

აიპ საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი

კვების მრეწველობის ინსტიტუტი

**შორენა მულაძე**

**ტყემლის სამრეწველო ჯიშებიდან სხვადასხვა  
კომპლექსწარმომქნელი თვისებების მქონე პექტინების მიღების  
რაციონალური ტექნოლოგიის დამუშავება**

ტექნოლოგიების დოქტორის აკადემიური ხარისხის  
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

**დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა**

სპეციალობით: კვების პროდუქტების დაკონსერვების ტექნოლოგია

საკვალიფიკაციო კოდი - 540503

54-კვების პროდუქტების ტექნოლოგია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

აკადემიური დოქტორი, სრული პროფესორი

**ამირან ჩავლეიშვილი**

კონსულტანტი ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი სსმმ

აკადემიის აკადემიკოსი **ნუგზარ ბაღათურია**

თბილისი 2011

## შინაარსი

შესავალი ;

**თავ ლიტერატურის მიმოხილვა;**

**ო I**

- 1.1. პექტინოვანი ნივთიერებები, მათ აგებულება და ძირითადი თვისებები ;
- 1.2. სხვადასხვა ხარისხის ეთერიფიცირებული პექტინის მიღების ძირითადი ხერხები ;
- 1.3. პექტინოვანი ნივთიერებები და მათი გამოყენების არეალი;

**თავ კვლევის ობიექტები და მეთოდები;**

**ო II**

- 2.1. გამოსაკვლევი პროდუქტების დახასიათება და კვლევის მეთოდები ;
- 2.2. ტყემლიდან მიღებული პექტინის პრეპარატის ბიოლოგიური მოქმედების შეფასების კრიტერიუმები ;

**თავ ექსპერიმენტული ნაწილი;**

**ო III**

- 3.1. სხვადასხვა ჯიშის ტყემლის ქიმიური შემადგენლობა;
- 3.2. ტყემლიდან პექტინის მიღების პროცესების ექსპერიმენტული გამოკვლევა;
- 3.3. ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პროცესების გავლენა პექტინის ეთერიფიკაციის ხარისხზე და კომპლექსწარმომქმნელ უნარზე;
4. ტყემლის ჯიშების გავლენა პექტინის ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებზე;
  - 4.1. ტყემლიდან პექტინის მიღების ტექნოლოგიური სქემა;
  - 4.2. ტყემლიდან პექტინის მიღების საწარმო-აპარატურულ-

ტექნოლოგიური სქემა ;

- 4.3 ტყემლის პექტინის გამოყენებით შემუშავებული ახალი სახეობის საკვები პროდუქტების კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულება ;
  5. ტყემლის პექტინის პრეპარატის პურის ნაწარმში დამატების ბიოლოგიური ეფექტურობის შესწავლა;
    - 5.1. ახალი სახეობის საკონდიტრო პროდუქტები (კონფიტიური, ჟელე) ტყემლის ნედლეულისაგან და მათი კვებითი ღირებულება;
    - 5.2. ტყემლიდან მიღებული პექტინის პრეპარატის ბიოლოგიური მოქმედების შეფასების შედეგები;
    - 5.3. ტყემლის პექტინის პროტექტორული მოქმედების გამოკვლევა ექსპერიმენტის დაგეგმვის და მონაცემების დამუშავების მათემატიკური მეთოდი;
  6. ტყემლის პექტინის რადიოპროტექტორული მოქმედების შესწავლა ;
    - 6.1 ექსპერიმენტის დაგეგმვის და მონაცემების დამუშავების მათემატიკური მეთოდი ;პ
    - 6.2. ტყემლიდან კომპლექსწარმოქმნელი პექტინის მიღების მათემატიკური მოდელის შემუშავება;
- დასკვნები ;
- გამოყენებული ლიტერატურა .

## შესავალი

**თემის აქტუალურობა:** თანამედროვე წარმოების ეფექტურობის ამაღლების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს მიმართულებას მცირენარჩენიანი და უნარჩენო ტექნოლოგიების შექმნა, მეორადი ნედლეულის უფრო ფართო გამოყენება წარმოადგენს.

ამ მოთხოვნებს მეტწილად პასუხობს პექტინისა და პექტინპროდუქტების წარმოება, რომელიც გულისხმობს ბიოლოგიური ღირებულებების მქონე კომპლექსწარმომქმნელისა და ლაბწარმომქმნელის შემუშავებას მეორადი ნედლეულის რესურსებიდან (ვაშლის, შაქრის-ჭარხლის, ციტრუსების და ყურძნის საწარმოო გადამუშავების ნარჩენებიდან). უნდა აღინიშნოს, რომ საშუალოდ მეორადი ნედლეულის რესურსების გამოყენების დონე კვების მრეწველობაში ნარჩენების რაოდენობის 20-30 % -ს შეადგენს.

მრავალ რეგიონში ეკოლოგიური პირობების გაუარესება (განსაკუთრებით ჩერნობილის ავარიის შემდეგ), რომელსაც თან ახლავს გარემოსა და კვების პროდუქტების დაბინძურება ტოქსიკური ნივთიერებითა და რადიონუკლიდებით, კვების პროდუქტების უსაფრთხოების გაზრდა მოითხოვს პროფილაქტიკური ღონისძიებების ჩატარებას, რაც თავის მხრივ განაპირობებს პექტინის, როგორც ბუნებრივი დეტოქსიკანტის წარმოების საჭიროებას.

პექტინოვანი ნივთიერების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს თვისებას მათი კომპლექსწარმომქმნელი უნარი წარმოადგენს, რომელიც დაფუძნებულია პექტინის მოლეკულის ურთიერთმოქმედებაზე მძიმე და რადიოაქტიური ლითონების ოინებთან, შებოჭოს ისინი და გამოდევნოს ორგანიზმიდან [6. 22. 84. 86.].

პექტინებს მრავალი სასარგებლო თვისება გააჩნიათ: ისინი, ახდენენ ორგანიზმში ქოლესტერინის რაოდენობის ნორმალიზებას, ზრდიან ორგანიზმის მდგრადობას ალერგიისადმი, ხელს უწყობენ სასუნთქი და საჭმლის მომნელებელი სისტემის ლორწოვანი გარსის აღდგენას გაღიზიანებისა და ანთებითი პროცესების შემდეგ, სასიკეთოდ მოქმედებენ ქსოვილების შიდაუჯრედულ სუნთქვასა და ნივთიერებათა ცვლაზე [49,62,67,69,120,].

პექტინის ერთ-ერთი ძირითადი თვისებაა ლაბის წარმოქმნის უნარი, რის გამოც იგი ფართოდ გამოიყენება კვების მრეწველობაში [72,158]. ჯერ კიდევ სსრკ-ის დაშლამდე პექტინზე მოთხოვნილება მნიშვნელოვნად აჭარბებდა მის ადგილობრივ წარმოებას და საზღვარგარეთ შესყიდვების მოცულობებს. ვითვალისწინებთ რა პექტინის მოხმარების მინიმალურ პროფილაქტიკურ ნორმას 2გ დღე-ღამეში. ეკოლოგიურად ხელსაყრელ რაიონებში, მისი რაოდენობა პექტინშემცველი პროდუქტების სადღეღამისო მოხმარებისას 100 მილიონ ადამიანზე გაანგარიშებით შეადგენს 70 ათას ტონაზე მეტს. სსრკ-ის დაშლამდე პექტინის გამომუშავება რუსეთის, მოლდავეთის, უკრაინის საწარმოებში შეადგენდა 300-400 ტონას წელიწადში (მოხმარების 0.2-0.22%) საზღვარგარეთიდან ხდებოდა ყოველწლიურად 1.5-2.0 ათასი ტონის შესყიდვა.

ჩვენი სამამულო წარმოება არ აწარმოებს პექტინოვან პრეპარატებს, ამასთან დაკავშირებით არსებით მნიშვნელობას იძენს ადგილობრივი პექტინის მაღალი შემცველობის ნედლეულის გამოყენებით პექტინის მიღება და მის საფუძველზე სამკურნალო-პროფილაქტიკური პროდუქტების რეცეპტურებისა და ტექნოლოგიის შემუშავება.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით [104] ეს საქართველოში ფართოდ გავრცელებული ტყემლის კულტურაა, რომელიც პექტინოვანი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით ხასიათდება.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები:** – სამუშაოს მიზანს შეადგენდა საქართველოში ფართოდ გავრცელებული ტყემლის ჯიშების გამოკვლევა, როგორც ნედლეულის პექტინის პრეპარატის მისაღებად. აღნიშნული ნედლეულიდან პექტინის მიღების მეთოდების შემუშავებას და მისი თვისებების გამოკვლევას. პექტინპროდუქტების შემუშავებას სამკურნალო-პროფილაქტიკური მიზნებისათვის. დასახული ამოცანების გადაჭრის მიზნით საჭირო იყო:

- ტყემლის სხვადასხვა ჯიშების ქიმიური შემადგენლობის განსაზღვრა;
- ტყემლიდან პექტინის გამოყოფის ოპტიმალური პარამეტრების დადგენა;
- ტყემლის პექტინის ძირითადი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრა (კომპლექსწარმომქმნელი და ლაბწარმომქმნელი უნარი).
- ტყემლის პექტინის მიღების აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემის შემუშავება.
- ტყემლის პექტინის ბიოლოგიური მოქმედების შესწავლა (პროტექტორული და რადიოპროტექტორული მოქმედება).
- ტყემლის პექტინის გამოყენებით ახალი სახეობის კვების პროდუქტების რეცეპტურისა და ტექნოლოგიური მეთოდის შემუშავება მათი სამკურნალო-პროფილაქტიკური გამოყენების მიზნით.

**მეცნიერული სიახლე:** შესწავლილია ტყემლის სხვადასხვა ჯიშების ქიმიური შედგენილობა, რის საფუძველზეც გამოვლენილია პექტინის შემცველობით მდიდარი ჯიშები, დამუშავებულია ტყემლიდან პექტინის გამოყოფის ტექნოლოგია, დადგენილია პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები, განსაზღვრულია ტყემლის პექტინის

ძირითადი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები, გამოკვლეულია ტყემლის პექტინის პრეპარატის ბიოლოგიური მოქმედება. დადგენილია, რომ პრეპარატი ხელს უწყობს მძიმე მეტალების (ტყვიის) ორგანიზმიდან გაძლიერებულ გამოყოფას. ასევე დადგენილია, რომ აღნიშნული პრეპარატი კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში რადიოაქტიური სტრონციუმის შებოჭვის ეფექტური საშუალებაა.

ტყემლის პექტინის გამოყენებით შემუშავებულია ახალი სახეობის პროდუქტების: პური, კონფიტიური და ჟელე, რომელთაც აქვთ სამკურნალო პროფილაქტიკური დანიშნულება.

სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება – არის ის რომ დამუშავებულია საქართველოში გავრცელებული ტყემლის ჯიშების ქიმიური შემადგენლობა პექტინის პრეპარატის მისაღებად და შემუშავებულია პექტინის მიღების ტექნოლოგია.

ტყემლის პექტინის საფუძველზე შექმნილია პურის, კონფიტიურისა და ჟელეს ახალი ასორტიმენტი.

**დასაცავად გამოტანილი ძირითადი დებულებები:**

- ტყემლიდან პექტინის გამოყოფის ტექნოლოგია და მიღებული პროდუქტების დახასიათება.

- ტყემლის პექტინის ბიოლოგიური თვისებები;

- ახალი სახეობის პექტინშემცველი კვების პროდუქტები.

პუბლიკაცია – დისერტაციის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 8 სამეცნიერო ნაშრომი.

ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა – სადისერტაციო ნაშრომი შედგება: შესავალის, სამი თავისაგან, დასკვნებისა და რეკომენდაციებისაგან. ნაშრომი წარმოდგენილია 123 გვერდზე და შეიცავს 17 ცხრილს, გამოყენებული ლიტერატურის სიაში მოყვანილია 201 (ნაშრომი).

## თავი I

### ლიტერატურის მიმოხილვა

#### 1.1 პექტინოვანი ნივთიერებები, მათი აგებულება და

##### ძირითადი თვისებები

პექტინოვანი ნივთიერებები ნახშირწყლოვანი ბუნების მაღალმოლეკულური ნაერთებია. მათი მოლეკულური წონა მნიშვნელოვნად ნაკლებია, ვიდრე უჯრედისის და ჰემიცელულოზას და მერყეობს 20-დან 50 ათასამდე. არჩევენ პროტოპექტინს (უხსნადია წყალში) და პექტინს (წყალში ხსნადია) [(24.76.83)].

პექტინი წარმოადგენს გალაქტურონის მჟავის ნაშთების ერთმანეთთან დაკავშირებულ ჯაჭვს, რომელთაგან მრავალი მეთილის სპირტთან ეთერს წარმოქმნის. ამრიგად, იგი მეთილირებული პოლიგალაქტურონის მჟავაა. პროტოპექტინი მეთილირებული პოლიგალაქტურონის მჟავას შეკავშირებული ჯაჭვებია. მათ შორის კავშირი შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს, თუმცა ძირითადი მნიშვნელობა აქვთ Ca-ის ხიდაკებს. დადგენილია, რომ კალციუმის მოცილების შემდეგ პროტოპექტინი ხსნადი ხდება.

პროტოპექტინი კომპლექსებს წარმოქმნის ჰემიცელულოზასთან და უჯრედისთან. იგი წყალში უხსნადია, მაგრამ საკმაოდ ადვილად ექვემდებარება მჟავა და ფერმენტულ ჰიდროლიზს პექტინამდე. პექტინზე განზავებული ტუტეების ან ფერმენტ პექტინესთერაზას მოქმედებით ადვილად სცილდება მეტოქსილის ჯგუფები, წარმოიქმნება მეთილის სპირტი და პოლიგალაქტურონის მჟავა. შემდგომ ფერმენტ პოლიგალაქტურონაზას მოქმედებით პოლიგალაქტურონის მჟავა იშლება გალაქტურონის მჟავას მოლეკულამდე. პექტინოვანი ნივთიერებების გარდაქმნა სქემატურად წარმოდგენილია სურათზე №1.





პექტინოვანი ნივთიერებები წარმოადგენენ მცენარეული წარმოშობის გლუკოზიდების მაკროელემენტებს [109,125,174,177].

პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა, მათი თვისებები და აგებულება სხვადასხვაგვარია მცენარის სახეობის, მათი აღმოცენების, ნიადაგურ-კლიმატური პირობების, გეოგრაფიული ზონის, ჯიშობრივი კუთვნილების, მცენარის განვითარების პერიოდის, ასევე პექტინის გამოყოფის ხერხების მიხედვით [17,39,43,75,106,118].

სამედიცინო-ბიოლოგიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ [15,42,111,130,188]. პექტინოვან ნივთიერებებს მაღალი კომპლექსწარმომქმნელი თვისებები აქვთ. ასეთ უნარს ძირითადად უკავშირებენ თავისუფალი კარბოქსილური ჯგუფების არსებობას, რომლებიც მეტალების იონებთან წარმოქმნიან პელატური ტიპის მდგრად მცირედდისოცირებად ნაერთებს. [6,19,21,32,42,84,86,] ამასთან დაკავშირებით განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენენ მეტოქსილის ჯგუფის მცირე შემცველობის პექტინები, რომლებსაც მაღალი კომპლექსწარმომქმნელი უნარი აქვთ, რაც მათი გამოყენების საფუძველს გვაძლევს პროფილაქტიკურ და სამკურნალო კვებაში, ეკოლოგიური დაბინძურების პირობებში [6,33,39,103,149,152,188, 200,].

პექტინოვანი ნივთიერებების ყველაზე ცნობილ თვისებებს წარმოადგენს: მათი ხსნადობა, სიბლანტე, გაჯირჯვება, ურთიერთქმედება მუავასთან, ტუტეებთან, ფერმენტებთან, პოლივალენეტობის ლითონების მარილებთან და ალიფატურ სპირტებთან, ლაბწარმომქმნელი და კომპლექსწარმომქმნელი უნარი.

დადგენილია, რომ პექტინოვანი ნივთიერებების საუკეთესო გამხსნელია წყალი. ისინი ასევე კარგად იხსნებიან 84%-იან ფოსფორმუავაში, თხევად ამონიაკში, გლიცერინსა და ფორმამიდში – იჯირჯვებიან, დანარჩენ ორგანულ და არაორგანულ გამხსნელებში ისინი პრაქტიკულად არ იხსნებიან [41,57,94,147,].

პექტინის ხსნადობა დამოკიდებულია პოლიმერიზაციის და ეთერიფიკაციის ხარისხზე. წყალში ხსნადობა იზრდება ეთერიფიკაციის ხარისხის ზრდასთან ერთად და მოლეკულის სიდიდის შემცირებისას [146,170,176]. სხვადასხვა მოლეკულური მასის ორი პექტინიდან უფრო ადვილად იხსნება ჯაჭვის ნაკლები სიგრძის პექტინი, ხოლო მეტოქსილური ჯგუფების დიდი რაოდენობის მქონე პექტინები ეთერიფიკაციის 60%-იანი ხსნარით კარგად იხსნებიან წყალში, მაშინ როდესაც 39,6%-ისას ცუდად იხსნებიან.

სიბლანტე, როგორც პექტინის წყალხსნარების თვისება, კარგად არის შესწავლილი [109,176]. ცნობილია, რომ მოლეკულების ზომების შემცირებასთან ერთად სიბლანტე მნიშვნელოვნად მცირდება, სიბლანტის სიდიდეზე გავლენას ახდენს პექტინოვანი ნივთიერებების მოლეკულებს შორის ურთიერთქმედების ძალები, ასევე მათსა და გამხსნელის მოლეკულებს (წყალი) შორის ურთიერთქმედების ძალები. მათი ურთიერთქმედებით პექტინოვანი მოლეკულები უკავშირდებიან ერთმანეთს, წარმოქმნიან შიდა სტრუქტურას, რაც ზრდის მოლეკულის ზომებს და ამაღლებს ხსნარის სიბლანტეს. კოლოიდური ხსნარი იძენს ელასტიური სხეულის ხასიათს და ავლენს მექანიკურ თვისებებს, რომლებიც არ შეინიშნება ჭეშმარიტ ხსნარებში [177].

დადგენილია, რომ პექტინოვანი ნივთიერებების სივრცითი აგებულება ასევე დიდ გავლენას ახდენს მათი ხსნარების სიბლანტის სიდიდეზე [184].

პექტინების მოლეკულების ფორმის ცვლილებები დაკავშირებულია თავისუფალი და ნეიტრალიზებული კარბოქსილური ჯგუფების დისოციაციასთან, ე.წ. მოლეკულის იონურ ხასიათთან.

თავისუფალი კარბოქსილური ჯგუფების დისოციაციის ზრდასთან ერთად იზრდება სიბლანტე და პირიქით. ტემპერატურის ზრდა პექტინოვანი ნივთიერებების ხსნარების სიბლანტეს ამცირებს, თუმცა

100°C ტემპერატურაზე ხდება პექტინების დეგრადაცია [118,177], რაც თავის მხრივ ხსნარის სიბლანტის შეუქცევად შემცირებას იწვევს.

პექტინოვანი ნაერთების ხსნადობის და სიბლანტის ასეთი კანონზომიერებები გამოიყენება პექტინისა და პექტინპროდუქტების ტექნოლოგიების შემუშავებისას.

პექტინოვანი ნივთიერებების დამახასიათებელ თვისებას, რომელიც მათი მცენარეული ნედლეულიდან გამოწვლილვის ტექნოლოგიას განსაზღვრავს, წარმოადგენს მჟავებთან, ტუტებთან და ფერმენტებთან ურთიერთქმედება. დადგენილია, რომ ოთახის ტემპერატურაზეც კი პექტინოვანი ნივთიერებების მეოქსილური და აცეტილური ჯგუფები სწრაფად ისაპნებიან [1,3,65,114,146,170,177].

ტუტე არეში მაღალი ტემპერატურისას, განსაკუთრებით ჟანგბადის უმნიშვნელო რაოდენობით არსებობისას, ხდება პექტინოვანი მაკრომოლეკულების დეგრადაცია. გასაპნის კინეტიკა ნატრიუმის ჰიდროჟანგით საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი [193,198,]. მჟავების მოქმედებით ბუნებრივი პროტოპექტინი დაბალ ტემპერატურაზეც კი იხსნება. ამ მოქმედების მექანიზმი გამორკვეული არ არის. ზოგიერთი მკვლევარი თვლის, რომ მჟავა პროტოპექტინს მრავალვალენტოვან კათიონებს აცილებს. [118,146,177,]. პექტინოვანი ნივთიერებების მჟავებთან ურთიერთმოქმედების რეაქციები ფართოდ გამოიყენება მცენარეული ნედლეულიდან ლაბწარმომქმნელი პექტინის, პექტინის წებოს და D გალაქტურონ- მჟავას სამრეწველო მიღებისას. ჰიდროლიზისათვის ყველაზე ხშირად გამოიყენებენ მინერალურ (მარილმჟავა, აზოტმჟავა, ფოსფორმჟავა და სხვა) და ორგანულ (ღვინის, ლიმონის, რძის და სხვა) მჟავებს [6,30,107,151,173,].

მაჰიდროლიზირებელი აგენტების სახით ასევე გამოიყენებენ პექტოლიტური მოქმედების ფერმენტებს--პროტოპექტინაზას, პექტინაზას და პექტაზას [89,95,].

პექტინაზა ანუ პოლიგალაქტურონაზა ფერმენტი, რომელიც პექტინოვან ნივთიერებას შლის გლუკოზიდურ კავშირებზე და მაკრომოლეკულებს ანაწილებს უფრო მოკლე მონაკვეთებად [71,89,95,177] პექტინოვანი მოლეკულების დაშლას თან ახლავს სიბლანტის და ოპტიკური აქტივობის ცვლილებები, აღდგენილი ჯგუფების რიცხვის ზრდა.

ობის სოკოებიდან მიღებული პოლიგალაქტურონაზას ოპტიმალური მოქმედება pH 3,2-4,2-ის საზღვრებშია ფერმენტი ინაქტივირდება pH 7,0-ზე.

პოლიგალაქტურონაზას მოქმედება გამოვლინდება ხილსა და ბოსტნეულში: ქლიავში, საზამთროში, მსხალში, ვაშლში, კიტრში, მაგრამ ყველაზე მაღალი აქტივობა აღინიშნებოდა პომიდორსა და ბოლოკში. შტოშში, ატამში, ნესვში, ყურძენში, მანდარინში, სტაფილოში პოლიგალაქტურონაზა აღმოჩენილი არ არის [71].

პროტოპექტინის ჰიდროლიზისათვის ფერმენტების გამოყენების უპირატესობა აშკარაა: ფერმენტების უმნიშვნელო რაოდენობა ხელს უწყობს მასთან მიმართებაში დიდი რაოდენობის მარეგულირებელ ნივთიერებასთან ურთიერთქმედებას, მუავე ჰიდროლიზთან შედარებით ფერმენტული მიმდინარეობს უფრო მსუბუქად და ოპტიმალურ პირობებში პექტინოვანი ნივთიერებების მაქსიმალურ გამოკვლევას უზრუნველყოფს, გაცილებით მარტივია წარმოების აპარატურული გაფორმებაც [146,158], მაგრამ ფერმენტული ჰიდროლიზის ფართო გამოყენება წარმოებაში გართულებულია ფერმენტების შერჩევითობისა და სიძვირის გამო.

მნიშვნელოვან ფიზიკო-ქიმიურ თვისებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ პექტინოვანი ნივთიერებების გამოყენებას, წარმოადგენს მათი ლაბწარმომქმნელი და კომპლექსწარმომქმნელი უნარი.

პექტინოვანი ნივთიერებების ლაბწარმომქმნელი უნარი განპირობებულია მათი ქიმიური აგებულებით: ჰიდროქსილური ჯგუფების ტრანსგანლაგება ნახშირბადის მეორე და მესამე ატომთან ან პოლიგალაქტურონის მჟავას რგოლში მოლეკულათაშორისი ხიდების წარმოქმნის შესაძლებლობას ქმნის [176,182,].

ლაბწარმოქმნა, ასევე დამოკიდებულია პექტინის მოლეკულურ მასაზე და ეთერიფიკაციის ხასიათზე, ბალასტური ნივთიერებების რაოდენობაზე, შაქრის კონცენტრაციაზე და pH-არეზე [109,118,169].

დადგენილია, რომ პექტინს მოლეკულური მასით 150 000-დან 200 000-მდე გააჩნია კარგი ლაბწარმომქმნელი თვისებები [3,72] პექტინის ლაბწარმომქმნელი პირობები ეთერიფიკაციის ხარისხით განისაზღვრება. მაღალმეტოქსილირებული პექტინები წარმოქმნიან შაქარ-მჟავურ პექტინოვან სტრუქტურებს წყალბადური კავშირების საშუალებით არადისოცირებული თავისუფალი კარბოქსილური ჯგუფების მონაწილეობით. ასეთი ლაბების სიმტკიცე ძირითადად დამოკიდებულია პექტინის მოლეკულურ მასაზე, შაქრის და მჟავას რაოდენობაზე, ასევე pH-ზე და მშრალი ნივთიერების შემცველობაზე [52,120,181,192].

დაბალმეტოქსილირებული პექტინები ლაბს წარმოქმნიან მხოლოდ  $Ca^{2+}$  იონების თანდასწრებით. ამ შემთხვევაში არის pH არეს და მშრალი ნივთიერებების შემცველობა გავლენას არ ახდენს ლაბის სიმტკიცეზე. პექტინის მოლეკულები ურთიერთქმედებენ ერთმანეთზე თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფის ხარჯზე, რომელიც შეკავშირებულია კალციუმის იონებით (ძირითადი ვალენტობით) მყარ კარკასში, რომელიც საკმაო სითხეს იკავებს[38,76,109,118,157].

ძირითადის გარდა, არსებობს შუალედური ლაბები, რომლებიც შაქარს და კალციუმს შეიცავენ. ასეთი ლაბები დამახასიათებელია პექტინებისათვის -50% ეთერიფიკაციის ხარისხით [118].

პექტინოვანი ნივთიერებათა მიერ კომპლექსწარმოქმნის საკითხი ქიმიურ ასპექტში საკმაოდ სუსტადაა შესწავლილი. გამოკვლევები ძირითადად წარმოებდა პექტინთან დაკავშირებული ლითონის რაოდენობის განსაზღვრის მიზნით, მათი ურთიერთქმედების მექანიზმის შესწავლის გარეშე. თუმცა, რიგი მკვლევარები მაინც იძლევიან ზოგად წარმოდგენას ამ ურთიერთქმედების შესახებ [6,9,42,86,91,146,191].

როგორც ცნობილია, პექტინური კომპლექსი წარმოადგენს პოლიმერს, რომლის ფუძეს წარმოადგენს პოლიგალაქტურონული ჯაჭვი, რომლის ცალკეული რგოლები ეთერიფიცირებულია მეთილის სპირტით [6,5,15,27,170,].

საერთოდ მიღებულია, რომ თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფების თანადასწრება განაპირობებს პექტინური მჟავების უნარს, წარმოქმნას პექტატები. პექტატის მჟავას მარილები, საკმაოდ მდგრადებია მჟავა არეში, თუმცა კომპლექსწარმოქმნა ასევე შესაძლებელია კარბოქსილის ჯგუფებითაც – ძირითადი კავშირების საშუალებით მეტალების კათიონებთან, ასევე საკოორდინაციო კავშირების ხარჯზე მეტალის იონების ჟანგბადის ატომებთან, გლიკოზიდური კავშირებიდან, ჟანგბადიდან, რგოლებიდან და სპირტული ჯგუფებიდან.

სადღეისოდ ცნობილია, რომ  $Ca^{2+}$  იონებს შეუძლიათ წარმოქმნან როგორც მოლეკულათაშორისი, ისე შიდამოლეკულური კავშირები [4,15,25,78,101,118,133,138,146,187].

მკვლევართა რიგი ნაშრომები ეძღვნება კომპლექსწარმოქმნის ქიმიზმის პროცესის შესწავლას, სხვადასხვა ფაქტორების გაგენას კომპლექსწარმოქმნელ უნარზე [42,96,100,101,118,199]. სხვადასხვა ავტორების გამოკვლევების შედეგების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ამჟამად არ არსებობს საერთოდ აღიარებული თეორია პექტინოვანი ნივთიერებების ურთიერთქმედებაზე

პოლივალენტოვანი მეტალების იონებთან და შემდგომი გამოკვლევები ამ დარგში პრაქტიკული და თეორიული ინტერესის საგანია.

პექტინოვანი ნივთიერების უნარი შებოჭონ პოლივალენტური ლითონები დამოკიდებულია პექტინის მოლეკულების პოლიმერიზაციის და ეთერიფიკაციის ხარისხზე, გარემოს pH-ზე, რომელშიც ხდება ურთიერთქმედება ლითონ-პექტინი, მათი კონცენტრაციების თანაფარდობაზე, გვერდითი მონოსაქარიდული ჯაჭვების აცეტილურ ჯგუფთა რაოდენობაზე, ასევე ლითონის ატომის ბუნებაზე. თავის მხრივ, ეთერიფიკაციის ხარისხი განისაზღვრება პექტინშემცველი ნედლეულის ბუნებით და პექტინოვანი პროდუქტის მიღების ხერხით. ამ წარმოდგენების გათვალისწინებით დადგენილია, რომ ყველაზე მაღალი კომპლექსწარმომქმნელი უნარი გააჩნიათ დაბალმეტოქსილირებულ პექტინებს [3,44,69,96,97,118,122,138,139,146,149].

ამ მოვლენის ახსნა იმაში მდგომარეობს, რომ ეთერიფიკაციის ხარისხის შემცირებასთან ერთად იზრდება მაკრომოლეკულის მუხტი, რაც აძლიერებს მის კავშირს ლითონის კათიონებთან. პექტინის მოლეკულის ეთერიფიკაციის ხარისხის შემცირებას 40%-ზე ქვემოთ ხდება „სამმაგი დაგრეხის“ სიმეტრიის ღერძის მქონე კონფორმაციის შეცვლა „ორმაგი დაგრეხის“ კონფორმაციით ამას მოსდევს პექტინის ლითონის იონების შიდამოლეკულური ელექტროსტატიკური კავშირის შეცვლა უფრო მყარი შიდამოლეკულური ჰელატური კავშირით [101,185].

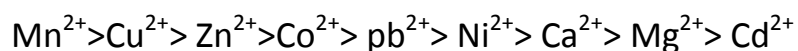
ზოგიერთი ავტორი [96,97,163] კომპლექსწარმომქმნელი უნარის შეცვლაში ითვალისწინებს პროდუქტის სისუფთავეზე დამოკიდებული ურონიდული შემადგენლის გავლენას. გალაქტურინის მჟავას (ურონიდული შემადგენლის) შემცველობის მომატება ზრდის პექტინის კომპლექსწარმომქმნელ უნარს. აღინიშნება, რომ პექტინის



გაწმენდილი, სამრეწველო ნიმუშების დამატებითი შეტანა კვების რაციონში ცხოველთა გრძელმილოვან ძვლებში იზოტოპების – სტრონციუმის და კობალტის დაგროვების შემცირება მოსდევს [22,64,96], თუმცა ლითონების მაქსიმალური გამოყოფა ნაკლებად მეტოქსილირებული პროდუქტის გამოყენებით ხდება.

ამასთან დაკავშირებით აქტუალურია გამოკვლევები, რომელთა მიზანია შეიქმნას დაბალმეტოქსილირებული პექტინების მიღების ტექნოლოგიები (50%-ზე ნაკლები ეთერიფიკაციის ხარისხით).

ჩატარებულია გამოკვლევები ეთერიფიკაციის ხარისხის დამოკიდებულების გამოსავლენად ისეთ მნიშვნელოვან ფაქტორებთან, როგორცაა ტემპერატურა, pH-არე, დამუშავების ხანგრძლივობა პექტინის დეეთერიფიკაციის პროცესის ჰიდრომოდულთან [74,82,128,157,186]. კვლევის შედეგები გახდა საწყისი მონაცემები დეეთერიფიკაციის პროცესის პროგნოზირებისათვის. რთულეთეროვანი კავშირების ჰიდროლიზის სიღრმის საანგარიშო განსაზღვრისათვის პროცესის მოცემული პარამეტრისას ან ტექნოლოგიური პარამეტრების კორელაციისას ეთერიფიკაციის სათანადო ხარისხის უზრუნველყოფისათვის. არსებით როლს პექტინების პოლივალენტოვან ლითონებთან კომპლექსწარმოქმნაში კომპლექსწარმოქმნელი იონების ბუნება თამაშობს, მრავალი მკვლევარის მიერ წარმოდგენილია პექტინოვანი ნივთიერებების მიმართ  $Me^{2+}$  კომპლექსწარმოქმნელი უნარის მქონე რიგები [2.55.65.129] მეტ-ნაკლები ვარიაციებით ისინი მსგავსია და შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგი რიგის სახით:



რაც შეეხება pH-არეს გავლენას პექტინის კომპლექსწარმოქმნაზე აქ ერთიანი აზრი არ არსებობს, მკვლევარების მიერ მოყვანილია pH-არეს სხვადასხვა ოპტიმალური მნიშვნელობები, ამასთან ისინი,

სხვადასხვა ავტორების აზრით 2-11-მდე დიაპაზონშია [74, 96, 105, 138, 146, 162, 183,].

ლითონ-პექტინის რაოდენობრივი შეფარდებების გავლენის გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ ოპტიმალური მნიშვნელობები სხვადასხვაა და დამოკიდებულია პექტინოვანი ნივთიერებების ფუნქციონალურ შემადგენლობაზე, ლითონის ბუნებაზე და pH-არეზე [42,138,140,144]. კომპლექსწარმომქმნელ უნარზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე პექტინის ბუნება, აქედან გამომდინარე ნედლეულის ხარისხი, რომლისაგან გამოყოფილია პექტინოვანი ნივთიერებები [16,29,47,61,99,179].

კომპლექსწარმომქმნელი უნარი ტყვიის იონის მიმართ პექტინებისათვის, რომელსაც მრეწველობა უშვებს შეადგენს ჭარხლის პექტინისათვის 192-220მგ  $pb^{2+}$ /გ, ციტრუსების პექტინებისათვის 67 მგ  $pb^{2+}$ /გ, ვაშლის პექტინისათვის 58 მგ  $pb^{2+}$ /გ. ამასთან, ჭარხლის პექტინის დემეტოქსილირების და დემინერალიზაციის ხარჯზე მისი კომპლექსწარმომქმნელი უნარი შეიძლება გაიზარდოს 493 მგ-მდე  $pb^{2+}$ /გ პექტინზე [101].

ამრიგად, ლიტერატურული მონაცემების ანალიზმა აჩვენა, რომ ჩატარებული გამოკვლევები სხვადასხვა ფაქტორების გავლენაზე პექტინების კომპლექსწარმომქმნაზე საკმაოდ წინააღმდეგობრივია. ეს განაპირობებს ამ მიმართულებით შემდგომი კვლევების ჩატარების აუცილებლობას.

## **1.2 სხვადასხვა ხარისხით ეთერიფიცირებული პექტინის მიღების ძირითადი ხერხები**

პექტინის თვისებებში განსხვავებები დამოკიდებულია არა მხოლოდ წყაროზე (ნედლეულის სახე), არამედ მიღების ხერხზე. ამასთან დაკავშირებით, საინტერესოა სხვადასხვა ტექნოლოგიური

ფაქტორების და პექტინის მიღების ხერხების გავლენის შესწავლა მისაღები პროდუქტის ხარისხზე ნედლეულიდან პექტინის გამოწველილვის და პექტინის ხსნარებიდან გამოყოფის პროცესების ძირითადი რეჟიმების გავლენის გამოკვლევა მის ხარისხობრივ მახასიათებლებზე. რაც პრაქტიკულად საშუალებას იძლევა დადგინდეს პირობები პექტინოვანი ნივთიერებების მიღებისა და დგენილი თვისებების კომპლექსით, აღნიშნული კი გააფართოებს მისი გამოყენების სფეროს საკვებ რაციონებში, ასევე პროფილაქტიკური და სამკურნალო მიზნებისათვის.

მაგალითად, მზესუმზირისა და ჭარხლის პექტინები დაბალეთერიფიცირებულია, ხოლო ვაშლის და ციტრუსების მაღალეთერიფიცირებული, მაგრამ დეეთერიფიკაციის სხვადასხვა მეთოდების დახმარებით შესაძლებელია ვაშლისა და ციტრუსების პექტინების მიღება დაბალი ხარისხის ეთერიფიკაციით (სამეურნეო მიზნებისათვის) [56,66,112,126,134].

მაღალმეტოქსილირებული პექტინის ეთერიფიკაციის ხარისხის შემცირება მიიღწევა მისი რთულეთეროვანი ჯგუფების ნაწილობრივი ჰიდროლიზის გზით, სრულად მეტოქსილირებული (ეთერიფიცირებული) პექტინი შეიცავს მეტოქსილურ ჯგუფებს 16% (მასის მიხედვით) დაბალმეტოქსილირებული პექტინი 6% ჯგუფ  $-O-C-CH_3$ -ს [7,13, 166].

დეეთერიფიკაციის პროცესისას კატალიზატორების სახით იყენებენ მინერალურ მჟავებს, ფუძეებს ან ტუტე რეაქციის მქონე მარილებს, ფერმენტებს, სპირტში გახსნილ ამონიაკს. მჟავით დამუშავებისას მიიღება ისეთი პექტინი, რომელიც გაზავებისას ბლანტ ხსნარებს წარმოქმნის. ტუტით დამუშავების შედეგად მიღებული პექტინები ნაკლებად ბლანტია. ფერმენტებით დამუშავება საშუალებას იძლევა მივიღოთ ისეთი პროდუქტები, რომლებიც დაბალი სიბლანტის ხსნარებს წარმოქმნიან [142] მჟავური დეეთერიფიკაციის ჩატარებისას

მიიღება, ფერმენტებით დამუშავების შედეგად მიღებულ პექტინებთან შედარებით პოლივანეტური იონების არსებობისადმი ნაკლებად მგრძობიარე პექტინები [119]. სრული მეტოქსილირება არ მიიღწევა პექტინის ექსტრაგირებისას და გაწმენდის გამოყენებულ პირობებში.

დაბალმეტოქსილირებულ პექტინს შეიცავს ზოგიერთი მცენარე, მაგრამ მას ჩვეულებრივ გამოიმუშავენ მაღალმეტოქსილირებულ პექტინისაგან [42,67,116,154,172,190]. დეეთერიფიკაციის პროცესი შეიძლება განხორციელდეს ნედლეულის მომზადებისას პექტინოვანი ნივთიერებების ექსტრაგირებისთვის ან შეთავსებული იქნას ჰიდროლიზისა და ექსტრაგირების პროცესთან პექტინოვანი ექსტრაქტის დამუშავებით პექტინოვანი ნივთიერებების გამოყოფის წინ და სხვა.

შემუშავებულია დაბალმეტოქსილირებული პექტინის მიღების ხერხი [129] ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების ნარჩენებიდან მათი 3-4 საათის განმავლობაში 0.001 M მარილმუავას ხსნარით დამუშავებით ოთახის ტემპერატურაზე, 1%-იანი სუფრის მარილის ხსნარით შემდგომი ექსტრაგირებით ტემპერატურაზე 45-50<sup>0</sup> C. მიღებულ პექტინს აქვს ეთერიფიკაციის ხარისხი 30-40 % და შეიცავს 14-20% სუფთა პექტინს.

ცნობილია ექსტრაქტში ან თხევად კონცენტრატში პექტინის ეთერიფიკაციის ხარისხის შემცირების რამდენიმე საშუალება. ასე მაგალითად, შემუშავებულია საშუალოდ ეთერიფიცირებული პექტინის წარმოების ხერხი კონცენტრირებული ჰიდროლიზატებიდან [161], მიღებული ვაშლის გამონაწურების ლიმონმუავათი ჰიდროლიზის გზით და რომლებიც შეიცავენ მაღალეთერიფიცირებულ პექტინს. ჰიდროლიზატი ექვემდებარებოდა დეეთერიფიკაციას მარილმუავათი (18 მლ 1კგ ჰიდროლიზატზე) 30-70<sup>0</sup>C ტემპერატურაზე ეთერიფიკაციის საჭირო 50-70% ხარისხის მიღწევამდე, რის შემდგომ ხდებოდა

დეეთერიფიკაციის შეწყვეტა pH-ის დაყვანით 2-დან-4-მდე ნატრიუმის ჰიდროქსიდის საშუალებით.

ცნობილია, ასევე ექსტრაქტში დაბალეთირეფიცირებული პექტინის მიღების ხერხი მასზე ნარევის: ეთილის სპირტი, წყალი, მარილმუყავას თანაფარდობით 30:50:20 დამატების გზით [43], რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ პექტინი ეთერიფიკაციის ხარისხით 63-დან 43%-მდე, მაგრამ ეს მეთოდი დროში საკმაოდ ხანგრძლივია (14-დან 150 სთ-მდე). პექტინის გამოსავალი 39,8 %-ს შეადგენს.

მრავალწლიანი მუშაობის საფუძველზე ჰენგლეინი [170] მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ პროფილაქტიკური მიზნებისათვის მიზანშეწონილია მოდიფიცირებული პექტინების გამოყენება დადგენილი თვისებებით, მაგალითად ციტრუსების და ვაშლის ეთერიფიკაციის შემცირებული ხარისხით (60-65%), მიღებული მუყავური დეეთერიფიკაციის მეთოდით. ასეთი სქემით მიღებული პექტინები ოპტიმალურ დეტოქსიკაციურ თვისებებს იჩენენ. შემოთავაზებული სქემის თავისებურებაა - დეეთერიფიკაციის პროცესის განხორციელება ვაშლის პექტინის ძირითადი წარმოების პარალელურად და მისი გამომუშავების მოცულობის რეგულირება. ჰეტეროგენულ დეეთერიფიკაციას აწარმოებენ კოაგულანტის მიღების მომენტიდან. რეაქციული ნარევის შემადგენლობა: ეთილის სპირტი 96% მოც: კონცენტრირებული მუყავა, წყალი, პროცესი ხორციელდება რეაქტორში 40°C 2-2,5 სთ განმავლობაში. პროდუქტი ნარევიდან გამოიყოფა ცენტრიფუგაში თვითგანმტვირთავ გაყოფის ფაქტორით 3400. ქლორის იონების მოსაცილებლად ნედლ პექტინს 70 % მოც. ეთილის სპირტით ამუშავებენ და აშრობენ.

მოლდავეთის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ შემუშავებულია ვაშლის პექტინის მიღების ტექნოლოგია, რომლის მიხედვითაც ეთერიფიკაციის ხარისხის

შემცირებისათვის არ მოითხოვება დამატებითი მოწყობილობები და პროცესი ხორციელდება პექტინის წარმოების არსებული სიმძლავრეების ბაზაზე (134). ვაშლის გამონაწნეხის ჰიდროლიზს აწარმოებენ 75-80°C ტემპერატურაზე და pH-1,3-1,4, pH-ის შემცირება საშუალებას იძლევა პროცესი წარიმართოს უფრო დაბალ ტემპერატურაზე. ჰიდროლიზის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია საწყის გამონაწნეხში პექტინის ეთერიფიკაციის ხარისხზე. 210,270 ან 330 წუთის ხანგრძლივობის ჰიდროლიზისას და ეთერიფიკაციის საწყისი ხარისხისას შესაბამისად 74,76,77,79,80,82% მითითებული პირობები საშუალებას იძლევა მიღებული იყოს პექტინი ეთერიფიკაციის ხარისხით  $63 \pm 3.0\%$ .

დემეტოქსილირება მჟავების საშუალებით ბალასტურ ნივთიერებებს გამოდევნის ისეთივე აქტივობით, როგორითაც მეთილ-ეთერული ჯგუფები, ამიტომ მჟავური დემეთილირების გზით მიღებული პექტინი უფრო დიდი რაოდენობით უნდა შეიცავდეს პოლიგალაქტურონის მჟავას. მჟავური დეეთერიფიკაციის ძირითად ნაკლს მისი მიმდინარეობის დაბალი სიჩქარე წარმოადგენს. მჟავური დეეთერიფიკაციის სიჩქარე შეიძლება გაზრდილ იქნას ტემპერატურის მომატების გზით, თუმცა პექტინური ჯაჭვების დეპოლარიზაციის სიჩქარის ზრდას იწვევს და უარყოფით გაგლენას ახდენს გელის მდგრადობაზე (190). ტუტით დემეთილირება უფრო მაღალი სიჩქარით მიმდინარეობს, თუმცა მეთილის ეთერების გამოძევებას თან სდევს პექტინოვანი ჯაჭვების დეპოლიმერიზაცია [181]. პექტინოვანი ჯაჭვების დაშლისას ტუტის მოქმედებით აქტივირებული წყალბადი გამოიძევება, იხლიჩება გლუკოზიდური კავშირები მოლეკულებს შორის ორმაგი კავშირების წარმოქმნით.

თუმცა, ტუტის გარკვეულ კონცენტრაციის ტემპერატურაზე საგულდაგულო კონტროლმა აჩვენა, რომ ტუტოვანი ხერხით შეიძლება მივიღოთ დაბალმეტოქსილირებული პექტინები (51.66.85).

ტუტით ან მჟავით დეეთერიფიცირებული დაბალმეტოქსილირებული პექტინები მჟავური გამოყოფის პროცესში pH 2,0-ზე და 25°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე ილექებიან 90%-ზე მეტი გამოსავალით, ამასთან მეტოქსილურის შემცველობა 4%-ზე ნაკლებს შეადგენს. მეტოქსილური შემადგენლის შემცირებისას დალექილი პექტინის გამოსავალი იზრდება დეეთერიფიკაციის მეთოდზე დამოკიდებულებით.

მჟავური დემეტოქსილირების მეთოდით საშუალოდ ეთერიფიცირებული პექტინის მიღების ტექნოლოგია მდგომარეობს ვაშლის გამონაწნეხის ექსტრაგირებაში შემჟავებული წყლით pH- 2,0-ზე 85°C-ზე 1,5-2,0 საათის განმავლობაში [189]. პექტინის დეეთერიფიკაციას ახორციელებენ pH-ზე 0.9 და 20°C ტემპერატურაზე 48-95 საათის განმავლობაში.

სხვადასხვა ქიმიური რეაგენტებით შესაძლებელია ლიმონის ქერქიდან დაბალმეტოქსილირებული პექტინის მიღება (189). დეეთერიფიკაციას აწარმოებენ pH-ზე 0,5-5 საათის განმავლობაში 60-70°C-ზე, ნატრიუმის ჰიდროჟანგით 5°C-ზე pH-10,5-ზე 1-2 საათის განმავლობაში, ამონიაკით 25°C-ზე და pH-10,5-ზე 2-3 საათის განმავლობაში ან pH-11,7-ზე 1-2 საათის განმავლობაში. ასეთ დაბალმეტოქსილირებულ პექტინს ჰქონდა 4-5% მეტოქსილის ჯგუფები და მოლეკულური წონა 10000-დან 70000-მდე. pH-0,5-1,5-მდე დალექვისას (გასაპნის შემდეგ) იღებენ დაბალმეტოქსილირებულ პექტინს კარგი ლაბწარმომქმნელი უნარით.

გარდა ქიმიური რეაგენტებისა, პექტინის დეეთერიფიკაციის განხორციელებისათვის იყენებენ ასევე ფერმენტებს. ცნობილია

დაბალმეტოქსილირებული პექტინის მიღების ხერხი მანდარინის გამონაწნეხიდან. პექტინესთერაზას გამოყენებით [134]. მანდარინის პექტინესთერაზას მოქმედების ოპტიმუმია pH 7-5 და ტემპერატურა 45°C პექტინესთერაზას რაოდენობა იზრდება ნაყოფების დამწიფებისას და მუდმივი რჩება მაცივარში შენახვისას.

მანდარინის ნაწნეხიდან 45°C-ზე და pH 7,0-7,5-ზე პექტინის მეტოქსილირების 50%-ისჰიდროლიზისთვის დაბალმეტოქსილირებული პექტინის მიღება მანდარინის ალბედოში პექტინესთერაზას მოქმედებისას მათი ქიმიური, ფიზიკური და უელექწარმომქმნელი თვისებები განხილულია ნაშრომში [201]. დაბალმეტოქსილირებულ პექტინს იღებენ მანდარინის ალბედოს 0,25 MNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> –ის დამუშავებით (პექტინესთერაზას აქტივაციისათვის) შემდგომ პექტინესთერაზას ინაქტივირებენ გაცხელების გზით. დაბალმეტოქსილირებული პექტინის მეტოქსილური შემადგენელი მიღებული ამ ხერხით იმყოფება 5,12-1,85%-ის საზღვრებში. ფერმენტით დამუშავების დროზე დამოკიდებულებით დაბალმეტოქსილირებული პექტინის სიბლანტისა და მოლეკულური მასის მნიშვნელობები მცირდება ალბედოზე პექტინესთერაზას მოქმედების ხარისხის ზრდასთან ერთად. ფერმენტით ჭარბი დამუშავება აუარესებს პექტინის უელექწარმომქმნელ თვისებებს.

ასევე შემუშავებულია ვაშლის პექტინის ფხენილისა და კოაგულანტის ჰეტეროგენული დეეთერიფიკაციის ხერხი [44,67] ტექნოლოგიის არსი მდგომარეობს რეაქციული ნარევის მომზადებაში, რომელიც შედგება პექტინისაგან, 96% ეთილის სპირტისაგან, წყლისა და კონცენტრირებული მარილმჟავასაგან, აყოვნებენ რეაქტორში 45<sup>0</sup> C-ზე 2.0-2.5 სთ განმავლობაში, შემდგომ პექტინს გამოყოფენ თხევადი ფაზიდან და რეცხავენ 70%-ანი ეთილის სპირტით ქლორის იონების მოსაცილებლად, შემდეგ ნედლ პექტინს ცნობილი სქემით ამუშავებენ (52,63,113).



დეტერიფიკაციის ზემოთწარმოდგენილი სქემებისაგან განსხვავებით პექტინის დამუშავება სპირტ-წყლიან სუსპენზიაში ამონიუმის ჰიდროჟენით იძლევა თავისებურ პროდუქტს, რომელშიც რთულეთეროვან და კარბოქსილის ჯგუფებთან ერთად არის ამინოჯგუფებიც. ასეთმა დაბალმეტოქსირებულმა პექტინმა მიიღო ამიდირებულის სახელწოდება. იგი გამომუშავდება როგორც ციტრუსების, ისე ვაშლის პექტინების საფუძველზე. პექტინში ამიდოჯგუფების არსებობა თავისებურ გავლენას ახდენს მის ქულეწარმოქმნელ თვისებებზე, რომელთა როლი და მექანიზმი პექტინოვანი გელების წარმოქმნაში ჯერ კიდევ არ არის გამოკვლეული. ამიდირებული პექტინის განმასხვავებელი თავისებურება მდგომარეობს როგორც კალციუმის იონებისადმი მომატებულ მგრძობელობაში ლაბწარმოქმნისას, ასევე უნარზე წარმოქმნას ლაბა ამ იონების კონცენტრაციის ფართო დიაპაზონში. დანარჩენი სახის პექტინისაგან განსხვავებით, რომელთა სადღეღამისო მოხმარება შეადგენს 3-4 გ-ს დღე-ღამეში, ამიდირებული პექტინის ნორმა ადამიანის 1 კგ მასაზე 25 მგ-ს შეადგენს, მისი გამოყენება განსაკუთრებით მიზანშეწონილია დაბალშაქრიანი საკონსერვო პროდუქციის წარმოების უწყვეტი ხერხისას [9,56,79,115].

დადგენილია, რომ პექტინის დემეტოქსილირებისას ამონიაკის სპირტიანი ხსნარით საუკეთესო შედეგები იქნა მიღებული ტემპერატურაზე  $-15^{\circ}\text{C}$ -დან  $+10^{\circ}\text{C}$ -მდე, რომელიც საშუალებას იძლევა შენარჩუნებული იქნას მოლეკულური მასა. ამონიაკის სპირტიანი ხსნარი შედგება: 1%-ამონიაკისაგან, 39%-წყლისაგან და 60 % მეთილის სპირტისაგან, დემეტოქსილირების პროცესის სანგრძლივობა 12 საათს შეადგენს.

ამრიგად, ლიტერატურული და ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზით ეთერიფიკაციის ხარისხი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია,

რომელიც გავლენას ახდენს პექტინის კომპლექსწარმოქმნელ უნარზე [1, 28, 30, 62, 122, 123, 131, 135, 150, 151, 153, 164, 180, 181].

### 1.3. პექტინოვანი ნივთიერებები და მათი გამოყენების არეალი

როგორც აღნიშნული აქნა, პექტინოვანი ნივთიერებები არსებობენ უხსნადი (პროტოპექტინი) და წყალში ხსნადი თავისუფალი გალაქტურონის მუავას და მისი მარილების ფორმით [54]. მცენარეულ ქსოვილებში ეს ფორმები ასრულებენ სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ ფუნქციებს და მცენარეებში ბიოქიმიური პროცესების მიმართულების მიხედვით ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადადიან.

პექტინოვანი ნივთიერებები გვხვდება მცენარეთა ყველა ნაწილში: ფესვებში, ღეროებში, ყვავილებში, ფოთლებში, ძირითადად ნაყოფებში. აქამდე პექტინშემცველი ნედლეულის კლასიფიკაციის არ არსებობა საშუალებას არ იძლეოდა პექტინის უნივერსალური ტექნოლოგიის შემუშავების, რომელიც სხვადასხვა ნედლეულის გადამუშავებას ერთი საპროცესო-აპარატურული სქემით და პექტინოვანი ნივთიერებების მისაღებად ნედლეულის სხვა წყაროების გამოვლინებას გულისხმობს.

პექტინშემცველი ნედლეული შეიძლება სამ ძირითად ჯგუფად დაგყოს. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ბოსტნეულები: ტუბეროვნები, (კარტოფილი), ძირხვენები (ჭარხალი, სტაფილო), ფოთლოვანები (კომბოსტო ხახვი), ღეროსებრი (ნიახური), ნაყოფის მომცემი (ბადრიჯანი, პომიდორი), გოგრისებრნი (საზამთრო, ნესვი, გოგრა), პარკოსნები (ბარდა, ლობიო).

პექტინშემცველი ნედლეულის მეორე ჯგუფი მოიცავს ხილის ნაყოფებს და იყოფა ქვეჯგუფებად: თესლოვანების (ვაშლი, კომში), კურკოვანები (ბალი), კენკროვანი (ყურძენი, მოცვი, მოცხარი), „ცრუ“ კენკროვნები (მარწყვი, ხენდრო, მოცვი), სუბტროპიკული და

ტროპიკული ნაყოფები (ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი, ლეღვი, ბროწეული) [17,4,33,54,152,178,165].

მესამე ჯგუფში ჩართულია სამრეწველო ნედლეულის სხვა სახეები პექტინის მაღალი შემცველობით: ჩაისა და თამბაქოს ფოთლები, მზესუმზირის ღეროები და ყვავილედ-კალათები, ბამბის ნაყოფ-საგდულები, ხეების (ფიჭვი, ნაძვი) წიწვოვანი ჯიშების ქერქი (32,189). პირველ ჯგუფში პექტინოვან ნივთიერებებს ყველაზე დიდი რაოდენობით (პროცენტებში მშრალ წონაზე) შეიცავს ძირხვენები (6,4-30,0%), შემდეგ გოგრისებრი ბოსტნეულები (1.7-23.6%).

მეორეში – ტროპიკული (5,5-15,8%) და სუბტროპიკული (9,0-14,0%), ხილი კენკროვანები (4,2-12,6%) მესამე ჯგუფში – მზესუმზირას ღეროები (20,0-35,7%) და კალათები (24%-მდე).

ძირხვენების ქვეჯგუფებში პექტინოვან ნივთიერებათა მაღალი შემცველობით ხასიათდებიან: შაქრისა და საკვები ჭარხალი (18-30%), სტაფილო (6,4-20,0%), გოგრისებრ ბოსტნეულში სამრეწველო პექტინშემცველი ნედლეულის სახით დიდ ინტერესს წარმოადგენს საზამთრო (6,4-23,6% და გოგრა (2.6-17%). საზამთრო და ნესვი შეიძლება რეკომენდებული იქნას პროფილაქტიკურ კვებაში ჩართვისათვის, როგორც პროდუქტები პექტინის მაღალი შემცველობით.

ხილის ნაყოფთა ქვეჯგუფში – ვაშლი შეიცავს (6,1-19,0%) პექტინოვან ნივთიერებებს, ცირცველი (9,3-10,6 %), კომში (5,3-9,6 %), მსხალი (3,3-8,0%), ცირცველის სამრეწველო გადამუშავების მცირემოცულობების გამო ნედლეულის სახით პექტინშემცველი ლაბწარმომქმნელების (პასტები, ფაფა) მისაღებად უნდა განვიხილოთ კომში და მსხალი.

სუბტროპიკული და ტროპიკული ხილის ნაყოფის ქვეჯგუფებში პექტინოვანი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით გამოირჩევიან: ლეღვი, 5,5-15,8%, ბროწეული 10-14%, ფეიხოა და ხურმა 9-12%.

აღნიშნული საშუალებას გვაძლევს ნედლეულის ამ სახის გამოყენების მიზანშეწონილობის შესახებ პექტინშემცველი საკვები ნაწარმის წარმოებისათვის, რადგან განხილული ნაყოფები პექტინების გარდა შეიცავენ რიგ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ სამკურნალო და დიეტურ თვისებებს.

სუბტროპიკული ხილის ნაყოფებიდან ყველაზე გავრცელებული ციტრუსები - ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი, გრეიფრუტი პექტინის შემცველობით პრაქტიკულად არ განსხვავდებიან (9-14%). კენკროვნებიდან პექტინოვანი ნივთიერებები დიდი რაოდენობით არის წარმოდგენილი მოცხარში 4,2-12,6%, შტოშში - 6,6-11,0%, შავ მოცხარში 5.9-10.6%, ხურტკმელი 5.0-7.9%, ყურძენში 4,2-6,6%. გემოთი კარგად დაბალანსებული შაქრებისა და ორგანული მჟავების C და P ვიტამინების, პექტინოვანი ნივთიერებების მაღალი შემცველობის გამო მიზანშეწონილია ნაყოფთა ეს ქვეჯგუფი გამოვიყენოთ პექტინშემცველი საკვები ნაწარმების წარმოებისას.

პექტინის სამრეწველო წარმოებისათვის ნედლეულის პერსპექტიულ წყაროებს წარმოადგენენ მზესუმზირის ღეროები და ყვავილედ-კალათები, ბამბის ნაყოფ- საგდულები, ხეების წიწვოვანი ჯიშების ქერქები.

კვების მრეწველობაში გამოიყენება პექტინის ძირითადი თვისება წარმოქმნას – ლაბა პექტინი ფართოდ გამოიყენება პასტილ-მარმელადის ჯგუფის (ზეფირ-ჟელოვანი მარმელადი), საკონდიტრო ნაწარმისა და კანფეტების (ჟელეთი და ხილ-ჟელოვანი) წარმოებისას. სხვა ლაბწარმომქმნელებისაგან განსხვავებით პექტინოვანი ნივთიერებები წარმოქმნიან ლაბას წყალხსნარებში მხოლოდ შაქრისა და მჟავას გამოყენებისას. ლაბწარმომქმნელი შაქრის რაოდენობა იცვლება პექტინის რაოდენობისა და ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით, რომელიც ძირითად მასალას წარმოადგენს ლაბას კარკასის

ასაგებად. ლაბას წარმოქმნისათვის მნიშვნელობა აქვს არა მხოლოდ დასამატებელი მჟავას რაოდენობას, არამედ მის ბუნებასაც. მყარი ლაბას მიღება ხდება სუსტი მჟავების არსებობისას, როგორცაა ღვინის, ლიმონის, pH 3-3.2 ფარგლებში. ლაბა დაბალმეტოქსილირებული პექტინის საფუძველზე წარმოიქმნება ლითონის იონების არსებობისას, რისთვისაც ჟელეს მასას უმატებენ კალციუმის ქლორიდს [158].

საკონსერვო წარმოებაში პექტინს იყენებენ ჟელესმაგვარი ნაწარმის წარმოებაში: ჟელეში, კონფიტურებში, ფაფებში. ასევე პექტინზე სხვა ნაწარმის დამზადებისას სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულებისათვის (პიურე, კისელი, წვენები, სასმელები, ხილისა და ხორცის კონსერვები და ასე შემდეგ) [112].

პექტინის გარდა ჟელეშემცველი საკონსერვო ნაწარმის შემადგენლობაში შედის ხილი და კენკროვანები (გარგარი, ალუჩა, ალუბალი, ხენდრო, ვაშლი, და სხვა), შაქარი, მჟავები, საღებავები და არომატიზატორები.

ჟელეს სტრუქტურის მქონე პროდუქტის მისაღებად მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ ფაქტორებს, რომლებზეც დამოკიდებულია მისაღები ნაწარმის ლაბწარმოქმნა და სტრუქტურულ მექანიკური თვისებები, წარმოადგენს: პექტინის ტიპი და მისი დოზირება, ხილის სახე, მშრალი ნივთიერების შემცველობა პროდუქტებში, კალციუმის შემცველობა ნაყოფში და წყალში, pH, ტემპერატურა [4].

მაღალმეტოქსილირებულ პექტინების ლაბას წარმოსაქმნელად საჭიროა მშრალი ნივთიერებების შემცველობა აღემატებოდეს 55%-ს. ამაზე დაბალი შემცველობისას იყენებენ დაბალ ეთერიფიცირებულ პექტინებს. დაბალმეტოქსილირებული პექტინების ლაბწარმოქმნის პირობას წარმოადგენს კალციუმის არსებობა გარკვეული რაოდენობით, რომელიც შეიძლება შეტანილი იყოს ხილთან, წყალთან ერთად ან

საჭიროა მისი დამატება წარმოების პროცესში კალციუმის მარილების სახით.

პექტინის გამოყენება დამოკიდებულია პროდუქტის საჭირო კონსისტენციაზე დაკონსერვებულ ჯემებში, კონფიტიურებში, ჟელეში ანუ რბილ ლაბში 65-70% მშრალი ნივთიერებების შემცველობით პექტინი შეაქვთ მზა პროდუქტის მიმართ 2-4%-ის რაოდენობით [119].

მრავალ ქვეყანაში პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის ხარისხის ამადლებისათვის სხვადასხვა სახის გასაუმჯობესებელ საშუალებებს იყენებენ, რომლებიც მოქმედებენ ხორბლის ცომის კომპონენტებზე და უზრუნველყოფენ მაღალი ხარისხის პროდუქტის მიღებას. გამაუმჯობესებლების სახით სულ უფრო მეტ გამოყენებას პოულობს ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, რაც საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ პურის წარმოების პროცესის ინტენსიფიკაცია, გავაუმჯობესოდ ხარისხი.

ამჟამად, პურ-ფუნთუშეულის ცხობაში ანიონ-აქტიური ზედაპირულ აქტიური ნივთიერებების სახით სულ უფრო მეტი გამოყენება აქვს პექტინს, და მის წარმოებულებს. პურის ცხობის ტექნოლოგიაში უმნიშვნელოვანესს წარმოადგენს პექტინური ნივთიერების ისეთი თვისებები როგორცაა: გაჯირჯვება, სიბლანტე, გელის წარმოქმნის, კრისტალწარმოქმნის რეგულირების, წყალმშთანთქავი შესაძლებლობის ზრდის უნარი, ემულგირებადი თვისებები. დადგენილია, რომ ცომში პექტინების შეტანა გავლენას ახდენს, ცომის მომზადების ბიოლოგიურ კოლოიდურ და მიკრობიოლოგიურ პროცესებზე. ცომში პექტინების შეტანისას იცვლება მისი საწყისი კალორიულობა, მცირდება-pH, გაფუების პროცესი უფრო აქტიურად მიდის. ცომში პექტინების შეტანისას წებოგაყარას გამყარება აღინიშნება.

პურის ცხობისას 0.5%-დან პექტინის დამატებით ფქვილის მასის მიმართ ტრადიციული საშუალებით მზა ნაწარმის ხარისხი უმჯობესდება, ისეთი მაჩვენებლებით როგორცაა: მოცულობითი გამოსავალი, პურის გულის კუმშვალობა, ფორიანობა და ფორმომდევობა. პექტინის დოზირების ზრდა 1-2%-მდე ფქვილის მასის მიმართ იწვევს წყლის რაოდენობის ზრდას ცომის მოხელისას და მის ტენიანობის ზრდას. ამასთან მიიღება პური ხარისხის სტანდარტული მაჩვენებლებით და დიდი მოცულობით [181]. ფქვილის მასის მიმართ 3% რაოდენობით პექტინის შემცველობისას მცირდება პურის გულის ფორიანობა და პურის მოცულობის ხვედრითი წილი, პურის გული ხდება მკვრივი, ცუდად გაუხშობელი.

უკრაინელ მეცნიერთა მიერ შემუშავებულია ახალი სახეობის პური, რომლის რეცეპტურაში შედის: ხორბლის ფქვილი, საფუარი, შაქარი, მცენარეული ზეთი და 2 % ჭარხლის პექტინი. მოიხმარს რა ასეთი სახის 300 გ პურს, ადამიანი იღებს 4 გ პექტინს დღე-ღამეში ე.ი. რეკომენდირებულ პროფილაქტიკურ დოზას.

სამკურნალო-პროფილაქტიკური მოქმედებისას უაღკოპოლო სასმელების ასორტიმენტში სულ უფრო დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პექტინოვანი ნივთიერებებით გამდიდრებულ სასმელებს, რამდენადაც ჰიდრატირებული ფორმით პექტინი ადამიანის ორგანიზმზე ახდენს უფრო ეფექტურ და ფიზიოლოგიურ ზემოქმედებას [23, 43].

10.55 და 70% მშრალი ნივთიერებების შემცველობისას ჭარხლის პექტინის და ვაშლის წველის საფუძველზე შემუშავებულია ვაშლ-პექტინის პროფილაქტიკური სასმელი [23]. სასმელი რეკომენდებულია იმ პირთა სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვებისათვის, რომელთაც მუშაობის პროცესში კონტაქტი აქვთ მძიმე და რადიაქტიურ ლითონებთან [67, 69, 105].

პექტინოვანი ნივთიერებების წყალშემკავებელი და კომპლექსწარმომქმნელი უნარი, ემულგირებადი თვისებები განაპირობებს მის გამოყენებას რძის, ხორცის და თევზის ნაწარმის წარმოებაში მასიური ასორტიმენტისა და სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულებისათვის.

რუსეთის აკადემიის ელემენტორგანული ნაერთების ინსტიტუტში შემუშავებულია რძის ცილის ხსნარების კონცენტრირების მეთოდი პოლისაქარიდების, კერძოდ პექტინის გამოყენებით [153]. სტაბილიზატორების სახით პექტინოვანი ნივთიერებები გამოიყენება იოგურტების, მაიონეზის [97], მარგარინის [83], კარაქის [43,105] წარმოებაში. უნდა აღინიშნოს, რომ პექტინის გამოყენება მარგარინის წარმოებისას საშუალებას იძლევა მასში ცხიმის ფაზის შემცველობა შემცირდეს 40%-მდე. ამასთან, დაბალკალორიული მარგარინის სტრუქტურული და რეოლოგიური პარამეტრები პექტინის დამატებით შეესაბამება მარგარინის სამრეწველო ხარისხზე არსებულ სტანდარტებს. პექტინოვან ნივთიერებებს რძიანი სასმელების წარმოებაში იყენებენ სტაბილიზაციისა და მათი ბიოლოგიური ღირებულების გაზრდის მიზნით.

ძეხვის ნაწარმში პექტინის შეტანა არა მხოლოდ ზრდის მის ბიოლოგიურ ღირებულებას, არამედ აუმჯობესებს თვისობრივ მაჩვენებლებსაც. მაგალითად, „მონადირეს“ ძეხვის დამუშავებისას 0,5-3,0% პექტინის შეტანა ზრდის მის გამოსავლიანობას 119-დან 125%-მდე. ამასთან, ძეხვი გამოირჩევა გაუმჯობესებული გემოთი.

არანაკლებ ეფექტური აღმოჩნდა პექტინის გამოყენება თევზის ნაწარმის, კერძოდ თევზის სუფლეს წარმოებაში [56]. დადგენილია, რომ პექტინის 0.5-0.9% კონცენტრაციით, შეტანა არა მხოლოდ აუმჯობესებს თევზის სუფლეს თვისობრივ მაჩვენებლებს, არამედ მის ბიოლოგიურ ღირებულებასაც, რაც საშუალებას იძლევა



რეკომენდებული იყოს შემუშავებული პროდუქტი სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვებისათვის.

პექტინის სამკურნალო მოქმედების მექანიზმი კვების პროდუქტების შემადგენლობაში ბოლომდე შეუსწავლელია და მკვლევარებში აზრთა სხვაობას იწვევს. ზოგიერთი ავტორი ნაშრომში მიუთითებს კავშირზე პექტინის სამკურნალო მოქმედებასა და მის კოლოიდურ თვისებებს შორის. ზოგი იზიარებს, მოსაზრებას, რომ თვით პექტინი არა, არამედ მისი დაშლის პროდუქტები სხვა ნაერთებთან ერთად თერაპიულ თვისებებს იჩენენ. მაგალითად, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პოლიგალაქტურონის მჟავას. მიაჩნიათ, რომ ეს მჟავა ანეიტრალებს ტოქსიკური ნივთიერებების მავნე ზემოქმედებას, გალაქტურონის მჟავას მსგავსად. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით პექტინის დიეტოთერაპია დამოკიდებულია მექანიკური და ქიმიური ფაქტორების კომბინირებულ მოქმედებაზე [58, 105]. ხვდება რა კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში პექტინი წარმოქმნის გელს, გაჯირჯვებისას პექტინის მასა აუწყლოებს საჭმლის მომნელებელ არხს და იძვრის რა ნაწლავისაკენ იტაცებს ტოქსიკურ ნივთიერებებს. დემეტროქსილიზაციის პროცესში განთავისუფლებული მეთანოლი შეიწოვება კოლინჯის კედლის გავლით და მისი მეტაბოლირება ხდება ჭიანჭველმჟავაში, რომელიც გამოიყოფა ორგანიზმიდან შარდთან ერთად. პექტინი არ ექვემდებარება დიმეთილირებას, ვიდრე არ მოხვდება კოლინჯში, მისი შემდგომი გარდაქმნა დამოკიდებულია ნაწლავის ფლორის მიკროორგანიზმებზე. (მის შემადგენლობაზე, ფუნქციურ აქტივობაზე), ასევე საკვების ამ მონაკვეთზე გავლის სიჩქარეზე. დემეტროქსირებული პექტინის დარჩენილი ნაწილი ორგანიზმიდან გამოდის განავალთან ერთად გალაქტურონის მჟავას ნაერთების მცირე რაოდენობით [112].

საკვების ათვისების პროცესში პექტინის დემეტროქსილირება ხელს უწყობს მის გარდაქმნას პოლიგალაქტურონის მჟავად, რომელიც

უერთდება მძიმე ლითონებს და რადიონუკლიდებს, წარმოქმნის უხსნად მჟავებს, რომელიც არ შეიწოვება კუჭ-ნაწლავის არხის ლორწოვანი გარსის მიერ და გამოიყოფა ორგანიზმიდან. პექტინების დამცავი მოქმედება აიხსნება ასევე მათი უნარით საკვების სხვა ბოჭკოებთან ერთად გააუმჯობესოს კუჭ-ნაწლავის პერისტალტიკა, ხელი შეუწყოს ყველა ტოქსიკური ნივთიერებების უფრო სწრაფ გამოდევნას.

გარდა ამისა, ხვდება რა ნაწლავში პექტინოვანი ნივთიერებები pH-არეს აქცევენ უფრო მჟავად, ამით ბაქტერიოციდულ მოქმედებას ახდენენ ავადმყოფობის შემცველ ბაქტერიებზე.

პექტინის, როგორც მძიმე და რადიოაქტიური ლითონების ანტიტოქსიკური მოქმედების სამკურნალო-პროფილაქტიკური საშუალებების გამოყენებას მნიშვნელოვანი როლდენობის სამეცნიერო კვლევები ეძღვნება. დადგენილია, რომ პექტინი წარმოადგენს ეფექტურ კომპლექსწარმოქმნელს ტყვიით, თუთიით, კადმიუმით, მოლიბდენით, მოწამვლის პროფილაქტიკისათვის. ნაჩვენებია, რომ პექტინები დადებით გავლენას ახდენენ არა მხოლოდ ლითონების მწვავე და ქვემწვავე ზემოქმედების პირობებში, არამედ მათი ორგანიზმში ხანგრძლივი შეღწევის დროსაც. გ. ლესკოვამ თანაავტორებთან [85] ერთად შეისწავლა პექტინის დამცავი მოქმედება ვერცხლისწყალის ქრონიკული შეღწევისას საცდელი ცხოველების ორგანიზმში. პექტინი შეჰყავთ ცხოველებში 800 მგ/კგ-ზე რაოდენობით. პექტინის დამცავ ეფექტს განსაზღვრავდნენ აირცვლისა და ფარისებრი ჯირკვალის ფუნქციური აქტიურობის მიხედვით. ქრონიკული მერკურიალიზმის საწყის სტადიებზე პექტინის გამოყენების მიზანშეწონილებაზე მიუთითებენ ი. ტრახტენბერგი და თანაავტორები, რომლებმაც ჩაატარეს ვერცხლისწყალის მწარმოებელი საწარმოს მუშების ჯგუფის კომპლექსური კვლევა, რომლებიც პექტინს იღებენ ყოველდღიურ

რაციონში მესამე ულუფის სახით 2 გ-ის რაოდენობით ორი თვის განმავლობაში.

ამჟამად, რუსეთის ფედერაციის ჯანდაცვის სამინისტროს რეკომენდაციების თანახმად, მძიმე ლითონების ზემოქმედებასთან დაკავშირებულ სამუშაოზე დასაქმებული პირებისათვის რეკომენდებულია 2 გ პექტინის მიღება – მის მიერ გამდიდრებული დაკონსერვებული მცენარეული პროდუქტების, ხილის წველების, სასმელებისა და სხვა ნაწარმის სახით [68]. პექტინით გამდიდრებული პროდუქტები, წვენები და სასმელები მუშებმა უნდა მიიღონ ცვლის დაწყების წინ, რეკომენდებულია საკვებში შემდეგი პექტინშემცველი პროდუქტების: სუფრის ჭარხალის, ვაშლის, ატმის, ქლიავის, ბოლოკის, ბადრიჯანის, გოგრის, სტაფილოს, კომბოსტოს მიღება, როგორც ნატურალური, ისე სხვადასხვა სალათისა და კერძის სახით.

პექტინს გააჩნია აქტიური კომპლექსწარმოქმნელი უნარი რადიოაქტიურ ლითონებთან: კობალტთან, სტრონციუმთან, ცეზიუმთან, ცირკონიუმთან, რუთენიუმთან და სხვა ლითონებთან მიმართებაში. ყველაზე ხელსაყრელი პირობები პექტინების კომპლექსწარმოქმნისათვის ლითონებთან ერთად ნაწლავში იქმნება pH-7,1-7,6 მდე დროს. ეს აიხსნება იმით, რომ pH- ზრდისას პექტინები დეეთერიფიცირებული ხდებიან და უფრო ინტენსიური ხდება ურთიერთქმედება პექტინის მჟავას, მჟავა რადიკალებსა და ლითონების იონებს შორის. კუჭის შემადგენლის მჟავე არე (PH-1,8-2,0) ამცირებს მადალმეტოქსილირებული პექტინის უნარს შეიერთოს რადიონუკლიდები. ამ პირობებში უფრო აქტიურია დაბალმეტოქსილირებული პექტინი. პექტინების რადიონუკლიდებთან კომპლექსის წარმოქმნა წარმოებს 1-2 საათის, იშვიათად კი 3-4 საათის განმავლობაში.

ლანთანოიდების და იტრიუმის სამვალენტოვანი კათიონები წარმოქმნიან წყალში უხსნად კომპლექსურ ნაერთებს დაბალმეტოქსილირებული პექტინებით, განსაკუთრებით pH 3,5-4,5-ის დროს (შეერთების ხარისხი 70%-ს აღწევს) მაღალმეტოქსილირებული პექტინები ტყვიის იონებს, ლანთანოიდების და იტრიუმის კათიონებს 2,5-3,0 ჯერ უფრო სუსტად ბოჭავენ (20-30%) განსაკუთრებით მჟავე არეში, სტრონციუმისა და კობალტის იონები წარმოქმნიან წყალში უხსნად ნაერთებს პექტინებთან ურთიერთქმედებისას pH 2-6 არეში. მათი შეერთების ხარისხი 70-90%-ს აღწევს და ნაკლებად დამოკიდებულია პექტინის მეტოქსილირებაზე. ამგვარად, პექტინების შედარებითი უნარის კვლევებმა წარმოექმნათ ნაკლებად ხსნადი ნაერთები ლითონების იონებთან დაამტკიცეს დაბალმეტოქსილი-რებული პექტინების სამკურნალო, პროფილაქტიკური მიზნით გამოყენების შესაძლებლობა.

ვაშლის პექტინები სტრონციუმის, კობალტის, კალციუმის და ალუმინის იონების მიმართ კომპლექსწარმომქმნელებს წარმოადგენენ (pH 5,0-ზე 75 მგ პექტინი 23,5 მგ სტრონციუმს ბოჭავს).

მედიკოსების მიერ დაგროვილი კლინიკური მასალის ანალიზმა აჩვენა, რომ ჩერნობილის ავარიისგან დაზარალებულ პაციენტებში პექტინოვანი ნივთიერებების მიღების შემდეგ გაუმჯობესდა საერთო ჯანმრთელობის მდგომარეობა, შემცირდა ჩივილების რაოდენობა, რაც ეხებოდა დარღვევებს, ნერვიული, გულ-სისხლძარღვთა სისტემის, საჭმლის მომნელებელი ორგანოების მხრიდან (112).

ობიექტურად, ადგილი ჰქონდა ზოგიერთი ადრე აღმოჩენილი სიმპტომების დადებით დინამიკას, ასევე კოაგულოგრამების, ტრანსამინაზების, ბილირუბინის რაოდენობის, ელექტროლიტური და ქოლესტერინული ცვლის ნორმალიზაციას, აღმდგენი გლუთათიონის მომატებას. სისხლისა და ბიოლოგიური გამონაყოფის

რადიოელემენტურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ პექტინპროდუქტების მიღების შედეგად გაიზარდა რადიონუკლიდების რაოდენობა შარდსა და განავალში.

დაგროვილი მასალის ანალიზმა საშუალება მოგვცა დადგენილიყო პექტინის სადღეღამისო დოზები: დაბალმეტოქსირებული 4-6 გ, მაღალმეტოქსირებული 8-15გ.

პექტინოვანმა ნივთიერებებმა თავი გამოავლინეს, როგორც მაღალეფექტურმა საშუალებამ კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის სხვადასხვა სახის დაავადების დროს, ნაშრომების უმრავლესობაში, რომელიც მიეძღვნა პექტინის გამოყენების სფეროს კუჭ-ნაწლავის დაავადებების მკურნალობისათვის ხდება პექტინოთერაპიის დანიშვნა სხვადასხვა ეთიოლოგიის ფაღარათის, წყლულის, ტოქსიკური ნივთიერებებით მოწამვლის დროს, ქრონიკული დიზენტერიის დროს პექტინი რეკომენდებულია გამოყენებული იყოს მკურნალობის სხვა მეთოდებთან ერთად [112].

სამეცნიერო-პრაქტიკული მიმართულებით განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს პექტინის როლი ლიპიდური და ნახშირწყლების ცვლის კორექციაში პექტინური დიეტების გამოყენებისას. ექსპერიმენტალურად დადგენილია, რომ პექტინები იხევენ ჰიპოგლიკემიურ მოქმედებას. გლიკემია მცირდება ჭამის შემდეგ, იზრდება ტოლერანტობა ნახშირწყლების მიმართ შაქრიანი დიაბეტით დაავადებულ ავადმყოფებში, ამიტომ რეკომენდირებულია პექტინის ჩართვა დიეტაში (№5,8,9 და 10) 10-20 გრ რაოდენობით ავადმყოფებისათვის ჰიპერლიპიდემიით III ტიპის, შაქრიანი დიაბეტით, ჭარბი წონით, ნახშირწყლების მიმართ დარღვეული ტორელანტობით, ნაღვლის ბუშტის ჰიპომოტორული დისკინეზიით. პექტინმა თავი გამოავლინა, როგორც ეფექტურმა ჰიპოქოლესტერინულმა ნივთიერებამ [83-84]. ჰიპოქოლესტერინული მოქმედება უპირატესად ვლინდება

მაღალეთერიფიცირებული პექტინის (ციტრუსების და ვაშლის) მიერ. პექტინების ჰიპოქოლესტერინული მოქმედებების, ერთ-ერთ მექანიზმს წარმოადგენს მათი უნარი დააჩქაროს ნაღველმჟავას ცვლა, შეკავშირება და ორგანიზმიდან მისი გამოყოფის ზრდა წარმოადგენს. სადღეღამისო დოზის 15გ პექტინის 2-3 კვირის მანძილზე მიღებისას ნაღველმჟავას გამოყოფა ფეკალიებთან ერთად 30%-ით იზრდება ცხიმებისა და აზოტოვანი ნივთიერებების გახლეჩის ერთდროული ზრდისას. პექტინის ასეთი გამოყენება სისხლში ქოლესტერინის დონის 13-15%-ით შემცირებას იწვევს, რაც სამედიცინო თვალსაზრისით მნიშვნელოვან წარმატებად ითვლება. ციტრუსების პექტინის ასკორბინმჟავასთან შერწყმისას (15გ პექტინი და 450 მგ ვიტამინი C) უკეთესი შედეგები იქნა მიღებული. ასკორბინის მჟავა ახდენს ქოლესტერინის ჰიდროქსილირების პროცესის სტიმულირებას და მის გარდაქმნას ნაღველმჟავად. პექტინი აკავშირებს ამ მჟავებს, ხელს უშლის მათ რეზორბციას და მნიშვნელოვნად ზრდის ორგანიზმიდან მათ გამოყოფას [200].

უნდა აღინიშნოს, რომ პექტინების ბიოლოგიური აქტივობა და მათი გავლენა ორგანიზმის ფუნქციურ მგდომარეობასა და ნივთიერებათა ცვლაზე უმეტესწილად დამოკიდებულია პექტინოვანი ნივთიერებების შემადგენლობასა და თვისებებზე (მოლეკულური მასა, ეთერიფიკაციის ხარისხი და ა.შ.) მათ შორის სორბციულზე (ე.ი. უნარზე დააკავშიროს წყალი, ნაღველმჟავები, სტეროიდები, ტოქსინები და სხვა ნივთიერებები) სადღეღამისო მოხმარებულ დოზებზე. სამკურნალო ეფექტურობის ამაღლებისათვის რეკომენდებულია პექტინის დოზა თანაბრად განაწილდეს დღის განმავლობაში და გამოყენებული იყოს ყოველი საკვების მიღებისას.

სამკურნალო-პროფილაქტიკურ კვებაში პექტინის გამოყენების ფორმა სხვადასხვაგვარია. პექტინი შეიძლება გამოყენებული იყოს

სადილის მომზადებისას უშუალოდ მისი გამოყენების წინ. მიზანშეწონილია პექტინის შეტანა კვების მესამე რაციონში: სასმელებში, წვენებში, მუსებში, ჟელეში, რძემჟავა პროდუქტებში [66].

პექტინების გამოყენების ხელსაყრელ ფორმას პექტინშემცველი პროდუქტების მოხმარება წარმოადგენს. მათ უპირატესობას წარმოადგენს ხანგრძლივი შენახვის ვადა, ნორმირების და გამოყენების სიმარტივე.

პექტინების გამოყენების საფუძველზე შემუშავებულია სხვადასხვა ჯგუფის ნაწარმი: საკონდიტრო, პურ-ფუნთუშეული, საკონსერვო და სამეურნეო პროფილაქტიკური დანიშნულების [68,119].

პროდუქტები, რომელიც მზადდება მრეწველობის მირ რეკომენდებულია იმ ადამიანთა კვების რაციონში ჩართვისათვის, რომელთაც კონტაქტი აქვთ რადიოაქტიურ ან სხვა მავნე, მძიმე ლითონებთან, ასევე კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის დაავადებების, ლიპიდური და ნახშირწყლების ცვლის დარღვევების მქონე პირთა სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვებისათვის.

## თავი II

### კვლევის ობიექტები და მეთოდები

#### 2.1 გამოსაკვლევი პროდუქტების დახასიათება და კვლევის მეთოდები

ტყემლის, როგორც ნედლეულის შერჩევასა და შევისწავლეთ საქართველოში ფართოდ გავრცელებული ტყემლის ჯიშების ქიმიური შემადგენლობა, ჩვენთვის საინტერესო კომპონენტების კვლევის სპეციფიკური მეთოდების გამოყენებით. ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 1-ში.

*საქართველოში ფართოდ გავრცელებული  
ტყემლის ჯიშების ქიმიური შემადგენლობა (2004-2007წ.წ.)*

ცხრილი 1

ჯიში	მშრალი ნივთიერება %	მჟავიანობა %	საერთო შაქრები %	მთრიმლაგი და მღებავი ნივთიერება %	საერთო პექტინის რაოდენობა %	ვიტამინი C, მგ%
წითელი დროშა	14.68	2.50	6.90	0.30	1.25	8.50
მახინჯაურის სამურაბე	11.30	2.67	5.25	0.20	1.45	4.84
ქუთაისის მსხვილნაყოფა	10.26	3.00	4.81	0.13	1.00	4.42
ლენტეხის წითელი	9.78	2.63	3.55	0.08	1.58	4.76
კახეთის ყვითელი	10.1	2.45	6.01	0.10	1.05	5.70
გორული ვარდისფერი	10.80	2.80	4.70	0.18	1.4	5.8
ლანჩხუთის საკონსერვო	11.1	2.80	6.15	0.19	1.19	6.01



მესხური შავი	14.47	2.45	6.67	0.29	1.07	4.30
საოქტომბრო	14.34	2.81	5.57	0.21	1.50	12.50
წვრილნაყოფა ყვითელი	11.40	2.91	5.41	0.12	1.36	1.47
მასხარადის საგვიანო	12.50	2.50	6.80	0.22	0.60	4.8
ბათუმის წვრილნაყოფა	13.6	2.30	7.0	0.24	0.70	4.45
აჭარული ადრეული	10.7	3.1	5.87	0.24	1.48	4.32
გულდედავა	14.48	2.00	6.82	0.28	1.10	5.45

ტყემლის შესწავლილი ჯიშები გამოირჩევიან, მშრალი ნივთიერებების, (10.01-14.68). შაქრების (3.55-7.0%), ამავე დროს მჟავების (2.0-3.1%).

გამოყვავით ტყემლის შემდეგი ჯიშები: აჭარული ადრეული, წვრილნაყოფა ყვითელი, მახინჯაურის სამურაბე, გორის ვარდისფერი, ლენტეხის წითელი, საოქტომბრო, რომლებიც ხასიათდებიან პექტინის მაღალი შემცველობით (1.36-1.58%) (ცხრ 2).

*ტყემლის შერჩეული ჯიშების ქიმიური შედეგნილობა*

ცხრილი 2

ჯიში	მშრალი ნივთიერებები (რეფრაქტომეტრით), %	მჟავიანობა, %	შაქარი, %			მთრიმლაგი და საღებავი ნივთიერებები, %	საერთო პექტინოვანი ნივთიერებები %	ასკორბინის მჟავა, მგ%	შაქარ-მჟავა ინდექსი
			საერთო	მარედუცირებელი	საქაროზა				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
აჭარული ადრეული	10,7	3,1	5,87	4,45	1,42	0,24	1,48	4,32	1,98
წვრილნაყოფა ყვითელი	11,4	2,91	5,41	3,87	1,54	0,12	1,36	1,47	1,86
მახინჯაურის სამურაბე	11,3	2,67	5,25	4,06	1,19	0,20	1,45	4,84	1,97
გორის ვარდისფერი	10,45	3,02	3,72	1,24	2,48	0,13	1,44	5,49	1,23
ლენტეხის წითელი	9,78	2,63	3,55	1,47	2,08	0,08	1,58	4,76	1,36
საოქტომბრო	14,34	2,81	5,57	5,33	0,24	0,21	1,49	12,51	1,98

აგრობიოლოგიური და ტექნოლოგიური მაჩვენებლებიდან გამომდინარე ჩვენ არჩევანი გავაკეთეთ აღნიშნულ ჯიშებზე როგორც ნედლეულზე პექტინის პრეპარატის მისაღებად.

ტყემლიდან პექტინის გამოყოფას ვაწარმოებდით ლაბორატორიულ პირობებში.

ტყემლის ნაყოფს ვრეცხავდით, ვუკეთებდით ბლანშირებას, ვახდენდით რბილობისა და კურკის გამოცალკევებას, რბილობს ვუმატებდით ორმაგი რაოდენობით გაცხელებულ წყალს, ვაყოვნებდით 60 წთ-ის განმავლობაში. მიღებულ მასას ვწურავდით დოღბანდში, შემდეგ ორმაგ ფილტრში, მიღებულ ფილტრატს ვუმატებდით მარილმჟავათი შემჟავებულ ეთილის სპირტს 1:1, ვაყოვნებდით 24 სთ-ის განმავლობაში. ფილტრატს ვფილტრავდით მინის ფილტრში (№3). ფილტრზე დარჩენილ მასას ვაშრობდით საშრობ კარადაში. მიღებული მასა წარმოადგენდა პექტინის პრეპარატს.

ტყემლიდან გამოყოფილ პექტინში განვსაზღვრეთ შემდეგი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები: ტენიანობა, ბალასტური ნივთიერებების შემცველობა, ეთერიფიცირებული კარბოქსილის ჯგუფის, თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობა, ხსნადი და პროტოპექტინის რაოდენობა, ეთერიფიკაციის ხარისხი, 1%-იანი ხსნარის pH, ლაბწამოქმნელი უნარი, კომპლექსწარმოქმნელი უნარი [142,52,74,101,120,170,175].

პექტინის პრეპარატის ტენიანობის განსაზღვრისათვის 0.5-0.8გ მასის პექტინი მოვათავსეთ წინასწარ გამოწონილ ბიუქსში და ვაშრობდით საშრობ კარადაში 130<sup>0</sup> C ტემპერატურაზე 40 წთ-ის განმავლობაში.

*პექტინის ტენიანობას ვანგარიშობდით ფორმულით:*

$$W = \frac{A_1 - A_2}{A_2 - A_0} \times 100$$

$A_1$ - ბიუქსის მასა გაშრობამდე, გ.

$A_2$  - ბიუქსის მასა გაშრობის შემდეგ, გ.

$A_0$  – ცარიელი ბიუქსის წონა, გ.

პექტინის 1%-იანი ხსნარის PH-ის განსაზღვრისათვის– 1გ აწონილი პექტინი გავსენით 100 მლ დისტილირებულ წყალში. მიღებული ხსნარი შევათბეთ 50-60<sup>0</sup> C ტემპერატურაზე. ხსნარის უხსნად ნაწილს ვაცივებდით და PH-ს ვსაზღვრავდით PH- მეტრზე (პოტენციომეტრზე).

პექტინის ბალასტური ნივთიერების მასური წილის განსაზღვრისათვის- 3-4 გ პექტინი მოვათავსეთ კონუსურ კოლბაში, სადაც დაგუმბტეთ შემჟავებული ეთილის სპირტი (100მლ 70%-იანი ეთილის სპირტი და 5 მლ კონცენტრირებული მარილმჟავა). ხსნარის მორევას ვაწარმოებდით 15 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ ნარევი რაოდენობრივად გადაგვქონდა მინის ფილტრზე №2 და ჩარეცხვას ვაწარმოებდით შემჟავებული სპირტით კალციუმის იონებზე (ამონიუმის ოქსილატით) და ალუმინის იონზე (ალიზარინით) უარყოფით რეაქციამდე.

ნალექს ვრეცხავდით 75%-იანი ეთილის სპირტით ქლორის იონზე (აზოტმჟავა ვერცხლი) უარყოფით რეაქციამდე, შემდეგ 96%-იანი ეთილის სპირტით მიღებულ ნალექს ვაშრობდით საშრობ კარადაში 80-85<sup>0</sup> C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე.

ბალასტური ნივთიერებების რაოდენობას ვანგარიშობდით ფორმულით:

$$b = \frac{G_1 - G_3}{G_1} \times 100$$

სადაც:  $G_1$ – პექტინის მასა სპირტით გარეცხვამდე, გ;

$G_3$ - პექტინის მასა სპირტით გარეცხვის შემდეგ, გ.

პექტინში თავისუფალი და მეტოქსილირებული კარბოქსილის ჯგუფების მასური წილის განსაზღვრისათვის – 1გ მშრალი პექტინი გადავიტანეთ 300 მლ მოცულობის კოლბაში, სადაც დაეუმატეთ 96%-იანი ეთილის სპირტი და 100 მლ დისტილირებული წყალი, ნარევეს ვურევდით და ვტოვებდით ღამის განმავლობაში პექტინის სრულ გახსნამდე. ხსნარის გატიტვრას ვაწარმოებდით 0.1 N ნატრიუმის ტუტით 6 წვეთი ხინტონის ინდიკატორის (ერთი მოცულობა 0.4% ბრომთიმოლ მუქი ლურჯი, ერთი მოცულობა 0.4%-იანი წითელი კრეზოლი სამი მოცულობა 0.4 %-იანი წითელი ფენოლი და ერთი მოცულობა დისტილირებული წყალი) დამატებით სრულ წითელ შეფერილობამდე, რომელიც არ ქრება 1 წთ-ის განმავლობაში.

თავისუფალი კარბოქსილური ჯგუფების შემცველობას (თ.კ %) განგარიშობდით ფორმულით:

$$b = \frac{a}{G} \times 0,45$$

სადაც a – 0,1 N NaOH – ის ხსნარის რაოდენობაა, რომელიც დაიხარჯა გატიტვრაზე, მლ.

1 მლ - 0,1 N NaOH –ის ხსნარი შეესაბამება 0,0045გ COOH –ს. ამავე ხსნარში ვსაზღვრავდით მეტოქსილირებული კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობას. ამისათვის ხსნარს ვუმატებდით 10 მლ 0.5 NNaOH-ს კოლბას ვხუფავდით და ვტოვებდით ოთახის ტემპერატურაზე 2 სთ-ის განმავლობაში მეტოქსილირებული კარბოქსილური ჯგუფების ჰიდროლიზისათვის. შემდეგ ხსნარს ვამატებდით 10 მლ 0.5 N HCL –ს და ამ უკანასკნელს ვტიტრავდით 0.1 NNa-OH-ით.

მეორე გატიტვრაზე გახარჯული 0.1 N NaOH-ის რაოდენობა შეესაბამება ეთერიფიცირებული ჯგუფების რაოდენობას (ეკ%), რომელსაც ვანგარიშობდით ფორმულით:

$$ეკ = \frac{B}{G_{პ.ნ.}} \times 0,45$$

სადაც: B - 0.1 N NaOH - ის რაოდენობაა, რომელიც გახარჯული იქნა გატიტვრაზე, მლ;

$G_{პ.ნ.}$  - მშრალი პექტინის წონა, გ.

მეტოქსილირებული კარბოქსიდური ჯგუფების რაოდენობის გაანგარიშებისათვის საჭიროა შესწორების შეტანა აცეტილის ჯგუფებზე, რომლებიც ასევე ჰიდროლიზდება ამ პირობების დროს.

მეტოქსილირებული ჯგუფების რაოდენობა კგ%, აცეტილის ჯგუფებზე შესწორების გათვალისწინებით შეადგენს

$$ბ_{გ} = ბ_{ე} - ა_{ც}$$

სადაც:  $ა_{ც}$  - აცეტილის ჯგუფების რაოდენობაა, %.

მეტოქსილირებული პექტინის ხარისხი  $\lambda$ -გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$\lambda = \frac{ბ_{გ}}{ბ_{ს}} \times 100$$

სადაც:  $ბ_{ს}$  - კარბოქსიდური ჯგუფების საერთო რაოდენობაა, %;

$$ბ_{ს} = ბ_{გ} + ბ_{მ}$$

სადაც:  $ბ_{მ}$  - თავისუფალი კარბოქსიდური ჯგუფების შემცველობაა, %. მეტოქსილირებული ჯგუფების შემცველობა  $კCH_3O\%$  გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$k \text{ CH}_3\text{H } k_8 \times \frac{31}{45}$$

სადაც 31-  $\text{CH}_3\text{O}$  ჯგუფების ექვივალენტური რაოდენობაა;

45-  $\text{COOH}$  - ჯგუფების ექვივალენტური რაოდენობა.

პექტინის ნიმუშში სუფთა პექტინის (პ<sub>1</sub>) მასური წილის განსაზღვრისათვის სპირტის დამუშავების შემდეგ გამოანგარიშებას ვაწარმოებდით გატიტვრით მიღებული მონაცემებით, %-ში ფორმულით:

$$p_1 = \frac{a \times 1,76 + B \times 1,9}{G_{36}}$$

სადაც: B-0.1 N  $\text{NaOH}$ -ის ხსნარის რაოდენობაა გახარჯული მეტოქსილირებული კარბოქსილური ჯგუფების განსაზღვრაზე, მლ; მლ ნატრიუმის ტუტის ხსნარი შეესაბამება 0.0176 გ დემეტოქსილირებულ გალაქტურონის მჟავას ან 0.0190 გ მეტოქსილირებულ გალაქტურონის მჟავას.

ბალასტური ნივთიერებების (ბ) შემცველობის გათვალისწინებით სუფთა პექტინის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით:

$$p = p_1 \times \frac{G_3}{G_1}$$

სადაც:  $G_3$  -პექტინის რაოდენობაა სპირტით დამუშავების შემდეგ.

$G_1$ -პექტინის რაოდენობა სპირტით დამუშავებამდე.

ტყემლიდან მიღებული პექტინის ლაბწარმომქმნელი უნარის განსაზღვრას ვაწარმოებდით ლ. სოსნოვსკის მეთოდით [64,88].

4გ საკვლევი პექტინის ფხვნილს ვხსნიდით 120 მლ დისტილირებულ წყალში, მორვეისას. (პექტინის ხსნადობისათვის მისი წყალში გახსნისას რეკომენდებულია პექტინის წინასწარი დაღობა ეთილის სპირტის თანაბარი რაოდენობით ან შაქრის ფხვნილის ხუთჯერადი რაოდენობით).

კოლოიდური ხსნარი რაოდენობრივად გადაგვექონდა უჟანგავი ფოლადის ჭურჭელში, ვუმატებდით 130 გ შაქარს იმ რაოდენობის გამოკლებით, რაც აღებულია პექტინის გასახსნელად, ვაწარმოებდით ნარევის მორევას და ხარშვას მასის 70%-მდე მშრალი ნივთიერების შემცველობამდე (რეფრაქტომეტრის მიხედვით) ხარშვის ხანგრძლივობა არ უნდა აღემატებოდეს 10 წუთს, ხარშვის დასრულების შემდეგ ცხელ მასას ვუმატებდით 4-5 მლ 50%-იან ლიმონჟავას (მიღებული მასის  $pH=2,8-2,9$ ). მასით შევავსეთ სოსნოვსკის მოწყობილობის სამი ჭურჭელი, დარჩენილი ნაწილი ჩავასხით მარმელადის ფორმებში ლაბწარმოქმნის სიჩქარის განსაზღვრისათვის. სოსნოვსკის მოწყობილობას ვათავსებდით  $20^{\circ}C$  ტემპერატურის წყლის აბაზანაში და ვაჩერებდით 2 სთ განმავლობაში, ვაფიქსირებდით მანომეტრის ჩვენებას ლაბას გაღობის მომენტში.

პექტინური ლაბას მდგრადობა გამოიხატება ვერცხლისწყლის სვეტის მმ მანომეტრის ჩვენების მიხედვით ან გ/სმ<sup>2</sup> ;

1 მმ ვერცხლის წყ.სვ შეესაბამება ძალას, რომელიც უდრის 1.31 გ/სმ<sup>2</sup> ან 0.133 კპა.

პექტინის პრეპარატის კომპლექსწარმოქმნელ უნარს ვსაზღვრავდით ვ. კომპანცევისა და თანაავტორების მიერ შემუშავებული მეთოდით. მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ პექტინის განსაზღვრული რაოდენობა მუშავდება ტყვიის სტანდარტული ხსნარით და სველი წვის შემდეგ გამოყოფილ pb-ის პექტატებს აანალიზებენ შთანთქმული ტყვიის რაოდენობაზე ტრილონომეტრულად.

პექტატების მიღება – ტყვიის სტანდარტულ ხსნარს ვაზავებდით 25 მლ დისტილირებულ წყალში და ვუმატებდით 25 მლ საკვლევი პექტინის ექსტრაქტს. pb – პექტატების წარმოქმნილ მოცულობით ნალექს ვფილტრავდით ქადალდის ფილტრზე, ნალექი მრავალჯერადად

ჩავრეცხეთ დისტილირებული წყალით, ჩარეცხილ წყალში (სინჯი  $\text{Na}_2\text{S}$ )  $\text{pb}^{2+}$  – იონების გაქრობამდე, შემდეგ ნალექს ვრეცხავდით 50-100 მლ 96%-იანი ეთილის სპირტით. ნალექი გადმოგვქონდა ფილტრიდან, გაშრობდით ჰაერზე და რაოდენობრივად გადაგვქონდა 100 მლ-იანი ტევადობის კელდალის კოლბაში სველი წვისათვის. წვის აგენტების სახით ვიყენებდით კონცენტრირებულ აზოტმჟავას და წყალბადის ზეჟანგის 30%-იანი ხსნარის ნარევს. თანაფარდობით 3:1 კელდალის კოლბაში გადატანილ ნალექს ვუმატებდით 30-40 მლ ზემოაღნიშნულ ნარევს და ნალექს ვწვავდით, ელექტროქურაზე 30-40 წთ-ის განმავლობაში ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. წვისას კოლბის ფსკერზე ჩნდება კრისტალური ნალექი. კელდალის კოლბის შიგთავსი წვის შემდეგ რაოდენობრივად გადაგვქონდა 50 მლ-იან საზომ კოლბაში და დისტილირებული წყლით ვავსებდით ნიშანსვეტამდე. მიღებულ ხსნარს ვაანალიზებდით ტრილონომეტრულად, ტრილონ-**Б**-ით ტყვიის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ტყვიის ალიქვოტას უკუგატიტვრის მეთოდი თუთიის სულფატის სტანდარტული ხსნარით. ტყვიის ალიქვოტას წინასწარ ვუმატებდით ტრილონ **Б**-ს სტანდარტულ ხსნარს ჭარბი რაოდენობით, თუთიის სულფატის სტანდარტულ ხსნარს ვამზადებდით  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  მარილის შესაბამისი რაოდენობის გახსნით დისტილირებულ წყალში 0.05 N-ის კონცენტრაციაზე გაანგარიშებით, თუთიის სულფატის ხსნარის ტიტრს ვადგენდით 0.05 N ტრილონ-**Б**-ის ხსნარით მომზადებულს ფიქსანალიდან.

ტყვიის საანალიზო ხსნარის ნორმალობას შემდეგნაირად ვადგენდით: 100 მლ ტევადობის სატიტრე კოლბაში პიპეტით შეგვქონდა 10-20 მლ ტყვიაშემცველი ხსნარი, ვუმატებდით 10-20 მლ 0.05 N-ის ტრილონ **Б**-ს ხსნარს, 1.5 მლ ამონიაკის ბუფერს და 1 მლ შავ ერიოქრომის ინდიკატორს. გატიტვრას ვაწარმოებდით თუთიის



სულფატის სტანდარტული ხსნარით ინდიკატორის შეფერილობის ლურჯიდან იასამნისფრად გადასვლამდე.

ტყვიაშემცველი ხსნარის ნორმალობას ვანგარიშობდით ფორმულით:

$$N_{pb} = \frac{N_{\text{ცბ}} \cdot V_{\text{ცბ}} - N_{\text{zn}} \cdot V_{\text{zn}}}{V_{pb}}$$

სადაც:  $V_{\text{ცბ}}$ ,  $N_{\text{ცბ}}$  – შესაბამისად ტრილონ ნ-ს სტანდარტული ხსნარის მოცულობა და ნორმალობა; რომელიც ტყვიაშემცველი ხსნარის ალიქვოტას ემატება:

$N_{\text{zn}} \cdot V_{\text{zn}}$  – შესაბამისად თუთიის სულფატის ხსნარის ნორმალობა და მოცულობა;

$V_{pb}$  – ტყვიაშემცველი ხსნარის ალიქვოტას მოცულობა, მლ:

ტყვიის მასა ( $M_{pb}$ ) ხსნარში (გ), რომელიც მიიღება pb პექტატის სველი წვისას შეადგენს:

$$M_{pb} = \frac{N_{pb} \times e_{pb} \times V_{\text{საერთო}}}{1000}$$

სადაც:  $e_{pb}$  – ტყვიის ექვივალენტური მასაა, რომელიც 103.6 გ-ს უდრის;

$V_{\text{საერთო}}$  – ტყვიაშემცველი ხსნარის საერთო მოცულობა მიღებული pb პექტატების სველი წვის დროს. კომპლექსწარმომქმნელი (კუ) უნარი, მგ  $Pb^{2+}$ /მლ იანგარიშება ფორმულით:

$$კუ = \frac{M_{pb} \times 1000}{V_j}$$

სადაც:  $V_j$  -პექტინის ექსტრაქტის მოცულობაა, რომელიც აღებულია Pb პექტატების დასალექად.

## 2.2. ტყემლიდან მიღებული პექტინოვანი პრეპარატის ბიოლოგიური მოქმედების შეფასების კრიტერიუმები

ტყემლის პექტინის ბიოლოგიური მოქმედების შეფასების კრიტერიუმს წარმოადგენდა ცხოველთა მდგომარეობის ინტეგრალური მაჩვენებლები სხეულის მასის დინამიკა, შინაგანი ორგანოების მასური კოეფიციენტები პერიფერიული სისხლის მორფოლოგიური მაჩვენებლები, სისხლის შრატში სულფჰიდრალური ჯგუფების, ასკორბინმჟავას შემცველობა და ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობა – ფერმენტული ფუნქცია. შინაგანი ორგანოების მორფოლოგიური გამოკვლევების ობიექტებს წარმოადგენდა ღვიძლი და თირკმელი [(34.35. 53. 59. 81)].

ტყემლიდან მიღებული პექტინის რადიოპროტექტორული მოქმედების შესწავლას ვაწარმოებდით კვლევის ქიმიური და ბიოლოგიური მეთოდებით.

გამოვიკვლიეთ პექტინის პრეპარატის ურთიერთქმედება სტრონციუმთან pH არეს სხვადასხვა მნიშვნელობებისას.

ცდის ჩატარებისას პექტინის პრეპარატის ხსნარს ვურევდით სტრონციუმის ქლორიდის ან აზოტმჟავა სტრონციუმის ხსნარებთან. მარილმჟავას ან ნატრიუმის ტუტის ხსნარების დამატების გზით ნარევებში იქმნებოდა pH- განსაზღვრული არე.

ნალექს ვფილტრავდით და ვრეცხავდით წყლით, ფილტრები ნალექით და ფილტრატები ცალ-ცალკე მინერალიზდებოდა. სტრონციუმის განსაზღვრას ფილტრებზე, ნალექში და ფილტრატში ვაწარმოებდით მეთოდით, რომელიც დაფუძნებულია სტრონ- ციუმის დალექვაზე. სტრონციუმის სულფიტის სახით და ამ უკანასკნელის რაოდენობრივ განსაზღვრაზე ნალექის წონის მიხედვით (35).

ცდის პირველი სერია ჩავატარეთ, ნარევის – ტყემლის პექტინის და სტრონციუმის მარილების  $SrCl_2$  და  $Sr(NO_3)_2$  წყალხსნარების ურთიერთქმედება pH არეს მნიშვნელობისას - 3.6. გამომდინარე იმ გარემოებიდან, რომ ტყემლის პექტინის გამოყენებისათვის პროფილაქტიკურ ან სამკურნალო მიზნებისათვის სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვებისას მისი ურთიერთქმედება სტრონციუმთან კუჭში მოხდება უფრო მუავა არეში ცდების მეორე სერია დავაყენეთ pH-2.0-ზე ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ pH არეს ცვლილება მოქმედებს პექტინის უნარზე დაილექოს პოლივალენტური მეტალების იონებით, ამასთან დაკავშირებით ცდის მესამე სერია ჩავატარეთ ნარევის pH- 7.6.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგებმა საშუალება მოგვცა ჩაგვეტარებინა ბიოლოგიური ცდა ტყემლის პექტინის მოქმედების გამოკვლევაზე, როგორც პროფილაქტიკური საშუალებისა სტრონციუმის მიმართ.

ცდა ჩავატარეთ 60 თეთრ ვირთაგვაზე (საშუალო მასით 150 გრ), რომელიც დაყოფილი იყო 6 ჯგუფად (თითოეულში 10 ცხოველი) საკონტროლო, I ჯგუფის ცხოველები იკვებებოდა ნახევრადსინთეზური რაციონებით, საცდელი (II-IV) ჯგუფების ვირთაგვები იღებდნენ იგივე რაციონს 1-5% პექტინის პრეპარატის დამატებით. აღნიშნულ დიეტაზე ვირთაგვები იმყოფებოდნენ 10 დღე. ამ პერიოდის განმავლობაში ვირთაგვების ორგანიზმში ყოველდღიურად შეგვექონდა 2მკკ  $Sr^{90}$ . რადიოაქტიური სტრონციუმის შეყვანა ჩვეულებრივად წარმოებდა საკვების მიცემიდან 2.5-3 საათის შემდეგ, 10 დღის შემდეგ ცხოველები იკვებებოდა და ვაწარმოებდით  $Sr^{90}$ -ის განსაზღვრას ძვლებში.

ტყემლის პექტინის პურის ნაწარმში დამატების ბიოლოგიური ეფექტურობის შესწავლას ვაწარმოებდით ტექნოლოგიური პროფილის სპეციალისტებთან თანამშრომლობით.

ჩატარებული ტექნოლოგიური გამოკვლევებით შემუშავებულია პურის ახალი სახეობა, რომელიც პექტინის გაზრდილ რაოდენობებს შეიცავს. ერთდროულად დამუშავებული იყო ცომში შეტანის ტექნოლოგია და რეჟიმები, პირველყოვლისა პექტინის შეტანის მეთოდი, რომელიც მაღალჰიგროსკოპიულია, აქვს ტენის შთანთქმის და გაჯირჯვების უნარი. საცომე მასის ოპტიმალური წებვადობა ცომში მიიღწეოდა 3%-ის ფარგლებში პექტინის პრეპარატის დამატებისას. პრეპარატის უფრო მაღალი რაოდენობით დამატებას კომპოზიციაში მისი ძირითადი ტექნოლოგიური თვისებების დაკარგვას იწვევს.

ცდებში გამოვიყენეთ მეორე ხარისხის ხორბლის ფქვილი, რეცეპტურის შემადგენლობა (მასური %): ფქვილი--91.0, მშრალი საფუარი-4.0, სუფრის მარილი 2.0, პექტინის პრეპარატი – 0.5

პურის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესი შემდგომში მდგომარეობს: ცომი მზადდება გაფუების მეთოდით, ცომის მოხელის წინ პექტინს ვასხამდით წყალს (1:4) ინტენსიურად მოფურევდით და გაყოვნებით გაჯირჯვებისათვის. პექტინის ხსნარის მომზადების პარალელურად ვაწარმოებდით საფუარების აქტივაციას. ამ უკანასკნელისათვის მათ ვასხამდით წყლის დარჩენილი ნაწილის რაოდენობას და ვტოვებდით ოთახის ტემპერატურაზე, გაჯირჯვებულ პექტინს ვუმატებდით აქტივირებულ საფუარებს, ფქვილს და რეცეპტურით გათვალისწინებულ სხვა კომპონენტებს.

ცომს ვზევდით ცომსაზელ მანქანაზე, რის შემდეგ მას ვაწყობდით გაფუებისათვის. დაცალკეების შემდეგ ცომის ნამზადები იწყობოდა ფორმებში და ვატარებდით ცხობას (23).

ჩატარებული იყო ცხობის ორი ვარიანტი: საკონტროლო – კომპონენტების საწყისი ნარევიდან პექტინის გარეშე, საცდელი – ტყემლის პექტინის გამოყენებით გამოვიკვლიეთ მზა ნაწარმის

ხარისხის მაჩვენებლები და განვსაზღვრეთ პურის ახალი სახეობის ქიმიური შემადგენლობა და კვებითი ღირებულება (23).

ტყემლის შესწავლილი ჯიშები ჩვენს მიერ გამოყენებული იყო, რიგორც ნედლეული კონფიტურისა და ჟელეს მისაღებად.

ტყემლის კონფიტურის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა მოიცავს შემდეგ ეტაპებს: ნედლეულის ინსპექციას, გარეცხვას, ბლანშირებას, გახეხვას, ხარშვას, დაფასობას, დახუფვას, სტერილიზაციას და შენახვას. პროდუქტის დამზადებას ვაწარმოებდით ნახევრადსაწარმოო პირობებში. ვაწარმოებდით ნედლეულის დახარისხებას, შემდგომ გარეცხვას გამდინარე ცივი წყლით. ნედლეულს ჩაუტარდა ბლანშირება 10-15 წუთის განმავლობაში. პიურეს მისაღებად ნედლეულს ვატარებდით დამქუცმაცებელ და ორმაგ გამხეხ მანქანაში, რომლის საცრების ნასვრეტების დიამეტრი შეადგენდა 0.75მმ-ს. მასის ხარშვას ვაწარმოებდით ორტანიან ქვაბში, სადაც მას ემატებოდა მაგნიტურ სეპარატორში გატარებული შაქრის ფხვნილი. ხარშვა წარმოებდა ვიდრე მშრალი ნივთიერებების რაოდენობა არ მიაღწევდა 56%-ს. აქვე მას ემატებოდა სხვა ინგრედიენტები და ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდით მიღებული პექტინის პრეპარატი. ვაწარმოებდით მის დუღილს მშრალი ნივთიერების 58%-მდე შემცველობამდე, ვახდენდით მზა პროდუქციის კომფიტიურის დაფასობას და სტერილიზაციას შემდეგი რეჟიმით.

$$\frac{20 - 10 - 20}{100^{\circ}C} \cdot 1.2 \quad \text{ატმ.წნ}$$

ტყემლის კონფიტურში განვსაზღვრეთ შემდეგი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები: მშრალი ნივთიერებების რაოდენობა; ტიტრული მჟავიანობა; საერთო პექტინის შემცველობა (99).

ტყემლის ჟელეს დასამზადებლად გამოვიყენეთ ნედლეული ტექნიკურ სიმწიფეში. ჟელეს დამზადება მოიცავს შემდეგ

ტექნოლოგიურ პროცესებს: წვენი და სიროფის მომზადებას, პექტინის ხსნარის მომზადებას, ხარშვას, დაფასობას და პასტერიზაციას.

ტყემლის ჟელეს მომზადება განვახორციელებთ ნახევრადსაწარმო პირობებში, ტყემლის ნედლეულიდან არსებული ტექნოლოგიით ვიდებდით წვენს, რომელიც მოვათავსეთ ორტანიან ქვაბში, ვუმატებდით წინასწარ მომზადებულ შაქრის სიროფს, ვხარშავდით 30 წუთის განმავლობაში, ვიდრე მშრალი ნივთიერების რაოდენობა მასში არ მიაღწევდა 65%-იან შემცველობას, შემდგომ ვუმატებდით წინასწარ მომზადებულ ტყემლის პექტინს და ლიმონის მჟავას, ვაგრძელებდით ხარშვას 10 წუთის განმავლობაში. მოხარშულ მასას ცხელ მდგომარეობაში ვფილტრავდით და ვაფასობდით ქილებში, შემდეგ ვხუფავდით და ვაწარმოებდით პასტერიზაციას შემდეგი რეჟიმით:

$$\frac{20-10-20}{95^{\circ}\text{C}} \cdot 1.2 \text{ ატმ.წნ}$$

ტყემლის ჟელეს ნაწარმში განვსაზღვრეთ შემდეგი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები: მშრალი ნივთიერების შემცველობა, ტიტრული მჟავიანობა და საერთო პექტინის რაოდენობა (156).

წარმოდგენილი მონაცემები საფუძვლად დაედო პექტინით მდიდარ კონფიტიურის „ასორტი“ დამზადების ტექნოლოგიას. ამ პროდუქტის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესი მოიცავდა: ნედლეულის ინსპექციას, რეცხვას, ბლანშირებას, გახეხვას, ხარშვას, დაფასობა-დახუფვას. ნედლეულის დახარისხება ხდებოდა ხელით, ვაწარმოებდით სხვადასხვა მინარევების, არაკონდიციური, დაუმწიფებელი, დამპალი ნაყოფის გამოცალკევებას. ნედლეულს ვრეცხავდით შხაპის ქვეშ გამდინარე ცივი წყლის საშუალებით. ბლანშირებას ვაწარმოებდით ორტანიან ქვაბში, სადაც ნედლეულს წინასწარ ვუმატებდით მისი საერთო წონის 10-15%-მდე წყალს. პიურეს მისაღებად ნედლეულს

ვატარებდით ორმაგ გამხეხ მანქანაში, რომლის საცრების ნასვრეტების დიამეტრი შეადგენდა 1.5-და 0.75 მმ-ს.

კონფიტიურის ხარშვა წარმოებდა ორტანიან ქვაბში. რეცეპტურის მიხედვით ქვაბი იტვირთებოდა ტყემლისა და მანდარინის გახეხილი მასით, სადაც მას ემატებოდა მაგნიტურ სეპარატორში გატარებული შაქრის ფხენილი. ხარშვა წარმოებდა, ვიდრე მშრალი ნივთიერების შემცველობა მასაში არ მიაღწევდა 25%-ს. აქვე მას ემატებოდა ტყემლიდან გამოყოფილი პექტინის ჰომოგენური მასა, ლიმონმჟავას 50%-იანი ხსნარი, სორბინის მჟავა და ვანილი. ხარშვის დასრულების შემდეგ ვაწარმოებდით მზა პროდუქციის დაფასოებას და დახუფვას.

პროდუქციის ხარისხის შემოწმებას ვაწარმოებდით შემდეგი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების: საერთო შაქრის, მჟავიანობის, პექტინოვანი ნივთიერებების, ცილების, ნაცრის განსაზღვრით (99)

## თ ა ვ ი III

### ექსპერიმენტული ნაწილი

#### 3.1 ტყემლის სხვადასხვა ჯიშების ქიმიური შემადგენლობა

ტყემლის კულტურა ფართოდაა გავრცელებული საქართველოში. ხეხილის ბაღების საერთო მოცულობიდან მას 21-22%, ხოლო კურკოვანთა შორის 10% უკავია. ტყემლის ნარგავები ძირითადად განთავსებულნი არიან დასავლეთ საქართველოს რაიონებში, სადაც ბაღების საერთო ფართობის დაახლოებით 20% ტყემალს უკავია.

ტყემალი მაღალმოსავლიანი კულტურაა, ნაყოფის სრულად მსხმოიარობისას საშუალოდ ერთი ხე იძლევა 60-80 კგ ნაყოფს ერთი ხიდან, ხოლო ცალკეული ხეებიდან ხშირად კრეფენ 300 კგ და მეტსაც.

ტყემალს დიდი სამრეწველო გამოყენება აქვს. ტყემლის ჯგუფებში გაერთიანებულია მრავალი ფორმა, რომლებიც სხვადასხვა აგრობიოლოგიური და სამეურნეო ნიშნებით განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. ჩვენ გამოვიკვლიეთ ტყემლის-14 ჯიში, რომლებიც აღებული იყო საქართველოს როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთის რაიონებიდან. ამ გამოკვლევებზე დაყრდნობით შევარჩიეთ ტყემლის ჯიშები, რომლებიც პექტინოვანი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით გამოირჩევიან. (16) ტყემლის შერჩეული ჯიშური ფორმების ქიმიური შედგენილობა წარმოდგენილია ცხრილში 3.





ჯიში	მშრალი ნივთიერებები, %	მჟავიანობა, %	საერთო შაქრები, %	მთრიმლაგი და საღებავი ნივთიერებები, %	პექტინოვანი ნივთიერებების საერთო რაოდენობა, %	პექტინოვანი ნივთიერებების საერთო რაოდენობა პროდუქტის მშრალ წონაზე გაანგარიშებით, %
1	2	3	4	5	6	7
აჭარული ადრეული	10.7	3.1	5.87	0.24	1.48	13.8
წვრილნაყოფა ყვითელი	11.4	2.91	5.41	0.12	1.36	11.9
მახინჯაურის სამურაბე	11.3	2.67	5.25	0.20	1.45	12.8
გორის ვარდისფერი	10.45	3.02	3.72	0.13	1.44	15.0
ღენტეხის წითელი	9.78	2.63	3.55	0.08	1.58	16.1
საოქტომბრო	14.34	2.81	5.57	0.21	1.49	10.4

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, წამოდგენილი ტყემლის ჯიშები დიდი რაოდენობით შეიცავენ პექტინოვან ნივთიერებებს (1,36, - 1.58%), რის საფუძველზე ისინი შესაძლებელია განვიხილოთ როგორც პერსპექტიული ნედლეული პექტინის მისაღებად.

### 3.2 ტყემლიდან პექტინის მიღების პროცესების ექსპერიმენტული გამოკვლევა

#### 3.3. ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პროცესების გავლენა პექტინის ეთერიფიკაციის ხარისხზე და კომპლექსწარმომქმნელ უნარზე

მცენარეული ნედლეულიდან პექტინის მიღების არსებული მეთოდები მოიცავს ნედლეულის დამუშავებას მაჰიდროლოზებელი აგენტით პროტოპექტინის ხსნად პექტინში გადასაყვანად.

ტექნოლოგიური დამუშავების პროცესში პექტინოვანი ნივთიერებები განიცდიან მნიშვნელოვან ცვლილებებს. საწარმოო ციკლის შედეგად ხდება ცვლილებები პექტინის ფრაქციების შეფარდებაში, ეთერიფიკაციის ხარისხში, აცეტილირებაში, მოლეკულურ მასაში და ა.შ.

პექტინის ხარისხის ძირითად მაჩვენებელს, რომელიც მისი გამოყენების მიმართულებას განაპირობებს, წარმოადგენს ეთერიფიკაციის ხარისხი. მაღალი ეთერიფიკაციის ხარისხის პექტინები ძირითადად გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობაში, ხოლო დაბალი ხარისხით რეკომენდებულია გამოყენებული იყოს სამკურნალო-პროფილაქტიკური მიზნებისათვის.

მიღებული პროდუქტის თვისებები დამოკიდებულია ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე (pH-ის სიდიდეზე, პროცესის ტემპერატურაზე, თხევადი და მყარი ფაზების თანაფარდობაზე). ასევე საწყისი ნედლეულის მდგომარეობაზე და პექტინის ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებზე.

ეს განაპირობებს სხვადასხვა მცენარეული ნედლეულიდან პექტინოვანი ნივთიერებების ფიზიკო-ქიმიურ თვისებებში განსხვავებას. პექტინების მასა და კომპლექსწარმომქმნელი უნარი ფართო საზღვრებში იცვლება.

მრავალი მკვლევარის ნაშრომებში [1.19.28.29.134.151] ძირითადად განხილულია პროტოპექტინის ჰიდროლიზის პროცესის და ხსნადი პექტინის თითოეული ტექნოლოგიური პარამეტრის გავლენა მიზნობრივი ნივთიერების ხარისხის მაჩვენებლებზე. ამასთან, ძირითადი ყურადღება ეთმობა პექტინის ლაბწარმომქმნელ თვისებებს, რომელიც მათი ყველაზე ფართოდ გამოყენების სფეროს წარმოადგენს.

ჰიდროლიზი – ექსტრაგირების პირობების გავლენა პექტინის ეთერიფიკაციის ხარისხზე და კომპლექსწარმომქმნელ უნარზე ჩვენს მიერ შესწავლილია ტყემლიდან პექტინის მიღებისას.

ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პროცესის სხვადასხვა ფაქტორების პექტინის ეთერიფიკაციის ხარისხზე და კომპლექსწარმომქმნელ უნარზე შესწავლის მიზნით ჩვენს მიერ ჩატარებული იყო ექსპერიმენტების

სერია, ფაქტორების მორიგეობით ვარირებით, გამოკვლევის შედეგები წარმოდგენილია ცხ. 4-ში.

ტემპერატურული რეჟიმის შერჩევა განპირობებულია იმით, რომ 70°C-ზე ქვემოთ ტემპერატურაზე პექტინის გამოწვლილვა ძალიან ნელა მიმდინარეობს პროდუქტის დაბალი გამოსავლიანობით. პროცესის წარმართვას 95°C უფრო მაღალ ტემპერატურაზე პექტინის დესტრუქცია მოსდევს [51. 35].

პროცესის ხანგრძლივობის შეზღუდვა 60წთ-მდე ასევე განპირობებულია ტექნოლოგიური ფაქტორების პექტინოვან ნივთიერებებზე ზემოქმედების დროის მონაკვეთის გადიდებით.

მაჰიდროლიზებული აგენტის pH-ის მნიშვნელობა და მისი რაოდენობა ნედლეულის მიმართ ასევე შერჩეულია და ახლოს დგას ხილის ნაყოფებიდან პექტინის ჰიდროლიზ – ექსტრაგირების ოპტიმალურ მნიშვნელობებთან [41], რადგანაც ამ პირობებში პექტინის გამოსავლიანობა ყველაზე მაღალია, ხოლო პექტინის მოლეკულები ნაკლებად განიცდიდნენ სხვადასხვა სახის დესტრუქციას. pH-2-ზე მეტი მნიშვნელობისას ჰიდროლიზ–ექსტრაგირების სიჩქარე მცირდება ხსნარში წყალბადის იონების კონცენტრაციის შემცირების გამო, ხოლო pH 1.0-ის ქვემოთ ხდება პექტინის დეგრადაცია, ჰიდროლიზის მკაცრი პირობების გამო [201]

კვლევის ჩატარებისას აღებული იყო ტყემლის წონაკი 100 გ-ის რაოდენობით, ტენიანობით 88.6%. ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პროცესებს ვატარებდით ჰიდრომოდულისას 1:1, 60 წთ-ის განმავლობაში, pH-ის მნიშვნელობას ვცვლიდით 1.0-დან 2.5-მდე.

ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების ტემპერატურას ვცვლიდით 70°C-დან 95°C- მდე. ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების დროის გავლის შემდეგ ექსტრაქტს ვაცალკევებდით მყარი ფაზისაგან და ვაციებდით 10-15°C ტემპერატურაზე. პექტინის დალექვას ვაწარმოებდით 96% მოც.

სიმაგრის ეთილის სპირტით. მიღებულ კოაგულატს ვაცალკევებდით, ვრეცხავდით 96% მოც. ეთილის სპირტით, შემდგომ ვაშრობდით საშრობ კარადაში 55-65<sup>0</sup>C ტემპერატურამდე 5-6 სთ განმავლობაში, მასში ტენიანობის არაუმეტეს 14%-მ-ის შემცველობამდე. პექტინს ვაქუცმაცვებდით და ვცრიდით.

ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პროცესის ეფექტურობის შეფასებისათვის განვსაზღვრეთ გამოსავლიანობა და ძირითადი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები (ცხრილი 4).

პექტინის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების დამოკიდებულება ტემპერატურასა და pH არეზე

( $\tau=60$  წთ)

ცხრილი 4

პექტინის მაჩვენებლები	ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების ტემპერატურა და pH											
	70°C		75°C		80°C		85°C		90°C		95°C	
	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0
პექტინოვანი ნივთიერებების გამოსავალი,% ნედლეულის მშრალ მასაზე	7.9	8.6	10.1	9.1	10.8	10.1	12.1	11.3	12.4	11.6	13.0	13.5
თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფები, %	2.8	3.0	2.7	3.2	3.3	3.7	5.1	4.8	6.2	5.8	5.1	4.1
ეოპერიფიცირებული კარბოქსილის ჯგუფები, %	10.8	13.4	8.7	9.1	9.5	10.5	8.1	10.7	9.3	12.7	8.2	14.3

წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჰიდრომოდულის ხანგრძლივობის, pH არეს ერთნაირი მნიშვნელობებისას და პროცესის ტემპერატურის სხვადასხვა მნიშვნელობებისას მიღებულ პექტინებს სხვადასხვა ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები აქვთ.

პექტინოვანი ნივთიერებების გამოსავალი მიღებული(მშრალი წონიდან) სხვადასხვა ტემპერატურებისას 7.9-13.5%-ის ფარგლებში მერყეობს. ამასთან, ტემპერატურის ზრდასთან ერთად გამოსავალი იზრდება: ყველაზე მაღალი გამოსავალი აღინიშნება 95°C ტემპერატურაზე, პექტინოვანი ნაერთების გამოსავლის ზრდა ტემპერატურის გადიდებასთან ერთად ნედლეულიდან პექტინის უფრო სრულად გამოწვლილვით აიხსნება.

ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პირობების ეთერიფიკაციის ხარისხზე დამოკიდებულების გამოკვლევამ აჩვენა, რომ პროცესის ტემპერატურის მნიშვნელობების ვარირება საშუალებას იძლევა მივიღოთ პექტინები ეთერიფიკაციის სხვადასხვა ხარისხით, ტემპერატურის ზრდით 70°C-დან 90°C-მდე ეთერიფიკაცია მცირდება, ტემპერატურის შემდგომ ზრდას ეთერიფიკაციის ხარისხის ზრდა მოსდევს, რაც დაკავშირებულია მოლეკულების დესტრუქციასთან. pH -ის ზრდასთან ერთად ეთერიფიკაციის ხარისხი იზრდება. ეს, როგორც ჩანს დაკავშირებულია იმასთან, რომ დაბალ pH-ზე სისტემაში ერთდროულად მიმდინარეობს ორი პროცესი: პექტინის გამოწვლილვა პექტინშემცველი ნედლეულიდან და გამოწვლილული პექტინის მუავე დემეტოქსილირება.

რადგან ეთერიფიკაციის ხარისხი ასახავს პექტინის მოლეკულაში თავისუფალი და ეთერიფიცირებული ჯგუფების შემცველობას, ამიტომ თავისუფალი და ეთერიფიცირებული ჯგუფების შემცველობა იცვლება ჰიდროლიზის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. თავისუფალი კარბოქსილური ჯგუფების რაოდენობა იმყოფება 2.8-6,2%-ის ფარგლებში, ხოლო

ეთერიფიცირებული კარბოქსილის ჯგუფების 8.1-14.3%-ის ფარგლებში.

როგორც ცნობილია [2.47. 49. 69. 130. 146. 199], პექტინოვანი ნივთიერებების კომპლექსწარმომქმნელი უნარი განპირობებულია პექტინის მოლეკულაში თავისუფალი კარბოქსილური ჯგუფების არსებობით.

აქედან გამომდინარე, რაც უფრო მეტია თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფები პექტინის მოლეკულაში და შესაბამისად რაც უფრო ნაკლებია ეთერიფიკაციის ხარისხის მნიშვნელობები, მით უფრო მაღალია პექტინის კომპლექსწარმომქმნელი უნარი. ეთერიფიკაციის ხარისხის გავლენის გამოსაკვლევად და აქედან გამომდინარე, ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პირობების დასადგენად, პექტინის მიღებულ ყველა ნიმუშში განვსაზღვრეთ კომპლექსწარმომქმნის უნარის მნიშვნელობები, რომლებიც  $300-360 \text{ მგ pb}^{2+}/\text{გ}$  საზღვრებში მერყეობდა. ამასთან, ეთერიფიკაციის ხარისხის შემცირებასთან ერთად კომპლექსწარმომქმნელი უნარი იზრდება, რაც ადასტურებს სხვა ავტორების გამოკვლევების შედეგებს. [74, 101, 134].

ჩვენს მიერ შერჩეულია ტემპერატურა და pH-არეს ოპტიმალური მნიშვნელობები, რომლებზეც ტყემლიდან შეიძლება მივიღოთ პექტინი ეთერიფიკაციის დაბალი ხარისხით და მაღალი კომპლექსწარმომქმნელი უნარით: ტემპერატურა  $80^{\circ}\text{C}$ , pH-1.5. პექტინის ეთერიფიკაციის ხარისხი შეადგენს 50.5%-ს, კომპლექსწარმომქმნელი უნარი -  $365.0 \text{ მგ pb}^{2+} \text{ მგ}$ .

ცნობილია, რომ ეთერიფიკაციის ხარისხი განსაზღვრავს მოლეკულის მუხტის ხაზობრივ სიმკვრივეს, აქედან გამომდინარე კათიონების ძალას და კავშირის უნარს. ეთერიფიკაციის ხარისხის შემცირებით ე.ი. მაკრომოლეკულის მუხტის ზრდისას პექტინოვანი ნაერთების კავშირი კათიონებთან იზრდება, ეთერიფიკაციის 50% ხარისხისას ხდება კონფორმაციის ცვლილება, რომელსაც პექტინური



მაკრომოლეკულების აგრეგაცია და მჭიდრო შიდამოლეკულური ჰელატური კავშირის წარმოქმნა მოსდევს. სწორედ მისი ქიმიური თვისებების გამო პექტინი შეიძლება მივაკუთვნოთ შეუცვლელ ნივთიერებას პროფილაქტიკური და სამკურნალო საკვები პროდუქციის წარმოებაში გამოსაყენებლად.

ჩატარებული გამოკვლების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ:

- პექტინის ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლები დამოკიდებულია მისი ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პარამეტრებზე.

- პექტინის კომპლექსწარმომქმნელი უნარი დამოკიდებულია ეთერიფიკაციის ხარისხზე, აქედან გამომდინარე პექტინის მიღების პირობებზე.

ტემპერატურის შემცირებისას და pH-არეს ზრდისას პექტინის ეთერიფიკაცია იზრდება მისი კომპლექსწარმომქმნელი უნარის შემცირებით.

#### **4. ტყემლის ჯიშების გავლენა პექტინის ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებზე**

ჩვენს მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ კომპლექსწარმომქმნელ უნარზე არსებით გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორები, როგორცაა პექტინოვანი ნივთიერებების ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პირობები, pH-არე, მაგრამ კომპლექსწარმოქმნის მნიშვნელობა ჩვენს მიერ შერჩეული პარამეტრების მნიშვნელობების გათვალისწინებით განსხვავებულია ერთი და იგივე სახის ნედლეულისათვის. ნედლეულის ჯიშობრივი განსხვავებების და გავლენის შეფასებისათვის, შესაბამისად მისი ქიმიური შემადგენლობის პექტინის კომპლექსწარმოქმნის უნარზე, ჩვენს მიერ

ჩატარებულია დამატებითი გამოკვლევები. კვლევის ობიექტად აღებული იყო, ტყემლის შემდეგი ჯიშები: აჭარული ადრეული, წვრილნაყოფა ყვითელი, მახინჯაურის სამურაბე, გორის ვარდისფერი, ლენტეხის წითელი, საოქტომბრო.

ტყემლის ნაყოფს ვრეცხავდით, ვუკეთებდით ბლანშირებას 75-80°C ტემპერატურის ცხელი წყლით, ვახდენდით რბილობისა და კურკის გამოცალკევებას, რბილობს ვუმატებდით 75-80°C ტემპერატურის ცხელ წყალს პექტინის ექსტრაქციისათვის. ექსტრაქტს ვაცივებდით და ვაყოვნებდით 60-წთ-ის განმავლობაში, შემდგომ მიღებულ მასას ვწურავდით დოლბანდში, შემდეგ ორმაგ ფილტრში. მიღებულ ფილტრატს თანაბარი რაოდენობით ვუმატებდით მარილმუცავათი შემჟავებულ 96% მოც. ეთილის სპირტს (pH=1) ხსნარს ვაყოვნებდით 10-12სთ განმავლობაში. ამ დროის გასვლის შემდეგ ხსნარს ვფილტრავდით მინის ფილტრში №3. ფილტრზე დარჩენილი მასის ნალექის ჩარეცხვას ვაწარმოებდით რამდენჯერმე 96% მოც. ეთილის სპირტით, ვაშრობდით საშრობ კარადაში 55-65°C ტემპერატურაზე 5-6 საათის განმავლობაში, მიღებული მასა წარმოადგენდა პექტინის პრეპარატს.

100გ ტყემლიდან პექტინის გამოსავალი საშუალოდ შეადგენდა 1.1 გ-ს ანუ ნედლეულში საწყისი შემცველობის 80%-ს მიღებულ პრეპარატში განვსაზღვრეთ: ტენიანობა, pH, ბალასტური ნივთიერებების რაოდენობა, ხსნადი პექტინისა და პროტოპექტინის შემცველობა, თავისუფალი და ეთერიფიცირებული კარბოქსილის ჯგუფების რაოდენობა, ეთერიფიკაციის ხარისხი, კომპლექსწარმომქმნელი და ლაბწარმომქმნელი უნარი, განსაზღვრის შედეგები წარმოდგენილია ცხ. 5-ში.

გამოყოფილი პექტინის პრეპარატების ტენიანობა შეადგენდა 10-12%-ს ხოლო მათი 1%-იან ხსნარების pH 1.5-1.6-ს.

პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა ჯიშზე დამოკიდებულებით 1.36-1.58%-ს შეადგენდა, ყველაზე დიდი რაოდენობით პექტინოვან ნივთიერებებს შეიცავს ჯიში „ლენტეხის წითელი“. ბალასტური ნივთიერებების რაოდენობა ჯიშზე დამოკიდებულებით იცვლებოდა 11.7-13.4%-ის ფარგლებში. თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფების რაოდენობა შეადგენდა 4.7-5.8%-ს ეთერიფიცირებული კარბოქსილის ჯგუფები 8.3-8.6%. ამრიგად, ჯიშზე დამოკიდებულებით ტყემლის პექტინებს მოლეკულის სხვადასხვა შემადგენლობა აქვთ, რაც ეთერიფიკაციის სხვადასხვა ხარისხს განაპირობებს 59.4–64.7% და აქედან გამომდინარე, სხვადასხვა კომპლექსწარმომქმნელი და ლაბაწარმომქმნელ თვისებებს.

ყველაზე დაბალი ეთერიფიკაციის ხარისხი (59.4%) და ყველაზე მაღალი კომპლექსწარმომქმნელი უნარით (340.0 მგ  $\text{pb}^{2+}/\text{გ}$ ) ხასიათდება ტყემლის ჯიში „წვრილნაყოფა ყვითელი“, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ დანარჩენი პექტინებიც გამოყოფილი სხვა ჯიშებიდან ასევე ხასიათდებიან კარგი კომპლექსწარმომქმნელი უნარით (310.5-337.5 მგ  $\text{pb}^{2+}/\text{გ}$ ).

სხვადასხვა ჯიშის ტყემლის პექტინის ძირითადი

ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

ცხრილი 5

მაჩვენებლები	ტყემლის ჯიშები					
	აჭარული ადრეული	წვრილნა- ყოფა ყვითელი	მახინჯა- ურის სამურაბე	გორის ვარდის- ფერი	ლენტე- ხის წითელი	საოქ- ტომბრო
საერთო პექტინოვანი ნივთიერებები, % ნედლეულის მასის მიმართ	1.48	1.36	1.45	1.44	1.58	1.49
ხსნადი პექტინი, % ნედლეულის მასის მიმართ	0.68	0.66	0.7	0.64	0.78	0.7
პროტოპექტინი, % ნედლეულის მასის მიმართ	0.8	0.7	0.75	0.8	0.8	0.79
ბალასტური ნივთიერებების რაოდენობა, %	13.2	12.9	11.7	13.4	13.0	13.3
თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფების რაოდენობა. %	5.8	5.3	4.9	4.7	5.5	4.8
ეთერიფიცირებული კარბოქსილის ჯგუფების რაოდენობა, %	8.5	8.4	8.8	8.3	8.5	8.6
ეთერიფიკაციის ხარისხი, %	59.4	61.3	64.7	64.0	60.3	64.3
კომპლექსწარმომქმნელი უნარი, 2+ მგ PB /გ	310.5	340.0	335.3	325.0	337.5	328.3
ლაბწარმომქმნელი უნარი, CO მმ ვერცხ.წყ.სგ	338.0	340.0	350.0	345.0	339.0	347.0

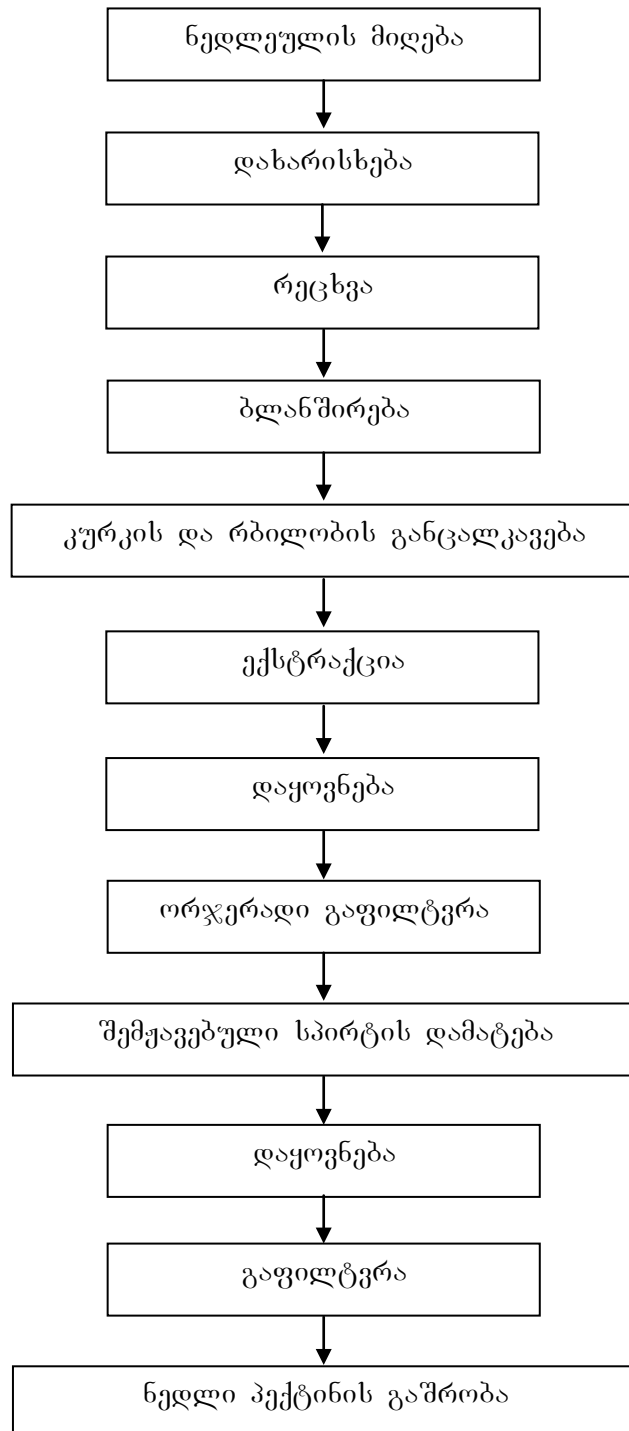
გარდა აღნიშნულისა, განვსაზღვრეთ ტყემლის სხვადასხვა ჯიშებიდან მიღებული პექტინის ლაბწარმომქმნელი უნარი. დადგენილია, რომ ტყემლის პექტინის ლაბწარმომქმნელი უნარი საკმაოდ მაღალია 338.0 – 350 მმ ვერცხლის წყ. სგ.

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ეთერიფიკაციის ხარისხის ზრდასთან ერთად კომპლექსწარმომქმნელი უნარი მცირდება, რაც ეთანხმება ლიტერატურულ მონაცემებს.

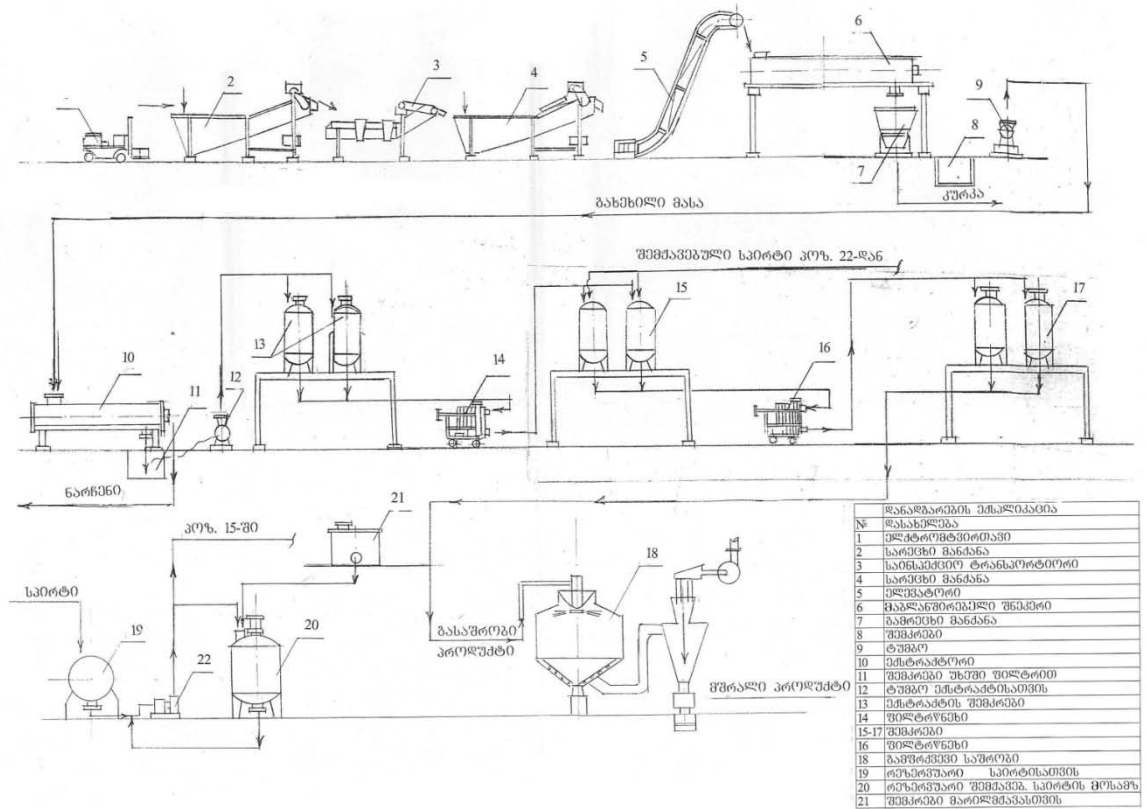
ექსპერიმენტული მონაცემებიდან საკმაოდ ნათლად ჩანს, რომ კომპლექსწარმომქმნელ უნარზე გაველენას ახდენს პექტინის თვისებები და შემადგენლობა, კერძოდ თავისუფალი და ეთერიფიცირებული კარბოქსილის ჯგუფების შემცველობა, ეთერიფიკაციის ხარისხი, ასევე პექტინის გამოყოფის პირობები.

მრიგად, ტყემლის სხვადასხვა ჯიშებიდან მიღებული პექტინები როგორც კარგ კომპლექსწარმომქმნელებს, ისე ღაბწარმომქმნელებს წარმოადგენენ.

#### 4.1. ტყემლიდან პექტინის მიღების ტექნოლოგიური სქემა



## 4.2 ტყეშილიდან პექტინის მიღების საწარმო-აპარატურულ ტექნოლოგიური სქემა



### 4.3 ტყემლის პექტინის გამოყენებით შემუშავებული ახალი სახეობის საკვები პროდუქტების კვებითი და

#### ბიოლოგიური ღირებულება

#### 5. ტყემლის პექტინის პრეპარატის პურის ნაწარმში დამატების

#### ბიოლოგიური ეფექტურობის შესწავლა

პექტინოვან ნივთიერებებს სხვადასხვა დარგებში ფართო გამოიყენება აქვთ (კვების მრეწველობა, მედიცინა) (16,18,117,119). ჩვენი სამამულო მრეწველობა არ აწარმოებს პექტინოვან პრეპარატებს, ამასთან დაკავშირებით არსებითი მნიშვნელობა შეიძინა ადგილობრივი ნედლეულიდან პროფილაქტიკური მოქმედების მქონე პექტინოვანი პრეპარატების წარმოების ტექნოლოგიის შემუშავებამ და მისი ორგანიზაციის პრობლემამ.

გამომდინარე იმ გარემოებიდან, რომ ადამიანის ჯანმრთელობაზე გარემოს ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური არასასურველი ზემოქმედების მიმართ უნიშვნელოვანეს ღონისძიებებს მიეკუთვნება კვება, ამიტომ სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვების ორგანიზაცია წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს ღონისძიებას მოსახლეობის ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში, ეს საშუალებას მოგვცემს საერთო და პროფესიული ავადობის პროფილაქტიკის, შრომის უნარის ამაღლების და სიცოცხლის ხანგრძლივობის ზრდის საქმეში.

პექტინშემცველი საკვების ასორტიმენტის გაფართოების მიზნით ტყემლის ადგილობრივი ჯიშებიდან ლაბორატორიულ და საწარმოო პირობებში შემუშავებული იქნა პექტინის პრეპარატის მიღების ტექნოლოგია.

სამრეწველო წარმოების პროდუქტებიდან, რომელიც შეიძლება გამდიდრებული იყოს პექტინოვანი ნივთიერებებით მათი



ორგანოლეპტიკური თვისებების არსებითი ცვლილებების გარეშე მიეკუთვნება პური და პურ-ფუნთუშეული ნაწარმი. პური მოსახლეობისათვის კვების ძირითადი პროდუქტია, პურის ახალი სახეობის შემუშავებამ შეიძლება მნიშვნელოვანი ეფექტი მოგვცეს მასში პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობის გადიდებისა და კალორიულობის შემცირების ხარჯზე.

ამ მიზნით ჩვენს მიერ გამოყენებული იყო ტყემლიდან გამოყოფილი პექტინის პრეპარატი, რომელიც ძირითადი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით (80%) ხასიათდება.

ჩატარებული ტექნოლოგიური გამოკვლევებით შევიმუშავეთ პურის ახალი სახეობა, (23) რომელიც პექტინოვანი ნივთიერებების გაზრდილ რაოდენობას შეიცავს, ერთდროულად დაგამუშავეთ ცომში პექტინის შეტანის ტექნოლოგია და რეჟიმები.

ჩატარებული იყო ცხობის ორი ვარიანტი, საკონტროლო-რეცეპტურით გათვალისწინებული კომპონენტებით პექტინის პრეპარატის გარეშე საცდელი პექტინის პრეპარატის გამოყენებით, მზა პროდუქტში განვსაზღვრეთ პურის ხარისხის ძირითადი მაჩვენებლები (23). ნიმუშების ცხობის შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 6-ში.

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს პექტინის პრეპარატის გამოყენების შედეგად იზრდება ძირის პურის ფორმომდებობა, მისი ფორიანობა, და მოცულობითი გამოსავალი. პურის საცდელი ნიმუში ხასიათდება პურის გულის თანაბარი ფორიანობით, ქერქის გლუვი ზედაპირით.

მზა პურის ნაწარმის ხარისხის მაჩვენებლები

ცხრილი 6

მაჩვენებლები	ცხობის ნიმუში	
	საკონტროლო	საცდელი
მოცულობითი გამოსავალი სმ3 100გ ფქვილზე	368	380
ძირის პურის ფორმომდგეობა	0.33	0.5
ტენიანობა	41.0	42.0
მჟავიანობა, გრადუსი	2.8	2.6
ფორიანობა	66	68
ორგანოლექტიკური თვისებები:		
ფორმა	სწორი	სწორი
ქერქის შეფერილობა	ღია ყავისფერი	ღია ყავისფერი
ზედაპირის ხასიათი	გლუვი	გლუვი
ფორიანობის ხასიათი, პურის გულის ელასტიურობა	თანაბარი	თანაბარი

წარმოგდენილი მონაცემები ძირითადად ეთანხმება სხვა ავტორთა მონაცემებს [118], რომლებიც აღნიშნავენ, რომ პექტინის გამოყენება პურის ცხობაში საშუალებას იძლევა გავაუმჯობესოთ პურის ხარისხი, გავზარდოთ მისი მოცულობითი გამოსავალი, ფორმომდგეობა, პურის გულის ფორიანობა.

პექტინის გამოყენება პურის ცხობაში საშუალებას იძლევა გავაუმჯობესოთ პურის ხარისხი, გავზარდოთ მისი მოცულობითი გამოსავალი, ფორმომდგეობა, პურის გულის ფორიანობა.

პურის ნაწარმის ქიმიური შემადგენლობა, რომელშიც დამატებულია ტყემლიდან მიღებული პექტინი 3%-ის ფარგლებში წარმოდგენილია ცხრ. 7-ში.

*პურის ახალი სახეობის ქიმიური შემადგენლობა და კვებითი ღირებულება*

**ცხრილი 7**

მაჩვენებლები	პურის ახალი სახეობა	ძირის პური ხორბლის I ხარისხის ფქვილიდან
ცილები, %	7,3	7,4
ცხიმები, %	1,2	1,3
ნახშირწყლები, %	42,1	45,1
პექტინი, %	0,5	0,05
უჯრედანა, %	1,0	1,0
ჰემიცელულოზა, %	3,2	3,2
ტენიანობა, %	42,0	41,0
ნაცარი, %	1,7	1,6
კალორიულობა, კკალ 100გ.ზე	208,4	221,7

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა ახალ სახეობაში მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე ტრადიციული ტექნოლოგიით დამზადებული პურის ნაწარმში, ხოლო მისი კალორიულობა 13,3%-ით ნაკლებია.

**5.1 ახალი სახეობის საკონდიტრო პროდუქტები (კონფიტიური,ჟელე) ტყემლის ნედლეულისგან და მათი კვებითი ღირებულება**

ცნობილია, რომ ადამიანის და ცხოველის ორგანიზმში მძიმე ლითონების ჭარბი რაოდენობით სისტემატური მოხვედრა სხვადასხვა დაავადების მიზეზი ხდება [167]. აღნიშნული მოითხოვს პროფილაქტიკური ღონისძიებების ჩატარებას, რაც თავის მხრივ

პექტინის, როგორც ბუნებრივი დეტოქსიკანტის წარმოების გაფართოებას განაპირობებს. პექტინს უნარი აქვს შებოჭოს და ორაგნიზმიდან გამოიტანოს მძიმე ლითონები და რადიოაქტიური ნაერთები [168].

რადგან ჩვენი სამამულო წარმოება არ აწარმოებს პექტინოვან პრეპარატებს. მეტად მნიშვნელოვანია ადგილობრივი, პექტინის მაღალი შემცველობის ნედლეულის გამოყენებით სამკურნალო-პროფილაქტიკური პროდუქტების რეცეპტურისა და ტექნოლოგიის შემუშავება.

ტყემალს საკონსერვო მრეწველობაში დიდი გამოყენება აქვს. ხეხილის არცერთი ნაყოფი არ იძლევა ისეთი მდიდარი ასორტიმენტის პროდუქტს, როგორც ეს კულტურა. ამასთან მისგან დამზადებულ პროდუქციაზე (კომპოტი, მურაბა, პასტა, წვენი, ჟელე, პიურე, კონფიტიური) დიდი მოთხოვნილებაა.

საქართველოში ტყემლის კულტურის მრავალი ჯიში არსებობს, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისგან სამრეწველო დანიშნულების მიხედვით. ამის გათვალისწინებით ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა დასავლეთ საქართველოში ფართოდ გავრცელებული სამრეწველო დანიშნულების მქონე ტყემლის სხვადასხვა ჯიშის ქიმიური შემადგენილობა და ტექნოლოგიური თვისებები.

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ტყემლის ჯიშები „მესხური შავი“, „წითელი დროშა“, მათი ქიმიური შემადგენლობიდან გამომდინარე, პერსპექტიულია წვენის დასამზადებლად, „ლანჩუთის საკონსერვო“, „საოქტომბრო“, „მახარაძის საგვიანო“ უმჯობესია მურაბის დასამზადებლად, ხოლო რაც შეეხება კონფიტიურს და ჟელეს დასამზადებლად საუკეთესოა ისეთი ჯიშები, როგორცაა „გულდედავა“ და „გორული ვარდისფერი“, რომლებიც რბილობისა და წვენის მაღალი გამოსავლიანობით ხასიათდებიან (ცხრილი 8).

ტყემლის ჯიშების ქიმიური შემადგენლობა

ცხრილი 8

ჯიში	მშრალი ნივთიერებები, %	მჟავიანობა, %	საერთო შაქრები %	მთრიმლავი და საღებავი ნივთიერებები, %	საერთო პექტინის რაოდენობა, %	ასკორბინ მჟავა, მგ %
მესხური შავი	14.47	2.45	6.67	0.29	1.07	4.3
ლანჩხუთის საკონსერვო	11.1	2.8	6.15	0.19	1.19	6.01
საოქტომბრო	14.34	2.81	5.57	0.21	1.5	12.5
წითელი დროშა	14.68	2.5	6.9	0.30	1.25	8.5
გულდედავა	14.48	2.0	6.82	0.28	1.1	5.45
მახარაძის საგვიანო	12.5	2.5	6.8	0.22	0.6	4.8
გორიული ვარდისფერი	10.8	2.8	4.7	0.18	1.4	5.8

ტყემლის აღნიშნული ჯიშები ჩვენს მიერ გამოყენებული იყო როგორც ნედლეული კონფიტიურისა და ჟელეს დასამზადებლად, მზა პროდუქტების ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრილში 9.

ტყემლის კონფიტიურის და ჟელეს ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

ცხრილი 9

მაჩვენებლები	პროდუქტი	
	კონფიტიური	ჟელე
მშრალი ნივთიერებები, %	56.0-58.0	62.0-65.0
ტიტრული მჟავიანობა, %	0.4-0.5	0.5-0.7
პექტინის შემცველობა, %	0.5-0.8	0.5-0.8

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ როგორც კონფიტიური, ისე ქელე ხასიათდება პექტინის მაღალი შემცველობით, რაც განპირობებულია აღნიშნული პროდუქტების დამზადების ტექნოლოგიურ მეთოდში ჩვენს მიერ ტყემლიდან გამოყოფილი პექტინის დამატებით.(99)

შემუშავებული ტექნოლოგიით დამზადებული პროდუქტები ხასიათებიან მაღალი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით, სასაქონლო სახით და სრულიად აკმაყოფილებენ ამ პროდუქტებზე მოქმედი სტანდარტით წაყენებულ მოთხოვნილებებს.

პექტინშემცველი პროდუქტების ასორტიმენტის გაზრდის მიზნით ჩვენს მირ შემუშავებული იქნა კონფიტიურ „ასორტი“-ს მიღების ტექნოლოგია, რომლის დამზადებისათვის ნედლეულის სახით გამოყენებული იქნა ტყემალი (ჯიში „გორის ვარდისფერი“) და მანდარინი ჯიში ”ენშიუ” ნედლეულის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრილ 10-ში.

ნედლეულის ქიმიური შემადგენლობა

ცხრილი 10

მაჩვენებლები	ტყემალი	მანდარინი
ტენიანობა, %	89.2	88.5
მშრალი ნივთიერებების რაოდენობა, %	10.8	11.5
საერთო ნახშირწყლები %	4.7	8.6
უჯრედანა %	0.5	0.6
პექტინი %	1.4	0.4
ორგანული მჟავები, %	2.8	1.03
ნაცარი %	0.5	0.5
<b>მინერალური ნივთიერებები მგ, %</b>		
ნატრიუმი	17.0	12.0
კალიუმი	188.0	155.0
კალციუმი	27.0	35.0
მაგნიუმი	21.0	11.0
ფოსფორი	25.0	17.0
რკინა	1.9	0.10
<b>ვიტამინები, მგ%</b>		
B კაროტინი	0.16	0.06
B <sub>1</sub> ვიტამინი	0.02	0.06
B <sub>2</sub> ვიტამინი	0.03	0.03
PP ვიტამინი	0.50	0.20
ვიტამინი C	5.8	38.0

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, როგორც ტყემალი, ისე მანდარინი ხასიათდებიან საერთო შაქრების მაღალი შემცველობით (შესაბამისდ 4.7-8.6%), პექტინის შემცველობა შესაბამისად 1.4-0.4%-ს შეადგენს, ხოლო უჯრედანას 0.5-0.6%-ს.

დამზადებული პროდუქტის ხარისხის შემოწმებას ვატარებდით შემდეგი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების: საერთო შაქრების, მჟავიანობის, პექტინოვანი ნივთიერებების, ორგანული მჟავების, მშრალი ნივთიერებების, ცილების, ნაცრის განსაზღვრით (ცხრილი 11).

კონფიტიური „ასორტი“ გარეგნულად წარმოადგენს უელესმაგვარ მასას, რომელშიც თანაბრადაა განაწილებული ჩახარშული ნაყოფები. გემო-მოტკბოა, სუნი – ტყემლისა და მანდარინისათვის დამახასიათებელი, ფერი –ერათგვაროვანი, მოყვითალო-წითელი ელფერით.

*კონფიტიური „ასორტი“-ს ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები  
და კვებითი ღირებულება*

ცხრილი 11

მაჩვენებლები	შემცველობა, %-ში
მშრალი ნივთიერება %	75.0
საერთო შაქრები, %	50.0
ორგანული მჟავები (ვაშლის მჟავაზე გადაანგარიშებით), %	0.8
პექტინი, %	1.0
ცილები, %	0.5
უჯრედანა, %	0.5
ნაცარი, %	0.5
კვებითი ღირებულება, კკალორია	204.0



კონფიტიური სრულფასოვანი საკვები პროდუქტია, რომელშიც წარმოდგენილია ნედლეულში შემცველი ყველა სასარგებლო ნივთიერება, რომელიც აუცილებელია ადამიანის ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის. აგრეთვე მნიშვნელოვანია ჩვენს მიერ მიღებული ტყემლის პექტინის დადებითი თვისება საკონდიტრო მრეწველობაში რადგან ის გამოირჩევა მაღალი თერმომედეგობით (ცხობის დროს ნამცხვრებში შიგთავსის სახით.) იგი მაღალკალორიული პროდუქტია (100გრ პროდუქტის კალორიულობა შეადგენს 204.0 კკალორიას), მასში პექტინის მაღალი შემცველობა (1%) საშუალებას გვაძლევს იგი განვიხილოთ, როგორც სამკურნალო-პროფილაქტიკური პროდუქტი.(99) ისევე როგორც ტყემლის კონფიტიური და ჟელე, ამ პროდუქტების გამოყენება შესაძლებელია მედიცინაში ჰიპერტონიით და ათეროსკლეროზით დაავადებულ პირთა დიეტოთერაპიაში. წარმოდგენილი პროდუქტების ადამიანის კვებაში ჩართვა ხელს შეუწყობს გარემოდან ორგანიზმში შესულ მავნე ნივთიერებების (მძიმე მეტალები და რადიოაქტიური ნაერთები) ორგანიზმიდან ელიმინაციას.

პროდუქციის (ჟელე,კონფიტიური,პური) ორგანოლეპტიკური შეფასება ჩატარებული იქნა, საქართველოს კვების მრეწველობის ინსტიტუტში.

## **5.2 ტყემლიდან მიღებული პექტინის პრეპარატის ბიოლოგიური მოქმედების შეფასების შედეგები**

### **5.3. ტყემლის პექტინის პროტექტორული მოქმედების გამოკვლევა**

ტოქსიკოლოგიური კვლევის ერთ-ერთ მთავარ ამოცანას ორგანიზმში მოხვედრილი ტოქსიკური ნივთიერებების გაუვნებლობა, განსაკუთრებით კი, ორგანიზმიდან მათი გამოტანის მეთოდების

ძიება წარმოადგენს. მეტალების გარკვეული ჯგუფის შემთხვევაში ეს ამოცანა ხორციელდება კომპლექსონების გამოყენებით, რომლებსაც ორგანიზმში მეტალთა იონების შებოჭვის და მათთან კომპლექსების წარმოქმნის უნარი აქვთ, რითაც კლებულობს ტოქსიკურობა და ადვილდება მათი გამოტანა ორგანიზმიდან. ცნობილია კომპლექსონების დიდი რაოდენობა, რომლებიც ძირითადად მიეკუთვნებიან პოლიამინოკარბონმჟავების ჯგუფს, ეს ნივთიერებები წარმოადგენენ სინთეზურ ქიმიურ ნაერთებს და იწვევენ სხადასხვა არასასურველ ეფექტებს, რაც გარკვეულ წილად ზღუდავს ამ პრეპარატების გამოყენებას მძიმე მეტალებით ინტოქსიკაციის პროფილაქტიკაში.(44)

ამ მიმართულებით განსაკუთრებით პერსპექტიულია პექტინოვანი ნივთიერებები, რომლებიც არ იწვევენ ორგანიზმში გვერდით მოვლენებს და ამავე დროს იძლევიან გამოსატულ ეფექტს. ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია პექტინის დადებითი მოქმედება მძიმე მეტალებით ინტოქსიკაციის დროს [(12. 25. 97)].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენს მიერ გამოკვლეული იყო ტყემლის პექტინის პრეპარატის მოქმედების ეფექტურობა მძიმე მეტალით (ტყვიით) მოწხამვის დროს. (44) ამ მიზნით ექსპერიმენტი ჩატარეთ თეთრ ვირთაგვებზე საშუალო საწყისი მასით - 120გ. ვირთაგვებს ერთი თვის მანძილზე პერორალურად ვაძლევდით ძმარმჟავა ტყვიის ხსნარს დოზით 50 მგ/კგ-ზე. საექსპერიმენტო ცხოველები გაყვავით ოთხ ჯგუფად: I. ჯგუფის (საკონტროლო) ცხოველები იღებდნენ მხოლოდ ტყვიის მარილს; II. ჯგუფის ტყვიის მარილს იმავე დოზით და ტყემლიდან გამოყოფილი პექტინის პრეპარატს დოზით 250 მგ/კგ-ზე; III ჯგუფის – ამავე კონცენტრაციის ტყვიის მარილის და პექტინის პრეპარატს დოზით 500 მგ/კგ-ზე; IV ჯგუფის – ტყვიის მარილს დოზით 50 მგ/კგ-ზე და პექტინის

პრეპარატს 1000 მგ/კგ-ზე დოზით. ოთხივე ჯგუფის ცხოველები იკვებებოდნენ ნახევრადსინთეზური რაციონებით.

ვირთაგვების ორგანიზმიდან ტყვიის დეპონირების და გამოსვლის შესასწავლად ბიოსუბსტრატებში და შინაგან ორგანოებში ვსაზღვრავდით ტყვიის შემცველობას (41) ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში- 12.

*ექსპერიმენტის პერიოდში ვირთაგვების ორგანიზმიდან ტყვიის გამოყოფის დინამიკა (მგ)*

**ცხრილი 12**

ჯგუფი	მაჩვენებელი	მოშხამვის პერიოდი, დღე		
		10	20	30
I	ბიოსუბსტრატი	0.051±0.005	0.131±0.011	0.179±0.009
II	ბიოსუბსტრატი	0.145±0.012	0.321±0.022	0.354±0.026
III	ბიოსუბსტრატი	0.133±0.010	0.430±0.032	0.480±0.043
IV	ბიოსუბსტრატი	0.200±0.010	0.334±0.028	0.369±0.038

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ტყვიის გამოყოფის დონე ორგანიზმიდან არსებითად დამოკიდებულია ცხოველთა რაციონში პექტინის პრეპარატის შემცველობაზე. ასე მაგალითად, ექსპერიმენტებით ცხოველთა საკონტროლო ჯგუფში, რომლებიც არ იღებდნენ საკვლევ პრეპარატს მოშხამვის პერიოდის მე-10 დღეს გამოიყოფოდა 0.051 მგ ტყვია, მაშინ როდესაც ცხოველებში, რომლებიც იღებენ რაციონს 250მგ/კგ პექტინის პრეპარატის შემცველობით ექსპერიმენტებით გამოყოფილი ტყვიის რაოდენობა 2.8-ჯერ აღემატებოდა საკონტროლო ჯგუფის ცხოველებთან შედარებით და შეადგენდა 0.145მგ-ს რაციონი, რომელიც შეიცავდა პექტინის პრეპარატს დოზით 500 მგ/კგ-ზე ასევე გამოსახულ

მოქმედებას იჩენდა ტყვიის ელიმინაციის პროცესებზე. ტყვიის ელიმინაციის სიდიდე კონტროლთან შედარებით მოშხამვის მეათე დღეს 2.6-ჯერ იზრდებოდა და შეადგენდა 0.133 მგ-ს. რაციონი, რომელიც შეიცავდა პექტინის პრეპარატს დოზით 1000მგ/კგ-ზე უფრო არსებით გავლენას ახდენდა ტყვიის ელიმინაციის პროცესებზე, საკონტროლოსთან შედარებით, მძიმე მეტალის ელიმინაციის დონე მოშხამვის მეათე დღეს აღემატებოდა 3.9-ჯერ და შეადგენდა 0.200მგ-ს.

ექსპერიმენტის მომდევნო დღეებში მძიმე მეტალის ელიმინაცია ცხოველთა ორგანიზმიდან, რომლებიც იღებდნენ ტყემლის პექტინს იზრდებოდა და მოშხამვის პერიოდის მეოცე დღეს საკონტროლო ჯგუფის ცხოველებთან შედარებით აღემატებოდა 2.45-ჯერ (II-ჯგუფი), 3.28-ჯერ (III ჯგუფი), 2.54-ჯერ (IV ჯგუფი).

ტყვიის ყველაზე დიდი რაოდენობით გამოყოფა ბიოსუბსტრატებით აღინიშნებოდა მოშხამვის პერიოდის დასასრულს, ასე მაგალითად, ცხოველთა მეორე ჯგუფში ამ პერიოდში გამოიყოფოდა 0.354მგ ტყვია, რაც საკონტროლო ჯგუფის ცხოველების ელიმინაციის მონაცემებს 1.97-ჯერ აღემატებოდა, ცხოველთა III. ჯგუფში ექსპერიმენტის 30-ე დღეს ტყვიის გამოყოფა შეადგენდა 0.48მგ-ს და 2.68-ჯერ აღემატებოდა საკონტროლო მაჩვენებელს.

ტყვიის ელიმინაციის დონე ცხოველებში, რომლებიც იღებდნენ 1000 მგ/კგ-ზე პექტინის პრეპარატს, უფრო მაღალი იყო, ვიდრე საკონტროლო ჯგუფის ცხოველებში (2.0-ჯერ) და პრაქტიკულად იგივე, რაც II ჯგუფში. ცხოველთა ორგანიზმიდან ტყვიის ელიმინაციის უფრო მაღალი დონით გამოყოფის აღნიშნული კამონზომიერება ტყემლის პექტინის მიღების ფონზე ორგანიზმში ტყვიის შეხლდული რაოდენობებით დაგროვებას განაპირობებდა. ამას ადასტურებს ვირთაგვების ორგანიზმში შესული ტყვიის

რაოდენობა და ორგანიზმიდან ბიოსუბსტრატებით გამოყოფილი ტყვიის რაოდენობებს შორის სხვაობა (ცხრილი 13).

*ტყვიის ბალანსი (მგ) ვირთაგვების ორგანიზმში*

ცხრილი 13

ჯგუფი	მაჩვენებელი	ექსპერიმენტის განმავლობაში			
		შეყვანილია	გამოყოფილია	ელიმინა- ციის%	დეპონირე- ბულია
I	ბიოსუბსტრატი	24.9	5.66±0.18	22.7	19.24±1.27
II	ბიოსუბსტრატი	24.9	14.1±1.42	56.6	10.8±1.2
III	ბიოსუბსტრატი	24.9	19.12±1.5	76.8	5.78±0.44
IV	ბიოსუბსტრატი	24.9	15.22±1.32	61.1	9.68±0.36

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ექსპერიმენტის პერიოდში ბიოსუბსტრატებით გამოყოფილ ტყვიის რაოდენობამ საკონტროლო (I) ჯგუფში შეადგინა 5.66±0.18 მგ (22.7%), მაშინ როდესაც ორგანიზმში დეპონირდა – 19.24 ±1.27 მგ (77.3 %).

ექსპერიმენტის დასასრულს ტყვიის რაოდენობა დეპონირებულ ცხოველთა ორგანიზმში, რომლებიც იღებდნენ ტყემლის პექტინს II, III და IV ჯგუფებში შესაბამისად 1.78; 3.3 და 1.99 –ჯერ ნაკლები იყო, ვიდრე საკონტროლო (I ჯგუფში) ამავე ჯგუფებში გამოყოფილი ტყვიის რაოდენობა შეადგენდა საერთო რაოდენობის 56.6, 76.8 და 61.1%-ს. ტყვიის ელიმინაციის ყველაზე მაღალი დონე აღინიშნებოდა ცხოველთა III-ჯგუფში, სადაც ვირთაგვები რაციონის შემადგენლობაში იღებდნენ ტყემლის პექტინს კონცენტრაციით 500 მგ/კგ-ზე.

ექსპერიმენტში ასევე შევისწავლეთ ტყვიით ინტოქსიკაციისას ცხოველთა ორგანიზმში არსებული ფუნქციური, მორფოლოგიური და პათომორფოლოგიური ცვლილებები ტყემლის პექტინის მიღების

ფონზე. კვლევის შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ ცხოველები, რომლებიც არ იღებდნენ პექტინის პრეპარატს აღინიშნებოდა აგზნებულობა, აგრესიულობა, რომელიც მოშხამვის პერიოდის ბოლოსათვის მოდუნებით, კანის საფარის ცვლილებით მთავრდებოდა. ცდის მე-20 დღისათვის ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებით სხეულის მასის სტატისტიკურად სარწმუნო ჩამორჩენა აღინიშნებოდა.

ინტოქსიკაციის პროცესის განვითარებას თან ახლდა ღვიძლის, თირკმელების, ელენთის, თირკმელზედა ჯირკვლის მასის გადიდება, ირღვეოდა ნივთიერებათა ცვლა, პირველ რიგში ცილის. ამავე ჯგუფში აღინიშნებოდა ტყვიის გავლენით ნახშირწყლების ცვლის პროცესების ცვლილებები, კერძოდ იზრდებოდა გლუკოზას შემცველობა სისხლში. მნიშვნელოვანი ცვლილებები აღინიშნებოდა სისხლის პროტეინოგრამაში, რომელიც ხასიათდებოდა ჰიპოპროტენურიით, ალ/გლ კოეფიციენტის შემცირებით, ასევე სისხლში ნარჩენი აზოტის და შარდოვანას რაოდენობის გადიდებით (ცხრილი 13.14), სისხლში ჰემოგლობინის დონის შემცირებით, რეტიკულოციტების რაოდენობის გაზრდით, აღინიშნებოდა რეტიკულოციტი, ლეიკოპენია. დადგენილი იქნა სისხლის შრატში ასკორბინმჟავას მნიშვნელოვანი შემცირება.

ღვიძლში დადგენილი ფუნქციური ცვლილებები და შესაბამისად მეტაბოლური პროცესების ცვლილებები მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს ორგანიზმში სტრუქტურული დარღვევების გამოვლინებას. ღვიძლის ქსოვილში აღინიშნებოდა პარენქიმის დისტროფიული მოვლენები. ღვიძლის უჯრედებს არ ჰქონდათ მკაფიო საზღვრები, მათი ციტოპლაზმა მარცვლოვანია, ბირთვები ჰიპერქიმერული, სისხლძარღვების ან შემაერთებელი ქსოვილის ირგვლივ ადგილ-ადგილ გვხვდებოდა დიფუზური ან კეროვანი პოლიმორფო-უჯრედოვანი ელემენტები.

ცხოველები, რომლებიც იღებდნენ ტყემლის პექტინს არ აღინიშნებოდათ საერთო მდგომარეობის შეცვლა, კანის საფარის ცვლილება, რაც შეეხება სხეულის მასას და შინაგანი ორგანოების მასურ კოეფიციენტებს, ისინი სტატისტიკურად სარწმუნოდ არ განსხვავდებოდა ინტაქტური ცხოველების შესაბამისი მონაცემებისგან. ცხოველების მიერ პექტინის პრეპარატის დაბალი დოზით (250 მგ/კგ) მიღებისას, სისხლში საერთო ცილის, ალბუმინების და გლობულინების შემცველობაში, ალ/გლ შეფარდების კოეფიციენტებში, ამინოტრანსფერაზების აქტივობაში, ნარჩენი აზოტის და შარდოვანას შემცველობაში აღინიშნებოდა განსხვავებები ინტაქტური ცხოველების ჯგუფებთან შედარებით, მაშინ როდესაც უფრო მაღალი დოზებისას (500მგ/კგ და 1000მგ/კგ-ზე) ასეთი განსხვავებები არ დადგინდა. საცდელი ცხოველების ტყვიით მოწხამვისას პექტინის პრეპარატის ამ კონცენტრაციებით მიღების დროს არ აღინიშნებოდა ნახშირწყლების ცვლის დარღვევა, სისხლში სულფჰიდრილური ჯგუფების და ასკორბინმჟავას რაოდენობის სტატისტიკურად სარწმუნო შემცირება. ცხოველების ღვიძლში, რომლებიც იღებენ 250 მგ/კგ დოზით პექტინს დადგენილი იყო ცალკეული ხასიათის სტრუქტურული დარღვევები, მაშინ, როდესაც იმ ჯგუფებში, სადაც იღებდნენ 500 მგ/კგ და 1000 მგ/კგ კონცენტრაციით, ამ ორგანოს სტრუქტურული დარღვევები არ აღინიშნებოდა.

ღვიძლის ცილაწარმოქმნელი ფუნქციის მაჩვენებლები ექსპერიმენტის პერიოდში

ცხრილი 14

№	მაჩვენებლები	ფონი	მოშხამვის პერიოდი დღე			
			7	14	21	28
I	საერთო ცილა, გ/ლ	86,4±2,2	77,0±2,6	56,3±1,5	25,5±5,3	34,3±3,0
	ალბუმინები, %	53,4±0,97	40,0±6,3	31,9±4,1	28,4±1,0	26,0±6,0
	გლობულინები, %	46,6±0,97	60,0±6,3	68,1±4,1	76,0±1,0	74,0±6,0
	შეფარდება ალ/გლ	1,15±0,05	60,0±0,02	0,47±0,1	0,40±0,02	0,35±0,03
	ნარჩენი აზოტი, მმოლი/ლ	19,9±1,8	22,6±2,7	25,6±1,4	29,4±2,5	31,6±1,0
	შარდოვანა, მმოლი/ლ	7,4±1,1	8,2±0,9	8,6±0,7	9,8±,5	10,5±0,5
	შარდოვანას აზოტი, მმოლი/ლ	2,8±0,4	3,4±0,45	4,0±0,3	4,6±0,2	4,7±0,2
II	საერთო ცილა, გ/ლ	86,4±2,2	88,7±2,7	84,0±4,4	80,4±4,4	80,0±3,5
	ალბუმინები, %	53,4±0,97	58,0±1,7	57,6±4,2	52,0±5,2	51,5±2,1
	გლობულინები, %	46,6±0,97	42,0±1,7	42,4±4,2	48,0±5,2	48,5±2,1
	შეფარდება ალ/გლ	1,15±0,05	1,38±0,12	1,35±0,11	1,08±0,16	1,06±0,03
	ნარჩენი აზოტი, მმოლი/ლ	19,9±1,8	23,4±2,7	24,3±2,3	23,4±2,0	23,7±2,7
	შარდოვანა, მმოლი/ლ	7,4±1,1	7,8±1,0	8,1±1,1	7,8±0,66	7,9±0,9
	შარდოვანას აზოტი, მმოლი/ლ	2,8±0,4	3,5±0,5	3,8±0,5	3,6±0,3	3,7±0,4
III	საერთო ცილა, გ/ლ	84,8±1,9	80,0±1,0	84,0±1,0	81,3±4,0	85,0±1,0
	ალბუმინები, %	57,6±1,0	57,0±1,9	52,8±1,0	52,1±2,8	54,7±3,0
	გლობულინები, %	42,4±1,0	42,4±1,9	47,2±1,0	47,9±2,8	45,3±3,0
	შეფარდება ალ/გლ	1,37±0,12	1,4±0,05	1,1±0,05	1,12±0,05	1,2±0,06
	ნარჩენი აზოტი, მმოლი/ლ	19,9±1,8	20,0±0,8	24,0±2,8	23,2±0,3	24,0±1,6
	შარდოვანა, მმოლი/ლ	6,0±0,5	6,1 ±0,5	6,0±0,3	5,8±0,2	6,0±0,7
	შარდოვანას აზოტი, მმოლი/ლ	2,8±0,4	2,8±0,6	2,8±0,6	2,7±0,07	2,8±0,3
IV	საერთო ცილა, გ/ლ	84,8±1,9	80,8±1,0	80,5±0,5	85,0±2,3	80,0±8,3
	ალბუმინები, %	57,6±1,4	61,8±1,8	54,0±1,8	59,3±5,7	55,1±4,0
	გლობულინები, %	42,4±1,4	39,2±1,8	46,0±1,8	40,7±5,7	41,9±4,0
	შეფარდება ალ/გლ	1,37±0,11	1,62±0,12	1,2±0,09	1,45±0,15	1,22±0,08
	ნარჩენი აზოტი, მმოლი/ლ	19,9±1,8	19, ±2,7	23,8±1,9	19,3 ±0,5	25,5±1,44
	შარდოვანა, მმოლი/ლ	5,9±0,8	6,2±1,3	5,8±0,9	5,8±0,2	6,0±0,6
	შარდოვანას აზოტი, მმოლი/ლ	2,8±0,4	2,8±0,6	3,6±0,4	2,77±0,1	3,1±0,3



ცხოველთა ორგანიზმში, რომლებიც იღებდნენ ტყემლის პექტინს ტყვიის დეპონირება სისხლსა და ორგანოებში მნიშვნელოვნად ნაკლებად იყო წარმოდგენილი. ამ ცხოველებში მოშხამვის პერიოდის ბოლოს ტყვიის შემცველობა პექტინის დოზის შესაბამისად ძვლის ქსოვილში 33.6%-ით, ღვიძლში 15.7%-ით, თირკმელში 51.2%-ით, სისხლში 18.7% -ით ნაკლები იყო I ჯგუფთან შედარებით.

ამრიგად, ტყემლიდან მიღებული პექტინის პრეპარატი ხელს უშლის ლაბორატორიული ცხოველების ორგანიზმში ტყვიის დაგროვებას და მის ორგანიზმიდან გაძლიერებულ გამოყოფას განაპირობებს, რაც საგრძნობლად ასუსტებს ტყვიის ტოქსიკურ მოქმედებას ორგანიზმზე, აღნიშნული ტყემლის პექტინის პროტექტორულ მოქმედებაზე მიუთითებს მძიმე მეტალებით ინტოქსიკაციის დროს.

## **6. ტყემლის პექტინის რადიოპროტექტორული მოქმედების შესწავლა**

თანამედროვე პირობებში ორგანიზმიდან სტაბილური და რადიაქტიური მეტალების გამოდევნის ეფექტური საშუალებების ძიების პრობლემა დიდი მნიშვნელობას იძენს, ატომური ენერჯისა და რადიაქტიური იზოტოპების ტექნიკის, მედიცინის და სოფლის მეურნეობაში ფართოდ გამოყენებასთან დაკავშირებით განსაკუთრებით აქტუალურია ორგანიზმიდან რადიოაქტიური სტრონციუმის გამოყვანის საშუალებების ძიება.

ამ რადიონუკლეოტიდის ორგანიზმში შესვლის თავიდან აცილების ან მისი შემცირების მიზნით გამოიყენებენ ადსორბენტებს, ცელულოზებს, სორბენტებს, ალგინატებს, კალიუმის ფეროციანიდს. ლიტერატურაში მოიპოვება მონაცემები [113.143] მიღებულ ექსპერიმენტში და დაკვირვებაში მოხალისეებზე, ნატრიუმის ალგინატის, კალციუმის ფოსფატის ერთობლივი მიღებისას ეფექტურობაზე. ასევე ამ დამცველი საშუალებების კომპლექსში ვიტამინებთან და ამინომჟავებთან ორგანიზმში მუდმივად  $Sr^{90}$  და  $Cr^{137}$  მუდმივი მიღებისას. ნაშრომებში [21-22] წარმოდგენილია დამაჯერებელი ექსპერიმენტული და კლინიკური მონაცემები პექტინის გამოსახულ მოქმედებაზე რადიონუკლეიდების ორგანიზმში შესვლისას. კიევის შრომის, ჰიგიენისა და პროფდაავადების ინსტიტუტში შემუშავებულია რეკომენდაციები პექტინისა და პექტინშემცველი პროდუქტების სხვადასხვა ფორმების გამოყენებაზე რადიონუკლეიდების შესაბოჭად (113).

ყველა ზემოთხამოთვლილი პრეპარატი ცუდად შეიწოვება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში, ისინი ეფექტურად მოქმედებენ მეტალების კათიონებთან აქტიური ფუნქციონალური ჯგუფების ხარჯზე, რასაც საკვებთან ერთად შესული რადიონუკლეოტიდების ინკორპორაციის მექანიზმის ბლოკირება მოსდევს, მაგრამ ამ პრეპარატების დეკომპორირებული მოქმედება შეზღუდულია, ისინი ეფექტურია რადიონუკლეიდების შემცველი საკვებისა და წყლის მუდმივი მიღებისას. უნდა აღინიშნოს, რომ ამჟამად ადსორბენტების, დასახელებული სორბენტების კლასის ეფექტური გამოყენება გამორიცხებულია. უფრო აქტუალურია პრეპარატებისა და საკვები დანამატების შექმნა, რომლებიც არა მხოლოდ ბლოკირებენ რადიონუკლეოტიდების შეწოვას, არამედ ხელს უწყობენ მათ ეფექტურ დეპონირებას. ასეთი ტიპის პრეპარატები უნდა შეიცავდნენ ნივთიერებებს, რომელიც სელექციურად შებოჭავენ

რადიონუკლიდებს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში, გავლენას მოახდენენ საერთო მინერალურ ცვლაზე, მაგრამ არ გამოიწვევენ დისბალანსს.

პრეპარატების შერჩევას, რომლებიც აჩქარებენ რადიონუკლიდების ორგანიზმიდან გამოყვანას ან კიდევ ხელს უშლის მის შეწოვას, გათვალისწინებული უნდა იყოს, რომ ნივთიერებები, რომლებიც ჩვეულებრივ არ შედიან ბუნებრივი მეტაბოლიტების ციკლში (მაგალითად, ფარმაკოლოგიური) მოითხოვს მეტად რთულ დასაბუთებას, რადგან მხოლოდ ევოლუციის გამოცდილება წარმოადგენს დამაჯერებელ მტკიცებულებას მათი გამოყენების შესაძლებლობაზე. ამასთან, მასობრივი პროფილაქტიკის საშუალებები პირველყოვლისა უნდა მოიძებნოს საკვებ ნივთიერებებს შორის.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ ჩატარებული იყო გამოკვლევა ტყემლის პექტინის გამოყენების შესაძლებლობაზე (რომელსაც აქვს მეტალებთან რეაგირების უნარი) სტრონციუმის შებოჭვისათვის მისი შემდგომი დეტოქსიკატის სახით შემდგომში გამოყენების მიზნით.

გამოვიკვლიეთ აღნიშნული პრეპარატის ურთიერთქმედების ეფექტურობა სტრონციუმის მარილებთან PH არეს სხვადასხვა მნიშვნელობებისას: 3.6 2.0 და 7.6; ვაწარმოებდით სტრონციუმის განსაზღვრას ნალექებში და ფილტრატში ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილ 15-ში.

სტრონციუმის რაოდენობა ნალექსა და ფილტრებში

ცხრილი 15

გამოსაკვლევი ადგილი მასალა	PH	პრეპერატის რაოდენობა რეაქციაში, მგ	Sr-ის შეყვანილი რაოდენობა, მგ	Sr-ის რაოდენობა, ნალექში მგ	Sr-ის რაოდენობა ფილტრატში, მგ	Sr-ის განსაზღვრული საერთო რაოდენობა, მგ	Sr-ის რაოდენობა	
							ნალექში	ფილტრატში
							%-ში	შეყვანილი Sr-ის მიმართ
რეაქცია Sr (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -თან	3.6	15	3.7	2.07	1.53	3.7	56.0	44.0
	2.0	15	3.7	1.15	2.55	3.7	31.0	69.0
	7.6	15	3.7	2.8	0.90	3.7	76.0	24.0
რეაქცია SrCl <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O -თან	3.6	15	3.6	2.03	1.57	3.6	56.4	43.6
	2.0	15	3.6	1.39	2.21	3.6	38.5	61.5
	7.6	15	3.6	2.75	0.85	3.6	76.2	23.8

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს პექტინის პრეპარატს უნარი აქვს შებოჭოს სტრონციუმის მნიშვნელოვანი რაოდენობები რეაქციებში Sr-ის მარილებთან – წყლიან არეში (შესაბამისად 31.0-76.2%).

ცდებმა აჩვენეს, რომ კუჭის წვენი PH (2.0) რამდენადმე ამცირებდა პექტინის უნარს შეეხოჭა სტრონციუმი. რეაქციაში შებოჭილი სტრონციუმის რაოდენობა 31.0-38.5%-ს შეადგენდა. როგორც ჩანს, პექტინი სტრონციუმთან რეაქციაში წარმოქმნის პექტინმუავას მარილებს (პექტინატებს), რომლებიც მუავე არეში ნაწილობრივ იხსნებიან.

ცხრილის მონაცემებიდან ასევე ჩანს პექტინის უნარი შებოჭოს სტრონციუმი სუსტ ტუტე არეში, უფრო მაღალია (76.0-76.2%) ვიდრე მუავე არეში (56.0-56.4%).

ჩატარებული გამოკვლევები პექტინის პრეპარატის სტრონციუმის მიმართ რეაქტიულობის უნარის დადგენაზე (არეს

სხვადასხვა მნიშვნელობას) მიუთითებენ, რომ pH-არეს ზრდასთან ერთად იზრდება პექტინის უნარი შებოჭოს სტრონციუმი, ეს როგორც ჩანს აიხსნება იმ გარემოებით, რომ pH-ის მნიშვნელობის ზრდასთან ერთად პექტინი დიეთერიფიცირდება და ხდება უფრო ძლიერი ინტენსიური ურთიერთქმედება პექტინის მოლეკულების მუავე რადიკალებსა და სტრონციუმის იონებს შორის.

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ ტყემლიდან მიღებულ პექტინის პრეპარატს აღმოაჩნდა სტრონციუმის მიმართ უფრო მაღალი სარეაქციო უნარი სხვა წყაროებიდან (მზესუმზირა, შაქრის ჭარხალი) მიღებულ პექტინთან შედარებით. ანალოგიურად ჩატარებულ ცდებში pH-არეს მნიშვნელობისას 3.6 მზესუმზირის პექტინის პრეპარატმა სტრონციუმის მარილებთან რეაქციაში შებოჭა სტრონციუმის საერთო რაოდენობის 52%, შაქრის ჭარხალის პექტინმა 34.0-36%, მაშინ როდესაც ჩვენმა პრეპარატმა – 56.0% (22).

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგებმა საშუალება მოგვცა ჩაგვეტარებინა ბიოლოგიური ცდები პექტინის მოქმედების გამოკვლევაზე, როგორც პროფილაქტიკური საშუალებებისა სტრონციუმის მოქმედების მიმართ.

ცდა ჩავატარეთ 60 თეთრ მამრ ვირთაგვაზე (საშუალო მასით 155.0გ) რომლებიც დაყავით ექვს ჯგუფად. საკონტროლო ჯგუფის (I) ცხოველები იკვებებოდა ნახევრადსინთეზური რაციონებით, საცდელი (II-IV) ჯგუფების ცხოველები იღებდნენ 1-5% (საკვების მიმართ) ტყემლის პექტინის პრეპარატს. ვირთაგვებში ყოველდღიურად შეგვეყავდა 2 მმკ  $S_z^{90}$  ცდის ხანგრძლივობა შეადგენდა 10 დღეს, ცდის შედეგები წარმოდგენილია ცხრლ-16.

როგორც გამოკვლევებმა აჩვენეს ვირთაგვებში, რომელთა დიეტაში ვუმატებდით პექტინის პრეპარატს სტრონციუმი ძვლებში მნიშვნელოვნად ნაკლები იყო, ვიდრე ვირთაგვებში, რომლებიც არ იღებდნენ მას კვების რაციონთან ერთად. კვების რაციონში პექტინის

კონცენტრაციის მატება ხელს უშლიდა საცდელ ცხოველებში ძვალში სტრონციუმის დეპონირებას.

საუკეთესო შედეგი მიღებული იქნა ცხოველთა რაციონში პექტინის პრეპარატის მაქსიმალური დოზის 5%-ს შეტანისას. ამ შემთხვევაში სტრონციუმის შემცველობა საცდელი ცხოველების ჩონჩხში მინიმალური იყო და საკონტროლოს შემცველობის მიმართ 12.3 %-ს შეადგენდა.

ამრიგად, რადიაქტიური სტრონციუმის ორგანიზმში შესვლისას პექტინით გამდიდრებული დიეტა მნიშვნელოვნად ამცირებს ამ იზოტოპის დეპონირებას ვირთაგვების ორგანიზმში.

*Sr<sup>90</sup> შემცველობა ცხოველთა ძვლებში*

**ცხრილი 16**

შპ'უზი	Sr <sup>90</sup> ის შემცველობა		
	1 გ ძვალზე	მთლიანად ჩონჩხში	საცდელი ცხოველების ჩონჩხში %, საკონტროლო ცხოველების შემცველობის მიმართ
I	1.57+0.19	21.9+2.8	100.0
II	1.36+0.06	19.04+0.84	86.75
III	1.1+0.07	15.4+0.98	70.3
IV	0.82+0.06	11.5+0.84	52.5
V	0.25+0.01	3.5+0.14	16.0
VI	0.19+0.01	2.7+0.14	12.3

ტყემლის პექტინი უვნებელია ადამიანის ორგანიზმისათვის, სისხლში შეყვანილი პექტინოვანი ნივთიერებანი 36-საათის შემდეგ გამოიყოფიან ორგანიზმიდან შარდთან ერთად. იგი დიდი დოზებით მიღების დროსაც არ არის ტოქსიკური. ტყემლის პექტინით მდიდარი დიეტა დადებითად ცვლის ნაწლავების მიკროფლორას. იგი სპობს ლპობის გამომწვევ მიკროორგანიზმებს და აძლიერებს ნაწლავების

ნორმალურ ფუნქციონირებას. ჩატარებული გამოკვლევები ტყემლის პექტინის რადიოპროტექტორულ მოქმედებაზე მიუთითებს. აღნიშნული ექსპერიმენტები ჩატარებულია, სანიტარიისა და ჰიგიენის კვლევით ინსტიტუტში.

## 6.1. ექსპერიმენტის დაგეგმვის და მონაცემების დამუშავების მათემატიკური მეთოდი

სარწმუნო შედეგების მისაღებად, გამოსაკვლევ ფაქტორებს შორის კავშირის გამოვლენის მიზნით, ასევე ექსპერიმენტში ცდების შემცირების მიზნით გამოვიყენეთ მათემატიკური მეთოდები [46, 60].

მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაგეგმვას და დამუშავებას ვახორციელებდით მრავლობითი რეგრესიული ანალიზის დახმარებით ფაქტორების ურთიერთქმედებისა და მეორე რიგის ეფექტების შეფასებით. ლაბორატორიული ცდების შედეგების მიხედვით ვიღებდით რეგრესიის ტოლობას კვადრატული ეფექტებით:

$$y = B_0 + \sum_{j=1}^k B_j X_j + \sum_{u=1}^k \sum_{u+1}^k B_{ju} X_j X_u + \sum_{j=1}^k B_{jj} X_j^2$$

რეგრესიის ტოლობების კოეფიციენტების ანალოგიური ტოლობების სისტემების დახმარებით ვსაზღვრავდით:

$$B_0 = \sum_{j=1}^n \hat{a}_1 y_j - \sum_{j=1}^k \hat{a}_2 X_j \sum_{j=1}^n X_j^2$$

მათ დისპერსიას ვსაზღვრავდით:

$$S^2 B = \hat{a}_1 S^2 \text{ აღწარმ.}$$

სადაც:  $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_j, \dots, \hat{a}_n$  ცხრილების საშუალებით განასაზღვრული კოეფიციენტებია.

რეგრესიის კოეფიციენტების მნიშვნელობებს სტუდენტის კრიტერიუმების დახმარებით ვსაზღვრავდით.

აღწერილობის დისპერსიას ნულოვანი ცდებით ვსაზღვრავდით

$$\sum_{u=1}^{n_0} (y^0_u - y_0)^2 \qquad \sum_{u=1}^{n_0} y^0_u$$

$$S^2_{\text{აღწარმ}} = \frac{\quad}{n_0 - 1} ; \quad y = \frac{\quad}{n_0}$$

აღწარმოებლობის დისპერსიის თავისუფლების ხარისხთა რიცხვს:

$$f_{\text{აღწარმ}} = n_0 - 1$$

დარჩენილ დისპერსიას ვსაზღვრავდით ფორმულით:

$$S^2_{\text{დარჩ}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}$$

დარჩენილი დისპერსიის ადეკვატურობის ტოლობას გამოწმებით ფიშერის კრიტერიუმის მიხედვით:

$$f = \frac{S^2_{\hat{a}}}{\quad}$$



$$S^2_{\text{აღწარ}}$$

სადაც:  $S^2_a$  ადეკვატურობის დისპერსიაა, რომელსაც ვსაზღვრავდით შეფარდებიდან

$$S^2_a f_a = S^2_{\text{დარჩ}} f_{\text{დარჩ}} - S^2_{\text{აღწარ}} f_{\text{აღწარ}}$$

$$S^2_{\text{დარჩ}} f_{\text{დარჩ}} - S^2_{\text{აღწარ}} f_{\text{აღწარ}}$$

$$S^2_a = \frac{\quad}{f_a}$$

სადაც:  $f_a$  დისპერსიის ადეკვატურობის თავისუფლების ხარისხის რიცხვია.

$$f_a = f_{\text{დარჩ}} - f_{\text{აღწარ}}$$

ტოლობას ექსპერიმენტის მიმართ ადეკვატურად ვთვლიდით, თუ

$$f < f_{\text{ცხრილის}}$$

ფიშერის ცხრილისებრ კრიტერიუმებს ვპოულობდით დისპერსიის ადეკვატურობის თავისუფალი ხარისხის რიცხვის მიხედვით ( $f_1 = f_{\text{აღ}}$ ) აღწარმოების დისპერსიის თავისუფლების ხარისხის რიცხვით ( $f_2 = f_{\text{აღმრ}}$ ).

## 6.2. ტყემლიდან კომპლექსწარმომქმნელი პექტინის მიღების მათემატიკური მოდელის შემუშავება

წარმოადგენს რა სამეცნიერო კვლევის მეთოდს, მათემატიკური მოდიელირება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ამა თუ იმ ფაქტორების გავლენა პექტინოვანი ნივთიერებების მიღების პროცესზე სხვადასხვა კომპლექსწარმომქმნელი უნარით, პექტინოვანი

ნაერთების გამოწვლილვის პროცესების ტექნოლოგიური პარამეტრების გავლენის ხარისხის დასადგენად ძირითადი ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებელზე, განსაკუთრებით კომპლექსწარმოქმნელ უნარზე, ჩვენს მიერ გამოყენებული იყო მრავლობითი რეგრესიის ანალიზის მეთოდი ფაქტორების ურთიერთქმედებისა და მეორე რიგის ეფექტებით. ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდისა და ცდის მონაცემების დამუშავება წარმოდგენილია წინამდებარე ნაშრომში.

ტყემლის ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პროცესების პარამეტრების გავლენის შესასწავლად პექტინის გამოსავლიანობაზე და კომპლექსწარმოქმნელ უნარზე ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა პროცესის ძირითადი ფაქტორები:

$t$  – ჰიდროლიზის ტემპერატურა, °C;

$T$  – ჰიდროლიზის ხანგრძლივობა, სთ;

pH – არეს აქტიური მუავიანობა.

შერჩეული ფაქტორებისათვის დადგენილია თანაფარდობის დონეები და ინტერვალები (ცხრილი-17).

*ფაქტორების ვარირების დონეები და ინტერვალები*

ცხრილი 17

ექსპერიმენტის პირობები	აღნიშვნები	ფაქტორები		
		$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{სთ}$	pH
ძირითადი დონე	$X_0$	80.0	1.0	1.5
ვარირების ინტერვალი	$\Delta X$	10	1.5	0.5
ზედა დონე	$X_{jB}$	90	2.5	2.5
ქვედა დონე	$X_{jU}$	70	0.5	1.0

უმცირესი კვადრატების მეთოდით მოძებნილია რეგრესიის ტოლობები, რომელთაც ვსაზღვრავდით შემდეგი მახასიათებლისათვის:

$y_3$  – პექტინის გამოსავლიანობა:

$y_4, y_5, y_6$  – კომპლექსწარმომქმნელი უნარი.

პექტინის გამოსავლიანობის ( $y_3$ ) დამოკიდებულება ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პირობებზე წარმოდგენილია შემდეგი ტოლობით, რომელშიც ფაქტორების სახით შერჩეულია ტემპერატურა ( $X_1$ ), ჰიდრომოდული ( $X_2$ ), ხანგრძლივობა ( $X_3$ ), არეს PH- ( $X_4$ )

მიღებული იქნა რეგრესიის შემდეგი ტოლობა:

$$y_3 = -0.45 + \frac{16.7\%}{0.07X_1} + \frac{3.5\%}{0.08X_2} + \frac{8.0\%}{0.01X_3} + \frac{24.7\%}{2.15 X_4}$$

დეტერმინაციის კოეფიციენტი  $R=0.53$ . პექტინის გამოსავალზე ( $y_3$ ) სასიკეთო გავლენას ახდენენ ფაქტორები  $X_1, X_2$  და  $X_3$  ამასთან  $X_1$  ფაქტორის გავლენის წილი მაღალია – 16.7%;  $X_2$  ფაქტორის დაბალი 3.5 %, ხოლო  $X_3$ -ს 8% PH არეს ( $X_4$ ) გაზრდით პექტინის გამოსავალი მცირდება, ამ ფაქტორების გავლენა მაღალია – 24.7%  $X_1, X_2, X_3$  და  $X_4$  ფაქტორების კომპლექსწარმომქმნელი უნარის ( $X_4$ ) დამოკიდებულების ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პირობებზე მათემატიკური აღწერისათვის შერჩეული იყო იგივე ფაქტორები.

მიღებული იქნა შემდეგი რეგრესიის ტოლობა:

$$y_4 = -242.2 + \frac{6.4\%}{1.5X_1} + \frac{3.6\%}{1.9X_2} - \frac{7.6\%}{0.2 X_3} - \frac{27.4\%}{128.6 X_4}$$

რეგრესის ტოლობის ანალიზის შედეგად გამოვლენილია ფაქტორებს შორის მჭიდრო კავშირი ( $R = 0.43$ ),  $X_1$  გავლენის წილი შეადგენს 6.4%-ს, ხოლო  $X_2$  -ის ძალიან დაბალია 1.6%. ამ ფაქტორების ზრდას  $y_4$  ზრდა მოსდევს, ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების დროს ( $X_3$ ) ზრდასთან ერთად  $y_4$  მცირდება, ამასთან გავლენის წილი დაბალია – 7.6%. pH არეს ( $X_4$ ) ზრდასთან ერთად პექტინის კომპლექსწარმოქმნელი უნარი ( $y_4$ ) მცირდება. ამ ფაქტორების გავლენის წილი მაღალია – 27.4%.

მიღებული დამოკიდებულებები პექტინის კომპლექსწარმოქმნის უნარზე, პექტინის გამოსავლიანობაზე, ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე, გათვალისწინებული იყო ტყემლიდან პექტინის პრეპარატის გამოყოფისას.

ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილი იქნა ჰიდროლიზ-ექსტრაგირების პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები, რომლებიც გათვალისწინებული იყო ტყემლიდან პექტინის მიღების მეთოდის შემუშავებისას.

## დასკვნები

1. საქართველოში გავრცელებული ტყემლის სამრეწველო ჯიშების ქიმიური შემადგენლობის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ტყემალი ხასიათდება პექტინოვანი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით (1.36%-1.58%), რის საფუძველზეც შესაძლებელია მათი გამოყენება პექტინის მისაღებად.
2. დადგენილია ტყემლიდან პექტინის მიღების ჰიდროლიზ-ექსტრაქციის რეჟიმები: ჰიდრომოდული (1:1), pH-არეს მნიშვნელობა 1.5, ტემპერატურა 75-80°C, დაყოვნების დრო 60 წუთი, ექსტრაგენტში ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი 96%.
3. შემუშავებულია ტყემლიდან პექტინის მიღების საწარმოო აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა.
4. ნაჩვენებია, რომ ტყემლის ხხვადასხვა ჯიშებიდან გამოყოფილი პექტინი ხასიათდება ხხვადასხვა ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლებით: ბალასტური ნივთიერებების რაოდენობა ჯიშზე დამოკიდებულებით მერყეობდა 11.7-12.9%-ის ფარგლებში, თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფების რაოდენობა 4.7-5.8%, ეთერიფიკაციის ხარისხი 59.4-64.7%; კომპლექსწარმომქმნელი უნარი 310-340 მგ;  $PB^{2+}$ /გ-ზე, ლაბწარმომქმნელი უნარი - 338-350 მმ ვერცხლის წყ.სგ.
5. საკვები რაციონების შემადგენლობაში ტყემლიდან მიღებულ პექტინის პრეპარატის ჩართვა იწვევს მძიმე მეტაბოლური (ტყვიის) ორგანიზმიდან ელიმინაციის ზრდას და დაჩქარებას, ამცირებს მის საერთო ტოქსიკურ მოქმედებას ორგანიზმზე.

6. დადგენილია, რომ ტყემლის პექტინი კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში რადიოაქტიური სტრონციუმის შებოჭვის ეფექტური საშუალებაა.
7. ჩვენს მიერ მიღებული ტყემლის პრეპარატი, მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისებებით გამოირჩევა რაც განპირობებულია მასში თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფების არსებობით და კომპლექსწარმოქმნის დიდი უნარი, იგი მძიმე მეტალებით მოწამვლისას კარგი შხამსაწინააღმდეგო საშუალებაა. ტყემლის პექტინის პრეპარატს აქვს უნარი შებოჭოს ორგანიზმისთვის უადრესად მავნე ტოქსიკური ელემენტების ფართო სპექტრი, მათ შორის მძიმე და რადიოაქტიური ელემენტებიც. აგრეთვე ზოგიერთი ორგანული წარმოშობის ტოქსინი (ტყვია, სტრონციუმი და სხვა.)
8. ნაჩვენებია, რომ პურის რეცეპტურაში ტყემლის პრეპარატის ჩართვა ხორბლის ფქვილის 3%-მდე არსებითად აუმჯობესებს მზა ნაწარმის ხარისხს (იზრდება პურის მოცულობითი გამოსავალი, ფორმომდებობა, ფორიანობა ასევე გახანგრძლივდა მისი შენახვის დრო 16-საათიდან 26-საათამდე). უფრო მაღალი რაოდენობით დამატებას მისი ძირითადი ტექნოლოგიური თვისებების დაკარგვა მოსდევდა.
9. სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების პექტინშემცველი პროდუქტების გაფართოების მიზნით ტყემლის (როგორც ნედლეულის), ისე ტყემლიდან გამოყოფილი პექტინის გამოყენებით შემუშავებულია ახალი სახეობის საკონდიტრო პროდუქტების (კონფიტიური, ჟელე) დამზადების ტექნოლოგიური მეთოდი.
10. ახალი სახეობის კვების პროდუქტები წარმოადგენენ მაღალხარისხოვან ფართო მოხმარების ეკოლოგიურად სუფთა საკონსერვო პროდუქტს. პექტინოვანი ნივთიერებებისა და

ვიტამინების მაღალი შემცველობის გამო მათი გამოყენება მიზანშეწონილია არამარტო საკვებ პროდუქტად, არამედ პროფილაქტიკური და სამკურნალო მიზნებისთვისაც რადიოაქტიური იზოტოპებით დაჭუჭყიანებული რაიონებისა და ავტომანქანების გამონახობლქვი აირებით დაჭუჭყიანებული ატმოსფეროს მქონე დიდი ქალაქების მოსახლეობისათვის.

11. ჩვენს მიერ მიღებული პროდუქციის (კონფიტიური, ჟელე) შენახვის დროს მზა პროდუქტში არ ხდება მათი ძირითადი ქიმიური მაჩვენებლების თვისებების ცვლილება. მიკრობიოლოგიური გაფუჭება, რაც მიუთითებს სწორ ტექნოლოგიურ მეთოდებზე. ამ პროდუქტების მიღების ტექნოლოგია მარტივია და უდანაკარგო.

აღნიშნული პროდუქცია წარმოადგენს ეკოლოგიურად სუფთა მაღალხარისხოვან და კონკურენტუნარიან პროდუქტს.

## ЛИТЕРАТУРА :

1. Абаева Р.Ш., Аймухамедова Г.Б. - Получение пектиновых веществ из растительного сырья. //Труды Фрунзенского политехнического института, 1986 г., вып. 93, стр. 195-125.
2. Абдуразанова С.Х., Темурходжаев А.С. - Узбекское пектинсодержание сырья для производства пищевого пектина. // Труды Ташкентского политехнического института – 1993 г. – вып. 107 – с. 92-94.
3. Аймухамедова Г.Б., Шелухина Н.Н. - Пектиновые вещества и методы их определения. // Фрунзе, Илим, 1994 г., 120 с.
4. Алексеев Е.П., Пахомов В.Ф.- Моделирование и активизация технических процессов в пищевой промышленности. // М.Агропромиздат, 1997г., 272 с.
5. Алимов Б., Турсунходжаев Р. - Математическое описание технологического процесса экстракции. // В сб. Вопросы кибернетики. Ташкент. 1986 г. - вып. 85 – с. 20-23.
6. Акимов И.Г. - Применение пектина в медицине. // Сборник материалов Всесоюзного совещания по вопросам технологии и пектина. – М. ЦИНТИ пищевая промышленность. 1992 г. – с. 46-49.
7. Акимов И.Г. - Пектиновые вещества и их характеристики. // Сборник научных трудов Ивановского медицинского института – 1987 г.– вып. 13 – с. 65-75.



8. Андреев В.В., Науменко В.В. - Способы получения и применения различных типов яблочного пектина. // Обзорная информация ЦНИТЭИ пищевой промышленности, 1991 – вып. 16 – с. 31.
9. Андреев В.В., Науменко В.В., Паршакова А.П. - Способы получения и применения различных типов яблочного пектина. // Консервная овощесушильная промышленность.- М. ЦИТИПищепром. 1991г. - серия 4 – вып.16 -11 с.
10. Арасимович В.В. Балтага С.В. Пономарёва Н.В.- Биохимия винограда в онтогенезе. // Кишинёв. – 1995 г. – 151 с.
11. Архипова С.Г. - Применение делятина для профилактики интоксикации металлами. // Материалы XV научной сессии института питания АМИ СССР, М.,1984 г.,вып 2., с.112.
12. Архипова О.Г. - Влияние пектина на содержание ртути в организме. Токсикология новых промышленных веществ. // М., 1991г., вып 2., с.135-138.
13. Асмаев М.П., Коршилов Ю.Т. - Моделирование процессов пищевых производств. // М., Лёгкая и пищевая промышленность. 1992 г. – 172 с.
14. Ашубаева З.Д., Скрипкина Г.М. - Желирующие свойства пектиновых производных. // Известия АН Киргизской ССР –Фрунзе. 1986 г. - №1 – с.36-38.
15. Балабуха В.С., Разбитная Л.М., Разумовский Н.О. - Проблема выведения из организма долгоживущих радиоактивных изотопов. // М., Госатомиздат, 1992 г. – 167 с.
16. ნ.ბაღათურიძე.შ.მუღლაძე. ”ტყემლის სხვადასხვა ჯიშების დახასიათება პექტინის შემცველობის მიხედვით და ამ

- ნედლეულიდან პექტინის მიღების მეთოდი” აგრარული მეცნიერების პრობლემები სამეცნიერო შრომათა კრებული. XXXVI. თბილისი-2005.
17. Балтага С.В., Гринпель М.С., Арасимович В.В. - Технологическая схема проиизводства пектина из пищевого арбуза. // Труды Молдавского НИИ земледелия и овощеводства 1991 г. – т.3 –с.240-247.
  18. Балтага С.В., Райн С.Я. - Пектиновые вещества и их значение в народном хозяйстве. // Кишинёв. 1993 г. -117 с.
  19. Бархатов В.Ю. - Исследование физико-химических свойств пектиновых веществ яблок. Кубани. Автореферат, Краснодар, 1992 г.
  20. Беззубов А.Д. - Исследование возможности использования пищевого пектина комплексона при интоксикации кобальтом. // Гигиена и санитария, 1989 г., №11, с. 23-26.
  21. Беззубов А.Д., Хатина А.И. - О применении пектина как профилактического средства при интоксикации стронцием//Гигиена труда и профзаболевания. 1961 г., №4, с.39-42.
  22. Беззубов А.Д., Хатина А.И. - Применение пектина в качестве детоксиканта в производстве изделий для детского питания. // Гигиена труда и профзаболевания. 1981 г., №4, с.25-28.
  23. ნ.ბადათურიას.შ.მუღლაძე.”ახალისახეობის პურის ნაწარმი” აგრარული მეცნიერების პრობლემები-სამეცნიერო შრომათა კრებული-XX XVII. თბილისი 2006
  24. Бондарь С.Н. - Разработка технологии полуфункционального пектина для лечебно-профилактических продуктов. // Автореферат, М., 1991г.
  25. Бондарев Г.И., Анисова А.А., Алексеева Т.А. – Оценка пектина как профилактического средства при свинцовой интоксикации. // Вопросы питания. 1989 г., №2, с.65-67.

26. Бочкарёв М.В., Ваеилаки А.Ф., Ботнаръ Б.Л. - Применение пектинсодержащих продуктов питания для профилактики хронических отравлений органическими и неорганическими солями тяжёлых металлов.// Тез. докл. Всесоюзн. симп. Киев, 1997г., с.63-64.
27. Бузина Г.В. - Исследование процессов производства пищевого студнеобразующего пектина из яблочных выжимок. ВНИИКП – 1992 г. – вып.16 – с.93-97.
28. Бузина Г.В. - Технологическая схема производства свекловичного пектина из свекловичного жома. // ВНИИКП – М. Пищепром. - 1990 г.– вып.15 – с.190-201.
29. Бузина Г.В - Сравнительная характеристика образцов пектина различного происхождения. // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1990 г., №9, с.12-15.
30. Бузина Г.В, Кибрик Э.Д., Парфененко В.В. - Производство свекловичного пектина. // М. ЦНИИТЭИ Пищепром, Кондитерская промышленность, Экспресс-информация. 1994 г.,— вып.3 - с.1-26.
31. Верич Г.И. - Влияние унитиола и липамида на состояние сердечно-сосудистой системы животных, получавших соединения кадмия и меди. // Врачебное дело. 1997 г., №4, с.110-112.
32. Влияние соли природы, соли и концентрации ионов  $Ca^{2+}$  на процесс студнеобразования свекловичных пектинов. // Ильина И.А., Бакирь В.Д., Хачатурян А.П., Морозова С.А. // Всероссийский научно-технический семинар-совещание с международным участием. «Научные и практические пути решения проблемы производства пектина». Тез. докл. Краснодар. 1994 г.– 103 с.

33. Возможность увеличения выпуска студнеобразующего пектина. // Консервная, овощесушильная и пищевая концентратная промышленность. Серия 4. РБ, М., 1992 г., вып. 1, с.3-6.
34. Волкова О.В. Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гитологической техникой. // М., Медицина, 1992.
35. Гадаскина И.Д., Гадаскина Н.Д., Филов В.А. - Определение неорганических ядов в организме. // Л., Медицина, 1985, 287 с.
36. Гайверонская З.И. - Изменение содержания пектиновых веществ в ягодах винограда при созревании и хранении. // Виноделие и виноградарство. СССР. 1990. №8. с. 20-22.
37. Гапоненков Т.К. - О распределении пектиновых веществ в корнеплодах сахарной свёклы. // Пищевая технология – 1986. №10. с.36-37.
38. Гапоненков Т.К.,Проненко З.И. - О пектиновых веществах подсолнечника. // Журнал прикладной химии. 1986.т.29., №9. с.1444-1449.
39. Гапоненков Т.К. - О составе и свойствах пектина подсолнечника. // Сборник материалов Всесоюзного совещания по вопросам технологии и химии пектина. // М. ЦИНТИ. Пищевая промышленность, 1982, 103 с.
40. Гапоненков Т.К.,Проненко З.И. - О пектиновых веществах и их роли в растениях. // Ботанический журнал. 1990. №10. с.10-15.
41. Гаровой В.И., Цымбалюк Л.Г., Любарская Т.Д. - Методические основы определения эффективности комплексной переработки сырья в отраслях промышленности. // ЛВНИИ новых видов пищевых продуктов и добавок. // Киев. 1987. 13 с.
42. Голубев В.Н.. Михалов В.Г. Кушелокhov X.H. - Регулирование технологических и детоксикационных свойств пектинов в процессе

43. выделения. // Научно-производственная лаборатория «ЭКОП» АТИРФ – 1990.
44. გრიგორაშვილი.გ. შ მუღაძე “ტყემლის პექტინოვანი პრეპარატის პროტექტორული მოქმედების შესწავლა სტრონციუმით ინტოქსიკაციისას” აგრარული მეცნიერების პრობლემები სამეცნიერო შრომათა კრებული-XXXVII.თბილისი-2006
45. Гольденберг Я.М., Фан-Юнг А.Ф. - Использование отходов в консервной промышленности. // М.. Пищевая промышленность.. 1991. 84 с.
46. Горин А.Г. - Химия природных соединений. М. 1987.
47. Грачев Ю.П. - Математические методы планирования экспериментов. // М. Пищевая промышленность.. 1979. 99 с.
48. Грибунская А.Я. - Содержание пектина в яблоках северных сортов. // Известия ВУЗ. Пищевая технология.. 1994.. №5 – с. 24-27.
49. Давыдова Е.В. Пектины.- Известия ВУЗ. Пищевая технология.. 1985.. №3-5 – с139-142.
50. Денщиков М.Т. Отходы пищевой промышленности и их использование. // М.. Пищевая промышленность.. 1993. с. 14 с.
51. Донченко Л.В. Технология пектинов и пектинопродуктов. // М. 2000.
52. Донченко Л.В. - Совершенствование процесса экстрагирования пектиновых веществ из различного сырья. Автореферат, Киев, 1995.
53. Донченко Л.В., Карпович Н.С., Симхович Е.Г. - Производство пектина. // Кишинёв. 1993 – 180 с.
54. Донченко Л.В., Надитка В.В. - Безопасность пищевых продуктов и сырья. // М.. Пищевая промышленность.. 1999 г., 356 с.

55. Дорофеева Л.С., Сапожникова Е.В., Кисилёва Р.В. - Накопление и локализация пектиновых веществ в плодах яблок. // Прикладная биохимия и микробиология. 1991 г., т.7, №1. с.65-69.
56. Дудкин М.С., Скорнякова Н.С., Тхоржевская Э.М. - Взаимодействие пектиновых веществ свекловичного жома с аммиаком. // Журнал прикладной химии. – 1989 г. №1. с.159-168.
57. Ежов В.Н., Полонская А.К., Лукашин А.С. - Биохимические основы производства яблочного и виноградного пектина. // Ялта. 1992 г..
58. Ерёмин Ю.Н., Заряков В.В. - Перспективные продукты питания с бета-каротином. // М.. Пищевая промышленность.. 1996 г., №6, с. 26.
59. Зайко Г.М. Получение и использование пектина для лечебно-профилактических целей. // Краснодар.1997 г., 138 с.
60. Здольник И. Д., Строев Е.А., Горбич В.Ф. - Оценка функции пищеварения у белых крыс при воздействии соединения цинка. // Гигиена и санитария. 1997 г. №5, с.33-36.
61. Знакомство с пектинами. // Grinsted Т. Н. М.. Пищевая промышленность. 1996 г., №4, с.31.
62. Изменение пектиновых веществ при пропарке яблочных выжимок. //Джуринянец Н.Г., Шклерун Г.А., Шлиомензон Н.Л., Гречко Г.М. // Виноделие и виноградарство СССР. – 1992 г., №4. с.
63. Изучение влияния термической обработки свекловичного жома на кинетику извлечения целевых компонентов. // Гришпун В.Я., Семиниши Е.М., Копыт С.Я. // Вестник Львовского политехнического института. 1991г., №149., с.103-105.

64. Использование яблочного пектина для профилактики населения.// Фан-Юнг А.Ф., Каминская Ф.И., Давыдова Б.А. // Известия ВУЗ. Пищевая технология. 1998 г., №3. с.79-81.
65. Исследование пенообразных свойств этиловых эфиров яблочного пектина с целью их применения в производстве пищевых продуктов. // Краганов Х., Карагозов В., Канчева М. // Научн. труды высш. ин-т хранит и вкус. пром-ть. // Пловдив. 1992 г., №2. с. 139-150.
66. Исследование процесса экстрагирования пектина из сушеных яблочных выжимок. // Дикусар Г.Х., Гурзинцев Г.И., Сувак Р.А., Мутаф В.Н. // Кишинёв. 1998 г.
67. Исследование химического и биологического состава пектинсодержащего растительного сырья, студнеобразователей пищевых продуктов. // Пятигорск. 1990 г.
68. Камнинская Ф.И., Бирюкова С.Н., Фан-Юнг А.Ф. - Новая схема получения яблочного пектина для профилактических консервов. // М. ЦИНТИ пищевая промышленность. 1992 г., с. 23-30.
69. Компанцев В.А., Кайсцева Н.Ш., Гокжаева А.П. - Комплексообразование с ионами поливалентных металлов. // М.. Пищевая промышленность.. 1990 г., №11. с.39-40.
70. Капрельян Л.В. - Исследование химического состава, строения, свойства полисахаридов и использование некоторых отходов пищевой промышленности.// Автореферат канд. дисс. Краснодар. 1994 г.
71. Каракеева З.К. - Влияние метоксильной составляющей на процент тозилрования пектиновых веществ. // Известия АИ Киргизской ССР. 1998 г., №2. с.47.

72. Классификация и номенклатура пектолитических ферментов. // Успехи биологической химии. М. т.10, Наука, 1989 г., 964 с.
73. Козин Н.И., Смотрич А.А. - Изучение эмульгирующих свойств пектина. // Научно-технический журнал. Маслосебяно-жировая промышленность. 1993г., с. 14-16.
74. Кочеткова А.А. - Научно-практические основы получения и применения пищевых добавок с комплексными технологическими функциями. // М.,1995 г.
75. Колесник А.А., Беяева В.А. - Лимоны, апельсины, мандарины. // М., Госиздат торговой литературы. 1984 г., 110 с.
76. Конновалова О. А. - Пектиновые вещества и их применение в лечебных диетах. // М., Медиздат, 1997.
77. Кочеткова А.А. - Научно-практические основы получения и применения пищевых добавок с комплексными технологическими функциями. // М.,1995г.
78. Кран К. - Пектины в производстве молочных изделий. // Пищевая промышленность . 1993. 36. с.14-17.
79. Кулинарные продукты с добавкой метилцеллюлозы в сочетании с яблочным пектином. // Санина И.В., Леваева Г.Н., Малахова А.В. // Технология производства общественных продуктов питания. 1989г., с.128-132.
80. Куц В.П. получение пищевого пектина из яблочных выжимок на консервном заводе «Будапешт». // Сборник материалов Всесоюзного совещания по вопросам технологии и химии пектина. // М.ЦИНТИ Пищевая промышленность. 1992. 103 с.



81. კუპრეიშვილი ა. - ტყემალი, როგორც ძვირფასი ნედლეული კვების მრეწველობაში. // საქართველოს კვების მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის შრომები. ტომი 1. 1965. გვ. 43-47.
82. Лазарев М.Б. - Вредные вещества в промышленности. // Л., Химия, 1997 г .
83. Лапскор З.И., Балтага С.В., Трофименко Н.М. - К вопросу о пектиновых веществах винограда. // Садоводство, виноградарство и виноделие. Молдавия. 1990 г. №5 с.25-26.
84. Левченко Б.Д. - Использование полезных свойств пектина в медицинской практике. // Тез. докл. Киев. 1993 г. с.30.
85. Левченко Б.Д., Тимонова Л.М. Пектины. - Пектинпрофилактика. // Краснодар. 1993 г. с.16.
86. Лескова Г.Е., Коршун М.Н., Швайко И.И. - Исследование защитных свойств пектина при экспериментальной ртутной интоксикации. Рациональное питание. // Киев. Здоровье. 1983г., вып. 9, с. 101-103.
87. Липинский С.С. - Экспериментальные исследования влияния пектина на выделение кобальта из организма. // Гигиена труда и профзаболеваний. 1961г., №4., с.47-51.
88. Ломачинский Л.А. - Проблемы комплексного использования сырья в пищевой промышленности // Маслосбойная и жировая промышленность. // М.1993г., №5.с.4-18.
89. Лукашев А.А.- Метаболизм молибдена при поступлении его в организм и влияние сульфат-иона на течение интоксикации молибдена. // Автореферат. дисс., М., 1994 г.

90. Люцканов Н.А. Пшитийский И.К. - Ферментативная очистка яблочного пектина. // Научные труды на ВИСШИ институт на хранит. и вкус. пром. // Пловдив. 1986г., т.23, №1, с. 229-237(Болг.).
91. Майкова О.П. - Опыт использования обогащённых пищевых продуктов в профилактическом питании рабочих, контактирующих со свинцом. // Мат. XV сессии института питания, АМИ СССР., 1984 г., т.2, с.111-112.
92. Методы исследования взаимодействия молекул ПК с кальцием и холестерином. // С.Кун, М.Сергент. // 1991 г., т.19, №6,с.164-174.
93. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. // №3, СССР, М.,1980г., с.10.
94. Методические указания об использовании пектина и пектинсодержащих продуктов. // №5049-98. Киев,«Урожай», 1990 г., с.15.
95. Микеладзе Г.Г. - Разработка технологии получения пектиновых веществ из вторичного сырья при производстве консервированного мандаринового сока. // Автореферат. Одесса. 1970 г.
96. Микеладзе Г.Г. - Пектиновые вещества яблок и их применение при получении соков с применением ферментативных препаратов. // Труды Груз. НИИ. пищ. промышленности, 1971 г., №4, с.227-237.
97. Моисеева В.Г., Зайко Г.М. - Влияние чистоты пектинового препарата на физико-химические и комплексобразующие свойства пектина. // Известия ВУЗ. Пищевая технология. 1996 г., №3, с.27-30.
98. Моисеева В.Г., Зайко Г.М. - Получение очищенного пектинового препарата и изучение его технологии и комплексобразующей

- способности. // Всесоюзный симпозиум по биоорганич. химии. Владивосток. 1995 г., с.62.
99. მულაძე შ. “პექტინით მდიდარი საკვები პროდუქტი კომფიტიური ასორტი”. საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტი-სამეცნიერო შრომათა კრებული. ტომი I. №3(44)2008წ
100. Напиток яблочно-пектиновый профилактический. // Т.А.Ободовская, Р.Я. Тэппер, А.К. Безносик. // Консервная и овощесушильная промышленность. 1998 г. , №5, с.21-22.
101. Научное обеспечение сельско-хозяйственного производства. // Сборник тезисов докладов краевой школы-семинара молодых ученых. // Краснодар: НПФ «Алекс», 1995 г, с.47.
102. Нелина В.В. Физико-химические свойства пектиновых веществ. Разработка и совершенствование технологий пектина и пектинпродуктов. Краснодар. 1996г., с. 102.
103. Низкокалорийный маргарин с пектином. // Грузинов Б.В., Восконян О.С., Чекмарева И.Б.// Экология человека. Проблемы и состояние лечебно-профилактического питания. Тез. докл. II-ого междуна. саминара. Пятигорск. 1993 г., с.189-190.
104. Нижарадзе А.Н. Исследования по созданию новых видов продукции и новых технологий. // Маслобойно-жировая промышленность, М., 1973 г., с.8-9.
105. Нижарадзе А.Н., Эбрамидзе Н.Г. - Химико-технологическое изучение форм сортовых Ткемали. // Научные труды Грузинского НИИ пищевой промышленности, т.2, М.,1966 г., стр. 20-24.

106. Нуритдинов А.И., Расулов А.М. - Полностью использовать отходы переработки тыквы, дыни, полученные в семеноводческих хозяйствах. // Маслобойно-жировая промышленность, М., 1993 г., №5, с.8-19.
107. Ободовская Р.Я., Тэппер А.К., Безносик А.П. Напиток яблочно-пектиновый профилактический. // Консервная и овощесушильная промышленность. 1998 г., №5, с.21-22.
108. Образов В.И. Производство пектина в БНР. // ЦИНТИ пищепром., Пищевая промышленность, 1991 г., №1. стр.31-34.
109. Об условиях получения низкоэтерифицированного яблочного пектина. // Фан-Юнг А.Ф., Балакирева Б.Н., Каминская Ф.И., Давыдова Е.В. // Известия ВУЗ, Пищевая технология, 1985 г., 3-5, стр. 139-145.
110. Обменные процессы и их регуляция у растений и животных. // Межвузовский тематический сборник научных трудов. Саранск, 1990 г., стр. 25-27.
111. Ободовская Т.А., Кищенко Н.И. - Кисели на пектине для профилактического и лечебного питания. // Консервная и овощесушильная промышленность, 1985 г., №9, стр. 5-7.
112. О гипополидемическом эффекте яблочного и цитрусового пектинов. // Ю.К. Василенко, В.А. Компанцев, Т.И. Костенко, Л.П.Гонжаев.// Разработка комбинированных продуктов питания, Пищевая промышленность, 1990 г., №11, стр.17.
113. Определение внутримолекулярного распределения промышленных пектинов методом препаративной ионообменной хроматографии. // Рж., Химия. 1993 г., стр.95.
114. Осенова Е.Х., Ломашенко И.М. - Субтропические и тропические плоды. // М., Экономика, 1998 г., стр.95

115. Паршакова Л.П. - Использование низкометилованного пектина для производства железообразных фруктовых консервов. // Консервная и овощесушильная промышленность, 1992 г., №2, стр. 16-17.
116. Парфененко В.В. - Усовершенствование технологии производства пектина из свекловичного жома. // Автореферат, М., 1988 г., стр.32.
117. Парфененко В.В. - Влияние различных факторов на состав пектиновых веществ свекловичного жома. // Хлебопекарная и кондитерская промышленность, 1998 г., №2, стр.18-20.
118. Пектины. Использование пектинов. // Констенко Т.И., Нелина В.В., Довгенко В.В., Карнович Н.С. // Ассоциация «Пектин», 1992 г., стр.51.
119. Пектин. Производство и применение. // Нелина В.В., Довгенко В.В., Карнович Н.С.// Киев, Урожай, 1989 г., стр.88.
120. Пектинсодержащие консервы и их профилактическая ценность. // Фан-Юнг А.Ф., Каминская Ф.И., Давыдова И.В. // Консервная и овощесушильная промышленность, 1990 г., №11, стр. 19-20.
121. Пектин. Методы контроля в пектиновом производстве. // Нелина В.В., Довгенко В.В., Карнович Н.С. // Киев, Ассоциация «Пектин», 1992 г., стр.112.
122. Пектин из тыквы. // Птичкина Н.М., Данилова М.А., Имин А.Г. // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 1993 г., №1, стр.70-71.
123. Получение и изготовление пектинов с уделением особого внимания специальным пектинам. // Современная техника Австрии, М., 1991 г.
124. Пономарёв В.д. - Экстрагирование лекарственного сырья. // М., Медицина, 1996 г., стр.203.

125. Перспективы использования пектиновых веществ и их производных в медицине. // Шелухина Н.П., Алиева Д.Е., Аймухамедова М.Б. // XIV Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Тез. докл., 1989 г., т.1, стр.513.
126. Петропавловский Е.И., Моисеева В.Г. - Использование физиологической падалицы яблок для производства пектина. // Известия ВУЗ. Пищевая технология., 1993 г.. №3, стр. 79-82.
127. Подняковский В.М. - Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров. // Новосибирск, 1996 г., стр.431.
128. Подговский А.А. - О механизме взаимодействия токсических веществ ферментными системами. Химические основы процессов жизнедеятельности.// М., 1992 г., стр.291-331.
129. Поландова Р.Д. Современные приоритеты в технологии хлебопекарного производства. // Пищевая промышленность, М., 1996 г., №3. стр.8-10.
130. Получение витамина Р и пектина. // Обзорная информация. Серия 4, ЦИИИТЭИ пищепром, 1989 г., вып.12, стр 1-5.
131. Получение и изготовление пектинов с уделением особого внимания специальным пектинам. // Доклад на симпоз. Современная техника Австрии, М., 1991 г.
132. Получение цитрусового пектина в НРБ. // Българка плодове, зеленгуци и консерви., 1990 г., №8, стр13-14.
133. Помодова В.А.. Недистаева Т.К. Шелухина И.П. Флепонова Г.А., Полякова В.А. – Пектины. // Обзорная информация , сер.22, 1980 г., стр.27.
134. Применение пектинов в пищевой промышленности. // Пищевая промышленность, М., 1996 г., №5, стр.28-34.

135. Проведение научно-исследовательской работы и разработка экологически безопасных технологий получения низкоэтерифицированного пектина пищевого и медицинского назначения. // Отчёт о НИР ВНИИПК – Краснодар. 1992 г., стр.300.
136. Проценко З.И. - О ферментативном расщеплении пектина и выделении галактуруновой кислоты. // Известия ВУЗ. Пищевая технология., 1994 г., №1, стр. 76-78.
137. Пучкова Л.И. - Лабораторный практикум по технологии хлебного производства. // М., 1982 г.
138. Разработка способа очистки сухого пектинового экстракта для производства пектина пищевого и лечебно-профилактического назначения. // Отчёт о НИР ВНИИПК – Краснодар. 1993 г., стр.255.
139. Разработка технологии производства комбинированных пектинов. // В.А. Васькина, Л.В. Кузнецова, В.В.Левданская. – Могилёв. 1993 г., стр.46-47.
140. Рейли К. - Металлические загрязнения пищевых продуктов. // М, Агропромиздат, 1985 г.,стр. 184.
141. Романенко А. Е., Дервяго И.Б., Литенко В.А., Ободович А.Н. - К дальнейшему совершенствованию применения пектина как профилактического средства при поступлении радионуклидов в организм человека. // Гигиена труда и профзаболевания. 1991 г., 12 стр.8-11.
142. Рубановская А.А. - Влияние пектина на всасывание радиостронция из желудочного-кишечного тракта в эксперименте. // Гигиена труда и профзаболевания. 1994 г., №4 стр.43-47.

143. Рубановская А.А. - Влияние пектина на всасывание радиостронция из желудочного-кишечного тракта в эксперименте. // Гигиена труда и профзаболевания. М., 1961 г., стр.43-47.
144. Рылова М.А. Методы исследования хронического действия вредных факторов среды в эксперименте. // М.Медицина, 1994 г.
145. Сафронов Е.И. Применение радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве. // Тезисные доклады Всесоюзной научной техн. конференции. // М., 1987 г., стр.132
146. Свойства пектиновых веществ. // Л.В. Донченко, Н.С.Карнович, Т.И.Костенко, И.А.Крапивницкая, В.В. Нелина // Киев, Общество «Знание», Украина, 1992 г., стр. 33.
147. Совершенствование технологии производства пектина, других пектиновых студнеобразователей пектиносодержащих продуктов. // Краснодар: ВНИИРК. 1990 г., стр.950.
148. Солоид М.Б. – Из опыта работы завода «Пектин» // Консервная и овощесушильная промышленность, 1985 г., №5, стр. 32-35.
149. Соколовский В.В. - Гистохимические исследования в токсикологии. // Л., Медицина, 1991 г.
150. Сосновский Л.Б. - Производство пищевого студнеобразующего пектина из корзинок подсолнечника и свекловичного жома и его применение. // 1987г., Вып.1, стр. 99-113.
151. Сосновский Л.Б. - Рациональная схема производства пектина. // Сборник материалов Всесоюзного совещания по вопросам технологии и химии пектина. // М., ЦИНТИ, пищ. пром., 1982 г., стр. 103.



152. Сосновский Л.Б., Бузина Г.В., Иванча И.Ф. - Исследование процесса гидролиза – экстрагирования пектина из свекловичного жома. // Труды ВНИИ кондитерской промышленности. 1996 г., вып.17, стр.100-103.
153. Способ производства порошкообразного яблочного полуфабриката. // А.В. Зубченко, С.М. Агаев, А.Я.Олейников, Чуев В.С., Магомедов Г.О.//А.С.№1340718,СССР, 1987 г.
154. Способ получения пектина. // А.В. Зубченко, С.М. Агаев, Пат.2034850. Россия.
155. Способ получения майонеза. // Яковлева З.А., Досочева И.В. Пат.203568,1995 г.
156. Способ получения майонеза низкометекселированного пектина. // Н.П. Филиппов, Розентул Ж.И., Бутенко Р.Г.// А.С. №11411859. СССР.
157. Справочник по производству консервов . // Том 4, 1974 г., стр. 424, 449.
158. Сравнительная оценка эффективности использования цитрусового, яблочного и свекловичного пектинов в хлебопечении. // В.И. Дробот, В.Ф.Доценко, А.Ю.Арсентьева, Ю.В.Юстинов, Н.А.Пересуда. – Киев, 1997 г., стр. 14.
159. Стайков С.А. Крачанов Х.Г. – Исследование пектина из корзинок подсолнечника. // Сборник материалов Всесоюзного совещания по вопросам технологии и химии пектина. // М., ЦИНТИ, пищ. пром., 1992 г., стр. 103.
160. Сужонов Ж.Д., Парфененко В.В. - Производство и применение пектина. // Опыт Нальчинской кондитерской фабрики. Нальчик. 1991 г., стр.111.
161. Толстогузов А.И. - Концентрирование белков молока пектином. // Пищевая промышленность., 1988 г., №2, стр.27-29.

162. Трибунская А.И. - Содержание пектина в яблоках северных сортов. // Пищевая промышленность., 1994 г., №5, стр.24-27.
163. Фёдоров В.Г., Плесконос А.Х. - Планирование и реализация экспериментов в пищевой промышленности. // М., Пищевая промышленность., 1990 г., стр.240.
164. Фёдорович Г.А. - Производство пектинового концентрата из яблочных выжимок на консервном заводе в г. Славянске. // Сборник материалов Всесоюзного совещания по вопросам технологии и химии пектина. // М., ЦИНТИ, пищ. пром., 1992 г., стр. 19-23.
165. Фёдорович Г.А., Иванча А.И. – Усовершенствование технологии получения пектинового концентрата из яблочных выжимок. // Труды Краснодарского НИИПП, 1997 г., №3, стр. 70-79.
166. Фишман Г.М. - Физико- химические характеристики пектиновых веществ плодов цитрусовых. // Субтропические культуры., 1997 г., №1-2, стр.105-107.
167. Фремель А.Б. - Технологическая схема производства жидкого экстракта свекловичного пектина. // Сборник материалов Всесоюзного совещания по вопросам технологии и химии пектина. // М., ЦИНТИ, пищ. пром., 1992 г., стр. 103.
168. ქაჯაია გ. - გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ზოგიერთი შედეგები. //გამოყენებითი ეკოლოგიის საფუძვლები, თბილისი, 2002, გვ.196-201.
169. ყიფიანი ე. ქიმიური ელემენტების და მათი ნაერთების პრაქტიკული გამოყენების ბიოლოგიური როლი. //თბილისი, 1994 წ.

170. Хатко З.Н. - Биохимическое обоснование и разработка способов получения высокоочищенного свекловичного пектина. // Автореф. дисс. науч. техн. наук. – Краснодар, 1997 г., стр. 25.
171. Хенигейн Ф. – Пектины. // В сб. Биохимические методы анализа растений // М., ИЛ., 1980 г., стр.280-323.
172. Химический состав пищевых продуктов. // М., Пищевая промышленность, 19989 г.
173. Хорн Р., Кондерман П.- Получение и изготовление пектинов. // Тезисы докладов на международном симпозиуме «Современная техника и технология Австрии»,М., 1991 г.
174. Хужанов Ж.Д., Парфененко В.В. – Производство и применение пектина. // Опыт Нальчинской кондитерской фабрики. Нальчик. 1991 г., стр.111.
175. Чолбаева Д.Ш. - Получение пектинов и исследование его физико-химических свойств. // Автореферат, Душанбе, 1987 г.
176. Шелухина Н.П. Научные основы технологии пектина. // Фрунзе, Илим, 1988 г., стр.186.
177. Шелухина Н.П., Алиева Д.Е., Аймухамедова М.Б. - Перспективы использования пектиновых веществ и их производных в медицине. // XIV Менделеевский съезд, Тез. докл., 1989 г., т.1,стр.513.
178. Шелухина Н.П., Амубаева З.Д., Аймухамедова М.Б. – Пектиновые вещества, их некоторые свойства и производные. // Фрунзе, Илим, 1990 г.
179. Ширко Т.С., Ярохович Л.М. – Пектиновые вещества яблок Белоруссии. // Консервная и овощесушильная промышленность, 1993 г., №5, стр. 34-35.
180. Ширко Т.С., Ярохович Л.М. – Пектиновые вещества яблок Белоруссии. // Консервная и овощесушильная промышленность, 1993 г., №5, стр. 34-35.
181. Шихалиев С.С., Ал-Асвод М.Б. – Получение пектина из отходов айвы. // Консервная и овощесушильная промышленность, 1993 г., №5, стр. 34-35.

182. Шмидрная М. - Проект завода по производству яблочного пектина ЧССР.  
// Сборник материалов Всесоюзного совещания по вопросам технологии  
и химии пектина. // М., ЦИНТИ, пищ. пром., 1992 г., стр. 103.
183. Шубцова И.Г. – Характеристика молекулярного веса пектина по  
вискозиметрическим данным. // Сборник материалов Всесоюзного  
совещания по вопросам технологии и химии пектина. // М., ЦИНТИ,  
пищ. пром., 1992 г., стр. 103.
184. Эмил Х. Эминази – Пектиновые вещества с переменным содержанием  
метоксила и способ их производства. // Патент №4016351, США, стр. 18.
185. Юдинцова И.В., Вакалов И.А. Оптимальные условия спиртового  
осаждения свекловичного пектина. // Хлебопекарная и кондитерская  
промышленность., 1993 г., №6, стр.41-42.
186. Ярева И.А., Пермяк, Степель Р.А. – Характеристика пищевого пектина из  
коры разных сортов деревьев Сибири. Продовольственные и пищевые  
ресурсы лесов Сибири. // Красноярск., 1993, стр. 144.
186. Aspinall G.O., Fanshawe R.C. Pectin substances from lucerne... Science  
society/ 1991, p. 4215-4225.
187. Bendorf Fetal. Studiu privind posibilitatea utilizarii birhotulu des hydrator  
de sfecta capitulelar de floarea soarelue si meleur padurete pentru obtinirea  
pectinei. Jn: Lucrurile stiintifice JCVLF. 1998. vol.9. p.147 – 159.
188. Berger St. Dietary quiclelines and human nutitavr sciences. Pol. S. Food and  
Nets. , 1992 №1, p/ 5-13.
189. Bhatia B.S. Krishnamurthy L.V. Preparation of pectin from row papaya by  
aluminum chloricle precipitat method. // Food Technology/ 1989-13 №10, p.  
553-556.
190. Black S.A., Smith C.B. The effect of de tethglation on the quality of low ester  
pectin in dessert gels. Journal Food science. 1992- vol 37. №5. p. 730-732.

191. Bock W. Charakterisierung mechandy tisch abgebauter pektinpreparate. Angovanate makromolekulare chemic. 1997. vol. 64, p.133-146.
192. Chustensen S.N. Pectin a natural hydrocolloid for Confectionary products. - Confectionary products. 1997. vol 43. №9. p. 378-381.
193. Dauel H. – Pectin in food products. – Helv. chim.acta.-30 1987. p. 1523.
194. Dobias J., Zelena H., Zahodjva B/ Dustrrijication of appje rectin. // Sd., VSCHT parl, 1994, E54, p. 133-147.
195. Donsa A., Novak J., Sembirova L. – Stredneeste riji kovunuck pectinu. // A.C. 249013, ЧССР.
196. Erhlish E. – Chem. Ztd. -1991, 7, p. 87.
197. 197.Fellenberg T. Lebensmitt Hyg.-1993.-№4-p.122
198. 198.Finay A. M., Shopic A.J., Lour A.A. A chemical study of peemsokin pectin substances-Frap.sei.,-1993.-24-№3-p.173.183
199. Franccis R, Amcund M. Procede d'obtention de products riches en pectins.frances. namenin A23I-№1343687
200. Gallagher L.C. Properties of pectin, which affect it's use in confectionery-Manufact confectioner.-1989, №5, p.1719
201. Joon K.M., loon S.L, Lee M.N. Preparation of low methoxyl pectins by pectines esterase in range uncalbea φnd their chemical, physical and gelling properties.-Hanguuk Vongyand Siklyang Huhhoeclu-1993-vol.12№ 1-p.7- 11