

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

დალი სურმანიძე

წყავის ბიორესურსი აჭარაში, ბიოდირეზულეზა და გადამუშავების
პერსპექტიული ტექნოლოგიები

სადოქტორო პროგრამა - ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის

შიფრი 0711

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2023 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში
ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი
ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელ(ები): ემერეტუსი ლერი გვასალია
პროფესორი თამარ კაჭარავა

რეცენზენტები:
.....

დაცვა შედგება წლის ”....” , საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის -----
ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სადისერტაციო
ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი -----, აუდიტორია -----
მისამართი: 0160, თბილისი, №

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა – ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი -----

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

ნაშრომის აქტუალობა. XXI საუკუნის მთავარ გამოწვევად მოსახლეობის რაოდენობის უპრეცედენტო ზრდასთან ერთად კლიმატის გლობალური ცვლილებები რჩება. ამ ფონზე მსოფლიოს ეკონომიკურ განვითარებასა და სასურსათო უსაფრთხოებაში მცენარეთა გენეტიკური რესურსების სრულ გამოყენებას სულ უფრო მეტი ყურადღება ექცევა. ეს რესურსები აგროკულტურების ბიომრავალფეროვნების არსებით შემადგენელ კომპონენტს წარმოადგენს და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მდგრადი განვითარებისათვის ძირითად საწინდელ ბაზას ქმნის. მათი როლი განუსაზღვრელია არა მარტო სოფლის მეურნეობაში დაკავებული მოსახლეობის, არამედ მთელი კაცობრიობის შრომითი და სასურსათო უზრუნველყოფისათვის.

ამჟამად მცენარეთა გენეტიკური რესურსები მზარდი წნეხის ქვეშ იმყოფება როგორც ადგილობრივ, ისე გლობალურ და რეგიონალურ დონეზე. აგროკულტურათა გაუმჯობესებისათვის ეს რესურსები წარმოადგენს სელექციურ საწყის მასალას, რათა მიღებული ჯიშები იყოს უკეთესად შეეგუებული შეცვლილ კლიმატურ პირობებთან, რადგან გარემოს ფიზიკური მახასიათებლების (ტემპერატურის, ტენიანობის, ნალექების რაოდენობის) ცვლას თან მოყვება მავნებელ-დაავადებათა სპექტრის მკვეთრი ცვლილებები და ეს პროცესები უკვე დაწყებულია. ამ და სხვა სამომავლო გამოწვევების მოსაგვარებლად აუცილებელია მცენარეთა გენეტიკური მრავალფეროვნების უფრო დეტალური შესწავლა.

საქართველო ბუნებრივი ზონების მრავალფეროვნებით გამოირჩევა, რაც განაპირობებს უნიკალური ბიოცენოზების სიმრავლეს, მაგრამ აჭარაში, რომლის ფართობი მხოლოდ 2919 კვადრატული კილომეტრია, სუბტროპიკებიდან დაწყებული ალპური მდელოებით დამთავრებული ყველა ბუნებრივი ზონა გვხვდება, ხოლო ფართობის 65% ტყითაა დაფარული. უმეტესად ეს კოლხური რელიქტური წვიმიანი ტყეებია, რომლებიც 2021 წელს UNESCO-ს მსოფლიო ბუნებრივი მემკვიდრეობის ძეგლების ნუსხაში იქნა შეტანილი. სწორედ ამ ტყეების მნიშვნელოვანი კომპონენტია წყავი.

წყავი ვარდისებრთა ოჯახის მცენარეა, რომელიც მეტად საინტერესოა

პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით. ეს მარადმწვანე ყინვაგამძლე მცენარე ფართოდ გამოიყენება დეკორატიულ მემცენარეობაში, მძლავრი ფესვთა სისტემის გამო ეროზიის საწინააღმდეგო ფერდობგამამაგრებელ ნარგაობაში, მთრიმლავ ნივთიერებათა დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო ტყავის წარმოებაში, ფოთლებისაგან ამზადებენ სამკურნალო დანიშნულების „წყავის წყალს“, მაგრამ განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს წყავის ნაყოფი, კენკროვანი ხილი, რომელიც გამოირჩევა სპეციფიკური, ძალიან სასიამოვნო არომატით და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების სიმდიდრით. მიუხედავად იმისა, რომ წყავი დასავლეთ საქართველოსთვის ტრადიციული ხილია (კოლხური ტყეები წყავის წარმოშობის ერთ-ერთი კერაა), მისი გადამუშავების ტექნოლოგიები ნაკლებადაა შესწავლილი. წყავის კულტურული ჯიშების ნაყოფებს მოსახლეობა დიეტური ხილის სახით გამოიყენებს, ხოლო ველურად მოზარდი წყავის ნაყოფი პრაქტიკულად გამოუყენებელი რჩება. იმ ფაქტის გათვალისწინებით, რომ წყავის კულტურული ჯიშები ერთეული ხეების ან ბუჩქების სახით გვხვდება, ხოლო ველურად მოზარდი წყავის საერთო ფართობი საქსტატის მონაცემებით დაახლოებით 13 ათას ჰექტარს შეადგენს, ველური წყავის ნაყოფის გადამუშავებას დიდი სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს. ეს საკითხი განსაკუთრებულ აქტუალობას იძენს რეგიონში ტურიზმის განვითარებასთან დაკავშირებით: უცხოეთიდან ჩამოსული სტუმრებისათვის წყავი ეგზოტიკური ხილია და მისგან დამზადებულ პროდუქციაზე განსაკუთრებული მოთხოვნაა.

კვლევის მიზანი: აჭარის რეგიონში არსებული წყავის ბიორესურსის, მისი ბიომრავალფეროვნების კვლევა, ველურად მოზარდი სახეობისა და კულტურული ჯიშების ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის შესწავლა და ამ კვლევის საფუძველზე წყავის ნაყოფის შენახვა-გადამუშავების ტექნოლოგიების შემუშავება-დაზუსტება.

კვლევის ამოცანები: - წყავის ბიორესურსისა და გავრცელების არეალის დადგენა

აჭარის ავტონომიურ რესპუბლიკაში;

- ველურად მოზარდი და კულტურული წყავის ნაყოფის შედარებითი ბიომორფოლოგიური და მოსალოდნელი ტექნოლოგიური პროცესების ანალიზი ხარისხიანი ნედლეულის მისაღებად;

- ველურად მოზარდი და კულტურული წყავის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის შესწავლა;
- წყავის ნაყოფის მოსავლის შემდგომი შენახვის ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენა;
- წყავის ნაყოფიდან წვენის მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება;
- წყავის ნაყოფიდან ბუნებრივი საკვები საღებარის დამზადების ტექნოლოგიის შემუშავება;
- წყავის ნაყოფისაგან შაქრით დაკონსერვებული პროდუქტების (მურაბა, ჯემი, კონფიტური) მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება;
- წყავის ნაყოფისაგან კუპაჟირებული კონსერვების დამზადების ტექნოლოგიების შემუშავება;
- წყავის ნაყოფისაგან შაქრის შემცირებული რაოდენობით დამზადებული პროდუქციის ტექნოლოგიის შემუშავება და მისი შენახვისუნარიანობის დადგენა;
- წყავის ნაყოფებიდან შაქრის სხვადასხვა რაოდენობის დამატებით დამზადებულ მურაბებში ქიმიური მაჩვენებლების დინამიკა შენახვის პროცესში;
- მიღებული პროდუქციის ტექნო-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კონტროლი.

ნაშრომის სამეცნიერო კვლევის სიახლე. ველურად მოზარდი და კულტურული წყავის ნაყოფების ბიოქიმიური შედგენილობის და კვებითი ღირებულების შესწავლის საფუძველზე დადგენილია:

- წყავის ნაყოფის მოსავლის შემდგომი შენახვის ოპტიმალური პარამეტრები;
- შემუშავებულია წყავის ნაყოფიდან წვენის მიღების ტექნოლოგია, მათ შორის პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატის გამოყენებით;
- შემუშავებულია ბუნებრივი საკვები საღებარების დამზადების ტექნოლოგიები წყავისა და ლოღნოშოს კუპაჟირებული წვენისაგან და წყავის ამონაწნებისაგან;
- დამუშავებულია უშუალოდ წყავის ნაყოფებიდან და მათი კუპაჟირებით მიღებული შაქრით დაკონსერვებული პროდუქციის ასორტიმენტის

დამზადების ტექნოლოგიები;

- შესწავლილია მიღებული პროდუქციის ბიოქიმიური შედგენილობა და შენახვისუნარიანობა, მისი ტექნო-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კონტროლის რეჟიმები.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება. ტურიზმი საქართველოს ეკონომიკის განვითარების ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულებაა. საქართველოში ჩამოსული სტუმრებისათვის წყავი და მისგან დამზადებული პროდუქცია ეგზოტიკურ პროდუქტს წარმოადგენს და დიდ ინტერესს იწვევს. წყავისაგან დამზადებული პროდუქციას დიდი საიმპორტო პოტენციალი გააჩნია, თუმცა იგი შიდა ბაზარზეც ნაკლებად გვხვდება. ამის გათვალისწინებით წყავის ნაყოფის შენახვისა და გადამუშავების მეცნიერულად დასაბუთებულ ტექნოლოგიებს დიდი პრაქტიკული ღირებულება გააჩნიათ, მით უმეტეს, რომ შემუშავებულ პროდუქტთა ასორტიმენტის დამზადება შესაძლებელია როგორც მსხვილ საკონსერვო ქარხნებში, ასევე მცირე საწარმოებში.

ნაშრომის აპრობაცია. სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენებული იყო ორ საერთაშორისო კონფერენციზე:

1. Surmanidze D.D., Gvasalia L.I., Kacharava T.O. - The prospects of use of wild-growing forms of cherry laurel in the food industry. International Science-Practical Conference «Study, Conservation and Rational Use of the Eurasia Flora», Almaty (Kazakhstan), on September 7-9, 2022.
2. Surmanidze D., Kacharava T., Eptashvili T.-“Sustainable use of Phyogenetic Resources of Georgia”- VI All-Ukrainian Scientific and Practical Conference with International Participation “CHEMISTRY OF NATURAL COMPOUNDS” Training with the mastery of practical skills 27-28 October 2022, Ternopil, Ukraine.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავალისაგან, ლიტერატურული მიმოხილვის, ექსპერიმენტული ნაწილისა და ჩატარებული კვლევის შედეგებისა და განსჯისაგან, ძირითადი შედეგები წარმოდგენილია დასკვნის სახით. ნაშრომის ბოლოს განთავსებულია ბიბლიოგრაფია, გამოყენებული 84 ლიტერატურული წყაროს მითითებით. სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს 20 ცხრილს, 15 ნახაზს, 7 დიაგრამას, 5

ილუსტრირებულ გამოსახულებას სურათის სახით და შეადგენს 124 გვერდს.

1. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები და მათი განსჯა

კვლევის ობიექტები

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს აჭარის რეგიონში გავრცელებული ველურად მოზარდი და კულტურული წყავის ნაყოფები და მათი გადამუშავებით მიღებული კვების პროდუქტები: წყავის წვენი, წყავის ჯემი, წყავის კონფიტური, წყავის მურაბა, წყავის კუპაჟირებული პროდუქტები, წყავისა და ლოლნოშოს კუპაჟირებული წვენისაგან და ამონაწნეხიდან მიღებული ბუნებრივი საკვები საღებარები და შაქრის შემცირებული რაოდენობით წყავისაგან დამზადებული დაკონსერვებული პროდუქტები.

კვლევის მეთოდები. ექსპერიმენტული კვლევის დროს გამოყენებული იყო კვლევის აპრობირებული მეთოდები:

- წყავის ველურად მოზარდი და კულტურული მცენარეების ბუნებაში გავრცელების დადგენის მიზნით გამოყენებული იქნა გეოგრაფიულ-ინფორმაციული პროგრამა (GIS-Arcview);
- კულტურათა საერთაშორისო მახასიათებლები (International crop descriptors), აგრეთვე გვარ Lauracerasus-ის კლასიფიკატორი;
- ონტოგენეზის მიმდინარეობის დინამიკა შესწავლილ იქნა ფენოლოგიური კვლევის კლასიკური სქემით;

წყავის ნაყოფების და მათი გადამუშავებით მიღებული პროდუქტების ბიოქიმიური კვლევისთვის გამოყენებული იქნა შემდეგი ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები:

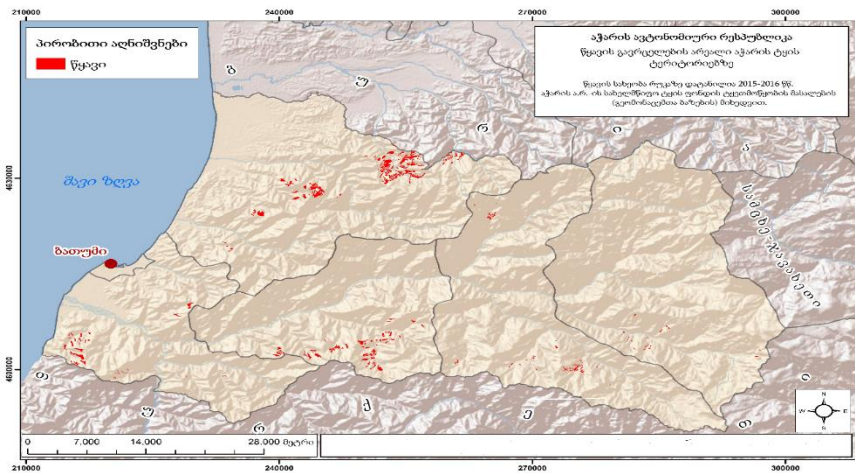
ხსნადი მშრალი ნივთიერებების შემცველობას ვსაზღვრავდით რეფრაქტომეტრულად ISO 2173:2003 შესაბამისად. **ტიტრულ მჟავიანობას** ვსაზღვრავდით ISO 750:1998-ის შესაბამისად პოტენციომეტრული ანუ რეფერენტული მეთოდით. **საერთო შაქრების** განსაზღვრას ვაწარმოებდით ბერტრანის მეთოდით. **მთრიმლავ ნივთიერებათა** რაოდენობას ვსაზღვრავდით ფოლინ-დენსის მეთოდით (AOAC Official Method); **პექტინოვან ნივთიერებათა** განსაზღვრას ვახდენდით სპექტრომეტრირებით კარბაზოლის მეთოდით (AOAC Official Method). **C ვიტამინის (ასკორბინის მჟავას)** რაოდენობას ვსაზღვრავდით ტიტრომეტრული მეთოდით (AOAC Official Method). **კაროტინოიდების ჯამურ**

რაოდენობას ვსაზღვრავდით სპექტრომეტრული მეთოდით (AOAC Official Method). ანთოციანების რაოდენობას ვადგენდით pH-დიფერენციალური სპექტროფოტომეტრირების მეთოდით (AOAC Official Method). ფენოლურ ნივთიერებათა ჯამის დასადგენად ვიყენებდით ფოლინ-ჩოკალტეუს მეთოდს. ექსპერიმენტების სწორი წარმართვისათვის მივმართეთ მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდს (გვასალია,2014). სტატისტიკური ანალიზი: გარკვეულ მონაცემებზე გამოთვლილი იქნა სტანდარტული ცდომილება Excel-ის პროგრამის გამოყენებით. სარწმუნოების კოეფიციენტი $p \leq 0.05$.

აჭარაში გავრცელებული წყავის პომოლოგიური და ფენოლოგიური კვლევა

წყავი აჭარაში ყველგან არის გავრცელებული და როდოდენდრონებთან ერთად კოლხური ტყეების ქვეტყეს წარმოქმნის. ტყეებს უკავია ავტონომიური რესპუბლიკის ფართობის 65%. ძირითადად წყავი ტენიან ადგილებში გვხვდება და ამიტომ დიდი რაოდენობითაა მდინარეების: ჭარნალისწყლის, თხილნარისწყლის, ჩაქვისწყლის, ყოროლისწყლის, კინტრიშის, დეხვას ხეობებში. წყავის მცენარეების განსაკუთრებული სიუხვით გამოირჩევა აკავრეთას ხეობა კოსლისთავის მთასთან.

2015-2016 წლებში საერთაშორისო პროექტის ფარგლებში მოხდა აჭარის ტყეებში იშვიათ და გადაშენების საფრთხის ქვეშ მყოფ სახეობათა ინვენტარიზაცია და შედგა გეომონაცემთა ბაზები. მართალია, წყავი ამ სახეობებს არ მიეკუთვნება, მაგრამ ვინაიდან იგი ძირითადად ქვეტყეს წარმოქმნის, ტყის ფონდის ტყეთმოწყობის მასალებში ჩვენ მოვიპოვეთ მონაცემები აჭარის ტყეებში წყავის გავრცელების არეალის შესახებ და შევადგინეთ რუკა, რომელიც წარმოდგენილია სურათი 1-ზე.



სურათი 1. წყავის გავრცელების არეალი აჭარის ტყის ტერიტორიაზე

აჭარის ტერიტორია ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით პირობითად დაყავით 4 ზონად: ზღვის დონიდან 5-50 მ; 50-250მ; 250-500 მ და 500 მეტრზე მაღლა. თითოეულ ზონაში სხვადასხვა მუნიციპალიტეტში შევისწავლეთ 120-150 მცენარე. კვლევის გასაშუალოებული მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. ველურად მზარდი წყავის მცენარეების მორფოლოგიური მაჩვენებლები ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით

პარამეტრი	სიმაღლე ზღვის დონიდან			
	5-50 მ	50-250 მ	250-500 მ	500-800 მ
ბუჩქების რაოდენობა, %	30	42	46	65
ვარჯის უპირატესი ფორმა	პირამიდულ ო	პირამიდულ ო	ოვალურ ო	გამლილი
სიმაღლე, მ	5-7	6-7	4-5	3-4
ლეროს დიამეტრი, სმ	20	17	12	10
ყვავილედის სტრუქტურა	მკვრივი	მკვრივი	ფაშარი	ფაშარი
ყვავილედის სიგრძე, მმ	126	119	115	115
ნაყოფის ფორმა	მრგვალი	მრგვალი	მრგვალი	მრგვალი
ნაყოფის დიამეტრი, მმ	10-12	12-14	10-11	8-10
ნაყოფის მასა, გ	5,8	6,2	4,5	4,2
ნაყოფის შეფერილობა	შავი	შავი	შავი	შავი
რბილობის შეფერილობა	კრემისფერი	კრემისფერი	კრემისფერი	მოვარდისფრო იასამნისფერი
კურკის ფორმა	მომრგვალო- ოვალური	მომრგვალო- ოვალური	მომრგვალო- ოვალური	მომრგვალო- ოვალური
კურკის ზომა, მმ	7,0	7,2	8,3	8,4
მწკლარტე ნაყოფე- ბის რაოდენობა, %	21	25	31	44

როგორც ცხრილიდან ჩანს ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით იცვლება წყავის მცენარეთა მორფოლოგიური მაჩვენებლები: ზღვის დონიდან სიმაღლის ზრდასთან ერთად იზრდება ბუჩქოვან მცენარეთა რაოდენობა, მცირდება მცენარის საშუალო სიმაღლე და ლეროს დიამეტრი. მცირდება ნაყოფის ზომა, უფრო მეტია მწკლარტე ნაყოფის მქონე მცენარეები.

აჭარაში ფართოდაა გავრცელებული როგორც ველურად მოზარდი, ისე კულტურული წყავი. ჩვენი მიზანი იყო მათი ფენოლოგიური ციკლის შესწავლა

აჭარაში ვერტიკალური ზონალობის გათვალისწინებით.

დაკვირვება წარმოებდა 2020-2021 წლებში აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის ქობულეთის ხელვაჩაურის, ქედის და შუახევის მუნიციპალიტეტების სოფლებში ზღვის დონიდან 5-800მ სიმაღლეზე. დაკვირვების შედეგები მოცემულია ცხრილში 2.

განვითარების ყოველწლიურ ციკლში წყავის მცენარეები გადიან შემდეგ ფენოლოგიურ ფაზებს: გენერაციული კვირტების დაბერვა და გაღვივება (ვეგეტაციის დასაწყისი), კოკრების გამოცალკეება, ყვავილობა და ნაყოფის გამონასკვა, ვეგეტატური კვირტების დაბერვა და გაშლა (ყლორტების ზრდის დასაწყისი), ყლორტების პირველადი ზრდის დასასრული, ყლორტების მეორადი ზრდა, ნაყოფის მომწიფება.

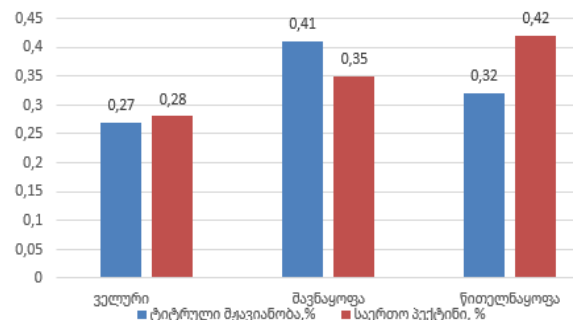
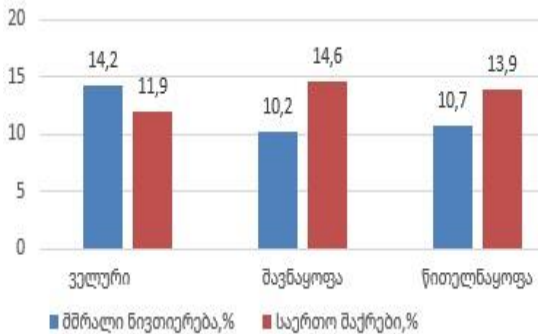
ცხრილი 2. ფენოლოგიური ფაზების მიმდინარეობის პერიოდები წყავის მცენარეებში

ფენოლოგიური ფაზა	სიმაღლე ზღვის დონიდან			
	5-50 მ	50-250 მ	250-500 მ	500-800 მ
ვეგეტაციის დასაწყისი	8-24 დეკემბერი	25-31 დეკემბერი	20 იანვარი -15 თებერვ.	25 დეკემბ.-15 იანვარი
კოკრების გამოცალკეება	24 დეკემბ. - 1 აპრილი	30 დეკემ. - 10 აპრილი	29 იანვარი - 12 აპრილი	4 იანვარი - 20 აპრილი
ყვავილობა და ნაყოფის გამონასკვა	28 მარტი - 5 აპრილი	1-15 აპრილი	10-30 აპრილი	15-30 აპრილი
ვეგეტატური ზრდა	3 აპრილი - 30 მაისი	10 აპრილი - 12 ივნისი	15 აპრილი - 15 ივნისი	22 აპრილი - 16 ივნისი
ყლორტების მეორადი ზრდა	15 ივლისი - 8 აგვისტო	18 ივლისი - 10 აგვისტო	16 ივლისი - 8 აგვისტო	25 ივლისი - 17 აგვისტო
ნაყოფის მომწიფება	10-25 ივლისი	10-25 ივლისი	15 ივლისი - 5 აგვისტო	18 ივლისი - 10 აგვისტო

როგორც ცხრილიდან ჩანს, განსხვავება ფენოლოგიური ფაზების დადგომას შორის ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით რამდენიმე დღეს შეადგენს, გარდა ვეგეტაციის დასაწყისისა, რადგან ამ პერიოდში (დეკემბერ-იანვარში) ტემპერატურათა სხვაობა დიდი იყო, როცა ზღვის მახლობლად საშუალო ტემპერატურა 10-15°C-ს შეადგენდა, ქედისა და შუახევის მუნიციპალიტეტის სოფლებში თოვლი იდო. ნაყოფის დამწიფების პერიოდი, რომელიც ყველაზე საინტერესოა ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, დაახლოებით 30-40 დღეს შეადგენს.

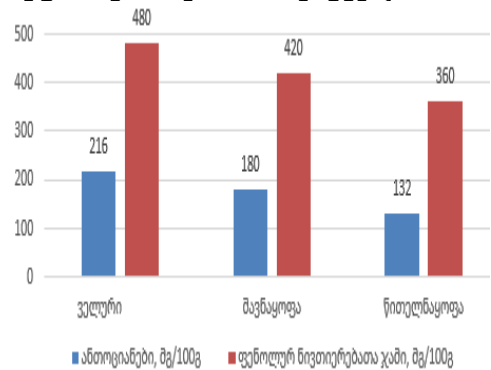
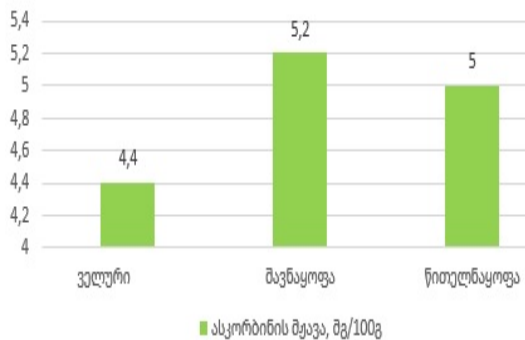
აჭარაში გავრცელებული წყავის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა

წყავის ნაყოფი სასიამოვნო დამახასიათებელი არომატის მქონე კურკოვანი ხილია, იგი მდიდარია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით. მონაცემები ველურად მოზარდი და კულტურული წყავის ნაყოფების ქიმიური შედგენილობის შესახებ არის ის საფუძველი, რომელზე დაყრდნობითაც უნდა მოხდეს ნაყოფის გადამუშავების ოპტიმალური ტექნოლოგიის შემუშავება/დაზუსტება. წყავის ნაყოფების ქიმიური ანალიზის შედეგები მოყვანილია დიაგრამებზე 1-4.



დიაგრამა 1. მშრალი ნივთიერების და საერთო შაქრების შემცველობა ველური და კულტურული წყავის ნაყოფებში (%)

დიაგრამა 2. ველური და კულტურული წყავის ნაყოფების ტიტრული მჟავიანობა (%) და პექტინოვან ნაერთთა შემცველობა (%)



დიაგრამა 3. ასკორბინის მჟავას შემცველობა (%) ველური და კულტურული წყავის ნაყოფებში

დიაგრამა 4. ანთოციანებისა და ფენოლურ ნაერთთა შემცველობა ველური და კულტურული წყავის ნაყოფებში (%)

დიაგრამებიდან ჩანს, რომ წყავის ნაყოფი მდიდარია ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით და წარმოადგენს შესანიშნავ ნედლეულს დიეტური და ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების წარმოებისათვის. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ ველურად მოზარდი წყავის ნაყოფებში მეტია ანთოციანებისა და ფენოლურ ნაერთთა (მთრიმლავ ნივთიერებათა) შემცველობა და თუ პირველი მხოლოდ ზრდის ამ ნაყოფის კვებით ღირებულებას, მთრიმლავი ნივთიერებების გაზრდილი რაოდენობა ნაყოფს მომწკლარტო გემოს აძლევს.

წყავის ნედლი ნაყოფის მოსავლის შემდგომი შენახვის ტექნოლოგიური რეჟიმების შერჩევა

ჩვენს ერთ-ერთ მიზანს წარმოადგენდა, შეგვესწავლა, თუ როგორ მოქმედებს შენახვის პირობები და შენახვის ტემპერატურა წყავის ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე, უპირველეს ყოვლისა ბუნებრივი დანაკარგების და ტექნიკური წუნის რაოდენობაზე.

წყავის ნაყოფები მტევნებადაა შეკრული. უპირველეს ყოვლისა გვანტერესებდა, როგორ სჯობს მოკრეფილი წყავის შენახვა - ნაყოფსაჯდომებთანად, თუ ნაყოფსაჯდომების მოშორებით და შენახვის დროს მიმდინარე პროცესებზე გარემოს ტემპერატურის გავლენა. ცდის მსვლელობისას გამოყენებული იყო ქედის მუნიციპალიტეტის სოფ. აგარას მიმდებარე ტყეში ველურადმოზარდი წყავის ნაყოფები, მოკრეფილი სრული სიმწიფის მიღწევისას, როცა ნაყოფების შეფერილობა მუქი-იისფერი-შავი იყო. ცდისათვის გადარჩეული იყო დაახლოებით ერთნაირი ზომისა და ფორმის, საღი დაუზიანებელი ნაყოფები. მოკრეფილი ნაყოფების ნახევარს მოვაცილეთ ნაყოფსაჯდომები (დამარცვლეთ). ცდის ორივე ვარიანტში ნაყოფები დაიყო ორად სხვადასხვა ტემპერატურაზე შესანახად. შემთხვევითობის პრინციპით გადანაწილდა ნაყოფები ხუთ-ხუთ განმეორებად (2-2 კგ). ნაყოფები ინახებოდა ვენტილირებად კონტეინერებში. ნაყოფების ნაწილი ინახებოდა ოთახის ტემპერატურაზე ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$), ნაწილი მაცივარში $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ -ზე. ნაყოფებს ვამოწმებდით ყოველ 5 დღეში 1 თვის განმავლობაში.

ცხრილი 3. ტექნიკური წუნი და ბუნებრივი დანაკარგები წყავის ნაყოფის შენახვისას სხვადასხვა ტემპერატურაზე (%)

	ცდის ვარიანტი	შენახვის ტემპერატურა, °C	მოსავლის ალებიდან გასული დღეების რაოდენობა					
			5	10	15	20	25	30
ტექნიკური წუნი	ნაყოფსაჯდომით	6 ± 2	0	4,5	7,8	16,6	22,8	30,0
		20 ± 2	5,7	8,2	12,3	30,7	46,2	50,1
	დამარცვლილი	6 ± 2	1,7	8,6	10,2	22,4	44,1	58,5
		20 ± 2	9,3	12,1	15,4	48,3	63,2	70,0
ბუნებრივი დანაკარგები	ნაყოფსაჯდომით	6 ± 2	2,1	4,1	14,3	14,7	15,3	16,0
		20 ± 2	5,2	7,2	18,2	20,0	20,1	21,2
	დამარცვლილი	6 ± 2	1,3	3,3	12,3	13,0	14,1	15,5
		20 ± 2	4,1	5,2	16,5	17,1	18,0	20,0

ცხრილში 3 მოყვანილია მონაცემები სხვადასხვაგვარად და სხვადასხვა ტემპერატურაზე შენახული წყავის ნაყოფის ტექნიკური წუნის და ბუნებრივი დანაკარგების შესახებ შენახვის პროცესში.

როგორც ცხრილი 3-დან ჩანს, დამარცვლილი ნაყოფის შემთხვევაში ტექნიკური წუნის რაოდენობა მეტია ვიდრე მტევნებად შეკრულ ნაყოფებში. ჩვენ ამას ვხსნით იმით, რომ მტევნებად შეკრული ნაყოფები ერთმანეთისაგან ჰაერის შრით არის დაშორებული და მათი ჩახურების, ბაქტერიული და სოკოვანი ფლორის განვითარების ალბათობა გაცილებით ნაკლებია ვიდრე დამარცვლილი ნაყოფების. დამარცვლილი ნაყოფი სამაცივრე პირობებშიც კი 1 თვის შენახვის შემდეგ ობდებოდა, ლპებოდა და საკვებად არავარგისი ხდებოდა. დაბალ ტემპერატურაზე შენახვა ამცირებდა დანაკარგებს, განსაკუთრებით მოკრეფის შემდეგ პირველ 2-3 კვირაში.

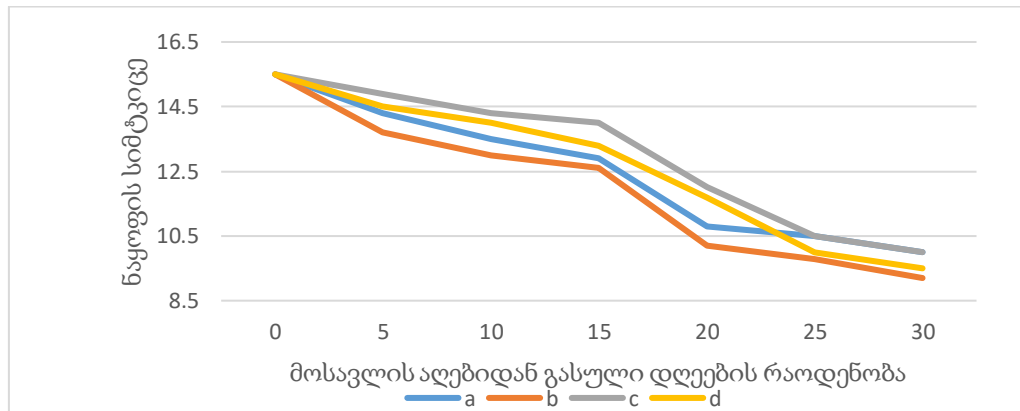
ცდის ყველა ვარიანტში შესწავლილი იქნა ასევე ბუნებრივი დანაკარგების რაოდენობა. მასის ცვლილების განსასაზღვრად თითოეულ განმეორებაში მონიშნული გვექონდა 100 ნაყოფი. მასის დანაკარგს ვსაზღვრავდით ციფრულ სასწორზე (სიზუსტით 0,01 გ) აწონილი ნაყოფების მასის ცვლილების გადაყვანით პროცენტებში. ნაყოფის რბილობის სიმტკიცეს ვამოწმებდით ხილ-კენკროვანთა პენეტრომეტრით GY-2 (ფრუტტესტერით). შენახვის პროცესში არაკონდიციური დანაკარგების (ტექნიკური წუნის) დასადგენად თითოეული ვარიანტიდან და განმეორებიდან გადავარჩევდით დამპალ, დაობებულ ან დაზიანებულ მარცვლებს და ვწონდით დარჩენილ ნაყოფს. მასის სხვაობას გამოვსახავდით პროცენტებში. კვლევის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 3.

როგორც ცხრილი 3-ის მონაცემები გვიჩვენებს, ბუნებრივი დანაკარგების რაოდენობის ცვლილება ტექნიკური წუნის რაოდენობის ცვლილების საწინააღმდეგო ტენდენციას ავლენს. ვინაიდან ბუნებრივ დანაკარგებს ძირითადად ნაყოფის მიერ ტენის დაკარგვა იწვევს, მაშინ გასაგებია, რომ მტევნებად დაწყობილი ნაყოფებიდან ტენის აორთქლება უფრო ადვილია, რადგან აქ წყავის მარცვლებს შორის უკეთესი ვენტილაციაა, ჰაერი მოძრაობს, თუმცა კანონზომიერება, რომ სამაცივრე პირობებში ნაყოფი უკეთ ინახება, აქაც დაცულია. ბუნებრივი დანაკარგების მაქსიმუმი პირველ ორ კვირაზე მოდის. მასის კლება შემდგომშიც

გრძელდება, მაგრამ ნაკლები ინტენსივობით.

ცხრილი 3-ის მონაცემებთან კორელაციაშია კვლევის შედეგები ნაყოფის რბილობის სიმტკიცის შესწავლის შესახებ. ნაყოფის რბილობის სიმტკიცეს ვზომავდით პენეტრომეტრით (თითოეულ განმეორებაში ვამოწმებდით 20 ნაყოფს). კვლევის შედეგები წარმოდგენილია ნახაზზე 1.

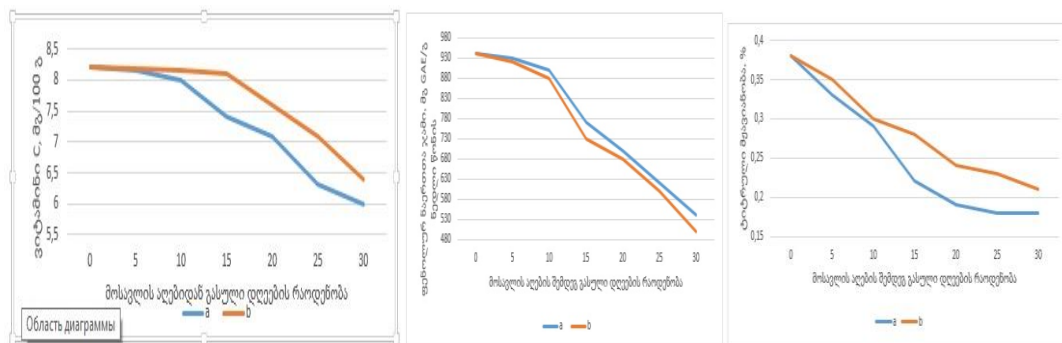
ნაყოფის რბილობის სიმტკიცის ცვლილება ორი მიზეზით შეიძლება აიხსნას, პირველ რიგში ეს არის ტენის დაკარგვა ნაყოფების მიერ ტრანსპირაციის და სუნთქვის პროცესში, მაგრამ ნაყოფის დარბილების მიზეზი გარკვეულწილად გამოწვეულია დამწიფების პროცესთან დაკავშირებულ ბიოქიმიურ გარდაქმნებთანაც.



ნახაზი 1. წყავის ნაყოფის სიმტკიცის ცვლილება სხვადასხვა პირობებში შენახვისას

ცდის ვარიანტები: a - ნაყოფსაჯდომებით, ინახება $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე;
 b - ნაყოფსაჯდომებით, ინახება $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე; c - დამარცვლილი, ინახება $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე; d - დამარცვლილი, ინახება $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე.

ცდის იგივე ვარიანტებში შევისწავლეთ ასევე ასკორბინის მჟავას და ფენოლურ ნივთიერებათა რაოდენობის ცვლილებებიც.



ნახაზი 2. ვიტამინ C-ს, ფენოლურ ნაერთთა ჯამის და ტიტრული მჟავიანობის ცვლილება სხვადასხვა ტემპერატურაზე შენახულ წყავის ნაყოფებში

ცდის ვარიანტები: a - ინახება $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე;
 b - ინახება $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე.

რადგან მტევნებად შეკრულ და დამარცვლილ ნაყოფებში ამ ნივთიერებათა შემცველობაში სხვაობა არ ცდებოდა ცდომილების ფარგლებს, ჩვენ ყურადღება გავამახვილეთ შენახვის ტემპერატურულ რეჟიმზე.

ნახაზზე 2 მოყვანილია სხვადასხვა ტემპერატურაზე ($6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ და $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) შენახულ წყავის ნაყოფებში ასკორბინის მჟავისა და ფენოლურ ნაერთთა რაოდენობების და ტიტრული მჟავიანობის ცვლილებები.

ამრიგად, ჩვენი კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ შენახვის პროცესში იცვლება წყავის ნაყოფის ფიზიკური და ქიმიური მაჩვენებლები. წყავის ნაყოფი კარგავს სიმტკიცეს, რბილდება, იცვლება ქიმიური შედგენილობაც, ეცემა ტიტრული მჟავიანობა, მცირდება ფენოლურ ნაერთთა, ვიტამინ C-ს შემცველობა. ეს პროცესები უფრო ინტენსიური ხდება შენახვიდან 2 კვირის შემდეგ. მოსავლის აღებიდან 20 დღის შემდეგ ტექნიკური დანაკარგები (დამჰალი, დაობილი და გაჭყლეტილი ნაყოფების რაოდენობა) 30%-ზე მეტია, ხოლო 1 თვის შემდეგ ოთახის ტემპერატურაზე შენახული ნაყოფებისათვის ეს მაჩვენებელი 50-70% შეადგენს.

ტექნიკური დანაკარგები ნაკლებია სამაცივრო პირობებში შენახული ნაყოფებისათვის (30-58%). ცდამ გვიჩვენა, რომ ტექნიკური წუნის შესამცირებლად სჯობს წყავის ნაყოფი მტევნებად შეკრული შევინახოთ, ამ შემთხვევაში დამჰალი და დაობილი ნაყოფების რაოდენობა 20%-ით ნაკლებია. მასის ბუნებრივი დანაკარგები შენახვის პროცესში 15-20%-ს აღწევს. მაცივარში შენახვისას დანაკარგები ნაკლებია, თუმცა ტექნიკური წუნისაგან განსხვავებით აქ სხვაობა გაცილებით ნაკლებია ($\approx 5\%$).

წყავის ნაყოფებიდან წვენის მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება.

წყავის ნაყოფებიდან წვენის გამოსავლიანობაზე თერმული დამუშავების გავლენის შესწავლა

ჩატარებული იქნა კვლევა წყავის ნაყოფისაგან წვენის მიღების რაციონალური და ეფექტური მეთოდების შესამუშავებლად. შევისწავლეთ თერმული დამუშავების გავლენა როგორც მთლიანი ნაყოფებისაგან, ისე ნაყოფის გახეხვით მიღებულ დურდოსაგან წვენის გამოსავლიანობაზე.

ექსპერიმენტების ამ სერიისათვის გამოვიყენეთ მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდი. ჩვენს შემთხვევაში პროცესის საოპტიმიზაციო პარამეტრი არის წვენის გამოსავლიანობა, რომელიც დამოკიდებულია ორ ფაქტორზე - დროსა და

ტემპერატურაზე. ჩატარებული ცდების რაოდენობა გახლდათ ოთხი, ხოლო პარალელური ცდების რაოდენობა ორი.

პროცესის მათემატიკური მოდელის-რეგრესიის განტოლებას ჰქონდა შემდეგი სახე: $Y=28,7+1,1X_1+2,5X_2$

ცხრილი 4. ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა

ცდის N	X ₀	X ₁	X ₂	X ₁ *X ₂	Y ₁	Y ₂	\bar{Y}	Si ²
1	+1	-1	-1	+1	25	25,4	25,2	0,08
2	+1	+1	-1	-1	27,5	27	27,25	0,125
3	+1	-1	+1	-1	30	30,8	30	0,32
4	+1	+1	+1	+1	30	29,9	32,35	0,02

ცდომილება ყველა ცდაში დასაშვებ ზღვრებშია $G_s < G_{\infty}$ ($0,6 < 0,9$)

პროცესის მათემატიკური დაგეგმვის ბოლო ეტაპზე მიღებული მოდელი შევამოწმეთ ადექვატურობაზე, ფიშერის კრიტერიუმით, განტოლება ადექვატურად აღწერდა პროცესს $F_s < F_{\infty}$ ($0,18 < 11,3$).

პროცესის მათემატიკური მოდელის-რეგრესიის განტოლების ანალიზის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ: ვინაიდან X₁ და X₂ ცვლადების კოეფიციენტები მნიშვნელოვანია, ორივე ფაქტორის (ტემპერატურა და დრო) ცვლილება გავლენას მოახდენს საოპტიმიზაციო პარამეტრის სიდიდეზე. მათი გაზრდა გამოიწვევს საოპტიმიზაციო პარამეტრის მნიშვნელობის გაზრდას, ვინაიდან მათი კოეფიციენტების ნიშნები დადებითია.

წყავის მთლიანი ნაყოფებიდან წვეწვის გამოსავლიანობაზე, მის ქიმიურ და ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებზე თერმული დამუშავებისას ტემპერატურის გავლენის დასადგენად ჩატარებული ცდების შედეგები მოცემულია ცხრილში 6.

ცხრილი 5-დან ჩანს, რომ მძაფრი მწვავე ორთქლით მთლიანი ნაყოფის 30°C-დან 60°C-მდე გაცხელებისას წვეწვის გამოსავლიანობა იზრდება 31.2 %-მდე. ამავე დროს ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ეცემა წყალში ხსნად ნივთიერებათა ჯამი. მშრალი ნივთიერება 19.1 %-დან 17.6%-მდე ეცემა, შაქრები მცირდება 11.9%-დან 9.8%-მდე. ეს გარემოება ძირითადად გამოწვეულია შეტანილი ორთქლის კონდენსატის მიერ წვეწვის გაზავებით.

ცხრილი 5. მძაფრი ორთქლის გავლენა წვენის გამოსავლიანობაზე წყავის მთლიანი ნაყოფებიდან

ნაყოფის გაცხელების ტემპერატურა °C	წვენის გამოსავალი ნაყოფის მასაზე გადაანგარიშებით, %	წვენის ქიმიური შედგენილობა, %					წვენის სინათლის გამტარიანობა %
		მშრალი ნივთიერება	შაქრები	ტიტრული მჟავიანობა	მთრილვაკი ნივთიერება	პექტინოვანი ნივთიერება	
30	18.4	19.1	11.9	0.43	0.45	0.48	45.0
40	21.2	18.5	11.5	0.40	0.39	0.42	50.5
50	24.5	18.4	11.1	0.40	0.39	0.41	53.5
60	27.0	18.3	10.7	0.39	0.36	0.39	55.0
70	29.9	17.9	10.6	0.39	0.34	0.38	60.5
80	31.2	17.6	9.8	0.38	0.29	0.37	67.0
90	30.4	17.2	9.7	0.38	0.28	0.31	67.5
100	29.5	17.2	9.8	0.36	0.20	0.29	70.5

აღმოჩნდა, რომ ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ეცემა ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები. წვენის წითელი ფერი მუქ ყავისფერში გადადის და იზრდება სინათლის სხივის გამტარობა. ეს ყველაფერი იმას მოწმობს, რომ წყავის ნაყოფის უშუალო გაცხელებით წვენის მაღალი გამოსავლიანობისა და ხარისხის მიღება შეუძლებელია. აქედან გამომდინარე ჩვენ ჩავატარეთ ცდები წყავის დურდოზე, ე.ი. გახეხილი ნაყოფის მასაზე. გახეხილი წყავის ნაყოფს კურკასთან ერთად ვაცხელებდით სხვადასხვა ტემპერატურაზე სხვადასხვა ხანგრძლივობით, წინასწარი ცდების შედეგების მიხედვით გაცხელების ტემპერატურის მაქსიმუმად ავიღეთ 50°. ვსაზღვრავდით წვენის გამოსავალს და მის ქიმიურ შედგენილობას. ცდების შედეგებმა მოცემულია ცხრილში გვიჩვენა, რომ ტემპერატურის ზრდით უმნიშვნელოდ მატულობს წვენის გამოსავალი და ამასთანავე ეცემა მისი ხარისხი. დაყოვნების ხანგრძლივობა მაღალ ტემპერატურაზე არ იძლევა წვენის გამოსავალის მნიშვნელოვან მატებას. ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე კი წვენის გამოსავალი მაქსიმუმს აღწევს. დურდოს დაყოვნება 32 საათს 20-30°-ზე წვენის გამოსავლიანობას ზრდის 22%-დან 45%-მდე. წვენი მუქი წითელი ფერისაა და სასიამოვნო არომატის. ამ დროს შაქრის რაოდენობა შემცირებულია. მაშასადამე, გახეხილი ნაყოფიდან წვენის მაღალი გამოსავლის მისაღებად საჭირო არ არის დურდოს თბური დამუშავება, რადგან ნაყოფის დამზადების დროს ჰაერის ტემპერატურა ჩვეულებრივად 20-30°-ია. ამრიგად, წვენის მიღების ეს ხერხები ვერ

უზრუნველყოფენ მაქსიმალურ გამოსავალს და სასურველ ხარისხს. ამიტომ ჩვენ გადავწყვიტეთ გვეძია ახალი გზები. ერთ-ერთ ასეთ ღონისძიებად ლიტერატურული წყაროების მიხედვით მივიჩნიეთ ფერმენტული პრეპარატის გამოყენება.

წყავის ნაყოფებიდან წვენის გამოსავლიანობაზე პექტოლიტური ფერმენტის გავლენის დადგენა

წყავის დურდოს ფერმენტაციისათვის გამოვიყენეთ კომერციული ფერმენტული პრეპარატი „პექტინაზა“. პრეპარატის გავლენით ხდება დურდოს გამოწნევის გაიოლება, იზრდება წვენის გამოსავლიანობა, მცირდება გამონალექის რაოდენობა, უმჯობესდება წვენის გაფილტვრისა და გაკამკამების მახასიათებლები. პრეპარატი მუშაობს 25-55°C-ს ფარგლებში (35-50°C ტემპერატურული ოპტიმუმი), 2,0-5,2 მჟავიანობის ფარგლებში (3,7-4,3 pH-ოპტიმუმი). პრეპარატის დოზირება დამოკიდებულია ნადლეულის სახეობასა და პროცესის ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე.

წყავის დურდოს ფერმენტული პრეპარატით დამუშავებისას მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა და დაგვედგინა ფერმენტული პრეპარატის გამოყენებით წვენის მიღებისათვის საუკეთესო რეჟიმი, პრეპარატის საჭირო რაოდენობა, ფერმენტაციის ტემპერატურა და ხანგრძლიობა.

წყავის წვენის მიღება ხდებოდა შემდეგი წესით: მწიფე ნაყოფს ვარჩევდით, ვაცლიდით ფოთლებს, დამპალ მარცვლებს, ვრეცხავდით გამდინარე წყლით და ვატარებდით სახეხ მანქანაში. გახეხილ მასას ვანაწილებდით წინასწარ განსაზღვრული ცდების მიხედვით და დურდოს ვამატებდით ფერმენტულ პრეპარატს ნაყოფში არსებული პექტინოვანი ნივთიერებებისა და ფერმენტის აქტივობის მიხედვით. რაც დაახლოებით მერყეობდა 0,05-დან 0,10%-მდე. დურდოს ვაცხელებდით სხვადასხვა ტემპერატურაზე და ვაყოვნებდით სხვადასხვა დროით. დამუშავებულ დურდოს ვწნებავდით ლაბორატორიულ წნეხზე 100 კგ/სმ², ვსაზღვრავდით წვენის გამოსავლიანობას, ქიმიურ და ორგანოლიპტიკურ მაჩვენებლებს. წყავის დურდოდან წვენის გამოსავლიანობაზე ფერმენტული პრეპარატის გავლენის შესასწავლად ჩატარებული ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში 7.

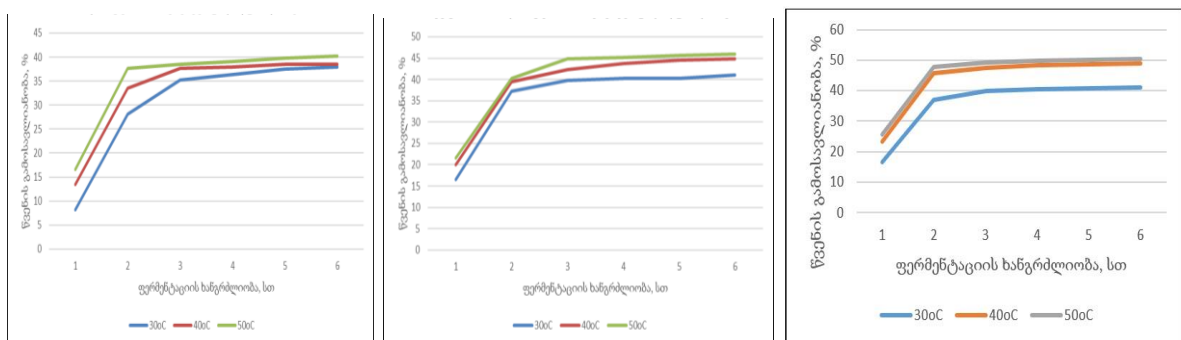
ცდების შედეგებიდან ჩანს, რომ წვენის გამოსავალი მაქსიმუმს 47-49%-ს აღწევს მხოლოდ მაშინ, როცა დურდოზე დამატებულია პრეპარატი პექტინაზა 0,1%

კონცენტრაციით.

ცხრილი 6. წყავის წვენის გამოსავლიანობა პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატის მოქმედებით

ფერმენტაციის ტემპერატურა, °C	ფერმენტაციის ხანგრძლიობა, საათი	წვენის გამოსავლიანობა, %		
		0,05% ფერმენტის დამატებით	0,075% ფერმენტის დამატებით	0,10% ფერმენტის დამატებით
30	1	8,2	15,3	15,2
	2	27,1	36,2	35,5
	3	34,5	38,3	37,0
	4	35,0	39,0	39,0
	5	36,3	39,1	39,1
	6	36,5	39,5	39,5
40	1	13,0	18,2	21,8
	2	31,8	37,0	43,2
	3	35,5	40,0	45,3
	4	36,5	41,8	46,2
	5	37,0	42,0	46,3
	6	37,1	42,0	46,5
50	1	14,5	20,1	23,2
	2	36,1	38,0	45,2
	3	37,0	42,1	47,0
	4	37,2	43,3	48,4
	5	38,0	43,5	49,0
	6	38,5	44,0	49,0

ადრე ჩატარებული კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ წყავის ნაყოფის მჟავიანობა ძალიან დაბალია, ტიტრული მჟავიანობა საშუალოდ 0,4-0,45%-ს შეადგენს, აქტიური მჟავიანობა (pH) 6-6,5-ის ფარგლებშია, ხოლო პრეპარატ პექტინაზას მუშაობისათვის ოპტიმალური მჟავიანობა pH 3,7-4,3-ია. ამიტომ ექსპერიმენტთა მეორე სერიაში მოვახდინეთ წყავის დურდოს შემჟავება ლიმონმჟავას საშუალებით.



ნახაზი 3. წყავის წვენის გამოსავლიანობა 0,05, 0,075 და 0,1% პექტინაზას დამატებისას შემჟავებულ დურდოზე

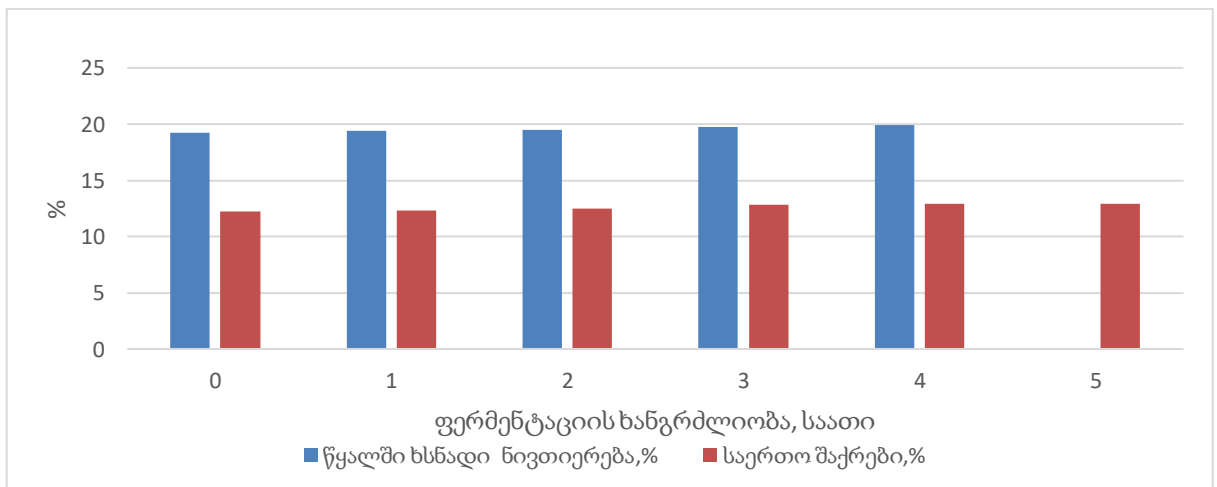
ნახაზზე 3 ნაჩვენებია ლიმონმჟავათი შემჟავებული წყავის დურდოდან წვენის გამოსავლიანობის დამოკიდებულება ფერმენტაციის ხანგრძლიობაზე პექტოლიტური პრეპარატის სხვადასხვა კონცენტრაციისათვის.

მიღებული მონაცემების შედარება გვიჩვენებს, რომ ლიმონმჟავას დამატებით უმნიშვნელოდ იზრდება წვენის გამოსავლიანობა, თუმცა ლიმონმჟავას დამატებას აქვს მეორე ეფექტიც - წვენი იძენს სასიამოვნო მომჟავო გემოს.

ნახაზიდან ჩანს, რომ წვენის გამოსავალი პრაქტიკულად აღწევს მაქსიმუმს ფერმენტაციის დაწყებიდან 4 საათის შემდეგ, ამიტომ ფერმენტაციის ხანგრძლიობად შევარჩიეთ 4 საათი, ხოლო ტემპერატურა 40-50°C. მიღებული მონაცემების შედარება გვიჩვენებს, რომ ლიმონმჟავას დამატებით უმნიშვნელოდ იზრდება წვენის გამოსავლიანობა, თუმცა ლიმონმჟავას დამატებას აქვს მეორე ეფექტიც - წვენი იძენს სასიამოვნო მომჟავო გემოს.

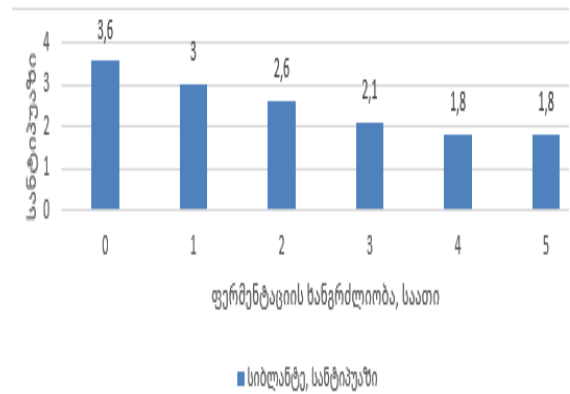
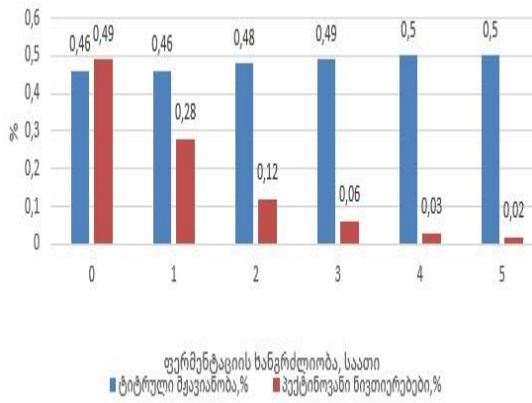
ფერმენტაციის ამ პირობებში მიმდინარე ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებები მოცემულია დიაგრამებზე 5-7.

დიაგრამა 5-დან ჩანს, რომ ფერმენტაციის დროს ხდება ხსნადი ნივთიერებების, მათ შორის შაქრების რაოდენობის უმნიშვნელო ზრდა (0,7%).



დიაგრამა 5. მიღებულ წვენში წყალში ხსნადი ნივთიერებებისა და საერთო შაქრების რაოდენობის ცვლილება 0,1% პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატის დამატებისას წყავის დურდოში 40-50°C-ზე

დიაგრამაზე 6 ასახულია ტიტრული მჟავიანობისა და პექტინოვან ნივთიერებათა შემცველობის ცვლილება წყავის დურდოს ფერმენტაციის პროცესში. ტიტრული მჟავიანობა უმნიშვნელოდ იზრდება, ხოლო პექტინოვან ნივთიერებათა შემცველობა მცირდება. მცირდება ასევე მიღებული წვენის სიბლანტე (დიაგრამა 7).



დიაგრამა 6. მიღებულ წვენი ტიტრული მჟავიანობისა და პექტინოვანი ნივთიერებების ცვლილება 0,1% პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატის დამატებისას წყავის ღურღოში 40-50°C-ზე

დიაგრამა 7. მიღებული წვენის სიბლანტის ცვლილება 0,1% პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატის დამატებისას წყავის ღურღოში 40-50°C-ზე

აღნიშნული გარდაქმნები მაქსიმუმს აღწევს 4 საათის განმავლობაში, ფერმენტაციის ხანგრძლიობის შემდგომი ზრდა არ იწვევს შესამჩნევ გარდაქმნებს, რაც უფლებას გვაძლევს ეს პროცესი დამთავრებულად ჩავთვალოთ. მითუმეტეს, რომ ფერმენტაციის პროცესის შემდგომი გაგრძელება არ იწვევს წვენის გამოსავლიანობის შემდგომ ზრდას.

აღნიშნული რეჟიმით მიღებული წვენი ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებით სხვა ნიმუშებთან შედარებით ყველაზე მაღლა დგას. მიღებული წყავის წვენის დეგუსტაციისას ყურადღება იქნა გამახვილებული იმ გარემოებაზე, რომ წყავის წვენი მაღალი ექსტრაქტულობის და მწკლარტე მოტკბო გემოსია. საერთოდ წყავის წვენის ძირითად დადებით მაჩვენებლად შეიძლება ჩაითვალოს ძლიერი არომატი და მუქი წითელი ფერი, რომლის ინტენსივობა არ ჩამოუვარდება მოცვის, მაცვლისა და შინდის ფერს. რადგან წყავის წვენი ძალიან ექსტრაქტულია, მწკლარტე გემოსი და მისი უშუალო გამოყენება ბუნებრივი სახით შეუძლებელია, ამიტომ მისგან უნდა დავამზადოთ ნექტარი, კუპაჟირებული წვენი, ლიქიორი ან ღვინო.

მიღებული წვენის შენახვის პროცესში ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების ცვლილებათა შესწავლის მიზნით წვენის ერთი ნაწილი ჩამოვასხით მინის ქილებში და გავასტერილეთ, მეორე ნაწილი კი დავამატეთ სპირტხნარი სპირტის 16 მოცულობით პროცენტამდე. ნიმუშები ინახებოდა სათავსოში 20-25°C ტემპერატურაზე. ქიმიურ და ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებს ვსაზღვრავდით 3, 6 და 9 თვის შემდეგ. შენახვის დროს ფერმენტული პრეპარატის გამოყენებით

მიღებულ წყავის წვენში მიმდინარე ქიმიური და ორგანოლექტიკური ცვლილებები მოცემულია ცხრილში 8. საიდანაც ჩანს, რომ წყავის სპირტით კონსერვირებულ წვენში ექვსი თვის შენახვის შემდეგ პექტინოვანი ნივთიერება მინიმუმამდე ეცემა, იმატებს ლექის რაოდენობა, მცირდება სიბლანტე, წვენი მუქი წითელი ფერისაა და აქვს სასიამოვნო არომატი.

ცხრილი 7. ფერმენტული პრეპარატის გამოყენებით მიღებულ წყავის წვენში მიმდინარე ცვლილებები შენახვის პროცესში

დაკვირვების დრო(გასული თვეების რაოდენობა)	წვენის სახეობა	ლექის რაოდენობა, %	მშრალი ნივთიერება, %	ტიტრული მჟავიანობა, %	მთრიმლავი ნივთიერებანი, %	პექტინოვანი ნივთიერებანი, %	სპირტი, %	სიბლანტე, სანტი-პუაზი
კონტროლი	ახლად მიღებული	0,0	19,9	0,50	0,914	0,025	-	1,83
სამი	a	4,00	19,5	0,49	0,912	0,016	-	1,76
	b	3,32	16,8	0,41	0,710	0,068	17	1,71
ექვსი	a	4,50	19,9	0,50	0,910	0,05	-	1,75
	b	3,44	16,7	0,41	0,700	0,03	16,5	1,70
ცხრა	a	4,50	19,8	0,48	0,091	0,001	-	1,75
	b	3,45	16,7	0,40	0,680	0,001	16,3	1,70

ცდის ვარიანტები: a - სტერილიზებული, b - სპირტით კონსერვირებული.

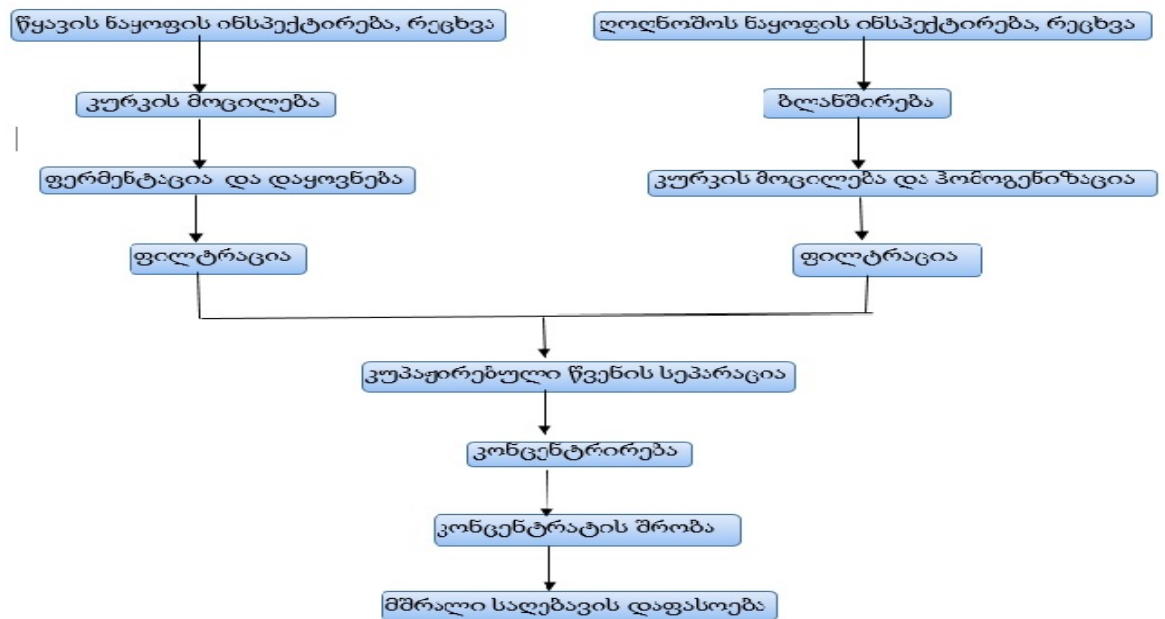
სტერილიზებულ წვენში წარმოშობილი ლექის რაოდენობა 6 თვის შემდეგ მაქსიმუმს 4,5%-ს აღწევს. ქიმიური ნივთიერებების ცვლილებები უმნიშვნელოა და არ იწვევს წვენის ხარისხის ძირეულ გარდაქმნას. სტერილიზებული წვენის შენახვის პროცესში აღინიშნება არომატის გაუარესება. არომატის გაუარესების მიზეზები შეიძლება ვეძებოთ ნაწილობრივ სტერილიზაციის პროცესში, ნაწილობრივ კი - შენახვის დროს მიმდინარე ბიოქიმიურ გარდაქმნებში.

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე ჩვენ შევადგინეთ წყავის ნაყოფის პექტოლიტურ ფერმენტ „პექტინაზა“-თი დამუშავების ოპტიმალური რეჟიმი და ტექნოლოგიური სქემა. ამ სქემის მიხედვით დაქუცმაცებულ წყავის დურდოს ემატება ლიმონმჟავა pH 4.5 მიღწევამდე, ემატება წონის 0,1% ფერმენტი პექტინაზა. გამზადებული დურდო ცხელდება 40°C-მდე და ყოვნიდება ამავე ტემპერატურაზე 4 საათი. ამ ტექნოლოგიური სქემით მიღებული წყავის წვენი შეიცავს 19-20% მშრალ ნივთიერებას, მათ შორის 12% შაქრებს, დიდი რაოდენობით მღებავ და მთრიმლავ ნივთიერებებს, აქვს სასიამოვნო არომატი და შეიძლება ჩაითვალოს საუკეთესო

მასალად ღვინის, ლიქიორისა და სხვა სასმელების მოსამზადებლად.

II.7. წყავის ნაყოფებიდან ბუნებრივი საკვები საღებარების მიღება

პიგმენტების მაღალი შემცველობის გამო წყავის ნაყოფი საინტერესოა ბუნებრივი საკვები საღებარების წარმოების თვალსაზრისით. მინამემ ნაჩვენებია, რომ წყავის ნაყოფებიდან მიღებული საღებარი არამდგრადია და სინათლის გავლენით იშლება. მაგრამ წყავისა და ტყემლის კუპაჟირებული წვენისაგან შესაძლებელია მდგრადი საღებარის მიღება (მინაძე, 2006). მეორეს მხრივ, საინტერესოა წყავის კუპაჟირება ღოღნოშოს წვენთან (ჯაფარიძე და სხვ. 2010). რადგან ღოღნოშოს ნაყოფიც პიგმენტების დიდ რაოდენობას შეიცავს, ჩვენ ვცადეთ მიგველო ბუნებრივი საკვები საღებარი წყავისა და ღოღნოშოს კუპაჟირებული წვენისაგან.



ნახაზი 4. ბუნებრივი საკვები საღებარის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა წყავისა და ღოღნოშოს კუპაჟირებული წვენისაგან.

წყავის ნაყოფის პიგმენტები ძირითადად ანთოციანური ბუნებისაა. ვინაიდან წვენის წარმოების დროს ამონაწნებში რჩება ანთოციანების საკმაოდ დიდი რაოდენობა, ჩვენ ვცადეთ მიგველო ანთოციანური საღებარი წყავის ამონაწნებისაგან სკორიკოვასა და შაფტანის მეთოდით .

ამონაწნებიდან ანთოციანების ექსტრაქციისთვის გამოვიყენეთ 0,5%-იანი მარილმჟავას ხსნარი. შევისწავლეთ ექსტრაგენტის ტემპერატურისა და ექსტრაქციის ხანგრძლიობის გავლენა ანთოციანების გამოწვლილვის ხარისხზე. კვლევის შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 9 და 10.

ცხრილი 9. ექსტრაგენტის ტემპერატურის გავლენა წყავის ამონაწნებიდან ანთოციანების გამოსავალზე

ექსტრაგენტის ტემპერატურა, °C	ექსტრაგირებული ანთოციანების რაოდენობა, %	ექსტრაქტის შეფერილობა
25-30	58	იისფერი
50-60	75	იისფერი
70-80	78	რუხი

ცხრილიდან ჩანს, რომ ექსტრაგენტის ტემპერატურის ზრდისას ანთოციანების გამოწვლილვის ხარისხი მკვეთრად იზრდება. როცა ამონაწნეებს ვამუშავებთ 50-60°C-მდე გაცხელებული ექსტრაგენტით თანაფარდობით 1 :1, ნარევის ტემპერატურა 33-35°C ხდება. ექსტრაგენტის ტემპერატურის შემდგომი ზრდა, როგორც ჩანს, ანთოციანების სტრუქტურის რღვევას იწვევდა და ექსტრაქტის ფერი იცვლებოდა.

ცხრილი 10. ექსტრაქციის ხანგრძლიობის და ტიპის გავლენა ანთოციანების გამოსავალზე წყავის ამონაწნებიდან

ექსტრაქციის ტიპი	ექსტრაქციის ხანგრძლიობა, საათი	ანთოციანების გამოსავალი, %
ერთჯერადი	3	75
	5	80
	7	82
	9	82
სამჯერადი	3	82
	5	85
	7	85

ექსტრაგენტის ტემპერატურა 50-60°C იყო. ნარევის ტემპერატურის შესანარჩუნებლად ნარევის წყლის აბაზანაზე ვათავსებდით. სამჯერადი ექსტრაქციის დროს ექსტრაგენტისა და ამონაწნეების მასის თანაფარდობა შეადგენდა პირველი ექსტრაქციისას 1:1, მეორე და მესამე ექსტრაქციისას 0,5:1. როგორც ცხრილიდან ჩანს, სამჯერადი ექსტრაქციის დროს მიიღწევა ანთოციანების მაქსიმალური გამოსავალი, ამასთან დაყოვნების ხანგრძლიობა მცირდება, საკმარისია 5 საათი.

ანთოციანური საღებარის მარილმჟავა ექსტრაქტს ვანიეტრალეზით ნატრიუმის ჰიდროქსიდის კონცენტრირებული ხსნარით და გამოვლევავდით ბარიუმის ჰიდროქსიდით. ვაკონტროლებდით ნარევის მჟავიანობას (pH=8.9). ნარევის ვაყოვნებდით 30-40 წუთის განმავლობაში, სუპერნატანტს ვღვრიდით, მიღებულ ნალექს ვფილტრავდით, ვაშრობდით. მიღებულ მკვრივ მასას ვსრესავდით ფაიფურის როდინში ფხვნილისებური მასის მიღებამდე, ვხსნიდით კონცენტრირებული

მარილმჟავით, მუდმივი მორევით, ხსნარს ვფილტრავდით, ნალექს რამდენჯერმე ვრეცხავდით ეთანოლის მცირე ულუფებით. ხსნარიდან ბარიუმის იონების მოსაშორებლად ვამატებდით ნატრიუმის სულფატის ნაჯერ ხსნარს, რის შედეგადაც გამოილექება ბარიუმის სულფატი, რომელიც პრაქტიკულად უხსნადია სპირტისა და წყლის ნარევიში, ხოლო ხსნარში რჩება ნატრიუმის ქლორიდი, რომელიც ანთოციანების სტაბილურობას უწყობს ხელს. ანთოციანების კონცენტრირებული ხსნარის ამოშრობა ვაწარმოეთ საშრობ კარადაში 40-50 °C-ზე.

მიღებული საღებარების ქიმიური ანალიზის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 11.

ცხრილი 11. წყავის ნაყოფებიდან მიღებული საღებარების ქიმიური შედგენილობა

ქიმიური მაჩვენებელი	შემცველობა, %	
	წყავისა და ღოღნოშოს წვენისაგან მიღებული საღებარი	წყავის ამონაწახიდან მიღებული საღებარი
ხსნადი მშრალი ნივთიერება	95-96	97-98
ანთოციანები	4,2-5	5,5-6
ფენოლურ ნაერთთა ჯამი	10	8
შაქრები	62-66	10
ტალღის სიგრძე შთანთქმის მაქსიმუმზე, ნ/მ	538	538

ცხრილიდან ჩანს, რომ მიღებული საღებარები დიდი რაოდენობით შეიცავს ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს და გარკვეულწილად ბად-ის (ბიოლოგიურად აქტიური დანამატი) როლს ასრულებს. წყავის ნაყოფებიდან მიღებული საღებარის გამოყენებისას მიღებული პროდუქტის ფერი მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია მჟავიანობაზე და იცვლება იისფერიდან ღია ვარდისფერ შეფერილობამდე.

წყავის ნაყოფებიდან შაქრით დაკონსერვებული პროდუქტების დამზადების ტექნოლოგიური პარამეტრების კვლევა

წყავის ნაყოფის გადამუშავებისას ერთ-ერთ მთავარ სიძნელედ რჩება კურკის მოცილება, რადგან კურკის შიგთავსი უხამიანია, ხოლო კურკის კედლები საკმაოდ მყიფე და გამოწნეხის დროს მაღალია კურკის შიგთავსის პროდუქტში მოხვედრის შესაძლებლობა. ამიტომ წყავისაგან პროდუქციის დამზადების ტექნოლოგიურ სქემაში ჩართული უნდა იყოს კურკის გაცლა. წყავის გადამუშავება ძირითადად მცირე და ოჯახურ საწარმოებში ხდება, სადაც ხელით შრომა გამოიყენება, თუმცა შესაძლებელია ვალცურ წნეხში გატარება და წნეხის ისე დარეგულირება, კურკა არ

გატყდეს. ზემოთთქმულის გათვალისწინებით ჩვენ ვმუშაობდით წყავის ნაყოფებიდან მურაბის, ხილფაფის, ჯემისა და კონფიტურის დამზადების ტექნოლოგიის შემუშავებაზე.

წყავისაგან მურაბის დამზადების ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესებია: ინსპექტირება (დაზიანებული, მკვახე გაფუჭებული მარცვლების მოცილება), გადარჩევა (ნაყოფსაჯდომის მოცილება), რეცხვა, კურკის გაცლა, 55-60%-იანი შაქრის სიროფის მომზადება და ცხელ (70-80°C) სიროფში ნაყოფის დაყოვნება, გადმოწურვა და სიროფის კონცენტრაციის გაზრდა, სამჯერადი ხარშვა (დუღილი 100°C-ზე 5-8 წუთი, გაციება), ცხლად ჩამოსხმა წინასწარ გასტერილებულ ქილებში, დახუფვა.

რეცეპტურა ასეთია: 10 კილოგრამ კურკაგაცილილ ნაყოფს ემატება 2,5 ლიტრი წყალისა და 3,5 კგ შაქრისაგან დამზადებული ცხელი სიროფი, გაციებულ სიროფს გადმოვწურავთ, ვუმატებთ შაქრის დარჩენილ რაოდენობას (6,5 კგ), დავასხამთ ნაყოფებს და ვხარშავთ. მურაბის მეორე ვარიანტში კურკაგაცილილ ნაყოფში ვათავსებდით წინასწარ მოხალული და კანგაცილილი თხილისგულის ნახევრებს.

როგორც ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგებიდან, ასევე ლიტერატურული წყაროებიდან ჩანს, რომ წყავის ნაყოფში საკმაოდ მაღალია პექტინოვან ნივთიერებათა შემცველობა, ამიტომ წყავი კარგი ნედლეულია ჯემისა და კონფიტურის წარმოებისათვის, მაგრამ არის ერთი სირთულე - წყავის ნაყოფის დაბალი მჟავიანობა. ცნობილია, რომ პექტინი ლაბას წარმოქმნის მხოლოდ მჟავა არეში. პექტინშემცველი ხსნარების კარგი შეღებვა ხდება, როცა მჟავიანობა 1%-ია, ხოლო არეს pH 3,2-3,4. როგორც წესი, ასეთ დროს ჯემისა და კონფიტურის ხარშვისას მასას უმატებენ ლიმონმჟავას.

წყავიდან მიღებული პროდუქტებში მჟავიანობის გაზრდისა და საბოლოო პროდუქციის ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტებით გამდიდრების მიზნით წყავის ჯემსა და კონფიტურში ჩვენ ლიმონის წვენს ან მთლიან ლიმონს ვამატებდით.

წყავის სიმწიფის სეზონზე მწიფდება ასევე ტყემალი და ლოღნაშო. ეს ხილი შევარჩიეთ რამდენიმე კრიტერიუმით: ჯერ ერთი, მათი ნაყოფების მჟავიანობა საკმაოდ მაღალია, ლოღნაშო და განსაკუთრებით ტყემალი გამოირჩევა პექტინოვან

ნივთიერებათა ძალიან მაღალი შემცველობით. ამიტომ საინტერესო იყო ამ ხილის წყავთან კუპაჟირების შესაძლებლობის შესწავლა. ვინაიდან თითოეულ ამ ხილს საკუთარი, საკმაოდ მკვეთრად გამოხატული არომატი აქვს, წყავის გახეხილი მასა და ტყემლის გახეხილი მასა შევურიეთ ერთმანეთს თანაფარდობით 5 :1, ხოლო წყავი და ლოდნაშო ავიღეთ თანაფარდობით 3 :1.

ჩავატარეთ მიღებული პროდუქციის ქიმიური ანალიზი. ანალიზის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 11.

ცხრილი 11. წყავის ნაყოფებისაგან შაქრით კონსერვირების მეთოდით დამზადებული პროდუქციის ქიმიური მაჩვენებლები

პროდუქტის დასახელება	მშრალი ნივთიერებების შემცველობა, %	საერთო პექტინი, %	მთრიმლავი ნივთიერებები, %	ასკორბინის მჟავა, მგ/100 გ
წყავის მურაბა	70,0	1,35	0,38	38,4
წყავის ჯემი ლიმონით	65,2	0,40,	0,42	61,0
წყავის ჯემი ლიმონის წვენი	72,3	1,4	0,42	62,2
წყავის კონფიტური ლიმონით	50,0	1,43	0,40	60,5
წყავის კონფიტური ლიმონის წვენი	50,3	1,4	0,42	61,0
წყავისა და ტყემლის ჯემი	59,2	1,52	0,40	41,5
წყავისა და ლოდნაშოს კონფიტური	58,6	1,40	0,41	40,4

ამრიგად, კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ წყავის გადამმუშავებისას შაქრით კონსერვირების მეთოდით, საბოლოო პროდუქტში შენარჩუნებულია ნედლეულის მაღალი კვებითი ღირებულება. წყავის მურაბა, წყავის ჯემი და კონფიტური, ასევე წყავთან კუპაჟირებით დამზადებული პროდუქტები გამოირჩევა ვიტამინი C-ს და პექტინების მაღალი შემცველობით, რაც უფლებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ეს პროდუქტები შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც ფუნქციონალური კვების პროდუქტი რადიაქტიური ან მძიმე მეტალებით დაბინძურებულ გარემოში მცხოვრები/მომუშავე ადამიანებისათვის. თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ ბოლო წლებში საქართველოს მოსახლეობის ორგანიზმებში (განსაკუთრებით ბავშვებში) ტყვიის იონების შემცველობა აჭარბებს ნორმას, ასეთი საკვების გამოყენება უფრო აქტუალური ხდება.

შაქრიანი დიაბეტით დაავადებულთა და ამ დაავადების მიმართ

მიდრეკილების მქონე პირთა რაციონში შეზღუდულია შაქრის შემცველი პროდუქტების რაოდენობა. ამიტომ ჩვენ გადავწყვიტეთ გვეცადა დაგვეზადებია პროდუქცია, რომელიც ნაკლები რაოდენობით შეიცავს შაქარს.

შაქრის დაკონსერვებულ პროდუქტებს შაქარი მხოლოდ გემოს მისაცემად არ ემატება. ამ პროდუქტებში შაქარი კონსერვანტია, რომელიც ოსმონაზიოზის პრინციპით იწვევს პროდუქტთა კონსერვაციას. ამიტომ შაქრის რაოდენობის შემცირებამ შეიძლება გამოიწვიოს პროდუქციის ხარისხის და შენახვისუნარიანობის შემცირება. ყოველივე ზემოთთქმულის გათვალისწინებით დავამზადეთ წყავის მურაბის რამდენიმე ვარიანტი, სადაც შაქრის შემცველობა საბოლოო პროდუქტში 8-დან 50%-მდე იცვლებოდა. თითოეულ ვარიანტს ჰქონდა თავისი პარალელი, სადაც შაქრის შემცირებული რაოდენობა პექტინის დამატებით იყო შევსებული

მიღებული პროდუქციის ორგანოლექტიკურმა შემოწმებამ აჩვენა, რომ პროდუქცია, სადაც შაქრების შემცველობა 25%-ზე ნაკლებია, საკვებად ნაკლებ გამოსაყენებელია, პროდუქტებს არასასიამოვნო გემო აქვს და მათი კონსისტენცია სტანდარტს არ შეესაბამება.

წყავის ნყოფებიდან დამზადებული პროდუქციის ტექნო-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კონტროლი

ზოგადად, კლასიკური რეცეპტით დამზადებული მურაბის შენახვის ვადა ოპტიმალურ გარემო პირობებში სამ წლამდეა, კურკებიანი ხილისაგან დამზადებული მურაბის მაქსიმუმ წელიწადნახევარი, რადგან შენახვის პროცესში კურკა გამოყოფს მომწამლავ ნივთიერებებს.

დამზადებული პროდუქციის კონტროლს ვაწარმოებდით ყოველთვიურად 6 თვის განმავლობაში. ამ დროის მანძილზე ცვლილებები ქიმიურ, ორგანოლექტიკურ და მიკრობიოლოგიურ მაჩვენებლებში არ დაფისირებულა (გაზომვებს შორის სხვაობა სტატისტიკური ცდომილების ფარგლებში იყო). მაგრამ ჩვენ გვანტერესებდა კიდევ ერთი ფაქტორი, თუ როგორია უკვე გახსნილი მურაბის შენახვისუნარიანობა. კვლევის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 12, საიდანაც ჩანს, რომ პექტინის დამატებით დამზადებული მურაბები შაქრის შემცირებული რაოდენობის მიუხედავად თავისი შენახვისუნარიანობით პრაქტიკულად არ

ჩამოუვარდებიან კლასიკური რეცეპტურით დამზადებულ მურაბას. ცნობილია, რომ მურაბაში საფუარების და ობის სოკოების კოლონიაწარმომქმნელი ერთეულების (კწე/გ) რაოდენობა 50-ს არ უნდა აღემატებოდეს. როგორც ცხრილიდან ჩანს ჩვენს მიერ დამზადებული პროდუქტები ამ მოთხოვნასაც აკმაყოფილებენ.

ცხრილი 12. წყავის ნაყოფებიდან შაქრის სხვადასხვა კონცენტრაციით დამზადებული კონსერვების ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილება გახსნის შემდეგ

მაჩვენებელი	დღეები მურაბის გახსნის შემდეგ	ცდის ვარიანტი							
		V		VI		VII		VIII	
		6 ± 2 °C	20 ± 2 °C	6 ± 2 °C	20 ± 2 °C	6 ± 2 °C	20 ± 2 °C	6 ± 2 °C	20 ± 2 °C
ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების შეცვლა	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	+	-	-	-	-	-	-
	6	+	+	-	+	-	-	-	-
	9	+	+	+	+	-	-	-	+
აქტიური მჟავიანობა, pH	0	6,7	6,7	6,4	6,4	6,7	6,7	6,4	6,4
	3	6,6	6,5	6,4	6,4	6,7	6,7	6,4	6,4
	6	6,4	5,2	6,4	6,2	6,7	6,7	6,4	6,4
	9	6,1	4,9	6,1	6,2	6,7	6,7	6,4	6,1
ხსნად მშრალ ნივთიერებათა შემცველობა, %	0	68	68	72	72	70	70	72	72
	3	68	67,5	72	72	71	70	72	72
	6	66,2	67,0	72	71	71	72	73	71
	9	58,3	66,8	72	70	71	72	73	70
საფუარა და ობის სოკოების რაოდენობა, კწე/გ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	5	20	5	4	0	0	0	2
	6	27	52	12	16	0	5	10	5
	9	63	84	42	54	10	15	10	30

ამრიგად, ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა რეცეპტურა წყავის ნაყოფებიდან შაქრის შემცირებული რაოდენობით დამზადებული მურაბებისა, რომლებიც აკმაყოფილებენ სტანდარტების მოთხოვნებს, მდიდარი არიან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობით, ხასიათდებიან მაღალი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით და კარგი შენახვისუნარიანობით.

დასკვნა

- ჩატარებული ექსპედიციური და ეთნობოტანიკური კვლევის და გეომონაცემთა ბაზების შესწავლის საფუძველზე დადგენილია აჭარაში კულტივირებადი წყავის ჯიშები, ველურად მზარდი წყავის არეალი შედგენილია რუკა. ჩატარებული კვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით იცვლება წყავის მცენარეთა მორფოლოგიური მაჩვენებლები: ზღვის დონიდან სიმაღლის ზრდასთან ერთად იზრდება ბუჩქოვან მცენარეთა რაოდენობა,

მცირდება მცენარის საშუალო სიმაღლე და ღეროს დიამეტრი. მცირდება ნაყოფის ზომა, უფრო მეტია მწკლარტე ნაყოფის მქონე მცენარეები.

2. 2020-2023 წლების მონაცემთა სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე განსაზღვრულია ფენოლოგიურ ფაზათა მიმდინარეობის პერიოდები ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით. განსხვავება ფენოლოგიური ფაზების დადგომას შორის ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით რამდენიმე დღეს შეადგენს. განსაზღვრულია წყავის მოსავლის აღების ვადები, იგი ივნისის ბოლოდან შუა აგვისტომდე გრძელდება.
3. განსაზღვრულია აჭარის რეგიონში გავრცელებული კულტურული და ველურად მზარდი წყავის ნაყოფის მორფოლოგიურ-ტექნოლოგიური პარამეტრები. კულტურული ჯიშების ნაყოფები უფრო დიდი ზომისაა, ამასთან დადგენილია, რომ კულტურული ჯიშების ნაყოფებში მეტია რბილობის მასური წილი (რბილობისა და კურკის მასების შეფარდება შეადგენს 9 : 1 ან 9,5 : 1), ველურად მოზარდი წყავის ნაყოფებისათვის ეს მაჩვენებელი არის 8 : 1.
4. ჩატარებული კვლევის საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ ველურად მზარდი წყავის ნაყოფებში კულტურული ჯიშების ნაყოფებთან შედარებით მეტია ანთოციანების და ზოგადად ფენოლურ ნაერთთა შემცველობა (შესაბამისად 216მგ/100გ და 480მგ/100გ), მაშინ, როცა კულტურული ჯიშების ნაყოფებში იგივე მაჩვენებლები 132-180მგ/100გ და 360-420მგ/100გ შეადგენს.
5. დადგენილია, რომ შენახვის პროცესში იცვლება წყავის ნაყოფის ფიზიკური და ქიმიური მაჩვენებლები. წყავის ნაყოფი კარგავს სიმტკიცეს, რბილდება, იცვლება ქიმიური შედგენილობაც, ეცემა ტიტრული მჟავიანობა, მცირდება ფენოლურ ნაერთთა, ვიტამინ C-ს შემცველობა.
6. წყავის მთლიანი და დამარცვლილი ნაყოფების სხვადასხვა ტემპერატურულ რეჟიმში შენახვისას განსაზღვრულია ბუნებრივი დანაკარგების და ტექნიკური წუნის რაოდენობა, რის საფუძველზე დაზუსტებულია წყავის ნაყოფის მოსავლის შემდგომი შენახვის ოპტიმალური პირობები - ნაყოფი შენახული უნდა იქნას მტვევებად, ვენტილირებად ჭურჭელში $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. ამ პირობებში წყავის ნაყოფი ინარჩუნებს სასაქონლო სახეს 2-3 კვირის განმავლობაში.
7. ჩატარებული ცდების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ შეუძლებელია წვენის მაღალი გამოსავლიანობისა და ხარისხის მიღება წყავის მთლიანი ნაყოფების უშუალო გაცხელებით, წვენის მაქსიმალური გამოსავალი შეადგენს 31,2%-ს 80°C გაცხელებისას. გახეხილი წყავის ნაყოფის თერმული დამუშავებისა და სხვადასხვა დროით დაყოვნების შესწავლის საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ დურდოს დაყოვნების გახანგრძლივება მაღალ ტემპერატურაზე არ იძლევა წვენის გამოსავალის მნიშვნელოვანმატებას.
8. დადგენილია წყავის ნაყოფის პექტოლიტურ ფერმენტ „პექტინაზა“-თი დამუშავების ოპტიმალური რეჟიმი. დაქუცმაცებულ წყავის დურდოს ემატება ლიმონმჟავა pH 4.5 მიღწევამდე, ემატება წონის 0,1% ფერმენტი პექტინაზა. გამზადებული დურდო ცხელდება 40°C -მდე და ყოვნიდება ამავე ტემპერატურაზე 4 საათი. ამ ტექნოლოგიური სქემით მიღებული წყავის წვენი შეიცავს 19-20% მშრალ ნივთიერებას, მათ შორის 12% შაქრებს, დიდი რაოდენობით მღებავ და მთრიმლავ ნივთიერებებს, აქვს სასიამოვნო არომატი;
9. ფერმენტული პრეპარატის გამოყენებით მიღებულ წყავის წვენში შენახვის დროს მიმდინარე ქიმიური და ორგანოლეპტიკური ცვლილებების შესწავლის

საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ ქიმიური ნივთიერებების ცვლილებები უმნიშვნელოა და არ იწვევს წვენი ხარისხის ძირეულ გარდაქმნას. სტერილიზებული წვენის შენახვის პროცესში აღინიშნება არომატის გაუარესება.

10. ექსპერიმენტული კვლევის საფუძველზე შემუშავებულია წყავისა და ღოღნოშოს კუპაჟირებით ბუნებრივი საკვები საღებარის დამზადების ტექნოლოგიები როგორც წვენისაგან, ისე ამონაწნეების ბაზაზე. მიღებული საღებარი მჟავიანობის მიხედვით იძლევა სხვადასხვა შეფერილობას იისფერიდან ღია ვარდისფერამდე, შეიცავს ანთოციანებს 5,5-6%, შაქრებს 50-60%, ფენოლურ ნაერთებს;
11. შემუშავებულია წყავის ნაყოფისაგან შაქრით კონსერვირების მეთოდით დამზადებული პროდუქციის ასორტიმენტი: წყავის მურაბა, წყავის ჯემი და კონფიტური, ასევე წყავის ლიმონთან, ღოღნოშოსთან და ტყემალთან კუპაჟირებით მიღებული პროდუქტები. შემუშავებულია ამ პროდუქტთა დამზადების რეცეპტურები და ტექნოლოგიური სქემები.
12. ექსპერიმენტთა სერიის საფუძველზე შემუშავებული იქნა რეცეპტურა წყავის ნაყოფებიდან შაქრის შემცირებული რაოდენობით დამზადებული მურაბებისა, რომლებიც აკმაყოფილებს სტანდარტების მოთხოვნებს, მდიდარია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობით, ხასიათდება მაღალი ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებით და კარგი შენახვისუნარიანობით;
13. მიღებული პროდუქტები გამოირჩევა ვიტამინი C-ს და პექტინების მაღალი შემცველობით, რაც უფლებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ეს პროდუქტები შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც ფუნქციონალური კვების პროდუქტი რადიაქტიური ან მძიმე მეტალებით დაბინძურებულ გარემოში მცხოვრები/მომუშავე ადამიანებისათვის.

სადისერტაციო ნაშრომების ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია შემდეგ შრომებში

1. დ. სურმანიძე -აჭარაში გავრცელებული წყავის პომოლოგიური და ფენოლოგიური კვლევა- საქართველოს საინჟინრო სიახლენი N3, ტომი 94, 2021 გვ. 71
2. დ.სურმანიძე, ლ.გვასალია - წყავის ნაყოფში მიმდინარე ცვლილებები სხვადასხვა პირობებში შენახვისას. - საქართველოს საინჟინრო სიახლენი. N1, Vol 97 2023 გვ. 110-115.
3. D.Surmanidze, L.Gvasalia, T.Kacharava - Effect of heat treatment on juice yield from cherry laurel fruits. World Journal of Engineering Research and Technology (WJERT) – 2023, Vol. 9, Issue 5, 92-96.

ABSTRACT

International organizations recognize the Caucasus as one of the most distinguished regions in the aspect of biological diversity. In 2021, the Colchic Rainforests and Wetlands were included in the World Heritage list of UNESCO. The cherry laurel is a significant component of these forests.

The cherry laurel is a plant of the rose family, which is very interesting from the point of view of practical use, the fruit of cherry laurel, is a berry fruit, which is distinguished by a specific, very pleasant aroma and a wealth of biologically active substances, deserves special attention. Although cherry laurel is a traditional fruit for Western Georgia (Colchic forests are one of the centers of origin of cherry laurel), the technologies of its processing are little studied. The population uses the fruits of the cultivated forms of cherry laurel as dietary fruits, while the fruits of the wild-growing cherry laurel remain practically unused. Taking into account the fact

that the cultivated forms of cherry laurel are found in the form of single trees or bushes, and the total area of wild cherry laurel is about 13 thousand hectares, the processing of the fruits of wild cherry laurel is of great economic importance. This issue becomes especially relevant in connection with the development of tourism in the region: for guests from abroad, cherry laurel is an exotic fruit and there is a special demand for the products made from it.

The purpose of the work was to research the resources and biodiversity of the resources of cherry laurel in the Adjara region, to study the chemical composition of the fruit of wild and cultivated forms, and based on this research to develop and specify the technologies of storage and processing of cherry laurel.

Based on the conducted expeditionary, ethnobotanical, and pomological research, the cultivated varieties and forms of cherry laurel in Adjara, and the distribution area of wild cherry laurel were determined. The phenological phases have been established, which the plants of cherry laurel go through an annual cycle of development. Based on the statistical analysis of the data of 2020-2023, the periods of the phenological phases according to the vertical zonation are determined. The dates for harvesting cherry laurel are established; it lasts from the end of June to the mid-August.

The chemical composition of the fruits of the cultivated and wild forms of cherry laurel spread in the Adjara region has been determined. It is established that they contain a large amount of biologically active substances: carbohydrates, pectin substances, tannins, phenolic compounds, anthocyanins, and vitamins.

It has been shown that the content of anthocyanins, tannins, and phenolic compounds is higher in the wild-growing forms of cherry laurel compared to the cultivated forms. The fruit of cherry laurel loses its firmness, it softens, the chemical composition also changes, the titer acidity decreases, and the content of phenolic compounds and vitamin C decreases.

The percentage of natural losses and technical spoilage in the post-harvest storage period is determined for whole and picked fruits at different temperatures. The optimal conditions for the post-harvest storage of the fruits are specified - the fruits should be stored in bunches in a ventilated vessel at a temperature of $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Under these conditions, the fruits of cherry laurel preserve their marketable appearance for 2-3 weeks.

Based on the conducted tests, it is shown that it is impossible to obtain a high yield and quality of juice by directly heating the whole fruits of cherry laurel. Based on the study of the heat treatment of the peeled fruits and delaying them for different times, a technological scheme for obtaining juice from the fruits of cherry laurel has been developed.

The optimal mode of treatment of the cherry laurel fruit with the pectolytic enzyme "Pectinase" has been established. The cherry laurel juice obtained by this technological scheme contains 19-20% of dry matter, including 12% sugars, a large amount of coloring and tanning substances, has a pleasant aroma; an assortment of products made from the fruit of cherry laurel by the sugar canning method has been developed, in which the high nutritional value of the raw material is preserved. A technological scheme for the production of jam from cherry laurel has been developed.

Based on a series of experiments, a recipe was developed for jams made from cherry laurel fruits with a reduced amount of sugar, which meet the requirements of the standards, are rich in the content of biologically active substances, are characterized by high organoleptic indicators and good storability. Due to the low acidity of cherry laurel fruits, cherry laurel confiture and cherry laurel jam were enriched with lemon juice or crushed lemon fruits. A technological scheme for the production of these products has been developed.

The organoleptic characteristics and chemical composition of the products obtained by blending the fruits of cherry laurel with the grated fruits of wild plum or damson plum have been studied. It has been determined that the products obtained by blending with the fruit of cherry laurel are characterized by a high content of vitamin C and pectins, which allows us to conclude that these products can be used as functional food products for people living/working in environments contaminated with radioactive or heavy metals.