

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საინჟინრო-ტექნოლოგიური ფაკულტეტი

სოფიო გაჩეჩილაძე

მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების უგლუტენო პურფუნთუმეული ნაწარმის ტექნოლოგიების დამუშავება

სასურსათო ტექნოლოგიების (0104) დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი

დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

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

ქუთაისი 2018

სარჩევი

შესავალი	5
თავი 1. ლიტერატურული მიმოხილვა.....	12
1.1 ცელიაკის სამედიცინო ასპექტები	12
1.2. აგლუტენური დიეტა - გლუტენურ ენტეროპათიასთან ბრძოლის თანამედროვე ხერხები	16
1.3. უგლუტენო საკვები პროდუქტების წარმოების თანამედროვე მდგომარეობა და პერსპექტივები	24
1.3.1. უგლუტენო ფქვილოვანი პროდუქტების წარმოებაში გამოყენებული ნედლეულისა და ფუნქციური ინგრედიენტების დახასიათება.....	25
1.3.1.1. შემასქელებლები და სტაბილიზატორები, რომლებიც გამოიყენება უგლუტენო ნაწარმის რეცეპტურებში.....	33
1.3.1.2. თანამედროვე გამამდიდრებელი დანამატები, რომლებიც გამოიყენება უგლუტენო ნაწარმის რეცეპტურაში.....	37
1.3.1.3. პენტოზან შემცველი ნედლეული.....	39
1.3.1.4. ბეტა-გლუკან შემცველი ნედლეული.....	40
1.3.1.5. მიკრობიალური პოლისაქარიდები.....	42
1.3.2. მსოფლიოში დაბალცილოვანი და უგლუტენო პროდუქტების მწარმოებელი კომპანიები.....	43
1.4. საკვები პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიების განვითარება გაღვივებული მარცვლის გამოყენებით	46
1.4.1. მარცვლის ძირითადი კომპონენტების ცვლილება გაღვივების პროცესში	46
1.4.2. აღმოცენებული მარცვლის როლი თანამედროვე ადამიანის კვებაში ექსპერიმენტალური ნაწილი.....	56
თავი 2. კვლევის ობიექტები და მეთოდები	56
2.1. ხორბლის ფქვილის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრის მეთოდები	57
2.2. ცილის განსაზღვრა კიელდალის მეთოდით	57
2.3 ცხიმების განსაზღვრის მეთოდი სოქსლეთის აპარატზე	57
2.4. მარედუციერებელი შაქრების განსაზღვრა კ.ნ. ჩიჟოვას და ა.ნ. სონკინას მიკრომეთოდით	57
2.5. ასკორბინის მჟავას განსაზღვრა.....	59

2.6. ცომის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრის მეთოდები	60
2.7. საცდელი ლაბორატორიული ცხობის ჩატარების მეთოდი.....	63
2.8. მზა ნაწარმის ხარისხის ორგანოლექტიკური და ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების შეფასების მეთოდები	66
2.9. კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულების გაანგარიშება	71
თავი 3. აგლუტენური ნედლეულის შერჩევა და ანალიზი	74
3.1. ადგილობრივი, აგლუტენური ნედლეულის შერჩევა და მათი ფიზიკო-ქიმიური და ბიოქიმიური თვისებების შესწავლა.....	77
3.1.1. სოიო (ლათ. Glycine max)	78
3.1.2. ოსპი (ლათ. Lens culinaris)	81
3.1.3. ბარდა (ლათ. Pisum)	82
3.1.4. ამარანტი (ლათ. Amaranthus).....	85
3.1.5. ტოპინამბური (ლათ. Helianthus Tuberosus)	87
3.2. შერჩეული ნედლეულის მიკრონუტრიენტული შედგენილობის კვლევა	91
3.3. ადგილობრივი, აგლუტენური ნედლეულის ტექნოლოგიური თვისებების შესწავლა.	93
3.3.1 კვლევებში გამოყენებული აგლუტენური ნედლეულის მორფოლოგიური და ტექნოლოგიური დახასიათება	93
3.3.2. აგლუტენური ნედლეულის წყლის შთანთქმის უნარიანობის კვლევა.....	94
3.4. შერჩეული მარცვლოვანი და პარკოსანი ნედლეულის ბიოლოგიური ღირებულების ამაღლება ფერმენტული მოდიფიკაციის გზით მარცვლის გაღვივების პროცესის კვლევა და ოპტიმიზაცია.....	96
3.5 ნედლეულის გაღვივების პროცესის ოპტიმიზაცია საქართველოს მინერალური წყლების გამოყენებით	106
თავი 4. უგლუტენო პურის ტექნოლოგიის შემუშავება.	113
4.1. სტრუქტურის წარმომქმნელების შერჩევა და მათი გავლენის შესწავლა ცომის რეოლოგიურ თვისებებსა და პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიურ და ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებზე.....	113
4.2. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების ტექნოლოგიის შემუშავება და მისი გავლენა ცომისა და მზა ნაწარმის ხარისხის მაჩვენებლებზე.....	118

4.3. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გავლენა ცომის აირწარმოქმნისა და აირდამჭერ უნარზე	123
4.4 ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გავლენა პურის მიკრობიოლოგიურ მდგრადობაზე შენახვის პროცესში	126
4.5. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გავლენა უგლუტენო პურის კვებითღირებულებაზე.....	128
4.6. უგლუტენო პურის ტექნოლოგიის დამუშავება	129
4.6.1. უგლუტენო პურის ტექნოლოგია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენების გარეშე.....	130
4.6.2. უგლუტენო პურის ტექნოლოგია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით.....	132
ძირითადი დასკვნები	135
გამოყენებული ლიტერატურის სია	138

შესავალი

თემის აქტუალობა:

კვება ადამიანისათვის სასიცოცხლო მნიშვნელობის ფაქტორია, რომელიც განსაზღვრავს მის ჯანმრთელობას, სწორ განვითარებასა და შრომისუნარიანობას. ამიტომ მოსახლეობის კვების ორგანიზაცია მეცნიერულ-ჰიგიენურ საფუძველზე წარმოადგენს საერთო სახელმწიფოებრივ ამოცანას.

XXI საუკუნის საკვების ფორმულა ითვალისწინებს რაციონში ტრადიციულ პროდუქტებთან ერთად წინასწარ განსაზღვრული თვისებების მქონე, ანუ ესენციალური საკვები ნივთიერებებით, მიკროელემენტებით და ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით გამდიდრებული ფუნქციონალური პროდუქტების მუდმივად მოხმარებას.

ჯანსაღი კვების სფეროში ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების შემუშავება, რომლებიც მიმართულია ალიმენტარულად დამოკიდებულ დაავადებათა პროფილაქტიკასა და კომპლექსურ მკურნალობაზე. ასეთ დაავადებათა რიცხვს მიეკუთვნება ცელიაკია, რომლის დროს გლუტენშემცველი ხორბლის, ჭვავის, ქერისა და ზოგიერთი ფსევდომარცვლეულისა და პარკოსნების ფუძეზე დამზადებული საკვების გამოყენება იწვევს ორგანიზმში პათოლოგიური ცვლილებების ფართო სპექტრს.

დღეისათვის მსოფლიოში ცელიაკიის (გლუტენური ენტეროპათიის) პრობლემა მეტად აქტუალურია. ცელიაკია თანდაყოლილი გენეტიკური დაავადებაა, რომლის დროსაც გლუტენის აუტანლობა შენარჩუნებულია მთელი სიცოცხლის მანძილზე. ასევე, ბევრ ადამიანს აწუხებს კვებითი ალერგია გლუტენის შემცველ პროდუქტებზე. ამ დაავადებებს შორის პრინციპული განსხვავება ისაა, რომ გლუტენზე ალერგია დროებითია და სათანადო დიეტის დაცვით ასაკთან ერთად გაივლის, ცელიაკია კი არასოდეს ქრება. მსოფლიო ჯანდაცვისა და გასტროენტეროლოგიური ორგანიზაციების უკანასკნელი მონაცემებით ცელიაკით დაავადებულთა რაოდენობა მსოფლიო მოსახლეობის 2% შეადგენს და სულ უფრო მზარდი ტენდენციით ხასიათდება. საქართველოში, სადაც პურფუნთუშეულის, ფქვილოვანი საკონდიტრო და კულინარული ნაწარმის მოხმარების კულტია, ეს დაავადება განსაკუთრებულ რისკ-

ფაქტორს უკავშირდება. უკანასკნელ წლებში საკვების ხარისხისა და ეკოლოგიური მდგომარეობის მკვეთრი გაუარესების ფონზე, ცელიაკია გახდა წვრილი ნაწლავის ყველაზე ხშირი დაავადება.

ამჟამად გლუტენმგრძობიარე ცელიაკიით დაავადებული მოსახლეობის დიეტური კვების ორგანიზაციის პრობლემის საკითხებზე მუშაობენ ვ.ვ დოროხოვიჩი, ე.ა. საბელნიკოვა, დ.ვ. შნაიდერი, მ.ო. რევნოვა, ე.ს. ავერინა, Janatuinen E. K, Logan R. F., Mitt K., Collin P. და სხვა წამყვანი მეცნიერები, რომელთა ნაშრომებმა მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა ცელიაკიის მკურნალობასა და პროფილაქტიკის თეორიული და პრაქტიკული ასპექტების ჩამოყალიბებაში (22, 78, 79, 81, 119, 120, 122).

აგლუტენურ ნედლეულზე დამზადებული პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის ძირითადი ნაკლი მდგომარეობს მათ დაბალ კვებით ღირებულებაში. მათ ახასიათებთ შენახვის ხანმოკლე ვადები, სწრაფი დაობება, არათანაბარი ფორიანობა, არასაკმარისად ჩამოყალიბებული სტრუქტურა და რაც მთავარია ორგანოლეპტიკა.

ცელიაკიით დაავადებულთა რაციონის ოპტიმიზაციის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია პროდუქციის გამდიდრება სასიცოცხლოდ აუცილებელი ესენციალური საკვები ნივთიერებებით. ამ მიზნით პერსპექტიულია ადგილობრივი რესურსების, მათ შორის არატრადიციული ინგრედიენტების გამოყენება, რომელთა სწორი შერჩევა უზრუნველყოფს საჭმლის მომწელებელი სისტემის ფუნქციებისა და, ზოგადად, ნივთიერებათა ცვლის ნორმალიზებას ცელიაკიით დაავადებულთა ორგანიზმში.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, კვლევის ჩატარება, რომელიც მომართული იქნება უგლუტენო პურ-ფუნთუშეული პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიების დამუშავებაზე დროული და აქტუალურია.

კვლევის მიზნები და ამოცანები:

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანია ტრადიციულთან ერთად ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეულის გამოყენებით, ფერმენტული ნახევარფაბრიკატების კომპლექსური კვლევის საფუძველზე, უგლუტენო პურ-ფუნთუშეულის წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება.

კვლევის ამოცანები. დასახული მიზნის შესაბამისად განისაზღვრა შემდეგი ამოცანები:

- საკვლევი თემატიკის ირგვლივ სამამულო და საზღვარგარეთის სამეცნიერო - ტექნიკური ლიტერატურის და საპატენტო ინფორმაციის სისტემატიზაცია და ანალიზი;
- ადგილობრივი აგლუტენური მცენარეული ნედლეულის შერჩევა და მათი ფიზიკო - ქიმიური, ბიოქიმიური და ტექნო - ფუნქციონალური თვისებების შესწავლა;
- შერჩეული აგლუტენური მარცვლოვან და პარკოსან კულტურათა ნაყოფების გაღივების პროცესის კვლევა;
- ნედლეულის გაღივების პროცესის ოპტიმიზაცია საქართველოს მინერალური წყლების გამოყენებით;
- მინერალური წყლების გავლენით მარცვლის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა ცვლილების დინამიკის, გაღივების სიჩქარისა და ენერჯის კვლევა;
- ფერმენტული ნახევარფაბრიკატის ტექნოლოგიის შემუშავება;
- სხვადასხვა ტექნოლოგიური ფაქტორების გავლენით ცომის მიკრობიოლოგიური, ტექნოლოგიური, მიკროსტრუქტურული და რეოლოგიური თვისებების კვლევა;
- უგლუტენო პურ - ფუნთუშეული ნაწარმის გამდიდრება ბიოლოგიურად აქტიური ინგრედიენტებით და მათი გავლენა ნაწარმის ხარისხზე;
- ფერმენტული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით ფუნქციური დანიშნულების უგლუტენო პურ - ფუნთუშეულის წარმოების ტექნოლოგიის დამუშავება;
- მიღებული ნაწარმის კალორიულობის, კვებითი ღირებულების, უვნებლობის, მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების განსაზღვრა. მზა ნაწარმის ხარისხის კვლევა შენახვის პროცესში;
- დამუშავებული ტექნოლოგიის საწარმოო აპრობაცია;
- ტექნიკური დოკუმენტაციის პროექტების შედგენა.

მეცნიერული სიახლე

ლიტერატურული წყაროებისა და საპატენტო მასალების ანალიზის საფუძველზე მეცნიერულად დასაბუთებულია ტრადიციულთან ერთად ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეულის - ქართული სოიოს, ოსპის, ამარანტის, ტოპინამბურის, სხვადასხვა ფუნქციური დანამატების - საკვები ბოჭკოების, გაღივებული მარცვლის ფქვილის, შემასქელებლების კომპლექსური გამოყენება უგლუტენო პურ - ფუნთუშეულის წარმოებაში.

შესწავლილია ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეულის - მარცვლოვან და პარკოსან კულტურათა ნაყოფების ქიმიური და მიკრონუტრიენტული შემადგენლობა, ფიზიკო - ქიმიური, ბიოქიმიური, ტექნო - ფუნქციური თვისებები.

მოდულირებული ფერმენტული ნახევარფაბრიკატებისათვის შერჩეული და აპრობირებულია მაღალი ბიომისაწვდომობის ინგრედიენტები, რომლებიც უზრუნველყოფენ სპირტული და მჟავური დუდილის ოპტიმიზაციას, დუდილის პროდუქტების მრავალფეროვნებას, ნაწარმის კვებითი ღირებულების ამაღლებას, ტექსტურის ჩამოყალიბებას, შენახვის ვადების გახანგრძლივებას, მიკრობიოლოგიური უვნებლობის უზრუნველყოფას, საგემოვნო და არომატული თვისებების ფორმირებას.

მარცვლის გაღივების ოპტიმიზაციის მიზნით პირველადაა გამოყენებული სხვადასხვა მინერალიზაციის წყლები, მათ შორის სუსტი რადონის ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-სულფატური მინერალური წყალი, რამაც განაპირობა ანტიოქსიდანტური უნარისა და მიკრონუტრიენტების რაოდენობის მნიშვნელოვანი ზრდა და მაღალი ფუნქციური თვისებების მინიჭება.

ინოვაციური მიდგომებით დამუშავებულია ახალი თაობის უგლუტენო პურფუნთუშეული ნაწარმის ტექნოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის დამცავი ფუნქციების გააქტიურებას და ზოგადად ორგანიზმის გაჯანსაღებას.

შემუშავებულია უგლუტენო პურფუნთუშეულის წარმოების ტექნოლოგია, რომლის სიახლე დადასტურებულია საქართველოს პატენტით გამოგონებაზე P 6562 „ცელიაკით დაავადებულთათვის მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების უგლუტენო პურის მომზადების ხერხი (გაცემის თარიღი: 2016-11-04).

პრაქტიკული ღირებულება

ცელიაკიით დაავადებულთა დიეტოთერაპიაში გამოყენების მიზნით ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეულისა და ფერმენტული ნახევარფაბრიკატების კომპლექსური გამოყენებით შემუშავებულია პურფუნთუშეულის რეცეპტურები და ტექნოლოგიები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნაწარმის მაღალ სამომხმარებლო თვისებებსა და მაღალ ბიოლოგიურ ღირებულებას.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საკვები პროდუქტების ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ექსპერიმენტალურ საამქროსა და მრავალპროფილიანი საწარმოს შ.პ.ს. „ალატის“ პირობებში ჩატარდა საწარმოო აპრობაცია. შემუშავებულია უგლუტენო პურის ახალი ასორტიმენტი, რომელიც რეკომენდირებულია ცელიაკიითა და ცილა გლუტენის აუტანლობით დაავადებულ ადამიანთათვის.

კვლევის შედეგების საფუძველზე დამუშავებულია ტექნიკური დოკუმენტაცია - აგლუტენური პურფუნთუშეული ნაწარმის რეცეპტურების პროექტები.

კვლევის მეთოდოლოგია:

ნაშრომის მეთოდოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენს სამამულო და საზღვარგარეთის მეცნიერთა შრომები, პატენტები, საავტორო მოწმობები, მათ მიერ შექმნილი ტექნოლოგიები უგლუტენო პროდუქტების წარმოების სფეროში.

სამუშაოს შესრულების პროცესში გამოყენებულია ნედლეულის, ნახევარფაბრიკატებისა და მზა ნაწარმის სტანდარტული და საყოველთაოდ აღიარებული ორგანოლეპტიკური, ფიზიკო-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევის მეთოდები.

დაცვაზე გამოსატანი სამეცნიერო დებულებები

- ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეულის შედგენილობის, ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური თვისებების კვლევის შედეგები;
- აგლუტენური ნედლეულის ბიომისაწვდომობის ამაღლების მიმართულებით ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები;

- მარცვლეული და პარკოსანი ნედლეულის გაღვივების პროცესის ოპტიმიზაციაზე საქართველოს მინერალური წყლების გავლენის კვლევის შედეგები.
- უგლუტენო პურფუნთუშეული ნაწარმის რეცეპტურისა და ტექნოლოგიური პარამეტრების შემუშავების მასალები.

სამუშაოს აპრობაცია

სადისერტაციო გამოკვლევების ცალკეული შედეგები პერიოდულად იხილებოდა სტუდენტთა და ახალგაზრდა მეცნიერთა რესპუბლიკურ და საერთაშორისო კონფერენციებზე, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საინჟინრო-ტექნოლოგიური ფაკულტეტის საკვები პროდუქტების ტექნოლოგიების დეპარტამენტის სხდომებზე (2014-2017).

სადისერტაციო კვლევების შედეგები მოხსენებულია შემდეგ საერთაშორისო სამეცნიერო - პრაქტიკულ კონფერენციებზე:

1. საერთაშორისო სამეცნიერო - პრაქტიკული კონფერენცია „მეცნიერება და ინოვაციური ტექნოლოგიები“. ქუთაისი, აწსუ, 28-29 ნოემბერი, 2014.
2. საერთაშორისო სამეცნიერო - პრაქტიკული კონფერენცია „ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიები“. ქუთაისი, აწსუ, აპრილი, 2015.
3. საერთაშორისო „სამეცნიერო - პრაქტიკული კონფერენცია თანამედროვე საინჟინრო ტექნოლოგიები და გარემოს დაცვა“. ქუთაისი, აწსუ, 19-20 მაისი, 2016
4. საერთაშორისო სამეცნიერო - პრაქტიკული კონფერენცია „პურისა და საკონდიტრო მრეწველობის მიღწევები და განვითარების პერსპექტივები“. კიევი, კვების ტექნოლოგიების ნაციონალური უნივერსიტეტი, სექტემბერი, 2015.
5. საერთაშორისო სამეცნიერო - პრაქტიკული კონფერენცია „პურისა და საკონდიტრო მრეწველობის მიღწევები და განვითარების პერსპექტივები“. კიევი, კვების ტექნოლოგიების ნაციონალური უნივერსიტეტი, სექტემბერი, 2016.

პუბლიკაციები:

კვლევის შედეგების მიხედვით გამოქვეყნებულია 9 სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის 4 სტატია საერთაშორისო რეფერირებად ჟურნალებში, მიღებულია პატენტი გამოგონებაზე P 6562 (გამოქვეყნებულია საქ.პატენტის ბიულეტენში N20, 2016, გვ. 10).

დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა: სადისერტაციო ნაშრომი წარმოდგენილია კომპიუტერზე აკრებილ 154 გვერდებზე და შედგება 4 თავის, ძირითადი დასკვნებისა და 168 დასახელების ლიტერატურული წყაროსაგან, შეიცავს 27 ცხრილს, 13 სურათსა და 21 ნახაზს.

თავი1. ლიტერატურული მიმოხილვა

1.1 ცელიაკის სამედიცინო ასპექტები

შეუცვლელი კომპონენტებით გამდიდრებული საკვები პროდუქტების, მათ შორის საბავშვო, ფუნქციური, სამკურნალო - პროფილაქტიკური და დიეტური დანიშნულების პროდუქტების წარმოების განვითარება - სახელმწიფო პოლიტიკის ერთ ერთი პრიორიტეტული ამოცანაა ჯანსაღი კვების სფეროში.

სპეციალიზირებული კვების პროდუქტების ერთ-ერთ ჯგუფს მიეკუთვნება ნაწარმი, რომელიც არ შეიცავს ქრონიკული დაავადების - ცელიაკის გამომწვევ ცილა - გლუტენს [88, 111, 104, 165].

ცელიაკია ან გლუტენური ენტეროპათია - წვრილი ნაწლავის მემკვიდრული აუტოიმუნური დაავადებაა, რომელიც გვხვდება სხვადასხვა ასაკის ადამიანებში, მათ შორის ბავშვებში. დაავადების სიმპტომებია: ფიზიკური განვითარების შეჩერება (ბავშვებში), ქრონიკული ფაღარათი, დაღლილობა, თუმცა, შესაძლოა აღინიშნებოდეს სხვა ნიშნებიც, რომლებიც გავლენას ახდენენ სხვადასხვა ორგანოების და სისტემების მოქმედებაზე.

ცელიაკია ჩნდება ორგანიზმის ნეგატიური რეაქციით წებოგვარას გლუტენზე (ცილა-გლიადინის ფრაქციაზე), რომელსაც შეიცავს ხორბალი. მსგავსი ცილები ასევე აღმოჩენილია სხვა მარცვლოვან კულტურებში, როგორცაა ქერი და ჭვავი და სხვა [5, 40, 44, 88, 104, 136, 151, 165].

პირველად გლუტენული ენტეროპათიის სიმპტომების შესახებ მოხსენიებული იყო ინდურ ხელნაწერებში, რომლებიც დათარიღებულია 2000 წლის წინ. პირველი ცნობები დაავადების შესახებ აღწერილია ბერძენი ექიმების Aretaios Kappadozien და Aurelian ნაშრომებში. მათმა აღწერეს დაავადების სიმპტომები ბავშვებსა და ქალებში, როგორცაა ქრონიკული და ცხიმიანი ფაღარათი, გამოფიტვა და დაარქვეს ამ დაავადებას Diathesis coeliacus ან Morbus coeliacus. 1888 წელს ბართოლომეოს ჰოსპიტლის ექიმმა ლონდონში Samuel Gee პირველად ჩამოაყალიბა ბავშვებში ცელიაკის კლინიკური სურათის დეტალური აღწერილობა, რომელიც გახდა

კლასიკური. S. Gee დაარქვა დაავადებას ცელიაკია, რაც ლათინური თარგმანიდან ნიშნავს „მუცლის დაავადებას“. ნევროლოგიური სიმპტომები ცელიაკიის დროს პირველად აღწერა 1908წელს კარნეგი ბრაუნმა ლონდონიდან. ამავდროულად ამერიკელმა ექიმმა - მკვლევარმა Herter მიაქცია ყურადღება სასქესო მომწიფების დარღვევას ცელიაკიით დაავადებულ ბავშვებში და დაარქვა მას ინტესტინალური ინფანტილიზმი. მან ივარაუდა, რომ ჩვილ ბავშვებში დაავადება გამოწვეულია მიკრობული ფლორით. 1909 წელს Heubner გერმანიაში დააკავშირა ცელიაკია ნაწლავების მძიმე უკმარისობასთან. მას შემდეგ ამ დაავადებას ბავშვებში უწოდებენ ჯი-ჰერტერი-ჰიუნბერგის დაავადებას.

მხოლოდ 1950 წელს ჰოლანდიელმა პედიატრმა W.K.Dicke პირველმა დაადგინა კავშირი მარცვლოვანთა ცილის აუტანლობასა და ცელიაკიას შორის. თავის სამეცნიერო ნაშრომში, რომელიც მიუძღვნა ამ დაავადებას, მან პირველად დააკავშირა ბავშვებში ცელიაკიის მიზეზი სპირტში ხსნადი ცილის ფრაქციასთან ე.წ. გლუტენთან. 1952 წელს კი მარცვლეულობიდან გამოყოფილ იქნა გლუტენი და გამოკვლეულ იქნა მისი ფრაქციული შედგენილობა, რომელმაც გამოავლინა ავადმყოფთათვის მეტად ტოქსიკური ცილა გლიადინი. ეს მდგომარეობა დაამტკიცეს McIver და French, რომლებმაც პირველად გამოიყენეს აგლუტენური დიეტა ცელიაკიის მკურნალობისთვის [26, 80, 100, 115, 118, 127].

სამედიცინო ლიტერატურაში ცნება „გლუტენი“ წარმოადგენს ანაკრებს- წყალში უხსნადი ცილების (პროლამინების და გლუტენინების), ლიპიდების, შაქრების და მინერალების კომპლექსს. სხვადასხვა მარცვლოვნებში პროლამინები გვხვდება სხვადასხვა სახელწოდებით: ხორბალში - გლიადინების, ჭვავში - სეკალინების, ქერში - გორდეინების, შვრიაში - ავენინების და ა.შ. პროლამინების ყველაზე მაღალი კონცენტრაცია დაფიქსირებულია ხორბალში, შვრიაში, ჭვავში. სახელწოდება <<პროლამინი>> მიუთითებს ცილის ამინომჟავური შედგენილობის თავისებურებებზე, ანუ პროლამინისა და გლუტამინის მაღალ შემცველობაზე [163, 166].

ცელიაკიის დროს ნაწლავის ლორწოვანი გარსის დამახასიათებელი ცვლილებები პირველად აღწერა 1954 წელს Paulley. Rubin 1960 წელს გამოთქვა მოსაზრება ცელიაკიის,

როგორც ბავშვებისა და ზრდასრულების საერთო დაავადების შესახებ და ასპირაციული ბიოფსიის საშუალებით დაადგინა ცელიაკიისთვის დამახასიათებელი ატროფიის ჰიპერრეგენერაციული ტიპი.

1983 წელს C.O'Farrelly, J.Kelly და W.Hekkens გამოაცხადეს ცირკულირებული ანტისხეულების გლიადინთან მაღალი ტიტრირების დიაგნოსტიკური მაჩვენებლების შესახებ, რითიც საფუძველი ჩაუყარეს ცელიაკიის ატიპიური ფორმების გამოკვლევებს და სხვა დაავადებებთან მის ასოციაციას [88, 136, 151, 165].

ჩვენს ქვეყანაში დღემდე არ განხორციელებულა ფართომასშტაბიანი ეპიდემიოლოგიური გამოკვლევები. დაავადების სიხშირე საშუალოდ მსოფლიოში წარმოადგენს მოსახლეობის 1-2%. დიაგნოსტიკის პიკი კლინიკური მონაცემებით მოდის 1-დან 3 წლამდე ასაკზე [127].

უკანასკნელი 20 წლის სკრინინგული ეპიდემიოლოგიური გამოკვლევები მოწმობენ, რომ ცელიაკიის სიხშირე ევროპაში აღწევს 1%. სამედიცინო კვლევითი ცენტრების მონაცემებით ცელიაკია უფრო ხშირად გვხვდება ევროპაში - იტალიაში (1 ადამიანი 250-ზე) და ირლანდიაში (1 ადამიანი 300-ზე). აშშ-ში დაავადების სიხშირე შეადგენს 1 ადამიანი 4700-ზე, ამასთან ევროამერიკელებს შორის - 1/ 250-ზე. ჩინელებს, იაპონელებს და აფრიკელებს დაავადება იშვიათად უჩნდებათ. რუსეთში ცელიაკია იშვიათი დაავადებაა, თუმცა საშუალოდ სიხშირე შეადგენს 1 შემთხვევა 100-200 ადამიანზე რეგიონთან დამოკიდებულებით [81, 127, 163]. საქართველოში ამ დაავადებასთან მიმართებაში სერიოზული კვლევები დღემდე არ ჩატარებულა და სტატისტიკური მონაცემებიც დაავადებულთა შესახებ მწირია.

არსებობს ცელიაკიის გაჩენის რამოდენიმე ჰიპოთეზა, კონკრეტულად გენეტიკური, იმუნოლოგიური და დიპეპტიდაზური.

დიპეპტიდაზური თეორიის თანახმად დაავადება დაკავშირებულია დიპეპტიდაზების შემცირებულ აქტივობასთან ენტეროციტების ხაოიან ზედაპირზე, რის შედეგადაც არ ხდება გლიადინის მოლეკულიდან პროლინის საჭირო რაოდენობით მოხლეჩა, რაც შემდგომში ტოკსიკურად მოქმედებს წვრილი ნაწლავის ლორწოვან გარსზე.

ვარაუდობენ, რომ ნაწლავის სანათურში მეტაბოლიზმის დარღვევის შედეგად გროვდება გლიადინის ფრაქციის დაუმღელი პროდუქტები, რომლებიც ტოქსიკურად მოქმედებენ უშუალოდ ენტეროციტებზე. შედეგად ადგილი აქვს წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ატროფიასა და ცელიაკიის სიმპტომების განვითარებას.

იმუნოლოგიურ ჰიპოთეზას საფუძვლად უდევს შეცვლილი იმუნური პასუხი გლუტენზე. ამ ჰიპოთეზის თანახმად, წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის დაზიანების პირველად ფაქტორად ითვლება მასში გლუტენზე პათოლოგიური იმუნური რეაქციის განვითარება.

გასტროენტეროლოგთა მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ მეტად აღიარებულია გენეტიკური ჰიპოთეზა - გლუტენი უკავშირდება ერთროციტების სპეციფიკურ რეცეპტორებს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება სპეციფიკური იმუნური პროდუქტები, რომლებიც აზიანებენ წვრილი ნაწლავის ხალების ლორწოვანი გარსის ენტეროციტებს [106, 132, 146, 148].

დღეისათვის მსოფლიოში მკურნალობის ძირითად ხერხად მიჩნეულია ელიმინაციური დიეტოთერაპია, ანუ მკაცრი მუდმივი აგლუტენური დიეტა, რომელიც ითვალისწინებს კვების პროდუქტებიდან გლუტენის სრულ გამორიცხვას ან მის არსებობას პროდუქტებში კვალის სახით. გლუტენის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 20მგ 1 კგ პროდუქტზე (მშრალ ნივთიერებაზე გაანგარიშებით), საერთაშორისო სტანდარტების Codex Alimentarius მოთხოვნათა შესაბამისად [90, 92, 133, 134, 135]. ასევე დამატებით ნიშნავენ მედიკამენტოზურ თერაპიას, რომელიც მოიცავს საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების, ვიტამინების და მინერალური ნივთიერებების დამატებით მიღებას. ტორპიდული ცელიაკიის მკურნალობას აწარმოებენ მხოლოდ გლუკოკორტიკოიდული პრეპარატების საშუალებით.

ამჟამად საქართველოში სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების პროდუქტების სამომხმარებლო ბაზარზე ფქვილოვანი უგლუტენო ასორტიმენტი პრაქტიკულად არ მოიპოვება, ამიტომ მეცნიერული კვლევა, რომელიც მიმართულია აღნიშნული პროდუქტების რეცეპტურებისა და ტექნოლოგიების შემუშავებასა და დანერგვაზე აქტუალური და დროულია.

1.2. აგლუტენური დიეტა - გლუტენურ ენტეროპათიასთან ბრძოლის თანამედროვე ხერხები

ცელიაკის მკურნალობის ძირითად მიდგომად, რომელიც უზრუნველყოფს დაავადების გამოვლინების გაქრობას ან შემცირებას, რჩება მკაცრი დიეტოთერაპია, რომელიც კვების რაციონიდან გამორიცხავს მარცვლეულს, როგორცაა ხორბალი, ჭვავი, ქერი, შვრია [5, 13, 14, 16, 22, 26, 38, 54, 55, 62, 79, 81, 104, 107, 108, 120, 122, 128, 131, 140].

მარცვლოვანი კულტურების ოჯახი Gramineae, რომელსაც მიეკუთვნება ერთ ქვეჯგუფში Pooideae შემავალი ხორბალი, ჭვავი, ქერი წამოადგენს ძირითად ნედლეულს მარცვლოვანი და ფქვილოვანი პროდუქტების დასამზადებლად. აღნიშნულ პროდუქტებს განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ თანამედროვე ადამიანის კვებით რაციონში. ამავდროულად ზემოთ ჩამოთვლილი მარცვლოვანი კულტურები, მათ ენდოსპერმაში 80%-მდე გლუტენის შემცველობის გამო, „ტოქსიკურები“ არიან ცელიაკით დაავადებულთათვის.

გლუტენის ძირითად კომპონენტებს წარმოადგენენ პროლამინები (ხორბლის გლიადინი, ჭვავის სეკალინი, ქერის გორდინი და შვრიის ავენინი). ისინი შეადგენენ ცილის საერთო რაოდენობის 5-50%, რომლებიც იხსნებიან 60-80% ეთანოლის ხსნარში, გლუტელინები კი იხსნებიან 0,1 – 0,2% ტუტის ხსნარში [5, 25, 32, 96]. დიდი ხნის განმავლობაში ითვლებოდა რომ მხოლოდ სპირტში ხსნადი ცილოვანი ფრაქცია (პროლამინი), რომელსაც გააჩნია ორი ტიპის მრავალჯერ განმეორებადი ამინომჟავური თანმიმდევრობები Pro-Ser-Gln-Gln და Gln-Gln-Gln-Pro ცვლადი ამინომჟავების (გლუტამინის მჟავასა და პროლინის) ნაშთების უპირატესი შემცველობით, წარმოადგენს ტოქსიკურ ცილოვან ფრაქციას. გლუტამინის მჟავა (13,7-43,79%) და პროლინი (6,3 – 19,3%) უმეტეს წილად გამოვლენილია ხორბლის და ჭვავის გლიადინებში, ქერის გორდინებში და ნაკლები რაოდენობით შვრიის ავენინებში. დღეისათვის დამტკიცებულია, რომ გლუტელინებს გააჩნიათ პროლამინების იდენტური პეპტიდები ტოქსიკური ამინომჟავური თანმიმდევრობით, ამიტომ ჩვეულებრივ გამოიყენება მარცვლოვანთა ტოქსიკური ცილების მხოლოდ ერთი საერთო სახელწოდება - გლუტენი [11, 88].

ცილების ნარევი ტოქსიკური ფრაქციების გარჩევა (პროლამინების და გლუტელინების) შესაძლებელია ფრაქციონირების მეთოდით: ელექტროფორეზული და ქრომატოგრაფიული, ორგანული გამხსნელების და მოლეკულური საცრების (სეფადექსების) გამოყენებით, ასევე იმუნოლოგიური ანალიზების საშუალებით, როგორცაა ELISA, რომელიც ეფუძნება ცილასა და ანტისხეულს შორის ურთიერთქმედებას [2, 88, 146, 148].

ცილოვანი ფრაქციების შედგენილობა მარცვლეულში მოცემულია ცხრილში 1 [11, 14, 104, 146].

ცხრილი 1

ცილოვანი ფრაქციების შემცველობა მარცვლეულში

ცილოვანი ფრაქციების შემცველობა, %	მარცვლეულის კულტურა			
	ხორბალი	ჭვავი	ქერი	შვრია
ალბუმინები	1,2	25,3	12,5	12,5
გლობულინები	2,8	19,2	12,7	17,3
პროლამინები	43,5	25,4	34,4	23,1
გლუტელინები	36,0	16,5	29,6	29,3

ცხრილში მოცემული მონაცემებიდან ჩანს, რომ სპირტში ხსნადი და ტუტეში ხსნადი ცილების ფრაქციათა მაქსიმალურ რაოდენობას შეიცავენ ისეთი მარცვლოვანი კულტურები, როგორცაა ხორბალი და ქერი, ნაკლებს - ჭვავი, შვრიაში კი ჭარბობს ტუტეში ხსნადი ფრაქცია, სავარაუდოდ ამიტომაც ბევრ სკანდინავიურ ქვეყანაში შვრია ნებადართულია უგლუტენო დიეტის დროს. მოცემული კულტურები ფართოდ გამოიყენება ფქვილოვანი საკონდიტრო და პურ-ფუნთუშეული პროდუქტების წარმოებაში, თუმცა უგლუტენო პროდუქციისთვის ისინი დაუშვებელია.

ხორბალი წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს მარცვლეულ კულტურას, რომლის ფქვილიდან, მასში არსებული წებოგვარას (გლუტენის) წყალობით, ღებულობენ პურს ფოროვანი, მკვრივი და ელასტიური გულით, რაც წარმოადგენს „შხამს“ დიდი

რაოდენობით გენეტიკური დაავადების მქონე ადამიანებისათვის. გლუტენი შეიცავს ცელიაკიით დაავადებულთათვის ტოქსიკური ცილოვანი ფრაქციების მაქსიმალურ რაოდენობას: გლიადინსა და გლუტენინს, თანაფარდობით 1,2:1.

ხორბლის გლიადინი წარმოადგენს ცალკეულ პოლიპეპტიდურ ჯაჭვებს დაკავშირებულს შიდამოლეკულური დისულფიდური ხიდებით, რომელთა გაყოფა შესაძლებელია ერთმანეთისგან იონგაცვლითი ქრომატოგრაფიით, გელქრომატოგრაფიით ან ელექტროფორეზით ოთხ ძირითად ფრაქციად: α -, β -, γ - და ω -კომპონენტებად, რომელთაგანაც თითოეული შედგება რიგი ინდივიდუალური ცილებისგან. მათი საერთო რაოდენობა აღწევს 30-50, მოლეკულური მასებით 30000-დან 160000-მდე, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ფიზიკო-ქიმიური თვისებებით და ამინომჟავური შემადგენლობით და ტოქსიკურები არიან ცელიაკიით დაავადებულთათვის.

ამასთან დაავადების მთავარ მიზეზს წარმოადგენს A-გლიადინი, ის უფრო ინტენსიურად რეაგირებს ანტიგლიადინურ ანტისხეულებთან IgA და IgG, რომლებიც ჩნდებიან ცელიაკიით დაავადებულთა სისხლში. რუსეთის ი. ვავილოვის სახელობის მცენარეთა მცოდნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ მიღებული ნომენკლატურის თანახმად აღინიშნება α -გლიადინი, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ცისტეინის მაღალი შემცველობა, ის აწარმოებს 10-მდე შიდამოლეკულურ S-S-დისულფიდურ ბმებს მოლეკულაზე, რითაც A- გლიადინის მოლეკულის სტრუქტურას ენიჭება სიმტკიცე, რაც თავის მხრივ უზრუნველყოფს მოცემული ფრაქციის მაღალ იმუნოგენურობას და ტოქსიკურობას [5, 14, 88, 148].

ხორბლის გლიადინისთვის დამახასიათებელია შეუცვლელი ამინომჟავების ძალიან დეფიციტური შემცველობა - ის შეიცავს პირველ ლიმიტირებულ ამინომჟავას - ლიზინს (2,08%) და მეორე ლიმიტირებულ ამინომჟავას - თრეონინს (3,15%). ასევე ხორბლის გლიადინები შეიცავენ მცირე რაოდენობით მეთიონინს (საშუალოდ 1,2%), ცისტეინს (საშუალოდ 1,9%), თრეონინს, ტრიპტოფანს, არგინინს, ჰისტიდინს, თუმცა ამავე დროს აღინიშნება შეცვლადი ამინომჟავების მაღალი შემცველობა, როგორცაა გლუტამინის მჟავა (საშუალოდ 43,79%) და პროლინი (15,89%), რომელთა

განსაზღვრული თანმიმდევრობა იწვევს ტოქსიკურ რეაქციას გენეტიკურად მიდრეკილ ადამიანებში [11, 71].

გლუტენინი - ჰეტეროგენული ცილოვანი ფრაქცია შედგება მრავალი პოლიპეპტიდური ჯაჭვისგან მოლეკულური მასით 50000-დან 3000000-მდე, ერთმანეთთან დაკავშირებულია დისულფიდური S-S - ჯაჭვებით, რომლებიც ელექტროფორეზით იყოფიან არანაკლებ 15 კომპონენტად. ზოგიერთი მათგანი გლიადინის პეპტიდების ანალოგიურია და გააჩნიათ პოლიპეპტიდური ჯაჭვების უბნები ამინომჟავური ნაშთების იდენტური თანმიმდევრობით.

გლუტენინში შეუცვლელი ამინომჟავების (ლიზინი, არგინინი, ჰისტიდინი) შემცველობა უფრო მაღალია ვიდრე გლიადინში. ასე, მაგალითად, გლუტენინში ლიზინის შემცველობა შეადგენს საშუალოდ 2,6%, მაგრამ ამასთანავე ის უფრო ღარიბია, ვიდრე გლიადინი გლუტამინის მჟავით, პროლინით, ფენილალანინით [5, 44].

რუსეთის ნ.ი ვავილოვის სახელობის მცენარეთა მცოდნეობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის სახელმწიფო სამეცნიერო ცენტრის თანამშრომლების მიერ სანქტ-პეტერბურგის სავაჭრო-ეკონომიკური ინსტიტუტის კვების პროდუქტების ტექნოლოგიის და წარმოების კათედრასთან და სანქტ-პეტერბურგის ი.ი. მეჩნიკოვის სახელობის სახელმწიფო სამედიცინო აკადემიასთან ერთად ჩატარებულ იქნა კვლევები მარცვლოვანთა 60 ნიმუშზე პროლამინების ფრაქციებისა და კომპონენტების შემცველობაზე და შესწავლილია მათი ცილების რეაქციის ინტენსიურობა ცელიაკით დაავადებულთა შრატში არსებულ IgA და IgG-თან. მათი გამოკვლევების შედეგად ხორბლის სახეობებს შორის არ იქნა ნაპოვნი არატოქსიკური ფორმები, მაგრამ რბილი ჯიშების ზოგიერთ სახეობას არ აღმოაჩნდა α -გლიადინის კომპონენტი ან მას გააჩნდა სუსტი ფორმა, ასე მაგალითად დადასტურებულია, რომ უგლუტენო კომპოზიციაში T. monococcum ფქვილის დამატება 5-10% რაოდენობით ითვლება არატოქსიკურად და იძლევა ტრადიციულთან დაახლოებული, მაღალი ხარისხის პროდუქციის წარმოების საშუალებას. დღეისათვის იკვლევენ იმ ხორბლის ჯიშების სელექციის შესაძლებლობას, რომლებსაც არ გააჩნიათ გლუტენის ტოქსიკური ფრაქცია [88, 151, 165].

მეცნიერული კვლევებით დამტკიცდა, რომ ჭვავისა და ქერის ცილები იძლევიან აბსოლიტურად ანალოგიურ ინტენსიურ რეაქციას ავადმყოფის ანტიგლიადინურ ანტისხეულებთან, ნაკლები ხარისხით შვრიის, რადგან მათი პროლამინები წარმოდგენილია ხორბლის მსგავსი α -, β -, γ - და ω ფრაქციებით [151, 165, 166].

ჭვავი წარმოადგენს კიდევ ერთ მთავარ მარცვლოვან კულტურას, რომელიც განსხვავდება ხორბლისგან უფრო მაღალი კვებითი ღირებულებით, მაგრამ ასევე აკრძალულია ცელიაკით დაავადებულთა კვებისთვის. ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ითვლებოდა, რომ ჭვავის პურს არ გააჩნია წებოგვარა, რადგან ცილების დიდ ნაწილს შეადგენს წყალში ხსნადი და მარილში ხსნადი ფრაქციები. წებოგვარას ფრაქციების წილზე ჭვავის მარცვალში მოდის დაახლოებით 40%. ამასთან სეკალინის გლუტენთან თანაფარდობა შეადგენს დაახლოებით 1,5:1 შესაბამისად. ჭვავის გლიადინი (სეკალინი) წარმოადგენს ჰეტეროგენულ ცილას და შედგება ერთჯაჭვიანი და მრავალჯაჭვიანი კომპონენტებისგან მოლეკულური მასით 40000. ხორბალთან შედარებით ჭვავის სეკალინი შეიცავს მეტ პირველ ლიმიტირებულ შეუცვლელ ამინომჟავას (ლიზინს) საშუალოდ 39%-ით, არგინინს 44%-ით, ვალინს 11%-ით, ტრეონინს 17%-ით, რკინას 30%-ით, მაგნიუმს სამჯერ და კალიუმს ორჯერ მეტს.

გლუტენინი ჭვავის პურში ნაკლებად ჰეტეროგენულია, ვიდრე ხორბლის, მაგრამ ჭვავის წებოგვარას ფრაქცია შეიცავს დიდ რაოდენობა გლუტამინის მჟავას (დაახლოებით 41,3%) და პროლინს (14%), რაც შეადგენს მისი ტოქსიკურობის ერთერთ ფაქტორს [104, 165].

მეორე ადგილს ტოქსიკურობით, ხორბლის შემდეგ, იკავებს ქერი, რადგან მის ცილებში ასევე ჭარბობენ სპირტში ხსნადი (გორდინი) და ტუტეში ხსნადი ფრაქციები, რომელთა წილზე მოდის 60%-ზე მეტი. შეუცვლელი ამინომჟავების ჯამური მაჩვენებლით ქერის ცილა ბიოლოგიურად უფრო სრულფასოვანია (30,56 გ/100გ ცილაზე), ვიდრე ხორბლის ცილა (28,2გ/100გ ცილაზე). გორდინის შემადგენლობაში შედის: ლეიცინი - 7,0%, ფენილალანინი - 5,3%, ცისტინი - 2,5%, ტრიპტოფანი - 1,5% და ვალინი - 1,4% [88, 104, 165]. ქერის გლუტელინები განსხვავდებიან ხორბლის გლიადინებისგან ლიზინის (4%) და თრეონინის (დაახლოებით 4%) უფრო მაღალი

დონით. ამასთან გლუტამინის მჟავისა (დაახლოებით 43,2%) და პროლინის (13,73%) მაღალი შემცველობა (დადგენილია ქერის სპირტშიხსნად ფრაქციაში) განაპირობებს პეპტიდების მედეგობას ტრანსგლუტამინაზას ზემოქმედებისა და HLA ცილებთან მდგრადი ბმების წარმოქმნის მიმართ, რაც ახდენს ცელიაკის პროვოცირებას. ბიოტექნოლოგიისა და კვების მრეწველობის სფეროში ცნობილია ტენერ გრეგორისა და ჯონ ხაუიტ კრისპინ ალექსანდრეს გამოგონება, რომელიც გვამღევს საკვები პროდუქტების ან სასმელების მიღების შესაძლებლობას ქერის მარცვლის ფუძეზე, რომელიც არ შეიცავს ტოქსიკურ გორდენებს, გენურ - საინჟინრო მოდიფიკაციის საშუალებით ან გენების უდიდესი ნაწილის ან ყველა გენის მოცილების გზით, რომლებიც აკოდირებენ გორდენის ტოქსიკურ თანმიმდევრობას [83].

მარცვლოვანთა ოჯახიდან შვრია - ერთადერთი კულტურაა, რომელიც აქამდე იწვევს დისკუსიას ცელიაკით დაავადებულთათვის ტოქსიკურობის საკითხზე. ევროპელი და ამერიკელი მეცნიერები უვნებლად თვლიან საშუალო დოზებში შვრიის სპეციალური ჯიშების გამოყენებას, რომელიც გაზრდილია ისეთ პირობებში, რაც გამორიცხავს შვრიის სხვა ჯიშებთან მის დამტვერვას და სხვადასხვა მარცვლოვანებით მის დაბინძურებას [11, 14, 32, 104]. ასე კანადაში შვრიის მისაღები ნორმა, რომელიც დაუბინძურებელია სხვა მარცვლოვანი კულტურებით, მოზარდებისთვის შეადგენს 50-დან 70 გ/დღელამეში, ბავშვებისთვის - 20-დან 25-მდე გ/დღელამეში, რაც აფართოებს უგლუტენო პროდუქტების ასორტიმენტს, ასევე წარმოადგენს საკვები ბოჭკოების წყაროს [143].

რუსეთში ცელიაკით დაავადებულთათვის შვრიის პროდუქტების გამოყენება აკრძალულია [100, 127].

შვრიის ცილები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ხორბლის, ჭვავის და ქერის ცილებისგან ფრაქციული შედგენილობით. ტუტეში ხსნადი (ავენინი) და მარილში ხსნადი (ავენალინი) ფრაქციები, შემდგომ სპირტში ხსნადი და წყალში ხსნადი ფრაქციები განსხვავდებიან ზემოთ ჩამოთვლილ მარცვლოვან კულტურებისგან ლიზინის მაღალი შემცველობით: გლუტელინებში - 5%, ავენინებში - 3,3%, ალბუმინებში - 6,5 - 8,2% , რაც დაახლოებით ორჯერ მეტია, ვიდრე ხორბლის ცილებში. შვრიას ასევე

დიდი უპირატესობა აქვს სხვა მარცვლოვან კულტურებთან შედარებით მეთიონინის და ცისტინის შემცველობით: 3,7 და 4,2% შესაბამისად. შვრიის ცილებისთვის, ხორბლის და ქერის ცილებთან შედარებით დამახასიათებელია 2-2,5 ჯერ ნაკლები გლუტამინის მჟავების შემცველობა, რაც განსაზღვრავს მათი ტოქსიკურობის ნაკლებ ხარისხს [88].

ამგვარად, მარცვლოვანი კულტურები, განსაკუთრებით ხორბალი და ჭვავი, რომლებიც წარმოადგენენ მთავარ ნედლეულს ფქვილოვანი, საკონდიტრო, მაკარონის და პურის ნაწარმების მომზადებისთვის, რომლებიც თავისი მხრიდან მცენარეული ცილების, ნახშირწყლების, ვიტამინების, მაკრო-, მიკროელემენტების და მცენარეული ბოჭკოების წყაროს წარმოადგენენ, თავისი ტოქსიკურობის გამო შეუძლებელია გამოყენებულ იქნას უგლუტენო ნაწარმების მოსამზადებლად [33, 88, 104].

უგლუტენო დიეტის დაცვისას უკიდურესად მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ ისეთი პროდუქტების უარყოფა, რომლებიც შეიცავენ „აშკარა“ გლუტენს (პური, პურის და საკონდიტრო ნაწარმები, ხორბლის, მანის, ქერის, ბურღული, ბულგური, პოლბა, სპელტა, ტრიტიკალე, კამუტი (მაგარი ხორბლის სახეობა), ხორცის, პანირებული თევზის და ბოსტნეულის კერძები, პელმენები და სხვა), არამედ იმ პროდუქტებისა, რომლებიც შეიცავენ „ფარულ“ გლუტენს საკვები დანამატის სახით: მოხარშული ძეხვის, სოსისის, ხორცის, თევზის, ბოსტნეულის და ხილის კონსერვების, მათ შორის ტომატის პასტების, კეტჩუპების, ნაყინის რამოდენიმე სახეობის, იოგურტების, ხაჭოს პროდუქტები და პასტების, მდნარი ყველის, სოიოს სოუსების, კონცენტრირებული მშრალი სუპების, ბულიონის კუბიკების, სწრაფი მომზადების კარტოფილის პიურეს, კარტოფილის, სიმინდის ჩიპსები და ა.შ. წარმოების პროცესში, უმნიშვნელო რაოდენობით გლუტენის (0,06-2გ დღეში) მიღებაც კი გავლენას ახდენს წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის მდგომარეობაზე: იზრდება კრიპტების მოცულობა და სიღრმე, იზრდება ინტრაეპითელური ლიმფოციტების რიცხვი [132, 146, 148]. 1984 წელს P.J. Ciclitira ატარებდა ექსპერიმენტს ცელიაკით დაავადებულთა ლორწოვანი გარსის დაზიანებაზე მოხალისეებში ხორბლის გლიადინის 10, 100, 500 და 1000 მგ შეყვანის შემდგომ. კვლევის შედეგებმა აჩვენეს: გლიადინის 10მგ 6 საათის განმავლობაში არ მოახდინა არანაირი გავლენა, 100მგ, 4 საათის შემდეგ, იწვევდა ხაოების ზომიერ ცვლილებას და

ინტრაეპითელური ლიმფოციტების რაოდენობის ზრდას, გლიადინის 500 და 1000 მგ იწვევდა ზომიერ და ძლიერ გაბრტყელებას 4 საათის განმავლობაში. ამიტომ ალიმენტარული კოდექსით (რომი, 1999წ) ნებადართულია გლუტენის 10-50მგ მიღება, მაგრამ არსებობენ ავადმყოფები, რომლებიც ვერ იტანენ გლუტენის 20მგ-საც კი [11, 104, 133].

გლუტენის აუტანლობასთან ერთად ასეთ ავადმყოფებს გააჩნიათ ლაკტაზური უკმარისობა (75-100%), სხვა საკვები პროდუქტების აუტანლობა, როგორცაა ბრინჯი, ბანანი, ქათმის კვერცხის ცილა და სხვა.

ცელიაკით დაავადებულთა რაციონის შესადგენად დღესდღეობით ეყრდნობიან ზოგად დიეტარულ წესებს: ნახშირწყლოვანი კომპონენტი დგინდება ბურღლის - ბრინჯის, წიწიბურას, სიმინდის, ხორბლის, ბოსტნეულის, კარტოფილის, ხილის და კენკრის, ცილების და ცხიმების ხარჯზე - ხორცის, კვერცხის, რძის პროდუქტების, მცენარეული და ნაღების კარაქის ხარჯზე [81, 115]. ასევე აგლუტენურ დიეტაში ძალზედ მნიშვნელოვანია სისხლმბადი მიკროელემენტების როგორცაა რკინა, სპილენძის, კალციუმის, B ჯგუფის ვიტამინების, ცხოველური წარმოშობის სრულფასოვანი ცილების შემცველობის გაზრდა, რადგან მის დაცვას როგორც წესი თან სდევს ვიტამინების, მაკრო- და მიკროელემენტების და საკვები ბოჭკოების დეფიციტი [5, 96, 117].

მძიმე აგლუტენურ დიეტას იცავენ პაციენტების 50-დან 100%, ამასთან კლინიკური გაუმჯობესება და მორფოლოგიური დარღვევების აღდგენა მიმდინარეობს რამოდენიმე დღის განმავლობაში, განსაკუთრებით საბავშვო ასაკში, და დადებითი დინამიკა ამტკიცებს დიაგნოზის სისწორეს [115, 127].

ასეთი დიეტის დაცვა ძალიან ძნელია, ამიტომაც მანამ სანამ მეცნიერები ცდილობენ გლუტენური ენტეროპათიის მკურნალობის სხვა მეთოდების მოძიებას, დიეტოლოგები, გასტროენტეროლოგები კვების პროდუქტების მწარმოებლებთან ერთად უკვე 50 წლის განმავლობაში დაკავებული არიან უგლუტენო დიეტის საკითხებით.

ამ სფეროში მიღწევად ათვლება არა მხოლოდ უგლუტენო ნაწარმების რეცეპტურების დამუშავება, არამედ 160 წევრი-ქვეყნის საერთაშორისო ფორუმის შექმნა (Codex Alimentarius 118) [133]. უდიდეს სამუშაოს ასრულებს ცელიაკით

დაავადებულთა საზოგადოებების ევროპული ასოციაცია (AOECS) აგლუტენური პროდუქტების სისუფთავესთან ბრძოლაში, ამ საზოგადოების წყალობით იყო დამტკიცებული გლუტენის მინიმალური რაოდენობების აუცილებელი მარკირება სპეციალური აღნიშვნებით ხაზგადასმული ხორბლის თავთავის სახით, რომელიც აუცილებლად უნდა იქნას დატანილი მარკირებაზე ან წარწერა „gluten free” (არ შეიცავს გლუტენს) [16, 58, 79].

დღეს დღეობით საბაჟო კავშირის „სპეციალიზირებული, მათ შორის დიეტური სამკურნალო და დიეტურ პროფილაქტიკური კვების პროდუქტების ცალკეული სახეობების უვნებლობის შესახებ“ ტექნიკურ რეგლამენტთან შეთანხმებით TP TC 027/2012, უგლუტენო საკვები პროდუქტები უნდა დამზადდეს ერთი ან მეტი კომპონენტისგან, რომლებიც არ შეიცავენ ხორბალს, ჭვავს, ქერს, შვრიას ან მათ კროსბრედულ ვარიანტებს და უნდა იყოს შედგენილი და დამზადებული სპეციალური (გლუტენის დონის დამწვევი) წესით ერთი ან მეტი კომპონენტისგან, რომლებიც მიღებულია ხორბლის, ჭვავის, ქერის, შვრიისგან ან მათი კროსბრედული ვარიანტებისგან და რომელშიც გლუტენის რაოდენობა მოხმარებისთვის მზა პროდუქციაში შეადგენს არაუმეტეს 20მგ/კგ [104].

1.3. უგლუტენო საკვები პროდუქტების წარმოების თანამედროვე მდგომარეობა და პერსპექტივები

ამჟამად მსოფლიოში სწრაფად ვითარდება სპეციალიზირებული საკვები პროდუქტების წარმოება, მათ შორის პროდუქტებისა, რომლებიც თავისუფალია განსაკუთრებული ინგრედიენტებისგან, რომელთა არსებობა საკვებში არ არის რეკომენდირებული განსაზღვრული სამედიცინო მაჩვენებლებით (ალერგენები, ცილების რამოდენიმე ტიპი, ოლიგოსაქარიდები, პოლისაქარიდები და ა.შ). ნუტრიგენომიკისა და ნუტრიგენეტიკის წარმატებების გათვალისწინებით, ტენდენცია დიეტების ინდივიდუალიზაციის მიმართ იზრდება, რასაც მოსდევს სპეციალიზირებული საკვები პროდუქტების ბაზრის გაზრდა. უკანასკნელი წლების

მონაცემებით საკვები პროდუქტების გლობალური ბაზარი, რომელიც თავისუფალია არასასურველი ინგრედიენტებისგან, გაიზარდა 75%-ით.

კვების პროდუქტები, რომლებიც არ შეიცავენ გლუტენს (მარცვლოვან პროლამინებს), შეადგენენ ამ ბაზრის ერთერთ სეგმენტს. ამ პერიოდისთვის მათი წარმოება გაიზარდა 125% -ით.

1.3.1. უგლუტენო ფქვილოვანი პროდუქტების წარმოებაში გამოყენებული ნედლეულისა და ფუნქციური ინგრედიენტების დახასიათება.

ცნობილია რომ უგლუტენო დიეტის დაცვა არის ერთადერთი თერაპევტული საშუალება ცელიაკით დაავადებულთა პირებისთვის. ცელიაკია არის იმუნოგანპირობებული ენტეროპათია, რომელიც ჩნდება ხორბლის, ჭვავის, ქერის პროლამინების მოხმარებით.

უგლუტენო ფქვილოვანი ნაწარმის კვებითი ინჟინერიისათვის დამახასიათებელია ორი პრინციპული მიმართულება. პირველი მათგანი ითვალისწინებს ნაწარმის კონსტრუირებას ბუნებრივი აგლუტენური ნედლეულის საფუძველზე, უპირველეს ყოვლისა მცენარეული წარმოშობისა (უგლუტენო მარცვლეული, პსევდომარცვლეული, პარკოსნები, კაკლოვან მცენარეთა ნაყოფები (ნიგოზი, თხილი, ნუში), ბოლქვები და ა.შ.). ფაქტობრივად უგლუტენო ნაწარმის მთელი ასორტიმენტი ამჟამად იწარმოება ამ მიმართულებასთან დაკავშირებული ტექნოლოგიებით. მეორე, ბიოკატალიზური მიმართულება ორიენტირებულია გლუტენის მოცილებაზე ან გლუტენშემცველ ნედლეულში მის მოდიფიკაციაზე. მოცემულ ეტაპზე ეს მიმართულება კვლევითი დამუშავების სტადიაზეა.

პირველ შემთხვევაში საუბარი მიმდინარეობს უგლუტენო ფქვილოვანი ნაწარმების კვებით ინჟინერიაზე. ამავდროულად წყდება გლუტენშემცველი ხორბლის და ჭვავის ფქვილის პურცხოვის თვისებების მოდელირების პრობლემა. საუბარია უპირველეს ყოვლისა, ამ პროდუქტების სტრუქტურის წარმომქმნელი თვისებების იმიტაციის შესახებ. ხორბლის ფქვილში ძირითად სტრუქტურის წარმომქმნელ კომპონენტს წარმოადგენს წებოგვარა (გლუტენი) და სახამებელი, ჭვავის პურში -

არასახამებლური პოლისაქარიდები და ნაკლები ხარისხით - წებოვარა. როგორც წესი უგლუტენო ფქვილოვანი ნარევების კომბინირებას ახდენენ საკვები კომპონენტების ოთხი ჯგუფისგან (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

გლუტენისგან თავისუფალი ნედლეულის ძირითადი სახეები, რომლებსაც იყენებენ ფქვილის ნარევებში.

რიგის ნომერი N	სტრუქტურის წარმომქმნელების ძირითადი ჯგუფები	ნედლეულის კომპონენტები, რომლებიც შედიან სტრუქტურის წარმომქმნელების განსაზღვრულ ჯგუფებში
1	სახამებლური და არასახამებლური პოლისაქარიდების მაღალი შემცველობის ფქვილი	ბრინჯის ფქვილი, სიმინდის ფქვილი, შვრიის ფქვილი, პსევდომარცვლოვანთა (ამარანტი, წიწიბურა) ფქვილი და ბურლულის (ფეტვის, სორგოს) ფქვილი, სელის ფქვილი, მიწისთხილის ფქვილი, ხანჭკოლას ფქვილი და სხვა.
2	მაღალცილოვანი ინგრედიენტები	სოიოს იზოლატები და კონცენტრატები, ცერცვის, ლუპინის, ცილების იზოლატები, კაზეინი, შრატის ცილები კონცენტრატები და სხვა.
3	ჰიდროკოლოიდები	ქსანტანი, გუარის გუმფისი, ნატურალური და მოდიფიცირებული სახამებლის სხვადასხვა სახეები (კარტოფილის, სიმინდის, ბრინჯის, სორგოს და სხვა), მიკრობიალური პოლისაქარიდები.
4	ემულგატორები, გამაფხვიერებლები, საგემოვნო ინგრედიენტები	მელანჟი, ლეციტინი, საკვები სოდა, მარილი, შაქარი, არომატიზატორები, საღებავები, მინერალური დანამატები.

მოცემული ჯგუფების ნედლეული და მათი კომბინაციები ფქვილოვანი ნაწარმის კონკრეტულ რეცეპტურებში განსხვავებულია და განისაზღვრება ნაწარმის სახეობით და კვებითი ღირებულებით, ქიმიური შედგენილობითა და ნედლეულის ტექნოლოგიური თვისებებით. დასაპროექტირებელი საკვები სისტემების სტრუქტურა ფორმირდება ნედლეულის პირველი სამი ჯგუფით. ცნობილია ფქვილოვანი კომპოზიციების რეცეპტურები პურფუნთუშეულისა და ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმებისთვის, რომელთა შემადგენლობაში შედიან შემდეგი კომპონენტები:

- ა) სამივე ჯგუფის,
- ბ) 1 ჯგუფის,
- გ) 1 და 3 ჯგუფების,
- გ) 2 და 3 ჯგუფების,
- დ) 3 ჯგუფის.

მიუხედავად იმისა რომ მეოთხე ჯგუფის კომპონენტები ნაწარმის რეცეპტურაში შედიან შედარებით მცირე რაოდენობით, ისინი არსებით გავლენას ახდენენ საკვები სისტემების სტრუქტურულ - მექანიკურ თვისებებზე pH -ის ფორმირების, იონური ძალების, წყლის აქტიურობის, კომპლექს ნაერთების წარმოქმნის გზით.

რადგან ფქვილოვანი ნაწარმი წარმოადგენს სტრუქტურირებულ დისპერსიულ სისტემას, რომელსაც მიეკუთვნება საკვები ქაფები, ჟელეები, ემულსიები ან შერეული ტიპები, როგორცაა ჰელიო-ემულსიები, ქაფ-ემულსიების სისტემები, ამიტომ მათი შექმნისას ხდება საკვები პროდუქტების სასურველი რეოლოგიური თვისებების ფორმირება, რომელიც უზრუნველყოფს ტრადიციული პროდუქტებისათვის ადექვატურ ტექსტურას. ტექნოლოგიური კუთხით ამ ამოცანის გადაწყვეტას წინ უძღვის სტრუქტურის წარმომქმნელი კომპონენტების ოპტიმალური თანაფარდობის ძიება, საკვები სისტემის მტკიცე სტრუქტურის, მისი სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების, დამახასიათებელი სიბლანტის, სიმტკიცის, პლასტიკურობის, დრეკადობის ფორმირების პრობემების არჩევა. მეცნიერულ ასპექტში პრობლემა მდგომარეობს მაღალმოლეკულური ნაერთების (ცილების, პოლისაქარიდების) სინერგიზმის/ანტაგონიზმის კვლევაში.

გამოქვეყნებული რეცეპტურების უმეტესობა ეთმობა პურ-ფუნთუშეულ ნაწარმს, რომელთა ასორტიმენტი განისაზღვრება ნაციონალური ტრადიციებით, რაციონებისა და მენიუს დანიშნულებით, რომლებიც შეესაბამება კვებითი ღირებულების სპეციალურ მოთხოვნებს. გავრცელებულია ფქვილოვანი კომპოზიციები უგლუტენო მკარონის ნაწარმის დასამზადებლად. ასევე მრავალფეროვანია უგლუტენო ფქვილოვანი კომპოზიტები ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის ფართო ასორტიმენტისათვის.

თუმცა პრაქტიკულად არ არსებობს ფქვილოვანი კულინარული ნაწარმის (როგორცაა კლოცკები, პელმენები, ვარენიკები და სხვა.) რეცეპტურები რომელიც არ შეიცავს გლუტენს. მსგავსი სპეციალიზირებული კერძების და ნაწარმის რეცეპტურების დამუშავება კაფეების, რესტორნების და საზოგადოებრივი კვების სხვა დაწესებულებებისათვის ხდება სულ უფრო აქტუალური, რაც უკავშირდება ტურისტული სერვისის განვითარებას.

პირველი ჯგუფის ნედლეული, რომელიც გამოიყენება უგლუტენო ფქვილოვანი ნაწარმის დასამზადებლად, პირობითად შესაძლოა დავყოთ ორ ქვეჯგუფად (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

სახამებლური და არასახამებლური პოლისაქარიდების მაღალი შემცველობის ნედლეულის დახასიათება

ქვეჯგუფი A	ქვეჯგუფი B
1	2
სახამებლის მაღალი შემცველობის ნედლეული (ბრინჯის ფქვილი, სიმინდის ფქვილი, სორგოს ფქვილი და სხვა)	არასახამებლური პოლისაქარიდების მაღალი შემცველობის ნედლეული (წიწიბურას ფქვილი, შვრის ფქვილი, ამარანტის ფქვილი, სელის ფქვილი და სხვა)
ნაკლოვანებები	
დაბალი კვებითი ღირებულება, რომელიც განპირობებულია სახამებლის მაღალი შემცველობით,	არასახამებლური პოლისაქარიდების ტექნოლოგიური თვისებები არ არის სრულყოფილად შესწავლილი

1	2
საკვები ბოჭკოების, ვიტამინების, მინერალური ნუტრიენტების დაბალი შემცველობით	
უპირატესობები	
გაცხელებისას გააჩნიათ ბლანტი-ელასტიური ცომის ფორმირების უნარი	მრავალფეროვანი ფიზიოლოგიური თვისებები, მაღალი კვებითი ღირებულება, რომელიც განპირობებულია შედარებით მაღალი ბალანსირებული ამინომჟავური, პოლიფენოლების და ანტიოქსიდანტების, ფოლატების და B ჯგუფის ვიტამინების, საკვები ბოჭკოების შედგენილობით

უგლუტენო პურის კლასიკური რეცეპტურები დაფუძნებულია ბრინჯის და სიმინდის ფქვილზე (ქვეჯგუფი A) ცილოვან, უპირატესად სოიოს იზოლატებთან კომბინაციაში. დისპერსიების (ცომი, მზა ნაწარმი) რეოლოგიური თვისებების კორექტორების სახით იყენებენ ასევე ჰიდროკოლოიდებს როგორცაა ქსანტანი, მოდიფიცირებული სახამებელი, ფქვილის წონის 1-3% რაოდენობით.

სახამებლის შემცველ პროდუქტებზე დაფუძნებული რეცეპტურებით შექმნილი ფქვილოვანი ნაწარმების ძირითად ნაკლოვანებას წარმოადგენს მათი დაბალი კვებითი ღირებულება, რომელიც განპირობებულია სახამებლის მაღალი შამცველობით, საკვები ბოჭკოების, ვიტამინების, მინერალური ნივთიერებების დაბალი შემცველობით. ქვეჯგუფი A ნედლეულზე შექმნილი ფქვილოვანი ნაწარმის ტექნოლოგიების სრულყოფა უნდა ეფუძნებოდეს, უპირველეს ყოვლისა, სახამებლის სხვადასხვა სახეების კოლოიდურ-ქიმიური თვისებების კვლევას (კერძოდ, ამილოზისა და ამილოპექტინის თანაფარდობის განსაზღვრას) და ფქვილოვანი ნაწარმის შეუცვლელი მიკრო და მაკრონუტრიენტებით გამდიდრების ხერხების დამუშავებას. ამ შემთხვევაში ძირითად პრობლემას წარმოადგენს მზა პროდუქტის შემადგენლობის გამდიდრება ისეთი

ნუტრიენტებით, რომლებიც ეფექტურად შეითვისებიან ორგანიზმის მიერ, ანუ შეთავსებადი იქნებიან ადამიანის ორგანიზმის ფერმენტულ სისტემასთან. გამდიდრებული უგლუტენო პროდუქტების კონსტრუირება უნდა წარმოებდეს არა მხოლოდ შესათვისებლად ადვილი ფორმის მიკროელემენტების და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების კომბინირების გათვალისწინებით, არამედ შეძლებისდაგვარად ტექნოლოგიურად გამართლებული შენაერთების შექმნის შესაძლებლობით, რომლებიც ხელს უწყობენ სასურველი სამომხმარებლო თვისებების ფორმირებას.

ამ თეზისის ილუსტრირება შესაძლებელია კალციუმით გამდიდრებული პროდუქტების მაგალითზე. ცნობილია, რომ კალციუმის შეთვისება იზრდება ინულინის, ინულინის მსგავსი ფრუქტანების და ოლიგოფრუქტოზის მონაწილეობით.

მსგავსი ნახშირწყლების ორგანულ მჟავებთან და ცილების პოლიმერებთან კომბინაცია ქმნის ეფექტურ პრებიოტიკურ კომპლექსს. ამ გარემოების გათვალისწინებით გამართლებულია პურის გამდიდრება ისეთი მარილებით როგორცაა კალციუმის კაზეინატი და კალციუმის ნიტრატი. ამ მარილების არსებობა უგლუტენო პურის რეცეპტურაში აუმჯობესებს პურის სტრუქტურულ თვისებებს - მოცულობას და ფორიანობას [7].

უგლუტენო ფქვილოვანი პროდუქტების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიები უპირატესად ეფუძნება მცენარეული წარმოშობის არასახამებლური პოლისაქარიდების მაღალი შემცველობის (B ქვეჯგუფი) ნედლეულის გამოყენებას. არასახამებლური პოლისაქარიდების მთავარ ღირსებას წარმოადგენს მათი მრავალფეროვანი ფიზიოლოგიური თვისებები (ცხრილი 4).

ცხრილი 4.

მოუნელებადი ნახშირწყლოვანი ფრაქციების ძირითადი ფიზიოლოგიური თვისებები

მოუნელებადი ნახშირწყლები	ძირითადი ფიზიოლოგიური თვისებები
1	2
	ნაწლავის პერისტალტიკის გაუმჯობესება, დანაყრების შეგრძნების გაზრდა, ქოლესტეროლის

1	2
არასახამებლური პოლისაქარიდები	შემცირება (მხოლოდ რამოდენიმე ფორმისთვის, რადგან მაღალი სიბლანტის ბოჭკოები, მაგალითად β - გლუკანი და პექტინები); მოკლექაჭვიანი ცხიმოვანი მჟავების (აცეტატები, პროპიონატები, ბუთირატები)
მოუნელებადი ოლიგოსაქარიდები	მოკლექაჭვიანი ცხიმოვანი მჟავების წყარო, ცვლიან მიკროფლორის ბალანსს (ანუ მოქმედებენ როგორც პრებიოტიკები); ასრულებენ ინუმომოდულატორების როლს (იუწყება კუჭის ბარიერული ფუნქციების გაუმჯობესების შესახებ ინფექციების მიმართ); ზრდის კალციუმის ადსორბციას; შესაძლებელია გააჩნდეს პრებიოტიკის ფუნქცია.
რეზისტენტული სახამებელი	მოკლექაჭვიანი ცხიმოვანი მჟავების წყარო; სავარაუდოა გააჩნდეს დადებითი გავლენა გლიკემიურ ინდექსზე და სისხლის ლიპიდებზე.

ქიმიური ნაერთების ამ ჯგუფისთვის განმარტოვადებელ ტერმინს წარმოადგენს საკვები ბოჭკო (დიეტური ბოჭკოები). 100/2008 ევროკავშირის დირექტივის თანახმად „ბოჭკო“ განისაზღვრება როგორც ნახშირწყლების პოლიმერები. ისინი შედგებიან სამი ან მეტი მონომერული ერთეულისგან, რომლებიც არ მოინელებიან და არც ადსორბირდებიან ადამიანის წვრილ ნაწლავში და მოიცავს:

- ერთს ან მეტ საკვებ ნახშირწყლოვან პოლიმერებს, რომლებიც ბუნებრივად მოიპოვება საკვებში.
- ნახშირწყლოვან პოლიმერებს, რომლებიც მოღებულია საკვები ნედლეულისგან ფიზიკური, ენზიმატური ან ქიმიური მეთოდებით;

- საკვებ სინთეტიკურ პოლიმერებს, რომლებსაც გააჩნიათ დადებითი ფიზიოლოგიური ეფექტი, რომელიც დადასტურებულია საზოგადოდ მიღებული სამეცნიერო მტკიცებულებებით“.

არასახამებლური პოლისაქარიდების ტექნოლოგიური თვისებები არასაკმარისადაა შესწავლილი.

უგლუტენო ფქვილოვანი ნაწარმის ტექნოლოგიებში გამოიყენება არასახამებლური პოლისაქარიდები, რომლებიც ბუნებრივად არსებობენ საკვები ნედლეულის ისეთ სახეობებში, როგორცაა პსევდომარცვლეული, შვრია, ზოგიერთი მიკროორგანიზმების ბიომასა.

ბუნებრივი არასახამებლური პოლისაქარიდები, რომლებიც გამოიყენება უგლუტენო ფქვილოვანი პროდუქტების წარმოებაში მოყვანილია ცხრილში 5.

ცხრილი 5.

უგლუტენო ფქვილოვანი პროდუქტების წარმოებაში გამოყენებული არასახამებლური პოლისაქარიდები

პოლისაქარიდის დასახელება	ბუნებრივი წყარო
პენტოზანები	ამარანტი, წიწიბურა, ბრინჯის ქატო
ლიგნანები, პენტოზანები	სელი, კანაფი
B - გლუკანები	შვრია
მიკრობული ეგზო-პოლისაქარიდები	მოკროორგანიზმები Lactobacillus, Weisella, Leiconostoc გვარის

ნედლეულის ამ სახეობების უპირატესობას წარმოადგენს მათი მაღალი კვებითი ღირებულება, რომელიც განპირობებულია ბალანსირებული ამინომჟავური შედგენილობის ცილების, პოლიფენოლების და ანტიოქსიდანტების, ფოლატების და B ჯგუფის ვიტამინების, საკვები ბოჭკოების შედარებით მაღალი შემცველობით. მათი

მაღალი კვებითი ღირებულება განსაზღვრავს ინტერესს ამ სახეობების ნედლეულის მიმართ სპეციალიზირებული საკვები პროდუქტების შესაქმნელად.

1.3.1.1. შემასქელებლები და სტაბილიზატორები, რომლებიც გამოიყენება უგლუტენო ნაწარმის რეცეპტურებში

უგლუტენო ფქვილოვანი ნაწარმის დამზადება გართულებულია რეცეპტურაში იმ ნედლეულის არ არსებობის გამო, რომლიც შეიცავს წებოგვარული კარკასის მაფორმირებელ ცილებს.

ამიტომ სტრუქტურის წარმომქმნელები წარმოადგენენ ერთერთ ძირითად კომპონენტს, რომელთა გარეშე შეუძლებელია უგლუტენო პურის მომზადება.

ამჟამად არსებობს ნატურალური საკვები დანამატების დიდი მრავალფეროვნება, რომელთაც გააჩნიათ წებოგვარული (გლუტენური) სტრუქტურის წარმოქმნის უნარი. მათ შორის სულ უფრო პოპულარული ხდება კვების წარმოებაში გამოყენებული შემასქელებლები, ჟელესწარმომქმნელები და სტაბილიზატორები, რომლებიც არეგულირებენ კონსისტენციას და ახდენენ ტექსტურის ფორმირებას არაუმეტეს 1% კონცენტრაციის დროს, რომელიც პასუხისმგებელია ძირითადად პროდუქტის გარეგან სახეზე, რაც მაღალკონკურენტულ ბაზარზე წარმოადგენს მნიშვნელოვან მახასიათებელს, ასევე გამოიყენება ცხიმის შემცველების სახით. ამათ გარდა ისინი წარმოადგენენ ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო ინგრედიენტებს, რომელთაც შეუძლიათ ქოლესტერინის დონის შემცირება სისხლში, ხელი შეუწყონ ნაწლავის ნორმალურ ფუნქციონირებას, განახორციელონ პრებიოტიკური ეფექტი და სხვა სასარგებლო თვისებები. მოცემული კვებითი დანამატების უმეტესობა მიეკუთვნება პოლისაქარიდების კლასს და გააჩნიათ ფართო გამოყენება საკონდიტრო, რძის, პურის ცხობის, მათ შორის უგლუტენო პურის წარმოებაში, ამავე დროს უფრო ხშირად გამოიყენება მოდიფიცირებული სახამებელი, ცელულოზა, კარბოქსიმეთილცელულოზა, ალგინატები, კარაგინანები, პექტინები, ამილოპექტინები, ქსანტანები, გალაქტომანანები (გუარის და კერატის გუმფისი) და სხვა.

ევროპული გამოკვლევების მონაცემებით, სტრუქტურის წარმომქმნელებს კვებითი ინგრედიენტების საერთო მოცულობაში უკავიათ მნიშვნელოვანი ადგილი (10-14% მთელი ბაზრისა). ამავე დროს სახამებელსა და ჟელატინზე მოდის 50% სტრუქტურის წარმომქმნელების გაყიდვებიდან, დანარჩენი ნაწილი ნაწილდება ისეთ პროდუქტებს შორის, როგორცაა გუმფისი, პექტინები და კარაგინანები [68, 109].

ხორბლის ფქვილის ალტერნატივას პროდუქტებში, რომლებიც არ შეიცავენ გლუტენს, წარმოადგენენ სიმინდისა და ტაპიოკას სახამებელი.

სტრუქტურის წარმომქმნელების სახით დიეტური არაცილოვანი ნაწარმის მოსამზადებლად ასევე ფართოდ გამოიყენება გაჯირჯვებადი სახამებელი, რომელიც მიღებულია ტენ-თერმული დამუშავებით, რომლებსაც გააჩნიათ ცივ წყალში გაჯირჯვების ან მთლიანად ხსნად მდგომარეობაში გადასვლის უნარი. ამასთან, სტაბილიზირებული (ჰიდროქსიპროპილირებული) სახამებლის დამატებითი გამოყენება წყვეტს მზა ნაწარმის სწრაფი რეტროგრადაციის (დაფაშრების) პრობლემას.

პოლისაქარიდი, რომელიც წარმოიქმნება ბაქტერიების *Xanthomonas campestris* ფერმენტაციული პროცესის შედეგად (ქსანტანური გუმფისი (E415)), გამოიყენება შემასქელებლის სახით ძალიან მცირე კონცენტრაციებში უგლუტენო პურის წარმოებისას კარგი წყლის შემაკავებელი აგენტის სახით, თავისი საუკეთესო რეოლოგიური თვისებების წყალობით. ამასთან, სიბლანტე არ არის დამოკიდებული pH-ისა და ტემპერატურის ცვალებადობაზე. უგლუტენო პურის რეცეპტურაში რეკომენდირებულ დოზებში (ცომის მასის 0,05%) კსანტანის გუმფისი ზრდის მის მოცულობას, აკავებს ტენიანობას და აუმჯობესებს სტრუქტურას.

გალაქტომანანები კერატის ნაყოფებიდან (*Ceratonia siligua*), გუარა (*Cyamopsis tetragonoloba*), ტარას ბუჩქი (*Cesalpinia spinosa*) - შემასქელებლები და მაჟელირებლები, რეკომენდირებული დოზირებით 0,2-დან 0,5%-მდე ფართოდ გამოიყენება უგლუტენო პურფუნთუშეული პროდუქტების დასამზადებლად მიმზიდველი გარეგნული იერის მინიჭების მიზნით. ისინი აუმჯობესებენ ცომის და მზა პროდუქტების სტრუქტურას, ზრდიან შენახვის ვადებს, ზღუდავენ რეტროგრადაციას, ასევე ისინი გამოიყენება პროდუქციის საკვები ბოჭკოებით გამდიდრების მიზნით.

ცელულოზებიდან ყველაზე ხშირად გამოიყენება კარბოქსიმეთილცელულოზა (კმც), რომელიც მზადდება ნატურალური გასუფთავებული ცელულოზისგან, რომელსაც გააჩნია მაღალი წყლის შთანთქმის უნარი. ის ანელებს დაძველების პროცესს, ახანგრძლივებს ნაწარმის შენახვის ვადებს, ხდის მათ გარეგნობას უფრო მიმზიდველს მომხმარებლისათვის, გამოიყენება უხსნადი დიეტური ბოჭკოს წყაროს სახით [68]. ასე, მოსკოვის კვების მრეწველობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეცნიერების მ. კირიუხინას, გ. დუბცოვას, გ. დუბცოვის მიერ ჩატარებულ იქნა გამოკვლევები უგლუტენო პურის ტექნოლოგიების და რეცეპტურების დამუშავების მიზნით, რისთვისაც ცომს ამზადებდნენ კარტოფილის სახამებლისგან (90,1%), მოდიფიცირებული სახამებლის (9,9%), სოიოს კონცენტრატის (9,9%), კარბოქსიმეთილცელულოზას (2,0%), მარგარინის (6,2%), მარილის (2,7%), შაქრის (2,0), მონოგლიცერიდების (2%) და კვერცხის ფხვნილის 9,9% გამოყენებით. გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ კარბოქსიმეთილცელულოზას დამატება ცომში, მისი მაღალი წყლის შეკავშირების უნარის გამო, უზრუნველყოფს პურის ხარისხის სტაბილურობას [67, 68].

ამის გარდა, გამოიყენება კარაგინანი (E407) და მისი მარილები, აგარი (E406), დაბალეთერიფიცირებული პექტინები (E440) და სხვა სტრუქტურის წარმომქმნელები.

თანამედროვე კვების პროდუქტების, მათ შორის დიეტური ასორტიმენტის მიზანმიმართული ზრდა უზრუნველყოფს მათზე გაზრდილ მოთხოვნილებას და მოითხოვს ასორტიმენტის განახლებას, რომელიც ასრულებს არა მხოლოდ ტექნოლოგიურ ფუნქციებს, არამედ წარმოადგენენ ჯანმრთელობისათვის სასარგებლო ინგრედიენტებს. ფართო გამოყენება პურცხობის სფეროში ჰპოვეს მარცვლოვნების საკვებმა ბოჭკოებმა მეორადი მცენარეული ნედლეულისა და სხვადასხვა არატრადიციული წყაროებიდან, რომლებიც აფართოებენ თანამედროვე ხარისხიანი პროდუქციის ასორტიმენტს. უწებოგვარო პურის დამზადებისას, უცხოელმა მკვლევარებმა (D.Sabanis, D. Lebesi, C. Tzia) გამოავლინეს, რომ სიმინდის და შვრიის ბოჭკოების გამოყენებამ შესაძლოა უზრუნველყოს უგლუტენო პროდუქციის ხარისხისა და ასორტიმენტის გაზრდა. პური, რომელიც შედგება სიმინდის სახამებლის, ბრინჯის ფქვილის და კმც-გან, სიმინდის საკვები ბოჭკოებისგან, (9გ 100გ-ზე გათვლით)

მოცულობაში იზრდება 218% -ით კონტროლთან შედარებით, მაგრამ ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით მას მიენიჭა უფრო დაბალი შეფასება, ვიდრე პურს საკვები ბოჭკოების 3 - 6 გ/100გ დანამატით. პურს, ქერის საკვები ბოჭკოს დანამატით, გააჩნდა უფრო ინტენსიური შეფერილობა და დიდი მოცულობა, ვიდრე საკონტროლო ნიმუშს [139].

მეცნიერებმა - Christine Rühmkorf, Heinrich Rübsam, Thomas Becker, Christian Bork და სხვებმა გამოიკვლიეს ჰიდროკოლოიდების სახით ეგზოპოლისაქარიდები (ეპს) ჰიდროქსიპროპილმეთილცელულოზა (ჰპმც), B დექსტრანი (curvatus TMB 1.624) და გამოავლინეს მათი დადებითი გავლენა უგლუტენო პურის ხარისხზე, კერძოდ ცომის წყლის შთანთქმის უნარსა და უგლუტენო პურის ხვედრითი მოცულობის ზრდაზე. პური მზადდებოდა ბრინჯის და წიწიბურას ფქვილის ფუძეზე [68].

ლიტერატურული მიმოხილვის ანალიზით, და ასევე კომპანიის მონიტორინგის ჩატარებით, რომლებიც დაკავებულია საკვები ინგრედიენტებით, ქ. სანქტ-პეტერბურგის ბაზარზე გამოვლენილი იქნა ნატურალური გაუმჯობესებული მასტრუქტურებლების ახალი სერია ციტრუსოვანთა საკვები ბოჭკოებისა და პექტინის მაღალი ჟელირების უნარით, რომლებმაც ჯერ ვერ ჰპოვეს ფართო გამოყენება. ციტრუსების საკვები ბოჭკოები მიიღება ციტრუსოვანთა ნაყოფების უჯრედის კედლების გამოშრობის გზით, ქიმიური რეაგენტების გამოყენების გარეშე, ციტრუსის პექტინი კი მიიღება ციტრუსების გამონაწურებისგან, რომლებიც სტანდარტიზირებულია საქაროზით. მაღალი წყლის შემცველებელი, მამულგირებელი და სტრუქტურის წარმომქმნელი თვისებები იძლევიან მათი გამოყენების შესაძლებლობას კონსისტენციის სტაბილიზატორის სახით ნაწარმის სტრუქტურის ჩამოყალიბების პროცესში, რაც ხელს უწყობს პროდუქციის სიახლის გახანგრძლივებას, მისი გარეგნული იერის, სტრუქტურისა და გემოს გაუმჯობესებას, და ასევე კვებითი ღირებულების ამაღლებას [41, 68].

ამიტომ უგლუტენო პურის ასორტიმენტის გაფართოება და მისი სამომხმარებლო თვისებების გაუმჯობესება შესაძლებელია მის რეცეპტურაში ახალი თაობის თანამედროვე ნატურალური სტრუქტურის წარმომქმნელი კომპონენტების გამოყენების ხარჯზე.

1.3.1.2. თანამედროვე გამამდიდრებელი დანამატები, რომლებიც გამოიყენება უგლუტენო ნაწარმის რეცეპტურაში

უგლუტენო პურფუნთუშეული ნაწარმის მთელი რეცეპტურული რაოდენობის დიდ ნაწილს შეადგენს სახამებელი, რომელსაც გააჩნია დაბალი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულება, რაც განპირობებულია საკვები ბოჭკოების, ვიტამინების და მინერალების მცირე რაოდენობით, ეს კი განსაკუთრებით აისახება ასეთი ნაწარმის ხარისხზე.

ამიტომაც დღესდღეობით ტარდება სამუშაოები უგლუტენო ნაწარმის გამამდიდრების მიმართულებით მათ რეცეპტურაში ისეთი ნედლეულის შეტანის გზით, რომელსაც გააჩნია მაღალი კვებითი ღირებულება და უნიკალური ბიოქიმიური შემადგენლობა.

ასე, მაგალითად, „ვორონეჟის საინჟინრო ტექნოლოგიების სახელმწიფო უნივერსიტეტის“ თანამშრომლების ი.მ. ჟარკოვის, ა.ა. კლიკონოსის, ლ.ა. მიროშნიჩენკოს მიერ გამოკვლეული და დასაბუთებულია ამარანტის ფქვილის გამოყენების შესაძლებლობა უგლუტენო პურის რეცეპტურაში, რომელშიც ცილების შემცველობა (16%) მაღალია ტრადიციულ მარცვლოვან კულტურებთან შედარებით. ამარანტის ცილები შეიცავს 30% -ზე მეტ შეუცვლელ ამინომჟავებს, და ცხიმებს (15%-მდე), ნახევარი მათგანი მოდის პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავებზე ω -6. ხარისხის საუკეთესო მაჩვენებლებით და მაღალი კვებითი ღირებულებით გამოირჩევიან ნიმუშები, რომლებიც დამზადებულია 60-45% ამარანტის ფქვილისა და 40-55% სიმინდის სახამებლის ნარევისაგან [27].

ამჟამად პურის, ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის და ფქვილის კომპოზიტიური ნარევების შემადგენლობაში, გამამდიდრებელი დანამატების სახით, ფართო გამოყენება ჰპოვა მცენარეულმა ნედლეულმა ხილისა და ბოსტნეულის ფქვილების სახით: ქაცვის, ვაშლის, ცირცელის, გოგრას, სტაფილოს, ჭარხლის და ა.შ., რომელთა გამოყენების უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ გამამდიდრებელ ეფექტთან ერთად ასევე უმჯობესდება ნახევარფაბრიკატების და მზა პროდუქციის სტრუქტურა და ტექნოლოგიური თვისებები.

ასე, მაგალითად, ო. გ. ჩიჟიკოვას, ლ.ო. კორშენკოს, ე. ს. სმერტინას და ქ. ვლადივოსტოკის შორეული აღმოსავლეთის ფედერალური უნივერსიტეტის სხვა ავტორების მიერ დამუშავებულია მშრალი ნარევები უგლუტენო პურის ნაწარმის მოსამზადებლად საოჯახო პირობებში, რომლის შემადგენლობაში შედის ბრინჯის, წიწიბურას, ცერცვის, სიმინდის ფქვილი და კარტოფილის სახამებელი, ასევე 4%-მდე დამატებითი ნედლეულის სახით ქაცვის ფხვნილი, რომელიც მდიდარია ცილებით, უჯრედისით, C ვიტამინით [115, 156].

ე.ნ. მოლჩანოვის, ე.ვ. ლის, ტ.მ. ისაკოვას მიერ გამოკვლეულ იქნა დაუმწიფებელი ბანანებიდან მიღებული ბანანის ფქვილის გამოყენების შესაძლებლობა - რეზისტენტული სახამებლის წყაროს სახით, რომელიც შეიცავს დიდი რაოდენობით მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობის მქონე საკვებ ბოჭკოებს, წებოგვარული ცილების გარეშე, ფხვიერი ნახევარფაბრიკატების წარმოების დროს უგლუტენო ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის ასორტიმენტის გაფართოებისთვის [69].

ურალის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საქონელმცოდნეობისა და ექსპერტიზის კათედრის მეცნიერების ნ.ვ. ლეიბეროვას, ო.ვ. ჩუგუნოვას და სხვა ავტორების მიერ დამუშავებულია უგლუტენო კექსის „ლიმონის ცუკატებით“ წარმოების ხერხი, რომელიც დაბალანსებულია ამინომჟავების შემადგენლობის მიხედვით და გამდიდრებულია საკვები ბოჭკოებით გოგრას ცუკატების და დანამცეცებული ლიმონის დამატების ხარჯზე [72].

მათ მიერ არის შემოთავაზებული რეცეპტურები უგლუტენო შაქრის ორცხობილებისა, რომლებიც შედგება სიმინდისა და ბრინჯის ფქვილისგან თანაფარდობით 50:50 მცენარეული ნედლეულისგან დამზადებული ნატურალური დანამატების შეყვანით ვაშლისგან დამზადებული ხილ-კენკროვანი ფხვნილების სახით (6,5%) და წითელნაყოფიანი ბალის ცირცელი (5%), ბრინჯისა და სიმინდის ფქვილის ნარევის მასიდან, რომელიც იზრდება ურალზე [55]. გამოკვლევების შედეგად დამუშავდა, უგლუტენო შაქრის ორცხობილას წარმოების ხერხი „მხიარული ვარსკვლავები“, რომლებიც გამდიდრებულია მინერალებით და ვიტამინებით, საკვები

ბოჭკოებით, მათ შორის პექტინით რეცეპტურაში ვაშლისა და ცირცელის ფხვნილების დამატების ხარჯზე [91].

მიუხედავად ამისა უგლუტენო ნაწარმის ასორტიმენტი, მათ შორის პურის, საჭიროებს გაფართოებას კვების თვალსაზრისით, ფასეული ინგრედიენტების გამოყენების ხარჯზე, რაც ნაკარნახებია არსებული ნაწარმის დაბალი კვებითი ღირებულებით და მზარდი სამომხმარებლო მოთხოვნით.

1.3.1.3. პენტოზან შემცველი ნედლეული

პენტოზან შემცველი ნედლეული (სელი, წიწიბურა, ამარანტი, ბრინჯის ქატოს მარცვალი და ფქვილი) გამოიყენება ჭვავის ფქვილის პურისცხოვის თვისებების იმიტირებისთვის, რომელშიც წყლის შთანთქმისა და წყლის დამჭერი უნარი განისაზღვრება ძირითადად არასახამებლური პოლისაქარიდებით.

ტექნოლოგიური თვალსაზრისით აუცილებელია მოცემული ტიპის ნედლეულის შემდგომი თავისებურებების აღნიშვნა:

- არასახამებლური პოლისაქარიდების შემცველობის მიხედვით მნიშვნელოვანი ვარიაციულობა, სახელდობრ პენტოზანების, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი წყლის დამჭერი და ტექსტურის წარმომქმნელი უნარით;
- სპეციფიკური მიკრობიოტა, რომელიც არსებითად განსხვავდება ხორბლისა და ჭვავის მარცვლის მიკრობიოტასგან;
- სპეციფიკური ორგანოლეპტიკური მახასიათებლები, რომლებიც არ ახასიათებთ ტრადიციულ მარცვლოვან კულტურებს.

ცნობილია, რომ წყალი არსებითად მოქმედებს უგლუტენო ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე, მის ელასტიურობაზე და დეფორმაციის მიმართ მედეგობაზე, გაზის შეკავების უნარზე. გარდა ამისა, ცომის წყლის დამჭერი უნარი გავლენას ახდენს პურის ხარისხზე, კერძოდ მის ტექსტურაზე, გარეგნობაზე, გემოსა და დაფაშრებაზე.

დადგენილია, რომ მოდელური კომპოზიტიური ნარევები, რომლებიც შეიცავენ პენტოზანების და სახამებლის იგივე რაოდენობას, როგორც ჭვავის ფქვილი, არსებითად

განსხვავდება წყლის ადსორბციის მაჩვენებლით, რაც დაკავშირებულია პენტოზანების და თანამგზავრი ნივთიერებების [28] ქიმიურ ბუნებასთან.

ეს განსაზღვრავს საწყის ნედლეულში ძირითადი სტრუქტურის წარმომქმნელი კომპონენტების ფიზიკო-ქიმიურ თვისებებს. პრაქტიკულად თითოეული ფქვილოვანი ნარევისთვის ხარისხიანი პურის წარმოებისას გათვალისწინებულია ცომის გამოსავლიანობა. ზოგადად პენტოზან შემცველი ნედლეულიდან შესაძლოა მივიღოთ ხარისხიანი პური ჰიდროკოლოიდების დამატებითი შეტანის გარეშე [68].

1.3.1.4. ბეტა-გლუკან შემცველი ნედლეული

ბეტა-გლუკანები არიან პოლისაქარიდები, რომლებიც შედგებიან ძირითადად 4-0 დაკავშირებული β-D-გლუკოპირანოზილისა და 3-0 დაკავშირებული β-D-გლუკოპირანოზილის ტიპის ოლიგომერებისგან [68].

ეს პოლისაქარიდები ხასიათდებიან მაღალი ტექნოლოგიური ფუნქციონალობით, კერძოდ მაღალი წყლის შთანთქმისა და დამჭერი უნარით (ცხრილი 6).

ცხრილი 6.

β- გლუკანების ზემოქმედება უგლუტენო ცომის წყლის დაჭერის უნარზე

საკვები ბოჭკოები	საკვები ბოჭკოების შემცველობა ცომში %, გადაანგარიშებული ფქვილზე	ცომის წყლის დამჭერი უნარი, % გადაანგარიშებული ფქვილზე
შვრიის β-გლუკანი	5,6	132,0
საფუარის β-გლუკანი	0,6	97,7
წყალმცენარეების β- გლუკანი	0,6	91,3

უგლუტენო ფქვილოვანი ნაწარმის ტექნოლოგიებისთვის განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს შვრია, რადგან EU Commission regulation EC N41/2009 იანვრის დოკუმენტის თანახმად შვრია განიხილება უგლუტენო ნედლეულად.

შვრიის β-გლუკანების ზემოქმედება უგლუტენო ცომის წყლის დაჭერის უნარზე განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს. შვრიის სახეობები ფილოგენეტიკურად განსხვავდებიან Triticum-ის გვარის მარცვლეულებისგან და ეს აისახება მათი ცილების შემადგენლობაზე. შვრიის მარცვლები შეიცავენ დაახლოებით 10% პროლამინებს, და ისინი განსხვავდებიან ხორბლის პროლამინებისგან პირველადი სტრუქტურით. ისინი არ შეიცავენ პენტაპეპტიდებს R₅, რომლებიც ტოქსიკურია ცელიაკიის დროს. შვრიის ძირითად ცილოვან ფრაქციას წარმოადგენენ გლობულინები (მარილხსნადი ცილები), სოიოს გლიცინინის მსგავსად.

მთლიანი მარცვლის დაფქვით მიღებული შვრიის ფქვილის ხარისხის ძირითადი მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრილში 7.

ცხრილი 7.

პურსაცხოში შვრიის ფქვილის ხარისხის ძირითადი მახასიათებლები (1)

მაჩვენებლები	განზომილების ერთეულები	მაჩვენებლების მნიშვნელობები
წყლის შეკავების უნარი	მლ/გ	0,70-0,75
სახამებელი	%	65 – 70
ცილა	%	12 – 13
დაზიანებული სახამებელი	%	2 – 5
დაფქვის ხარისხი		მსხვილი

თუმცა ეს მაჩვენებლები არ არის საკმარისი შვრიის ფქვილის პურსაცხოში თვისებების დახასიათებისათვის. ღიად რჩება საკითხი შვრიის პურის ხარისხზე სხვადასხვა ჯიშის შვრიის მარცვლის ქიმიური შედგენილობის გავლენის შესახებ.

დადგენილია რომ α - ამილაზას აქტიურობა უარყოფითად მოქმედებს პურის ხარისხზე. არ არის ნაპოვნი კორელაცია შვრიის პურის ხარისხსა და მარცვლის ისეთი ფერმენტების აქტიურობას შორის, როგორცაა β - ამილაზა, პროტეაზა ან პეროქსიდაზა.

1.3.1.5. მიკრობიალური პოლისაქარიდები

მიკრობიალური პოლისაქარიდების, როგორც ტექნოლოგიურად ფუნქციონალური პოლისაქარიდების წარმოება, ჩამოყალიბების სტადიაშია. გამოყოფილი მიკრობიალური პოლისაქარიდები გამოიყენება საკვებ სისტემებში როგორც შემასქელებლები.

ზოგიერთი მიკრობიალური პოლისაქარიდების გავლენა უგლუტენო ცომის ხარისხზე წარმოდგენილია ცხრილში 8.

ცხრილი 8.

სორგოს და ხორბლის მარცვლის მიკრობიოტას მიერ სინთეზირებული
ჰეტეროპოლისაქარიდები (1)

კულტურა	სუბსტრატი	მონოსაქარიდების შემადგენლობა	მოლეკულური მასა, და	გენი	სორგოს ფქვილის გავლენა ცომზე
1	2	3	4	5	6
L.casei	შვრიის სასმელი	გალაქტოზა, რამნოზა, გლუკოზა, არაიდენტიფიცირე ბული კომპონენტი	$10^4 - 10^5$	GTF	+
L.paracasei	შვრიის სასმელი	გალაქტოზა, რამნოზა, გლუკოზა, არაიდენტიფიცირე ბული კომპონენტი	$10^4 - 10^5$	GTF	+

1	2	3	4	5	6
L.parakefiri	პურის სასმელი	გალაქტოზა, გლუკოზა, არაიდენტიფიცირე ბული კომპონენტი	$10^4 - 10^5$	GTF	+
Weissella cibaria	პურის სასმელი	გლუკოზა	$2 \times 10^4 - 5 \times 10^5$	დექს ტრან- სუკრა ზა	გაურკვე- ველია

ეგზოპოლისაქარიდების მიღება შესაძლებელია L. sanfranciscensis (ლევანი), L.renteri (დექსტრანი), L. curvatus (დექსტრინი)-ის ფერმენტაციის დროს.

1.3.2. მსოფლიოში დაბალცილოვანი და უგლუტენო პროდუქტების მწარმოებელი კომპანიები

ამჟამად უგლუტენო პროდუქტებს მსოფლიოში აწარმოებენ მსხვილი კომპანიები და ფირმები, რომელთა პროდუქციას თითქმის მთლიანად აქვს დაკავებული სამომახმარებლო ბაზარი. ეს პროდუქცია ძალიან ძვირია და ხელმიუწვდომელია რიგითი მომხმარებლისათვის.

უგლუტენო პროდუქტების ყველაზე ცნობადი კომპანიებია:

1. ნიდერლანდებში, ქ. ზუტერმეერში დაარსებული კომპანია „Nutricia A Danone Company” - ერთერთი უმხსვილესია მსოფლიოში, რომელიც დაკავებულია ინოვაციების დამუშავებითა და დანერგვით სპეციალიზირებული კვების პროდუქტების სრულყოფისთვის.
2. 2011 წელს რუსეთში შეიქმნა კომპანია შპს „ Нутриция Эдване”, რომელმაც განავითარა ახალი მიმართულება - სპეციალიზირებული კლინიკური კვება. დღეისათვის Нутриция Эдване ლიდერია თავის სფეროში და მუშაობს მედიცინის რამდენიმე საკვანძო მიმართულებით - ფენილკეტონურია და სხვა იშვიათი

მეტაბოლური დაავადებები, ინტენსიური თერაპია, ონკოლოგია, პედიატრია, ალერგოლოგია და ა.შ.

შპს „ Нутриция Эдване” წარმოადგენს კომპანია „Nutricia“-ს აფილირებულ მიმწოდებელ ჯგუფს რუსეთში და ამჟამად წარმართავს წარმატებულ მოღვაწეობას რუსეთის, ყაზახეთის და ბელორუსიის ტერიტორიაზე.

3. კომპანია Milupa, დაარსებულია 1921წელს ფრიდრიხსდორფში, გერმანიაში, დააარსა ემილ პაულიმ გერმანიაში, საბავშვო საკვების ყველაზე მსხვილი მწარმოებელია.

1990 წლის დასაწყისიდან „Milupa“ ხსნის ფილიალებს ევროპის ქვეყნებში: პოლონეთსა და ჩეხეთში (2001 წ), გახსნა პირველი ფილიალი სხვა კონტინენტზეც - კანადაში. დღესდღეობით Milupa არსებობს 60 ქვეყანაში, მათ შორის ლატვიაში, გერმანიაში, პოლონეთში, ფინეთში, ჩეხეთში, სლოვაკეთში, რუმინეთში, უნგრეთში, ისლანდიაში, კანადაში. დღეისათვის Milupa შეადგენს საერთაშორისო ჯგუფი Danone -ს ნაწილს.

„Milupa Metabolics” 30 წელზე მეტია ზრუნავს ბავშვებზე, მოზარდებზე, რომლებმაც მემკვირდეობითი მეტაბოლური დაავადებების გამო აუცილებლად უნდა დაიცვან განსაკუთრებული კვება (დიეტა).

4. კომპანია „Hammermühle GmbH“ აწარმოებს ხანგრძლივი შენახვის პროდუქტებს (პური, ფუნთუშა, პურ-ფუნთუშეული პროდუქტების გამოსაცხობ ფქვილოვან კომპოზიციებს, საუზმეებს, მაკარონს, მათ შორის უგლუტენო და დაბალცილოვან პროდუქტებს).
5. კომპანია Schär – 20 წელზე მეტია უშვებს უგლუტენო პროდუქტებს.
6. კომპანია “Aproten” გვთავაზობს უგლუტენო და დაბალცილოვანი პროდუქტების ფართო ასორტიმენტს.
7. კომპანია “Sanavi”- არის კომპანია აღჭურვილი თანამედროვე ლაბორატორიებით ყველაზე მოწინავე მეცნიერული კვლევების ჩასატარებლად, დაარსებულია 1982 წელს. აწარმოებს დაბალცილოვან პროდუქტებს (გალეტებს, ბისკვიტებს,

იტალიურ პასტას, მაკარონის ნაწარმს, ხელოვნურ ბრინჯს, რძიან სასმელებს და სხვა)

8. კომპანია “TARANIS” აწარმოებს დაბალცილოვან პროდუქტებს, მათ შორის ცელიაკიით დაავადებულთათვის (რძის ცილის დაბალი შემცველობის დესერტებს), Choquito (შოკოლადის საუზმეებს), იოგურტის შემცველებს, ემენტალის გემოს მქონე კრეკერებს, ბისკვიტების ნარევებს, ნამცხვრებს, ორცხობილას, დაბალცილოვან ბურღულეულს, ფხვნილისებრ ნარევებს კოტლეტების, ხორცის, თევზის გემოს მქონე პაშტეტების მოსამზადებლად, ფუნთუშებს, ორცხობილებს, ვაფლებს, ორცხობილას, ტოსტებს, ჩიპსებს და სხვა.
9. კომპანია Promin აწარმოებს დაბალცილოვან პროდუქტებს - ცხელ საუზმეებს, Burger მიქსებს, ტორტებს, დესერტებს, მაკარონის ნაკეთობებს, პასტას სოუზში, პუდინგებს, ძეხვეულის მიქსებს, Snax, სპრედებს.
10. „უგლუტენო“ პროდუქტების (მაკარონის ნაკეთობების) წარმოება სავაჭრო მარკით „Мак. Мастреп“ დაწყებულია 1999 წელს რუსეთში. 2007 წელს გაშვებულია უგლუტენო ფქვილოვანი კომპოზიციების წარმოება არაცილოვანი და უგლუტენო გამომცხვარი პროდუქციისათვის (კომპოზიციები შეიცავს 100მგ/კგ - მდე გლუტენს მეტად და ცილას არაუმეტეს 0,9%).
11. სახამებლის შემცველი პროდუქტების მოსკოვის კვლევითი ინსტიტუტის მიერ რუსეთის გენეტიკურ ცენტრთან და ბავშვის ჯანმრთელობის ცენტრთან ერთად დამუშავებულია კვების პროდუქტები ცელიაკიით დაავადებული ბავშვებისთვის. ინსტიტუტის საცდელ წარმოებაში ამოქმედებულია მცირეცილოვანი ვიტამინიზირებული პროდუქტების გამოშვება რუსეთის ბავშვებისთვის; ასეთი პროდუქტები ასევე მიეწოდება ბელორუსიას, უკრაინას, კაზახეთს, სომხეთს დაავადებული ბავშვებისთვის.

მოწინავე ქვეყნებში ფუნქციონირებს საზოგადოება „ცხოვრება გლუტენის გარეშე“, რომელიც ცელიაკიის ასოციაციასთან ერთად ატარებს ბალტია - სკანდინავიის კონფერენციებს, რომელშიც მონაწილეობას ღებულობენ ლატვია, ესტონია, ლიტვა, ფინეთი, შვედეთი, ნორვეგია.

1.4. საკვები პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიების განვითარება გაღვივებული მარცვლის გამოყენებით

1.4.1. მარცვლის ძირითადი კომპონენტების ცვლილება გაღვივების პროცესში

დღეისათვის ჯანსაღი კვების დარგში ერთ–ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა ხორბლისა და სხვა კულტურების გაღვივებული მარცვლის გამოყენება კერძების ვიტამინიზაციის, პურფუნთუშეული და კულინარული პროდუქციის ასორტიმენტის გაფართოების მიზნით.

მთლიან მარცვალთან შედარებით, მარცვლის ჩანასახი შეიცავს 50–ჯერ მეტ E ვიტამინს (ტოკოფეროლს) – ძირითად ანტიოქსიდანტს, რომელიც ანელებს ორგანიზმის დაბერების პროცესებს, 10–ჯერ მეტ – B₆ ვიტამინს (პირიდოქსინს), 3–4–ჯერ მეტ – F და P ვიტამინებს, 2–3–ჯერ მეტ ცილოვან ნაერთებს, 4–5–ჯერ მეტ ცხიმებს [12, 15, 23, 56].

გაღვივების პროცესში სასარგებლო ნივთიერებების რაოდენობა იზრდება 2–4–ჯერ საწყის მშრალ მარცვალთან შედარებით. ღვის (აღმონაცენის) ასეთი მნიშვნელოვანი გამდიდრება სასარგებლო ნივთიერებებით მარცვლის გაღვივების (აღმოცენების) ხანმოკლე დროის (1–2დღე–ღამე) განმავლობაში ხდება ადამიანის რაიმე ჩარევის გარეშე, მხოლოდ ბუნების ძალებისა და შესაძლებლობების ხარჯზე [103]. ფიზიკური (პირველ რიგში ტემპერატურის), ქიმიური და ბიოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედებით ცილები დენატურირდებიან– იცვლება მათი სტრუქტურა, რაც აისახება მათ ხარისხზე. ჩანასახის ცილას აქვს მაღალი ბიოლოგიური ღირებულება, ვინაიდან წარმოადგენს ფერმენტაციული ცილების კონცენტრატს, რომლებიც თავიანთი თვისებებით ახლოსაა ცხოველური ქსოვილის ფიზიოლოგიურ ცილებთან. მისი შეთვისების ინტენსივობა შეადგენს 91,6 %-ს [12, 113].

დადგენილია, რომ მარცვლის გაღვივებას ახლავს საკვები ბოჭკოების რაოდენობის ზრდა პოლისაქარიდების (ძირითადად, სახამებლის) დესტრუქციის ხარჯზე [74, 75, 113]. გაღვივების შედეგად იზრდება არაცილოვანი ნაშთის წილი და იმატებს ლიზინის, თრეონინის, ლეიცინის, ვალინის, იზოლეიცინის და მეთიონინის შემცველობა, რაც მოწმობს გაღვივებული მარცვლისგან დამზადებული პროდუქტების ბიოლოგიური ღირებულების ამაღლებაზე [12, 15, 23].

გალივების პროცესში ღივები შთანთქავენ მიკროელემენტებს და სხვა მინერალურ ნივთიერებებს წყლისგან, რომელიც გამოიყენება გალივებითვის. უფრო მეტიც, მინერალური ნივთიერებები ღივებში ხელატირებულია, ე.ი. იმყოფება ბუნებრივ მდგომარეობაში – შეკავშირებულია ამინომჟავებთან და ამიტომ მათ კარგად შეითვისებს ადამიანის ორგანიზმი [57].

მარცვლის გალივებისათვის საჭიროა გარკვეული პირობები – საკმარისი ტენიანობა, სითბო და ჰაერი (ჟანგბადი). გალივება იწყება მარცვლის მიერ წყლის შთანთქმით და გაჯირჯვებით (საშუალოდ წყლის შემცველობა 50 %-მდეა მარცვლის მასასთან შედარებით) [10, 49, 56, 103].

გალივების ძირითადი თავისებურება და მისი საერთო ბიოქიმიური მიმართულებაა ენდოსპერმაში და მარცვლის ნაწილებში მაღალმოლეკულური ნივთიერებების დაშლა დაბალმოლეკულურ ხსნად ნივთიერებებად ტენის თანაობისას და ფერმენტების მოქმედებით. გალივების მეორე თავისებურებაა ის, რომ თუ ენდოსპერმაში მიმდინარეობს ძირითადად ჰიდროლიტური პროცესები, ჩანასახში ჭარბობს სინთეზის პროცესები [12, 15, 64, 113]. გალივების პროცესში მარცვალში მიმდინარე ბიოქიმიური ცვლილებების ძირითადი მაჩვენებელია ფერმენტების, პირველ რიგში ამილოლიტური კომპლექსის მოქმედების ძალა. განსაკუთრებით მაღალ აქტივობას იძენს α -ამილაზა. გალივებას ახლავს მარცვალში თავისუფალი, ალდგენილი გლუტათიონის ზრდა [12, 23, 49, 103]. ხორბლის ენდოსპერმაში და ღივებში გალივების პირველი 5 დღე-ღამის განმავლობაში შეინიშნება პროტეინ-დისულფიდრედუქტაზას ბიოსინთეზი, რაც იწვევს მისი აქტივობის განუწყვეტელ ზრდას [10].

მარცვლების გალივების დროს იზრდება ორგანული მჟავების რაოდენობა, რომელიც პარკოსნების ღივებში გროვდება მეტი რაოდენობით ვიდრე მარცვლოვანების ღივებში და განსაკუთრებით ზეთოვან კულტურებში. ხორბლის მწიფე მარცვლის 1 დღე-ღამის განმავლობაში გალივების შემდეგ მასში არ იცვლება წებოგვარასა და აზოტოვანი ნივთიერებების შემცველობა. ამასთან ერთად წებოგვარას ხარისხი შესამჩნევად იცვლება – სუსტდება. ხორბლის მწიფე მარცვლის 3 დღე-ღამის განმავლობაში გალივების შემდეგ მნიშვნელოვნად მცირდება ნედლი და მშრალი

წებოგვარას რაოდენობა და უარესდება მისი ხარისხი. წებოგვარა ხდება ძალიან სუსტი, ერთდროულად მცირდება მისი ჰიდრატაციის უნარი [45].

წებოგვარული კომპლექსის დეზაგრეგაცია წარმოებს ცილის პროტეოლიზის ხარჯზე. ეს ზრდის წყალშიხსნადი ცილოვანი ფრაქციების და არაცილოვანი ნივთიერებების შემცველობას მარცვალში. თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობა ხორბლის მარცვალში იზრდება გაღივების 3 დღის შემდეგ 7–ჯერ და 5 დღის შემდეგ – 10–ჯერ. გაღივების მეხუთე დღეს წებოგვარა მთლიანად ირღვევა. მარცვლის გაღივებისას შეინიშნება დისულფიდური ბმების რაოდენობის სწრაფი შემცირება და სულფჰიდრინული ჯგუფების რაოდენობის ზრდა. გაღივების პირველი დღის განმავლობაში დისულფიდური ბმების საერთო რაოდენობა არაწებოგვარულ ცილებში მცირდება თითქმის 50 %-ით, ამასთან, იხლიჩება ძირითადად არაწებოგვარული ცილების (ალბუმინების და გლობულინების) „ფარული“ დისულფიდური ბმები [45, 49, 74, 75].

ფერმენტები, რომლებიც წარმოიქმნება მარცვალში, აღმოცენების პროცესში, აკატალიზებს რთული სამარაგო ნივთიერებების (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები) დაშლას უფრო მარტივ ნივთიერებად (ამინომჟავები, ცხიმოვანი მჟავები, მარტივი შაქრები), და ღივების გამოყენებისას საკვებში ადამიანის ორგანიზმი ნაკლებ ენერგიას ხარჯავს მათ გადამუშავებაზე იმ პროდუქტებთან შედარებით, რომლებიც მიიღება მშრალი მარცვლისგან. ვიტამინების რაოდენობა გაუღივებელ მარცვალთან შედარებით საგრძნობლად იზრდება. მარცვლის გაღივებისას B₆ ვიტამინის შემცველობა იზრდება 5–ჯერ და უფრო მეტად, B₁ – 1,5–ჯერ, ფოლის მჟავას – 4–ჯერ, B₂ ვიტამინის – 13,5–ჯერ, იზრდება ბუნებრივი ანტიბიოტიკების, ანტიოქსიდანტების, ზრდის სტიმულატორების კონცენტრაცია [10, 12, 15, 64, 113]. საკვები ბუნებრივი ანტიოქსიდანტები, რომლებსაც ასინთეზირებენ მცენარეები, წარმოადგენენ სასიცოცხლოდ აუცილებელ საკვებ ელემენტებს, რომლებიც აუცილებელია ადამიანისათვის. ძირითად ბუნებრივ ანტიბიოტიკებს წარმოადგენენ ვიტამინები E, C და კაროტინოიდები [74, 75]. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს გაღივებულ მარცვალში E ვიტამინის არსებობა – ანტიოქსიდანტის, რომელიც აახალგაზრდავებს ორგანიზმის ქსოვილებს უჯრედულ

დონეზე. E ვიტამინის უკმარისობა იწვევს კუნთების დისტროფიას, მათში მცირდება მიოზინის შემცველობა, რომელიც იცვლება ნაკლებაქტიური კოლაგენით, და მაშინ ნაკლებად ვლინდება დაღლილობა, ის დადებითად მოქმედებს გულის კუნთზე. C ვიტამინის სინთეზი ვლინდება გაღივების პირველივე დღიდან, მაშინ, როცა მარცვალი გაიჯირჯვა. განსაკუთრებით აქტიურად C ვიტამინი სინთეზირდება ქერის ღივებში, შესაძლოა ეს დაკავშირებულია აღნიშნული მცენარის მაღალ იმუნიტეტთან. ჭვავის მარცვალში C ვიტამინის რაოდენობა იზრდება 9,68 მგ/100გ–მდე გაღივებისას, ხორბლის მარცვალში C ვიტამინი სინთეზირდება რამდენადმე ნაკლებად აქტიურად, თუმცა მე–5 დღეს იზრდება 8,4 მგ/100 გ–მდე [103]. პარკოსანი კულტურების მწიფე მარცვლებში C ვიტამინი უფრო მეტია, ვიდრე მარცვლოვანების მარცვლებში. მაგრამ ისევე, როგორც მარცვლოვანებში, მათი რაოდენობა იზრდება გაღივების დროს. მეხუთე დღეს ყველაზე მეტი რაოდენობით ასკორბინმჟავა აღმოჩენილია ოსპში (45,17 მგ/100გ). ეს დაახლოებით 16–ჯერ მეტია ვიდრე მშრალ მარცვალში. პექტინოვანი ნივთიერებები, რომელსაც შეიცავს ღივი, არეგულირებენ ქოლესტერინის დონეს, აგრეთვე დადებითად მოქმედებენ უჯრედული სუნთქვის პროცესზე, ამალევენ ორგანიზმის მდგრადობას ალერგიული რეაქციებისადმი და გარემოს არასასურველი ფაქტორებისადმი [56, 57, 74].

ღივები უჯრედისის მდიდარი წყაროა. უჯრედისი ეხმარება ორგანიზმს თბური ენერჯის გამომუშავებაში და აძლიერებს ნაწლავების პერისტალტიკას, რითაც აწესრიგებს საჭმლის მონელების პროცესს. მაგალითად, ხორბლის მარცვალში უჯრედისის შემცველობა შეადგენს 3,3 გ–ს 100 გ–ზე, ხოლო ხორბლის ღივებში – 4,6 გ–ს 100 გ–ზე. ღივების შეტანა რაციონში – კუჭ–ნაწლავის ტრაქტის კარგი მუშაობის გარანტიაა. ამით განპირობებულია მარცვლოვანების ღივების პროფილაქტიკური მოქმედება [23, 74, 75].

აღმოცენებული მარცვლები – ფერმენტების მდიდარი წყაროა. ე. ხოუელის გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ფერმენტების მუშაობის ინტენსივობა აღმოცენებულ მარცვალში მაქსიმუმს აღწევს აღმოცენების დაწყებიდან მე–3–4 დღეს, ხოლო 5 დღის შემდეგ ფერმენტების შემცველობა საგრძნობლად მცირდება. ამიტომ ღივების გამოყენება რეკომენდირებულია და ყველაზე სასარგებლოა პირველი 5 დღის განმავლობაში.

დადგენილია, რომ ზოგიერთი კულტურების ღირებულებაში ფერმენტების რაოდენობა იზრდება გაუღვივებელ მარცვლებთან შედარებით 43–ჯერ, ზოგჯერ უფრო მეტად [10, 75, 103, 113].

1.4.2. აღმოცენებული მარცვლის როლი თანამედროვე ადამიანის კვებაში

დღეისათვის ტექნოლოგიურმა პროგრესმა გამოიწვია ადამიანის ფაქტიური ენერგოდანახარჯების შემცირება თითქმის ორჯერ, რამაც შეადგინა დაახლოებით 2–2,5 ათასი კკალ/დღე–ღამეში. საკვების მცირე რაოდენობა ვერ უზრუნველყოფს ორგანიზმს ყველა აუცილებელი ნივთიერებით. ვიტამინების და მინერალური ნივთიერებების დეფიციტი კვების რაციონში იწვევს მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუარესებას და ზრდის მრავალი საშიში დაავადების, მათ შორის გულ–სისხლძარღვთა სისტემის, ონკოლოგიური და სხვა დაავადებების სიხშირეს [56, 57, 64].

ჯანსაღი ცხოვრების წესზე ორიენტირება სულ უფრო პოპულარულია მოსახლეობის სხვადასხვა ასაკობრივ ჯგუფში, რაც თავის მხრივ იწვევს მოთხოვნილების გაზრდას „ჯანსაღი კვებისათვის“ განკუთვნილ პროდუქციაზე, რომელსაც მიეკუთვნება პროდუქტები ცხიმის, შაქრის დაბალი და საკვები ბოჭკოების, ვიტამინების, მინერალური ნივთიერებების მაღალი შემცველობით. პროდუქტების ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით და საკვები ბოჭკოებით გამდიდრების აუცილებლობა თანამედროვე მოთხოვნების შესატყვისი საკვები პროდუქტების შემუშავების მთავარ წინაპირობას წარმოადგენს.

ადამიანის ჯანმრთელობა მნიშვნელოვანწილად განისაზღვრება მისი კვებით ე.ი. ენერგიით და აუცილებელი საკვები და არასაკვები ნივთიერებებით ორგანიზმის უზრუნველყოფით. კვების რაოდენობასა და ხარისხზე დამოკიდებულია ნივთიერებათა ცვლის ბიოქიმიური მაჩვენებლები, სხვადასხვა ორგანოებისა და სისტემების აქტიობა. კვება – ადამიანის ცხოველქმედების საფუძველია, მისი არსებობის ერთ–ერთი ძირითადი პირობა, რომელიც გავლენას ახდენს სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე, შრომისუნარიანობაზე, გუნება–განწყობაზე, ინფექციებისადმი და გარემოს სხვა არასასურველი ფაქტორებისადმი წინააღმდეგობის უნარზე. გარდა ამისა, კვების

რაციონის ოპტიმიზაცია გამოიყენება მრავალი დაავადების პროფილაქტიკისა და მკურნალობისათვის. რაციონალური, ბალანსირებული კვების თეორიამ თავისი ასახვა ჰპოვა ბალანსირებული კვების ფორმულაში, რომელიც შედგენილია სხვადასხვა ასაკობრივი და შრომითი ჯგუფებისათვის. 2001 წელს აკადემიკოს ვ.ა. ტუტელიანის მიერ ფორმულირებული ოპტიმალური კვების თანამედროვე კონცეფცია, ითვალისწინებს ადამიანის ორგანიზმის მოთხოვნილებების სრულ დაკმაყოფილებას [45].

მარცვლოვანი პროდუქტები – ადამიანის კვების საფუძველია. მსოფლიოს უმეტესი ქვეყნების მოსახლეობის კვების რაციონში. ისინი შეადგენენ მისი დღე-ღამური ენერგეტიკული ღირებულების 50 და მეტ პროცენტს. მარცვლოვანი პროდუქტები – ბურღულის, ბურბუშელას, მშრალი საუზმეულის, პირველი და მეორე თავი კერძების კონცენტრატების სახით შეადგენს ადამიანის კვების რაციონის მნიშვნელოვან ნაწილს [45]. ამიტომ საკვების ბაზრის მოცემული სეგმენტი გამოირჩევა ასორტიმენტის და პროდუქტების გაყიდვების მოცულობის ზრდის საერთო ტენდენციით, პირველ რიგში სწრაფი მომზადების. კვების მრეწველობას შესაძლებლობა მიეცა ბაზარზე გამოეტანა ფუნქციონალური კვების ახალი კატეგორიის საკვები პროდუქტები, რომელთაც ახასიათებს არა მარტო მაღალი კვებითი ღირებულება, არამედ უნარი გააუმჯობესოს ჯანმრთელობის მდგომარეობა და შეამციროს დაავადებების განვითარების რისკი. საკვების კალორიულობის ბალანსის შესანარჩუნებლად და ორგანიზმში მაკრო- და მიკრონუტრიენტების აუცილებელი ნაკრების მისაწოდებლად, აუცილებელია ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების გამოყენება [27, 49].

დადგენილია, რომ ხორბლის გაღივებული მწვანე ღივები წარმოადგენს პროდუქტს, რომელიც შეიცავს მრავალფეროვან კომპონენტებს, რომლებიც ხელს უშლიან კიბოს უჯრედების განვითარებას. აღიარებულია, რომ ქლოროფილი ხელს უშლის კანცეროგენების და მუტაგენების ზემოქმედებას ადამიანის უჯრედზე.

მე-20 საუკუნის 20-იან წლებში ამერიკელმა პროფესორმა ედმონდ ზეკელმა წამოაყენა ბიოგენეტიკური კვების კონცეფცია. მან მოახდინა გაღივებული მარცვლების და მინი-მცენარეების კლასიფიკაცია და განსაზღვრა ისინი, როგორც ყველაზე სასარგებლო საკვები პროდუქტები. ე. ზეკელმა გამოიკვლია თავისუფალი რადიკალები,

რომლებიც წარმოიქმნება ადამიანის ორგანიზმში მეტაბოლიზმის პროცესში და აყენებენ მას ზიანს. სწორედ ანტიოქსიდანტებით, მინერალებით, ვიტამინებით და ენზიმებით გაჯერებულ ღივებს შეეძლოთ თავიდან აეცილებინათ თავისუფალი რადიკალებით ორგანიზმისათვის მიყენებული ზიანი. პროფესორ ზეკელის რეკომენდაცია მდგომარეობდა შემდეგში: საშუალოსტატისტიკური ადამიანის იდეალური რაციონი 25 %-ით უნდა შედგებოდეს ღივებისაგან. ის უწოდებდა ღივებს „საკვებს, რომელიც სიცოცხლეს ალადგენს“ . გამოკვლევების დროს გამოვლინდა, რომ ღივები ორგანიზმს აჯერებენ ჟანგბადით. ნობელის პრემიის ორგზის ლაურეატმა, პროფესორმა ოტო ვარბურგმა აღმოაჩინა, რომ კიბოს უჯრედებს არ შეუძლიათ არსებობა ჟანგბადით მდიდარ არეში. სწორედ ასეთ არეს ქმნიან ღივები [10, 15, 56, 103].

ხორბლის და სხვა მცენარეების მარცვლის გაღივება იწვევს მათში ვიტამინების შემცველობის ზრდას. მარცვლებში ირღვევა ის ნივთიერებები, რომლებიც ხელს უშლიან საკვების შეთვისებას, შესაბამისად იზრდებოდა მარცვლიდან კალციუმის, მაგნიუმის, თუთიის და ზოგიერთი სხვა ელემენტის შეთვისება. შეიძლება გაღივებული მარცვლის შეთავსება პოლივიტამინებთან. ამ შემთხვევაში ღივები ვიტამინებთან დამატებით აძლევენ ორგანიზმს მცენარეულ ბოჭკოებს და მინერალურ ნივთიერებებს. ხორბლის გაღივებული მარცვლის, როგორც ჯანსაღი კვების კომპონენტის მნიშვნელოვან ღირსებებზე მიუთითებს ნობელის პრემიის ლაურეატიც ალბერტ სენტ-დიორდი [10, 75].

გაღივებულ ხორბლის მარცვალს დიეტოლოგები ურჩევენ დიეტური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვებისათვის, ვინაიდან ასეთი მარცვალი, რომელიც ხასიათდება მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით, აუმჯობესებს საჭმლის მონელებას, ნაწლავების ევაკუატორულ ფუნქციას, აწესრიგებს ნივთიერებათა ცვლას, აწყნარებს ნერვულ სისტემას, ამაღლებს ფიზიკურ შრომისუნარიანობას. მისი რეგულარული მოხმარებისას ორგანიზმი სუფთავდება კანცენოგენებისა და ტოქსიკური ნივთიერებებისაგან: გამოჰყავს ჭარბი ქოლესტერინი, უმჯობესდება გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მდგომარეობა, მცირდება სხეულის მასა. გაღივებული მარცვლები – ეს პროდუქტებია, რომლებიც შეიცავენ ნატურალურ, ბუნებრივ

ანტიოქსიდანტებს, მათი გამოყენება საკვებში გაცილებით ეფექტურია, ვიდრე სინთეზური პრეპარატების, რომლებიც შეიცავენ მეტი რაოდენობით ვიტამინებს E, C, და β-კაროტინს [10, 56, 57].

ადმოცენებული მარცვლები შეიძლება მივაკუთნოთ კვების ფუნქციონალურ პროდუქტებს, რომელთაც შეუძლიათ მოახდინონ გამაჯანსაღებელი მოქმედება, როგორც კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მდგომარეობაზე, ასევე მთელ ორგანიზმზე. ღივების ჩართვა რაციონში ავსებს ორგანიზმს, ვიტამინებთან ერთად ნივთიერებათა სამი ჯგუფით. ესენია ფერმენტები, ანტიოქსიდანტები და პოლისაქარიდები (უჯრედისი და პექტინი). ისინი აუცილებელია ნივთიერებათა ცვლის ნორმალიზაციისათვის, იმუნიტეტის ასამაღლებლად, ეფექტურია საჭმლის მონელებისათვის, წონის დასარეგულირებლად, დაბერების პროცესების შესაფერხებლად. ეს ნივთიერებები მაქსიმალური რაოდენობით არის სწორედ გაღივებულ მარცვალში. ღვის სიგრძეზე დამოკიდებულებით იცვლება პროდუქტის კვებითი ღირებულება [10, 113]. კარდიოლოგიურ ავადმყოფებს იშვიათად ემართებოდათ სტენოკარდიის შეტევები. შაქრიანი დიაბეტით დაავადებულ პაციენტებს უმცირდებოდათ შაქრის შემცველობა სისხლში. კუჭითა და ნაწლავებით დაავადებულ პაციენტებს უმცირდებოდათ ტკივილი და უწესრიგდებოდათ კუჭის მოქმედება.

არსებობს მონაცემები პოლონეთში ხორბლის ღივების გამოყენების შესახებ მთელი რიგი დაავადებების პროფილაქტიკისათვის. აღნიშნულია ხორბლის ღივების ფართოდ გამოყენება აშშ-ში. ენ ვიგმორი თავის წიგნში ღივების შესახებ მოგვითხრობს, რომ ამ პროდუქტის გამოყენება დაიწყო საკმაოდ დიდი ხნის წინ, არა ერთხელ ღივებმა იხსნა სურავანდისგან 1938–1941 წლებში. ღივები არა მარტო შეიცავენ C ვიტამინს იმ რაოდენობით, რომელიც საკმარისია სურავანდის თავიდან ასაცილებლად, ისინი ასევე ამარაგებენ ორგანიზმს ცილით, რაც აუცილებელია ნივთიერებათა ნორმალური ცვლის შესანარჩუნებლად. შეერთებული შტატების მოსახლეობამ საკვებში ღივების გამოყენება დაიწყო 1970 წლიდან. ჩვენს დროში აშშ-ში ღივები იყიდება თითქმის ნებისმიერ სუპერმარკეტში, გაჩნდა ახალი ბიზნესი – ღივების გამოყვანა. გაყიდვაში გამოჩნდა მრავალი ავტომატური მოწყობილობა თესლების გამოსაყვანად. ღივებში, ისევე, როგორც სხვა უმ პროდუქტებში, არის ყველა საკვები ნივთიერება, რომლებიც მოქმედებენ

ჰარმონიულად ერთმანეთთან, მოაქვთ მაქსიმალური სარგებელი ადამიანის ორგანიზმისათვის [64].

გალივებისათვის შეიძლება პრაქტიკულად ყველა სახის მარცვლოვანების, პარკოსნების, ბოსტნეულის თესლებისა და თხილეულის გამოყენება. ყველაზე მეტად გავრცელებული და მისაწვდომია ხორბლის, ჭვავის, ოსპის, ყველა სახის ლობიოს, წიწიბურას, მზესუმზირას მარცვლები, ბარდა – განსაკუთრებით მისი აზიური სახესხვაობა, რომელსაც უწოდებენ „მაშ“-ს.

უკანასკნელ წლებში პურფუნთუმეული ნაწარმის საზრვარგარეთის ბაზარი გვთავაზობს მრავალი სახეობის ახალ, უჩვეულო ნაწარმს, რომლებიც შეიცავენ საკვებ ბოჭკოებს, ვიტამინებს, მინერალურ ნივთიერებებს, არატრადიციულ ნედლეულს – შვრიის, წიწიბურას, სიმინდის ფქვილს, ასევე სელის, სეზამის (კუნჟუტი), მზესუმზირას, გოგრის მარცვლებს. აქტიურად ვითარდება პურფუნთუმეული ნაწარმის წარმოების ახალი მიმართულება, რომელიც მოიცავს გაზრდილი კვებითი ღირებულების პურფუნთუმეული ნაწარმის წარმოებას დისპერგირებული მთლიანი ხორბლის მარცვლის ფუძეზე. დისპერგირებული გალივებული მარცვლის გამოყენება პურის შედგენილობაში ზრდის საკვები და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობას, მაგრამ ამავე დროს ართულებს მაღალი სამომხმარებლო თვისებების მქონე პურის მიღების ტექნოლოგიურ პროცესს, ვინაიდან შეიცავს ნაკლები რაოდენობით წებოვარულ ცილებს [103, 104, 116, 118].

ფუნქციონალური საკვები პროდუქტების წარმოების ერთ-ერთ პროგრესულ მიმართულებას წარმოადგენს გამდიდრებული პროდუქტების შექმნა გალივებული მარცვლის ფუძეზე, რადგან საწყისი ნედლეულის შედარებით დაბალი ფასის გამო, ისინი ხელმისაწვდომია მოსახლეობის ფართო ფენებისათვის და შეუძლიათ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების დეფიციტის კომპენსირება რაციონში, ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარის გაზრდა გარემო არეს არასასურველი ფაქტორების მიმართ, და შესაბამისად, მოსახლეობის სიცოცხლის ხანგრძლივობის გაზრდა. საქართველოში ღივების ინდუსტრია ჯერ კიდევ არ არის განვითარებული.

მარცვლოვანი და პარკოსანი კულტურების ღივებით გამდიდრებული ფქვილოვანი ნაწარმის წარმოების ათვისება და მათი გავრცელება ქვეყნის ტერიტორიაზე ხელს შეუწყობს მოსახლეობის კვების ხარისხობრივი დონის ამაღლებას და ხალხის ჯანმრთელობის გაუმჯობესებას.

ექსპერიმენტალური ნაწილი

თავი 2. კვლევის ობიექტები და მეთოდები

კვლევაში გამოყენებული ყველა ნედლეული შეესაბამებოდა მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების - ГОСТ, ТУ, СанПиН-ам ყველა მოთხოვნებს და ისინი დამზებულია უგლუტენო პროდუქტების წარმოებაში.

ძირითადი და დამხმარე ნედლეულის სახით გამოყენებული იყო:

- წიწბურას ფქვილი - ГОСТ 53495 – 2009
- ბრინჯის ფქვილი თეთრი - ГОСТ 31645 – 2012 და ТУ 9293 – 004 – 76232026-2011.
- სოიოს ფქვილი - ТУ 9293 – 006 – 23187188 – 2015.
- სიმინდის ფქვილი - ГОСТ 14176 – 69;
- ბარდას ფქვილი - ГОСТ 26791 – 89 (ISO 2296: 1972)
- სიმინდის სახამებელი - ГОСТ 32159 – 2013
- პექტინი ვაშლის და ციტრუსის - ГОСТ 29186 – 91
- ვაშლისა და ციტრუსის გამონაწნების ფქვილი - ГОСТ 29186 – 91
- სვია - ГОСТ 21948 – 76;
- სუფრის მარილი - ГОСТ 51574 – 2000;
- მცენარეული მზესუმზირას ზეთი - ГОСТ Р 52465 – 2005;
- დაწნეხილი საფუვრის სხვადასხვა პარტიები, რომლებიც აკმაყოფილებდნენ ГОСТ 54731 – 2011 მოთხოვნება, ამწევი ძალით 30-35 წუთი და მშრალი ნივთიერებების მასური წილით 28,1 – 32,8%-ის ფარგლებში.
- სასმელი წყალი, რომელიც აკმაყოფილებს СанПиН 2,1,4. 1074 – 2001 მოთხოვნებს.

ნახევარფაბრიკატების სახით ვიყენებდით ფერმენტირებულ ნახევარფაბრიკატს, აფარს და ცომს.

კვლევის ძირითად ობიექტს წარმოადგენდა უგლუტენო პური, რომელსაც ვღებულობდით ზემოთ მოყვანილი სახედილო ინგრედიენტებიდან.

2.1. ხორბლის ფქვილის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრის მეთოდები

გამოსაკვლევი ფქვილის საშუალო ნიმუშს ვადგენდით GOCT 5667-ის მიხედვით.

ფქვილის ტენიანობის მასურ წილს ვსაზღვრავდით GOCT 9404-ის მიხედვით.

ნაცრიანობას – GOCT 27494-ის მიხედვით.

დაფქვის სიმსხოს – GOCT 27560-ის მიხედვით.

ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებს – GOCT 27558-ის და GOCT 27559-ის მიხედვით.

2.2. ცილის განსაზღვრა კიელდალის მეთოდით

მეთოდი დაფუძნებულია აზოტშემცველი ორგანული ნაერთების გოგირდმჟავათი დაჟანგვის რეაქციებზე. ამ რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ამიაკი, ნახშირმჟავა აირი, გოგირდოვანი ანჰიდრიდი, წყალი. ჯამური ცილა იანგარიშება საერთო აზოტის რაოდენობის მიხედვით, გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტის გამოყენებით 6,25 (პარკოსანი კულტურებისათვის) და 5,7 (მარცვლოვანი კულტურებისათვის).

ცილების კომპონენტურ შედგენილობას ვსაზღვრავდით ელექტროფორეზის მეთოდით ლაემლის მიხედვით.

2.3 ცხიმების განსაზღვრის მეთოდი სოქსლეტის აპარატზე

ცხიმების ცხიმმჟავურ შემცველობას ვსაზღვრავდით GOCT P 51482-99-ის მიხედვით, მცენარეული ზეთები და ცხოველური ცხიმები. ცხიმოვანი მჟავების მეთილური ეთერების მიღება“ და GOCT P 51483-99-ის მიხედვით „მცენარეული და ცხოველური ზეთები. აირთხევადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით ინდივიდუალური ცხიმოვანი მჟავების მეთილური ეთერების მასური წილის განსაზღვრა“.

2.4. 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 1 მლ 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 0,1N 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 დამოხდელი (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, % [76] .

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, მმარმჯავათი გადაჰყავთ მმარმჯავას 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 1H ხსნარს ბაც ცისფერი შეფერილობის მიღებამდე. ურევენ და ასხამენ 30 სმ³ ფოსფორმჟავა სპილენძის სუსპენზიას და ავსებენ ნიშნაზამდე დისტილირებული წყლით. ნარევს არევის შემდეგ ფილტრავენ ქალაღის ფილტრში.

10 სმ³ გამჭირვალე ფილტრატს შეამჯავებენ 0,5 სმ³ 80 %-იანი მმარმჯავათი, უმატებენ 1 გ იოდოვან კალიუმს და არევის შემდეგ ტიტრავენ გამოყოფილ იოდს ნატრიუმის თიოსულფატის 0,01 H ხსნარით და გატიტვრის ბოლოს უმატებენ ერთ–ორ წვეთ სახამებლის ხსნარს. გატიტვრას ამთავრებენ ხსნარის გაუფერულებისას ერთი წვეთი ნატრიუმის თიოსულფატიდან. გატიტვრაზე დახარჯული ნატრიუმის თიოსულფატის რაოდენობა გამრავლებული 0,28–ზე იძლევა ამინური აზოტის შემცველობას 10 სმ³ ფილტრატში. ეს შეესაბამება გამონაწვლილვის 2 სმ³–ს განზავების გათვალისწინებით, იქედან გამომდინარე, რომ 1 სმ³ თიოსულფატის 0,01 H 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 0,01 H ხსნარის რაოდენობა, სმ³; m - წონაკის მასა, გ; W - საანალიზო მასალის ტენიანობა, % .

2.5. ასკორბინის მჟავას განსაზღვრა

ხორბლის გაღივებულ მარცვალში C ვიტამინის შემცველობას ვსაზღვრავდით FOCT 24556–89 მიხედვით. მეთოდი დაფუძნებულია C ვიტამინის ექსტრაგირებაზე მჟავას

(მარილმჟავას) ხსნარით და შემდგომ გატიტრავს ნატრიუმის 2,6-დიქლორფენოლინდო ფენოლატით ღია ვარდისფერი შეფერილობის მიღებამდე. ასკორბინმჟავას მასურ წილს (X) პროცენტებში გამოთვლიან ფორმულით:

$$X = [(V_1 - V_2) * T * V_3 * 100 / V_4 * m],$$

სადაც V_1 – ნატრიუმის 2,6-დიქლორფენოლინდო ფენოლატის ხსნარის მოცულობაა, რომელიც დაიხარჯა სინჯის ექსტრაქტის გატიტრავს, სმ³;

V_2 – ნატრიუმის 2,6-დიქლორფენოლინდო ფენოლატის ხსნარის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა საკონტროლო ცდაზე, სმ³;

T – ნატრიუმის 2,6-დიქლორფენოლინდო ფენოლატის ხსნარის ტიტრი, გ/სმ³;

V_3 – ექსტრაქტის მოცულობა, რომელიც მიიღება C ვიტამინის ექსტრაგირებით პროდუქტის წონაკიდან, სმ³;

V_4 – გასატიტრად გამოყენებული ექსტრაქტის მოცულობა, სმ³;

m – პროდუქტის წონაკის მასა, გ.

ცდის საბოლოო შედეგად აიღება ორი პარალელური განსაზღვრის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა.

თიამინისა და რიბოფლავინის შემცველობის განსაზღვრა

გალივეზულ მარცვალში B_1 და B_2 ვიტამინების შემცველობას ვსაზღვრავდით ფლუორომეტრული მეთოდით ყოფილი კვების მრეწველობის საკავშირო ინსტიტუტის რეკომენდაციების შესაბამისად.

2.6. ცომის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრის მეთოდები

ნახევარფაბრიკატების ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებს განისაზღვრა საყოველთაოდ მიღებული სტანდარტული მეთოდებით [25, 76].

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 გრადუსებში.

ნედლი წებოგვარას რაოდენობას ცომში ვსაზღვრავდით 50 გ ცომიდან წებოგვარას გამორეცხვის მეთოდის 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 ალდგენის ხარისხისა და სიჩქარის მიხედვით.

აირწარმოქმნის უნარს ვსაზღვრავდით ხელსაწყო რეოფერმენტომეტრზე F3. პურისცხობის 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 უნარიზე დაკარგოს თავისი ფორმა წნევის ზემოქმედებით, ასევე სხეულის მასის უნარზე გაუძლოს ამ წნევას ცილების თერმული დენატურაციის პროცესის დაწყებამდე და სახამებლის შესქელებამდე. 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 პურისცხობის 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 დგუმი, რომელიც იწევა ცომის აწევის შესაბამისად. დგუმი შეერთებულია მიმწოდთან,

რომელიც განსაზღვრავს ცომის აწევის სიმაღლეს. ნიმუშისათვის განკუთვნილი მოცულობა შეერთებულია მიმწოდთან, რომელიც აფიქსირებს წნევის ცვლილებას დუდილის (ცომის გაფუების) პროცესში. კვლევის შედეგები აისახება ორი დამოკიდებულების გაფართოების მრუდისა და აირგამოყოფის მრუდის სახით.

რეოლოგიურ მახასიათებლებს ვიკვლევდით ალვეოგრაფზე, (FOCT 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 მარილ ხსნარს. მოზელის შემდეგ ცომს გოწნებენ, ყოფენ ნაჭრებად, გაგლინებენ, 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 პოლუმეკრომეთოდით [76].

2.7. საცდელი ლაბორატორიული ცხობის ჩატარების მეთოდი

ცომის მომზადებას ვახორციელებდით ლაბორატორიულ პირობებში. ხორბლის ცომს ვამზადებდით უაფრო მეთოდით ხორბლის ფქვილისაგან, ცხრილში 9 მოყვანილი რეცეპტურის მიხედვით.

ცხრილი 9

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

ცომს ვზელდით ერთგვაროვანი კონსისტენციის მიღებამდე. 200გ მასის ცომის ნამზადების დაფორმებას ვახდენდით ხელით. ცომის ნამზადებს ვაყოვნებდით 38 °C ტემპერატურაზე და 75-80 % ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის პირობებში 40-45 წთ-ის განმავლობაში. ცომის ნამზადების მზადყოფნას ვადგენდით ორგანოლექტიკურად.

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

- პურის გულის ტენიანობას ვსაზღვრავდით FOCT 21094-75 მიხედვით;
- პურის ფორიანობას FOCT 5669-96 მიხედვით;
- პურის გულის მჟავიანობას FOCT 5670-96 მიხედვით;
- პურ-ფუნთუსეული ნაწარმის ხვედრით მოცულობას ვსაზღვრავდით მოცულობის შეფარდებით მასასთან და გამოვსახავდით სმ³/გ-ებში;

- გამომცხვარი პურის ორგანოლეპტიკურ 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

$$g_{წყ} = \frac{\sum g_{ნედლ} * (W_{\text{ც}} - W_{\text{ს.ა}})}{100 - W_{\text{ც}}},$$

სადაც $W_{\text{ც}}$ - ცომის ტენიანობაა, % ($W_{\text{ც}} = W_{\text{კ.გული}} + (0,5 \pm 1)$, %)

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

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

ცომის მოსაზელად საჭირო წყლის ტემპერატურას $t_{წყ}$ ვანგარიშობდით ფორმულით

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

სადაც $t_{\text{ც}}$ - ცომის ტემპერატურაა, °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; 1, გაზაფხულზე და შემოდგომაზე - 2, ზამთარში - 3).

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

ცომს და აფარს ვზელდით ცომსაზელ ლაბორატორიულ 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 ლუმელში, რომლის დატენიანება ხდება ორთქლით. ხორბლის პურის მომზადების ტექნოლოგიური რეჟიმი წარმოდგენილია ცხრილში 10.

პურის მომზადების პროცესის პარამეტრები

მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობა
აფრის მომზადება	
წყლის ტემპერატურა, °C	39
მოხელის 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
მოხელის 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	450
– ფორმის	
– 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

2.8. 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 (8, 25, 48, 59, 61, 76, 84, 85).

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

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

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

პურის ხვედრით მოცულობას ვსაზღვრავდით პურის მოცულობის შეფარდებით მის მასასთან. პურის მოცულობას ვსაზღვრავდით სპეციალურ მოცულობის გამზომ ტევადობაში წვრილი მარცვლების გამოდევნის პრინციპით.

პურის ფორმამედევობას H:D ვსაზღვრავდით ძირის პურის სიმაღლის შეფარდებით დიამეტრთან.

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. საერთო, პლასტიკური და დრეკადი დეფორმაციის მნიშვნელობებს ($\Delta H_{\text{საერთო}}$, $\Delta H_{\text{პლ}}$, $\Delta H_{\text{დრ}}$) გამოვსახავდით მმ–ში [109].

პურის ოპგანოლეპტიკურ შეფასებას ვახდენდით ბალური შეფასების შკალის მიხედვით, რომელიც შემუშავებულია მოსკოვის კვების მრეწველობის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის პურისცხოების, საკონდიტრო და მაკარონის წარმოების ტექნოლოგიის კათედრაზე [41, 76].

აქროლადი ნივთიერებების რაოდენობას პურში ვსაზღვრავდით მიკრომეთოდით, გამოხდის გზით.

განსაზღვრის ტექნიკა: პურის გულს, 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 არსებული 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%-იანი ხსნართან ერთად, შემდეგ ნარევი გადაგვქონდა 100 მლ ტევადობის მზომ კოლბაში, ვუმატებდით ნატრიუმის ბისულფიტს ნიშანხაზამდე, ვურევდით 10 წთ–ის განმავლობაში. ნალექს ვაცილებდით

გაფილტვრით. 10 მლ ფილტრატი გადაგვექონდა 150 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბაში და ვუმატებდით 1 მლ სახამებლის 1%-იან ხსნარს.

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

ბისულფიტკარბონილური ნაერთების დაშლის მიზნით კოლბაში ვამატებდით 25 მლ ტუტე-ბორატულ ხსნარს და ვტიტრავდით იოდის 0,01 N ხსნარით მოიისფრო-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 [76].

კარტოფილის დაავადების არსებობას ვადგენდით პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის საცდელი ლაბორატორიული ცხობის საშუალებით FOCT 27969 შესაბამისი მეთოდიკის მიხედვით. მომზადებული ხორბლის პური ყოვნდებოდა კარტოფილის დაავადების განვითარებისათვის სპეციალურ პირობებში (ტენიანობა 80–85%, ტემპერატურა 37°C). თერმოსტატირების შემდეგ ვამოწმებდით პურის დაავადების ხარისხს [36, 66, 87, 97].

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 [84, 85].

მზა ნაწარმის ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების შეფასების ბალური შკალა

№	დესკრიპტორები	სიტყვიერი დახასიათება	ბალ ები
1	2	3	4
1.	ზედაპირი	<ul style="list-style-type: none"> - ზედაპირი სწორი დამწვარი ქერქის გარეშე - ზედაპირი უმნიშვნელო უთანაბრობებით, დაუწვავი ქერქით - არათანაბარი ზედაპირი, დაუწვავი ქერქით - არათანაბარი ზედაპირი, დამწვარი ქერქით - ბზარებიანი ზედაპირი, დამწვარი ქერქით 	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
2.	ანატეხის სახე	<ul style="list-style-type: none"> - კარგად გამომცხვარი, ნაწარმის განივ ჭრილში არ შეინიშნება მოუხელავი ცომის კვალი, თანაბარი თხელკედლიანი ფორიანობა, სიცარიელების გარეშე - კარგად გამომცხვარი, ნაწარმის განივ ჭრილში არ შეინიშნება მოუხელავი ცომის კვალი, არათანაბარი ფორიანობა, ფორები წვრილი და საშუალო - კარგად გამომცხვარი, ნაწარმის განივ ჭრილში შეინიშნება მოუხელავი ცომის კვალი, არათანაბარი ფორიანობა, ერთეული სიცარიელებით - კარგად გამომცხვარი, ნაწარმის განივ ჭრილში შეინიშნება მოუხელავი ცომის კვალი, მკვრივი, სიცარიელებით - ცუდად გამომცხვარი, მკვრივი 	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>

1	2	3	4
3.	სუნი	<ul style="list-style-type: none"> - ახლადგამომცხვარი პურის მკვეთრად გამოხატული არომატი, შეესაბამება მოცემულ ნაწარმს, უცხო სპეციფიური სუნის გარეშე - ახლადგამომცხვარი პურის კარგად გამოხატული არომატი, შეესაბამება მოცემულ ნაწარმს, უცხო სპეციფიური სუნის გარეშე - ახლადგამომცხვარი პურის სუსტად გამოხატული არომატი, უცხო სპეციფიური სუნის გარეშე - ახლადგამომცხვარი პურის სუსტად გამოხატული არომატი, მჟავას გამოხატული არომატით - ძლიერ გამოხატული მჟავე არომატი, შიძლება ჰქონდეს დამზადებული ცხიმის არასასიამოვნო სპეციფიური სუნი 	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
4.	ფერი	<ul style="list-style-type: none"> - მკვეთრად გამოხატული ფერი შეესაბამება საცხოვრებელ გამოყენებული ფქვილის ფერს (ყვითელი, მუქი ყავისფერი, ყავისფერი) - კარგად გამოხატული ფერი შეესაბამება საცხოვრებელ გამოყენებული ფქვილის ფერს (ყვითელი, მუქი ყავისფერი, ყავისფერი) - სუსტად გამოხატული ფერი (თეთრი, ღია ყვითელი, რუხი) - სუსტად გამოხატული ფერი გარეშე ჩანართებით - ნაწარმისათვის უცხო ფერი 	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
5.	ფორიანობა	<ul style="list-style-type: none"> - პურის გული ფორიანი, ფორების თხელი კედლები, დაწოლით ადვილად აღიდგენს ფორმას - პურის გული ფორიანი, დაწოლით თანდათან აღიდგენს ფორმას - პურის გული ნაკლებად ფორიანია, ფორების კედლები სქელია, დაწოლით თანდათან აღიდგენს ფორმას - პურის გული მცირედ ფორიანია, ფორების კედლები სქელია, დაწოლით დიდხანს ვერ აღიდგენს ფორმას - წარმოიქმნება მკვრივი პურის გული, დაწოლით განიცდის დეფორმაციას 	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>

პროდუქციის ხარისხის ორგანოლექტიკური შეფასება

პროფილური მეთოდით

პროდუქციას ვამზადებდით სანიტარული წესების დაცვით აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საკვები პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიების დეპარტამენტში, აგრეთვე აპრობაციას პურისცხობის საწარმოს პირობებში შპს „ალატში“ (ქუთაისი). სადეგუსტაციო კომისია შედგებოდა 11 კაცისაგან.

სადეგუსტაციო კომისიის შემოწმების შედეგების საფუძველზე იგებულ იქნა პროფილოგრამები, რომლებზეც აისახა პურის ქერქისა და გულის სუნის, ფერის, ფორიანობის, გარეგნული იერსახის, გემოს მონაცემები. შეფასებისას დეგუსტატორები იყენებდნენ 5–ბალიან შკალას, რომელიც ითვალისწინებდა პროდუქტის დახასიათებას ხუთ ხარისხობრივ დონებზე: 5 ბალი – საუკეთესო ხარისხი, 4 – კარგი, 3 – დამაკმაყოფილებელი, 2 – ცუდი (არასრულფასოვანი საკვები პროდუქტი), 1 – ძალიან ცუდი ГОСТ Р 53104–2008-ის შესაბამისად [25, 41, 76]. სადეგუსტაციო შეფასების პროცესში ვიყენებდით სადეგუსტაციო ფურცელს.

2.9. კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულების გაანგარიშება

გაანგარიშების მეთოდის შესაბამისად ვსაზღვრავდით ნედლეულის ნახევარფაბრიკატის და მზა ნაწარმის კვებით და ენერგეტიკულ ღირებულებას, ვიყენებდით საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობის ცხრილს [76], 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.

გლუტენის შემცველობის განსაზღვრა ნედლეულში, ნახევარფაბრიკატებსა და მზა ნაწარმში იმუნოფერმენტული მეთოდით

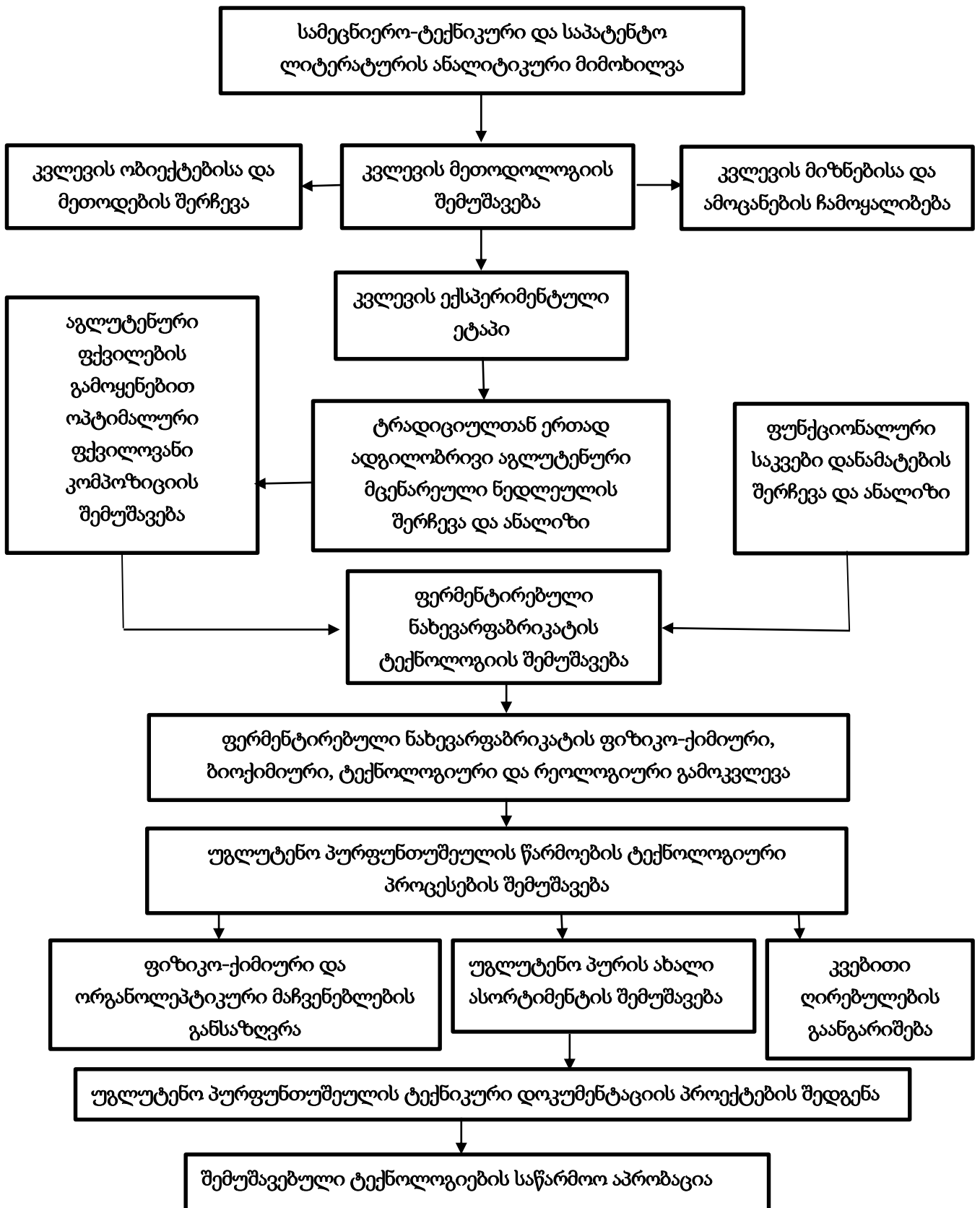
მეთოდი ეფუძნება საკვლევ ობიექტში გლიადინის აღმოჩენას იმუნოქიმიური ტესტების შემცველობით.

იმუნოფერმენტული ანალიზის მეთოდის დროს გლუტენის განსაზღვრა ხდება ხორბლის, ჭვავის და ქერის (გლიადინების) პროლამინების სპეციფიკური ურთიერთქმედების ხარჯზე, რომლებიც არიან საკვლევ ობიექტში, გლიადინის საწინააღმდეგო ანტისხეულებთან ერთად, რომლებიც ადსორბირებულია პლანშეტზე. წარმოქმნილ „ანტისხეული-ანტიგენი“ კომპლექსზე ამატებენ კონიუგატის ხსნარს, რომელიც შეიცავს გლიადინის საწინააღმდეგო ანტისხეულებს ფერმენტებთან ერთად. წარმოიქმნება ახალი კომპლექსი „ ანტისხეული-ანტიგენი ; ანტისხეული-ფერმენტი“. სუბსტრატის და ქრომოგენის დამატების შემდეგ მიმდინარეობს ქიმიური ურთიერთქმედება, რომლის დროსაც კონიუგატის მოლეკულის ფერმენტული ფრაგმენტი ასრულებს კატალიზატორის ფუნქციას და წარმოიქმნებიან რეაქციის შეფერილი პროდუქტები.

გლუტენის რაოდენობრივი განსაზღვრისთვის გამოიყენება ანალიზის იმუნოფერმენტული მეთოდი მონოკლონალური ანტისხეულების R5 გამოყენებით, რომლებიც სპეციფიკურია გლუტენისთვის. გლუტენის ხარისხობრივი განსაზღვრისთვის გამოიყენება იმუნოქრომატოგრაფიულ ტესტ- ზოლებს.

ანტისხეულები, რომლებსაც გამოიყენებდნენ იმუნოლოგიურ მეთოდში, რეაგირებენ მარცვლოვანი კულტურების ცილების ფრაქციასთან, რომლებსაც გააჩნიათ ტოქსიკური გავლენა გლუტენის აუტანლობის მქონე ადამიანებზე, და ამავე დროს არ რეაგირებენ მარცვლოვანი კულტურების სხვა ცილებზე ან საკვებ პროდუქტებში ან ინგრედიენტებში არსებულ სხვა კომპონენტებზე.

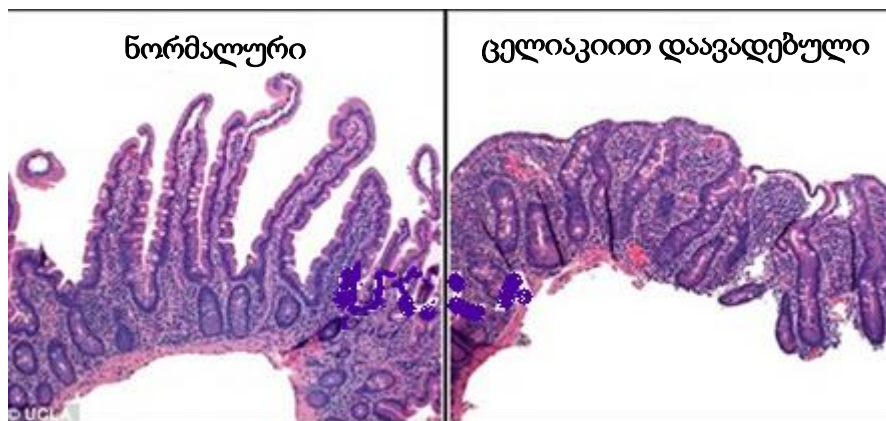
წარმოქმნილი ანალიტიკური სიგნალი, რომელიც დამოკუდებულია პლანშეტის საკნების ზედაპირებზე „ანტისხეული- ანტიგენი“ კომპლექსის კონიუგატთან ურთიერთქმედების შედეგებზე, იზომება ოპტიკური სიმკვრივის რეგისტრირებული მაჩვენებლით ტალღის სიგრძით 450 ნმ, შემდგომ გადაითვლება გლუტენზე [61]



ნახ. 1 კვლევის სტრუქტურული სქემა

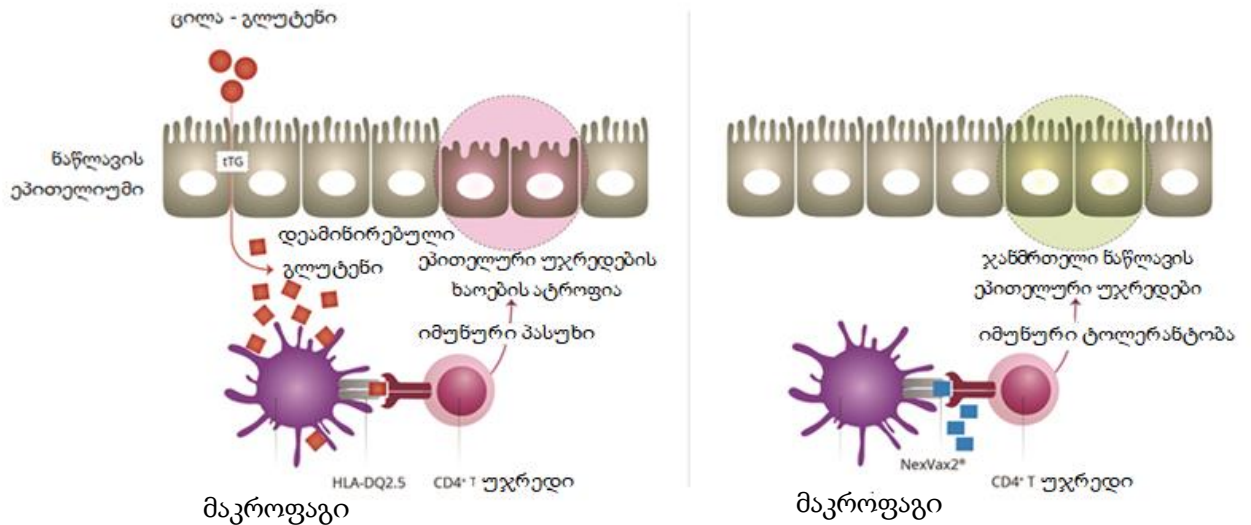
თავი 3. აგლუტენური ნედლეულის შერჩევა და ანალიზი

ცელიაკია კუჭნაწლავის ქრონიკული დაავადებაა, რომელიც დაკავშირებულია საჭმლის მონელების დარღვევებთან, რაც გამოწვეულია წვრილი ნაწლავის ხაოიანი ზედაპირის დაზიანებით საკვები პროდუქტებით, რომლებიც შეიცავენ ცილას - გლიადინს ე.წ. გლუტენს. ამ ცილას შეიცავს ხორბალი და ზოგიერთი მარცვლოვანი კულტურები, სადაც ის გვევლინება სხვა სახელწოდებით, ესენია: ჭვავში - სეკალინი, ქერში - გორდინი შვრიაში - ავენინი. ცელიაკის განვითარებას უკავშირებენ გლუტენს - ხორბლის წებოვარულ ცილას, რომელიც აზიანებს კუჭნაწლავის ხაოს. გლუტენი არის მდგრადი კუჭ-ნაწლავის პროტეოლიზური ფერმენტების მიმართ, რაც იწვევს მის არასრულ დაშლას საჭმლის მონელების პროცესში და ნაწლავების მიერ სასარგებლო ნივთიერებების შეწოვის დარღვევას. გლუტენი არ იხსნება წყალსა და მარილხსნარებში, ამიტომ როდესაც ადამიანის ორგანიზმში არის გლუტენის ჭარბი რაოდენობა, ის იჭედება წვრილ ნაწლავში, და როგორც ცემენტი, შეეწებება მის ხაოიან ზედაპირს, და დროთა განმავლობაში იწვევს ნაწლავის დისტროფიას. ასეთ მდგომარეობაში კუჭ-ნაწლავი ვერ შეიწოვს სასარგებლო ნივთიერებებს. მეცნიერთა დასკვნით, გლუტენი გროვდება ორგანიზმში წლების მანძილზე და იწვევს ურთულეს პათოლოგიებს [4, 5, 9, 11,13, 16, 17, 26].



სურ.1. ნორმალური და ცელიაკით დაავადებული წვრილი ნაწლავის ხაოიანი ზედაპირის მდგომარეობა

დეტალურად ადამიანის საჭმლის მომნელებელ სისტემაზე ცილა გლუტენის მოქმედების მექანიზმი წარმოდგენილია სურათზე 2.



სურ.2. წვრილი ნაწლავის ხაოიან ზედაპირზე ცილა გლუტენის მოქმედების მექანიზმი.

როგორც წარმოდგენილი სურათიდან ჩანს ცელიაკიის დაავადება ვითარდება იმუნური რეაქციის შედეგად ხორბლის ცილა- გლუტენზე. როდესაც გლიადინი მიაღწევს ეპითელურ უჯრედებამდე ის უკავშირდება IgA, რომელიც ეხმარება ეპითელურ უჯრედებს-ენტეროციტებს ტოქსინებისა და პათოგენებისგან თავის დასაცავად. ჯანსაღ ორგანიზმში იმუნოგობულინისა და გლიადინის კომპლექსი ნადგურდება და ცელიაკით დაავადებულში - უკავშირდება ეპითელური უჯრედის ზედაპირზე არსებულ ცილა-რეცეპტორ - ტრანსფერინს, რომელიც უზრუნველყოფს ნაწლავის ეპითელიუმის შრეში გლიადინის გატარებას, სადაც ის უკავშირდება ქსოვილურ ტრანსგლუტამინაზას (tTG- tissue Transglutaminase), რომელიც ახდენს მის დეზამიდირებას. დეზამიდირებული გლიადინი უკავშირდება მაკროფაგების სპეციფიკურ რეცეპტორებს (HLA-DQ2). შექმნილ კომპლექსს უკავშირდებიან

სპეციფიკური იმუნური უჯრედები - T-HELPER-ები ე.წ. CD4+T უჯრედები. დაკავშირების შემდეგ ისინი გამოყოფენ მასტიმულირებელ ციტოკინს-ინტერფერონს, რომელიც ახდენს წვრილი ნაწლავის ეპითელური უჯრედების სტრუქტურის დეფორმირებას, რაც ხელს უშლის წვრილი ნაწლავის ხაოების მიერ საკვების შეთვისებას. უკანასკნელ წლებში საკვებისა და ეკოლოგიის მკვეთრი ცვლილების ფონზე, ცელიაკია გადაიქცა წვრილი ნაწლავის ყველაზე ხშირ დაავადებად, რომელიც ამარცხებს ყველა ასაკის ადამიანს, მეტ წილად 20-დან 70 წლამდე. უცხოელი მეცნიერების აზრით, კუჭ-ნაწლავის კედლების დაზიანება იწვევს ლაქტოზისა და საქაროზას აუტანლობას, ზღუდავს მეტაბოლიზმის პროცესებს და იწვევს ინტოქსიკაციას. ცელიაკიას შემთხვევაში აქვს ნაწლავური სიმპტომები, 70% - კი არა ნაწლავური. აღნიშნული დაავადება ხშირ შემთხვევაში ასოცირდება სხვადასხვა დაავადებებთან, როგორცაა I ტიპის დიაბეტი, ჰეპატიტი, კოლიტი, ართრიტი, უჯრედული ლიმფომები, ძვლოვანი ქსოვილის დარბილება, მსხვილი და წვრილი ნაწლავის სიმსივნე და სხვა.

დიეტური და ფუნქციონალური პროდუქტები ხასიათდებიან მაღალი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულებით, ისინი ადაპტირებული არიან ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის თავისებურებებთან და დადებით გავლენას ახდენენ საკვების მომწოდებელი ორგანოების ფუნქციონალურ მდგომარეობაზე და მეტაბოლურ პროცესებზე. აღნიშნული პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიების დამუშავება წარმოადგენს ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებას სამკურნალო და პროფილაქტიკურ კვებაში. ჯანმრთელობის, შრომისუნარიანობისა და ადამიანის აქტიური ხანდაზმულობის შენარჩუნების თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ორგანიზმის რეგულარულ მომარაგებას ყველა საჭირო მიკრონუტრიენტებით: ვიტამინებით, მინერალური ნივთიერებებითა და მაკრო- და მიკროელემენტებით.

ცელიაკიის პროფილაქტიკასა და მკურნალობას საფუძვლად უდევს გლუტენის ელიმინაციური დიეტოთერაპია. დღეისათვის უგლუტენო ნაწარმის მომზადების ორი პრინციპული მიმართულება არსებობს: პირველი - ბუნებრივი აგლუტენური ნედლეულის ფუძეზე, მეორე - ბიოკატალიზური, დაფუძნებული ნედლეულიდან გლუტენის გამორიცხვასა ან მის მოდიფიკაციაზე.

არატრადიციული ნედლეულის გამოყენება პურფუნთუშეული ნაწარმის შემადგენლობაში დაკავშირებულია ტექნოლოგიურ რისკებთან, რომლებიც აისახება ცომის რეოლოგიური თვისებების, პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიური და ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების გაუარესებაში, აღნიშნულ ცვლილებაზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს ფქვილისა და სხვადასხვა არატრადიციული ნედლეულის კონტაქტირების ხანგრძლივობა.

უგლუტენო პურფუნთუშეული ნაწარმის მომზადების პროცესში კომპონენტთა შედგენილობა ქმნის სპეციფიკურ მიკრობიოტას, მკვეთრად განსხვავებულს ხორბლისა და ჭვავის ფქვილის მიკრობიოტასაგან. აგლუტენური მარცვლეულის, ფსევდომარცვლეულის და პარკოსანთა კომპლექსური გამოყენება სხვადასხვა ფუნქციურ ინგრედიენტებთან ერთად მოითხოვს განსხვავებული მიკრობიოტას გამოყენებას ცომის ფერმენტაციის პროცესში. ამ თვალსაზრისით აქტუალურია გამოყენებულ ნედლეულზე ისეთი მიკრობიოტას შერჩევა, რომელიც წინასწარ ადაპტირებული იქნება ამ სუბსტრატების სპეციფიურ თვისებებთან, რისთვისაც მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ფერმენტირებული უგლუტენო ნახევარფაბრიკატების გამოყენება.

3.1. ადგილობრივი, აგლუტენური ნედლეულის შერჩევა და მათი ფიზიკო-ქიმიური და ბიოქიმიური თვისებების შესწავლა

უგლუტენო პურფუნთუშეული პროდუქტების შესაქმნელად კვლევის პირველ ეტაპზე საქართველოს მდიდარი ბიორესურსებიდან შევირჩიეთ შემდეგი აგლუტენური ნედლეული: პარკოსანი ნედლეული - სოიო, ოსპი, ბარდა; მარცვლოვანი ნედლეული - ამარანტი; ძირხვენა ნედლეული - ტოპინამბური (მიწავაშლა). აღნიშნული ნედლეული შერჩეულ იქნა შემდეგი პრინციპით: 1) ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ნედლეული აგლუტენური და დაბალგლიკემიურია (მათი გლიკემიური ინდექსი 40-ზე ნაკლებია); 2) შერჩეული ნედლეული გამოირჩევა მცენარეული (დიეტური) ცილების მაღალი შემცველობით; 3) ნედლეული გამოირჩევა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაღალი შემცველობით და რაც მთავარია ნედლეული მოყვანილია დასავლეთ საქართველოს ფერმერულ და გლეხურ მეურნეობაში.

სოიო და ბარდა ლიდერობენ ცილის შემცველობით. ისინი პრაქტიკულად არ იწვევენ ალერგიას და მიმზიდველნი არიან დიეტური საკვების მისაღებად. ისინი წარმოადგენენ საკვები ცილის ღირებულ და ეკოლოგიურად სუფთა წყაროს. ვთვლით, რომ იმპორტისგან დამოკიდებულების შესამცირებლად მეტად აქტუალურია ადგილობრივი სახედილო რესურსების რაციონალური გამოყენება.

3.1.1. სოიო (ლათ.Glycine max) -არის მცენარეული პროდუქტი პარკოსანთა ოჯახიდან. მისი სამშობლოა სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზია, სოიო ინტენსიურად მოჰყავთ აზიაში, სამხრეთ ევროპაში, ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკაში, ცენტრალურ და ჩრდილოეთ აფრიკაში, ავსტრალიაში, ასევე წყნარი და ინდოეთის კუნძულებზე [39, 40].

სოიო არის ერთ-ერთი უძველესი კულტურული მცენარე. ის პირველად მოიყვანეს ჩინეთში. აღსანიშნავია იმერეთში გავრცელებული სოიო, რომელიც ფასობს მაღალი ცილის შემცველობით, ამიტომ მან ფართო გამოყენება ჰპოვა ცხოველური წარმოშობის კვების პროდუქტების ანალოგების წარმოებაში.

სოიოს გააჩნია უნიკალური თვისება, რაც გამოისახება ნებისმიერი არომატისა და გემოს შეთვისებაში საკუთარი არომატისა და გემოს არ არსებობის მიუხედავად. არნიშნული თვისება სოიოს აძლევს პრაქტიკულად ნებისმიერი პროდუქტის შენაცვლების უნარს.

სოიო იდეალური პროდუქტია ვეგეტარიანელთათვის, რადგან 40% შედგება ცილებისგან, რომლებიც თვისობრივად არ ჩამოუვარდება ცხოველური წარმოშობის ცილებს. სოიო შეიცავს მრავალ სასარგებლო მინერალურ ელემენტებს; კალიუმი, ფოსფორი, მაგნიუმი, ნატრიუმი, რკინა მასში 7-ჯერ მეტია, ვიდრე ხორბალში. ვიტამინები B, D და E აჩერებენ დაბერების პროცესებს და უჯერი ცხიმოვანი მჟავები აფერხებენ კიბოს უჯრედების ზრდას.

სოიო - უნიკალური პროდუქტია, რომელსაც გააჩნია რიგი სასარგებლო თვისებები. ადამიანს, რომელიც მოიხმარს სოიოს არასოდეს ემართება ჭარბწონიანობა, ოსტეოპოროზი, ალერგია, გულის იშემიური დაავადებები.

სოიო შეიცავს შაქრების მნიშვნელოვან რაოდენობას - რაფინოზები და სტიქიოზები, რომელსაც ბიფიდობაქტერიები იყენებენ საკვები ნივთიერებების წყაროდ.

ბიფიდობაქტერიების რაოდენობის ზრდასთან ერთად იკლებს მავნე ბაქტერიების რაოდენობა და იზრდება ადამიანის სიცოცხლის ხანგრძლივობა.

სოიო შეიცავს იზოფლავონოიდებს, გენესტინს და ფიტინის მჟავებს. იზოფლავონოიდები - ესტროგენების მსგავსი ნაერთებია, რომლებიც აფერხებენ ჰორმონდამოკიდებული კიბოს განვითარებას. გენესტინი - ნივთიერება, რომელსაც გააჩნია უნარი ონკოლოგიური და გულ-სისხლძარღვთა დაავადებათა განვითარების შეფერხებას ადრეულ სტადიაზე.

ერთერთი უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი, რომელიც შედის სოიოს შემადგენლობაში არის ლეციტინი. სოიოში შემავალი ლეციტინი და ქოლინი (ფოსფატიდილ ქოლინი, აცეტილქოლინი), მნიშვნელოვან როლს არსულებენ ორგანიზმში. ეს ნივთიერებები აღადგენენ ნერვული ქსოვილის უჯრედებს. ასევე ეხმარებიან ცხიმების მეტაბოლიზმში, არეგულირებენ ქოლესტერინის რაოდენობას სისხლში. ამ ნივთიერებას გამოიყენებენ ისეთი დაავადებების სამკურნალოდ, როგორცაა ხუტინგტონის და პარკინსონის დაავადება, დიაბეტი, ნაღვლის ბუშტის, ღვიძლის დაავადებები, კუნთოვანი დისტროფია, გლაუკომა, ათეროსკლეროზი, მენსტრუების პრობლემები და ნაადრევი დაბერება.



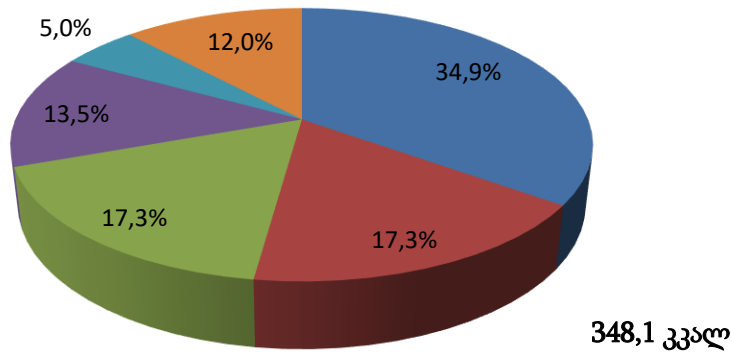
სურ. 3. სოიოს მარცვალი

შესწავლილია სოიოს მარცვლის ქიმიური შედგენილობა (ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების, საკვები ბოჭკოების საერთო რაოდენობა, ასევე ნაცროვანი

ელემენტებისა და წყლის შემცველობა), მიღებული შედეგების საფუძველზე გაანგარიშებულია კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება, რაც ასახულია მოცემულ ნახაზზე 2.

სოიო

■ ცილები ■ ცხიმები ■ ნახშირწყლები ■ საკვები ბოჭკოები ■ ნაცარი ■ წყალი



ნახ 2. სოიოს ქიმიური შედგენილობა კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება

სოიოს ცილები (34,9%) ძირითადად წარმოდგენილია ალბუმინებით და გლობულინებით. ნახშირწყლების საერთო რაოდენობა ჯამში შეადგენს 17,3%, მათ შორის სახამებელზე მოდის მხოლოდ 2,4%. სხვა დანარჩენი არის სხვადასხვა შაქრები: მონო, დი და პოლისაქარიდები. საკვები ბოჭკოს რაოდენობა სოიოს მარცვალში აღწევს 13,5%. ცნობილია, რომ პროდუქტები, რომლებიც მდიდარია საკვები ბოჭკოებით აძლიერებენ კუჭნაწლავის მოტორიკას და ადადგენენ მის მიკროფლორას. სოიოს მარცვლის ტექნოლოგიური თვისებების კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ მარცვალს გააჩნია თავისი წონის 2,3 ჯერ მეტი წყლის შთანთქმის უნარი (1გ შთანთქავს 2,3 გ წყალს). სოიოს მარცვლის აღნიშნული თვისება განსაზღვრავს სოიოს პროდუქტების ჟელესმაგვარ კონსისტენციას, ეს თვისება კი მეტად ფასეულია კუჭნაწლავის დაავადებების მქონე ადამიანთა სამკურნალო კვებისათვის. სოიოს ენერგეტიკულმა ღირებულებამ შეადგინა 348,1კკალ.

3.1.2. ოსპი (ლათ. *Lens culinaris*)- არის ფასეული გვალვაგამძლე პარკოსანი მცენარე, პოპულარული საკვები პროდუქტი. ოსპი არის ერთერთი უძველესი მოშენებული მცენარე. საქართველოში ეს არის ტრადიციული მარცვლეული, რომელიც გაშენებულია თითქმის ყველა რაიონში. ოსპი ითვლება დიეტურ პროდუქტად, რომელიც თითქმის არ შეიცავს ცხიმებს, მაგრამ დიდი რაოდენობით შეიცავს ორგანიზმისთვის ადვილად შესათვისებელ ცილებს. ის არის რკინის მდიდარი წყარო. ოსპის მარცვლები შეიცავენ დიდი რაოდენობით მიკროელემენტებს: კალციუმი, კალიუმი, რკინა, ფოსფორი. ის არის ტრიფტოფანისა და B ჯგუფის ვიტამინების წყარო.

ოსპს არ გააჩნია რადიონუკლიდებისა და ნიტრატების შეკავშირების უნარი, ამიტომაც ნატურალურობის თვალსაზრისით ის იდეალურია.

ოსპი მდიდარია მცენარეული ცილებით, რომელიც უზრუნველყოფს კუნთოვანი მასის დაგროვებას, გულსისხლძარღვთა დაავადებების საფრთხის შექმნის გარეშე.

ოსპს აქვს სისხლში შაქრის დონის დაწვევის, ჰემოგლობინით მისი გამდიდრების უნარი (რკინის მაღალი შემცველობის გამო), ეწინააღმდეგება საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის და შარდსასქესო სისტემის, მკერდის კბოს განვითარებას.

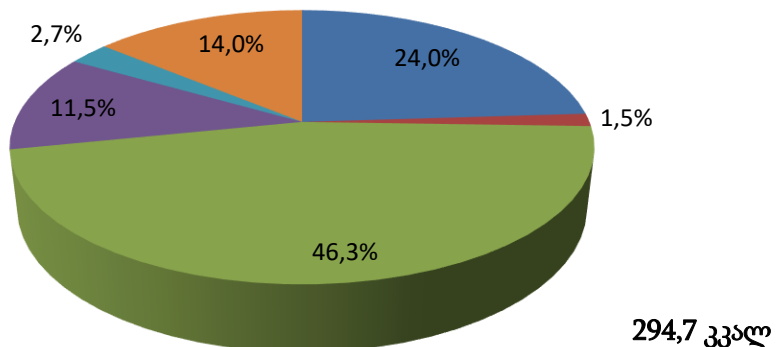


სურ. 4. მწვანე ოსპის მარცვალი

ოსპის ქიმიური შედგენილობა, კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება ასახულია ნახაზზე 3.

ოსპი

■ ცილები ■ ცხიმები ■ ნახშირწყლები ■ საკვები ბოჭკოები ■ ნაცარი ■ წყალი



ნახ 3. ოსპის ქიმიური შედგენილობა კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება

ოსპს გააჩნია თავისი წონის 2,12 ჯერ მეტი წყლის შეკავშირების უნარი (1გ შთანთქავს 2,12 მლ წყალს). ოსპის ენერგეტიკულმა ღირებულებამ შეადგინა 294.7კკალ. სოიოს მსგავსად ოსპიც გამოირჩევა ცილების მაღალი შემცველობით (24,0%).

3.1.3. ბარდა (ლათ. Pisum) — პარკოსანთა ოჯახის წარმომადგენელია. ბარდის სამშობლოდ აღმოსავლეთი ავღანეთი და ჩრდილო-დასავლეთი ინდოეთი ითვლება.

პარკოსნებს შორის ბარდა გამოირჩევა კალორიულობით: 100გრამ პროდუქტში 300-დან 320 კკალ, მასზე მეტი კალორიულობა მხოლოდ სოიოს გააჩნია. ახალი ბარდა პარკებთან ერთად ვიტამინების და მინერალების საწყობია. ბარდის მარცვლები შეიცავენ მარტივ შაქრებს, ბევრ საკვებ ბოჭკოებს, ცხიმებს და ნაჯერ ცხიმოვან მჟავებს მცირე რაოდენობით, მაგრამ ყველაზე ჭარბად შეიცავენ ნახშირწყლებს, სახამებელს და ძვირფას მცენარეულ ცილებს. ვიტამინებიდან გააჩნიათ ბეტა-კაროტინი, ვიტამინი A, E, H, PP და B ჯგუფის; მდიდარია მინერალური შემადგენლობით, განსაკუთრებით ჭარბად შეიცავს-რკინას, თუთიას, იოდს, სპილენძს, მაგნიუმს, ალუმინს, ბორს, მოლიბდენს, ფტორს, ვანადიუმს, ნიკელს, ტიტანს, სელენიუმს, სტრონციუმს, კალას, სელენს, კობალტს, ქრომს; მაკროელემენტებიდან - კალიუმს, ფოსფორს, გოგირდს, ქლორს, კალციუმს,

მაგნიუმს, ნატრიუმს. უფრო მომწიფებულ მარცვლებში შაქარი ნაკლებია, სახამებელი კი მეტი.

ბარდის შემადგენლობაში შემავალი ყველა ნივთიერება ხელსაყრელად მოქმედებს ჩვენს ჯანმრთელობაზე. ბარდა სასარგებლოა სისხლნაკლებობისა და ჭარბწონიანობის პროფილაქტიკისათვის, აუმჯობესებს ღვიძლის, თირკმელების და გულსისხლძარღვთა სისტემების მუშაობას.

მწვანე ბარდის მარცვლები შეიცავენ უჯრედის, ამიტომაც ის გამოიყენება შლაკებისგან ნაწლავის გასუფთავებისთვის; ასევე ნიკოტინის მჟავას - ის სხვა ნივთიერებებთან ერთად უზრუნველყოფს სისხლში ქოლესტერინის ნორმალური დონის შენარჩუნებას და ამცირებს ონკოლოგიური დაავადებების განვითარების ალბათობას.

ბარდაში არსებული თიამინი (B ჯგუფის ერთ-ერთი ვიტამინი) აუმჯობესებს თავის თვინის მუშაობას, ამარაგებს ორგანიზმს ენერგიით. ბარდა განსაკუთრებით სასარგებლოა ბავშვებისთვის და მოზარდებისთვის: ასტიმულირებს ზრდას, ინარჩუნებს საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის და გულის კუნთების ტონუსს. თიამინი ზრდასრულ ასაკში ანელებს დაბერების პროცესებს, რადგან მას გააჩნია ანტიოქსიდანტური თვისებები - იცავს ჩვენს უჯრედებს გარემოს არახელსაყრელი ზემოქმედებისგან, სიგარეტისა და ალკოჰოლისგან.

ვიტამინ H -სილამაზის ვიტამინს, ასევე გააჩნია ანტიოქსიდანტური თვისებები, არეგულირებს შაქრის დონეს სისხლში, საჭმლის მომნელებელი და ნერვული სისტემების მუშაობას, ნორმალურ ფარგლებში ინარჩუნებს კანის და ლორწოვანი გარსების მდგომარეობას.

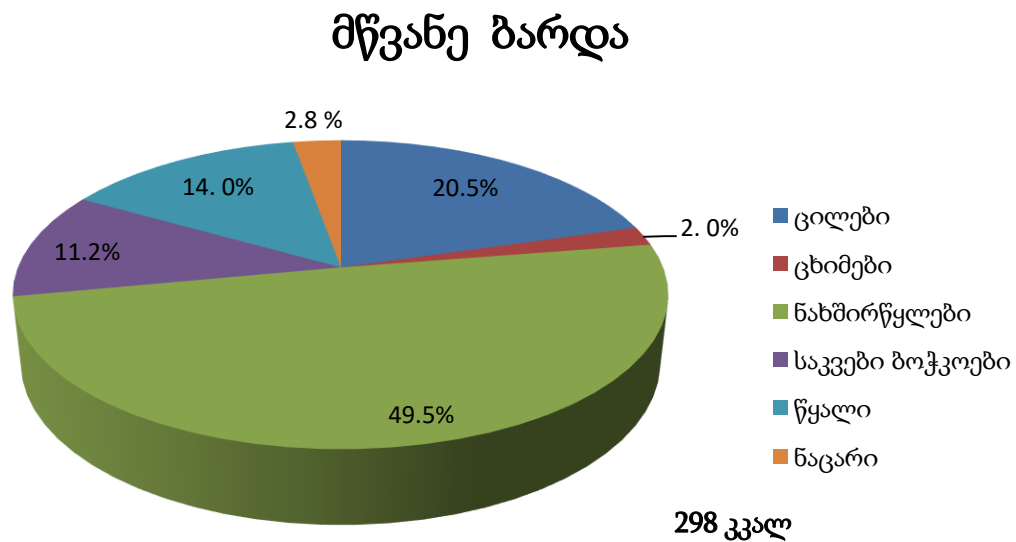
ბარდის მარცვლებში მოთავსებული მრავალი ნაერთი მონაწილეობს ჩვენთვის აუცილებელ ნივთიერებათა სინთეზში: ამინომჟავების, ცილების, ჰორმონების, ცხიმოვანი მჟავების, სასარგებლო ქოლესტერინის, ვიტამინების A და D, გლუკოზის. ფოსფორი და ფოსფორმჟავა მონაწილეობს მრავალი ფერმენტის სინთეზის პროცესში, რომლებიც აუცილებელია ქიმიური რეაქციების ნორმალური მიმდინარეობისათვის, აუმჯობესებენ ჟანგბადის გატარებას სისხლის უჯრედებში. გარდა ამისა ჩვენი ჩონჩხი შედგება ძირითადად ფოსფორმჟავას მარილებისგან.

ბარდა ყოველთვის გამოიყენებოდა სახალხო მედიცინაში. ჰიპოკრატე მისი საშუალებით კურნავდა ანემიას, ჩიყვს, ჭარბწონიანობას, გულისა და სისხლძარღვების დაავადებებს.



სურ. 5. მწვანე ბარდას ნელი და ხმელი მარცვალი

ბარდას ქიმიური შედგენილობა კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება ასახულია მოცემულ ნახაზზე 4.



ნახ. 4. მწვანე ბარდის ქიმიური შედგენილობა კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება

მწვანე ბარდას გააჩნია თავისი წინოს 2,12 –ჯერ მეტი წყლის შეთვისების უნარი. მისი ენერგეტიკული ღირებულება შეადგენს 298 კკალ. ნახშირწყლების რაოდენობა აღწევს 49,5%, მათგან უმეტესობა შედგება მონოსაქარიდებისგან, რომლებიც ინსულინის გარეშე ხვდებიან სისხლში. ცხიმების რაოდენობა მცირეა (2,0%), რომლის შემადგენლობაში გამოირიცხება ქოლესტერინი. ბარდაში არსებული საკვები ბოჭკოები (11,2%) უზრუნველყოფენ სისხლში ქოლესტერინის დონის დაწევას.

3.1.4. ამარანტი (ლათ.Amaránthus) - ერთწლიანი ბალახოვანი მცენარეა, რომლის სამშობლოა სამხრეთ ამერიკა. ამარანტი შეიცავს სრულფასოვანი ცილების რეკორდულ რაოდენობას, რომელიც ბალანსირებულია ამინომჟავების შემადგენლობით, ის ასევე შეიცავს უნიკალურ ამარანტის ზეთს, დიდ რაოდენობა ამინომჟავა - ლიზინს, მაკრო და მიკროელემენტებს. ის მდიდარია რკინით, ფოსფორით, ვიტამინებით: B1, B2, E, D, ფოსფოლიპიდებით და ფიტოეთეროლით. ეს მარცვლეული არის XXI საუკუნის მცენარე, მის მარცვალს უწოდებენ ღმერთების ოქროს მარცვალს. ამარანტის თესლები განსაკუთრებულად ფასობენ სპეციალური ნივთიერებების - სკვალენის შემცველობის გამო, რომელსაც გააჩნია ძლიერი ანტიოქსიდანტური თვისება.

სკვალენი ადვილად იხსნება ეთერსა და აცეტონში. ის არის წყალში უხსნადი, სუსტად ხსნადია ქლოწყალბადმჟავაში და ეთანოლში. ის პირველად აღმოაჩინეს 1906 წელს ზვიგენის ღვიძლში. მოგვიანებით ის აღმოჩენილ იქნა მცენარეულ ზეთში და მიკროორგანიზმებში.

სკვალენი არის ბიოლოგიური ნაერთი, ბუნებრივი უჯერი ნახშირწყალბადი. მას აკლია 12 წყალბადის ატომი სტაბილური მდგომარეობის მისაღწევად, ამიტომ ეს უჯერი ნახშირწყალბადი იერთებს წყალბადის ატომებს ყველა მისაწვდომი წყაროდან, ამიტომაც სკვალენი ადვილად შედის წყალთან რეაქციაში და ათავისუფლებს ჟანგბადს. ეს პროცესი ჭარბად ამარაგებს ორგანოებს და ქსოვილებს ჟანგბადით.

ორგანიზმში მოხვედრისთანავე სკვალენი აახალგაზრდავებს უჯრედებს და ზრდის ორგანიზმის იმუნიტეტს რამოდენიმეჯერ და უზრუნველყოფს მის მედეგობას სხვადასხვა დაავადებების მიმართ.

ამარანტის თესლებში ზეთის შემცველობა 7-9 %-ია, რომლისგანაც 3% მიიღება ცივი დაწნხვით. ამარანტის ზეთში სკვალენის შემცველობა 25%-ია.

სკვალენი არის ვიტამინ A -ს წარმოებული და ქოლესტეროლის სინთეზის შემდეგ ის გარდაიქმნება მის ბიოლოგიურ ანალოგად 7- დეჰიდროქოლესტეროლად, რომელიც ჰაერთან კონტაქტის დროს გარდაიქმნება ვიტამინ D - დ, რაც უზრუნველყოფს მზის სხივებისაგან დამცავ თვისებებს. ამის გარდა, ვიტამინი A შეითვისება ბევრად უკეთ თუ ის იქნება გახსნილი სკვალენში.

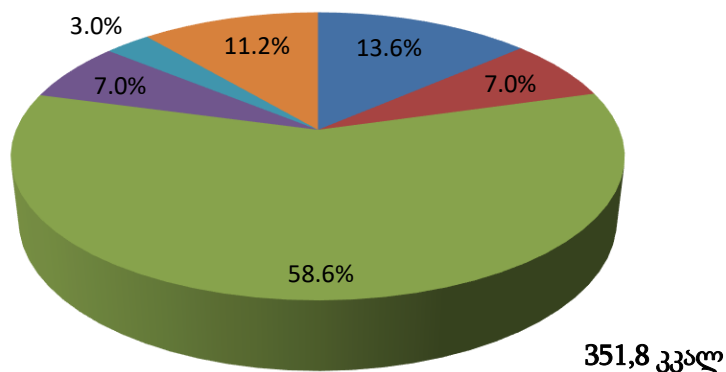


სურ. 6. ამარანტის მარცვალი

ამარანტის ქიმიური შედგენილობა კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება ასახულია ნახაზზე 5.

ამარანტი

■ ცილები ■ ცხიმები ■ ნახშირწყლები ■ საკვები ბოჭკოები ■ ნაცარი ■ წყალი



ნახ. 5. ამარანტის ქიმიური შედგენილობა კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება

ამარანტს გააჩნია თავისი წონის 2,3-ჯერ მეტი წყლის შეთვისების უნარი. ცილების რაოდენობა აღწევს 13.6%, რომელიც გამდიდრებულია ადამიანის ორგანიზმისთვის შეუცვლელი ამინომჟავა ლიზინით. ამარანტი უსწრებს ხორბალს და სხვა მარცვლოვნებს ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობით. მისი მარცვლის ენერგეტიკული ღირებულება შეადგენს 351,8 კკალ.

3.1.5. ტოპინამბური (ლათ. *Helianthus Tuberosus*) – არის მრავალწლოვანი ტუბერისებრი ბალახოვანი მცენარე მზესუმზირასებრთა გვარიდან. ველური სახით გავრცელებულია ჩრდილოეთ ამერიკაში, თუმცა მისი არეალი მთელს მსოფლიოს მოიცავს, იგი ადვილად ეგუება, როგორც მშრალ, ასევე ნოტიო ნიადაგს, არ ითხოვს სასუქს.

ტოპინამბური შეიცავს მშრალი ნივთიერებების საკმარისად დიდ რაოდენობას (20%), რომლის 80% შეიცავს ფრუქტოზის პოლიმერულ ჰომოლოგს - ინულინს. ინულინი არის პოლისაქარიდი, რომლის ჰიდროლიზის შედეგად წარმოიქმნება ფრუქტოზა, რომელიც უვნებელია დიაბეტით დაავადებული ადამიანებისთვის. ტოპინამბური შეიცავს უჯრედის და მინერალური ელემენტების მდიდარ ნაკრებს.

სტოპინამბური აქტიურად ითვისებს სილიციუმს ნიადაგიდან და ტუბერებში მისი შემცველობა აღწევს მშრალი ნივთიერების 8%-ს. რკინის, სილიციუმის და თუთიის შემცველობით ის წინ ისწრებს კარტოფილს, სტაფილოს და ჭარხალს. ტოპინამბურის ტუბერების შემადგენლობაში შედიან ასევე ცილები, პექტინი, ამინომჟავები, ორგანული და ცხიმოვანი მჟავები. ის კარტოფილზე, სტაფილოზე და ჭარხალზე 3-ჯერ მდიდარია B1, B2, C ვიტამინების შემცველობით. ტოპინამბურის არსებითი განსხვავება სხვა ბოსტნეულისგან არის მის ტუბერებში მაღალი ცილის შემცველობა (მშრალი ნივთიერების 3,2%), რომლებიც წარმოდგენილია 8 ამინომჟავით, რომელთა სინთეზი ხდება მხოლოდ მცენარეებში და არა ადამიანის ორგანიზმში: არგინინი, ვალინი, ჰისტიდინი, იზოლეიცინი, ლეიცინი, ლიზინი, მეთიონინი, ტრიფტოფანი, ფენილალანინი.

ტოპინამბური სხვა ბოსტნეულისგან განსხვავდება უნიკალური ნახშირწყლოვანი კომპლექსის და მისი პოლიმერების შემცველობით: ფრუქტოოლიგოსაქარიდებისა და ინულინის.

ინულინი - ერთადერთი ბუნებრივი პოლისაქარიდია, რომელიც 98%-ით შედგება ფრუქტოზისგან. ინულინი ადამიანის ორგანიზმში არსებობის განმავლობაში, კუჭში მოხვედრიდან დაწყებული გამოყოფით დასრულებული, ხელსაყრელად მოქმედებს მის ჯანმრთელობაზე. კუჭში ინულინი არ შეითვისება, მისი ნაწილი კუჭის მჟავე არეში იშლება მოკლე ფრუქტოზულ ჯაჭვებად და ფრუქტოზის მოლეკულებად, რომლებიც გადადიან სისხლში. ინულინის დაუმღელი ნაწილი იკავშირებს ორგანიზმისთვის უსარგებლო ნივთიერებებს, როგორცაა მძიმე მეტალები, რადიონუკლიდები, ქოლესტერინის კრისტალები, ცხიმოვანი მჟავები, ორგანიზმში საკვებთან ერთად მოხვედრილი ან ნაწლავებში მოზინადრე დაავადებების გამომწვევი მიკრობების მიერ გამოყოფილი სხვადასხვა ტიქსიკურ ქიმიურ ნაერთებს და წრაფად გამოიყოფა ორგანიზმიდან. გარდა ამისა ინულინი მნიშვნელოვნად ასტიმულირებს ნაწლავის კედლის კუმშვით უნარს, რაც შესამჩნევად აჩქარებს ორგანიზმის შლაკებისგან, მოუნელებელი საკვებისგან და მავნე ნივთიერებებისგან გასუფთავებას. ინულინის ანტიტოქსიკური ეფექტი ძლიერდება უჯრედისის მოქმედებით, რომელიც ასევე არის

ტოპინამბურში. ნაწლავში შეწოვილი მოკლე ფრუქტოზული ჯაჭვები სისხლშიც აგრძელებენ ანტიტოქსიკური, გამწმენდი ფუნქციის შესრულებას, გარემოდან ორგანიზმში მოხვედრილი მავნე ქიმიური ნაერთების დაკავშირებისა და მათი გამოდევნის გზით. ინულინი არის საუკეთესო საშუალება სხვადასხვა წარმოშობის ნაწლავური დისბაქტერიოზების დროს, რადგან უზრუნველყოფს „მეგობარი“ ბაქტერიების გამრავლებას. ერთდროულად აღინიშნებოდა სხვადასხვა მინერალური მარილების, განსაკუთრებით კალციუმის, აბსორბციის გაძლიერება, სისხლის შრატში ქოლესტერინის დონის დაწვევა, კანცეროგენების და მავნე ნივთიერებათა შემცველობის შემცირება (შენდეროვი ბ.ა. 2001). ინულინის გამოყენება კვებითი დანამატის სახით ასტიმულირებს ვიტამინების სინთეზს და ააქტიურებს დაცვის იმუნური მექანიზმების ამოქმედებას.

ფრუქტოოლიგოსაქარიდები - წარმოადგენენ გლუკოზების მოკლე ჯაჭვებისა და ფრუქტოზების ნარევეს. ფრუქტოოლიგოსაქარიდები უტილიზდება ბიფიდობაქტერიების უმეტესობა შტამებით და ასევე ლაქტობაქტერიების ზოგიერთი კულტურებით. ფრუქტოოლიგოსაქარიდების მოხმარებისას ნაწლავებში მიმდინარეობს მიკრობული სტატუსის ნორმალიზაცია ნაწლავში კალციუმისა და მაგნიუმის იონების აბსორბციის გაზრდით. ფრუქტოოლიგოსაქარიდებს გააჩნიათ დაბალი კალორიულობა და ამიტომაც ისინი რეკომენდირებულნი არიან დიაბეტით და ჭარბწონიანობით დაავადებული ადამიანებისთვის.

ფრუქტოზა - ტოპინამბურის ერთერთი შემადგენელი კომპონენტია, რომელიც წარმოიქმნება ინულინის დაშლის შედეგად. ის არის დიეტური შაქარი, რომელსაც გააჩნია გლუკოზის მსგავსი ნივთიერებათა ცვლის პროცესებში მონაწილეობა. ინსულინის უკმარისობის და მისი არ არსებობის დროს მას შეუძლია გლუკოზის ჩანაცვლება [39, 40].

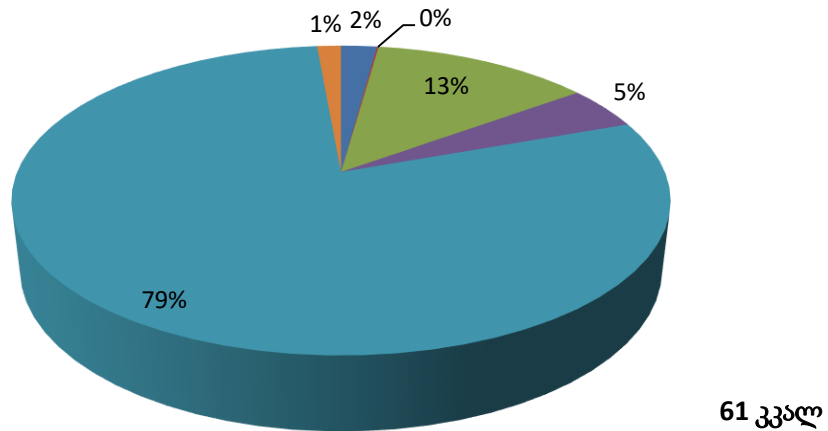


სურ. 7. ტოპინამბურის ბოლქვები

ტოპინამბურის ქიმიური შედგენილობა კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება ასახულია ნახაზზე 6.

ტოპინამბური

■ ცილები ■ ცხიმები ■ ნახშირწყლები ■ საკვები ბოჭკოები ■ წყალი ■ ნაცარი



ნახ. 6. ტოპინამბურის ქიმიური შედგენილობა კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება

ტოპინამბურს გააჩნია ძალიან დაბალი ენერგეტიკული ღირებულება, რომელიც შეადგენს 61 კკალ. მის შემადგენლობაში შედის ნახშირწყლების 13%, რომელთაგან 80%-ს შეადგენს ფრუქტოზის პოლიმერული ჰომოლოგი - ინულინი, ის წარმოადგენს დიაბეტით დაავადებულთათვის უსაფრთხო ფრუქტოზის წყაროს. ცილებზე მოდის 2%, რომლებიც წარმოდგენილია 8 ამინომჟავით, რომელთა სინთეზი ხდება მხოლოდ მცენარეულ და არა ცხოველურ ორგანიზმში: არგინინი, ვალინი, ჰისტიდინი, იზოლეიცინი, ლეიცინი, ლიზინი, მეტიონინი, ტრიფტოფანი, ფენილალანინი.

3.2. შერჩეული ნედლეულის მიკრონუტრიენტული შედგენილობის კვლევა

შერჩეულ ნედლეულში შევისწავლეთ მაკრო-, მიკროელემენტების და ვიტამინების შემცველობა. კვლევის შედეგები მოტანილია ცხრილი 12.

ცხრილი 12.

მაკრო-, მიკროელემენტების და ვიტამინების შედგენილობა უგლუტენო ნედლეულის მარცვლებში (მგ%)

კომპონენტები	მარცვლეული		პარკოსნები			ძირხვენა
	ხორბალი	ამარანტი	სოიო	ოსპი	ზარდა	ტოპინამბური
1	2	3	4	5	6	7
ვიტამინები						
β – კაროტინი	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,012
B1 (თიამინი)	0,44	0,37	0,94	0,50	0,81	0,07
B2 (რიბოფლავინი)	0,15	0,38	0,22	0,21	0,15	0,06
B5 (პანტოტენის მჟავა)	1,10	1,86	1,75	-	2,2	-
B6 (პირიდოქსინი)	0,50	0,69	0,85	-	0,27	-

1	2	3	4	5	6	7
B9 (ფოლის მჟავა), მკგ	37,5	82	200	-	16	-
ვიტამინი C	-	4,2	-	-		6,0
ვიტამინი E	3,0	1,19	1,9	0,5	0,7	0,2
PP (ნიაცინი)	7,3	0,92	9,7	5,5	6,5	1,3
ქოლინი, მკგ	90	69,80	270	-	200	-
მაკროელემენტები						
კალციუმი	54	159	348	83	115	20
მაგნიუმი	108	248	226	80	107	12
ნატრიუმი	8	4	6	55	33	3
კალიუმი	337	508	1607	672	873	200
ფოსფორი	370	657	603	390	329	78
მიკროელემენტები						
რკინა	5,4	7,61	9,7	11,8	6,8	0,4
თუთია	2,8	2,9	2,0	2,4	3,18	-
სპილენძი, მკგ	470	525	500	660	750	-
მანგანუმი	3,8	3,3	2,8	1,2	1,75	-
სელენი, მკგ	29	-	-	19,6	13,1	-

როგორც ცხრილიდან ჩანს ვიტამინების შემცველობის მიხედვით, ჩვენს მიერ შესწავლილ ნედლეულს შორის, ლიდერობს ამარანტი. კალციუმის და კალიუმის შემცველობა ყველაზე მაღალია სოიოს მარცვალში, ხოლო ფოსფორის და მაგნიუმის რაოდენობით სოიოს რიგში დგას ასევე ამარანტი. რაც შეეხება მიკროელემენტებს, როგორც ცხრილიდან ვხედავთ, ზოგადი სურათით განსაკუთრებით გამოირჩევა მწვანე ბარდა. რკინის შემცველობით კი ლიდერობს ოსპი.

3.3. ადგილობრივი, აგლუტენური ნედლეულის ტექნოლოგიური თვისებების შესწავლა.

3.3.1 კვლევებში გამოყენებული აგლუტენური ნედლეულის მორფოლოგიური და ტექნოლოგიური დახასიათება

დავახასიათეთ ჩვენს მიერ შერჩეული ნედლეულის მარცვლების ზომა, დიამეტრი, დასუფთავებული მარცვლების ხარისხი და მათში არსებული სინესტის ხარისხი, ასევე დავადგინეთ 1000 მარცვლის წონა და წყლის შთანთქმის შედეგად გაჯირჯეებული მარცვლების ზომა, კვლევის შედეგები მოტანილია ცხრილი 13.

ცხრილი 13.

კვლევებში გამოყენებული აგლუტენური მარცვლების დახასიათება

მაჩვენებლების დახასიათება	ხორბალი	სოიო	ოსპი წითელი	ოსპი მწვანე	ბარდა	ამარანტი
სუნი	ნორმალური, დამახასიათებელი ჯანსაღი მარცვლისთვის					
ფერი	ყვითელი	ყვითელი	წითელი	მწვანე	მწვანე	მკრთალი ყვითელი
1000 მარცვლის მასა,გ	40	140	36	52	200	0,5
მარცვლის ზომა (დიამეტრი), მმ	7 (სიგრძე)	7	6	5	6	1
გაჯირჯეებული მარცვლის ზომა (დიამეტრი),მმ	8	12	8	6	10	2
სინესტე,%	14.0	12.0		14.0	20,5	11,2
მინარევეები,%	0,6	0,9	0.3	0,3	0,5	0,6
ხარისხიანი მარცვალი, %	98	97,1	97,4	97,7	98,3	97,8
დაზიანებული მარცვლები, %	2,0	2,9	2,6	2,3	1,7	2,2

როგორც აღნიშნული ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე დიდი მარცვლის წონა გააჩნია ბარდას, ხოლო ყველაზე მსუბუქი მარცვალი აქვს ამარანტს. ზომის მიხედვით ყველაზე მსხვილი მარვლები გააჩნია სოიოს და გაჯირჯვების შემდეგ მის მარცვლებს ახასიათებს ყველაზე ინტენსიური მატება ზომამი და წონაში. სინესტის ხარისხის მიხედვით აღებული მშრალი მარცვლების ნიმუშებიდან ყველაზე მეტ ნესტს შეიცავს ბარდა. დაბინძურების ხარისხი ყველაზე მაღალი აღინიშნება სოიოში.

3.3.2. აგლუტენური ნედლეულის წყლის შთანთქმის უნარიანობის კვლევა.

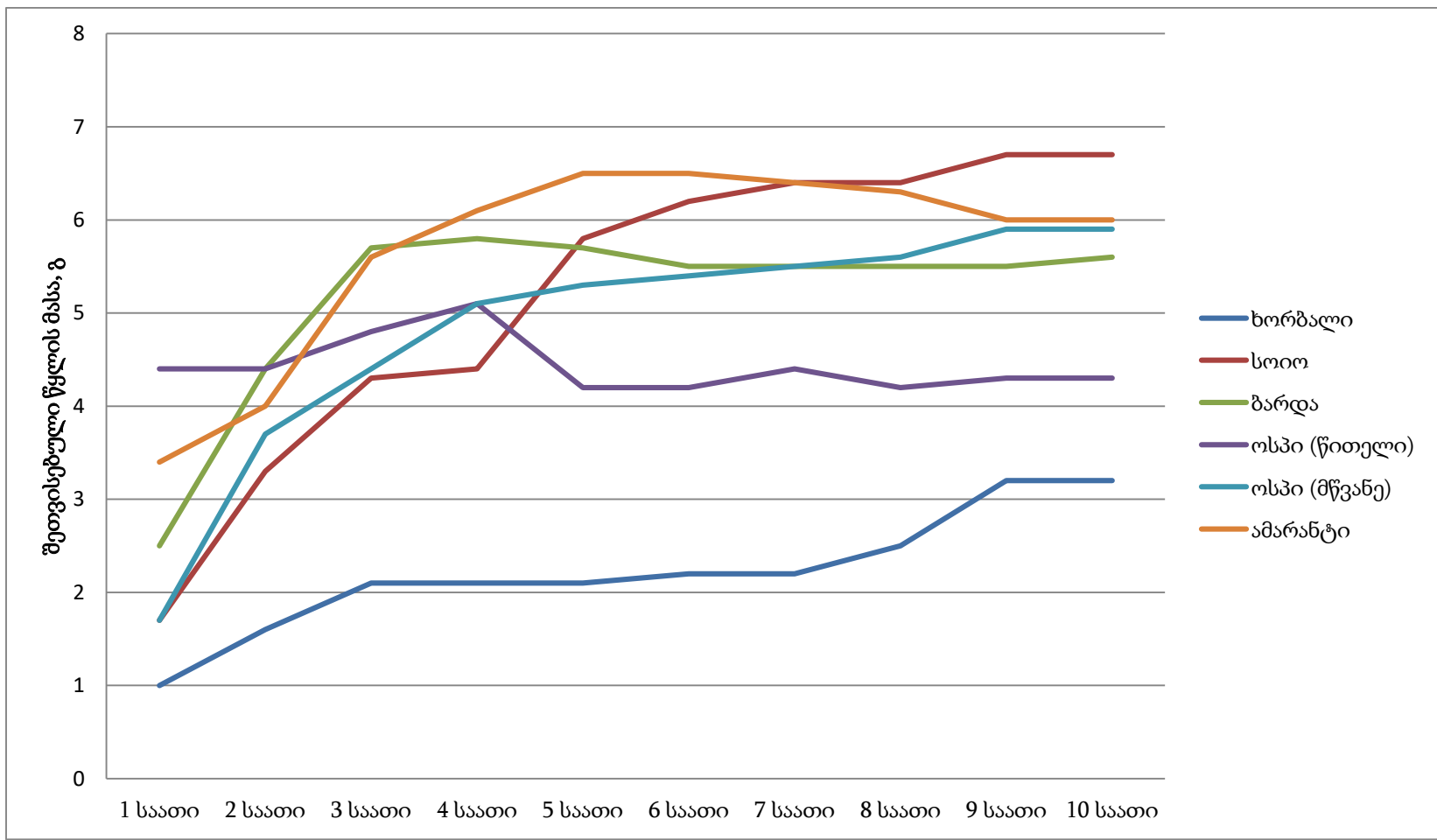
ჩავატარეთ კვლევა შერჩეული ნედლეულის წყლის შთანთქმის უნარიანობის განსაზღვრისთვის. ავიღეთ მარცვლების 5 ნიმუში, მათ შორის: ხორბალი, სოიო, ბარდა, მწვანე ოსპი 5 გრამის ოდენობით და თითოეულ ნიმუშს დავამატეთ 50გ წყალი. წონის ნამატს ვაფიქსირებდით ყოველ 1 საათში, რაც წარმოადგენდა შთანთქმული წყლის რაოდენობას. მიღებული შედეგები წარმოდგენილი ცხრილში 14.

ცხრილი 14.

მარცვლის გაჯირჯვების პროცესში წყლის შთანთქმის ცვლილების დინამიკა

ნედლეულის დასახელება	მარცვლის გაჯირჯვების ხანგრძლივობა, საათებში								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	შთანთქმული წყლის რაოდენობა, გრამებში								
ხორბალი	1,0	1,6	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,5	3,0
სოიო	1,7	3,3	4,3	4,4	5,8	6,2	6,4	6,4	6,7
ბარდა	2,5	4,4	5,7	5,8	5,7	5,5	5,5	5,5	5,6
ოსპი მწვანე	1,7	3,7	4,4	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,9
ამარანტი	3,4	4,0	5,6	6,1	6,3	6,5	6,4	6,3	6

როგორც ცხრილიდან ჩანს ყველაზე მაღალი წყლის შთანთქმის უნარი გააჩნია სოიოს და ხანგრძლივობა კი შეადგენს 9 საათს. ხორბლის მარცვალთან შედარებით ის შთანთქავს 4 ჯერ მეტი წყლის რაოდენობას. ამარანტი 3,5 ჯერ მეტ წყალს შთანთქავს ვიდრე ხორბალი და მისი შთანთქმის ხანგრძლივობა შეადგენს 6 საათს, შემდგომში შეინიშნება წყლის განდევნას.



ნახ. 7. მარცვლის გაჯირჯვების პროცესში წყლის შთანთქმის ცვლილების დინამიკა

3.4. შერჩეული მარცვლოვანი და პარკოსანი ნედლეულის ბიოლოგიური ღირებულების ამაღლება ფერმენტული მოდიფიკაციის გზით. მარცვლის გაღივების პროცესის კვლევა და ოპტიმიზაცია

ბალანსირებული შედგენილობის მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების პროდუქტების მისაღებად ვატარებდით სოიოს, ბარდას, ოსპის, ამარანტის, მარცვლების მიზანმიმართულ მოდიფიკაციას. ამ მიზნით გამოვიყენეთ ერთ-ერთი პერსპექტიული და უსაფრთხო მეთოდი, ფერმენტული მოდიფიკაციის ხერხი. მეთოდი ეფუძნება მარცვლის საკუთარი ენდოფერმენტული სისტემის აქტივაციას, რომელიც მიმდინარეობს ნოტიო არეში მარცვლის გაღივებისას. აღნიშნულ ექსპერიმენტებში გამოვიყენეთ 2016 წლის მოსავლის ნედლეულის მარცვალი დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებიდან. საკონტროლო ნიმუშად შერჩეული იყო ხორბლის მარცვალი.

შერჩეული ნედლეულის გაღივებისათვის საწყის ეტაპზე მოვახდინეთ მარცვლების გადარჩევა, უცხო მინარევების, დაზიანებული და „მკვდარი“ მარცვლების მოშორება. შემდეგ რამდენიმეჯერ გავრეცხეთ და დეზინფექციისათვის დავამუშავეთ კალიუმის პერმანგანატის სუსტი ხსნარით. შემდეგ ისევ გავრეცხეთ სუფთა წყლით და მხოლოდ ამის შემდეგ დავალბეთ. დალბობა ვაწარმოეთ 12 საათის განმავლობაში. ცალკეული მარცვლეულისათვის დალბობის ხანგრძლივობა იყო ინდივიდუალური და შეადგინა: ხორბლისთვის 8 საათი, სოიოს მარცვლისთვის 7 საათი, ბარდა ლბება 3 საათში, მწვანე ოსპის მარცვალი შთანთქავს წყალს 8 საათის განმავლობაში, ამარანტისთვის დალბობის ხანგრძლივობა შეადგენს 6 საათს.

დალბობის შემდეგ ვაწარმოეთ მარცვლების გაღივება ავტომატიზირებულ სპრაუტერში (სურ.8).

შერჩეული ნედლეულის გაღივებული მარცვალი ასახულია სურათებზე 9,10,11,12, და 13.

მარცვალს ვაღივებდით 2-5მმ ღივის მიღებამდე და მხოლოდ ამის შემდეგ ვიღებდით ნიმუშებს ქიმიური ანალიზის ჩასატარებლად. ვსაზღვრავდით შემდეგ

პარამეტრებს - წყლის, ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების, საკვები ბოჭკოების და ნაცრის საერთო რაოდენობას. მიღებული შედეგები ასახულია ნახაზებზე 7, 8,9,10.



სურ. 8. ავტომატიზირებული სპრაუტერი



სურ. 9. გაღივებულ ხორბლის მარცვალი



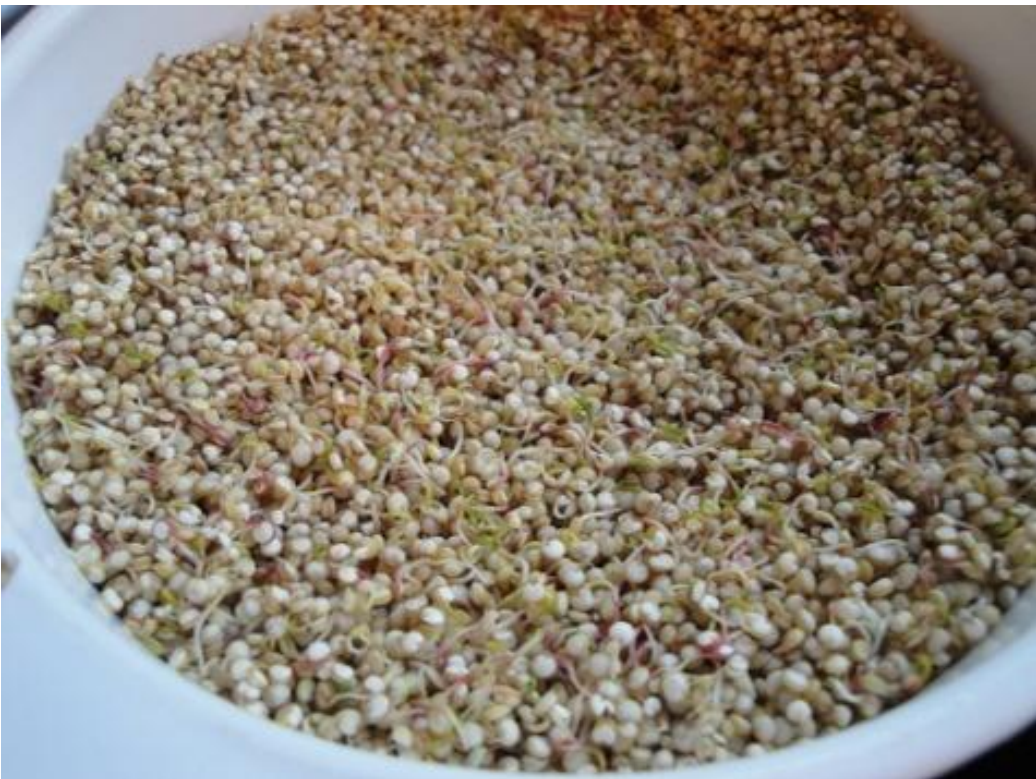
სურ. 10. გაღივებული სოიოს მარცვალი



სურ. 11. გაღივებული ზარდას მარცვალი



სურ. 12. გალივებული მწვანე ოსპის მარცვლები

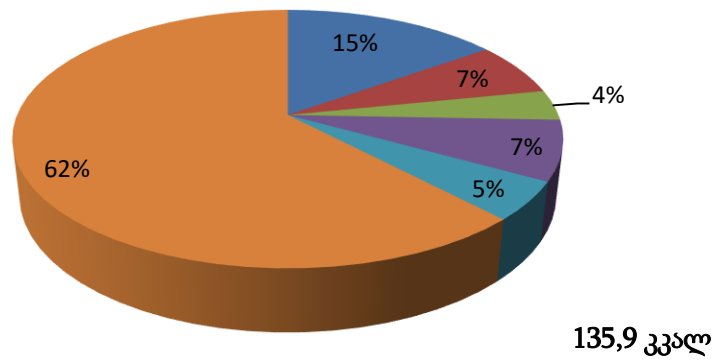




სურ. 13. გაღივებული ამარანტის მარცვალი

გაღივებული სოიო

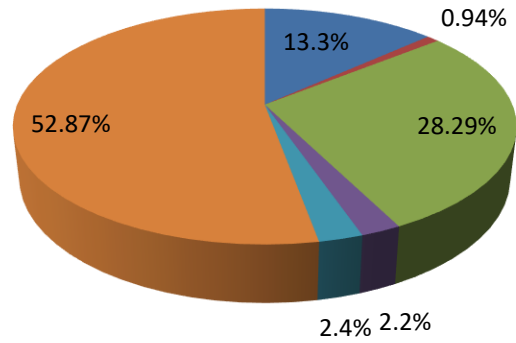
■ ცილა ■ ცხიმი ■ ნახშირწყლები ■ საკვები ბოჭკო ■ ნაცარი ■ წყალი



ნახ. 8. სოიოს მარცვლის ქიმიური შედგენილობა გაღივების შემდეგ

გალივებული ბარდა

■ ცილები ■ ცხიმები ■ ნახშირწყლები
 ■ საკვები ბოჭკოები ■ ნაცარი ■ წყალი

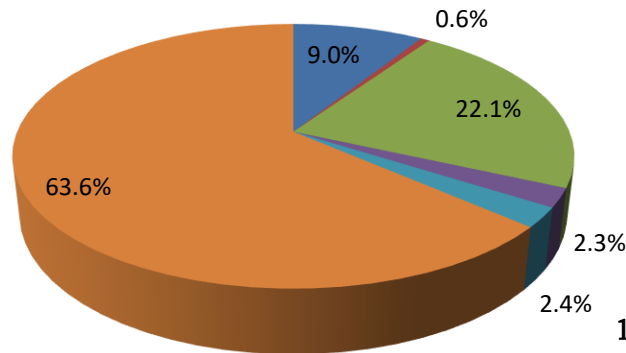


172,7 კკალ

ნახ. 9. მწვანე ბარდას მარცვლის ქიმიური შედგენილობა გალივების შემდეგ.

გალივებული ოსპი

■ ცილები ■ ცხიმები ■ ნახშირწყლები ■ საკვები ბოჭკოები ■ ნაცარი ■ წყალი

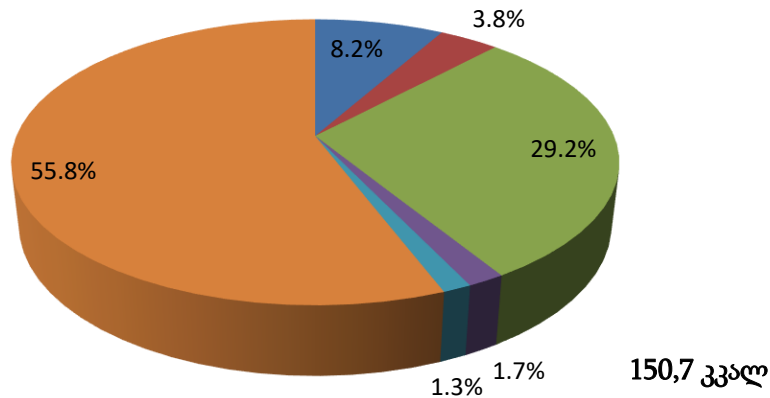


129,8 კკალ

ნახ.10. ოსპის მარცვლის ქიმიური შედგენილობა გალივების შემდეგ.

გალივებული ამარანტი

■ ცილები ■ ცხიმები ■ ნახშირწყლები ■ საკვები ბოჭკოები ■ ნაცარი ■ წყალი



ნახ. 11. გალივებული ამარანტის ქიმიური შემადგენლობა, კვებითი და ენერგეტიკული ღირებულება (100გ პროდუქტში)

მარცვლის გალივების შემდგომ საგრძნობლად შემცირდა ენერგეტიკული ღირებულება. სოიოს კალორიულობა შემცირდა 61% -ით (212,2 კკალ-ით). ბარდას ენერგეტიკული ღირებულება შემცირდა 125,3 კკალ-ით რაც შეადგენს 42%-ს. რაც შეეხება მწვანე ოსპის მარცვალს, გალივებისას მისი კალორიულობა 56%-ით მცირდება ანუ 164,9 კკალ-ით. საკმაოდ დიდ ენერგიას ხარჯავს გალივებისთვის ამარანტიც. მისი კალორიულობის დანაკარგი შეადგენს 48% რაც გამოისახება 169,8 კილოკალორიაში. ბიოლოგიური ღირებულების შესაფასებლად განისაზღვრა ვიტამინების, მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა (ცხრილი 15 -ის მონაცემები).

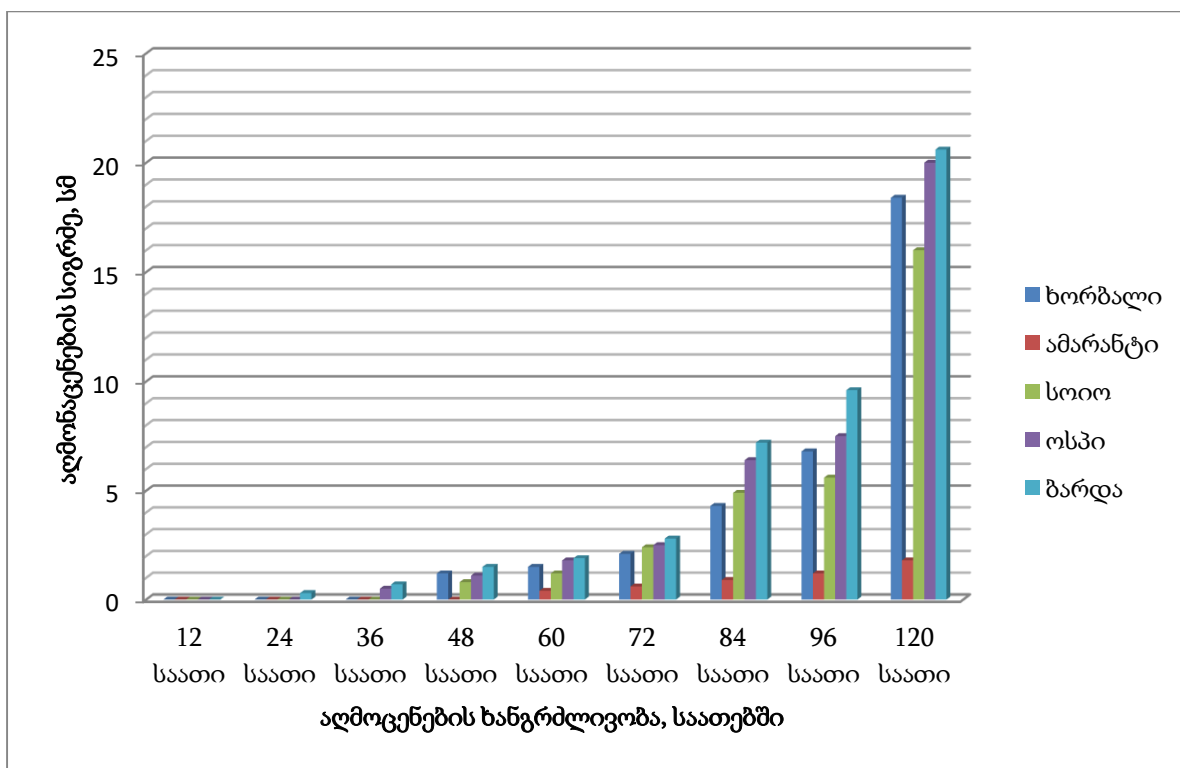
მაკრო-, მიკროელემენტების და ვიტამინების შედგენილობა სასმელ
წყალში აღმოცენებული ნედლეულის ღივებში (მგ%)

კომპონენტები	კომპონენტთა რაოდენობა (მგ%)				
	სასმელ წყალში აღმოცენებული მარცვლები				
	ხორბალი	ამარანტი	სოიო	ოსპი	ზარდა
მაკროელემენტები					
კალციუმი	38	268	157	48	68
მაგნიუმი	157	253	184	71	99
ნატრიუმი	31	4	48	21	12
კალიუმი	324	1206	1086	617	819
ფოსფორი	383	801	414	331	263
მიკროელემენტები					
რკინა	6,1	11,3	10,8	12,2	7,7
თუთია	3,2	3,8	4,0	-	4,2
სპილენძი (მკგ)	510	560	590	720	825
მანგანუმი	4,1	5,6	2,2	2,3	2,9
ვიტამინები					
B1 (თიამინი)	0,43	0,75	0,98	0,69	0,92
B2(რიბოფლავინი)	0,29	0,77	0,36	0,24	0,22
B5 (პანტოტენის მჟავა)	1,81	3,22	0,37	1,10	3,6
B6 (პირიდოქსინი)	0,50	1,72	0,32	0,36	24 (მკგ)
B9 (ფოლის მჟავა) (მკგ)	73	448	243	-	-
ვიტამინი C	4,9	58,8	22,9	31,6	32,4

სასმელ წყალში მარცვლების აღმოცენებისას შეინიშნება მაკრო-, მიკროელემენტებისა და განსაკუთრებით ვიტამინების რაოდენობის მომატება. ვიტამინებიდან აღსანიშნავია ვიტამინ - C -ს რაოდენობის მატება, რომელიც საერთოდ არ აღინიშნებოდა ზოგიერთი სახეობის მშრალ მარცვლებში.

ლიტერატურაში არსებული რეკომენდაციების თანახმად საკვებად გამოსაყენებელი მარცვლის ღივის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს 2÷5 მმ-ს.

ნახ. 12-ზე ასახულია მარცვლის 5 დღე-ღამის განმავლობაში ღივის სიგრძის ცვლილებების დინამიკა. მონიტორინგი წარმოებდა ყოველ 12 საათში.



ნახ. 12. მარცვლოვანი და პარკოსანი ნედლეულის ღივების სიგრძის ცვლილების დინამიკა 120 საათის (5 დღე-ღამის) განმავლობაში გაღივების პროცესში.

ღივის სიგრძის ცვლილებებზე დაკვირვებებმა გამოავლინა მარცვლის გაღივების ოპტიმალური ვადები, რომლებმაც შეადგინა: ხორბლისათვის 48÷60 საათი, სოიოსთვის 60÷72 საათი; ოსპის გაღივების ოპტიმალური ვადა არის 60-72 საათი; ბარდის მარცვლის ღივმა 2მმ-ს მიაღწია 60-72 საათში, რაც შეეხება ამარანტს მისი გაღივების ხანგრძლივობამ შეადგინა 120 საათი.

გალივებული მარცვლების კალორიულობის ანალიზი

მაჩვენებლები	სოიოს მარცვალი		ბარდას მარცვალი		ოსპის მარცვალი		ამარანტის მარცვალი	
	მშრალი	გალივებული	მშრალი	გალივებული	მშრალი	გალივებული	მშრალი	გალივებული
კალორიულობა, კკალ	348,1	135,9	298	172,7	294,7	129,8	351,8	182
ცილებისაგან	156,4	60,4	82	52,2	96	36	54,4	32,8
ნახშირწყლებისაგან	150,5	60,3	198	112,2	185,2	88,4	234,4	116,8
ცხიმებისაგან	41,2	15,2	18	8,3	13,5	5,4	63	32,4

მოცემული ცხრილი ახასიათებს მარცვლის გაღივების პროცესში თითოეული ნედლეულის ძირითადი შემადგენელი კომპონენტების ცვლილებას, რაც აისახა მის ენერგეტიკული ღირებულებაში. ვხედავთ, რომ ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების რაოდენობის შემცირებამ გამოიწვია მარცვლის კალორიულობის მნიშვნელოვანი კლება (ცხრილი 16).

3.5 ნედლეულის გაღივების პროცესის ოპტიმიზაცია საქართველოს მინერალური წყლების გამოყენებით

კვლევის შემდგომ ეტაპზე, მარცვლის გაღივების ოპტიმიზაციის მიზნით გამოვიყენეთ საქართველოს მინერალური წყლები: საშუალო მინერალიზაციის კარბონატული მინერალური წყალი ბორჯომი, ასევე კურორტ წყალტუბოს სუსტი რადონის ქლორიდულ-ჰიდროკარმონატულ-სულფატური მინერალური წყალი (ჩვეულებრივი სასმელი წყლის ნაცვლად), რამაც მნიშვნელოვნად დააჩქარა გაჯირჯვების პროცესი და შეამცირა ის საშუალოდ 1,5-3,0 საათით. ასევე დაჩქარდა გაღივების პროცესი და ის შემცირდა 1,5-2,0 დღით. უკეთესი შედეგი მიღწეულ იქნა კურორტ წყალტუბოს სუსტი რადონის წყლის გამოყენებით. საკვლევი ნედლეულის მიკრონუტრიენტული შედგენილობის ცვლილების დინამიკა აღმოცენების პროცესში კურორტ წყალტუბოს წყლის გამოყენებით ასახულია ცხრილში 17.

ცხრილში 17 წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ მინერალური წყლის გამოყენების პირობებში ჩვეულებრივ სასმელ წყალთან შედარებით მნიშვნელოვნად იმატა რიგი მაკრო - (კალციუმის, მაგნიუმის, ნატრიუმის, კალიუმის და ფოსფორის) და მიკროელემენტების რაოდენობამ, რაც აიხსნება მარცვლის მიერ ამ ელემენტების შეთვისებით მინერალური წყლიდან და მათი შეკავშირებით ორგანულ ნაერთებთან, რაც ხდის მათ შესათვისებლად უფრო მარტივს ადამიანის ორგანიზმისთვის.

მინერალური წყლების გავლენით მნიშვნელოვნად იმატა გაღივების პროცესში ვიტამინების რაოდენობამ. სხვადასხვა ვიტამინების რაოდენობრივი ზრდის ფონზე განსაკუთრებით აღსანიშნავია ვიტამინ - C-ს რაოდენობის ზრდა, რომელიც

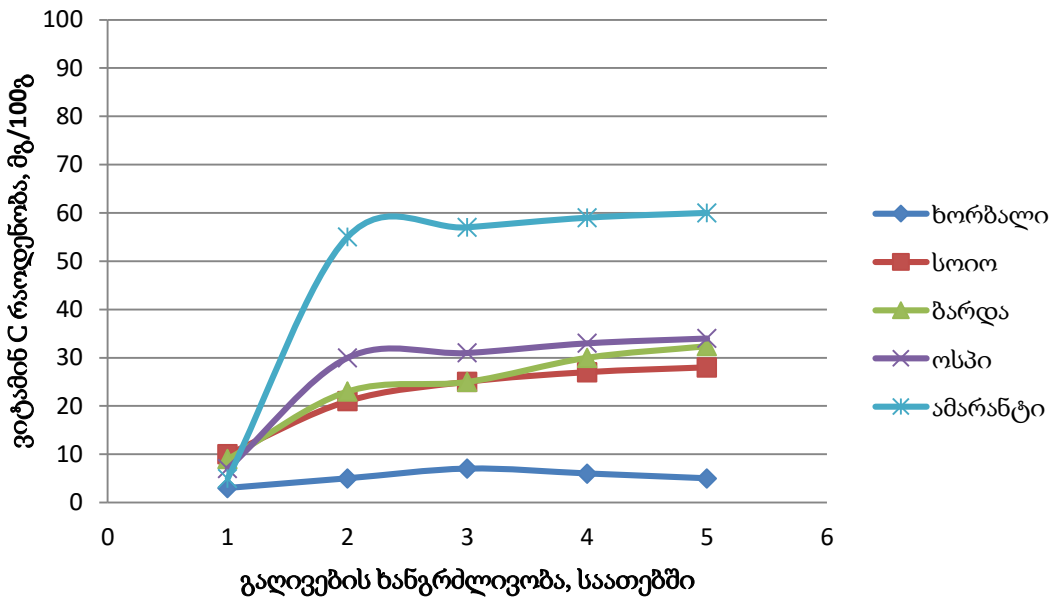
პრაქტიკულად არ აღინიშნებოდა საწყის ნედლეულში, გამონაკლისს წარმოადგენდა ამარანტი, სადაც ის დაფიქსირდა 4,2 მგ%-ის რაოდენობით. ვიტამინი - C-ს რაოდენობის ცვლილების დინამიკა გამოკვლეულია ცალ-ცალკე, როგორც სასმელ წყალში მარცვლის გაღივების პროცესში ასევე მინერალური წყლის "ბორჯომის" და წყალტუბოს სუსტი რადონის ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-სულფატური მინერალური წყლის გამოყენებით. მიღებული შედეგები ასახულია ნახ. 13,14,15-ზე სასმელ წყალში მარცვლის გაღივების შედეგად, 48 საათის შემდეგ ვიტამინ -C რაოდენობამ შეადგინა : ხორბალში - 4,9მგ%; ამარანტში- 58,8 მგ%; ბარდაში - 32,4მგ%; სოიოში- 22,9 მგ%; ოსპში- 31,6 მგ%. ბორჯომის მინერალური წყლის გამოყენების პირობებში ვიტამინ -C რაოდენობამ მოიმატა (0,01-0,081%) და წყალტუბოს სუსტი რადონის წყლის გამოყენებით ვიტამინ- C-ს რაოდენობამ მოიმატა (0,03 – 0,146%) ყველა ექსპერიმენტში კონტროლად აღებული გვაქვს ხორბლის მარცვალი, როგორც ყველაზე მეტად შესწავლილი.

შემდეგ ეტაპზე ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა სხვადასხვა ფაქტორების (ტემპერატურა, დაღობის ხანგრძლივობა, ჰიდრომოდული - მარცვლისა და წყლის თანაფარდობა დაღობისას, დაშურების ჯერადობა) გავლენა მარცვლის გაღივების პროცესზე. გაღივების პერიოდში ვსაზღვრავდით მარცვლის აღმოცენების ხარისხს და გაღივების ენერგიას (ნახ.16). აღმოცენების ხარისხი განისაზღვრება გაღივებული მარცვლების შეფარდებით მათ საწყის რაოდენობასთან (%-ში). გაღივების ენერგია კი- არის გაღივების სიჩქარე, გამოსახული %-ში იმ მარცვლის რაოდენობასთან, რომლებმაც გამოიღო ღივი საცდელი ცდებით განსაზღვრულ დროში (3 -დან 15 დღის ფარგლებში).

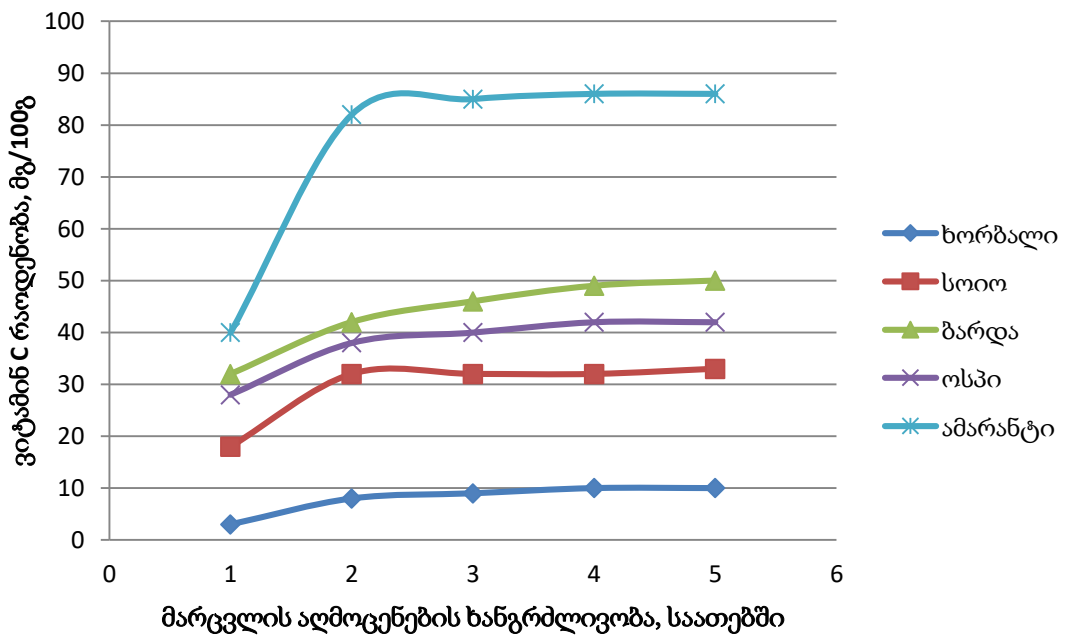
მაკრო-, მიკროელემენტების და ვიტამინების შედგენილობა სასმელ წყალში და მინერალურ წყალში
 აღმოცენებული ნედლეულის ღივებში (მგ%)

კომპონენტები	კომპონენტთა რაოდენობა (მგ%)					კომპონენტთა რაოდენობა (მგ%)				
	სასმალ წყალში აღმოცენებული მარცვლები					მინერალურ წყალში აღმოცენებული მარცვლები				
	ხორბალი	ამარანტი	სოიო	ოსპი	ბარდა	ხორბალი	ამარანტი	სოიო	ოსპი	ბარდა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
მაკროელემენტები										
კალციუმი	38	268	157	48	68	41	284	173	64	82
მაგნიუმი	157	253	184	71	99	194	295	250	98	124
ნატრიუმი	31	4	48	21	12	35	7	54	36	28
კალიუმი	324	1206	1086	617	819	503	1401	1207	690	890
ფოსფორი	383	801	414	331	263	445	895	658	560	483
მიკროელემენტები										
რკინა	6,1	11,3	10,8	12,2	7,7	7,2	13,5	12,4	12,8	8,2
თუთია	3,2	3,8	4,0	-	4,2	3,5	4,6	5,7	1,7	5,8
სპილენძი (მკგ)	510	560	590	720	825	540	703	701	740	848
მანგანუმი	4,1	5,6	2,2	2,3	2,9	4,3	7,2	2,9	2,5	3,2

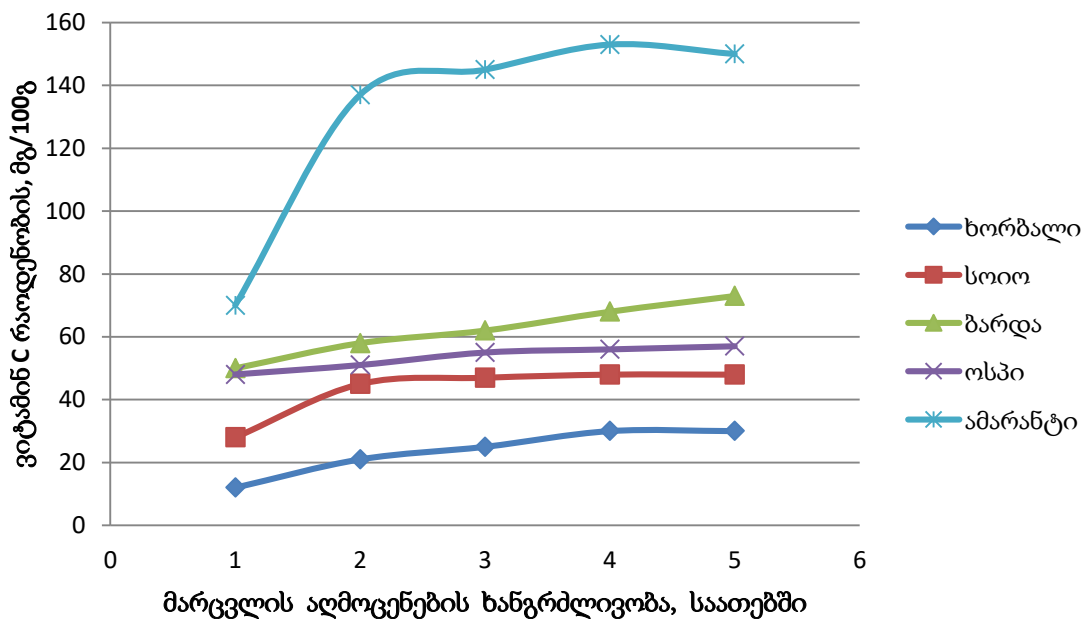
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ვიტამინები										
B1 (თიამინი)	0,43	0,75	0,98	0,69	0,92	0,51	0,80	1,22	0,84	1,2
B2 (რიბოფლავინი)	0,29	0,77	0,36	0,24	0,22	0,33	0,80	0,50	0,52	0,51
B5 (პანტოტენის მჟავა)	1,81	3,22	0,37	1,10	3,6	1,98	4,08	0,39	1,38	3,88
B6 (პირიდოქსინი)	0,50	1,72	0,32	0,36	24 (მკგ)	1,04	3,0	0,92	0,42	36 (მკგ)
B9 (ფოლის მჟავა) (მკგ)	73	448	243	-	-	125	490	305	-	-
ვიტამინი C	4,9	58,8	22,9	31,6	32,4	9,0	82,6	31,7	38,2	39,8



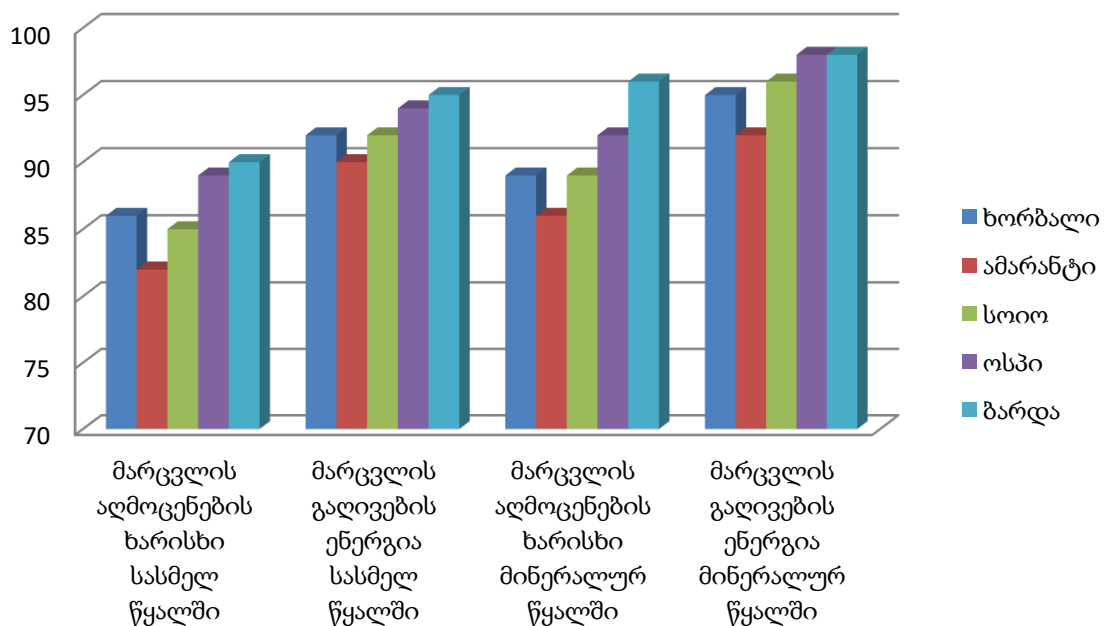
ნახ. 13. ვიტამინ C-ს რაოდენობის ცვლილების დინამიკა მარცვლის აღმოცენების პროცესში სასმელი წყლის გამოყენებით



ნახ.14. ვიტამინ C-ს რაოდენობის ცვლილების დინამიკა მარცვლის აღმოცენების პროცესში (მინერალური წყლის "ბორჯომის" გამოყენებით)



ნახ. 15. ვიტამინ C-ს რაოდენობის ცვლილების დინამიკა მარცვლის აღმოცენების პროცესში წყალტუბოს მინერალური წყლის გამოყენებით



ნახ. 16. მარცვლის აღმოცენების ხარისხი და გალივების ენერჯია

მონაცემებიდან ჩანს, რომ მარცვლის აღმოცენების ხარისხი და გაღვივების ენერგია შეინიშნება ყველა ნიმუშში მინერალური წყლის გამოყენებით გაღვივების პირობებში. განსაკუთრებით თვალში საცემია აღნიშნული პარამეტრების მატება ბარდას მარცვალში. ბარდას მარცვლის აღმოცენების ხარისხმა სასმელი წყლის გამოყენების პირობებში შეადგინა - 90%; მინერალური წყლის გამოყენების პირობებში კი - 96%; ასევე შეიცვალა გაღვივების ენერგია და აღნიშნული მახასიათებელი გაიზარდა 95% -დან 98%-მდე.

ექსპერიმენტების შედეგად დადგენილია აღნიშნული პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები: ტემპერატურა $25 \div 30^{\circ}\text{C}$, რომლის შემდგომი მატება 40°C -მდე არ ახდენდა გავლენას გაღვივების პროცესზე; ოპტიმალური ჰიდრომოდულია 1 წილი მარცვალი $2 \div 2,5$ წილ წყალთან; დაშხურების ჯერადობაა 3 – 4 ჯერ დღე-ღამეში; დაღობის ხანგრძლივობა 6 საათი (რამდენიმე გარეცხვით).

თავი 4. უგლუტენო პურის ტექნოლოგიის შემუშავება.

4.1. სტრუქტურის წარმომქმნელების შერჩევა და მათი გავლენის შესწავლა ცომის რეოლოგიურ თვისებებსა და პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიურ და ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებზე.

უგლუტენო პურის წარმოება ფქვილოვანი ნედლეულიდან, რომელშიც არ არის ცილების გლუტენის ფრაქცია, რომელიც წარმოქმნის წებოგვარულ კარკასს, შეუძლებელია სტრუქტურის წარმომქმნელების გარეშე, რომელთა ასორტიმენტი მუდმივად ფართოვდება და განიცდის განახლებას მათზე მზარდი მოთხოვნის გამო. ამიტომ კვლევის საწყის ეტაპზე შევისწავლეთ აგლუტენურ ფქვილოვან კომპოზიციაში თანამედროვე სტრუქტურის წარმომქმნელების გამოყენების შესაძლებლობა, როგორცაა საკვები ბოჭკოები და პექტინი - ციტრუსთა ნაყოფების გადამუშავების პროდუქტთა სახით. საცდელი კომპოზიციის ფორმირებისათვის, კონტროლის სახით, გამოვიყენეთ პურსაცხობი ფქვილოვანი ნარევი „ბრინჯის“ სოიოს ცილის იზოლატით (TY 9295-288-11163857-2014), რომელიც შედგება ექსტრუზიული სახამებლის, ბრინჯის ფქვილის, სოიოს ცილის იზოლატის, მარილისა და შაქრისაგან.

სტრუქტურის წარმომქმნელების შერჩევისა და მათი ფქვილოვანი ნარევის შემადგენლობაში შეტანის დასაბუთების მიზნით, შევისწავლეთ ფქვილოვანი კომპოზიციის გავლენა უგლუტენო პურის ხარისხზე. კომპოზიციაში ექსტრუზიული სახამებლის ნაცვლად, რომელსაც დაბალი წყლის შთანთქმის უნარი გააჩნია, გამოვიყენეთ სიმინდის სახამებელი და ციტრუსის ნაყოფის გადამუშავების პროდუქტები - საკვები ბოჭკოები და მაღალი ეთერიფიკაციის ხარისხის მქონე პექტინი. გამოსაკვლევი სტრუქტურის წარმომქმნელების ხარისხის მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრილში 18.

ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ ციტრუსის ბოჭკოებისა და პექტინის წყალშთანთქმის უნარის მაჩვენებელი 2,2 – 2,7-ჯერ მაღალია ექსტრუზიული სახამებლის ანალოგიურ მაჩვენებლებზე. მაშასადამე, შესაძლოა ვივარაუდოთ, რომ მისი შეცვლა ციტრუსის საკვები ბოჭკოთა და პექტინით

უზრუნველყოფს ცომის სტრუქტურის, უგლუტენო პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიური (ხვედრითი მოცულობის, კუმშვადობის) და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების გაუმჯობესებას. აღსანიშნავია, რომ უგლუტენო პურის ხარისხის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მაჩვენებელს მიეკუთვნება ხვედრითი მოცულობა, რომელიც მიაწინებს გამოყენებული სტრუქტურის წარმომქმნელის ეფექტურობაზე.

ცხრილი 18.

სტრუქტურის წარმომქმნელების მაჩვენებლები

მაჩვენებლის დახასიათება	სტრუქტურის წარმომქმნელების ხარისხის მაჩვენებლების მნიშვნელობა		
	სიმინდის ექსტრუზიული სახამებელი	ციტრუსის ნაყოფიდან	
		საკვები ბოჭკო	პექტინი
ფიზიკო-ქიმიური:			
ნესტის მასური წილი, %	9,8	9,2	8,7
წყლის შეკავების უნარი, %	370	984	810
საკვები ბოჭკოს შემცველობა, %	-	91	83
ნაწილაკების ზომა, მკმ	98	250	250
ორგანოლექტიკური:	წვრილად დაფქვილი ფხვნილი		
გარეგნული იერი			
ფერი	თეთრი მოკრემისფრო	ღია კრემის ფერი	
გემო	ნეიტრალური		
სუნი	ნეიტრალური		
რეკომენდირებული დოზირება, % (კომპოზიციის მასასთან შეფარდებით)	10,0	0,3 - 1,5	0,6 – 1,2

შევისწავლეთ ნატურალური ციტრუსის ბოჭკოებისა და პექტინის გავლენა ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე (დინამიური სიბლანტე), პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიურ (მჟავიანობა, შეკუმშვა) და ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებზე, რისთვისაც ვზელდით ცომს სინესტით 52%, საკვლევი კომპოზიციისა და შერეული სტრუქტურის წარმომქმნელებისაგან, დაწნეხილი საფუარის, მცენარეული ზეთისა და წყლის დამატებით.

საკონტროლო ნიმუშს წარმოადგენდა ცომი, რომელიც მომზადდა კომპოზიციისაგან „ბრინჯის“ სოიოს ცილის იზოლატითა და ექსტრუზიული სიმინდის სახამებლით. საკონტროლო ცომის დინამიურმა სიბლანტემ შეადგინა 19,26 პა.წმ, პურს კი ჰქონდა შემდეგი ხარისხის მახასიათებლები: ხვედრითი მოცულობა - 2,0 სმ³/გ, კუმშვადობა - ხელსაწყოს 19 ერთეული და მჟავიანობა 0,2 გრადუსი.

კომპოზიციაში სიმინდის ექსტრუზიული სახამებლის შეცვლა ციტრუსის საკვები ბოჭკოთი, დოზირებით 0,3%-დან 1,5%-მდე გამოიწვია ცომის სიბლანტის მატება 6,70-დან 16,92პა.წმ და პურის ხვედრითი მოცულობის ზრდა 1,84-დან 2,21სმ³/გ-მდე. რეცეპტულ ნარევეში 1,5% ციტრუსის ბოჭკოს დამატებით ცომის სიბლანტე მიუახლოვდა საკონტროლო ნიმუშის სიბლანტეს, პურის მოცულობა კი მეტია კონტროლთან შედარებით. ციტრუსის ბოჭკოს დოზირების მომატებით 1,8- 2%-მდე შეინიშნებოდა დინამიური სიბლანტის მკვეთრი მატება 32,0 პა.წმ და პურის ხარისხის მაჩვენებლის გაუარესება - აღინიშნა პურის ხვედრითი მოცულობის დაქვეითება. უგლუტენო პურფუნთუშეულ ნაწარმს აქვს დაბალი მჟავიანობა, რაც ნეგატიურად აისახება საგემოვნო თვისებებზე. ციტრუსის ბოჭკოს დამატებამ კომპოზიციაში გამოიწვია უგლუტენო ნაწარმის ტიტრული მჟავიანობის გაზრდა 0,3 დან 0,5 გრადუსამდე, რამაც განაპირობა მზა ნაწარმის უფრო გამოხატული გემოს ჩამოყალიბება. ციტრუსის საკვები ბოჭკოს რაოდენობის გაზრდამ 0,3 %-დან 1,5%-მდე (კომპოზიციის მასასთან შეფარდებით) განაპირობა პურის კუმშვადობის მატება კონტროლთან შედარებით. ბოჭკოს რაოდენობის შემდეგმა მატებამ 1,8%-მდე გამოიწვია აღნიშნული მაჩვენებლის დაქვეითება.

ცხრილში 19 წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ საუკეთესო ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით გამოირჩევა უგლუტენო პურის ნიმუშები 0,9%-დან 1,5%-მდე ცირტუსის საკვები ბოჭკოს გამოყენებით, რომლებიც განსხვავდებოდა საკონტროლო ნიმუშისაგან უფრო გამოხატული გემოთი, ქერქის მკვეთრი შეფერილობითა და ელასტიური პურის გულით. ამრიგად კვლევის შედეგების საფუძველზე დადგენილია, რომ ექსტრუზიული სიმინდის სახამებლის ნაცვლად ციტრუსის ბოჭკოს გამოყენება კომპოზიციაში „ბრინჯის“ სოიოს ცილის იზოლატით 1,2 – 1,5% რაოდენობით, არის რაციონალური.

ცხრილი 19.

ციტრუსის ბოჭკოს გავლენა უგლუტენო პურის ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებზე

მაჩვენებლების დახასიათება	უგლუტენო პურის ხარისხის მაჩვენებლები						
	კონტროლი	საცდელი ნიმუშები საკვები ბოჭკოებით ექსტრუზიული სახამებლის ნაცვლად, % კომპოზიციის მასისგან					
		0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
ფორმა	შეესაბამება პურის ფორმას, გვერდული ნაბზარების გარეშე						
ზედაპირი	არასწორი	სწორი, ნახეთქებისა და ნაბზარების გარეშე					
პურის ქერქის ფერი	ღია ყავისფერი						
პურის გულის ფერი	კრემის ფერი						
პურის გულის მდგომარეობა	არა ფოროვანი	კარგად გამომცხვარი, მშრალი, ელასტიური				არაფოროვანი	
ფორიანობის მდგომარეობა	საშუალო თანაბარი	წვრილი არათანაბარი	საშუალო, თანაბარი		ცუდად განვითარებული		
გემო	მტკნარი			უფრო გამოხატული			
სუნი	შეესაბამება აღნიშნული პურის სახეობას						

ციტრუსის პექტინის გამოყენებისას უგლუტენო კომპოზიციაში ექსტრუზიული სახამებლის ნაცვლად 0,5% რაოდენობით, ცომი იყო თხევადი კონსისტენციის რამაც განაპირობა მზა ნაწარმის დაბალი ხვედრითი მოცულობა. პექტინის დოზირების გაზრდამ 1%-მდე განაპირობა ცომის სიბლანტის მატება, რაც დადებითად აისახა პურის ხვედრით მოცულობაზე და ორგანოლეპტიკურ მახასიათებლებზე. პექტინის რაოდენობის შემდგომმა მატებამ მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ გამოიწვია, ამიტომ პექტინის რაოდენობის შემდგომი გაზრდა არ ჩავთვალეთ მიზანშეწონილად, ვინაიდან პურის ხვედრითი მოცულობა და ორგანოლეპტიკური მახასიათებლები იცვლებოდა უმნიშვნელოდ. პექტინის ოპტიმალურ დოზად მივიჩნიეთ 1%

პექტინის დამატება ფქვილოვან კომპოზიციაში დადებითად აისახა მზა ნაწარმის მჟავიანობასა და კუმშვადობაზე. პექტინის რაოდენობის ზრდამ განაპირობა პურის მჟავიანობის მატება, 0,5% პექტინის გამოყენებამ 3-ჯერ გაზარდა პურის მჟავიანობა კონტროლთან შედარებით. ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების ანალიზის საფუძველზე (ცხრილი 20) შეიძლება ავლნიშნოთ პექტინის დადებითი გავლენა პურის ხარისხის ყველა მახასიათებლებზე: პურს ჰქონდა ამობურცული, მკვეთრად შეფერილი ქერქი, ელასტიური უფრო ღია ფერის პურის გული და გამოხატული გემო.

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე ჩვენს მიერ ნაჩვენებია თანამედროვე სტრუქტურის წარმომქმნელების გამოყენების შესაძლებლობა უგლუტენო პურის რეცეპტურაში ციტრუსის საკვები ბოჭკოსა და პექტინის სახით, ნაცვლად ექსტრუზიული სახამებლისა და დადგენილია მათი ოპტიმალური რაოდენობები, რომლებიც უზრუნველყოფენ უგლუტენო პურის სამომხმარებლო თვისებების გაუმჯობესებას.

ციტრუსის პექტინის გავლენა პურის ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებზე

მაჩვენებლების დახასიათება	უგლუტენო პურის ხარისხის მაჩვენებლები				
	საცდელი ნიმუშები ციტრუსის პექტინით, ექსტრუზიული სახამებლის ნაცვლად, % ნარევის მასასთან შეფარდებით				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
ფორმა	შეესაბამება პურის ფორმას, გვერდებზე ნახეთქების გარეშე				
ზედაპირი	არასწორი	სწორი, ბზარების და ნახეთქების გარეშე			
ქერქის ფერი	კარგი გამომცხვარი				
	მკრთალი	უფრო მკაფიო			
პურის გულის მდგომარეობა	კარგი გამომცხვარი, მშრალი				
	მკვრივი	ელასტიური			
პურის გულის ფერი	კრემის ფერი	ღია კრემის ფერი			
ფორიანობის მდგომარეობა	საშუალო თანაბარი	თანაბარი წვრილფორიანი, ადგილადგილ მსხვილი ფორებით, კარგად განვითარებული			
გემო	მტკნარი	უფრო გამოხატული			
სუნი	შეესაბამება აღნიშნული ნაწარმის სახეობას.				

4.2. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების ტექნოლოგიის შემუშავება და მისი გავლენა ცომისა და მზა ნაწარმის ხარისხის მაჩვენებლებზე.

ცნობილია, რომ უგლუტენო პური, მისი მაღალი ტენიანობისა და დაბალი მჟავიანობის გამო, ადვილად ფუჭებადია - ობდება და ავადდება კარტოფილის დაავადებით. ის კარგი სუბსტრატია მიკრობების განვითარებისათვის. აღნიშნული დეფექტების აღმოსაფხვრელად პურის წარმოებაში გამოიყენება განახლებადი შემჟავებული ნახევარფაბრიკატები, რომლებიც ამალევენ მიკრობიოლოგიურ უვნებლობას. მაგრამ შემჟავებული ნახევარფაბრიკატების მომზადების პროცესი ძალიან

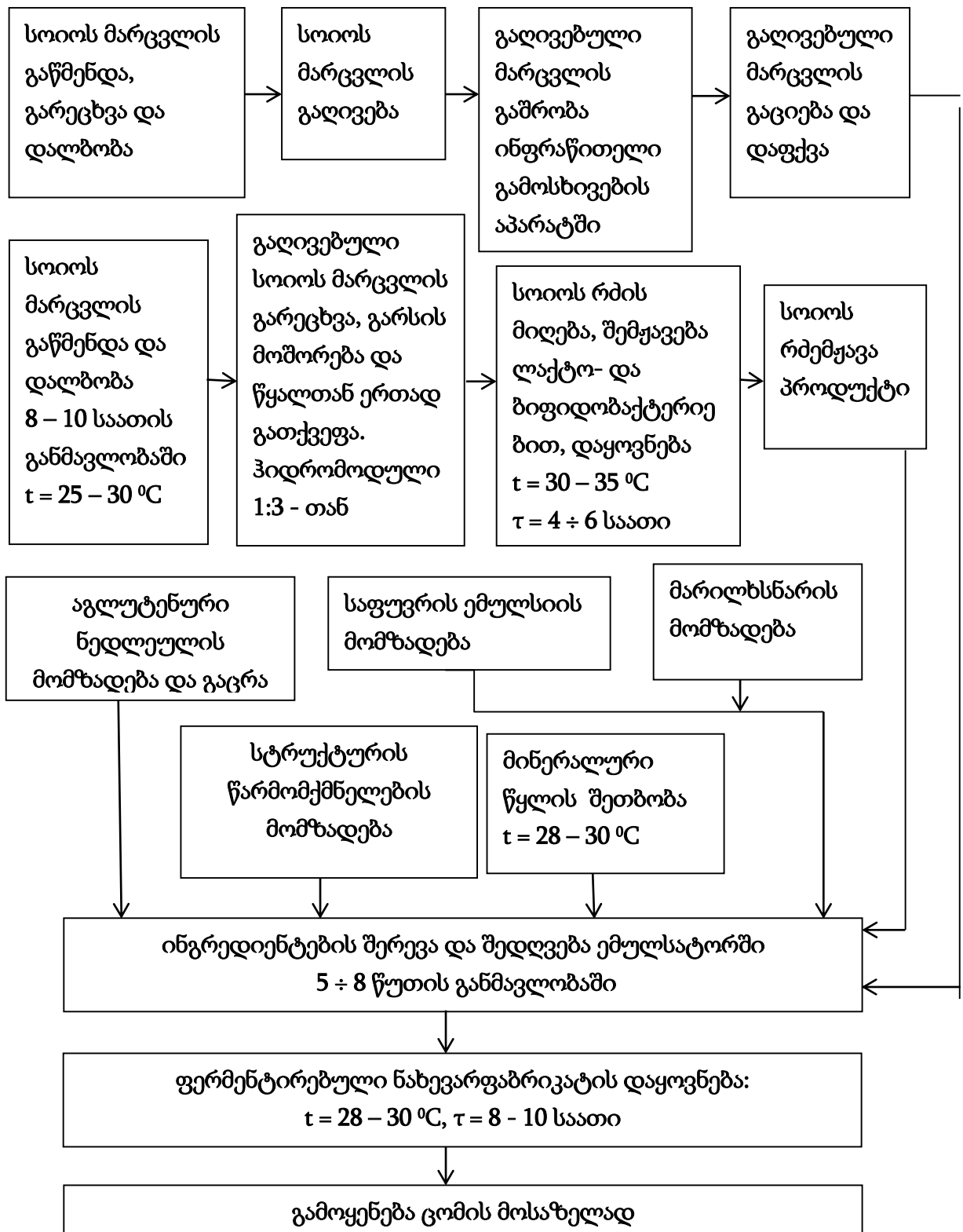
ხანგრძლივია, შრომატევადია და მოუხერხებელია უგლუტენო პურის წარმოებისთვის დისკრეტულ პირობებში, ამიტომ მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების მომზადება აგლუტენური ნედლეულის გამოყენებით სადაც დამატებით იქნება კიდევ გამოყენებული სპირტული და მჟავური დუდილის მასტიმულირებელი სუბსტრატები.

ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების მოსამზადებლად ტრადიციულთან ერთად გავითვალისწინეთ ჩვენს მიერ შერჩეული და გამოკვლეული ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეული - ამარანტის და ბარდის ფქვილი, გაღივებული სოიოს მარცვლის ფქვილი, აგრეთვე დაწნეხილი საფუარი. წყლის ნაცვლად, დუდილის პროცესების ინტენსიფიკაციის მიზნით გათვალისწინებულია კარბონატული მინერალური წყლის გამოყენება. მჟავური დუდილის სტიმულირებისთვის გამოვიყენეთ ჩვენს მიერ დამზადებული სოიოს რძემჟავა პროდუქტი, რომელიც შეიცავს ლაქტო - და ბიფიდობაქტერიებს.

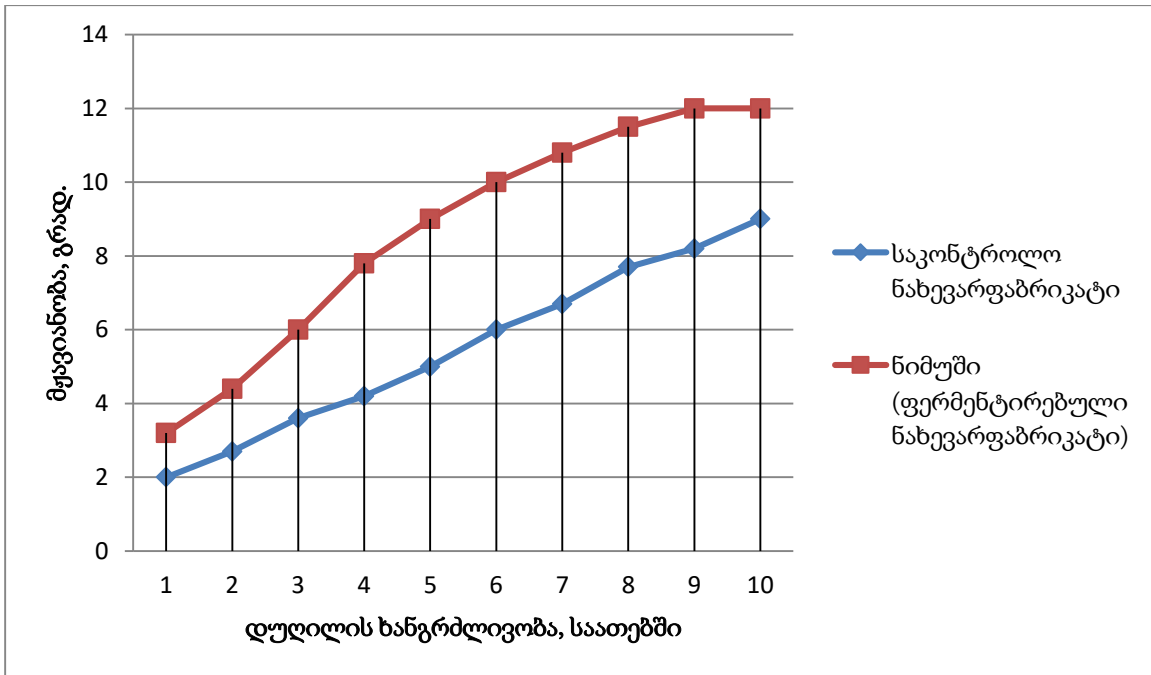
ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე 17.

ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის რეცეპტურის დამუშავებისათვის ვიკვლევდით მჟავიანობის დაგროვების დინამიკას 8-10 საათის განმავლობაში საკვებ არეში ტენიანობით 65,0%, 28-30°C პირობებში.

დედგენილია, რომ საცდელ ფერმენტირებულ ნახევარფაბრიკატში შეინიშნებოდა უფრო ინტენსიური მჟავიანობის დაგროვება საკონტროლოსთან შედარებით (ნახ. 18). მჟავიანობის მატებამ კი უნდა უზრუნველყოს მზა ნაწარმის უფრო გამოხატული, ჰარმონიული გემოსა და არომატის ჩამოყალიბება და მზა ნაწარმის მიკრობიოლოგიური მდგრადობა.



ნახ.17. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის მომზადების ტექნოლოგია



ნახ. 18. მჟავიანობის დაგროვება ფერმენტირებულ ნახევარფაბრიკატებში დუღილის პროცესში

ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გავლენა ცომისა და პურის ხარისხზე შევისწავლეთ სანიმუშო ცხობების ჩატარებით.

ექსპერიმენტალურად დადგენილია, რომ ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენება იწვევს ცომის შერბილებას, რაც ხდის მას უფრო დამყოლს შემდგომი ფორმირებისათვის. აღნიშნულმა მოგვცა საშუალება შეგვემცირებია ცომის სინესტე საშუალოდ 2 – 3%-ით (52,0-დან 48-49%-მდე), რაც უზრუნველყოფს დამატებით დაობებისა და მიკრობიოლოგიური გაფუჭების თავიდან აცილებას.

ცხრილში 20 მოყვანილია ცომის მომზადების ტექნოლოგიური პარამეტრები უგლუტენო პურფუნთუშეულისათვის.

კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენება ხელს უწყობს მჟავიანობის დაგროვებას ცომში.

უგლუტენო პურფუნთუშეული ნაწარმისათვის ცომის მომზადების ტექნოლოგიური პარამეტრები

პროცესის ფიზიკო - ქიმიური მაჩვენებლების დასახელება	უგლუტენო პურისათვის ცომის მახასიათებლების მნიშვნელობები	
	კონტროლი - ცომი ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გარეშე	ცომი ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით
სინესტე, %	49,0 ± 1,0	49 ± 1,0
მჟავიანობა, გრადუსი	1,8 ± 0,5	7,0 ± 1,0
დაყოვნების ხანგრძლივობა, წუთებში	45 ± 5	42 ± 5

მზა ნაწარმის შეფასებას ვახდენდით ფიზიკო-ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებით. მიღებული შედეგების ანალიზმა აჩვენა, რომ ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით მზა ნაწარმის მჟავიანობამ მოიმატა 9,7-ჯერ, პურის გულის კუმშვადობამ - 2,2-ჯერ, ხვედრითმა მოცულობამ 30%-ით და ფორიანობამ 13,8%-ით (ცხრ. 21-ის მონაცემები). ორგანოლექტიკურმა მაჩვენებლებმა ასევე მოიმატა. მიღებულ ნიმუშს ჰქონდა სწორი ფორმა, პრიალა, გლუვი, უფრო მკვეთრი ქერქი, ფორიანობა წვრილი და თანაბარი, გემოს ახასიათებს ცოტაოდენი სასიამოვნო სიმჟავე. საკონტროლო ნიმუშებს ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გარეშე - კი ახასიათებდა მტკნარი გემო და სუსტი სუნი.

ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გავლენა უგლუტენო პურის ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებზე

პროცესის მახასიათებლების დასახელება	უგლუტენო პურისათვის ცომის მაჩვენებლების მნიშვნელობები	
	კონტროლი - ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გარეშე	ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით
სინესტე, %	48,5 ± 0,5	49,2 ± 0,5
მჟავიანობა, გრადუსებში	0,3 ± 0,1	2,9 ± 0,5
ფორიანობა, %	59 ± 2	67 ± 2
ხვედრითი მოცულობა, სმ ³ /გ	2,0 ± 0,1	2,6 ± 0,1
კუმშვადობა, ხელსაწყოს ერთეულებში	18 ± 1	40 ± 1

მაშასადამე ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებამ უგლუტენო პურფუნთუშეულის წარმოებაში უნდა უზრუნველყოს მზა ნაწარმის ფიზიკო-ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების გაუმჯობესება.

4.3. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გავლენა ცომის აირწარმოქმნისა და აირდამჭერ უნარზე.

მზა ნაწარმის ხარისხი მნიშვნელოვან წილად დამოკიდებულია ცომის ნამზადის მოცულობაზე დაყოვნების პროცესში, რაც თავის მხრივ კავშირშია აირწარმოქმნის უნარსა და ცომის აირდამჭერ თვისებებთან.

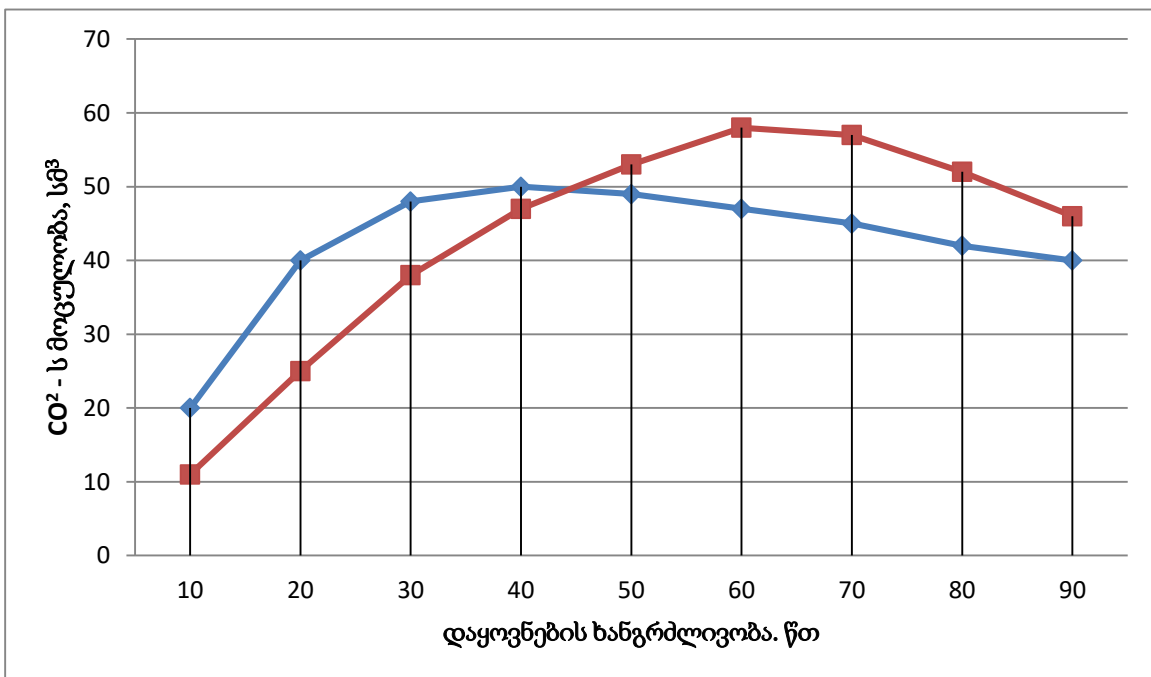
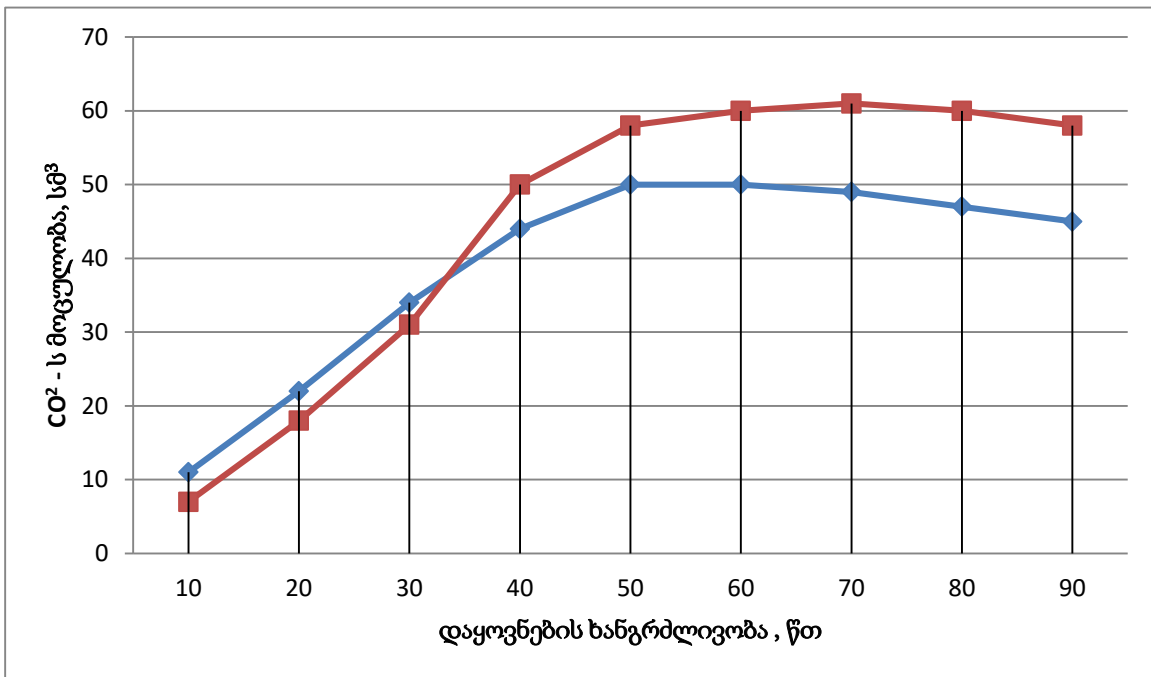
აგლუტენური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გავლენა ცომის რეოლოგიურ მახასიათებლებზე (აირწარმოქმნისა და აირდამჭერ უნარზე, ცომის ამოსვლაზე) დაყოვნების პროცესში ასახულია ცხრილში 22 და ნახაზზე 19.

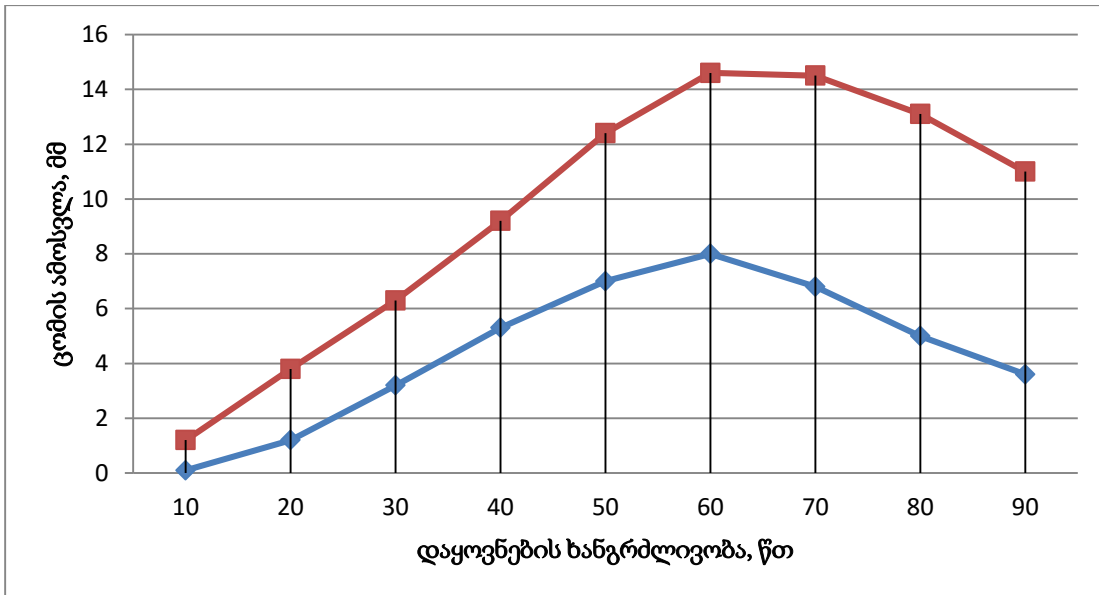
ცომის რეოლოგიური მახასიათებლები უგლუტენო პურისთვის

მაჩვენებლების დახასიათება	ცომის მაჩვენებლების მნიშვნელობა (უგლუტენო პურისათვის)	
	კონტროლი - ცომი ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გარეშე	საცდელი ნიმუში - ცომი ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატით
ცომის ამოსვლა, მმ	7,9	13,4
გამოყოფილი CO ₂ - ს საერთო მოცულობა, სმ ³	528	602
ცომის მიერ შეკავშირებული CO ₂ - ის მოცულობა, სმ ³	504	588
დაკარგული CO ₂ - ის მოცულობა, სმ ³	24	14
აირის შეკავშირების კოეფიციენტი, %	95,5	97,7
გაფუების (დუდილის) ხანგრძლივობა, წთ.	90	
ცომის ტემპერატურა, °C	30,0	
ცომის მასა, გ	315,0	

ნაჩვენებია, რომ აგლუტენური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით მატულობს ცომის ნამზადის აირწარმოქმნისა და აირდამჭერი უნარი დაყოვნების პროცესში, რაც დადებითად უნდა აისახოს პურის ხარისხზე. მაშასადამე, აგლუტენური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებამ, რომელიც შეიცავს მადულარ მიკროფლორას მდიდარს ჰეტეროფერმენტაციული რძემჟავა ბაქტერიებითა და აქტიური საფუვრებით, მინერალებითა და ვიტამინებით, დააჩქარა ცომის

აირწარმოქმნის პროცესი რბემჟავა ბაქტერიებისა და საფუვრების აქტიური ზრდის ხარჯზე.





ნახ. 19 ცომის აირწარმოქმნის (ა), აირდამჭერი (ბ) და ცომის ამოსვლის დინამიკა (გ) დაყოვნების პროცესში.

1 - კონტროლი; 2 - საცდელი ნიმუში ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატით.

4.4 ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გავლენა პურის მიკრობიოლოგიურ მდგრადობაზე შენახვის პროცესში

ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას უგლუტენო პურის ტექნოლოგიაში წარმოადგენს მისი მდგრადობის ამაღლება. ცნობილია, რომ პურის ცხობის ძირითადი ნედლეულის მიკრობული კონტამინაციის ხარისხი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კარტოფილის დაავადებისა და დაობების განვითარებაზე.

უგლუტენო პურის მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით ცომის მომზადების პროცესში ჩვენს მიერ იყო შემოთავაზებული ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენება, რომელიც შეიცავს ორგანულ მჟავებს, (რძემჟავასა და ძმარმჟავას), რომლებიც თრგუნავენ კარტოფილის ჩხირის Bac.Mesentericus-ის განვითარებას. ორგანული მჟავები ასრულებენ კონსერვანტის როლს. ამის გარდა, რძემჟავა ბაქტერიები ათხელებენ ცომის კონსისტენციას, რაც უზრუნველყოფს ტენიანობის შემცირებას 2-3%-ით და ამით პურის მდგრადობის ამაღლებას დაობების მიმართ.

ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის პურის დაობების ინტენსივობაზე გავლენის გამოსაკვლევად შემუშავებული იქნა შემდეგი მეთოდიკა: ღუმელიდან გამოსულ პურს ვფუთავდით სტერილურ ქაღალდში და გასაცივებლად ვათავსებდით სტერილურ ბოქსში. შემდეგ ასევე სტერილურ პირობებში ვჭრიდით ულუფებად (ნაჭრებად) ზომებით 4,5 x 7,5სმ და სისქით 0,3-0,4სმ. პურის ნაჭრებს ვათავსებდით პეტრის ჯამებში.

მომზადებული პურის ნიმუშების დაავადების მიზნით ვამზადებდით *Penicillium Chryzogenum* სუფთა კულტურის წყლიან სუსპენზიას, რისთვისაც სინჯარიდან სუფთა კულტურის ბიომასალა გადაგვექონდა 1მლ სტერილურ წყალში და ვახდენდით სუსპენზირებას. შემდეგ მიკრობიოლოგიური ნემსით (ჩხირით) ბიომასალა შეგვექონდა პურის ნაჭრებში 3-3 ჩხვლევით. ვახდენდით პეტრის ჯამების ინკუბირებას თერმოსტატში 25°C ტემპერატურის პირობებში და თვალს ვადევნებდით კულტურის ზრდას. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ №1 პურის ნაჭერზე, რომელიც მომზადდა 52%-იანი სინესტის ცომისგან ობის სპორები გაჩნდა 24 საათის შემდეგ; №2 ნიმუშზე (სადაც ცომის სინესტე იყო 49%) – 36 საათის შემდეგ, რაც მიანიშნებს ცომის სინესტის კლების დადებით გავლენაზე.

ანალოგიურად, ჩავატარეთ ცდები კარტოფილის დაავადების გამოვლენაზე, ამისათვის ცომში ვამატებდით პურის ნამცეცებს, რომლებიც შეიცავდა *Bac. Subtilis* - ის სპორებს, ერთი პროცენტის ოდენობით უგლუტენო ფქვილის მასასთან შეფარდებით. სანიმუშო ლაბორატორიული ცხოვებით დადგინდა, რომ საკონტროლო ნიმუშებში არასასიამოვნო სუნი გაჩნდა 18 საათის შემდეგ, წებვადი პურის გული კი 24 საათის შემდეგ. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით დამზადებულ ნიმუშებში კარტოფილის დაავადება არ გამოვლინდა. ამრიგად, უნდა დავასკვნათ, რომ უგლუტენო პურში ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენება მთლიანად თრგუნავს კარტოფილის ჩხირის სპორების განვითარებას და ამაღლებს ანტაგონისტურ აქტივობას *Bac. Subtilis* - ის მიმართ. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატი დადებით გავლენას ახდენს პურის მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების ამაღლებაზე.

4.5. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გავლენა უგლუტენო პურის კვებით ღირებულებაზე

უგლუტენო პურისათვის ფქვილოვანი კომპოზიციის პროექტირების პროცესში მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენდა მზა ნაწარმის მაღალი კვებითი ღირებულების მიღწევის საკითხი, რათა ადამიანები, რომლებიც იცავენ აგლუტენურ დიეტას, განიცდიან სხვადასხვა საკვები ნივთიერებების დეფიციტს.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გამოყენება უზრუნველყოფს უგლუტენო პურის ქიმიური შედგენილობის გამდიდრებას ფასეული საკვები კომპონენტებით. საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების შედარებით გამოვლინდა, რომ ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით საკვები ბოჭკოების რაოდენობამ პურში საგრძნობლად მოიმატა; B1 ვიტამინის - 0,004მგ/%-ით; B2-ს 0,008მგ/%-ით; მინერალური ნივთიერებებიდან: კალიუმის - 24,2მგ/%-ით. კალციუმის - 14,1მგ/%-ით; მაგნიუმის 7,2მგ/%-ით; რკინის - 1,4მგ/%-ით კონტროლთან შედარებით (ცხრილები 23 და 24).

ცხრილი 23.

უგლუტენო პურში ძირითადი კომპონენტების შემცველობა

მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობები (გ/100გ უგლუტენო პურზე გაანგარიშებით)	
	კონტროლი - პური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გარეშე	საცდელი ნიმუში - პური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გამოყენებით
ცილები, გ	6,4	10,1
ცხიმები, გ	2,3	3,2
ნახშირწყლები, გ	37,2	32,7
საკვები ბოჭკოები, გ	0,9	3,8
ნაცარი, გ	0,7	1,2
ენერგეტიკული ღირებულება, კკალ/კვ	195/818 კკალოლი	200/839 კკალოლი

უგლუტენო პურში ვიტამინების, მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა

მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობები (გ/100გ უგლუტენო პურზე გაანგარიშებით)	
	კონტროლი - პური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გარეშე	საცდელი ნიმუში - პური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გამოყენებით
ვიტამინები, მგ/100გ		
ვიტამინი A	0,0058	0,0072
ვიტამინი B1	0,092	0,096
ვიტამინი B2	0,050	0,058
ვიტამინი E	0,56	0,61
მინერალური ნივთიერებები, მგ/100გ		
Na	210,0	234,2
K	128,1	139,6
Ca	36,6	50,7
Mg	21,2	28,4
l	2	3
Zn	0,064	0,078
Fe	1,8	3,2
Mn	0,378	0,408

4.6. უგლუტენო პურის ტექნოლოგიის დამუშავება

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დამუშავებულია უგლუტენო პურის მომზადების ხერხები:

- ტრადიციულთან ერთად ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეულისა და სტრუქტურის წარმომქმნელების გამოყენებით ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გარეშე;
- აგლუტენური ნედლეულისა და სტრუქტურის წარმომქმნელებთან ერთად ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გამოყენებით.

4.6.1. უგლუტენო პურის ტექნოლოგია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენების გარეშე.

უგლუტენო პურის მომზადების ტექნოლოგია ითვალისწინებს ცომის მოსამზადებლად ბრინჯის ფქვილის, წიწიბურას ფქვილის, სიმინდის სახამებლის, საკვები დანამატების - ამარანტის ან ბარდას ფქვილის, გაღივებული სოიოს ფქვილის, ფორთოხლის გამონაწნების ფხვნილის, საშუალო მინერალიზაციის 5-10 გ/სმ³ კარბონატული მინერალური წყლის, გაწნეხილი საფუარის, მარილის, მცენარეული ზეთის გამოყენებას, ცომის მოზეღას, გაფუებას, დაყალიბებას, დაყოვნებას, გამოცხობას. ცხრილში 25 წარმოდგენილია უგლუტენო პურის რეცეპტურა.

ცხრილი 25.

უგლუტენო პურის რეცეპტურა

№	ნედლეულის დახასიათება	ნედლეულის რაოდენობა კგ-ში (100 კგ ფქვილზე გაანგარიშებით)
1	2	3
1	ბრინჯის ფქვილი	45,0
2	წიწიბურას ფქვილი	25,0
3	სიმინდის სახამებელი	15,0
4	ამარანტის ან ბარდას ფქვილი	8,0
5	საკვები ბოჭკო (ვაშლის ან ფორთოხლის გამონაწნების ფხვნილი)	2,5
6	პექტინი	1,5
7	გაღივებული სოიოს ფქვილი	3,0

1	2	3
8	დაწნეხილი საფუარი	3,0
9	მარილი	1,5
10	მცენარეული ზეთი	3,0
	სულ	107,5

ცომის მომზადების რეჟიმი შემდეგია (ცხრილი 26)

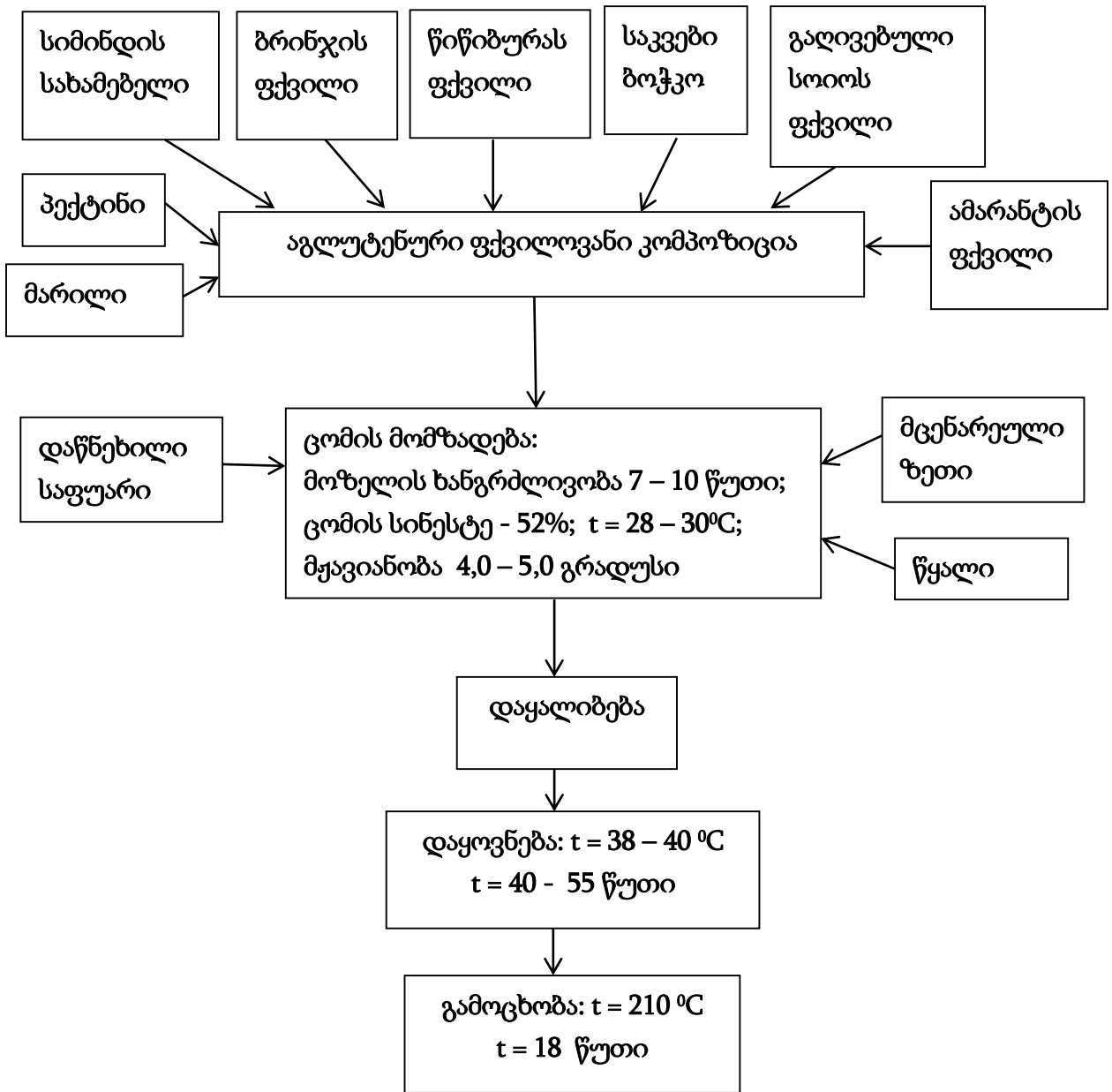
ცხრილი 26.

უგლუტენო ცომის მომზადების რეჟიმი

პროცესის მახასიათებლების დასახელება	ცომის მომზადების პროცესის მაჩვენებლების მნიშვნელობა
ტემპერატურა, 0C	30 ± 1
მჟავიანობა, გრადუსებში	4,0 ± 1,0
სინესტე, %	52,0 ± 1,0
დაყოვნების ხანგრძლივობა, წთ.	40 – 55

ცომის მოსამზადებლად დეჟაში იტვირთება დაწნეხილი საფუარი, მცენარეული ზეთი, მინერალური წყალი, აგლუტენური ფქვილოვანი კომპოზიცია, რომელიც შედგება ბრინჯის ფქვილის, წიწიბურას ფქვილის, სიმინდის სახამებლის, საკვები ბოჭკოს, პექტინის, ამარანტის ან ბარდას ფქვილის, გაღივებული სოიოს ფქვილისაგან, ასევე მარილი. ყველა ინგრედიენტი შეერევა ერთმანეთს და იზილება ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე საწყისი ტემპერატურით 30°C. ტემპერატურა და მინერალური წყლის რაოდენობა გაიანგარიშება ცომის ტემპერატურისა და სინესტის (52,0%) გათვალისწინებით. მოზელის შემდეგ ცომი თავსდება ყალიბებში და მიემართება დასაყოვნებლად 38 – 40°C ტემპერატურისა და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის 75 – 80% პირობებში დასაყოვნებელ კარადაში. დაყოვნება გრძელდება 40 – 55 წუთი, რის შემდეგ ხდება ნამზადის გამოცხობა 210°C 18 – 20 წუთის განმავლობაში მზადყოფნამდე. გამოცხობის შემდეგ პური ცივდება და იფუთება.

ტექნოლოგიური სქემა ასახულია ნახაზზე 20.



ნახ.20. უგლუტენო პურის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა

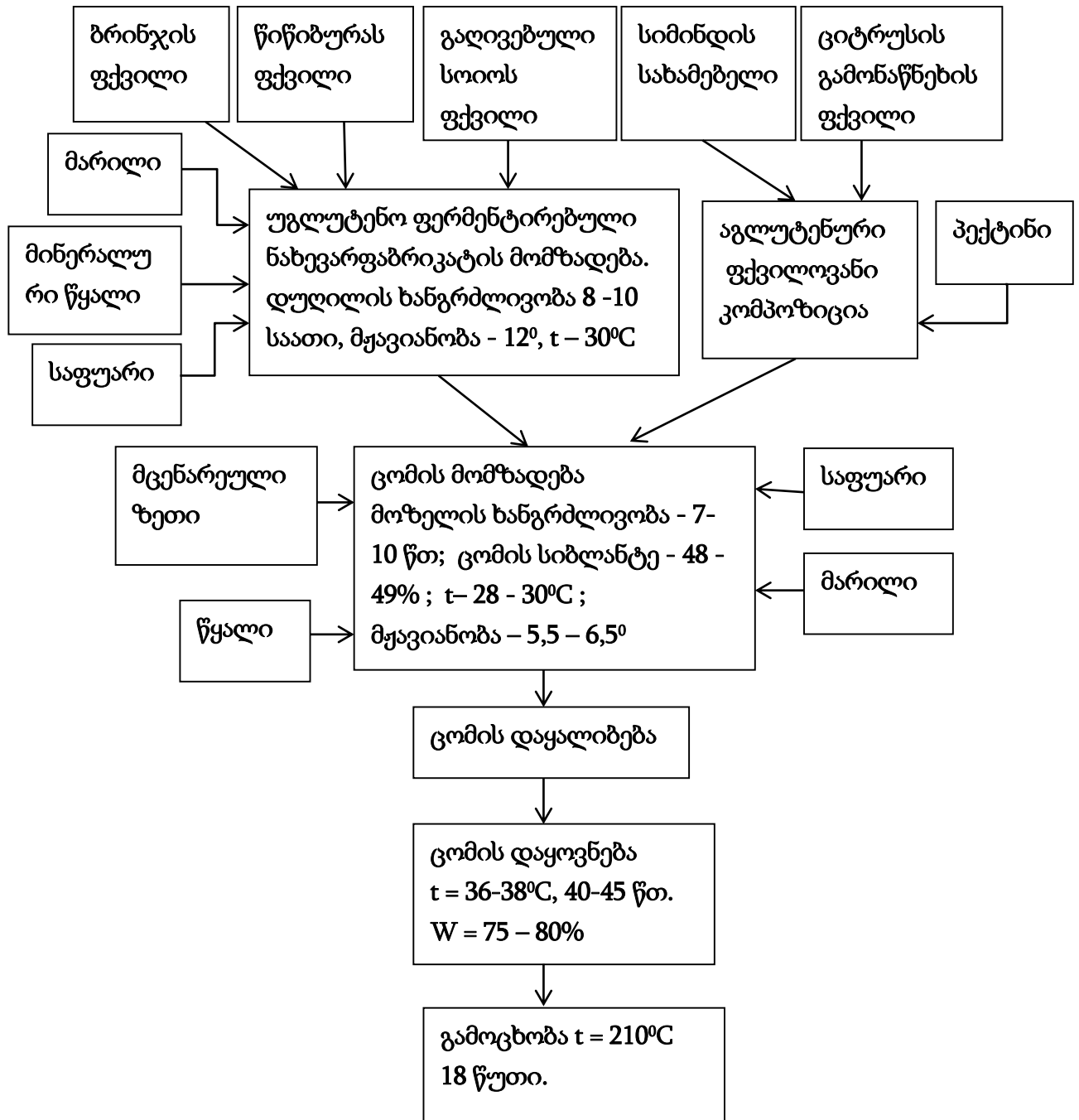
4.6.2. უგლუტენო პურის ტექნოლოგია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით.

ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატი და ცომი უგლუტენო პურისათვის მზადდება ცხრილში 27 წარმოდგენილი რეჟიმების შესაბამისად.

**ცომის მომზადების რეჟიმი უგლუტენო პურისათვის ფერმენტირებული
ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით**

პროცესის მაჩვენებლების დასახელება	მომზადების პროცესის მაჩვენებლების მნიშვნელობები	
	უგლუტენო ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატი	ცომი აგლუტენური პურისათვის, მომზადებული აგლუტენური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატისაგან
ტემპერატურა, °C	30 ± 1	29 ± 1,0
მჟავიანობა, გრადუსებში	12,0	5,5 ± 1,0
სინესტე, %	65,0 ± 1,0	48,0 ± 1,0
ხანგრძლივობა: - გაფუების, საათებში	8 ÷ 10	-
- დაყოვნების, წთ.	-	40 – 55

ცომის მოსამზადებლად გაფუებულ (დადუღებულ) ფერმენტირებულ ნახევარფაბრიკატს ემატება წყალი, საფუვრის ნაწილი, მცენარეული ზეთი. შემდეგ ემატება აგლუტენური ფქვილოვანი კომპოზიცია, საკვები ბოჭკო, პექტინი, მარილი და იზილება ცომი ერთგვაროვანი კომპოზიციის მიღებამდე ტემპერატურით 28 – 30°C. ტემპერატურა და წყლის რაოდენობა გაიანგარიშება ცომის ტემპერატურისა და სინესტის გათვალისწინებით. მოზელის შემდეგ ცომი თავსდება ყალიბებში და მიემართება დასაყოვნებლად, რომელიც მიმდინარეობს დასაყოვნებელ კარადაში 38 - 40°C ტემპერატურაზე, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის 75 – 80% პირობებში, 40 – 55 წუთის განმავლობაში. ბოლოს წარმოებს გამოცხობა 210°C ტემპერატურაზე 18 – 20 წუთის განმავლობაში, პურის მზადყოფნამდე. ტექნოლოგიური სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე 21.



ნახ. 21. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით აგლუტენური პურის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა.

ძირითადი დასკვნები

ჩატარებულია კომპლექსური კვლევები, რომელთა შედეგების საფუძველზე მეცნიერულად დასაბუთებული და ექსპერიმენტალურად დადგენილია ადგილობრივი ნედლეულის გამოყენებით უგლუტენო პურფუნთუშეული ნაწარმის შექმნის შესაძლებლობა ცელიაკით დაავადებულთა დიეტოთერაპიისათვის.

1. შერჩეულია ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეული: სოიო, მწვანე ბარდა, ამარანტი, ტოპინამბური, შესწავლილია მათი ქიმიური შედგენილობა, ბიოლოგიური და ტექნოლოგიური თვისებები. მიღებული შედეგები მიუთითებენ აღნიშნული ნედლეულის მაღალ კვებით და ბიოლოგიურ ღირებულებაზე.
2. ჩატარდა შერჩეული აგლუტენური მარცვლოვან და პარკოსან კულტურათა ნაყოფების ფერმენტული მოდიფიკაციის - გაღვივების პროცესის კვლევა. ექსპერიმენტების შედეგად დადგენილია პროცესის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მიკრონუტრიენტების მაქსიმალურ დაგროვებას.
3. ნედლეულის გაღვივების პროცესის ოპტიმიზაციის მიზნით აპრობირებულია საქართველოს მინერალური წყლები და საუკეთესო შედეგები მიღწეულია კურორტ წყალტუბოს სუსტი რადონის ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-სულფატური მინერალური წყლის გამოყენებით. დადგინდა, რომ მინერალური წყლის გამოყენების პირობებში ჩვეულებრივ სასმელ წყალთან შედარებით მნიშვნელოვნად იმატა რიგი მაკროელემენტების - კალციუმის, მაგნიუმის, ნატრიუმის, კალიუმის და ფოსფორის, მიკროელემენტების და ვიტამინების რაოდენობამ. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ვიტამინ - C-ს რაოდენობის ზრდა, რომელიც პრაქტიკულად არ აღინიშნებოდა საწყის ნედლეულში.
4. უგლუტენო პურისათვის შერჩეულია სტრუქტურის წარმომქმნელები და გამოკვლეულია მათი გავლენა მის ხარისხზე. ფქვილოვან კომპოზიციაში ექსტრუზიული სახამებლის ნაცვლად, რომელსაც დაბალი წყლის შთანთქმის უნარი გააჩნია, გამოყენებულია სიმინდის სახამებელი და ციტრუსის ნაყოფის გადამუშავების პროდუქტები - საკვები ბოჭკოები და მაღალი ეთერიფიკაციის ხარისხის მქონე პექტინი. ციტრუსის ბოჭკოებისა და პექტინის წყლის შთანთქმის უნარის მაჩვენებელი 2,2 – 2,7-ჯერ მაღალია ექსტრუზიული სახამებლის ანალოგიურ მაჩვენებლებზე. მისი შეცვლა ციტრუსის საკვები ბოჭკოთა და პექტინით უზრუნველყოფს ცომის სტრუქტურის, უგლუტენო პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიური (ხვედრითი მოცულობის, კუმშვადობის) და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების გაუმჯობესებას.
5. შესწავლილია ნატურალური ციტრუსის ბოჭკოებისა და პექტინის გავლენა ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე (დინამიური სიბლანტე), პურის ხარისხის ფიზიკო -

ქიმიურ (მჟავიანობა, შეკუმშვა) და ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებზე. რეცეპტურულ ნარევში 1,5% ციტრუსის ბოჭკოს დამატებით ცომის სიბლანტე მიუახლოვდა საკონტროლო ნიმუშის სიბლანტეს, პურის მოცულობა კი მეტია კონტროლთან შედარებით. ბოჭკოს დამატებამ კომპოზიციაში გამოიწვია უგლუტენო ნაწარმის ტიტრული მჟავიანობის გაზრდა 0,3 დან 0,5 გრადუსამდე, რამაც განაპირობა მზა ნაწარმის უფრო გამოხატული გემოს ჩამოყალიბება. მოიმატა პურის კუმშვადობამ. 0,9%-დან 1,5%-მდე ციტრუსის საკვები ბოჭკოს გამოყენებით მიღწეულ იქნა საუკეთესო ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები.

პექტინის დამატება ფქვილოვან კომპოზიციაში დადებითად აისახა მზა ნაწარმის მჟავიანობასა და კუმშვადობაზე. პექტინის რაოდენობის ზრდამ განაპირობა პურის მჟავიანობის მატება. 0,5% პექტინის გამოყენებამ 3-ჯერ გაზარდა პურის მჟავიანობა კონტროლთან შედარებით. ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ ციტრუსის პექტინის რაციონალური დოზა შეადგენს 1,0%-ს.

6. შემუშავებლია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების მოსამზადებლად ტრადიციულთან ერთად გათვალისწინებულია ჩვენს მიერ შერჩეული და გამოკვლეული ადგილობრივი აგლუტენური ნედლეული - ამატანრის და ბარდის ფქვილი, გაღივებული სოიოს მარცვლის ფქვილი, აგრეთვე დაწნეხილი საფუარი. წყლის ნაცვლად, დუდილის პროცესების ინტენსიფიკაციის მიზნით გათვალისწინებულია კარბონატული მინერალური წყლის გამოყენება. მჟავური დუდილის სტიმულირებისთვის გამოყენებულია ჩვენს მიერ დამზადებული სოიოს რძემჟავა პროდუქტი, რომელიც შეიცავს ლაქტო - და ბიფიდობაქტერიებს. აღნიშნული რეცეპტურა უზრუნველყოფს უფრო ინტენსიური მჟავიანობის დაგროვებას, რაც დადებით გავლენას ახდენს ცომის საგემოვნო თვისებებზე და უზრუნველყოფს მიკრობიოლოგიურ მდგრადობას.
7. შესწავლილია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გავლენა ცომის აირწარმოქმნისა და აირდამჭერ უნარზე. აგლუტენური ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებამ, რომელიც შეიცავს მადუღარ მიკროფლორას მდიდარს ჰეტეროფერმენტაციული რძემჟავა ბაქტერიებითა და აქტიური საფუვრებით, მინერალებითა და ვიტამინებით, დააჩქარა ცომის აირწარმოქმნის პროცესი რძემჟავა ბაქტერიებისა და საფუვრების აქტიური ზრდის ხარჯზე.
8. შესწავლილია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გავლენა უგლუტენო პურის ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებზე. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენებით მზა ნაწარმის მჟავიანობამ მოიმატა 9,7-ჯერ, პურის გულის კუმშვადობამ - 2,2-ჯერ, ხვედრითმა მოცულობამ 30%-ით და ფორიანობამ 13,8%-ით. ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები ასევე გაუმჯობესდა. მიღებულ ნიმუშს

ჰქონდა სწორი ფორმა, პრიალა, გლუვი, უფრო მკვეთრი ქერქი, ფორიანობა წვრილი და თანაბარი, გემოს ახასიათებს ცოტაოდენი სასიამოვნო სიმჟავე.

9. შესწავლილია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გავლენა პურის მიკრობიოლოგიურ მდგრადობაზე შენახვის პროცესში. დადგინდა, რომ უგლუტენო პურში ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატის გამოყენება მთლიანად თრგუნავს კარტოფილის ჩხირის სპორების განვითარებას და ამალღებს ანტაგონისტურ აქტივობას *Bac. Subtilis* - ის მიმართ. ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატი დადებით გავლენას ახდენს პურის მიკრობიოლოგიურ უსაფრთხოებაზე.
10. შესწავლილია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გავლენა უგლუტენო პურის კვებით ღირებულებაზე. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გამოყენება უზრუნველყოფს უგლუტენო პურის ქიმიური შედგენილობის გამდიდრებას ფასეული საკვები კომპონენტებით. საკვები ბოჭკოების რაოდენობამ პურში საგრძნობლად მოიმატა; B1 ვიტამინის - 0,004მგ/%-ით; B2-ს 0,008მგ/%-ით; მინერალური ნივთიერებებიდან: კალიუმის - 24,2მგ/%-ით. კალციუმის - 14,1მგ/%-ით; მაგნიუმის 7,2მგ/%-ით; რკინის - 1,4მგ/%-ით კონტროლთან შედარებით.
11. ცელიაკით დაავადებულთათვის შემუშავებულია მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების უგლუტენო პურის რეცეპტურები და:
 - 1) უგლუტენო პურის ტექნოლოგია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გარეშე
 - 2) უგლუტენო პურის ტექნოლოგია ფერმენტირებული ნახევარფაბრიკატების გამოყენებით.

გამოყენებული ლიტერატურის სია

1. Австриевских, А. Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения / А. Н. Австриевских, А. А. Вековцев, В. М. Позняковский. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2005. – 413 с.
2. Алексеева, И.И., Ауэрман Т.Л., Генералова Т.Г. Лабораторный практикум по биохимии – М.: МГАПП, 1992. – 197с.
3. Алексеева, Т. Биологически активные злаковые в общественном питании / Т. Алексеева, И. Черемушкина, Е. Торкина // Питание и общество. - 2010. - № 8. - С. 14.
4. Алессио Фазано Сюрпризы целиакии / Фазано Алессио // В мире науки.- 2009.- №10.- С. 24-31.
5. Алпатьева, Н.В. Проламины и целиакия / Н.В Алпатьева, И.П. Гаврилюк, Н.А. Леонтьева, Л.С. Орешко, В.А. Красильников, Н.А. Барсукова, И.Г. Лоскутов // Аграрная Россия.-2004.- №6 .- С. 41-49.
6. Аршакуни, В. От системы ХАССП к системе менеджмента безопасности пищевой продукции по ИСО 22000 / В. Аршакуни // Стандарты и качество. – 2008. – № 2. – С. 88-89.
7. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман: учебник. – 9-е изд.; перераб. и доп./ Под общ. ред. Л. И. Пучковой. – СПб: Профессия, 2005. – 416 с.
8. Байгарин, Е.К. Содержание пищевых волокон в пищевых продуктах растительного происхождения / Е.К. Байгарин // Вопросы питания. – 2006. - №3. – С. 42-44.
9. Барановский А.Ю. Гастронтерология: Справочник / А.Ю. Барановский - СПб.: Питер, 2011- 512с.
10. Бастриков, Д. Изменение биохимических свойств зерна при замачивании / Д. Бастриков, Г. Панкратов // Хлебопродукты. - 2006- №1-С.40-41.
11. Богомаз, Л.В. Глютеновая энтеропатия Л.В. Богомаз Медицинская сестра.- 2008.- С. 28-32.

12. Вигмор, Э. Проростки - пища жизни / пер. с англ. Е . Смирнова. - СПб. : ИД «ВЕСЬ», 2001. - 208 с.
13. Вохмянина Н.В. Современное представление о целиакии / Н.В. Вохмянина. СПб.: Триада, 2009 - 150 с.
14. Гаврилюк, И.П. Проблемы идентификации злаков, не токсичных при целиакии И.П. Гаврилюк, Н.В. Алпатьева, Н.А. Леонтьева, Л.С. Орешко, В.Н. Красильников, И.Г. Лоскутов // Клиническое питание.- 2004.- №2.- С. 55-61
15. Гончаров, Ю.В., Инновационные аспекты разработки технологии хлеба из проросшего зерна пшеницы:дис. канд. техн. наук: 05.18.01/ Гончаров Юрий Вениаминович.- Орел, 2008.-175 с.
16. Греко, Л. Целиакия: вчера и сегодня. Обзор / Л. Греко // Жизнь без глютена. Дайджест. - 2010. - С.7-9.
17. Греко, Л. Эволюция целиакии/ Л.Греко// Жизнь без глютена. – 2006. - №3. – С.6-7
18. Давыдова, Р. Маркировка аллергенов в ЕС / Р Давыдова // Кондитерское и хлебопекарное производство. - 2013.- № 5 - 6.- С. 50 - 52.
19. Дерканосова, Н. М. Квалиметрическая оценка потребительских свойств обогащенных хлебобулочных изделий / Н. М. Дерканосова, А. В. Шапошников, Н. И. Дерканосов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (33). – С. 207-210.
20. Дерканосова, Н. М. Формирование потребительских свойств функциональных пищевых продуктов [Текст]: моногр. / Н. М. Дерканосова, Е. Ю. Ухина, Н. И. Дерканосов. – Воронеж, 2012. – 143 с.
21. Доронин, А.Ф. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатов, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г. Шубина // Под ред. д.т.н., проф. А.А. Кочетковой. Москва: ДеЛи принт,2009, с.22, с. 163-182.
22. Дорохович, А.Н. Инновационные технологии. Маффины для безглютенового питания / А.Н. Дорохович, Н.П. Лазоренко // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник материалов конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / под общ. ред.

- А.Ю. Просекова; ФГБОУ ВПО <<Кемеровский технологический институт пищевой промышленности>>. Кемерово, 2013. - С. 936-941.
23. Драгомирецкий, Ю.Д. Живая сила проростков/ Ю.Д. Драгомирецкий. –СПб.: Невский проспект.- 1999-с.12-14.
24. Дубровская, Н. О. Влияние сухой комплексной заварки с рябиновым порошком на качество и пищевую ценность заварного хлеба / Н. О. Дубровская, Л. И. Кузнецова // Хлебопечение России. – 2014. - № 6. – С. 18-20.
25. Дубцов, Г.Г. Лабораторный практикум по дисциплине «Технология продукции общественного питания» / Г.Г. Дубцов, Е.Н. Молчанова – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. – 124с.
26. Егорова, Р.Р. Здоровое питание и проблемы целиакии / Р.Р. Егорова, Б.С. Нугуманов, Ф.Г. Фамутдинова, А.К. Марданова, Л.Р. Нургалиева // Пищевая промышленность. – 2013. - №1. – С.54-55.
27. Ермолаева, Е. О. Новая формула биологически активных добавок с направленными функциональными свойствами / Е. О. Ермолаева, А. А. Челнаков, А. А. Вековцев // Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 207-212.
28. Ершов, П. С. Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия / П. С. Ершов. – СПб : ПрофиКС, 2011. – 208 с.
29. Жарикова, Г.Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена – М.: АСАДЕМА, 2005 – 296 с.
30. Журавко, Е.В. Микробиологические показатели муки из зародышей пшеницы и качество функциональных продуктов/ Е.В. Журавко, Е.В. Грузинов, Е.И.Кострова // Пищевые ингредиенты. -2005-№1- С.66.
31. Закладной, Г. Современная технология дезинсекция зерна / Г.Закладной// Хлебопродукты- 2004.- №11 -с.28-30.

32. Захарова, И.Н. Целиакия у детей: современные подходы к лечению / И.Н. Захарова, Т.Э. Боровик, Е.А. Рославцева, Е.А. Андрюхина, Ю.А. Дмитриева, Ф.С. Дзедисова // Медицинский совет.- 2011. -№9 - 10.- С. 39 - 43.
33. Зверев, С.В. Функциональные зернопродукты / С.В. Зверев, Н.С. Зверева.- М.: ДеЛи принт, 2006.- 116 с.
34. Иванов, С.Г. Использование антиоксидантной активности пророщенных семян в поликлинической практике врача гастроэнтеролога / С.Г. Иванов [и др.]// Управление качеством медицинской помощи и системой непрерывного образования медицинских работников: материалы I Российского конгресса. - М., 2009. - С. 37-38.
35. Иванова, Т.Н. Использование гидролизованного кукурузного глютена в пищевых технологиях Т.Н. Иванова, Е.Д. Полякова, М.А. Заикина, А.В. Русанов // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2011.- № 5.- С. 52-55.
36. Инструкция по предупреждению картофельной болезни хлеба //ГосНИИХП. М. - 1998. - 31с.
37. Ипатова, Л. Г. Новые направления в создании функциональных пищевых продуктов / Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова, А. П. Нечаев // Пищевая промышленность. – 2007. – № 1. – С. 12-14.
38. Каганов, Б.С. Лечебное питание при заболеваниях желудочнокишечного тракта у детей / Б.С. Каганов и др. // Вопросы детской диетологии. -2011.-т. 9 №4.-С. 56-57.
39. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки. / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. М.: Агропромиздат, 1989. - 368 с.
40. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко // СПб.: ГИОРД, 2005.- 512 с.
41. Кантере, В.М. Органолептический анализ продуктов питания / В.М. Кантере, В.А. Матисон, Д.А. Еделев. - Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010- 259с.
42. Коденцова, В. М. Обоснование уровня обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В. М. Коденцова, О. А. Вержесинская, В. Б. Суханов, Л. Н. Шатнюк // Вопросы питания. – 2010. – № 1. – С. 23-33.

43. Козубаева, Л.А. Разработка безглютеновых пряников / Л.А. Козубаева, М.Н. Вишняк // Кондитерское производство.- 2013.- №3.- С. 25.
44. Козьмина, Н.П. Биохимия Хлебопечения/ Н.П. Козьмина. - Москва: пищевая промышленность, 1978.- 278 с.
45. Комилова, Д.А., Совершенствование технологии мучных изделий с использованием пророщенного зерна: дис. канд. техн. наук: 05.18.01/ Комилова Дилрабо Абдувалиевна. – Москва, 2011. -149 с.
46. Конышев, В.А. Еда без вреда /В.А. Конышев. -М.:Эксмо, 2011, с.-134-136.
47. Коптелова, Н. Б. Исследование потребительских предпочтений в ассортименте хлебобулочных изделий функционального назначения / Н. Б. Коптелова, Е. О. Ермолаева, В. М. Позняковский // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2015. – №1 (343). – С. 110-112.
48. Коптелова, Н. Б. Система ХАССП как фактор, обеспечивающий стабильность качества и безопасности хлебобулочных изделий / Н. Б. Коптелова, Е. О. Ермолаева, В. М. Позняковский // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 1 (337). – С. 104-108.
49. Корячкина, С.Я., Кузнецова Е.А. Инновационная технология хлеба из пророщенного зерна пшеницы/С.Я. Корячкина, Е.А.Кузнецова //Хлебопечение России .-2009-№3- с.52-53.
50. Красильников, В.Н. Использование люпина узколистного при изготовлении безглютеновых кексов / В.Н. Красильников, В.С. Мехтиев, М.Л. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко, О.И. Парахина // Кондитерское производство. – 2013. - №2. – С.12-17.
51. Кузнецова, Л.И. Технологии безглютеновых хлебобулочных изделий для лечебно-профилактического питания /Л.И. Кузнецова, Г.В. Терновской / Хранение и переработка сельхозсырья. - 2010 - № 11 - С. 55 - 57.
52. Кусова, И.У., Новикова Ж.В., Дубцов Г.Г. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Товароведение продовольственных товаров». Москва: МГУПП- 2012. - С.7-9

53. Лебеденко, Т. Е. Перспективы использования плодовых фитодобавок в хлебопечении / Т. Е. Лебеденко, Е. Г. Иоргачева, В. О. Кожевникова // Хлебопечение России. – 2014. – № 5. – С. 30-34.
54. Лейберова, Н. В. Разработка рецептур и оценка качества безглютеновых мучных кондитерских изделий: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.18.15 / Лейберова Наталия Викторовна.- Кемерово, 2012.- 20 с.
55. Магомедов, Г.О. Безглютеновые мучные композитные смеси Г.О.Магомедов, Т.А. Шевякова, И.В. Плотникова, А.А. Журавлев, Т.В. Гладилина // Международная научно-техническая конференция (заочная) << Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство>> [Электронный ресурс]: сборник материалов, 3-4 декабря 213 г. / Воронеж. гос. ун-т инженерных технологий, ВГУИТ, 2013. - С. 426-430.
56. Максимова, И.Г, Проростки зерна-лекарство от рака / И.Г.Максимова- СПб.: Невский проспект,2002- с.54
57. Матисон, В. А. Клиентно-ориентированное конструирование продуктов питания / В. А. Матисон, В. М. Кантере // Пищевая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 8-11.
58. Машкин Д. Хлебобулочные изделия для людей, страдающих целиакией / Д. Машкин // Кондитерская сфера. - 2007 – №6 (19) - С. 42 - 44.
59. Маюрникова, Л.А. Жирнокислотный состав новых безглютеновых кулинарных изделий / Л.А. Маюрникова // Пищевая промышленность.- 2012. -№ 3. - С. 5 - 59.
60. Маюрникова, Л.А. Целиакия. Проблемы и решения / Л.А. Маюрникова, Н.Н. Аширова // Пищевая промышленность. - 2011. -№6 . - С. 60 – 63.
61. Методы контроля. Химические факторы. Методы определения глютена в продовольственном сырье и пищевых продуктах. Методические указания МУК 4.1.2880-11. 4.1. (утв. Роспотребнадзором 26.06.2011).
62. Морозова (Болдина), А.А. Рисовая мучка – альтернативное сырье для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В.

- Сокол// Новые технологии. Выпуск 1, 2014 – Майкоп: изд-во ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2014.- С.38-43.
63. Морозова (Болдина), А.А. Рисовая мука - как функциональный пищевой ингредиент/ А.А. Морозова (Болдина), Н.В. Сокол// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях». Пятигорск: РИА-КВМ, 2013.-С.177-179.
 64. Некрасова, А. Тайны зародыша пшеницы / А. Некрасова -М.:Образкомпания, 2000-с.38.
 65. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А Кочеткова, В.В. Колпакова, И.С. Витол, И.Б. Кобелева. - СПб.: ГИОРД, 2012. - 672с.
 66. Никитина, Е. В. Микробиология: учебник для студ. вузов / Е.В Никитина, С.Н. Киямова, О.А. Решетник. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 368 с.
 67. Островерхова, Т.Н. Некоторые аспекты производства безглютеновых изделий / Т.Н. Островерхова // Кондитерское производство. – 2012. - №5. – С.22-23.
 68. Павлова, Н. Применение структурообразователей для приготовления безбелкового хлеба / Н. Павлова, И. Матвеева // Хлебопродукты. - 1998. - №12. - С. 17 - 20.
 69. Парфенов, А. И. Глютеновая энтеропатия (целиакия) / А. И. Парфенов// Медицинская газета. – 2001. — 20 апреля. - № 29
 70. Парфенов, А.И. Загадки глютенной энтеропатии / А.И. Парфенов// В помощь практическому врачу. - 1997. - май. - С.24 - 28.
 71. Парфенов, А.И. Целиакия в XIX, XX и XXI веке / А.И. Парфенов // Терапевтический архив. - 2003. -№2. - С.5 - 7.
 72. Пат. 2458508, РФ, МПК А21D13/00 (2006.01) Способ производства безглютенового кекса <<Лимонный с цукатами>>/ Чугунова О.В., Лейберова Н.В. № 2011109816, заявл. 15.03.2011; опубл. 20.08.2012.
 73. Покровский, В. И. Политика здорового питания: Федеральный и региональный уровни / В. И. Покровский, Г. А. Романенко, В. А. Княжев, Н. Ф. Герасименко, Г. Г.

- Онищенко, В. А. Тутельян, В. М. Позняковский. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 344 с.
74. Положенцева, Е.И. Сравнительный анализ качества проростков пшеницы как функциональных продуктов питания / Е.И. Положенцева, О.В. Платонова // Пищевая промышленность. - 2011. - № 8. - С. 20-21.
75. Преображенский, В. Полное очищение и лечение проростками зерновых культур / В. Преображенский. - Ростов-на-Дону, изд. БАРО-ПРЕСС,-2001. - с.4-6.
76. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учеб. пособие для вузов. 4 изд., перераб. и доп. / Л.И. Пучкова - СПб.: ГИОРД, 2004 - 259 с.
77. 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 дом «Панорама», 2010. – 816 с.
78. Ревнова, М.О. Аллергические болезни и целиакия - механизмы соприкосновения и различия / М.О. Ревнова // Педиатрическая фармакология. - 2010 т.7 №1. - С. 76- 80.
79. Ревнова, М.О. Безглютеновая диета как безальтернативный метод лечения целиакии: проблемы и решения / М.О. Ревнова // Клиническая нутрициология. - 2008. - №4. - С.35 – 37.
80. Ревнова, М.О. Диетотерапия целиакии: роль безглютеновых продуктов / М.О. Ревнова, Н.М. Шилина, А.А. Милюкова, И.Б. Владимиров // Вопросы детской диетологии. - 2005. - т.3, №2. - С.48 - 51.
81. Ревнова, М.О. Принципы современного подхода к диетотерапии у больных целиакией / М.О. Ревнова, И.Б. Владимиров // Клиническое питание. - 2004. - №2. - С. 53 – 54
82. Ревнова, М.О. Целиакия у детей: клинические проявления, диагностика, эффективность безглютеновой диеты : диссертация ... доктора медицинских наук : 14.00.09 / Ревнова Мария Олеговна;.- Санкт-Петербург, 2005.- 346 с.

83. Резниченко И.Ю. Современные требования к качеству и безопасности безглютеновой продукции в Великобритании, информационное обеспечение потребителей / И.Ю. Резниченко, Ю.А. Алешина // Ползуновский весник. - 2011, №3/2. - С.219 - 222.
84. Родина, Т. Г. Дегустационный анализ продуктов / Т. Г. Родина. – М.: Экономика, 1994. – 160 с.
85. Родина, Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с. Роль пищевых волокон в питании человека / Под ред. В. А. Тутельяна, А. В. Погожевой, В. Г. Высоцкого. — М.: фонд «Новое тысячелетие», 2008. — С. 15–50
86. Роль пищевых волокон в питании человека / под ред. В.А. Тутельяна, А.В. Погожевой, В.Г. Высоцкого. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2008. – с.15-50.
87. Романов, А. С. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Товароведение и экспертиза товаров (по областям применения)" / А. С. Романов и др.; ред. В. М. Позняковский. – Новосибирск : Сиб. универ. изд-во, 2009. – 280 с.
88. Рославцева Е. А. Непереносимость глютена / Е.А. Рославцева // Здоровоохранение. - 2009. -№ 4. - С.14 - 15.
89. Рославцева, Е.А. Целиакия: проблема диагностики и лечения/ Е.А.Рославцева// Yourlife. – 2009. - №11. – С.14
90. СанПиН 2.3.2.2804-10. Дополнения и изменения N 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [Текст] // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2011. – №13.
91. Сборник рецептур и технологических инструкций по производству диетических хлебобулочных изделий, вырабатываемых по национальным стандартам // М.: 2012 - с.43 – 47
92. Синельникова, О.В., Совершенствование технологического процесса и обеспечение микробиологической безопасности при производстве зернового хлеба с

- использованием проростков пшеницы : дис.канд. сельскохоз. наук: 05.18.01 /Синельникова Ольга Викторовна.- Москва, 2010.- 152 с.
93. Соклаков, В. В. Система НАССР ключевой элемент международного стандарта ИСО 22000:2005 / В. В. Соклаков, Е. М. Михеева // Пищевая промышленность. – 2006. – № 12. – С. 10-13.
94. Спиричев, В. Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Позняковский; под общ. ред. В. Б. Спиричева. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
95. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание: пер. с англ. / под ред. Р. Стеле. – СПб. : Профессия, 2006. – 480 с.
96. Стрейн, Д. Микронутриенты: вопросы питания и хронические болезни / Д. Стрейн // Вопросы питания. – 2000. – № 3. – С. 43.
97. Сурак, Джон Г. Рецепт безопасности пищевой продукции: ИСО 22000 и ХАССП / Джон Г. Сурак // Стандарты и качество. – 2008. – № 2. – С. 96-100.
98. Тараховский, Ю.С. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю.С. Тараховский [и др.]; отв. ред. Е.И. Маевский – Пушкино: Synchronobook, 2013. – 310 с.
99. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TrTsPishevkaMarkirovka.pdf> (дата обращения 22.07.2014 г.).
100. Тутельян, В.А. Новые стратегии в лечебном питании / В. А. Тутельян, Т. С. Попова. – М.: Медицина, 2002. – 140 с.
101. Уварова, В. И. Социологические методы исследования в товароведении пищевых продуктов / В. И. Уварова, О. В. Евдокимова: под общ. ред. Т. Н. Ивановой. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 255 с.
102. Урбанчик, Е. Н., Касьянова Л. А., Агеенко О. В. Исследование процессов замачивания и проращивания зерна // Сб. докл. и стат. науч.-практ. конф. «Проблемы переработки крупяных культур и развитие крупяной промышленности». М., 2003. С. 49–56.

103. Урбанчик, Е. Н., Касьянова Л. А., Агеенко О. В. Перспективы использования продуктов питания из пророщенного зерна // Науч.-практ. конф. «Питание и здоровье. Безопасность и качество продуктов питания», 31 августа 2004 г. Минск: БГУ, 2004. С.229.
104. Хишенхубер, К. Количество глютена, безопаснее для больного целиакией/ К.Хишенхубер и др.// Жизнь без глютена. – 2006.- №4. – С.9-11
105. Хосни, Р.К. Зерно и зернопродукты. Научные основы и технологии / пер. с англ. под общ.ред Н.П. Черняева. - СПб.: Профессия,- 2006. с.116-119.
106. Цодиков, Г.В. Современные методы диагностики глютеночувствительной целиакии: учебное пособие / Г.В. Цодиков, Е.В. Волчкова, О.В. Москалец. - М.: МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, 2009.-15 с.
107. Цыганова, Т. Формирование рецептур для производства безбелковых и безглютеновых продуктов / Т. Цыганова, Д. Шнейдер, Е. Костылева, А. Козлов // Хлебопродукты. - 2011 -№12 - С. 44 - 47.
108. Цыганова, Т.Б. Безглютеновые хлебобулочные изделия на основе зернового сырья повышенной биодоступности / Т.Б. Цыганова, Д.В. Шнейдер, Н.К. Казенцова // Функциональные пищевые ингредиенты. -2013 - С. 169 - 189.
109. Черных, В. Я. Методология управления реологическими свойствами полуфабрикатов - управление качеством хлебобулочных изделий / В. Я. Черных, Е. В. Жирнова // Хлебопечение России. – 2015. – №1. – С. 1417.
110. Чижикова, О.Г. Сухие смеси с добавлением облепихового шрота для безглютеновых хлебобулочных изделий / О.Г. Чижикова, Л.О. Коршенко, Е.С. Смертина, Л.А. Текутьева, О.М. Сон, С.А. Мухоморов, Н.Н. Алексеев // Пищевая промышленность. – 2013. - №3. – С. 18-19.
111. Чубенко, А.Е.Еда или лекарство /А.Е. Чубенко - СПб.,- 2002.- с. 101.
112. Чудо прорастания // Будь здоров! - Москва.: -2003. - № 9. - С. 7-10.

113. Шаскольская, Н.Д. Использование пророщенных семян и изделий из них в качестве оздоровительных продуктов [электронный ресурс]. Режим доступа: - <http://www.agiasma.ru/> (дата обращения 10.03.2012 г.).
114. Шаскольская, Н.Д. Самая полезная еда: Проростки/ Н.Д. Шаскольская, В.В. Шаскольский .-СПб Веды, Азбука-Аттикус, 2011.- 189 с.
115. Шаталова, Г. С. Целебное питание / Г.С. Шаталова. -Екатеринбург: ЛИТУР, 2004. – 320 с.
116. 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.
117. Шатнюк, Л. Н. Пищевые микроингредиенты в создании продуктов здорового питания / Л. Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – № 2. – С. 18-22.
118. Шлеленко, Л.А. Современный ассортимент хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания / Л.А. Шлеленко //Хлебопечение России. – 2005. - №2. – С.17-18
119. Шнейдер, Д.В. Безбелковые и безглютеновые смеси для выпечки / Д.В. Шнейдер, Н.К. Казеннова // Хлебопечение России. - 2008 - №1 - С. 23 - 24.
120. Шнейдер, Д.В. Безглютеновые смеси для выпечки из кукурузной, рисовой и гречневой муки / Д.В. Шнейдер, Е.И. Крылова // Пищевая промышленность. – 2012. - №8. – С. 63-65.
121. Шнейдер, Д.В. Разработка безглютеновых пищевых ингредиентов повышенной биодоступности / Д.В. Шнейдер, И.В. Казеннов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. - №9. – С.50-52.
122. Шнейдер, Д.В. Разработка технологий безглютеновых макаронных изделий / Д.В. Шнейдер // Пищевая промышленность. – 2012. - №9. – С. 40-41.
123. Шнейдер, Д.В. Формирование рецептуры безглютеновых смесей для выпечки / Д.В. Шнейдер // Пищевая промышленность. – 2012. - №2. – С. 55-57.

124. Юсупова Г.Г. Обеспечение микробиологической безопасности зернового хлеба /Г.Г. Юсупова, О.В. Синельникова // Хлебопечение России -2011. -№1-с. 22-23
125. Яньков, И. Пророщенные семена бобовых культур [электронный ресурс]. Режим доступа: - <http://www.floraprice.ru> (дата обращения 10.03.2012 г.).
126. Addition of Micronutrients to Food / Institute of Food Science and Technology (UK). – London : IFST, 1997.
127. Batista, K.A. Wheat Bread Enrichment with Hard-to-Cook Bean Extruded Flours: Nutritional and Acceptance Evaluation / K. A. Batista, S. H. Pmdtndo, K. F. Fernandes // Journal of food science. – 2011. – № 2. – P. 108.
128. Bean S.R. Defatted Corn Protein Produces Palatable Gluten-Free Bread. Agricultural Research magazine . - 2010. - P.168-177.
129. Boldina, A.A. Developing methods and optimal conditions of rice bran
130. Book of abstracts the Second International Simposium on gluten-free cereal products and beverages.-Tempere, Finland, June 8 - 11. 2010. - 204 p.
131. Carroccio, A. Exocrine pancreatic function in children with celiac disease and after a gluten free diet/ A. Carroccio et al.//Gut. 1991. Vol.32, before № .7. C.796-799. Англ.
132. Catassi, C. Antiendomysium versus Antigliadin Antibodies in Screening
133. Codex- Alimentarius- Commission 1981:118. Codex standard for Gluten- Free Foods. Codex standard. Joint FAO/WHO Food Standards Programme/- WHO, 1983. - 3 p.
134. Codex Guidelines for Vitamin and Mineral Food Supplements (CAC/GL 55-2005). – FAO/WHO, 2005.
135. CODEX STAN 118-1979 , Rev.1-2008. Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten (Пищевые продукты специального диетического назначения для людей, непереносящих глютен)- 2009.-3с
136. Cornec, M. Characterization of gluten subfractions by JE HPLC and dynamic reological analysis in shear / M. Cornec, Y. Popinean, J. Lefebvre // J. Cereal Jc. – 1994. – Vol.19, №2. – P.131-139., Crewe Joan, Jones C.R. The thickness of wheat bran // Cereal chem., - 1951. - №28. – p.40-49.

137. Eves A., Dervisi P. Experiences of the implementation and operation of hazard analysis critical control points in the food service sector. *International Journal of Hospitality Management*, Volume 24, Issue 1, March 2005, Pages 3-19.
138. Fasano, A., Catassi A. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum // *Gastroenterology*. 2001. Vol. 120, № 3. P. 636-651.
139. *Functional foods* / Ed. by I. Goldberg. – NY : Chapman & Hall, 1994. – 572 p.
140. Gallaher, E. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal based products / E. Gallaher, T. R. Gormley, E. K. Arendt // *Trends in Food Science & Technology*. 2004. № 15. C. 143-152. Англ.
141. Garsed, K., Scott B. B. Can oats be taken in a gluten-free diet? A systematical review// *Scandinavian J. of Gastroenterology*. 2007. Vol. 42, №2.P.171-178.
142. Gee, S. On the celiac affection/ S. Gee// *Saint Bartholomew's Hospital Reports*. 1888. № 24. C. 17-20. Англ.
143. 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.
144. *Guidelines on food fortification with micronutrients* / Eds L. Allen, B. de Benoist, O. Dary, R. Hurrell. – World Health Organization. Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2006. – 376 p.
145. Hegazy, A. I. Production of Egyptian gluten-free bread / A. I. Hegazy, M. S. Ammar, M. I. Ibragium // *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 2009. № 4. C. 123-128.-Англ.
146. Hollén, E Antibodies to oat prolamins (avenins) in children with coeliac disease. / E. Hollén, L. Högberg, L. Stenhammar, K. Fälth-Magnusson, K.E. Magnusson // *Scand J Gastroenterol*. 2003. V.38(7) – pp.742-749
147. Karell K. Dissecting genetic susceptibility to gluten sensitivity: HLA-linked risk factors in celiac disease and DH. Dissertation from the FinRed Cross / K Karell. - Helsinki, 2003, - 17p

148. Korponay-Szabo, I.R. In vivo targeting of intestinal and extraintestinal transglutaminase 2 by celiac antibodies / I.R. Korponay-Szabo, T. Halttunen, Z. Szalai et al // Gut.2004. - V.53. - pp. 641-648.
149. Lee, A. R. Economic burden of a gluten-free diet / A. R. Lee, D. L. Ng, J. Zivin // The British Dietetic Association. 2007. № 20. С. 423-430. – АНГЛ
150. Levin, A. Celiac disease associated with familial chronic urticaria and thyroid autoimmunity in child / A. Levin., I. Dalai, Y. Bujanover // Pediatrics. 1999. - V.104, №2. - p.125.
151. Molecular weights of wheat gluten fractions / R.W. Jones, G. E. Bancroft N. W. Taylor et.al. // Arch. Biochem. and Biophys. – 1961. – Vol.94, №3. – P.485-488.
152. No observed local immunological response at cell level after five years of oats in adult celiac disease/ T. Kemppainen, E.Janatuinen, K. Holm et.al.// Scandinavian J. of Gastroenterology. 2007. Vol. 42, №2.P.54-59.
153. Paul, J. The Pathology of Celiac Disease / J. Paul // NIH Consensus Development Conference on Celiac Disease June 28–30, 2004, - pp. 23 – 27.
154. Processing with the purpose of increasing its storage stability/ A.A. Boldina // European online journal of natural and social sciences, vol 3, №3 (2014), pp 619-627
155. Raven P. H., Evert R. F., Eichhorn S. E. Germination // Biology of Plants, 7th Edition, W. H. Freeman and Company Publishers.- New York, 2005. - p.70
156. Rodrigues C.M.A., Delia Lucia C.M., Azeredo R.M.C., et al. Control of vitamin C losses in vegetables prepared at a food service // Food Control, Vol. 21, Issue 3, 2010, P. 264-271.
157. Rühmkorf, C., Effect of structurally different microbial homoexopolysaccharides on the quality of gluten-free bread / C. Rühmkorf, H. RübSam, T. Becker, C. Bork et.al. // European Food Research and Technology July 2012, V/ 235, № 1, pp 139-146.
158. Sabanis, D Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten – free bread / D. Sabanis, D. Lebesi, C. Tzia // LWT – Food Sci. and Technol. – 2009, V 42. - №8. – pp. 1380 – 1389.

159. Sampson, H.A. Food allergy / H.A. Sampson, R.H. Buckley, D.D Metcalfe // JAMA.1987. - V.258. - p.2886.
160. Shanahan, F. Gastrointestinal manifestations of immunologic disorders / F. Shanahan, R.S. Targan // Textbook of Gastroenterology. - V.2. - pp.2157-2171.
161. Sholberg T.J., Bean S.R., Boyle D.L. Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: biochemical, rheological, and microstructural background. Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2007. - P.5137-5146.
162. Sholberg T.J., Messerschmidt M., Bean S.R., Park S.H., Arendt E.K. Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. Cereal chemistry. - 2005. - P.394-404.
163. Sollid, M.L. The T-cell response and control of celiac disease development / M.L. Sollid, H. Arentz-Hansen, B. Fleckenstein et al. // 10 International Symposium on Coeliac Disease.Paris, 2002. - p.27.
164. Sorokulova I.B., Reva O.N. et al. Genetic diversity and involvement in bread spoilage of Bacillus strains isolated from flour and ropy bread // Lett. Appl. Microbiol.2003. – Vol. 37. - № 2.- P. 169-173.
165. Taylor H.W. Wheat gluten and its glutenin component: viscosity, diffusion and sedimentation studies / H.W.Taylor, J.E. Cluakey // Arch. Bioch. Biophys. – 1962. – Vol.97, №2. – P. 399-405.
166. The development of celiac disease in patients with the high risk heterodimer/ A. Lopez-Vazquez, L. Rodrigo, D. Fuentes et al.// Gut. 2002. № 50. C. 336-340. АНГЛ.
167. The General Population for Coeliac Disease/ C. Catassi, G. Fanciulli, A. R. D'Appello et al.// Am. J. Gastroenterol. 2000. № 7. C. 732 736. – АНГЛ.
168. Thompson J.M., Waites W.M., Dodd C.E.R. Detection of rope spoilage in bread caused by Bacillus species // J. Appl. Microbiol. -1998.-V. 85. – P. 481-486.