

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ცირა ხუციძე

სუბტროპიკულ კულტურათა ნაყოფებისა და არატრადიციული მცენარეული
ნედლეულის გამოყენებით ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების
ტექნოლოგიის შემუშავება

სპეციალობა: 05.18.10- ჩაის, თამბაქოსა და სუბტროპიკული
კულტურების ტექნოლოგია

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის
სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

ქუთაისი
2006

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია ქუთაისის ნ. მუსხელიშვილის სახელობის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიების, მოწყობილობებისა და საქონელმცოდნეობის კათედრაზე.

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: **სილაგაძე მარია** - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი.

კონსულტანტი: **დოდო თავდიდიშვილი** - ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი.

ოფიციალური ოპონენტები:

დისერტაციის დაცვა შედგება 2006 წლის “_____“ _____ საათზე

საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის სახელმწიფო უნივერსიტეტში,

სადისერტაციო საბჭოს Ag 06.10N^o7 სხდომაზე.

მისამართი: ქ.ქუთაისი, ი.ჭავჭავაძის გამზირი, №21.

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში.

ავტორეფერატი დაიგზავნა 2006 წლის “_____“ _____

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული მდივანი,
ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი

ნ. ჩიქოვანი

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა: სახელმწიფოს ერთ-ერთი მთავარი პრიორიტეტი - ერის ჯანმრთელობაა, ამიტომ ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნებისა და სიცოცხლის გახანგრძლივების პრობლემა იყო და კვლავაც რჩება მთავარი და მეტად აქტუალური.

ადამიანის ცხოვრების წესში მნიშვნელოვანმა ცვლილებებმა განაპირობა დაავადებათა სპეციფიკურობა და გამოავლინა ალიმენტარულად დამოკიდებულ დაავადებათა ზრდის უპირატესობა. კვების სტრუქტურასა და ხარისხში არსებულ ნაკლოვანებებს თან სდევს ორგანიზმის შესაბამისი დამცავი სისტემების უუნარობა ადეკვატურად უპასუხონ გარემო არის ზეგავლენას, რაც მკვეთრად ზრდის მრავალი დაავადების განვითარების რისკს. ამიტომ ფუნქციონალური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანიზმის დამცავი ფუნქციის გაძლიერებას, წარმოადგენს მნიშვნელოვან ამოცანას. აღნიშნული პროდუქტები გათვალისწინებულია რეგულარული მოხმარებისათვის საკვები რაციონის შემადგენლობაში. ისინი სასარგებლოა ჯანმრთელობისათვის, რამეთუ ინარჩუნებენ და აუმჯობესებენ ორგანიზმის მდგომარეობას, ამცირებენ დაავადებათა განვითარების რისკს და ყოველივე ეს იმ ინგრედიენტების ხარჯზე, რომლებიც დადებით გავლენას ახდენენ ადამიანის ერთ ან რამოდენიმე ფიზიოლოგიურ ფუნქციაზე. აღნიშნულ ინგრედიენტებს მიეკუთვნება ვიტამინები, საკვები ბოჭკოები, მინერალური ნივთიერებები, პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები, ამინომჟავები, პროტეინები, პეპტიდები, ორგანული მჟავები, ბიფიდობაქტერიები, ფენოლური ნაერთები (ანტიოქსიდანტები) და სხვა. ეს პროდუქტები ტრადიციული ფორმითა და ფიზიოლოგიური რაოდენობით ხანგრძლივი გამოყენებისას უნდა იყვნენ უვნებელი.

ფუნქციონალური პროდუქტების წარმოებისას ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს რეგიონალური სანედლეულო რესურსებით უზრუნველყოფა. დღეისათვის ფუნქციონალური პროდუქტები ძირითადად იწარმოება სასმელების სახით. მეტად აქტუალურ საკითხად გვესახება აღნიშნული პროდუქტების წარმოებისათვის ხილ-კენკროვანი, მარცვლეული და პარკოსანი კულტურების, სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის გამოყენება და ამ თვალსაზრისით საქართველოს მდიდარი მცენარეული ფლორის, მათ შორის სუბტროპიკულ მცენარეთა ნაყოფებისა და სამკურნალო მცენარეების კომპლექსური გამოყენება.

კვების მრეწველობაში ობიექტურად მომწიფდა ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტების სასაქონლო ბაზრის შექმნის აუცილებლობა, განსაკუთრებით ყოველდღიური მოხმარების პროდუქტთა სახით; ესენია: პურ-პროდუქტები, მაკარონი და საკონდიტრო ნაწარმი, ცხიმოვანი პასტები (კრემები), ბალზამები, ნექტარები, სასმელები, საწებლები და სხვა. ამდენად, აღნიშნულიდან გამომდინარე, მეტად პერსპექტიული და აქტუალურია გამოკვლევები, რომლებიც მიმართულია ნედლეულის ასეთი წყაროების მოძიებაზე, არსებული ტრადიციული წყაროების რაციონალურ გამოყენებასა და ფუნქციონალური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვებისათვის ეფექტური ტექნოლოგიების შექმნაზე.

კვლევის მიზანი და ამოცანები: მოცემული სამუშაოს კვლევის მიზანს წარმოადგენს ფუნქციონალური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების კვების პროდუქტების ტექნოლოგიების შემუშავება სხვადასხვა სუბტროპიკულ კულტურათა ნაყოფებისა და არატრადიციული მცენარეული ნედლეულის

კომპლექსური გამოყენების ბაზაზე.

დასახული მიზნის მისაღწევად ჩამოყალიბებული იქნა შემდეგი ამოცანები:

- ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაღალი შემცველობის მქონე მცენარეული ნედლეულის შერჩევა, დახასიათება და მათი ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტების წარმოებაში გამოყენების მეცნიერული დასაბუთება;
- სხვადასხვა სუბტროპიკული ნაყოფებისა და არატრადიციული მცენარეული ნედლეულის ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური გამოკვლევა;
- საკვლევ მცენარეულ ნედლეულში მონო- და პოლისაქარიდული შედგენილობის გამოკვლევა.
- ზემოაღნიშნული ელექტრომაგნიტური ველის ზეგავლენით ექსტრაქტული ნივთიერებების დიფუზიის პროცესის ოპტიმიზაცია და ექსტრაქციის პროცესის კინეტიკის კვლევა .
- ექსტრაქციის პროცესის ოპტიმალური პარამეტრების დასაბუთება, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაქსიმალურ კვებით ღირებულებას;
- მაღალი ბიოლოგიური და კვებითი ღირსების ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტების ახალი ასორტიმენტებისა და მათი წარმოების ტექნოლოგიების შემუშავება.

სამუშაოს მეცნიერული სიახლე: დადგენილია ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტთა ასორტიმენტის გაფართოების შესაძლებლობა სუბტროპიკული კულტურების ნაყოფებისა და არატრადიციული ნედლეულის კომპლექსური გამოყენებით.

ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ფუნქციონალური კვების პროდუქტების წარმოებისათვის მაღალი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების წყაროს წარმოადგენს სუბტროპიკულ კულტურათა ნაყოფები: ლეღვი, თუთა, ბროწეული, კივი, არატრადიციული - ფუტკრის ფქილი, ჯიჯლაყა (ამარანტი) და სხვა.

მეცნიერულად დასაბუთებული და ექსპერიმენტალურად დადასტურებულია ფუნქციონალური პროდუქტების ახალი ასორტიმენტის კომპონენტური შემადგენლობა. შემუშავებულია რეცეპტურები და მათი მომზადების ტექნოლოგიები, რომლებიც უზრუნველყოფენ პროდუქციის მაღალ ხარისხს და უსაფრთხოებას.

მცენარეული ნედლეულის ბიოქიმიური მახასიათებლების საფუძველზე სისტემატიზირებულია მცენარეთა სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი თვისებები, რომლებიც პერსპექტიულია მათ ფუძეზე ახალი ფუნქციონალური კვების პროდუქტების შესაქმნელად.

სასმელების სახით პროდუქტების დამზადებისას წყალხსნარებში ექსტრაქტული ნივთიერებების დიფუზიის პროცესის კანონზომიერების შესწავლისათვის შექმნილია მათემატიკური მოდელი. ნაჩვენებია ელექტრომაგნიტური ველის გამოყენების ეფექტურობა დიფუზიის პროცესის ოპტიმიზაციის მიზნით.

სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება: შემუშავებული ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების ასორტიმენტის გაფართოებას, მზა ნაწარმში ნედლეულის ბიოაქტიური ნივთიერებების შენარჩუნებას მინი საწარმოს ორგანიზაციის შესაძლებლობით.

შექმნილია ახალი ასორტიმენტი: ფიტოსიროფები, საწებლები, მატონიზირებელი სასმელები, ტკბილი კერძები, ფქვილოვანი ნაწარმი.

მცენარეული ნედლეულიდან შემუშავებული რეცეპტურების უმრავლესობა არის სრულფასოვანი რეცეპტურები, რომელთა ბაზაზე შესაძლებელია სხვა ფუნქციონალური

პროდუქტების შექმნა, მაგალითად, ენერგეტიკული და სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი სასმელები, უალკოჰოლო ბალზამები, სხვადასხვა ფხვიერი დანამატები ტრადიციულ კვების პროდუქტებში, როგორცაა: პური, მკარონი, საკონდიტრო ნაწარმი და სხვა.

შექმნილია ლაბორატორიული-ექსპერიმენტალური დანადგარი ზემალაღი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის გამოყენებით.

სამუშაოს აპრობაცია. ნაშრომში წარმოდგენილი კვლევის ძირითადი შედეგები განხილული და მოწონებულია ნ. მუსხელიშვილის სახელობის ქუთაისის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიების, მოწყობილობების და საქონელმცოდნეობის კათედრის გაფართოებულ სხდომებზე (2001÷2006 წწ.), ასევე რესპუბლიკურ და საერთაშორისო კონფერენციებზე (2000 წ.), ქსტუ-ს ლექტორ-მასწავლებელთა, ასპირანტთა და სტუდენტთა სამეცნიერო-მეთოდურ კონფერენციებზე (2000 ÷2005 წწ.).

პუბლიკაციები. დისერტაციის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია 8 სამეცნიერო ნაშრომში.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. დისერტაცია მოიცავს კომპიუტერზე აკრებილ 128 გვერდს, მათ შორის 18 ცხრილსა და 12 ნახაზს. ნაშრომი შედგება: შესავლის, ლიტერატურული მიმოხილვის, ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების, დასკვნების, გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან, დანართებისაგან. ბიბლიოგრაფიაში წარმოდგენილია 164 დასახელების ქართველი და უცხოელი მეცნიერების ნაშრომები.

ნ ა შ რ ო მ ი ს შ ი ნ ა ა რ ს ი

1. ლიტერატურული მიმოხილვა

ლიტერატურულ მიმოხილვაში განხილულია ფუნქციონალური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოების მეცნიერული ასპექტები; საკვები ბოჭკოების როლი ადამიანის რაციონალურ კვებაში; დახასიათებულია მაღალი ბიოლოგიური აქტივობის მქონე ნედლეული, მათ შორის არატრადიციულიც; განხილულია სხვადასხვა ფუნქციონალური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების კვების პროდუქტების ასორტიმენტი და მათი მომზადების ტექნოლოგიური რეგლამენტები. ლიტერატურული წყაროების ანალიზის საფუძველზე დასახულია კვლევის მიზანი და ამოცანები.

2. კვლევის ობიექტები და მეთოდები

კვლევის ობიექტებს წარმოადგენდა დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული სხვადასხვა სუბტროპიკულ კულტურათა ნაყოფების: თუთის, ლედვის, ბროწეულის, კივის 2003÷2005 წლების მოსავლის ნიმუშები; არატრადიციული ნედლეული - მარცვლოვანი კულტურა ჯიჯლაყა (*Amaranthus*) და ფუტკრის ფქილი.

ნიმუშებში მშრალი ნივთიერებების, შაქრების საერთო რაოდენობისა და ნაცრიანობის განსაზღვრას ვაწარმოებდით საერთოდ მიღებული მეთოდებით (Ермаков А.И. 1987 г.).

აქტიური მჟავიანობა განვსაზღვრეთ პოტენციომეტრული მეთოდით უნივერსალურ იონომეტრზე ЭВ-74 (Наместникова А.К. 1974 г.)

ტიტრული მჟავიანობა განვსაზღვრეთ საკვლევი ნიმუშის 0,1 N NaOH-ის ხსნარით გატიტვრით ფენოლფტალეინის თანაობისას (Базарова В.И., 1986).

მონოსაქარიდული შემცველობა განვსაზღვრეთ ქრომატოგრაფიული მეთოდით (Ермаков А.И., 1987).

პექტინოვანი ნივითერებების საერთო რაოდენობა განვსაზღვრეთ Ca- პექტატური მეთოდით (Арасимович В.В., 1970).

ვიტამინი C და ვიტამინ PP-ს რაოდენობრივი შემცველობა განვსაზღვრეთ კალორიმეტრული მეთოდით (Петров К.П., 1978).

B₁ და B₂ ვიტამინის რაოდენობრივი განსაზღვრა ვაწარმოეთ ფლუორომეტრული მეთოდით (Институт питания АМН СССР)

E ვიტამინის რაოდენობა განვსაზღვრეთ აირქრომატოგრაფიის მეთოდით (Ермаков А.И., 1987).

პურში ვსაზღვრავდით სინესტეს, მჟავიანობას გატიტვრით, ფორიანობას ჟურავლიოვას ხელსაწყოთი (Пучкова Л.И., 1970).

პურის გულის ელასტიურობას, ფორიანობის ხასიათს, ქერქის მდგომარეობას და შეფერილობას ვაფასებდით ორგანოლექტიკურად 5 ბალიანი სისტემით.

ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმა და მიღებული შედეგების დამუშავება ჩავატარეთ კორელაციური და რეგრესიული ანალიზის მეთოდით (Федоров В.Г., Писконос А.К., 1980).

ლაბორატორიული და ტექნოლოგიური ცდების ჩატარების მეთოდიკები მოცემულია დისერტაციაში შესაბამისად საკვლევი საკითხების თავებსა და ქვეთავებში. ცდები ჩატარებულია სამჯერადი განმეორებით და მიღებული შედეგები დამუშავებულია მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით (Грачев Ю.П. 1971 г.)

3. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

ორგანიზმისათვის აუცილებელი მიკრონუტრიენტებით მდიდარი და მომხმარებლისათვის მზადყოფნის პროდუქტების შექმნისა და წარმოებისათვის უმნიშვნელოვანეს სარესურსო ბაზას წარმოადგენს სუბტროპიკული მემცენარეობის ნედლეული, რომელთა მიზანმიმართული და მეცნიერულად დასაბუთებული გამოყენების საფუძველზე შესაძლებელია მაღალი ეკოლოგიური სისუფთავისა და ბიოლოგიური ღირსების კონკურენტუნარიანი პროდუქტების მიღება.

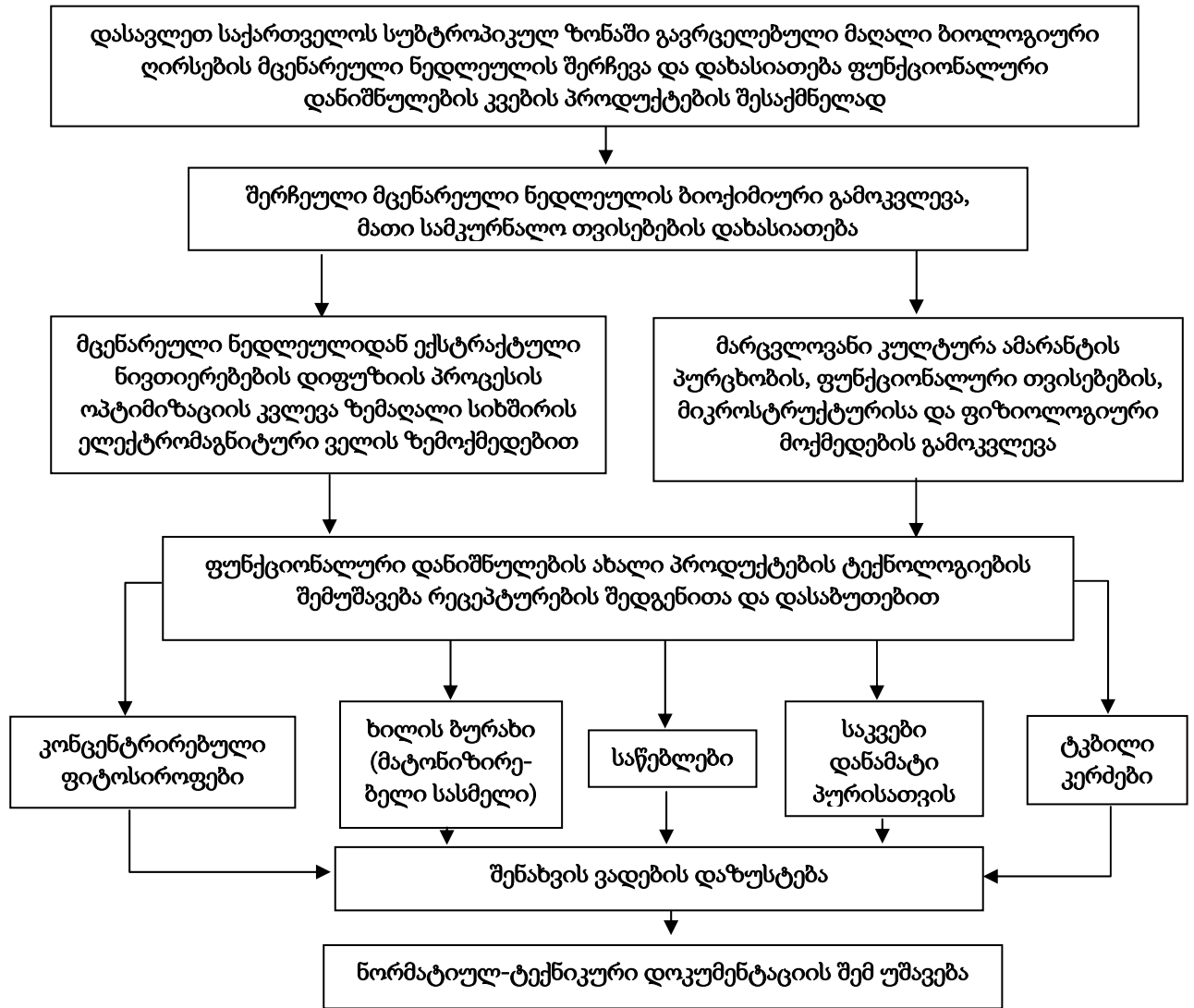
დღეისათვის ყველაზე წარმატებულია B კატეგორიის ფუნქციონალურ (პროფილაქტიკურ) პროდუქტთა წარმოება, რომელთაც მიეკუთვნება ალდგენილი წვენები, ნექტარები და სასმელები, კონცენტრირებული ფიტოსიროფები, მარცვლოვანი და პარკოსანი კულტურების გადამუშავების პროდუქტები (პური და ფქვილოვანი ნაწარმი), რომლებიც დამატებით გამდიდრებულია ფუნქციონალური ინგრედიენტებით.

სამუშაოს მიზნებიდან გამომდინარე კვლევები წარიმართა ორი მიმართულებით:

1. სუბტროპიკულ მცენარეთა ნაყოფების ბაზაზე მაღალი ბიოლოგიური აქტივობის მქონე თხევადი საკვები კონცენტრატების წარმოება, მათგან ფუნქციონალური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების კვების პროდუქტების მომზადება: ფიტოსიროფების, მატონიზირებელი სასმელების, ტკბილი კერძების და საწებლების.

2. არატრადიციული მარცვლოვანი კულტურა ჯიჯლაცას (Amaranthus) და ხორბლის ქატოს ბაზაზე ფუნქციონალური დანიშნულების საკვები დანამატების წარმოება პურისა და საკონდიტრო მრეწველობაში გამოყენების მიზნით.

სამუშაოს პირველ ეტაპზე ჩვენს მიერ შერჩეული და შესწავლილი იქნა დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული სუბტროპიკულ კულტურათა ნაყოფები: თუთა, ლელვი, ბროწეული, კივი. ფიტოსიროფების დამატებით გასამდიდრებლად შევარჩიეთ მეფუტკრეობის პროდუქტი - ფუტკრის ფქილი. ექსპერიმენტების ჩატარების გეგმა წარმოდგენილია ნახ.1-ზე.



ნახ.1. ექსპერიმენტების ჩატარების სქემა

3.1. საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთ სუბტროპიკულ მცენარეთა ნაყოფების ბიოქიმიური გამოკვლევა

მაღალხარისხოვანი კვების პროდუქტებით მოსახლეობის მოთხოვნილების დაკმაყოფილების საქმეში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა ნაკლებადგამოყენებული და არატრადიციული ადგილობრივი მცენარეული ნედლეულის მოძიება და გამოყენება. ამ თვალსაზრისით მეტად პერსპექტიულია თუთის (Morus) კულტურა, რომელიც ფართოდაა გავრცელებული საქართველოში და პრაქტიკულად არ გამოიყენება კვების პროდუქტების წარმოებაში.

კვების პროდუქტების წარმოებაში თუთის ნაყოფების გამოყენების მიზნით შევისწავლეთ მათი ქიმიური შედგენილობა და მათგან მომზადებული პიურეს ტექნოლოგიური თვისებები. ცხრილში 1 წარმოდგენილია მონაცემები თუთის სამი ჯიშის ქიმიური შედგენილობის შესახებ.

ცხრილი 1

თუთის ნაყოფების ქიმიური შედგენილობა, %

მაჩვენებლები	თუთის ჯიშები		
	თეთრი	ვარდისფერი	შავი
წყალი	82,3	81,7	80,4
მონოსაქარიდები	10,54	10,3	8,57
დისაქარიდები	0,38	0,8	0,86
ცელულოზა	1,6	1,8	2,4
ჰემიცელულოზები	0,8	0,8	0,7
პექტინოვანი ნივთიერებები:	1,7	1,2	1,3
მათ შორის ხსნადი პექტინი	1,2	1,0	0,85
ორგანული მჟავები	1,1	1,0	0,8
მინერალური ნივთიერებები	0,45	0,41	0,38
ვიტამინები (მგ, %):			
β კაროტინი	0,02	0,03	0,04
B ₁	0,04	0,03	0,05
B ₂	0,02	0,03	0,04
PP	0,80	0,05	0,07

როგორც კვლევის შედეგებმა აჩვენა, თუთის მშრალი ნივთიერებების ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს შაქრები. ყველაზე მეტია მათში მონოსაქარიდები, რომელთა შემცველობა იცვლება ზღვრებში 8,87 %-დან 10,54 %-მდე, გაცილებით მცირე რაოდენობითაა თუთაში დისაქარიდები 0,38%-დან 0,86 %-მდე, პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა ყველა გამოკვლეულ ნიმუშებში დაახლოებით 1,2÷1,7 %-ია, მათ შორის ხსნადია 0,85(1,20 %). ნაყოფები შეიცავენ საკმარისი რაოდენობით მინერალურ ნივთიერებებს, ვიტამინებს.

თუთის სხვადასხვა ჯიშების შედარებითი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ თეთრი ნაყოფები ხასიათდებიან მონოსაქარიდების, პექტინების და ორგანული მჟავების უფრო მაღალი შემცველობით შავ ნაყოფებთან შედარებით, შავი ნაყოფები კი აჭარბებენ თეთრს ვიტამინების, დისაქარიდების და ცელულოზას შემცველობით. ვარდისფერი ნაყოფები ყველა პარამეტრებით იჭერენ შუალედურ ადგილს თეთრსა და შავ ნაყოფებს შორის.

უნდა აღინიშნოს, რომ თუთის ნაყოფები, განსაკუთრებით თეთრი, შეიცავენ პექტინოვან ნივთიერებებს და ორგანულ მჟავებს ლაბისწარმოქმნისათვის საკმარისი რაოდენობით (1,2 % და 1,1 % შესაბამისად).

მაჟელირებელი სტრუქტურის მქონე პროდუქტების წარმოებაში თუთის გამოყენების შესაძლებლობის გასარკვევად ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა მათი პექტინოვანი ნივთიერებები (ცხრილი 2).

ანალიზებმა აჩვენა, რომ თუთის ნაყოფების პექტინოვანი ნივთიერებები ხასიათდებიან დაბალი მოლეკულური მასით (16 000(23 000), ეთერიფიკაციის არც ისე მაღალი ხარისხით (64,7%(66,4%) და სისუფთავის საკმარისი ხარისხით (გალაქტურონის მჟავას შემცველობა (70,2(72,1%). ცნობილია, რომ მსგავსი მახასიათებლების მქონე პექტინოვანი ნივთიერებები წარმოქმნიან საკმაოდ სუსტ ჟელეს, რაც დამტკიცდა თუთის პიურეს ტექნოლოგიური თვისებების (ლაბისწარმოქმნის უნარის) გამოკვლევისას.

თუთის ნაყოფის პექტინოვანი ნივთიერებების ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები
(%, მშრალ ნივთიერებებზე)

მაჩვენებლები	თუთის ჯიშები		
	თეთრი	ვარდისფერი	შავი
გალაქტურონის მჟავას შემცველობა	72,1	74,5	70,2
მეთოქსილირების ხარისხი	65,5	66,4	64,7
მოლეკულური მასა	23 000	18 500	16 000

თუთის პიურეს ლაბისწარმოქმნის უნარის გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ თეთრი თუთა ხასიათდება სუსტი ჟელირების უნარით pH 2,8(3,0 პირობებში. pH-ის იგივე ზღვრებში ვარდისფერი თუთა ჟელირდება ძალიან სუსტად, ხოლო შავი თუთის პიურე საერთოდ არ ჟელირდება.

შემდეგ შევისწავლეთ თუთის ნაყოფების პექტინოვანი ნივთიერებების კომპლექსწარმოქმნის უნარი და დავადგინეთ, რომ თუთის პექტინების კომპლექსწარმოქმნის უნარი უფრო მაღალია ნაწლავების pH-ის პირობებში, ვიდრე კუჭისა, რაც ცხადია, დაკავშირებულია პექტინოვანი ნივთიერებების დემეთოქსილირებასთან უფრო მაღალი pH-ის პირობებში. ვინაიდან პექტინოვანი ნივთიერებების მოლეკულური მასა წარმოადგენს მისი შემადგენელი ფრაქციების საშუალო მაჩვენებელს, თუთის დაბალმოლეკულური პექტინოვანი ნივთიერებები, როგორც ჩანს, შეიცავენ კიდევ უფრო დაბალმოლეკულურ ფრაქციებს, რომელთაც ნაწლავთა ეპითელიუმის გავლით შეუძლიათ მოხვდნენ სისხლის მიმოქცევაში და შეიკავშირონ იქ ტოქსიკური ელემენტები. ამოღებული შედეგები აფართოებენ თუთის ქიმიური შედგენილობისა და ტექნოლოგიური თვისებების შესახებ ლიტერატურაში არსებულ მწირ მონაცემებს და საშუალებას იძლევიან დავასკვნათ, რომ მათი გამოყენება შესაძლებელია სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების საკმაოდ მაღალი კვებითი ღირებულების მქონე პროდუქტების წარმოებაში.

მეორე პერსპექტიული ადგილობრივი სუბტროპიკული მცენარე, რომელიც ჩვენს მიერ იქნა შერჩეული და შესწავლილი, არის ბროწეული (Punica granatum).

კვლევისათვის შევირჩიეთ შემდეგი ჯიშები: საკერძე, კრახუნა, გულომა, ვარდისფერი, ბალა-მიურსალი, შახ-ნარი. შევისწავლეთ მათში ძირითადი კომპონენტების შემცველობა. შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 3.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მშრალი ნივთიერებების ყველაზე მაღალი შემცველობით ხასიათდება ჯიში ბალა-მიურსალი (18,10%), ხოლო ყველაზე დაბალი შემცველობით გიულომა ვარდისფერი (16,20%); შაქრების შემცველობა ყველაზე მეტია ასევე ბალა მიურსალში (15,05%), ხოლო ყველაზე ნაკლები საკერძეში (12,65 %). მწიფე ნაყოფში შაქარი ძირითადად წარმოდგენილია გლუკოზისა და ფრუქტოზის სახით, ხოლო საქაროზა უმნიშვნელო რაოდენობითაა.

C ვიტამინის ყველაზე მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ჯიში საკერძე (11,35 მგ%), ყველაზე დაბალით კი კრახუნა (8,07 მგ%). მჟავებს ყველაზე მეტი რაოდენობით შეიცავს საკერძე (2,71 %), ნაკლები რაოდენობით კი კრახუნა (1,37%). ნაყოფების სიტკბო დამოკიდებულია მასში შაქრებისა და მჟავას თანაფარდობაზე (შაქარ-მჟავური ინდექსი). ამიტომ, მართალია ბროწეულის ზოგიერთი ჯიში დიდი რაოდენობით შეიცავს შაქარს, მაგრამ მჟავას მაღალი შემცველობის გამო მომჟავოა. გარდა აღნიშნულისა ბროწეულის ნაყოფი შეიცავს სახამებელს, ცელულოზას, აზოტოვან ნივთიერებებს, ვიტამინებს:

პანტოტენის მჟავას, რიბოფლავინს, E ვიტამინს, B6 ვიტამინს, ნიაცინს, თიამინს, ფოლაცინს, ნაყოფის ქერქში კი არის მთრიმლავი და მღებავი ნივთიერებები.

ცხრილი 3

ბროწეულის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა

ჯიშის დასახელება	მშრალი ნივთიერებები (რეფრაქტომეტრით), %	საერთო შაქრები, %	მჟავიანობა (ლიმონმჟავაზე გადანაწარმებით), %	pH	მთრიმ-ლავი ნივთი-ერებები, %	C ვიტა-მინი, მგ.%	შაქარ-მჟავას ინდექსი
საკერძე	17,00	12,65	2,71	2,47	0,29	11,35	4,67
კრახუნა	17,40	13,93	1,37	3,18	0,32	8,07	10,17
გიულოშა ვარდისფერი	16,20	12,89	1,98	2,11	0,22	10,75	6,51
ბალა-მიურსალი	18,10	15,05	2,18	1,71	0,28	8,93	6,90
შახ-ნარი	16,50	13,85	2,53	2,03	0,30	9,71	5,47

მესამე პერსპექტიული კულტურა მაღალხარისხოვანი კვების პროდუქტების წარმოებაში გამოყენების მიზნით, რომელიც ჩვენს მიერ იქნა შესწავლილი, არის ლეღვი (*Ficus carica*).

ჩვენს მიერ შერჩეულ და შესწავლილ იქნა დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ლეღვის შემდეგი ჯიშები: აფხაზეთის იისფერი, ჩუმლაყური მწვანე, ბადრიჯანა, საადრეო თეთრი, სოჭის №15, სოჭის №4 და საივლისო. დავადგინეთ, რომ ყველა შერჩეული ჯიში გამოირჩევა ტკბილი გემოთი და აქვს ხორციანი და წვნიანი რბილობი. ისინი განსხვავდებიან ნაყოფის ფორმით, ფერით და მასით. ყველაზე დიდია საადრეო თეთრი (68,1 გ), ყველაზე პატარა კი საივლისო (35,2 გ). ფერი იცვლება ღია მწვანედან მოყავისფრო იისფერამდე, ფორმა კი წაგრძელებული, მრგვალი ან ბრტყელია.

ნაყოფების ქიმიური შედგენილობის შესწავლისას ვსაზღვრავდით მშრალი ნივთიერებების შემცველობას, ტიტრულ მჟავიანობას, შაქრების საერთო რაოდენობას, პექტინის შემცველობას. ლეღვის სხვადასხვა ჯიშების ქიმიური შედგენილობა წარმოდგენილია ცხრილში 4.

ლეღვის სხვადასხვა ჯიშების შედარებითი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მშრალი ნივთიერებების შემცველობა ყველაზე მაღალია აფხაზეთის იისფერსა (21,8 %) და საადრეო თეთრში (19,1 %), ხოლო ყველაზე დაბალი საივლისოში (12,5 %). ლეღვის მშრალი ნივთიერებების ძირითად კომპონენტს წარმოადგენენ შაქრები, რომელთა წილზე მოდის მშრალი ნივთიერებების საერთო რაოდენობის 80,5÷ 90,0 %. შესწავლილი ჯიშებიდან შაქრების ყველაზე მაღალი შემცველობა აქვს აფხაზეთის იისფერს (19,00 %), საადრეო თეთრს (16,30 %) და სოჭის №4 (16,0 %), ხოლო დაბალი საივლისოს (10,07 %). პექტინოვანი ნივთიერებების ყველაზე მაღალი შემცველობით ხასიათდება აფხაზეთის იისფერი (1,18 %), სოჭის №4 (0,90 %), ჩუმლაყური მწვანე (0,87 %) და ბადრიჯანა (0,85 %), ხოლო ყველაზე დაბალი შემცველობით - საივლისო (0,64 %). ლეღვი გამოირჩევა მჟავების დაბალი შემცველობით. განხილული ჯიშებიდან ყველაზე დაბალი მჟავიანობა აქვს საივლისოს (0,15 %), უფრო მაღალი კი ჩუმლაყურ მწვანეს (0,22 %) და აფხაზეთის იისფერს(0,24%). ნაყოფების pH კი მერყეობს 4,02-დან 4,18 ერთეულამდე.

ცხრილი 4

ლელვის ქიმიური შედგენილობა

ჯიშის დასახელება	მშრალი ნივთიერებები (რეფრაქტომეტრით), %	შაქრე-ბის საერთო რაოდენობა, %	მჟავიანობა (ლიმონ-მჟავაზე გადაანგარიშებით), %	pH	შაქარმჟავას ინდექსი,	პექტი-ნოვანი ნივთიერებები, %		ნაცრიანობა, %
						საერთო პექტინი, %	ხსნადი პექტინი, %	
აფხაზეთის იისფერი	21,8	19,00	0,24	4,18	79,2	1,18	0,76	0,75
ჩუმლაყური მწვანე	15,6	14,03	0,22	4,16	63,8	0,94	0,63	0,64
ბადრიჯანა	16,5	15,76	0,18	4,07	87,6	0,85	0,56	0,92
საადრეო თეთრი	19,1	16,30	0,16	4,16	102	0,73	0,45	0,48
სოჭის №15	13,6	10,50	0,21	4,03	50,0	0,69	0,45	0,76
საივლისო	12,5	10,07	0,15	4,02	67,1	0,64	0,40	0,52
სოჭის №4	17,8	16,00	0,19	4,10	84,2	0,90	0,65	0,80

ჩვენს მიერ შერჩეული მეოთხე სუბტროპიკული კულტურა ჩინური აქტინიდაა, ე.წ. კივი. კივის ქიმიური შედგენილობა მოტანილია ცხრილში 5.

ცხრილი 5.

კივის ქიმიური შედგენილობა

№	მაჩვენებლები	ზომის ერთეული	რაოდენობა
1	მშრალი ნივთიერებები	%	14,8
2	წყალში ხსნადი ნივთიერებები	%	12,6
3	მონოსაქარიდები	%	10,0
4	დისაქარიდები	%	1,2
5	პექტინოვანი ნივთიერებები (საერთო რაოდენობა) მათ შორის: წყალში ხსნადი პექტინი	%	1,21
		%	0,88
6	მთრიმლავი ნივთიერებები	მგ %	242,5
7	ტიტრული მჟავიანობა (ლიმონ-მჟავაზე გადაანგარიშებით)	%	1,5
8	იოდი	მგ%	70,9
9	ვიტამინი C	მგ %	72
10	ვიტამინი E	მგ %	2,5
11	ვიტამინი B ₁	მგ %	0,01
12	ვიტამინი B ₂	მგ %	0,03
13	ვიტამინი B ₆	მგ %	0,12

ლიტერატურული მონაცემებიდან ცნობილია, რომ კივის ნაყოფი საკმაოდ მდიდარია მინერალური ნივთიერებებით, რომელთაგან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მიკროელემენტების - რკინის, სპილენძის, ქრომისა და იოდის დიდი რაოდენობით დაგროვება აღნიშნულ მცენარეში (მ.პაპაშვილი, 2001; ა. კალანდია, 2003; კ.კილასონია, 2002; ხ. ტოტოჩავა, 2006).

კივის ნაყოფის კომპონენტური შემადგენლობა გვამღევს საფუძველს დავასკვნათ, რომ ის წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ ფუნქციონალური გამაჯანსაღებელი პროდუქტების წარმოებაში, ისევე, როგორც თუთის, ბროწეულის და ლელვის ნაყოფები.

3.2.1. ფუტკრის ფქილის დახასიათება და ქიმიური შედგენილობა

უხსოვარ დროიდან სხვადასხვა დაავადებათა პროფილაქტიკისა და მკურნალობისათვის გამოიყენება მეფტკრეობის პროდუქტები: თაფლი, პროპოლისი, ფუტკრის რძე, ფუტკრის შხამი, ფქილი, ცვილი და სხვა, რომელთა საკვებ და სამკურნალო თვისებებს განაპირობებს ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა მაღალი შემცველობა.

ფქილის შემადგენლობა დამოკიდებულია მცენარეებზე, რომლიდანაც ის არის შეგროვებული. ჩვენ კვლევისათვის გამოვიყენეთ ფიჭვისა და ნაძვის ყვავილობის პროცესში შეგროვებული ფუტკრის ფქილი და შევისწავლეთ კომპონენტური შემადგენლობა: ცილოვანი ნივთიერებები - 25, 5%; გლუკოზა - 19,5 %; ფრუქტოზა - 22,1 %; ლიპიდები - 0,68 %; მინერალური ნივთიერებები (ნაცროვანი ელემენტები) - 0,85 %; ნუკლეინის მჟავები - 2,12 %; ვიტამინები: B₁, B₂, B₅, B₆, B₈, β - კაროტინი (პროვიტამინი A); D; რუთინი (P ვიტამინი), რომლის რაოდენობა აღწევს 64 მგ 100 გ ფქილზე (Уроженко О.А., 2003)..

ფქილის ცილოვანი ნივთიერებები შეიცავენ ამინომჟავათა სრულ სპექტრს. თავისი ბიოლოგიური ღირსებით ფქილის ცილა სჯობნის რძის კაზეინს, რომელიც არის ერთ-ერთი სრულფასოვანი ცილა.

ფქილის ლიპიდები შეიცავენ ცხიმებს, ფოსფოლიპიდებსა და ფიტოსტერინებს. შეუცვლელი უჯერი ცხიმოვანი მჟავები (ლინოლისა და ლინოლენის) შეადგენს ცხიმის ნახევარზე მეტს.

ფუტკრის ფქილის ანტიბიოტიკები მცენარეული წარმოშობისაა, ნაწილი კი, როგორც ჩანს, წარმოიქმნება ან გარდაიქმნება ფუტკრის ორგანიზმში. ფერმენტებიდან იდენტიფიცირებულია ამილაზა, ინვერტაზა, კატალაზა, ფოსფატაზა, რომლებიც აკატალიზებენ ორგანიზმში ქიმიურ რეაქციებს.

3.2.2. ფქილის შეგროვება და შენახვა

ფუტკარი ყვავილის ფქილს აგროვებს აპრილში, მაისსა და ივნისში. ფუტკრის ფქილის შეგროვება ხორციელდება სხვადასხვა კონსტრუქციის ფქილის დამჭერებით, რომლის მუშა ორგანოა პლასტმასის ფირფიტა მრავალი მრგვალი ან ვარსკვლავისებური ნახვრეტებით დიამეტრით 4-5 მმ.

ნედლი ფქილი შეიცავს 30 %-მდე წყალს, ადვილად ფუჭდება და მალე ხდება უვარგისი. ამიტომ აუცილებელია მისი ტენიანობის შემცირება ≈ 8 %-მდე. ლაბორატორიულ პირობებში წინასწარ აწონილ ფქილს ვათავსებდით თეთრ ქაღალდზე და $20 \pm 25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე ვაშრობდით. პირველ დღეს ვტოვებდით ღიას, შემდეგ ვახურავდით ზემოდან თეთრ ქაღალდს და ყოველ 2-3 საათში ურევდით ხის კოვზით. დაახლოებით 3-4 დღეში ფქილის სინესტე მცირდებოდა 8 ± 10 %-მდე (ამას ვადგენდით განმეორებითი აწონვით). დიდ რაოდენობას კი ვაშრობდით საშრობ კარადაში. ეს პროცესი გრძელდება 10-12 საათი ($t=37(42^{\circ}\text{C})$). თანაბრად და სწორად გამშრალ ფქილს ვათავსებდით \square ერმეტულად დახურულ ჭურჭელში და ვინახავდით 0°C ტემპერატურაზე მშრალ ადგილას. თუ დაფასოება ხდება CO₂-ის არეში, ფქილი შეიძლება შენახულ იქნას ოთახის ტემპერატურაზე. ახლადშეგროვილი ფქილი შეიცავს ბიოაქტიური ნივთიერებების მაქსიმალურ რაოდენობას. დადგენილია, რომ 4-დან 6 თვის შენახვის შემდეგ ის კარგავს 30%-მდე სამკურნალო თვისებებს, ერთი წლის შემდეგ (50%-მდე, 2 წლის შემდეგ კი ის არ წარმოადგენს არავითარ ფასეულობას. განსაკუთრებით ლაბილურები არიან კაროტინოიდები, ქლოროფენის მჟავა, ფლავონოიდებიდან ლეიკოანტოციანები და ფლავონოლები.

შენახვის საუკეთესო ხერხია: ფქილის დაფქვა და თაფლთან შერევა პროპორციით 1:1 ან 1:2-თან და ისე შენახვა. მედიკო-ბიოლოგიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ პროფილაქტიკისათვის შეიძლება რეგულარულად (ყოველდღიურად) ფქილის მიღება 15-20 გ ოდენობით მოზარდებისათვის და 5-10 გ ბავშვებისათვის (1(2 საათით ადრე ჭამამდე).

3.2.3. ფუტკრის ფქილის ბიოლოგიური მოქმედება (სამკურნალო-კვებითი თვისებები)

სამკურნალო, პროფილაქტიკური მიზნით ან დიეტოლოგიაში ფუტკრის ფქილის გამოყენებისას უნდა იქნას გათვალისწინებული მისი კომპონენტების ბიოქიმიური მახასიათებლები. აღნიშნული პროდუქტი როგორც ცილის წყარო ხასიათდება გამოხატული ანაბოლიტური მოქმედებით.

ფუტკრის ფქილი ამაღლებს სისხლის წითელი ბურთულების რაოდენობასა და გემოგლობინს სისხლში 10-15 %-ით. ეს ბიომასტიმულირებელი მოქმედება განსაკუთრებით გამოხატულია ბავშვებში, ამის გარდა უმჯობესდება ორგანიზმის საერთო ფიზიოლოგიური მდგომარეობა და ბავშვის ორგანიზმის წინააღმდეგობა, რაც ამცირებს გაცივების სიხშირეს. ამ დროს არ აღინიშნება ალერგიული რეაქციები და სხვა მეორადი მოვლენები.

ფუტკრის ფქილი არეგულირებს კუჭ-ნაწლავის მოქმედებას. ფქილის ფერმენტები (ამილაზა, კატალაზა და სხვა) ასტიმულირებენ კუჭის სეკრეციას და ხელს უწყობენ ნაწლავების პერისტალტიკის ნორმალიზაციას, ახორციელებენ საკვების ეფექტურ ტრანსპორტს. ფქილის ზეგავლენით მცირდება ტრომბოციტების აგრეგაცია. ის ამცირებს ასევე ლიპიდთა მეტაბოლიზმის დარღვევას და ამავდროულად იცავს ღვიძლს ინტოქსიკაციისაგან. ფქილი ამლიერებს იმუნურ სისტემას, არეგულირებს ნერვული სისტემის ცხოველმყოფელობას.

მაღალი კვებითი ღირებულების გამო ფქილი გამოიყენება ანემიისა და თანხმლები დაავადებების დროს, დაბალი წონისას, ორგანიზმის აღსადგენად მძიმე ავადმყოფობის გადატანის შემდეგ.

3.3. მცენარეული ნედლეულიდან ექსტრაქტული ნივთიერებების დიფუზიის პროცესის ოპტიმიზაცია ზემოაღნიშნული ელექტრომაგნიტური ველის ზეგავლენით

ჩვენს მიერ შერჩეული ნედლეული ლელვი და თუთა მალფუჭადია და მათი ხანგრძლივი დროით შენახვის მიზნით ხდება მურაბის, ჯემის ან ჩირის მომზადება. ხანგრძლივი თბური დამუშავების გამო საწყისი ნედლეული კარგავს სამკურნალო თვისებებს. აღსანიშნავია ისიც, რომ ლელვი თუთა, კვივი, შეიცავს დიდი რაოდენობით წვრილ თესლებს, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებენ ადამიანის ორგანიზმზე, ამიტომ პერსპექტიულია აღნიშნული ნედლეულიდან სასარგებლო ნივთიერებების გამოყოფა ექსტრაქციის მეთოდის გამოყენებით. ექსტრაქციის პროცესი დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, განსაკუთრებით კი უჯრედის რღვევის ხარისხსა და მასის ტემპერატურაზე. ხილ-კენკრის ექსტრაქცია და თბური დამუშავება საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესია, რაც თავის მხრივ განაპირობებს საწყისი ნედლეულის სასარგებლო თვისებების დაქვეითებას.

აღნიშნულიდან გამომდინარე პროცესის დაჩქარებისა და საკვები ნივთიერებების მაქსიმალურად შენარჩუნებისათვის მიზანშეწონილად მივიჩნით ენერჯის მიწოდების

ისეთი მეთოდების გამოყენება, რომლებიც ქმნიან სითბოს შიგა წყაროებს, კერძოდ, მიკროტალღური ველი. ამის მიღწევა შეიძლება მიკრომოცულობაში ლოკალური თერმოდინამიკური პოტენციალის შექმნით.

მიკროტალღური ზემოქმედებისას მასაში ნივთიერებების გადატანა ძირითადად დამოკიდებულია ტემპერატურის გრადიენტზე. ტენის არათანაბარი განაწილებისას ქიმიურ პოტენციალთა სხვაობის გამო სითბოს გადატანის გარდა ადგილი აქვს პროდუქტის დიელექტრიკული თვისებების ლოკალურ ცვლილებას და შესაბამისად სითბოს გამოყოფის ინტენსიფიკაციას. ტემპერატურისა და ტენშემცველობის გრადიენტები პროდუქტში მიკროტალღური ენერჯის მიწოდებასთან ერთად აღიძვრებიან რადგანაც სითბოს შიგა წყაროები მყისიერად წარმოიქმნებიან. ამ დროს აღიძვრება შიგა წნევა, რომელმაც შეიძლება მიგვიყვანოს ობიექტის შიგნით ბზარებისა და სიცარიელების წარმოქმნამდე (ხდება უჯრედის კედლის რღვევა), რაც იწვევს ნაყოფიდან ექსტრაქციის პროცესის დაჩქარებას.

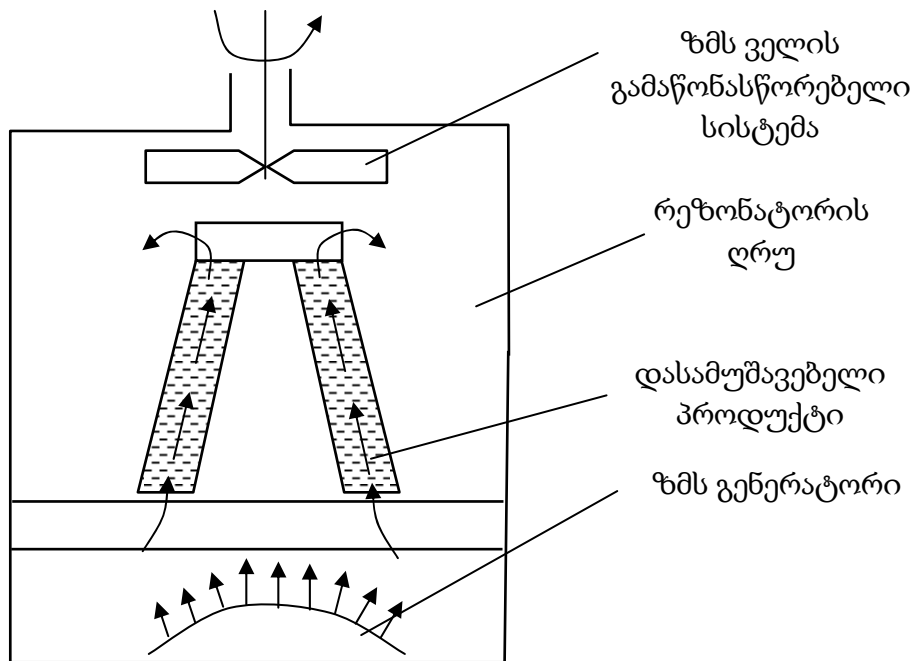
რადგან მცენარეული ნედლეული ძირითადად მიეკუთვნება სველ დიელექტრიკებს, მიკროტალღური ველის შთანთქმა ხდება თავისუფალი და შეკავშირებული წყლის ხარჯზე, რომლის ანომალური დისპერსიის არეალი დევს ზემადალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის ზღვრებში. შესაბამისად, ენერჯის სელექციური ართმევის გამო, მისი მაქსიმალური შთანთქმა ხდება მომატებული ტენიანობის ზონებში.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შვეისწავლეთ ლელვის ნაყოფის ექსტრაქციის პროცესი და ექსტრაგირებული ნივთიერებების გამოსავლიანობის ზრდის დინამიკა მიკროტალღური ველის ზემოქმედებით.

ექსტრაქციის პროცესის კვლევების ჩატარებისათვის დანადგარის არ არსებობის გამო ჩვენს მიერ შემუშავებული და შექმნილი იქნა ლაბორატორიული ექსპერიმენტალური დანადგარი ღუმელი “ელექტრონიკა“-ს ბაზაზე, რომლის რეზონატორში სიმძლავრე შეესაბამება 0,5 კვტს ელექტრომაგნიტური ტალღის 2450 მგჰც სიხშირის პირობებში.

როგორც ცნობილია ღუმელში ელექტრომაგნიტური ველი განაწილებულია არათანაბრად. ველის გათანაბრების მიზნით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ჭურჭლის ფორმასა და ზომებს, რაც ჩვენს მიერ ექსპერიმენტალურად იქნა დადგენილი.

ჭურჭელი, რომელშიც თავსდება საექსტრაქციო მასა, დამზადებულია მიკროტალღური ველისათვის “გამჭირვალე” ნივთიერებისაგან (ორაგნული მინა). მას



აქვს წაკვეთილი კონუსის ფორმა, რომლის შიგნით მოთავსებულია მეორე წაკვეთილი კონუსი, რომელიც ასრულებს დიელექტრიკული ღერძის როლს. კონუსი მაგრდება პლატფორმა-რესივერზე, რომელიც შესრულებულია მიკროტალღური ველისათვის გამჭირვალე მასალისაგან. ექსპერიმენტალური დანადგარის ბლოკ-სქემა მოცემულია ნახ.2-ზე.

ნახ.2. ლაბორატორიული დანადგარის ბლოკ-სქემა

ზემაღალი სიხშირის დანადგარის ეფექტური მუშაობისათვის აუცილებელია რეჟიმის დადგენა. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ისეთი სიდიდეების განსაზღვრას როგორცაა დანადგარის მიერ ელექტროენერგიისა და ხვედრითი სიმძლავრის ეფექტური გამოყენება, რომელიც განისაზღვრება მასის გათბობის ტემპითა და რეზონატორის ოპტიმალური მასით დატვირთვით.

სიმძლავრის გადაცემის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$\eta = \frac{P_{\text{ნივთ}}}{P_{\text{რეზ}}} \cdot 100, \quad \%$$

სადაც, $P_{\text{ნივთ}}$ და $P_{\text{რეზ}}$ არის შესაბამისად ნივთიერებასა და რეზონატორში წარმოქმნილი სიმძლავრე, ვტ.

მასაში გამოყოფილი სიმძლავრე შეიძლება განისაზღვროს გათბობის ტემპის მიხედვით:

$$P_{\text{ნარ}} = m_{\text{ნარ}} \cdot C_{\text{ნედ}} \frac{\Delta t}{\Delta \tau}, \quad \text{ვტ}$$

სადაც $m_{\text{ნარ}}$ - ნარევის მასაა, კგ

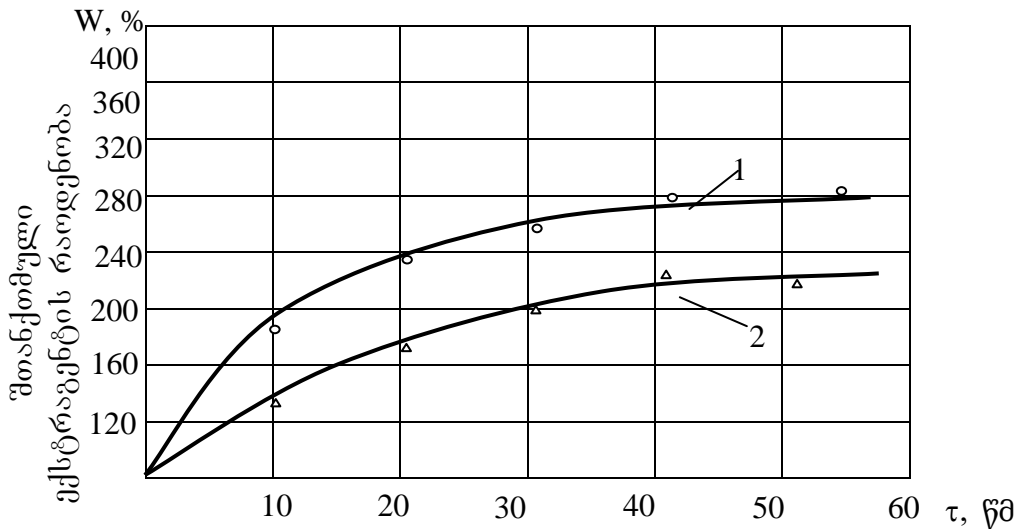
$C_{\text{ნედ}}$ - ნედლეულის სითბოტევადობაა, აიღება შესაბამისი სახელმძღვანელოდან (ჯ/კგ $^{\circ}$ K)

$\frac{\Delta t}{\Delta \tau}$ - მასის გათბობის ტემპის საშუალო მნიშვნელობა, $^{\circ}$ K/წმ

ნარევის გათბობის მაქსიმალური ტემპის $\left(\frac{\Delta t}{\Delta \tau}\right)$ და სიმძლავრის გადაცემის

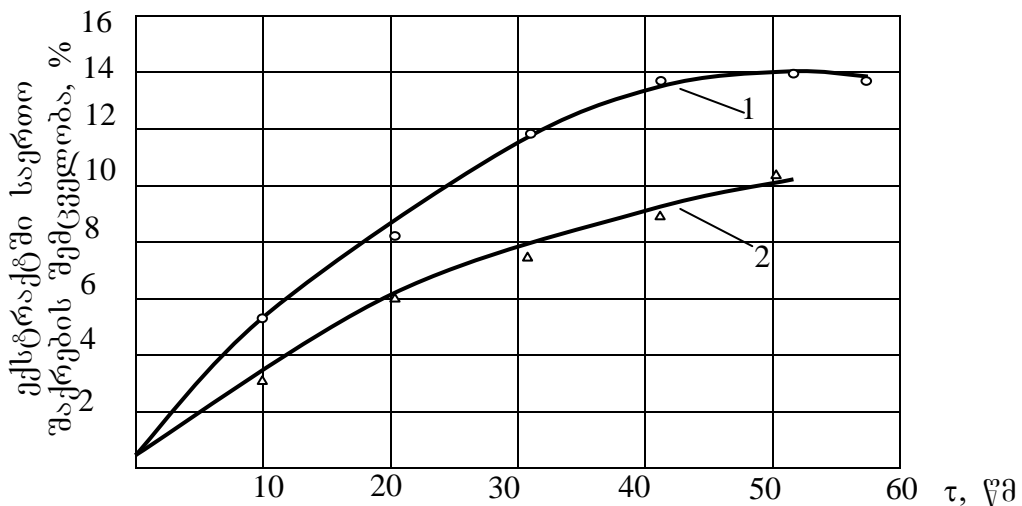
მაქსიმალური კოეფიციენტის მიღწევის მიზნით დავადგინეთ სამუშაო საკნის დატვირთვის ოპტიმალური მასა, რომელიც შეადგენს 0,30-0,35 კგ-ს.

ჩვენს მიერ ექსპერიმენტის ჩატარების მიზნით გამოყენებული იყო “ჩუმლაყური“ ჯიშის ლეღვის ნაყოფი. ვახდენდით დაქუცმაცებას და ვუმატებდით წყალს. ნარევის ვათავსებდით ჭურჭელში და ვდგამდით რეზონატორში. მიკროტალღურ ზემოქმედებას ვაწარმოებდით 10-60 წმ-ის განმავლობაში. შედეგებზე ვმსჯელობდით შთანთქმული ექსტრაგენტის და ექსტრაგირებული ნივთიერების (საერთო შაქრები) მიხედვით. კონტროლად აღებული გვექონდა ლეღვისა და წყლის ნარევი თბურად



დამუშავებული ჩვეულებრივი ხერხებით.

ნახ.3. მიკროტალღური ზემოქმედების გავლენა შთანქმული ექსტრაგენტის რაოდენობაზე. 1- მიკროტალღური ზემოქმედებით; 2- ჩვეულებრივი მეთოდით დამუშავებისას.



ნახ.4. მიკროტალღური ზემოქმედების გავლენა ექსტრაქტში გადასული საერთო შაქრების რაოდენობაზე. 1-მიკროტალღური ზემოქმედებით დამუშავებისას; 2-ჩვეულებრივი მეთოდით დამუშავებისას.

ექსტრაქტში საერთო შაქრების რაოდენობას ვსაზღვრავდით ბერტრანის მეთოდით, როგორც დიაგრამებიდან ჩანს (ნახ.3, 4), ნარევეზე მიკროტალღური

ზემოქმედების შედეგად ხდება შთანთქმული ექსტრაგენტის, ასევე ექსტრაქტში გადასული საერთო შაქრების რაოდენობის ზრდა 10,2-დან 14 %-მდე. ჩვეულებრივი მეთოდით დამუშავებასთან შედარებით.

ჩატარებული გამოკვლევებიდან ნათლად ჩანს ზემოაღნიშნული სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედებით წარმართული ექსტრაქციის პროცესის უპირატესობა ჩვეულებრივ მეთოდთან. ოპტიმალურად შეიძლება ჩაითვალოს მიკროტალღური ველის ზემოქმედება 40-50 წმ-ის განმავლობაში. ანალოგიური შედეგები იქნა მიღებული ექსტრაქტული ნივთიერებების განსაზღვრისას.

3.4. საკვები ბოჭკოების მიღება სუბტროპიკული ნაყოფების გაქმონაწინებებიდან

სუბტროპიკული ნედლეულის გადამუშავების, კერძოდ ექსტრაქციის, შედეგად მიღებული ნარჩენების ძირითად მასას წარმოადგენს მცენარეული უჯრედის კედლები, რის გამოც მცენარეული ნარჩენები სრულფასოვანი ნედლეულია ისეთი საკვები დანამატების წარმოებისათვის, როგორცაა სხვადასხვა დანიშნულების რექტინი და საკვები ბოჭკოები. ისინი, როგორც ცნობილია, ფართოდ გამოიყენება სამკურნალო-პროფილაქტიკურ კვებაში, ხასიათდებიან ჰომეოსტატიკური, დეზინტოქსიკური და ანტისეპტიკური თვისებებით. ამის გარდა, იცავენ ორგანიზმს მთელი რიგი დაავადებებისაგან, რომლებიც გამოწვეულია რაფინირებული მოხმარებით.

ჩვენს მიერ შემუშავებულია საკვები ბოჭკოების მიღების ტექნოლოგია სუბტროპიკული კულტურების ნაყოფების გადამუშავების შედეგად მიღებული გამოწონაწინებებიდან (თუთა, ლეღვი, ბროწეული, ლივი, ციტრუსები და სხვ.) ტექნოლოგია ითვალისწინებს: საკვები ბოჭკოების დაქუცმაცებას, გარეცხვას თბილი წყლით (40-45°C) ჰიდრომოდულის $\lambda=8-10$ დროს, შრობას 80÷85°C-ზე 35÷40 წთ-ის განმავლობაში და დაფქვას.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად ჩვენს მიერ მიღებულია მაღალი სიწმინდის ფიზიოლოგიურად აქტიური საკვები ბოჭკოები, სხვადასხვა სახის შემასქელებელი და ბიოლოგიურად აქტიური პექტინი.

მიღებული დანამატების გამოყენებით შემუშავებულია სამკურნალო-პროფილაქტიკური და ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების ახალი ასორტიმენტის რეცეპტურები და ტექნოლოგია.

არატრადიციული ნედლეულის - მაცვლოვანი კულტურა ჯიჯლაყას (Amaranthus)

ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური გამოკვლევა

3.4.1. ჯიჯლაყას (ამარანტის) ფქვილის ქიმიური შემადგენლობისა და მიკროსტრუქტურის გამოკვლევა

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, სამუშაოს შემდგომ ეტაპზე, მარცვლოვან კულტურათა ფუძეზე ფუნქციონალური საკვები დანამატების შემუშავებისათვის, გამოვიკვლიეთ ჯიჯლაყისებრთა ოჯახის წარმომადგენელი მარცვლოვანი კულტურა *Amaranthus cnienthus*, რომელიც კულტივირებულია და მოჰყავთ დედამიწის ორივე

ნახევარსფეროს ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში, მათ შორის საქართველოს სუბტროპიკებშიც. ამარანტის მარცვლების დაფქვით “JIM3 B-4M“ ტიპის ლაბორატორიულ წისქვილზე ვლებულობდით 60 % გამოსავლიანობის ფქვილს შემდგომი გაცრით №17, 19 და 21 აბრეშუმის საცრებზე.

აღნიშნული საკვები დანამატის გამოყენება მიზნობრივია და გათვალისწინებულია პურისა და ფქვილოვან საკონდიტრო პროდუქტებში დასამატებლად, ამიტომ მათი შემდგომი გამოყენების რაციონალური ტექნოლოგიის შემუშავების მიზნით შევისწავლეთ ამარანტის ფქვილის პურცხობის, ტექნოლოგიური, ფუნქციონალური თვისებები, მიკროსტრუქტურა და ფიზიოლოგიური მოქმედება.

ცხრილი 6.

60 % გამოსავლიანობის ამარანტის ფქვილის ქიმიური შედგენილობა, %

კომპონენტების დაახელება	კომპონენტების შემადგენლობა 100 გ ფქვილში	
	ამარანტის ფქვილში	I ხარისხის ხორბლის ფქვილში (კონტროლი)
წყალი	12,6	14,2
ცილები	18,1	10,8
ცხიმები	3,6	1,4
სახამებელი	53,9	72,0
მონო- და დისაქარიდები	2,8	0,6
ნაცრიანობა	0,82	0,73
უჯრედანა	0,85	0,20
მაკროელემენტების შემცველობა, მგ		
Ca		
K	98	22
Mg	187	174
Na	52	41
P	19	4
Fe	185	116
	3,1	2,0
ვიტამინები, მგ		
B ₁	0,32	0,25
B ₂	0,19	0,07

დანამატის სახით აღნიშნული ნედლეულის პურის ცხობაში გამოყენებისათვის მეცნიერულ-პრაქტიკულ საფუძვლებს წარმოადგენს მისი ქიმიური შედგენილობის, ფერმენტთა კომპლექსის და ფქვილის სტრუქტურის შესწავლა. შედარებისათვის კონტროლად ვიყენებდით I ხარისხის ხორბლის ფქვილს. ექსპერიმენტის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 6. ხორბლის ფქვილისა და ამარანტის ფქვილის შედარებითა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ცალკეული კომპონენტების შემცველობით ისინი მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

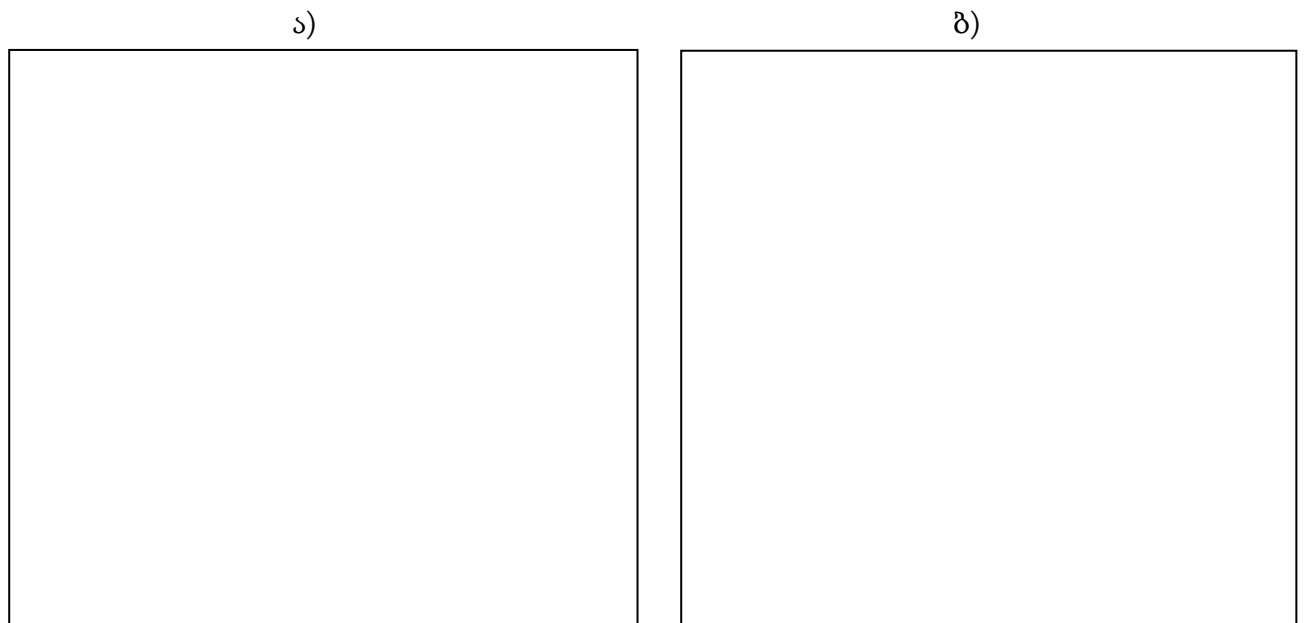
ამარანტის ფქვილის ქიმიური შედგენილობა ხასიათდება ცილებისა და ლიპიდების მაღალი შემცველობით, შესაბამისად 1,7 და 2,5-ჯერ მეტით ხორბლის ფქვილთან შედარებით ლიპიდების ფრაქციული შემადგენლობის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ რაოდენობა თავისუფალ და შეკავშირებულ ლიპიდებში დომინირებს ტრიგლიცერიდები, ძლიერშეკავშირებულში კი - პოლარული ლიპიდები, რომელთა რაოდენობაა შესაბამისად: 44,8 და 58% (საერთო რაოდენობიდან).

ამარანტის ფქვილში ნახშირწყლები წარმოდგენილია სახამებლით (53,9 %) და მონო- და დისაქარიდებით - 2,8 %, რაც მიუთითებს მასზე, რომ სახამებლის რაოდენობა ამარანტის ფქვილში 18,1 %-ით ნაკლებია, ხოლო მონო და დისაქარიდები - 5-ჯერ მეტია, ვიდრე ხორბლის ფქვილში.

კალციუმისა და ფოსფორის თანაფარდობა ამარანტის ფქვილში შეადგენს 1:2, რაც ოპტიმალურია ცოცხალი ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის. წყალში ხსნადი ვიტამინებიც B₁ და B₂ თითქმის 2-ჯერ მეტია ამარანტის ფქვილში.

ამარანტის ფქვილის ქიმიური შემადგენლობის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ის ხასიათდება მაღალი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულებით, რაც განპირობებულია ცილების, ლიპიდების, მონო- და დისაქარიდების, მიკრო- და მაკრო ელემენტებისა და ვიტამინების შემცველობით.

დადგენილია, რომ ამარანტის ფქვილოვანი ენდოსპერმის უჯრედთა მიკროსტრუქტურა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ხორბლის ფქვილის მიკროსტრუქტურისაგან. სახამებლის მარცვლები ცილასთან ერთად წარმოქმნიან რთულ მრავალწახნაგოვან ასოციატებს, რომლებიც წარმოქმნიან მჭიდრო სტრუქტურას (ნახ.5).



ნახ.5. ხორბლის I ხარისხის ფქვილისა (ა) და ამარანტის ფქვილის (ბ) მიკროსტრუქტურა (x 2000)

ხორბლის ფქვილის სახამებლისაგან განსხვავებით, ამარანტის სახამებლის მარცვლები ბევრად მცირეა და აქვთ ერთნაირი ბურთისებური ფორმა. სახამებლის მარცვლები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ცილოვანი ბუნების წანაზარდებით, რომლებიც ფორმირდება სხვადასხვა მიმართულებით.

დადგენილია, რომ ამარანტის ფქვილი ხასიათდება მაღალი ამილოლიზური აქტივობით (დაახლოებით 4-ჯერ მეტით ხორბლის ფქვილთან შედარებით), ნაკლები ლიპოქსიგენაზური და პოლიფენოლოქსიდაზური აქტივობით.

3.4.2. ამარანტის ფქვილის გავლენა ხორბლის ცომის თვისებებსა და პურის ხარისხზე

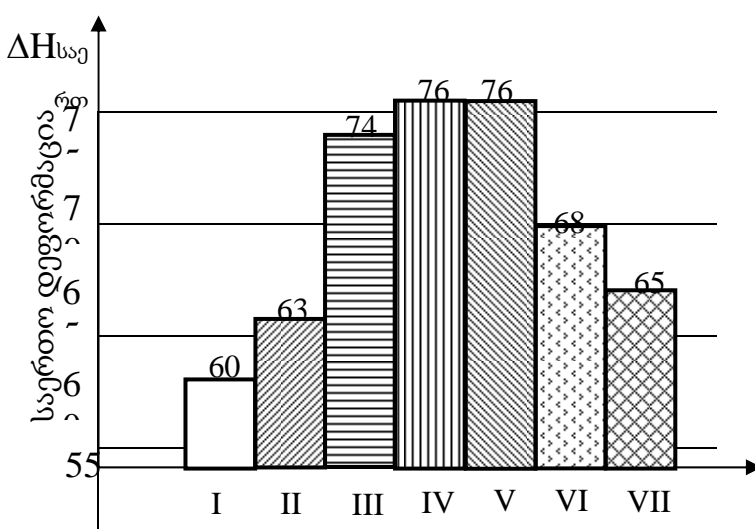
შევსწავლეთ ამარანტის ფქვილის გავლენა I ხარისხის ხორბლის პურის ხარისხსა და მის კვებით ღირებულებაზე (კერძოდ მასში ცილების, ვიტამინების, მინერალური ნივთიერებების შემცველობასა და პურის შეთვისების უნარზე), რისთვისაც ჩავატარეთ საცდელი ლაბორატორიული ცხოვბები. ცომის მომზადებას ვახდენდით უაფრო მეთოდით. ცომის მოსაზელად გამოვიყენეთ I ხარისხის ხორბლისა და ამარანტის

ფქვილები შემდეგი თანაფარდობებით 97:3; 95:5; 93:7; 90:10; 85:15; 80:20. პურის ანალიზს ვახდენდით გამოცხობიდან 14-16 საათის შემდეგ. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 7 და ნახაზზე 6.

ცხრილი 7

ხარისხის მაჩვენებლების დასახელება	პურის ხარისხის მაჩვენებლები						
	პური I ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან (კონტროლი)	I ხარისხის ფქვილის და ამარანტის ფქვილის თანაფარდობა რეცეპტურაში შეადგენს:					
		97:3	95:5	93:7	90:10	85:15	80:20
სინესტე, %	44,0	44,2	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5
მჟავიანობა, °N	2,2	2,4	2,6	2,6	2,6	2,8	3,1
ფორიანობა, %	68	70	72	73	76	74	70
ხვედრითი მოცულობა, სმ ³ /გ	3,16	3,22	3,42	3,68	3,84	3,76	3,40
პურის გულის ელასტიურობა	ღია ფერი მოყვითალო ელფერით	ღია ფერი მოყვითალო-მონაცრისფრო ელფერით	ღია, მონაცრისფრო ელფერით			ღია, ძლიერი მონაცრისფრო ელფერით	
ფორიანობის ხასიათი	ელასტიური						
პურის ქერქის მდგომარეობა	პურის ზედაპირი გლუვი, ნახეთქებისა და ნახაზების გარეშე						

ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ ამარანტის ფქვილის შეტანა ცომში გავლენას ახდენს პურის ხარისხზე და ამ ზემოქმედების ხარისხი დამოკიდებულია ამარანტის ფქვილის რაოდენობაზე, ცომის მომზადების ხერხსა და პურის რეცეპტურაზე. პურის საუკეთესო ხარისხი იქნა მიღწეული 10÷15 % ამარანტის ფქვილის დამატებისას ცომის აფრული მეთოდის გამოყენებით, ასევე შაქრისა და ცხიმის გამოყენებით. კიდევ უფრო მაღალი შედეგები იქნა მიღებული I ხარისხის ხორბლის ფქვილიდან ამარანტის ფქვილისა და ხორბლის ქატოს გამოყენებით, რომლებიც შეიცავენ საკვებ ბოჭკოებს. აღნიშნული დანამატების ოპტიმალურმა რაოდენობამ შეადგინა შესაბამისად 9 %; 8 % და 6% ნარევი (ხორბლის I ხარისხის ფქვილის მასასთან შეფარდებით). ნახევარფაბრიკატში (ცომში) ცილა თითქმის მთლიანად ფარავს სახამებლის მარცვლებს (ნახ.7), აღინიშნება უფრო განვითარებული კაპილარულ-ფოროვანი სტრუქტურა. იზრდება მზა ნაწარმის კვებითი ღირებულება, კერძოდ ცილის შემცველობა მატულობს 8-დან 8,8 %-მდე 100 გრ პროდუქტზე, ანუ 3÷10%-ით კონტროლთან შედარებით. მზა ნაწარმში იზრდება წყალში ხსნადი B ჯგუფის ვიტამინების რაოდენობა 6÷18%-ით, რიბოფლავინის - 13÷22%-ით, ასევე მიკრო და მაკრო ელემენტების.



ნახ.6. ამარანტის ფქვილის გავლენა I ხარისხის ხორბლის პურის გულის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებზე (ხელსაწყოს ერთეულებში)
I - კონტროლი - 100 % ხორბლის ფქვილისგან; II -(97:3); III -(95:5); IV - (93:7); V – (90:10); VI- (85:15); VII - (80:20).

ა)



ბ)



ნახ.7. ხორბლის I ხარისხის ფქვილისაგან მომზადებული ცომის (ა) და ხორბლის ფქვილისა და ამარანტის ფქვილის ნარევისაგან (85:15) მომზადებული ცომის (ბ) მიკროსტრუქტურა (x 2000)

მოდელური ცდებით ჩვენს მიერ დადგენილია ხორბლისა და ამარანტის ფქვილის ნარევის უკეთესი დამყოლობა ადამიანის კუჭ-ნაწლავის ფერმენტების (in vitro-პეფსინის, ტრიფსინისა და α -ამილაზას) მოქმედების მიმართ. პურის ჰიდროლიზი აღნიშნული ფერმენტებით მიმდინარეობდა ნაკლებად ინტენსიურად ვიდრე I ხარისხის პურში (კონტროლი), რაც, როგორც ჩანს, განპირობებულია ამარანტის დენატურირებული ცილების ნაკლებად დამყოლობით ჰიდროლიზური ფერმენტების მოქმედების მიმართ. ამარანტის ფქვილის დამატებით პურის ნახშირწყლების დამყოლობა α -ამილაზას მიმართ უფრო მაღალი აღმოჩნდა, ვიდრე კონტროლში.

ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რომ 20 %-მდე ამარანტის ფქვილის გამოყენება ხორბლის I ხარისხის ფქვილთან ერთად აუმჯობესებს პურის ხარისხის ფიზიკო-ქიმიურ და ორგანოლექტიურ მაჩვენებლებს, მის ქიმიურ შემადგენლობასა და კვებით ღირებულებას.

ცდების საფუძველზე აგრეთვე დადგინდა, რომ ამარანტის ფქვილის დამატება ცომში ამუხრუჭებს კარტოფილის დაავადების განვითარებას ხორბლის პურში. განსაკუთრებული ეფექტი აღინიშნება ხორბლის ფქვილისა და ამარანტის ფქვილის ნარევისაგან მომზადებული ცომის დამუშავებისას მიკროტალღურ ველში.

3.4.3. ხორბლის I ხარისხისა და ამარანტის ფქვილების ნარევის პურცხობის თვისებების გამოკვლევა

შევისწავლეთ 60 % გამოსავლიანობის სხვადასხვა რაოდენობის ამარანტის ფეკილის გავლენა I ხარისხის ხორბლისა და ამარანტის ფეკილების ნარევის ცილოვან-პროტეინაზულ და ნახშირწყლოვან-ამილაზურ კომპლექსზე.

დადგენილია, რომ ამარანტის ფეკილის დამატება I ხარისხის ხორბლის ფეკილზე 5-დან 20 %-მდე ამცირებს ნედლი და მშრალი წებოგვარას რაოდენობას შესაბამისად 3,8(14 % და 4(31 %-ით, ჰიდრატაციული უნარი იზრდება 3-16 %-ით კონტროლთან შედარებით. აღინიშნება ფეკილის “ძალის“ გაძლიერება, აირწარმოქმნის უნარის გაზრდა 20(43%-ით. სახამებლის კლეისტერიზაციის დაწყების ტემპერატურა იწევს 58(C-დან (ხორბლის ფეკილისათვის) 63 (C-მდე (ნარევისათვის 80:20), ამავდროულად ამაღლდა სუსპენზიის სიბლანტის მაქსიმუმის მიღწევის ტემპერატურა 80 (C-დან 88 (C-მდე, რაც მიაწინებს ფეკილის ავტოლიტური აქტივობის ზრდაზე.

3.4.4. ამარანტის ფეკილის გავლენა ცომის თვისებებზე

ცნობილია, რომ ცომის გაფუების და დამწიფების დროს მიმდინარე პროცესები გავლენას ახდენენ პურის ხარისხზე. აქედან გამომდინარე შევისწავლეთ ამარანტის ფეკილის გავლენა ცომის ფიზიკო-ქიმიურ, ბიოქიმიურ, მიკრობიოლოგიურ, რეოლოგიურ თვისებებზე, ასევე გამოვიკვლიეთ ამარანტის ფეკილის ფუნქციონალური თვისებები ცომის მომზადების პროცესში.

დადგენილია, რომ ამარანტის ფეკილი გავლენას ახდენს ცომიდან გამორეცხილი წებოგვარას ხსნადობაზე (ცხრილი 8).

დადგენილია, რომ ამარანტის ფეკილი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ცომის დამწიფების დროს მიმდინარე პროცესთა კომპლექსზე. კერძოდ, ჩქარდება სიმჟავის დაგროვება, მატულობს აირწარმოქმნა 6-68 %-ით, საფუვრის დუღილის აქტივობა და ამწევი ძალა 1,2-2-ჯერ კონტროლთან შედარებით. ცომის დამწიფების პერიოდი მცირდება 10(45 წუთით, იცვლება ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები: იზრდება ცომის წყლის შთანქთმის უნარი, ელასტიურობა, მცირდება ცომის განთხევადება, მატულობს აირდამჭერი უნარი 3(16 %-ით კონტროლთან შედარებით. შესწავლილ იქნა ამარანტის ფეკილის გავლენა ცომის წებოგვარას თვისებებზე (სხვადასხვა გამხსნელებში ხსნადობის მიხედვით).

ცხრილი 8

I ხარისხის ხორბლის ფეკილისა და ამარანტის ფეკილის შერევით მომზადებული ცომის წებოგვარას ხსნადობა

გამხსნელის დასახელება	ხსნადი აზოტის შემცველობა წებოგვარაში (%, საერთო აზოტიდან)			
	ცომი მზადდებოდა I ხარისხის ხორბლის ფეკილიდან (კონტროლი)	ცომი მზადდებოდა I ხარისხის ხორბლის ფეკილისა და ამარანტის ფეკილის შერევით, შემდეგი თანაფარდობით		
		95:5	90:10	85:15
0,1N მმარმჟავას ხსნარი	28,9	25,7	19,6	19,0
12 %-ინი ნატრიუმის სალიცილატის ხსნარი	19,2	17,1	15,8	15,3

ნიმუშებს ვიღებდით დუღილის დაწყებიდან 150 წუთის შემდეგ და ვახდენდით წებოგვარას გამორეცხვას. წებოგვარას სინჯები სუბლიმაციური შრობის შემდეგ

გადაგყავდა ხსნარში 0,1N ძმარმჟავას ხსნარით და 12 %-იანი ნატრიუმის სალიცილატის ხსნარით.

3.4.5. ცომის მომზადების მეთოდის შემუშავება ამარანტის ფქვილის გამოყენებით

ჩატარებული გამოკვლევები საფუძვლად დაედო ცომის მომზადების ტექნოლოგიას ხორბლის I ხარისხის და ამარანტის ფქვილის გამოყენებით, რომლის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ცომის მომზადება სწარმოებს ორ სტადიად: თავდაპირველად მზადდება ნახარში, სადაც ხდება ამარანტის ფქვილისაგან ნახარშის მომზადება (85-90°C ტემპერატურის წყლით) და ნახევარფაბრიკატების დაყოვნება თვითდაშაქრებისათვის 1 საათის განმავლობაში. შემდეგ მომზადებული ტკბილი ნახარში ემატება ცომში, რომელიც იზილება I ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან, საფურის, მარილისა და სხვა კომპონენტებისაგან. ცომი ფუძდება 3 საათის განმავლობაში, შემდეგ წარმოებს დაყალიბება, დაყოვნება (≈ 40 წუთი) და გამოცხობა. ანალოგიურად ნახარშზე მზადდება პური, სადაც ამარანტის ფქვილთან ერთად გათვალისწინებულია ქატოს გამოყენება, შეფარდებით (1 ნაწილი ქატო, 3 ნაწილი ამარანტის თქვილი) და მათი წონის 3-ჯერ მეტი მდულარე წყალი.

მეორე ვარიანტში ქატოსა და ამარანტის ფქვილს ემატება 3-ჯერადი რაოდენობით წყალი და სწარმოებს ნარევის თერმოსტატირება 30-32°C $1\pm 1,5$ საათის განმავლობაში, შემდეგ ცომის მომზადდება ტრადიციული მეთოდით.

3.5. ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტთა ახალი ასორტიმენტის შემუშავება და მათი კვებითი ღირებულება

გამოსაკვლევნი ნედლეულის ქიმიური შემადგენლობის და ტექნოლოგიური თვისებების შესწავლის მონაცემები გამოყენებული იქნა ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების ოპტიმალური კომპოზიციების შესადგენად.

დამუშავებულია თხევადი საკვები კონცენტრატების მიღების ტექნოლოგიური რეგლამენტები, მათ საფუძველზე დამზადებული ფიტოსიროფების, აგრეთვე საწებლების, მატონიზირებელი და ენერგეტიკული სასმელების რეცეპტურები და ტექნოლოგია. პურფუნთოშეული ნაწარმისათვის კი შემუშავებულია საკვები დანამატი ამარანტისა და ქატოს გამოყენებით.

თხევადი საკვები კონცენტრატების მიღების ტექნოლოგიური სქემა ითვალისწინებს: ნედლეულის მომზადებას (გარეცხვა, კანის მოცილება), ნაყოფის ბლანშირებას, მასის ჰომოგენიზაციას, გამოწნეხვას, წვენის ფილტრაციას, კოპტონის ექსტრაქციას, ექსტრაქტის გაფილტვრას, წვენისა და ექსტრაქტის შეერთებას, მორსის კორცენტრირებას.

რეცეპტურების ოპტიმალური ვარიანტების შედგენის დროს ვითვალისწინებდით ბალანსირებული კვების თეორიის მოთხოვნებს.

ფიტოსიროფების რეცეპტურის პირველ კომპოზიციაში შედის: თუთის და ბროწეულის თხევადი კონცენტრატები, ფქვილი და შაქარი; მეორე კომპოზიციაში - ლედვისა და კივის თხევადი კონცენტრატები, ფქვილი და შაქარი.

გაანგაიშებული იქნა საწებლებისა და სასმელების ქიმიური შემადგენლობა და ბალანსირებული კვების ფორმულის დაკმაყოფილების დონე.

მარცვლოვანი კულტურა ამარანტის ფქვილისა და ხორბლის ქატოს ფუძეზე დამზადებული საკვები დანამატის გამოყენებამ პურის ტექნოლოგიაში გააფართოვა ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების ასორტიმენტი.

მიღებული შედეგების ერთობლიობა მეტყველებს, რომ შემოთავაზებულ პროდუქციას ახასიათებს მაღალი კვებითი ღირებულება და გააჩნია მთელი რიგი ახალი,

ორგანიზმისათვის სასარგებლო თვისებები, რაც განაპირობებს მათი გამოყენების მიზანშეწონილობას სამკურნალო-პროფილაქტიკურ კვებაში.

დასკვნები

1. ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური გამოკვლევებით ნაჩვენებია, რომ ბიოაქტიური ნაერთების მაღალი შემცველობით ხასიათდებიან სუბტროპიკულ მცენარეთა ნაყოფები: ლეღვი, თუთა, ბროწეული, კივი. მათი კომპლექსური გადამუშავებით მიიღება ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტები - ფიტოსიროფები, უალკოჰოლო სასმელები, საწებლები, სადესერტო ტკბილი კერძები და სხვა.
2. ნაჩვენებია, რომ მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქციის პროცესში ზემოაღნიშნული სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის ზეგავლენა უზრუნველყოფს ექსტრაქტული ნივთიერებების დიფუზიის პროცესის ოპტიმიზაციას და პროდუქტის მასქიმალურ კვებით ღირებულებას.
3. ნაჩვენებია, რომ ფუტკრის ფქილის დამატება ფიტოსიროფებში მნიშვნელოვნად ზრდის მათ ბიოაქტიურობას, ფიზიოლოგიურ და კვებით ღირებულებას. შემუშავებულია ფუტკრის ფქილის შენახვისა და გადამუშავების ოპტიმალური რეჟიმები.
4. შესწავლილია არატრადიციული მარცვლოვანი კულტურის ჯიჯლაყას (*Amaranthus*) ქიმიური შედგენილობა, მიკროსტრუქტურა, პურცხოვის, ტექნოლოგიური, ფუნქციონალური თვისებები და ფიზიოლოგიური მოქმედება. დადგენლია ამ კულტურის უპირატესობა სხვადასხვა პარამეტრებით ხორბლის I ხარისხის ფქვილთან შედარებით და ნაჩვენებია, რომ ის წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული პურის წარმოებაში. მის ბაზაზე მიზანშეწონილია ფუნქციონალური საკვები დანამატის წარმოება ხორბლის ქატოსთან შეთანაწყობით. ამარანტის ოპტიმალური დოზა შეადგენს 10-15 % ფქვილის მასასთან შეფარდებით.
5. დადგენილია, რომ I ხარისხის ფქვილთან შედარებით 60 % გამოსავლიანობის ამარანტის ფქვილი შეიცავს მეტი რაოდენობით ცილებს, ლიპიდებს, მონო-, დისაქარიდებს, მიკრო, მაკროელემენტებს და 18,1 %-ით ნაკლებ სახამებელს. α - და β -ამილაზების, ლიპოქსიგენაზას და პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობა ნაკლებია ამარანტის ფქვილში.
6. შესწავლილია ამარანტის ფქვილის გავლენა პურის ხარისხზე ცომის მომზადების ხერხის, რეცეპტურის და დოზირებისაგან დამოკიდებულებით. ნაჩვენებია, რომ ამარანტის ფქვილის დამატება პურში 5-15 % ოდენობით იწვევს პურის ხარისხის გაუმჯობესებას: მატულობს ხვედრითი მოცულობა, ფორიანობა, საერთო დეფორმაცია. პურის გულის სტრუქტურა ხასიათდება თანაბარი, წვრილი ფორიანობით კონტროლთან შედარებით. მზა ნაწარმი გამოირჩევა მაღალი კვებითი ღირებულებით.
7. ამარანტის ფქვილის დამატება ცომში იწვევს მჟავიანობის, საფუვრის ამწევი ძალისა და დუღილის აქტივობის ოპტიმიზაციას, შედეგად ცომის დამწიფების განგრძლივობა მცირდება 45 წუთით. შემუშავებულია პურის მომზადების ტექნოლოგია ამარანტის ფქვილისაგან მომზადებული ნახარშის გამოყენებით, დადგენილია ტექნოლოგიური პროცესების ოპტიმალური პარამეტრები.
8. განსაზღვრულია ახალი ასორტიმენტის პროდუქტების კვებითი ღირებულება.

რეკომენდაციები წარმოებას

1. პურპროდუქტებში ბიოაქტიური საკვები დანამატის სახით ჯიჯლაყას (*Amaranthus*) ფქვილისა და ხორბლის ქატოს კომპლექსური გამოყენება.
2. სუბტროპიკულ მცენარეთა ნაყოფებისა და ფუტკრის ფქილის ბაზაზე ბიოაქტიური ფიტოსიროფების (თხევადი კონცენტრატების) წარმოების ოპტიმალური პარამეტრები, რეცეპტურები და დროებითი ტექნოლოგიური ინსტრუქცია.
3. პურის, უალკოჰოლო სასმელის, საწებლების და კულინარული ნაწარმის ახალი ასორტიმენტის რეცეპტურები და მომზადების ტექნოლოგია.

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული შრომების სია

1. ხუციძე ც., კილასონია კ., სილაგაძე მ., თავდიდიშვილი დ. დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ბროწეულის ქიმიურ-ტექნოლოგიური გამოკვლევა./ყ. სუბტროპიკული კულტურები. - № 1-2(251-252). - ოზურგეთი. ანასეული. -2004. - გვ. 44-46.
2. მ. სილაგაძე, ც. ხუციძე, ე. ფრუიძე. საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში გავრცელებული მარცვლოვანი კულტურა ამარანტის(Amaranthus cnienthus), ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური გამოკვლევა./ყ. სუბტროპიკული კულტურები. - № 1-2(253-254). - ოზურგეთი. ანასეული. -2005. - გვ.
3. ე. ფრუიძე, ე. ძნელაძე, ა. ღვინევაძე, ც. ხუციძე. ნახევარფაბრიკატზე მიკროტალღური ზემოქმედების გავლენა ხორბლის ცომისა და პურის ხარისხზე./ქუთაისის ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები. №1(16), - ქუთაისი: 2005. გვ. 166-169
4. ც. ხუციძე, მ. სილაგაძე, ე. ფრუიძე, მ. ფხაკაძე, კ. კილასონია. მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქციის პროცესის ოპტიმიზაცია ზემადალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედებით./საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ქუთაისის სამეცნიერო ცენტრის შრომები, ტ. XVI. - «მეცნიერება», - თბილისი. 2006. - გვ. 100-106.
5. ც. ხუციძე, დ. თავდიდიშვილი, მ. სილაგაძე, ე. ვიხოდოვა, კ. კილასონია. ლელვის ქიმიურ-ტექნოლოგიური შეფასება და მისი გამოყენების შესაძლებლობა კვების პროდუქტების წარმოებაში./საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ქუთაისის სამეცნიერო ცენტრის შრომები, ტ. XVI. - «მეცნიერება», - თბილისი. 2006. - გვ. 95-99.
6. ე. ფრუიძე, მ. სილაგაძე, ე. ძნელაძე, ც. ხუციძე. ცომის მიკროტალღური დამუშავების გავლენა კარტოფილის დაავადების განვითარებაზე ხორბლის პურში./აგრარული მეცნიერების პრობლემები (სამეცნიერო შრომათა კრებული), ტ. XXXIV. თბილისი. 2006. გვ. 53-54
7. Тавдишвили Д.Р., Карчава М.С., Хуцидзе Ц.З. Шелковица (Morus) – перспективное сырье для производства продуктов лечебно-профилактического назначения. /Хранение и переработка сельхозсырья «Пищевая промышленность». Москва, 2006. -6. - 28 с.
8. Карчава М.С. Силагадзе М.А., Джинджолия Ш.Р. Хуцидзе Ц.З. Растительные клеточные стенки- источники виологически активних веществ / GEORGIAN ENGINEERING NEWS №2, 2006. GFID с 299-300.