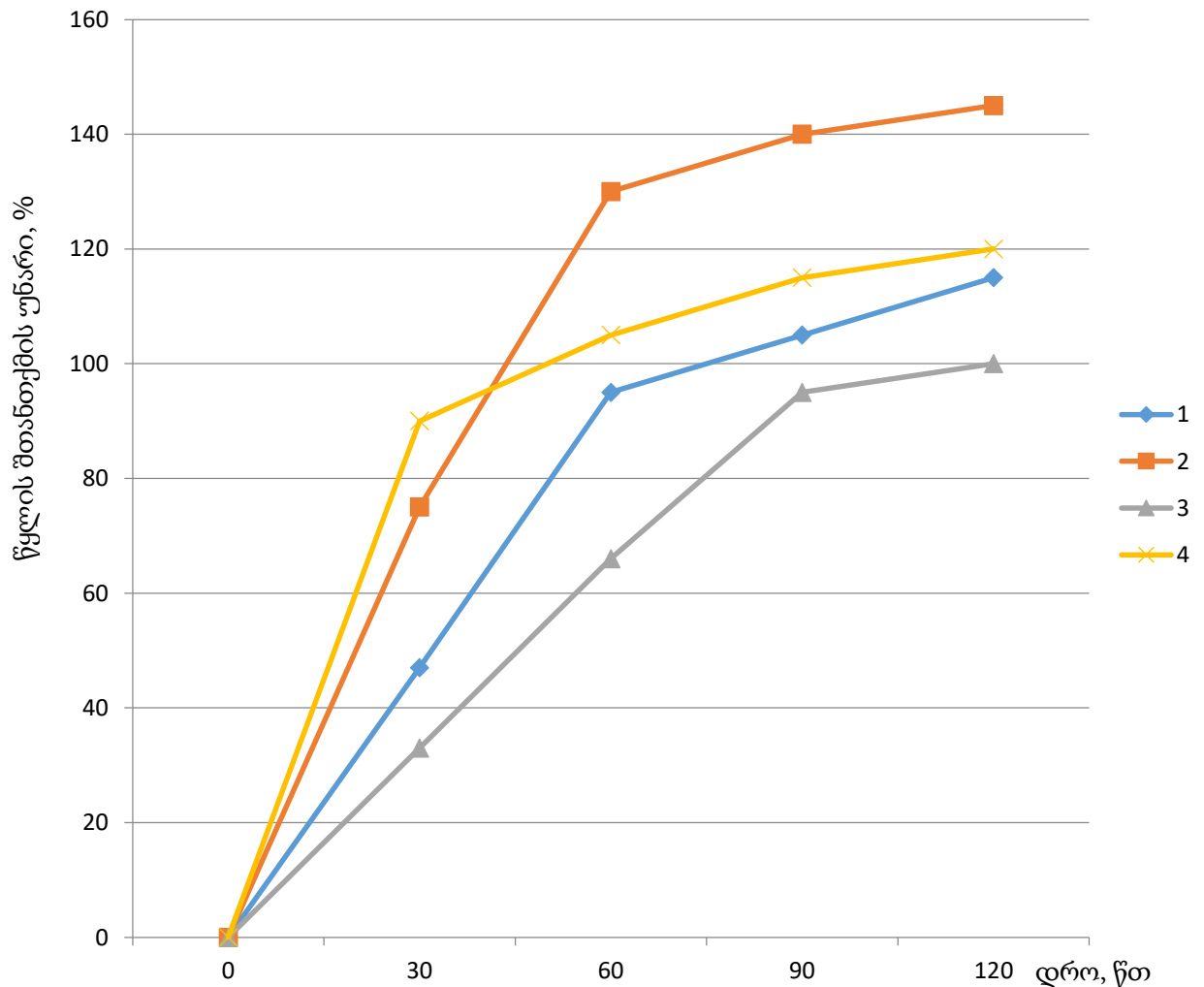
ჩვენს მიერ შესწავლილ ნედლეულს - კავკასიური წიფელის ნაყოფის და სელის გადამუშავების პროდუქტებს ახასიათებთ მაღალი ხსნადობა, წყლისა და ცხიმის შეკავშირების უნარი. მათი ცხიმის მაემულგირებელი თვისებები საკმაოდ მაღალია და შეადგენს 48÷51%-ს.

ჩვენი კვლევის ერთერთ მიზანს წარმოადგენდა შემუშავებული ზეთოვანი კომპოზიციის ფუძეზე მაიონეზის და მაიონეზური სოუსების ახალი ასორტიმენტის წარმოება. ემულგატორებად გამოვიყენეთ კვერცხის გული, რომელიც გავლენას ახდენს მდგრადობაზე, კონსისტენციაზე, მაიონეზის ფერზე. ასევე გამოვიყენეთ მდოგვი, რომელიც არის გემოვანი დანამატი და ამავდროულად მასში არსებული ცილა ხელს უწყობს ემულგირებას და სტრუქტურის წარმოქმნას.

ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა მაიონეზის მომზადების ტექნოლოგია , რომელიც ითვალისწინებს კვერცხის გულთან ერთად კავკასიური წიფელის გამონაწნებისა და სელის ცხიმგაცლილი ფქვილის გამოყენებას. ორთავე დანამატი შეიცავს ცილების დიდ რაოდენობას და ისინი გათვალისწინებულია როგორც ქაფისწარმომქმნელები. მათ აქვთ ბალანსირებული ამინომჟავური შედგენილობა, მაღალი კვებითი ღირებულება და ავლენენ მაემულგირებელ თვისებებს.

მაიონეზის წარმოებისთვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ინგრედიენტების ფუნქციონალურ თვისებებს, როგორცაა წყლის და ცხიმის შეკავშირების უნარი და მათ დამოკიდებულებას სხვადასხვა ფაქტორებთან- ტემპერატურასთან, არის pH-თან, წყალთან ურთიერთობის ხანგრძლივობასთან და სხვა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, შევისწავლეთ დანამატების წყლის შთანთქმის უნარის ცვლილების დინამიკა 25 და 60 ტემპერატურაზე 120 წუთის განმავლობაში. გამოწნების ფქვილის საწყისი ტენიანობა შეადგენდა 8%-ს , ხოლო სელის ცხიმგაცლილი ფქვილისა- 12%-ს.

წყლის შთანთქმის უნარის დამოკიდებულება დროისგან სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში წარმოდგენილია ნახაზზე 25.



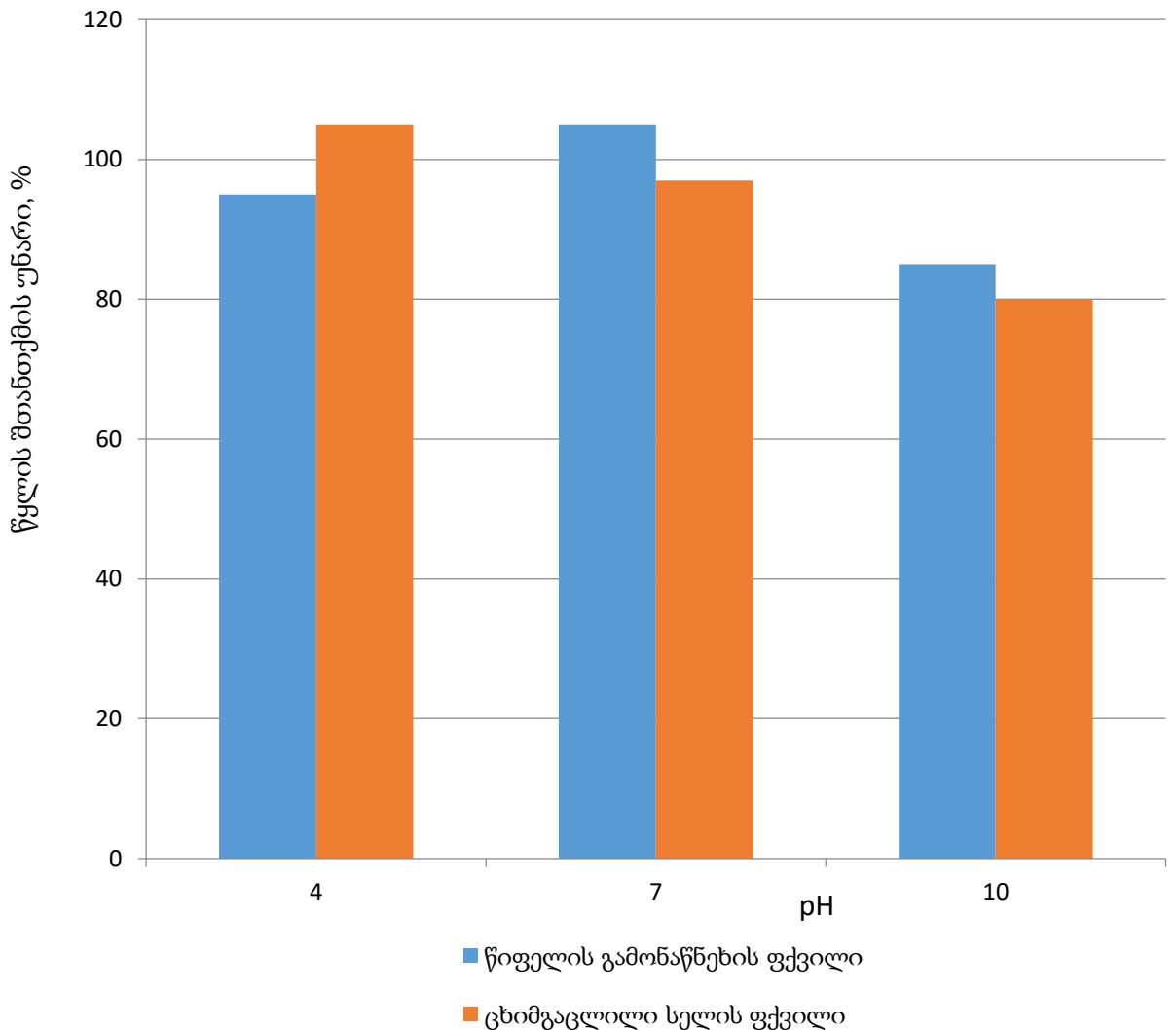
1-წიფელის გამონაწნების ფქვილი 25°C ტემპერატურაზე
 2-წიფელის გამონაწნების ფქვილი 60°C ტემპერატურაზე
 3-სელის ცხიმგაცილილი ფქვილი 25°C ტემპერატურაზე
 4-სელის ცხიმგაცილილი ფქვილი 60°C ტემპერატურაზე
ნახ. 25. სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში წიფელის გამონაწნებისა და სელის ცხიმგაცილილი ფქვილის წყლის შთანთქმის უნარის ცვლილების დინამიკა 2 საათის განმავლობაში

მიღებული შედეგები მიუთითებენ მასზე, რომ წყლის შთანთქმის პროცესი მიმდინარებს სხვადასხვა გვარად. კერძოდ, წიფელის გამონაწნების ფქვილში

ძირითადი გაჯირჯვება მიმდინარეობს 60 წუთის განმავლობაში, და ტემპერატურის მატება წყლის შთანთქმის უნარს ზრდის უმნიშვნელოდ.

სელის ფეკილის შემთხვევაში 25°C პირობებში ძირითადი გაჯირჯვება ხდება 60 წუთის განმავლობაში, 60°C ტემპერატურაზე კი - 30 წუთის განმავლობაში. შემდგომი გაჯირჯვება 90-120 წუთის მანძილზე არ ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას საკვლევი ობიექტის მიერ წყლის შთანთქმაზე.

შემდეგ შევისწავლეთ არის pH-ის გავლენა წყლის შთანთქმის პროცესზე. ცდები ჩავატარეთ მჟავა, ნეიტრალურ და ტუტე არეში. მიღებული შედეგები ასახულია დიაგრამაზე(ნახ. 26).

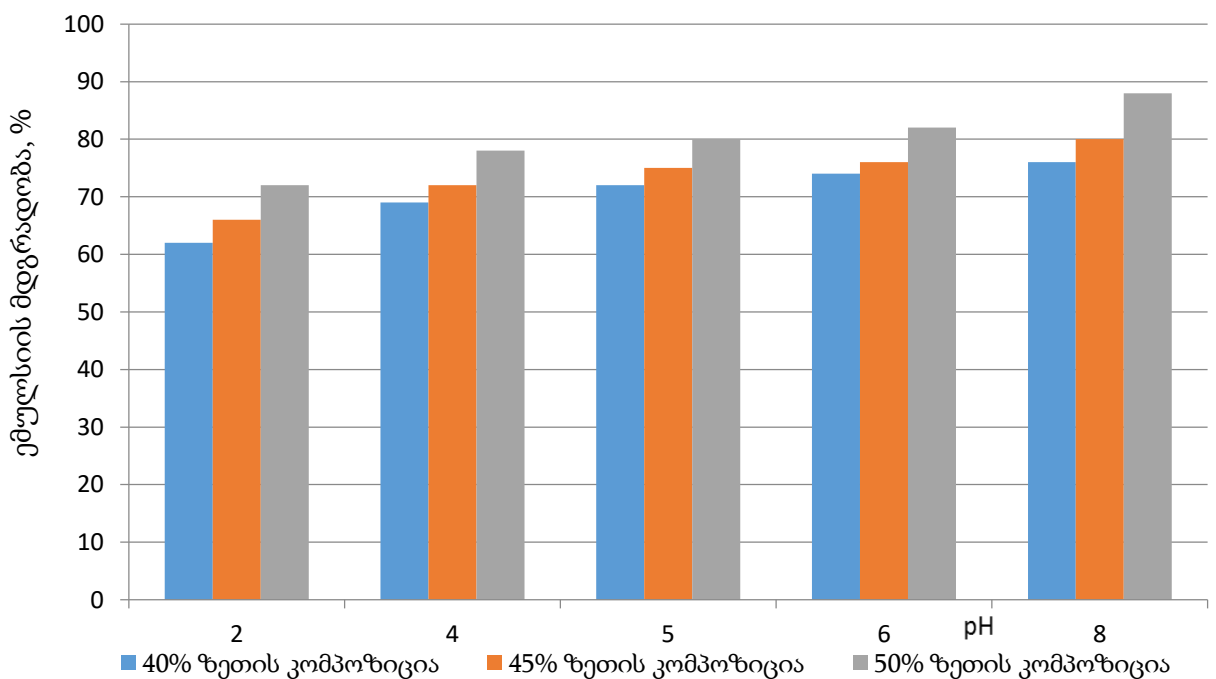


ნახ. 26. წიფელის გამონაწნების ფეკილისა და ცხიმგაცილილი სელის ფეკილის წყლის შთანთქმის უნარის დამოკიდებულება pH-თან.

მიღებული შედეგები მიგვანიშნებენ არის pH-ის განსხვავებულ ზემოქმედებაზე დანამატების ცილებზე. ასე მაგალითად, წიფელის გამონაწნების ცილები მაქსიმალურ წყლის შთანთქმის უნარს ავლენენ ნეიტრალურ არეში, მინიმალურს კი - ტუტე არეში. სელის ცილები კი წყლის შთანთქმის მაქსიმუმს ავლენენ - მჟავე არეში, მინიმუმს კი - ტუტე არეში.

ვინაიდან წყლის შთანთქმის უნარი განეკუთვნება ფუნქციონალურ თვისებებს, ჩვენს მიერ შერჩეული დანამატები შესაძლებელია გამოყენებული იქნან შემასქელებლად მაიონების სისტემებში, მაგრამ უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ უპირატესობა ენიჭება სელის ფეკილს.

კვლევის შემდგომ ეტაპზე, აღნიშნული დანამატების - როგორც სტრუქტურის წარმომქმნელების მაიონების წარმოებაში გამოყენების შესაძლებლობის დადასტურების მიზნით, ჩვენ შევიმუშავეთ მოდელოური სისტემები კომპონენტთა შემდეგი თანაფარდობით: ცხიმოვანი კომპოზიცია (40%, 45%, 50%): წიფელის გამონაწნების ან სელის ცხიმგაცლილი ფეკილი (3, 4, 5, 6, 8, 10% შესაბამისად). კრიტერიუმად შევირჩიეთ ემულსიის ფიზიკო - ქიმიური თვისებები - მისი მდგრადობა (სტაბილურობა). მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ნახაზზე 27.



ნახ. 27. წიფელის გამონაწნების ფეკილის კონცენტრაციის გავლენა მაიონების ემულსიის მდგრადობაზე

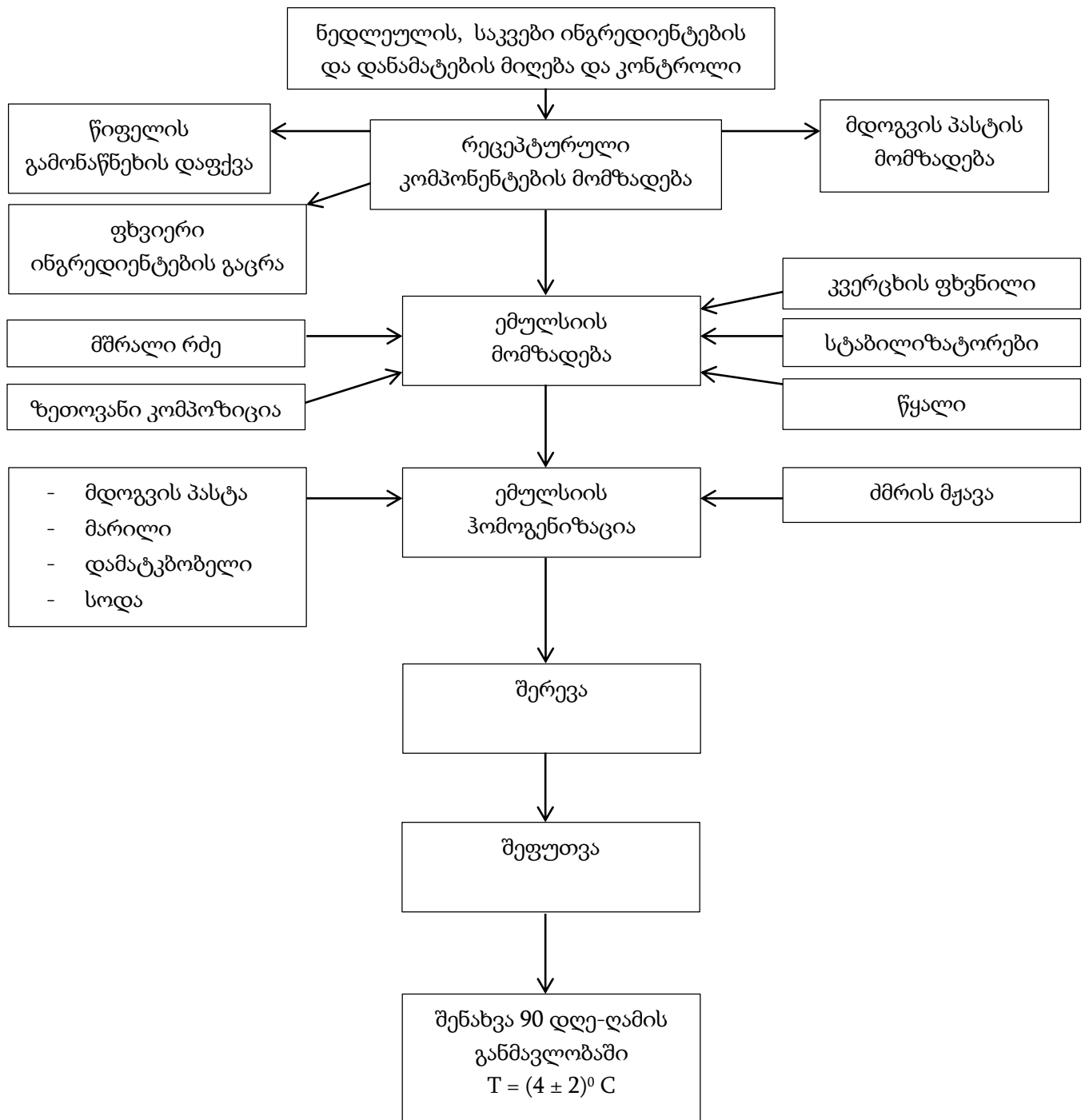
დადგენილია, რომ მაიონეზის ემულსიის საჭირო სიბლანტე და მდგრადობა მიიღწევა 4÷6% დანამატების გამოყენებით. მათი წილის გაზრდით სისტემის სიბლანტე და მდგრადობა მატულობს უმნიშვნელოდ, ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები კი უარესდება. შეინიშნება გამონაწნების ნაწილაკები, რაც აუარესებს ვიზუალურად ემულსიის თვისებებს. ჩატარებულმა კვლევამ დაადასტურა აღნიშნული დანამატების გამოყენების შესაძლებლობა მაიონეზის ტექნოლოგიაში მცენარეული ემულგატორების სახით.

ცნობილია, რომ ოთახის ტემპერატურაზე შენახვის პირობებში მიმდინარეობს მაიონეზის სტრუქტურის დესტაბილიზაცია. ჩვენს მიერ მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე რეკომენდირებულია მაიონეზის შენახვა 5÷7°C ტემპერატურაზე 30 დღის განმავლობაში.

კვლევის შემდეგ ეტაპზე შევისწავლეთ ზეთის კომპოზიციაზე მომზადებული მაიონეზის ემულსიის ხარისხის მაჩვენებლების - მჟავური რიცხვისა და ზეჟანგური რიცხვის ცვლილება შენახვის პროცესში. მაიონეზს ვინახავდით 5÷7°C ტემპერატურაზე მაცივარში 30 დღის განმავლობაში.

მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე შემუშავებულია მაიონეზისა და მაიონეზური სოუსების რეცეპტურები (ცხრ. 29 და 30) და მომზადების ტექნოლოგია (ნახ.28).

მაიონეზის მომზადების დროს ემულგატორში თავსდება რეცეპტურით გათვალისწინებული კომპონენტების ნაწილი: კვერცხი, სუფრის მდოგვი, დამატკობელი (შაქარი ან სხვა), მარილი. შერევა ხდება ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე. მიღებულ მასას ემატება ზეთის კომპოზიცია განსაზღვრული რაოდენობით 10÷12 გ/წთ-ში სიჩქარით 7÷10 წუთის განმავლობაში და კარგად ერევა ერთმანეთში. შემდეგ ემატება ძმარი 6÷8 გ/წუთში სიჩქარით, კარგად გაითქვიფება. ამის შემდეგ მიმდინარეობს ემულსიის ჰომოგენიზაცია როტორულ-პულსაციურ PPIA-ტიპის აპარატში, რომელც მუშაობს ცენტრიდანული ტუმბოს მუშაობის პრინციპზე. პროცესი მიმდინარეობს მასაზე ჰიდროდინამიკური ზემოქმედებით PPIA აპარატში. ჰომოგენიზაციის პროცესში იცვლება მაიონეზის ემულსიის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები, რაც განაპირობებს მაიონეზის საჭირო კონსისტენციას.



ნახ. 28. მაიონეზისა და მაიონეზის სოუსების წარმოების ტექნოლოგიური სქემა

მაიონეზის სოუსების შემადგენლობა რეცეპტურის მიხედვით

ინგრედიენტები	ინგრედიენტების რაოდენობა რეცეპტურათა ვარიანტების მიხედვით, %		
	ნიმუში N 1	ნიმუში N 2	ნიმუში N 3
მცენარეული ცხიმის კომპოზიცია	38,0	40,0	40,0
მშრალი ცხიმგაცლილი რძე	2,50	2,50	2,50
კვერცხის ფხვნილი	3,00	3,00	3,00
მდოგვის ფხვნილი	0,75	0,75	0,75
საკვები სოდა	0,05	0,05	0,05
სუფრის მარილი	1,00	1,00	1,00
ძმარმჟავა, 80%-ანი	0,75	0,75	0,75
დამატკობელი (სტევია)	0,50	0,50	0,50
წიფელის გამონაწნების ფქვილი	5,00	2,00	-
ცხიმგაცლილი სელის ფქვილი	-	1,00	3,00
პექტინი	0,50	0,20	-
წყალი	47,95	48,25	48,45
სულ:	100,00	100,00	100,00

მაიონეზის სოუსების ფიზიკო - ქიმიური მახასიათებლები

მახასიათებელი	ნიმუში N 1	ნიმუში N 2	ნიმუში N 3
ცხიმის მასური წილი, %	38,0	40,0	40,0
ნესტის მასური წილი, %	47,95	48,25	48,45
მჟავიანობა, ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით, %	0,58	0,58	0,58
ემულსიის მდგრადობა, დაუზიანებელი ემულსიის %-ი	98	98	98

ძირითადი დასკვნები

კავკასიური წიფელის ნაყოფისა და მისი გადამმუშავების პროდუქტების ფუძეზე მაღალი კვებითი ღირებულების საკვები პროდუქტების მეცნიერულად დასაბუთებული რეცეპტურებისა და ტექნოლოგიების შემუშავების მიზნით ჩატარებულია კომპლექსური ფიზიკო-ქიმიური, ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური გამოკვლევები:

1. საქართველოს სხვადასხვა ტყის მასივებში გავრცელებული კავკასიური წიფელის ნაყოფის (წიფელის თხილის) ქიმიური შედგენილობის კვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ ის შეიცავს დიდი რაოდენობით ცხიმს ($68,80 \pm 71,20\%$) და ცილებს ($17,54 \pm 19,38\%$), რაც მიუთითებს მათ მაღალ ენერგეტიკულ ღირებულებაზე, რომელიც შეადგენს საშუალოდ 742 კკალორიას 100 გ პროდუქტზე. საქართველოში ამ არატრადიციული ნედლეულის მოსავლიანობის, რესურსების და ცხიმინობის გათვალისწინებით გამოვლინდა პერსპექტივები მისი გამოყენების კვების მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში;

2. წიფელის ნაყოფის ლიპიდების ფრაქციული და ცხიმმჟავური შედგენილობისა და ცხიმის ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების გამოკვლევებით დადგენილია, რომ წიფელის ლიპიდები შეიცავს (%-ში ლიპიდების საერთო რაოდენობა) ფოსფოლიპიდებს ($0,98\% \pm 1,02\%$), მონოგლიცერიდებს ($0,80 \pm 1,38\%$), სტერინებს ($0,08 \pm 0,32\%$), დიგლიცერიდებს ($1,40 \pm 1,58\%$), თავისუფალ ცხიმოვან მჟავებს ($1,72 \pm 1,80\%$), ტრიგლიცერიდებს ($85,62 \pm 87,54$), სტერინის ეთერებს ($7,98 \pm 10,40\%$). ლიპიდურ ფრაქციაში ჭარბობენ ტრიგლიცერიდები და სტერინის ეთერები;

3. დადგენილია, რომ წიფელის ლიპიდურ ფრაქციაში ნაჯერ ცხიმოვან მჟავათა საერთო რაოდენობა შეადგენს 13,1%, უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ფრაქცია კი შეადგენს 85,9%.

4. წიფელის ზეთში დომინირებენ უჯერი ცხიმოვანი მჟავები, სადაც ძირითადი წილი მოდის ოლეინის ($70,2\%$) და ლინოლის ($9,8\%$) მჟავებზე. ის შეიცავს ლინოლენის მჟავას მცირე რაოდენობას ($0,4\%$).

5. კავკასიური წიფელის ზეთის უჯერობის ინდექსი შეადგენს 6,63. ფიზიოლოგიური აქტივობის მაჩვენებელი 7,16-ს, რაც მოუთითებს მის მაღალ ფიზიოლოგიურ აქტივობასა და კვებით ღირებულებაზე.

6. წიფელის ნაყოფის ცილათა ფრაქციებში იდენტიფიცირებულია 18 ამინომჟავა, მათ შორის ყველა შეუცვლელი, რომელთა ჯამურმა რაოდენობამ შეადგინა ამინომჟავათა საერთო რაოდენობის 37,3÷38,2%.

დადგენილია, რომ ფრაქციათა თანაფარდობა ჯამურ ცილაში შეადგენს: ალბუმინები-29%, გლობულინები-47%, გლუტელინები-24%. გლიცინის ფრაქცია არ არის დაფიქსირებული. ნაჩვენებია, რომ კავკასიური წიფელის ნაყოფი შეიცავს სრულფასოვან ცილებს, რომელშიც დომინირებს ამინომჟავა ლიზინი, რომლის მნიშვნელოვანი წილი მოდის ალბუმინებსა და გლობულინების ფრაქციაზე.

7. კავკასიური წიფელის ნაყოფის ნახშირწყლოვანი კომპლექსი წარმოდგენილია სახამებლით, ჰემიციელულოზითა და უჯრედისით. შაქრებიდან დაფიქსირდა მონოსაქარიდები და საქაროზა. ნახშირწყლების საეთო რაოდენობა შეადგენს 7,94÷9,17%.

8. წიფელის ზეთისა და მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობის ზეთების (სელის, ზეთუნის) კომბინაციით შემუშავებულია ცხიმოვანი კომპოზიცია ომეგა-3 და ომეგა-6 ცხიმოვანი მჟავების ოპტიმალური თანაფარდობით, რომელიც გათვალისწინებულია მაიონეზის წარმოებისას.

9. წიფელის ზეთის შენახვის პროცესში ზეთის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილების კვლევის საფუძველზე დადგენილია ცხიმოვანი კომპოზიციის შენახვის ვადები, რამაც შეადგინა 18 თვე.

10. წიფელის ზეთის და ცხიმოვანი კომპოზიციის შენახვის ვადების გახანგრძლივების მიზნით აპრობირებულია მწვანე ჩაის ფხვნილი, ტანინი და ყურძნის წიპწა, რომელთა გამოყენებით გაიზარდა ზეთის შენახვის ვადები 12-დან 18 თვემდე. ყველაზე ოპტიმალური შედეგი მიღწეულია ყურძნის წიპწის გამოყენებით.

11. წიფელის თხილის გადამუშავების პროდუქტების გამოყენებით დამუშავებულია პურის, თხილის, კანფეტის, მაიონეზის და მაიონეზური სოუსების ტექნოლოგიები, შემოთავაზებულია ახალი პროდუქტების რეცეპტურები.

12. შემუშავებული ასორტიმენტი გამოიცადა აკაკი წერეთლის საკვებ პროდუქტების ტექნოლოგიის დეპარტამენტის ექსპერიმენტალურ საამქროში, ქუთაისის საზოგადოებრივი კვების საწარმო შპს „ალატში“ და რეკომენდირებულია დასაწერად.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ალექსიძე ნ. ბიოლოგიური ქიმიის პრაქტიკუმი. უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბილისი 1993 გვ.39-43.
2. ბერულავა ი. დასავლეთ საქართველოს თბილის ქიმიურ-ტექნოლოგიური გამოკვლევა მისი კვების პროდუქტების წარმოებაში გამოყენების მიზნით. ავტორეფერატი ტ.მ.კ სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. ქუთაისი, 2004, გვ.55.
3. ბერულავა ი. თბილის ქიმიური შემადგენლობის ცვლილება მოხალვის პროცესში.// აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XXVII, თბილისი, 2004.
4. ბერულავა ი., სილაგაძე მ. დასავლეთ საქართველოს თბილი და მისი გამოყენების პერსპექტივები საკონდიტრო მრეწველობაში. //აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული. ტ. XXV. თბილისი, 2004, გვ.14-16.
5. ბერულავა ი., სილაგაძემ.,თავდიდიშვილი დ., ყიფიანი ა., ფხაკაძე ნ. დასავლეთ საქართველოში გაშენებული სხვადასხვა ჯიშის თბილის ნაყოფების ბიოქიმიური გამოკვლევა // ქსტუ-ს შრომები.-ქუთაისი. 2003.- 2(13).-გვ.60-63.
6. ბერულავა ი.,სილაგაძემ.,ფხაკაძე ნ., არველაძე დ. სხვადასხვა ჯიშის თბილის ნაყოფებში ზეთის ცხიმოვანი შემადგენლობა// აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული -ტ. XXVII-თბილისი 2004.გვ.57-59.
7. დიდებულიძე ა. სოფლის მეურნეობის განვითარება საქართველოში //პრობლემები და პერსპექტივები - თბილისი-1997.
8. დოლუხანოვი ა., ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, ტ. 11, გვ. 333-334, თბ., 1987 წ.
9. თარხნიშვილი ა. კვების პროდუქტების ზოგადი ტექნოლოგია //”განათლება”.- 1982-გვ.84.
10. იობიძე ა., ბერულავა ი., სილაგაძე მ., თბილის ნაყოფისგან გარსის მოშორების ტექნოლოგიური პროცესის გამოკვლევა // ქუთაისის სახელმწიფო ტექნიკური

უნივერსიტეტის შრომები 2(15).-., საქართველო“, ქუთაისის ფილიალი. ქუთაისი, 2004, გვ.295-299.

11. კვესიტაძე გ., კვესიტაძე ე. ბიოტექნოლოგია // ეტრატე.-თბილისი-1999.-გვ.432.
12. სილაგაძე მ., ბერულავა ი. თბილისის ნაყოფებში ცილათა ფრაქციების ამინომჟავური შედგენილობა // აგრარული მეცნიერების პრობლემები.სამეცნიერო შრომათა კრებული -ტ. XXVI. თბილისი.-2004 .გვ. 103-105.
13. სილაგაძე მ., იობიძე ა., ბერულავა ი., არველაძე დ. ინფრაწითელი გამოსხივებით თბილისის მოხალვის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენა // აგრარული მეცნიერების პრობლემები. საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული.ტ.XXXII 2005.
14. სილაგაძე მ., ფრუიძე ე., ხურციძე მ., ფხაკაძე ნ. დიეტური ხორბლის პურის წარმოება კავკასიური წიფელის ნაყოფის გამოყენებით // საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიები“ მასალები, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2015, გვ 151-153.
15. სილაგაძე მ., იობიძე ა., ბერულავა ი. თბილისის გადამუშავების ტექნოლოგია //აგრარული მეცნიერების პრობლემები. საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული. ტ. XXXII, თბილისი, 2005.
16. შალამბერიძე მ. ჩაის ფენოლურ ნივთიერებათა ანტიოქსიდანტური თვისებების გამოკვლევა და მათი გამოყენება ციტრუსების პროდუქტების წარმოებაში // ავტორეფერატი ტ.მ.კ. სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად.- ქუთაისი. – 2005. - გვ.43.
17. ხვედელიძე ვ., გორდელაძე თ. ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვისა და ოპტიმიზაციის მეთოდის დამუშავება. //ქსტუ-ს შრომები.- ქუთაისი: საქართველო, 2002.- 1 (19).- გვ.107-115.
18. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я. Ауэрман. - СПб.: Профессия, 2009. – 416 с.

19. Бакуменко, О.Е. Инновационные ингредиенты обогащенных продуктов для питания различных возрастных групп населения / О.Е. Бакуменко, Л.Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2013 - №1. –С. 39-43.
20. Баулина Т.В. Использование пищевых волокон на основе семян льна в производстве функциональных хлебобулочных изделий /Т.В. Баулина, И.С. Селезнева // Сборник материалов VIII научно-практической конференции. — М.: ИК МГУПП, 2010. — С. 15-18.
21. Баулина Т.М. Характеристика хлебобулочных изделий для функционального питания /Т.М. Баулина, Т.В. Шленская // Сборник материалов VIII научно-практической конференции. — М.: ИК МГУПП, 2010. — С. 18-21.
22. Белкин, В.Г. Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания. / В.Г. Белкин//Масла и жиры. - 2010. - №7-8. -С.20-22.
23. Богатырева, Т.Г. Способы и средства предотвращающие плесневение хлеба/ Т.Г. Богатырева, Р.Д. Поландова, С.П. Полякова,А.А. Атаев // Хлебопечение России. - 1999. - №3. - С. 16-17.
24. Богданова М.В. Идентификация генов льна, отвечающих за содержание жирных кислот в льне масличном / М.В.Богданова, Е.Л. Андроник // VI международная конференция молодых ученых и специалистов ВНИИИМК—Краснодар: ВНИИИМК, 2011.— С. 21-24.
25. Веденева, М. Хлеб-это здоровье! /М. Веденева //Хлебопечение России. - 2008 - №3. - С. 33.
26. Горячева, А.Ф. Сохранение свежести хлеба / А.Ф. Горячева, Р.В.Кузьминский. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. -23 с.
27. ГОСТ 25832-89 Изделия хлебобулочные диетические. Технические условия. – М.:Стандартинформ, 1990 – 14с.
28. ГОСТ 31805-2012 Изделия хлебобулочные из пшеничной муки. Общие технические условия. – М.:Стандартинформ, 2013 – 20с.
29. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, – 2005. – 8 с.

30. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. — М.: ГОССТАНДАРТ, 2005. —11с.
31. Донченко, Л. В. Безопасность пищевой продукции / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 528 с.
32. Доронин, А. Ф. Функциональное питание/ А. Ф. Доронин, Б. А. Шендеров. – М.: Грантъ, 2002. – 296 с.
33. Драгилев, А.И. Производство мучных кондитерских изделий : учеб. пособие/ А.И. Драгилев, Я.М. Сезанаев. - М.: ДеЛи, 2000. - 448 с.
34. Драчева, Л. В. Пути и способы обогащения хлебобулочных изделий / Л. В. Драчева // Хлебопечение России. – 2002. – № 2. – С. 20–21.
35. Дубцов, Г. Г. Ингредиенты для продуктов здорового питания / Г. Г. Дубцов // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2008. – № 2. – С. 24– 27.
36. Дубцов, Г.Г. Научные основы технологий мучных изделий для профилактического и лечебного питания: автореф. дис... д-ра техн. наук./ Г.Г. Дубцов. - М., 1995. - 57 с.
37. Евтушенко А.М. Реологические свойства водных суспензий льняной муки. А.М. Евтушенко, И.Г. Крашенинникова, А.А. Добржицкий // Сборник материалов VIII научно-практической конференции. — М.: ИК МГУПП, 2010. — С. 80-84.
38. Еделев Д.А. Функциональное питание и перспективные тенденции пищевых технологий / Д.А.Еделев, А.П.Нечаев, Т.И.Демидова // Материалы IX международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». — М.: МГУПП, 2011– С. 31-34.
39. Живеткин В.В., Гинзбург Л.Н. Масличный лен и его комплексное развитие/В.В. Живеткин, Л.Н. Гинзбург. — М.: ЦНИИЛКА 2000. — С. 3-38.
40. Зеленцов Е.В. Количественная и качественная оценка слизей семян масличных сортов *Linum Usitatissimum* L. С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко/Масличные культуры. Научно–технический бюллетень Всероссийского научно-

исследовательского института масличных культур.— Краснодар: ВНИИМК им. В.С. Пустовойта, 2012.—№ 2— С. 151-152.

41. Зубченко, А.В. Технология кондитерского производства /А.В. Зубченко // Учебник. - 2-е изд., перераб.: Воронеж, гос. технол. акад. - Воронеж, 2001.- 430 с.
42. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий [Текст] / А.В. Зубченко // Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп: Воронеж, гос. технол. акад. - Воронеж, 2001.- 389 с.
43. Иванова, Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / Т.Н. Иванова. - М.: Издательский центр «Академия», 2004.-288 с.
44. Инструкция по предупреждению картофельной болезни хлеба//ГосНИИХП. М. - 1998. - 31с.
45. Ипатова Л.Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд/ Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.А. Тутельян — М.: ДеЛи принт, 2009.— 396с.
46. Кантере, В.М. Органолептический анализ продуктов питания /В.М. Кантере, В.А. Матисон, Д.А. Еделев, - Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. - С.259.
47. Кветный, Ф.М. Производство хлеба длительного хранения //Хлебопродукты. - 2000. - №2. - с.23.
48. Киреева М.С. Перспективное использование семени льна в специализированном питании / Киреева М.С., Маркина В.Ю., Меркулова М.И., Эгги Э.Э., Пороховинова Е.А., Красильников В.Н. // Материалы международного научно-практического семинара» Роль льна в улучшении среды обитания и активном долголетии человека». — Тверь, 2012. — С. 181-185.
49. Киреева М.С. Разработка бисквитного полуфабриката из полножирной муки из семян льна различных сортов для специализированного и функционального питания / М.С. Киреева // Журнал «Товаровед продовольственных товаров» — М.: Издательский дом Панорама, 2013 — № 12— С. 9-13.

50. Киреева М.С., Биохимические свойства семян льна различных сортов и линий / М.С. Киреева, Э.Э. Егги // Журнал «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета» СПб.: СПбГАУ, 2013, №33, С.18-23.
51. Козьмина Е.П. Биохимия хлебопечения/ Н.П. Козьмина. М.: Пищевая промышленность, 1978.— 278с.
52. Конева С.И. Продукты переработки семян льна и их использование при приготовлении хлебобулочных изделий / С.И. Конева // Сборник статей и докладов XIII научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». — Барнаул, 2011. — С. 35- 39.
53. Коньшев, В.А. Еда без вреда /В.А. Коньшев. _М.: Эксмо, 2011, -С.134-136.
54. Корячкина, С.Я. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Методы исследования свойств полуфабрикатов хлебопекарного производства /С.Я. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелева. -Орел: ФГОУ ВПО «Госунiversитет-УНПК», -2011. -С.49.
55. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры/ С.Я. Корячкина. - Орел: Труд, 2006 - 480 с.
56. Котик А.В. Разработка и товароведная оценка полуфабрикатов из семян льна для использования в пищевой промышленности: автореферат дис. канд. тех. наук: 05.18.15/ Котик Анна Викторовна. — Новосибирск, 2006. —14с.
57. Красникова, Л.В. Микробиология хлеба, кондитерских и макаронных изделий: учебное пособие /Л.В. Красникова, И.Е. Кострова, Д.В. Машкин. -СПБ.: СПбГУНИПТ, -2007. -С.132.
58. Кретович, В.Л. Растительные белки и их биосинтез / В.Л. Кретович. - М.: Наука, 1975. - 170 с.
59. Кудрин, А. Н. Пища как лекарство / А. Н. Кудрин // Пища, вкус и аромат. – 1998. – № 4. – С. 2–3.
60. Кудряшова, А.А. Секреты хорошего здоровья и активного долголетия / А.А. Кудряшова. - М.: Пищепромиздат, 2000. - 320 с.

61. Кузнецова, Л.С. Технология приготовления мучных кондитерских изделий/Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова //М.: Академия, 2006. -320с.
62. Кулешова Н.И. Использование цельного семени льна в производстве инновационного продукта с заданными свойствами и его товароведная характеристика / Н.И. Кулешова, В.М. Позняковский // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов, №6 — Орел: Издательство Государственный университетский научно-учебный комплекс, 2011. – С.57-60.
63. Лисицин, А.Б. Научное обеспечение инновационных технологий при производстве продуктов здорового питания / А.Б. Лисицин, И.М. Чернуха, Н.А. Горбунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. - №10. – С. 8-14.
64. Лурье И.С. Руководство по техническому контролю в кондитерской промышленности / И.С. Лурье. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 78с.
65. Лурье, И. С. Технохимический контроль сырья в кондитерском производстве / И. С. Лурье. - М.: Агропромиздат, 1987. - 271 с. М.: Наука, 1991.- 130 с.
66. Матвеева, И.В. Пищевые добавки хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий / И.В. Матвеева, И.Г. Белявская – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2001 – 115 с.
67. Матвеева, Т.В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий: монография / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2012. – 947с.
68. Математические и компьютерные методы в медицине, биологии и экологии: монография / под.науч.ред. В.И. Левина. - Пенза; М.: Приволжский Дом знаний; МИЭМП, -2013. -Вып. 2. -С.112
69. Мглинец А.И. Технология продукции общественного питания/ Н.А. Акимова, Г.Н. Дзюба и др.; под ред. А.И. Мглинца. — СПб.: Троицкий мост, 2010. — 73 с.
70. Миневич И.Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.18.01/ Миневич Ирина Эдуардовна.— М., 2009.— 27 с.

71. Морозова (Болдина), А.А. Использование нетрадиционного растительного сырья производстве мучных кондитерских изделий/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол, М.Ю. Рудь// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях». Пятигорск: РИА-КВМ, 2013.- С.210-212. Методическое руководство по производству хлебобулочных изделий с удлиненными сроками хранения //ГосНИИХП. М. - 2002. - 31с.
72. Нечаев, А.П. Пищевая химия /А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. - СПб.: ГИОРД, -2007. -640с.
73. Низова Г.К., Брач Н.Б. Изучение генетической коллекции льна на качество масла / Г.К. Низова, Н.Б. Брач // Аграрная Россия — М.: Изд-во ФОЛИУМ, 2010. — № 1— С. 32-35.
74. Никифорова, Т. Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учебное пособие / Т. Е. Никифорова. – ГОУ ВПО «иван.гос.хим. –технол.ун-т», Иваново, 2007. – 132 с.
75. Николаев Б.А. Структурно-механические свойства мучного теста/Б.А. Николаев. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 247с.
76. Никитина, Е.В. Микробиология: учебник для студ. вузов /Е.В. Никитина, С.Н. Киямова, О.А. Решетник. - СПб.; ГИОРД. -2008. -368с.
77. Нилов, Д. Ю. Современное состояние и тенденции функциональных продуктов питания // Д. Ю. Нилов, Т. Э. Некрасова // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. 2005. – № 2. – С. 28–29.
78. Оленников Д.И. Методика количественного определения суммарного содержания полисахаридов в семенах льна/Д.И.Оленников, Л.М. Тахаева //Химия растительного сырья. -Барнаул: Алтгу, -2007. -№4. С.85-90.
79. Павлюченко Е.С. Использование семян льна в технологии соусов / Е.С. Павлюченко, Н.П. Бондар // Сборник материалов юбилейной научно-практической конференции с международным участием «Технология и

- продукты здорового питания. Функциональные продукты питания». — М.: МГУПП, 2012. — С. 210-212.
80. Пат. 2206995 Российская Федерация МПК А21D2/3, Способ приготовления хлебобулочных изделий профилактического направления. /В.М. Юловский №2001123810/3; заявл. 27.08.2001; 27.06.2003.
81. Пат. №2430526 Российская Федерация МПК Ф21В8/02 Способ производства пшеничного хлеба /СПб. Р.А. Федерова, О.В. Головинская. №2010116126/13; заявл. 19.04.2010; опубл. 10.10.2011.
82. Пахомова О.Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур для повышения пищевой и биологической ценности продуктов питания / О.Н. Пахомова // Альманах «Научные записки Орел ГИЭТ» – Орел: Изд-во ГОУ ВПО «ОГИ ЭИТ», 2011. – №1.
83. Пащенко Л.П. Применение семени масличного льна в мучных кондитерских изделиях / Л.П. Пащенко, Л.А. Коваль, В.Л. Пащенко // Современные наукоемкие технологии № 6 — Пенза: Издательство «академия Естествознания», 2006.—С.95-96.
84. Пащенко Л.П. Функциональные свойства семени масличного льна / Л.П. Пащенко, Л.А. Коваль, В.Л. Пащенко // Успехи современного естествознания № 10 — Пенза: Издательство «Академия Естествознания», 2006.— С.98-99.
85. Пащенко, Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) /Л.П. Пащенко. Т.В. Санина, Л.И. Столярова. -Мю? Колос, -2007. -215с.
86. Пащенко, Л.П. Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. - М.: Колос, 2008. - 392 с.
87. Покровский А.А. Химический состав пищевых продуктов/ А.А. Покровский — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 227 с.
88. Пороховина Е.А. Разнообразие льна по биохимическому составу слизи для диетического питания. Роль льна в улучшении среды обитания и активном

- долголетия человека / Е.А. Пороховина, Н.Б. Брач, А.В. Павлов // Материалы Международного научно-практического семинара— Тверь, 2012. — С. 60-69.
89. Пучкова, Л. И. Технология хлеба / Л. И. Пучкова, Р. Д. Поландова, И. В. Матвеева. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.
90. Пучкова, Л. И. Хлебобулочные изделия лечебно-профилактического назначения / Л. И. Пучкова, Л. В. Лазарева // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. – № 11. – С. 10–11.
91. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства / Л.И. Пучкова. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.
92. Пучкова, Л.И. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева. — М.: ГИОРД, 2005. - 560 с.
93. Разумов, А.Н. Научные основы здорового питания /А.Н. Разумов, В.И. Вялков, В.И. Михайлов, К.А. Москаленко, А.Г. Одинец, В.Г. Сбежнева, В.Н. Сергеев. -М.: Издательский дпм «Панорама», -2010. -816с.
94. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: метод, рекомендации 2.3.1.19150-04/ сост.: В.А. Тутельян [др.]. — 2004.— 9 с.
95. Родина, Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров: учебник для студ. высш. учеб. заведений. -М.: Издательский центр «Академия», -2004. -208с.
96. Роль пищевых волокон в питании человека /Под ред. В.А. Иуиельяна, А.В. Поножевой, В.Г. Высоцкого. -М.: фонд «Новое тысячелетие», -2008. -С.15-50.
97. Романов, А. С. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность: Учеб.-справ. Пособие для вузов / А. С. Романов, Н. И. Давыденко, Л. Н. Шатнюк, И. В. Матвеева, В. М. Позняковский; под общ. ред. В. М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2005. – 278 с.
98. Санина, Т. Повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий массового потребления / Т. Санина, Е. Пономарева, О. Воропаева // Хлебопечение России. – 2006. – № 6. – С. 28–29.

99. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. — СПб.: Профи, 2009.— 296 с.
100. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. -СПб.: Профи, - 2009. -296с.
101. Силагадзе М.А., Пруидзе Э.Г., Пхакадзе Н.М., Хурцидзе М.Г. Биохимические и технологические исследования плодов кавказского бука. Функциональные продукты на их основе - International Scientific and Practical Conference "Innovation processes in the context of globalization of the world economy: Challenges, Trends, Prospects»,Prague, Czech Republic, p. 358-362, 2015
102. Силагадзе М.А., Пруидзе Э.Г., Хурцидзе М.Г., Пхакадзе Н.М. Использование местного сырья и нетрадиционных ингредиентов при производстве мучных изделий для лечебно-профилактического питания // Материалы международной научно-практической конференции «Достижения и перспективы развития кондитерского производства», Киев, 2015, С. 33-37.
103. Силагадзе М.А., Хецуриани Г.С., Пруидзе Э.Г., Хурцидзе М.Г. Культура льна в Грузии и перспективы ее использования в производстве продуктов лечебно-профилактического назначения // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Технология продуктов, хлебопродуктов и комбикормов», Одесса, 2015, с. 101-102.
104. Силагадзе М.А., Хецуриани Г.С., Хурцидзе М.Г., Пхакадзе Г.Н. Плоды кавказского бука из различных лесозон Западной Грузии и перспективы их использования в хлебопечении // Материалы международной научно-практической конференции «Достижения и перспективы развития хлебопекарной и кондитерской отраслей», Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2017, с. 55-58.
105. Скальный, А. В. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А. В. Скальный, И. А. Рудаков, С. В. Нотова, Т. И. Бурцева, В.В. Скальный, О. В. Баранова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 117 с.
106. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания /И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. -М.:Дели принт, -2008. -237с.

107. Смирнова Е.А. Проблемно-ориентированный персонифицированный подход к разработке новых продуктов / Е.А. Смирнова, В.А. Саркисян В.А. А.А. Кочеткова // Научно-производственный журнал «Пищевая промышленность».— М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 2013.— № 9. — С. 8-12.
108. Соловьёва, Е.А. Разработка технологии хлебобулочных изделий с физиологически функциональными пищевыми ингредиентами: автореф. дис... канд. наук: 05.18.01/Соловьёва Елена Анатольвна. -М.: -2006. -22с.
109. Тарасова В.В. Технология хлебобулочных изделий функционального назначения с применением различных видов пищевых волокон / В.В. Тарасова, А.П. Нечаев // Сборник материалов VIII научно-практической конференции. — М.: МГУПП, 2010. — С. 159-163.
110. Технология кондитерских изделий / под ред. Г.А. Маршалкина.— М.: Пищевая промышленность, 1978. — 446с.
111. Типсина Н.Н. Использование льна масличного в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / Н.Н. Типсина, Г.К. Селезнева // Вестник КрасГАУ. — Красноярск: КрасГАУ, 2010. — №4 — С. 178-181.
112. Тутельян, В. А. Коррекция микронутриентного дефицита – важнейший аспект концепции здорового питания населения России / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк // Вопросы питания. – 1999. – № 1. С. 3–12.
113. Тутельян, В.А. Новые стратегии в лечебном питании / В. А. Тутельян, Т. С. Попова. – М.: Медицина, 2002. – 140 с.
114. Химический состав пищевых продуктов. Кн.1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева — М.: Агропромиздат, 1987. — 224с.
115. Цыганова, Т. Б. Новый вид обогащенного хлебобулочного изделия с функциональными добавками / Т. Б. Цыганова, Е. А. Соловьёва // Хлебопечение России. – 2006. – № 6. – С. 32–33.
116. Чубенко, Н. Т. Структура ассортимента хлебобулочных изделий по новой классификации / Н. Т. Чубенко // Хлебопечение России. – 2011. – № 6. – С. 9–11.

117. Шатнюк, Л. Н. Научные аспекты использования инновационных ингредиентов в производстве специализированных продуктов питания / Л. Н. Шатнюк, Т. В. Спиричева // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2010. – № 2. – С. 54–57.
118. Bajpai M. Spectrum of variability of characteristics and composition of the oils from different genetic varieties of linseed. / M.Bajpai, S. Pandey, A. Vasishta //J. American Oil Chem. 1985.–№ 6. — 628 p.
119. Denk T., Grimm G. W. The Biogeographic history of beech trees // Rev. Palaeobot. Palynology: журнал. — 2009. — № 158. — С. 83 —100.
120. Dev D.K., Quensel E. Functional and micro structural characteristics of linseed (*Linum Usitatissimum* L.) flour and a protein isolate /D.K. Dev, E. Quensel //LWT, 1986/ -#19. - p.p.331-337.
121. Doxastakis, G. Lupin, Soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties /G. Doxastakis, I. Zafiriadis, M. Irakli, Y. Marlani&C. Tananaki //food Chemistry, 2002. -#77. -p.21-227.
122. Emaga T.H. Kinetics of the Hydrolysis of Polysaccharide Galacturonic Acid and Neutral Sugars Chains from Flaxseed Mucilage / T.H. Emaga, N. Rabetafika, C.S. Blecker, M. Paquot // Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2012.— v. 16, № 2.— pp. 139-147.
123. Gänzle M.G. From gene to function: metabolic traits of starter cultures for improved quality of cereal food /M.G. Gänzle//Food microbio. 2009. -#31. -p.p.29-36.
124. Gomez M., Ronda F., Blanco C.A., Caballero P.A. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. //Eur. Food Res. Technol. -2003. -V.216.-p.51-56.
125. Hussain S. Physical supplemented cookies /S. Hussain, F.M. Anjum, M.S.Butt, M.I.Khan, F.Asghar//Turkish J, Bid, 2006. -30. p.p.87-92.
126. Indrani, D. Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread/D. Indrani, P. Prabhasankar, J. Rajiv&G.R.Venkateswara//food research international. -2007. -#40. - p.p.1254-1260.

127. Inglett G.E. Rheological properties of Barley and Flaxseed composites/ G.E. Inglett, D. Chen, S. lee //Food and nutrition Sciences, 2013. -#4. -p.p.41-48.
128. Ioannou, I. Biological activities and effects of food processing on flavonoids as phenolic antioxidants, *Advances in applied biotechnology* /I. Ioannou, M, Ghoul, 2012. [электронный ресурс]. Режим доступа:
129. Kelvin K.T. Rheological and Light Scattering Properties of Flaxseed Polysaccharide Aqueous Solutions / K.T.Kelvin, D.N. Goh, E.H. Christopher, Yacine Hemar // *Biomacromolecules*, 2006. — № 7. — pp. 3098-3103.
130. Lipina E. Incorporation of ground flaxseed into bakery products and its effect on sensory and nutritional characteristics — a pilot study / E. Lipina, V. Canji // *Journal of Foodservice*, 2009. — p. 52-59
131. Mazza G. *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects* / Technomic Publishing Company, Inc., 1998 — p. 459.
132. Milani J., Maleki G. Hydrocolloids in food industry/J.Milani, G Maleki //Food industrial processes-methods and equipment, 2012. -p.17-38.
133. Process for preparation of flax protein isolate. United States Patent 7309773
134. Qian K.Y. Flaxseed Gum from Flaxseed hulls: extraction, fractionation and characterization / K.Y.Qian, S.W. Cui, Y. Wu, H.P. Goff // *Food Hydrocolloids*, 2012. — № 28. — pp. 275-283.
135. Rubial M. Sineiro Flaxseed as a source of functional ingredients /M. Rubial, C. Gutierrez, M. Verdugo, C. Shene //J. Soil. Sci. Plant nutr. 2010. -#10(3). -p.p.373-337.
136. Silagadze M., Gamkrelidze E., Gachechiladze S., Khurtsidze M., Pkhakadze G. Development of new generation “live” foods with rational use of raw materials from Georgian resources. *Scientific Enquiry In The Contemporary World: Theoretical Basics And Innovative Approach*, 8th edition, B&M Publishing, San Francisco, California, 2016, pp. 238-243.
137. Silagadze M., Pruidze E., Gachechiladze S., Khurtsidze M., Pkhakadze G. Development of functional dietary product on the base of complex use of local plant raw material. *Scientific Enquiry In The Contemporary World: Theoretical Basics*

And Innovative Approach, 8th edition, B&M Publishing. San Francisco, California, 2016, pp. 244-249.

138. Wang Y.D. Effect of drying methods on the functional properties of flaxseed gum powders //Y.D. Wang, B. Adhikari//Carbohydrate polymers. 2010. -#81. -p.p.128-133.
139. Warrand J. Structural investigations of the neutral polysaccharide of linum usitatissimum L. seed mucilage /J. Warrad, P. Michaud. L. Picton, G. Muller, B. Courtois, R. Ralainirina, J. Courtous //Int. j. Biol. Macromol. 2005. -#35.-p.p.121-125.
140. www.theplantlist.org/browse/A/Fagaceae/Fagus/, 2-Nov-2017