

-

საქართველოს აბრარული უნივერსიტეტი

თემურ რევიშვილი

სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის
შენახვისა და გადამუშავების ტექნოლოგია

თბილისი

2013

ნაშრომში მოცემულია საქართველოს სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში მზარდი ხეხილოვნების (ციტრუსოვნები, ფეიჰოა, ხურმა, აქტინიდა, კაკლოვნები და სხვ.) და ტექნიკური კულტურების (ჩაი, სტევია, ცხიმზეთოვნები, ეთერზეთოვნები) ნაყოფის და ნედლეულის ქიმიური და ტექნოლოგიური დახასიათება. განხილულია სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვისა და გადამუშავების ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესები და პარამეტრები.

გამიზნულია უნივერსიტეტის აგროტექნოლოგიური მიმართულების სტუდენტებისათვის.

“ჩვენი ჰავის წყალობით, სადაც ჩაი და მისთანა ძვირფასი სუბტროპიკული კულტურები გაიხარებს, ფასმოკლე ჭირნახულით მიწის მოცდენა დიდი შეცდომაა. დღეის იქით ჩვენ სამეზობლო ბაზარზე ამ ძვირფას ჭირნახულს შევიტანდეთ და იქედან ჩვენთვის საჭირო ჭირნახულს შემოვიტანდეთ ორმხრივ მოგებაში ვიქნებით”.

ილია ჭავჭავაძე

გაზეთი “ივერია” 1894 წ., სექტემბერი

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ჩვენი პლანეტის მოსახლეობა ყოველ კვირაში საშუალოდ 1,2 მილიონი ადამიანით იზრდება. თანამედროვე ადამიანი დღე-ღამეში 800 გრამ საკვებს და 2 ლიტრ წყალს მოიხმარს. მოსახლეობის სადღეღამისო რაციონი 4 მილიონ ტონას აღემატება. რეკომენდებული ნორმების მიხედვით თითოეულმა ადამიანმა ყოველწლიურად საკვებად უნდა მიიღოს 49 კგ ხილი, მათ შორის, 16 კგ ციტრუსი. არსებული მონაცემებით აგროსამრეწველო სექტორში წარმოების ზრდის ტემპი მომავალში კიდევ უფრო ჩამორჩება მოსახლეობის რაოდენობრივი ზრდის ტემპს. სადღეისოდ საკვები პროდუქტების დეფიციტი მსოფლიოს მასშტაბით უკვე აჭარბებს 60 მილიონ ტონას. ამიტომ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს წარმოებული ნედლეულისა და პროდუქციის უდანაკარგოდ შენახვის და გადამუშავების უზრუნველყოფა. FAO-ს მონაცემებით ნაყოფწვნიანი ხილისა და ბოსტნეულის დანაკარგები ყოველწლიურად 20-30 %-ს შეადგენს, რაც თითოეული ქვეყნისათვის მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ზარალის მომტანია.

საკვები ყოველთვის იყო და რჩება ბუნებრივი და აუცილებელი მოთხოვნილების პროდუქტად, რომელთან მიმართებაშიც დამოკიდებულება იცვლებოდა სოციალური პირობების ცვლილებასთან ერთად. ამის ნათელი დადასტურებაა თანამედროვე ადამიანის დიდი ინტერესი მრავალფეროვანი საკვების მიმართ. მას შემდეგ, რაც ადამიანმა მიაღწია განვითარებისა და ცხოვრების მაღალ დონეს, იგი არა მხოლოდ ირჩევს საკვებს მრავალრიცხოვანი პროდუქტების ასორტიმენტიდან, არამედ არეგულირებს საკუთარ კვებას მეცნიერული მიდგომებით და ორგანიზმის მოთხოვნებიდან გამომდინარე.

რაოდენ გასაკვირიც არ უნდა იყოს, თანამედროვე ადამიანისათვის, ორი საუკუნის წინ კაცობრიობა არ იცნობდა დაკონსერვებულ, ხელოვნურად

გაყინულ და კონცენტრირებულ საკვებ პროდუქტებს. სამი საუკუნის წინ ევროპელების რაციონში არ შედიოდა ჩაი. მიუხედავად იმისა, რომ ციტრუსოვნებს ორმოც საუკუნეზე მეტი ხნის განმავლობაში იცნობდნენ ჩინეთსა და ინდოეთში, მათი კულტივირება იწყება მე-11 საუკუნიდან, ხოლო ფართოდ გავრცელდა მე-14 საუკუნიდან ხმელთაშუა ზღვის აუზის ქვეყნებში. ამ პერიოდს ემთხვევა ძველქართულ ლიტერატურულ წყაროებში ციტრუსების ნაყოფებსა და ფოთლებზე დამზადებული სამედიცინო დანიშნულების ნაყენებისა და ნექტარების მოხსენიება, როგორც სამკურნალო საშუალებები.

სუბტროპიკული მემცენარეობის ძირითადი დანიშნულებას საკვებად და ტექნოლოგიური დამუშავებისათვის საჭირო ნედლეულისა და პროდუქტების მიღება წარმოადგენს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ნაშრომში განსახილველი საკითხების გათვალისწინებით, სუბტროპიკული კულტურები შესაძლებელია შემდეგნაირად დაჯგუფდეს:

- სუბტროპიკული ხეხილი – მანდარინი, ფორთოხალი, გრეიპფრუტი, ლიმონი, პომპეღმუსი, ხურმა, ფეიჰოა, აქტინიდია (კივი), მუშმულა, ზეთისხილი, თხილი, კაკალი;

- ტექნიკური კულტურები – ჩაი, ეთერზეთოვნები (დაფნა, ევკალიპტი და სხვ.) და ცხიმზეთოვნები (ტუნგი და სხვ.), სტევია.

ნაყოფის აგებულების მიხედვით სუბტროპიკული ხეხილი თავის მხრივ იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: ნაყოფწვნიანი-რბილობიანი ნაყოფებით (ციტრუსოვნები, ფეიჰოა, აქტინიდია, მუშმულა), მაგარნაყოფიანი – ნაჭუჭში მოთავსებული ნაყოფებით (კაკალი, თხილი) და თესლწვნიანები.

სუბტროპიკული კულტურები მრავალწლიანი, მარადმწვანე (ჩაი, ციტრუსოვნები, ფეიჰოა, დაფნა, ზეთისხილი და სხვ.) და ფოთოლმცვენი (სუბტროპიკული ხურმა, თხილი, კაკალი და სხვ.) მცენარეებია, რომელთა მოშენება და მოყვანა შესაძლებელია განსაზღვრულ აგროკლიმატურ პირობებში. სუბტროპიკული კლიმატის სარტყელი გარდამავალია ტროპიკულსა და ზომიერს შორის. სავეგეტაციო პერიოდი თბილი და ხანგრძლივია, ზამთარი – თბილი და შედარებით მოკლე. სუბტროპიკულ ზონაში საშუალო წლიური ტემპერატურა არ უნდა იყოს 13–15°C-ზე დაბალი, ხოლო წლის ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურა არ უნდა ეცემოდეს 0°C-ზე ქვემოთ. ასევე მნიშვნელოვანია ზამთრის პერიოდის მინიმალური ტემპერატურა. კერძოდ, სუბტროპიკული სარტყლის ზღვრულ მნიშვნელობად ითვლება ის რეგიონი, სადაც ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი -20°C-ს აღწევს. სავეგეტაციო პერიოდში

აქტიურ ტემპერატურათა ჯამმა (ჰაერის საშუალო სადღეღამისო ტემპერატურა 10°C-ზე მეტი) უნდა შეადგინოს – არა ნაკლებ 4000°C-ს. ნალექების მიხედვით სუბტროპიკული ზონა იყოფა ორ ჯგუფად: ტენიანი სუბტროპიკები, სადაც ნალექების წლიური რაოდენობა აღემატება 1000 მმ-ს და მშრალი სუბტროპიკები – 1000 მმ-ზე ნაკლები ნალექების წლიური რაოდენობით.

სუბტროპიკული მემცენარობის პროდუქტები მეტად მნიშვნელოვანია ადამიანის ორგანიზმისათვის. ისინი დიდი რაოდენობით შეიცავენ ნახშირწყლებს, ვიტამინებს, არომატულ ნაერთებს, პოლიფენოლებს, აზოტოვან და მინერალურ ნივთიერებებს და სხვ., რომლებიც მათ უმნიშვნელოვანეს კვებით, საგემოვნო, დიეტურ და სამკურნალო-პროფილაქტიკურ თვისებებს განსაზღვრავენ. პექტინისა და პოლისაქარიდების შემცველობა აძლიერებს საკვების მონელებას და მავნე ნივთიერებების გამოყოფას ორგანიზმიდან. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მათ როგორც მარტივი შაქრების და ვიტამინების მდიდარ წყაროს. მცენარეთა ნაყოფებსა და პროდუქტებში შემცველი მჟავები აუმჯობესებენ სისხლის მიმოქცევას და მავნე ნივთიერებების გამოყოფას. მათში შემავალ მინერალურ ნივთიერებებს უაღრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა ენიჭებათ ნივთიერებათა ცვლის განუწყვეტელ პროცესში, ორგანიზმისათვის მავნე ნივთიერებებთან მარილების წარმოქმნის და ორგანიზმიდან მათი გამოდევნის გამო. ლიმონი, ფორთოხალი და მანდარინი სხვა ხილზე უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს C ვიტამინს და P ვიტამინურ პროდუქტებს.

საყურადღებოა სუბტროპიკული კულტურების დიდი ნაწილისა და ციტრუსოვანთა მაღალი ფიტონციდური თვისება, როგორც ბაქტერიოციდული ასევე ბაქტეროსტატიკური (მიკროორგანიზმების განვითარების შეჩერება) თვისებები.

ცალკე განხილვას იმსახურებს ჩაი, რომლის უმნიშვნელოვანესი ბიოლოგიური აქტივობის განმსაზღვრელია პოლიფენოლები. ჩაის კატეხინები მაღალი P ვიტამინური, ანტიოქსიდანტური და ბაქტერიოციდული აქტივობებით, ანტისხივური მოქმედებებით ხასიათდებიან. დადგენილია პოლიფენოლების უნარი შეარბილოს გულ-სისხლძარღვთა, ათეროსკლეროზული და ჰიპერტონული დაავადებები, შეამციროს ორგანიზმში ქოლესტერინის მავნე დონე. ჩაი ერთადერთი მცენარეა, რომელიც იშვიათ ამინომჟავას – თეანინს აგროვებს. ეს ნივთიერება ანტიდეპრესანტს და დამამშვიდებელ საშუალებას წარმოადგენს. ჩაი

არა მარტო საგემონო, არამედ ძლიერ ფარმაკოლოგიურ საშუალებასა და ბიოლოგიურად აქტიურ პროდუქტს წარმოადგენს, განსაკუთრებით კი მწვანე ჩაი.

1. სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვისა და

და გადამუშავების საფუძვლები

1.1. ძირითადი ბანსაზღვრებები

ნაშრომი “სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვისა და გადამუშავების ტექნოლოგია“ განეკუთვნება გამოყენებით დისციპლინას, რომლის მიზანს შეადგენს დახმარება გაუწიოს აგრარული სექტორის მომავალ სპეციალისტებს რაციონალურად გამოიყენონ სუბტროპიკული მემცენარეობის პროდუქტები, სწორი ორგანიზება გაუკეთონ მათ შენახვას და გადამუშავებას, შეიმუშაონ ნედლეულიდან საუკეთესო ხარისხობრივი მაჩვენებლების მქონე მზა პროდუქტების მიღების რაციონალური ხერხები და რეგლამენტები. ამისათვის აღნიშნული დისციპლინა სწავლობს ნედლეულის სტრუქტურასა და ქიმიურ შედგენილობას, იმ ცვლილებებსა და გარდაქმნებს, რომლებიც მიმდინარეობენ სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის ტექნოლოგიური დამუშავების ცალკეულ ეტაპზე. ასევე იკვლევს სხვადასხვა ფაქტორების გავლენას ნედლეულის შენახვის უნარიანობასა და პროდუქციის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე, ამუშავებს საწყის მოთხოვნებს სრულყოფილი, ენერგო – და რესურსდამზოგავი ახალი თაობის ტექნოლოგიური მანქანა-დანადგარების შესაქმნელად. სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვისა და გადამუშავების ტექნოლოგია ეფუძნება საკმაოდ რთულ ბიოქიმიურ, ქიმიურ, თერმოქიმიურ, თბოფიზიკურ და რეოლოგიურ ცვლილებებს.

სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვის უნარიანობა და შენახვის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, რომლებიც ორ ჯგუფად იყოფა – შინაგანი, ანუ ბიოლოგიური და გარეგანი. შინაგანი ფაქტორები ძირითადად გაპირობებულია ჯიშური თვისებებით და შენახვის პროცესში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის ხასიათით. გარეგან ფაქტორებს განეკუთვნება მიკროფლორა, გარემოს ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და აიროვანი შემაღენლობა.

შენახვის უნარიანობა ეწოდება თვისებას, რომელიც უზრუნველყოფს ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების (ქიმიური შედგენლობა, ორგანოლექტიკური და კვებითი თვისებები, საწყისი მასა) მაქსიმალურ შენარჩუნებას ხარნგძლივი პერიოდის განმავლობაში. შენახვისა და გადამუშავების ობიექტს მცენარეთა სხვადასხვა ორგანო წარმოადგენს. ერთ შემთხვევაში ეს არის ნაყოფი, მეორე შემთხვევაში ფოთოლი, თესლი, რომლებიც მცენარის სიცოცხლის პერიოდში მკაცრად განსაზღვრულ ფუნქციას ასრულებენ. მცენარის ცალკეული ორგანოები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მორფოლოგიურ-ანატომიური აგებულებით, ბიოლოგიური თავისებურებით და ქიმიური შედგენლობით. რის გამოც ისინი ხასიათდებიან შენახვის სხვადასხვა უნარით.

მცენარეული ნედლეულის შენახვის დროს მიმდინარე პროცესების ხასიათი, შენახვის უნარიანობა და ხანგრძლივობა, სხვა ფაქტორებთან ერთად, დიდად არის დამოკიდებული მოსავლის ადების დროს სიმწიფის ხარისხზე, ადების და ტრანსპორტირების მეთოდებსა და პირობებზე.

ასხვავებენ სიმწიფის ოთხ ხარისხს: საკრეფს, მოსახმარს, ტექნიკურსა და ფიზიოლოგიურს.

საკრეფ სიმწიფეში ნაყოფი უკვე ფორმირებულია და მასში ძირითადად დამთავრებულია საკვები ნივთიერებების დაგროვება, მაგრამ არ არის ჩამოყალიბებული ჯიშური თვისებებით განსაზღვრული არომატი, გემო და შეფერილობა. საკრეფ სიმწიფეში იღებენ იმ ხილს, რომელიც ადების შემდგომი დამწიფების უნარით ხასიათდება (მაგალითად, სუბტროპიკული ხურმა, კივი და სხვ.).

მოსახმარ სიმწიფეში ნაყოფი ვარგისია საკვებად და შექმნილი აქვს ჯიშისათვის დამახასიათებელი თვისებები. სიმწიფის ამ სტადიაში აიღება ის ნაყოფები, რომლებიც არ ხასიათდებიან ადების შემდგომი დამწიფების უნარით. მათი საკრეფი და მოსახმარი სიმწიფე ერთმანეთს ემთხვევა.

ტექნიკურ სიმწიფეში მემცენარეობის პროდუქტების აღება ხდება ტექნოლოგიური გადამუშავებისა და ტრანსპორტირების მიზნით. ტექნიკურ სიმწიფიდან ნაყოფები მოსახმარ სიმწიფეში შედის სათანადო პირობებში გარკვეული ვადით შენახვის შემდეგ.

ფიზიოლოგიური სიმწიფე შეესაბამება ნაყოფის ისეთ მდგომარეობას, როდესაც თესლი სრულიად დამწიფებულია, ხასიათდება გენერაციის უნარით და ადვილად სცილდება რბილობს. ამ სტადიაში ნაყოფებს დაკარგული აქვთ

მოსახმარი თვისება, ვინაიდან უმრავლეს შემთხვევაში ფიზიოლოგიური სიმწიფე ემთხვევა გადამწიფების პროცესს.

შენახვის დროს ნედლეულში მიმდინარე პროცესები არსებითად განსხვავდება ალბამდე ზრდისა და განვითარების ფაზაში მიმდინარე პროცესებისაგან. ამ შემთხვევაში ნაყოფები იკლებს წონაში, მიმდინარეობს ქიმიურ ნაერთთა რაოდენობრივი და თვისობრივი ცვლილებები, ორგანო-ლეპტიკური თვისებების ცვლილება და შენახვის უნარიანობის დაქვეითება.

ნედლეულის შენახვის დროს მიმდინარეობს ფიზიკური, ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური სახის პროცესები.

ფიზიკური პროცესები გამოიხატება წლის აორთქლებით და ნაყოფების ჭკნობით. წლის ინტენსიური აორთქლება ხდება საცავეებში შენახვის დროს ჰაერის დაბალი ტენიანობისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში. ამ პროცესებს თან ახლავს ნაყოფის მასის შემცირება და დაავადებების მიმართ წინააღმდეგობის უნარის შესუსტება. შენახვის პროცესში მცენარეული ნედლეულის ხარისხობრივი მაჩვენებლების უკეთ შენარჩუნება შესაძლებელია ჰაერის დაბალი ტემპერატურისა და მაღალი ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

ფიზიოლოგიური პროცესები გამოხატულია ნაყოფებისა და მცენარეული პროდუქტების სუნთქვით, რაც ნივთიერებათა ცვლას წარმოადგენს. ამ პროცესში წარმოქმნილი სითბო მცენარეული ნედლეულის თვითჩახურებას იწვევს. სუნთქვის ინტენსიურობაზე არსებით გავლენას ახდენს ჰაერის შედგენილობა სათავსოში. ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის გაზრდა ჟანგბადის შემცირების პირობებში იწვევს სუნთქვის ინტენსიურობის შემცირებას და შენახვის პერიოდის გახანგრძლივებას. ჟანგბადის ოპტიმალურ კონცენტრაციად მიღებულია 7-8 %, ხოლო ნახშირორჟანგისა – 3-5 %. ცალკეული სახის ხილის და ნედლეულის შენახვის ხანგრძლივობა შესაძლებელია გაიზარდოს ჰაერში აზოტის კონცენტრაციის გაზრდით 97-98 %-მდე.

შენახვის უნარიანობა და ფიტოპათოლოგიური დაავადებებისადმი გამძლეობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნაყოფისა და ნედლეულის **იმუნიტეტზე** – უნარზე წინააღმდეგობა გაუწიოს მიკრობების გავრცელებას და დაავადებების განვითარებას. მცენარეული ორგანიზმის იმუნიტეტი განისაზღვრება მის მიერ პარაზიტების საწინააღმდეგო ნივთიერებათა სწრაფად გამოშუშავების უნარით. მცენარეთა ცალკეული სახე და ჯიში მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან აღნიშნული უნარით.

ხილისა და მცენარეული ნედლეულის გაფუჭება შენახვის პერიოდში ძირითადად მიკრობიოლოგიური პროცესების შედეგად ხდება. შენახვის ობიექტების შემადგენელი ნივთიერებები საუკეთესო საკვები არეა სხვადასხვა სახის მიკრობებისათვის. აღსანიშნავია მათ მიერ გამოწვეული დაავადებები – სიღამპლგე, ობი, ვირუსული დაავადებები.

ამ დაავადებების წინააღმდეგ მიმართავენ მცენარეთა დაცვის ეფექტურ ქიმიურ და ბიოლოგიურ მეთოდებს, მაგრამ ეს მეთოდები ვერ ჩაითვლება ინფექციური დაავადების წინააღმდეგ რადიკალურ საშუალებად, განსაკუთრებით მოსავლის აღების შემდეგ და შენახვის პერიოდში. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დაავადებებისადმი გამძლე იმუნური თვისებების ჯიშების გამოყვანას ან გამოვლენას, რომელიც ქმნის რეალურ პირობებს შენახვის პერიოდში დანაკარგების მინიმუმამდე შემცირებისათვის.

ინფექციური დაავადებების გარდა არსებობს მცენარეული ნედლეულის არაინფექციური დაავადებები, რომლებიც გამოწვეულია ნაყოფში მიმდინარე პროცესების ფუნქციონალური მოშლილობით. ხელშემწყობ პირობებს ნივთიერებათა ცვლის მოშლასთან ერთად, აგროტექნიკურ ღონისძიებათა არასრულყოფილი ჩატარება და შენახვის არასწორი პირობები წარმოადგენს. მაგალითად, ციტრუსოვანთა ნაყოფების ადვილად შესამჩნევი ყავისფერი ლაქიანობა თავს იჩენს მისი დაბალი ტემპერატურის პირობებში ხანგრძლივი შენახვის დროს, ნაყოფის ზედაპირზე გამოყოფილი ეთერზეთების დაჟანგვის შედეგად.

ხილისა და მცენარეული ნედლეულის შენახვის პრაქტიკაში ცნობილია ორი ძირითადი მეთოდი – შენახვა საველე პირობებში და სტაციონარულ საცავებში. საველე პირობებში შენახვა გამოყენებულია უპირატესად დროებითი შენახვისათვის და წარმოებს გროვებად, ტრანშეებსა და ზვინებში. ხილი და ნედლეული იფარება თბოსაიზოლაციო მასალით (თივა, ჩალა და სხვ.). ასეთი საცავების მოწყობა დიდ დახარჯებთან არ არის დაკავშირებული.

სტაციონალური საცავები, როგორც შენახვის ძირითადი საშუალება, წარმოადგენს მიწისზედა ან მიწისქვედა კაპიტალურ კონსტრუქციას, რომელშიც შესაძლებელია სხვადასხვა რეჟიმის რეგულირება; კერძოდ, ბუნებრივი და ხელოვნური ვენტილაცია, ჰაერის პარამეტრების და აიროვანი ნარევის რეგულირება.

სუბტროპიკული ხილის ხანგრძლივი დროით შენახვის დიდ შესაძლებლობას მაცივარ-კამერები იძლევა. სპეციალური ტექნიკური

საშუალებების გამოყენებით შესაძლებელია შენახვისათვის ოპტიმალური პარამეტრების დამყარება და მაქსიმალურად ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში პროდუქციის შენახვა მინიმალური დანაკარგებით.

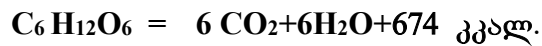
12. სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვის ძირითადი პრინციპები

შენახვის დროს ყველა პროდუქტი განიცდის ცვლილებას. სუბტროპიკული მემცენარეობის პროდუქტების (ციტრუსოვნები, სუბტროპიკული ხილი, ჩაის ფოთლი და თესლი, ეთერზეთოვანი და ცხიმზეთოვანი ნედლეული) შენახვის ხანგრძლივობა მთლიანად გაპირობებულია შინაგანი – ბიოლოგიური და გარეგანი ფაქტორებით. შინაგანი ფაქტორებია: ქიმიური შედგენლობა და ნედლეულში მიმდინარე ბიოქიმიური გარდაქმნები, მორფოლოგიურ-ანატომიური აგებულება, ნედლეულის იმუნიტეტი, გარემო ფაქტორების მოქმედების მიმართ რეაქცია, ფიზიკური თვისებები. გარემო ფაქტორებს განეკუთვნება ჰაერის პარამეტრები (ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა) და მიკროორგანიზმების განვითარება, რაც უარყოფითად მოქმედებს ნედლეულის ხარისხზე.

გარემო პარამეტრების რეგულირებით შესაძლებელია დამყარდეს (მოიძებნოს) შენახვის ოპტიმალური რეჟიმი, რომლის პირობებში ცალკეული ფაქტორის მავნე და უარყოფითი მოქმედება მინიმუმამდე არის დაყვანილი.

სუნთქვა სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვის დროს მეტად მნიშვნელოვანი და ბიოქიმიურ გარდაქმნათა რთული პროცესია ჟანგბადის, ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტებისა და წყლის მონაწილეობით. სუნთქვა ძირითადად მიმდინარეობს მადალმოლეკულური ორგანული ნივთიერებების – ნახშირწყლების, ცხიმების, ორგანული მჟავებისა და სხვათა ხარჯზე.

ჟანგბადით ნორმალური უზრუნველყოფის პირობებში მიმდინარეობს ე.წ. აერობული სუნთქვა დაჟანგვის საბოლოო პროდუქტების წყლისა და ნახშირორჟანგის გამოყოფით, ენერჯის მნიშვნელოვანი რაოდენობის გამოთავისუფლებით, აერობული სუნთქვის შემაჯამებელი სქემა მარტივი შაქრების შემთხვევაში ცნობილი ტოლობით გამოიხატება:



პროცესი შეუქცევადია, მცირდება სამარაგო ნივთიერებათა რაოდენობა, პროდუქტი მცირდება მასაში, უარესდება მისი კვებითი ღირებულება.

ჟანგბადის დეფიციტის შემთხვევაში მიმდინარეობს ანაერობული სუნთქვა:



ამ შემთხვევაში არ მიიღწევა ორგანულ ნივთიერებათა სრული დაჟანგვა და მიიღება შუალედური პროდუქტები სპირტების, მუაგების, ალდეჰიდებისა და სხვა სახით.

სუნთქვის პროცესს ახასიათებენ სუნთქვის კოეფიციენტით, რომელიც წარმოადგენს გამოყოფილი ნახშირორჟანგისა და შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობათა ფარდობას. აერობული სუნთქვისათვის აღნიშნული მაჩვენებელი 1-ის ტოლია, ხოლო ანაერობული სუნთქვის შემთხვევაში 1-ს აღემატება.

წარმოქმნილი სპირტის ზრდა 2%-მდე კონცენტრაციის პირობებში დამღუპველად მოქმედებს უჯრედის პროტოპლაზმაზე და მთლიანობაში უარყოფით გავლენას ახდენს ნედლეულზე.

სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის ნორმალური შენახვა, ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში, საჭიროებს აერობული სუნთქვის ოპტიმალური პირობების შექმნას.

სუბტროპიკული მემცენარეობის პროდუქტების შენახვის პერიოდში მიმდინარე ცვლილებები მჭიდროდ არის დაკავშირებული მიკროორგანიზმების (ბაქტერიები, საფუვრები, ობის სოკოები) ზემოქმედებასთან. მათ მიერ გამომუშავებული ფერმენტები ერთ შემთხვევაში დადებითი მოქმედებისაა. აღსანიშნავია დუღილი – რთული ბიოქიმიური პროცესი, რომლის საფუძველს მიკროორგანიზმების მოქმედებით ორგანული ნივთიერებების გარდაქმნა წარმოადგენს. სპირტული, რძემჟავური, ძმარმჟავური და სხვა სახის დუღილები რიგი კვების პროდუქტების გამომუშავების საფუძველს წარმოადგენენ. სხვა შემთხვევაში უარყოფითად მოქმედებენ ნედლეულის ხარისხის გამაპირობებელ მახასითებლებზე და პროცესის გაღრმავების შემთხვევაში იგი უვარგისი ხდება საკვებად და ტექნოლოგიური დამუშავებისათვის. სუბტროპიკული მემცენარეობის მალფუჭებადი პროდუქტების შენახვის პროცესის გახანგრძლივება მნიშვნელოვანი ამოცანაა, ვინაიდან დიდ წილად მასზეა დამოკიდებული ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ამ პროდუქტების მომხმარებლისადმი შეუფერხებელი და რითმული მიწოდება. შენახვა თავის მხრივ გულისხმობს

პროდუქტების ნატურალური თვისებების ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შენარჩუნებას.

სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის სახეობის, შიდა აგებულების და სამეურნეო ნიშან-თვისებისაგან დამოკიდებულებით მათი შენახვა სხვადასხვა მეთოდით არის შესაძლებელი. ცნობილი კლასიფიკაციით, შესანახი ნედლეულის “სიცოცხლის” ნიშნის მიხედვით, შენახვის მეთოდები ოთხ ძირითად ჯგუფად არის დაყოფილი: ბიოზი, ანაბიოზი, ცენოანაბიოზი და აბიოზი.

ბიოზი გულისხმობს პროდუქტის შენახვას ცოცხალ მდგომარეობაში, როდესაც შენარჩუნებულია მათი მთლიანობა და სასიცოცხლო პროცესების ნორმალური მიმდინარეობა. ამ შემთხვევაში შენახვა მთლიანად ემყარება ცოცხალი ორგანიზმის ბუნებრივ იმუნიტეტს – წინააღმდეგობა გაუწიოს ბიოლოგიურ აგენტებს და გარეგანი ფაქტორების მავნე მოქმედებას.

ანაბიოზი – სიცოცხლის ფარული მდგომარეობა. სხვადასხვა ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორით პროდუქტი და ბიოლოგიური აგენტები მოყვანილია ფარული შენელებული სიცოცხლის მდგომარეობაში. რის გამოც, მინიმუმამდეა შემცირებული ნივთიერებათა ცვლა და ცხოველმყოფელობა.

ცენოანაბიოზი – ემყარება შესანახ პროდუქტზე მიკროორგანიზმების შერჩევით განვითარებას, რომლებიც თავის მხვრივ პროდუქტის ქიმიური ნივთიერების ხარჯზე აგროვებენ მაკონსერვებულ ნივთიერებას.

აბიოზი – როგორც სახელწოდება გვიჩვენებს გამორიცხავს შესანახი ობიექტის, ასევე მავნე ორგანიზმების სიცოცხლეს. რაც ხორციელდება სხვადასხვა ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების მოქმედებით; პროდუქტი ხდება სტერილური და გარანტირებულია მისი ხანგრძლივი შენახვა.

აღნიშნული მეთოდები აერთიანებენ ზემოქმედების სხვადასხვა ქვეჯგუფს, რომელთაც განვიხილავთ სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულისა და პროდუქტების შენახვის ამოცანების გათვალისწინებით.

ანაბიოზს, გამომწვევი ფაქტორებისაგან დამოკიდებულებით ასხვავებენ **თერმოანაბიოზს**, **ქსეროანაბიოზს**, **ოსმოანაბიოზს**, **აციდოანაბიოზს** და **ნარკოანაბიოზს**.

თერმოანაბიოზი მდგომარეობს ნედლეულის ან მისი გადამუშავების პროდუქტების შენახვის გახანგრძლივებაში დაბალი ტემპერატურის პირობებში. გაცივებულ (ფსიქროანაბიოზი) ან გაყინული (კრიოანაბიოზი) მდგომარეობაში. ამ მეთოდის საფუძველზე შეიქმნა თანამედროვე სამაცივრო ტექნიკა და ტექნოლოგია. გაყინული პროდუქტები მოხმარების წინ საჭიროებს გაღებებს

(დეფროსტაციას), რომლის ჩატარების ტექნოლოგიაზე არის დამოკიდებული პროდუქციის სტრუქტურის და ხარისხობრივი მაჩვენებლების შენარჩუნება.

ქსენონაბიოზი ემყარება გაუწყლოებას, გაშრობას, რაც მიმართულია მიკროორგანიზმებისა და ფერმენტების განვითარების საწინააღმდეგოდ. ამ პრინციპის საფუძველზე აღმოცენდა შრობის თანამედროვე მეთოდები და მარავალი სახის საშრობი დანადგარის კონსტრუქციები.

ოსმონაბიოზი – შენახვის ისეთი მეთოდია, რომელიც გაპირობებულია მცენარეულ ნედლეულში და მის გარემომცველ არეში მაღალი ოსმოსური წნევის შექმნით. ხსნარების მაღალი კონცენტრაცია იწვევს მიკრობული უჯრედის პლაზმოლიზს, უჯრედი კარგავს წყალს და იღუპება. ასეთი მაღალი ოსმოსური წნევის შექმნა შესაძლებელია შაქრისა და მარილის ხსნარების გამოყენებით.

ოსმონაბიოზის პრინციპზეა დამყარებული სუბტროპიკული ხილის შაქრით დაკონსერვება, მურაბების, ჯემების, ცუკატების და სხვათა წარმოება, აგრეთვე დამარილება (მაგალითად, ზეთისხილის ნაყოფის).

აციდონაბიოზი – დამყარებულია წყალბადიონთა კონცენტრაციის (pH) ცვალებადობაზე. სახელწოდება „აციდ“-მჟავას ნიშნავს და მეთოდიც პროდუქტების შენახვას გულისხმობს მჟავე არეში, გარედან შეტანილი მჟავების ხარჯზე, კერძოდ უმატებენ ძმარმჟავას. ამ მეთოდზე არის დამყარებული მარინადების მიღება.

ნარკონაბიოზი – გულისხმობს ნედლეულის შენახვას სხვადასხვა „ნარკოზული“ საშუალებების გამოყენებით. უმეტეს შემთხვევაში ნახშირორჟანგი (CO₂) გამოიყენება. მეთოდი დამყარებულია შესანახ არეში არა ხელოვნურად შეტანილი ნახშირორჟანგის, არამედ არეში დარჩენილი ჟანგბადის რაოდენობაზე. ეს მეთოდი გამოიყენება სხვადასხვა სახის ხილის შესანახად.

ენონაბიოზი, თავის მხრივ, შემდეგ ორ ქვეჯგუფად იყოფა – **აციდოცენონაბიოზი** და **ალკოჰოლოცენონაბიოზი**. პირველი ემყარება დუდილის შედეგად წარმოქმნილი რძემჟავის დაგროვებას და გადიდებული მჟავიანობის პირობებში ნედლეულის შენახვას. **ალკოჰოლოცენონაბიოზი** ეფუძნება ალკოჰოლურ დუდილს, რომლის შედეგად წარმოქმნილი ეთილის სპირტი, გარკვეული კონცენტრაციით, ხელს უშლის მიკროორგანიზმების განვითარებას.

აბიოზი თავის მხრივ მოიცავს:

თერმოსტერილიზაცია – თბური დამუშავება მაღალ ტემპურატურაზე მიკროორგანიზმების სრული მოსპობის მიზნით. ამ პროცესის ჩატარება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ პროდუქტი ჰერმეტიკულ ტარაში არის მოთავსებული.

ფოტოსტერილიზაცია – ნედლეულის შენახვა სხვადასხვა გამოსხივების გამოყენებით (ინფრაწითელი, ულტრაიისფერი, რადიოაქტიური, γ - სხივები).

ქიმიური სტერილიზაცია – ხორციელდება ბაქტერიოციდული თვისებების მატარებელი ქიმიური ნივთიერებების გამოყენებით. ცნობილია მთელი რიგი ანტისეპტიკებისა, მაგრამ მათი გამოყენება შეზღუდულია ადამიანის ორგანიზმზე ტოქსიკური მოქმედების გამო. საკონსერვო მრეწველობაში შედარებით მისაღებია და გამოიყენება ბენზომჟავა (C_6H_5COOH) და მისი ნატრიუმის მარილი (C_6H_5COONa) – ნატრიუმ ბენზოატი, ეთილის სპირტი (C_2H_5OH), გოგირდიანი ანჰიდრიდი (SO_2).

მექანიკურ სტერილიზაცია ეფუძნება თხევადი პროდუქტების გატარებას სპეციალურ მიკრობგაუმტარ ფილტრებში თბური დამუშავების გარეშე, რაც საშუალებას იძლევა შევინარჩუნოთ მისი ბუნებრივი, საწყისი თვისებები.

2. სუბტროპიკული ხილის შენახვა და გადაამუშავება

სუბტროპიკულ მეხილეობას მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ხეხილოვანი კულტურების მსოფლიო წარმოებაში. სუბტროპიკული ხილი წარმოადგენს ვიტამინების, ადვილად შეთვისებადი ნახშირწყლების, ფენოლური ნაერთების, ორგანული მჟავების, მინერალური ნივთიერებების და არომატულ ნაერთების მდიდარ წყაროს. ეს ნივთიერებები განაპირობებენ მათ უმნიშვნელოვანეს კვებით, დიეტურ და სამკურნალო-პროფილაქტიკურ ღირებულებას. ამ თვისებათა გამო სუბტროპიკული ხილი სასიცოცხლო მნიშვნელობის პროდუქტად ითვლება.

ციტრუსოვნები მოშენებულია მსოფლიოს 90-ზე მეტ სახელმწიფოში. ნაყოფის ყოველწლიური წარმოების მოცულობა 80 მილიონ ტონას აღემატება. ციტრუსოვანთა ცალკეული წარმომადგენლის წილი შემდეგია: ფორთოხალი – 60%, მანდარინი – 15%, ლიმონი – 12%, გრეიფრუტი და პომპელმუსი ერთად – 12.5%, სხვა დანარჩენი – 0,5%.

ამ მონაცემების გათვალისწინებით მსოფლიო წარმოების მოცულობაში

საქართველოს წილი უმნიშვნელოა, თუმცა ქვეყნის სუბტროპიკული ზონის აგროსამრეწველო სექტორში ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს. ჩვენს პირობებში სუბტროპიკული მეხილეობის და მათ შორის მეციტრუსეობის განვითარების სიძნელეები ძირითადად გაპირობებულია ტენიანი სუბტროპიკების გეოგრაფიული ადგილმდებარეობით და დამახასიათებელი მკაცრი ზამთრის კლიმატური პირობებით.

ბოლო 10-15 წლის განმავლობაში საგრძნობლად შეიცვალა ჩვენი ქვეყნის სუბტროპიკული რეგიონის აგროსამრეწველო სექტორის სტრუქტურა. მნიშვნელოვნად გაიზარდა თხილისა და აქტინიდიის კულტურების ხვედრითი წილი. განსაკუთრებით აღსანიშნავია თხილის კულტურა, რომელიც პლანტაციების საერთო ფართობით (40 ათასი ჰა) და მოსავლიანობით (40 ათას ტონაზე მეტი) მეოთხე-მეხუთე პოზიციას იკავებს თურქეთის, იტალიის, აშშ-ს და ესპანეთის შემდეგ. თხილი წარმოადგენს უმსხვილეს საექსპორტო პროდუქციას საქართველოს ეკონომიკაში.

საქართველოს სუბტროპიკული ზონა მსოფლიოში ყველაზე ჩრდილოეთით მდებარეობს და კლიმატური პირობების გათვალისწინებით უადრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება კულტურების ყინვაგამძლეობას და ნაყოფის მომწიფების პერიოდს. ციტრუსოვნების ჯიშების კლასიფიკაცია ნაყოფის მომწიფების დროის მიხედვით შეიძლება სამ ძირითადად ჯგუფად: საადრეო, საშუალო და საგვიანო.

სუბტროპიკული ხილის საგემოვნო თვისებები, სასაქონლო მაჩვენებლები, შენახვისუნარიანობა და გადამუშავებისათვის ვარგისიანობა, განისაზღვრება ნაყოფის ქიმიური შედგენილობით.

2.1. ციტრუსოვნების და სუბტროპიკული ხეხილოვნების ნაყოფის

ქიმიური შედგენილობა და ტექნოლოგიური დახასიათება

2.1.1. ციტრუსოვნები

ციტრუსოვნები წარმოადგენენ **Citrus**-ის გვარის მცენარეებს და განეკუთვნებიან ტეგანისებრთა (**Rutacea**) ოჯახს. ციტრუსოვნები იზრდება მცირე ზომის ხეების ან ბუჩქების სახით, მარადმწვანე პრიალა ფოთლებით. ციტრუსების გვარი მოიცავს სამ ათეულ სახეს, რომელთაგან ფართოდ არის გავრცელებული:

ფორთოხალი (Citrus sinensis Osb.) ციტრუსოვანთა შორის მსოფლიო წარმოების მოცულობის მხრივ პირველ ადგილს იკავებს (50 მილიონ ტონაზე მეტი წელიწადში). ასევე გამორჩეულია საგემონო მაჩვენებლებით და პოპულარულ სადესერტო ხილს წარმოადგენს. საქართველოში ფორთოხალი ძირითადად ტრიფოლიატის საძირებზეა დამყნობილი. არსებულ ჯიშებს სამ პომოლოგიურ ჯგუფად ყოფენ: პირველი – **ჩვეულებრივი**; მეორე – **წითელხორციანი**, ე.წ. „**კარალიოკები**“ და მესამე – **ჭიპიანი ფორთოხლები**. პირველი ჯგუფის ფორთოხლის ნაყოფის დამახასიათებელია რბილობისა და წვენი და მოყვითალო შეფერილობა და თესლის მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ამ ჯგუფში გვხვდება ფორთოხლის უთესლო ფორმებიც. მეორე ჯგუფის ფორთოხლების განმასხვავებელი ნიშანია ნაყოფის რბილობის და მისგან გამოყოფილი წვენი მუქი წითელი შეფერილობა. ამ ჯგუფში შემავალი ჯიშების ნაყოფი საშუალო ზომისაა. მესამე ჯგუფის ფორთოხლები იძლევიან ორიგინალურ ნაყოფს წვერში დამახასიათებელი ჭიპით. ნაყოფი გამოირჩევა დიდი ზომით და ადრე მომწიფებით. ბიოლოგიური თვალსაზრისით ამ ჯგუფში შემავალი ჯიშები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან კლიმატური პირობებისადმი შეგუების უნარით, რის გამოც უმეტესად ჭიპიანი ფორთოხლების ნარგავები გვხვდება სუბტროპიკების ჩრდილოეთით, შედარებით ცივ ზონაში, ასევე თბილ რეგიონებში. საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში გავრცელება ჰპოვა სამივე ჯგუფის ფორთოხალმა. თავდაპირველად გავრცელებული იყო ჩვეულებრივი ფორთოხალი, ხოლო მეცხრამეტე საუკუნის დასასრულს შემოტანილი იქნა წითელხორციანი და ჭიპიანი ფორთოხლის ჯიშები. ნაყოფი ცვალებადობს ზომის, ფერის, ფორმის და კანის სისქის მიხედვით. ნაყოფი ჩვეულებრივ სფეროსებრი ან ოვალურია, კანი ძნელად სცილდება რბილობს. დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ რეგიონებში ჩვეულებრივი **ადგილობრივი ფორთოხალი** ცნობილი იყო სამი საუკუნის წინ. შემორჩენილი, რამოდენიმე ჯიშის ადგილობრივი, ფორთოხლისათვის დამახასიათებელია თხელი კანი და მცირე თესლიანობა, ადრე მომწიფების უნარი, სასიამოვნო გემო და არომატი. ჭიპიანი ფორთოხალი – **ვაშინგტონ-ნაველი** იძლევა მრგვალ ან მოგრძო ნაყოფს, რომელიც დიდი ზომით ხასიათდება (ხშირად 400 გ-მდე). ნაყოფის წვერში მოთავსებულია ჯიშის დამახასიათებელი ჭიპი. ფუძე მრგვალი ან ოდნავ ჩაზნექილია და ზოგჯერ ნაოჭებით არის დაფარული. ნაყოფის კანი მოწითალო ნარინჯისფერია, საშუალო სისქის (3-4სმ), ძნელად სცილდება რბილობს, რომელიც 9-11 სეგმენტისაგან შედგება. სეგმენტები მოთავსებულია თხელ აპკში,

უთესლოა. ნაყოფის რბილობი წვნიანია, მარცვლოვანი, სასიამოვნო მომუავო ტკბილი გემოსი.

მანდარინი (Citrus nobilis Lour.) საქართველოში გავრცელების მოცულობით ციტრუსოვანთა შორის პირველი პოზიციაზეა და 11 ათას ჰა-ზე მეტი ფართი უჭირავს. მანდარინის ნაყოფის მსოფლიო წარმოების მოცულობა 8 მილიონ ტონას შეადგენს წელიწადში. ციტრუსოვნებს შორის მანდარინი გამოირჩევა კლიმატური პირობებისადმი უკეთესი შეგუების უნარით. დაუზიანებლად იტანს -8°C , ხოლო იღუპება -10°C -ზე. მანდარინის ხეებს ფორთოხალთან შედარებით ახასიათებთ პატარა ტანი გაშლილი ვარჯით და უეკლობა. ამ მახასიათებლით მანდარინის ნაყოფი განსხვავდება სხვა ციტრუსოვანთა ნაყოფებისაგან. მანდარინს სახეობებისა და ჯიშების მიხედვით რამოდენიმე ჯგუფად ყოფენ, რომელთაგან ყველაზე მეტად გავრცელებულია უთესლო მანდარინის ჯგუფი **უნშიუ** (იაპონურად უთესლო). უნშიუ ერთ-ერთი ძირითადი სამრეწველო ჯიშია საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში. მისი გამრავლება შესაძლებელია მყნობით. მანდარინის ნაყოფი მომრგვალო ბრტყელი ფორმისაა, ოქროსფერი-ყვითელი და ნარინჯისფერი შეფერილობით. ნაყოფის რბილობი კანს ადვილად სცილება, ასევე შიგთავსის სემენტები (ღებნები) ერთმანეთს. ერთი ნაყოფის საშუალო წონა 50-75 გ-ს შეადგენს.

ციტრუსოვანთა სელექციის ერთ-ერთი ძირითად ამოცანას წარმოადგენს ჩვენში კულტივირებული მანდარინების ჯიშობრივი გაუმჯობესება. იმ ჯიშების შეცვლა, რომლებმაც ამოწურეს თავიანთი სამეურნეო შესაძლებლობანი და საჭიროებენ განახლებას შედარებით ყინვაგამძლე, იმუნური, მოსავლიანი და საადრეო ჯიშებით. ციტრუსოვანთა პლანტაციების გაახალგაზრდავება და უნშიუს ძველი ნარგაობების შეცვლა მიზანშეწონილია იაპონიიდან ინტროდუცირებული, მაღალმოსავლიანი საადრეო ჯიშებით **ტიახარა-უნშიუ** – საშალოდ მზარდია, სიმაღლე 2.0-2.4 მ, კომპაქტურია, გამოირჩევა შედარებით გაზრდილი ყინვაგამძლეობით და მოსავლიანობით. **ოკიცუ-ვასე** – სახეობათაშორის ჰიბრიდია, საშუალოდ მზარდი, სიმაღლე 2,1-2,5 მ, მწიფდება ოქტომბრის პირველ ნახევარში. ხასიათდება მაღალი მოსავლიანობით და ნაყოფის კარგი შენახვის უნარიანობით. **მიჰო-ვასე** – სიმაღლე 1,8-2,1 მ, კომპაქტური ვარჯით, გამორჩეულად საადრეო ჯიშია, მწიფდება ოქტომბრის პირველ დეკადაში. მოსავლიანობით სჭარბობს ჯიშ უნშიუს და ნაყოფის კარგი შენახვისუნარიანობით ხასიათდება.

ლიმონი (Citrus limon Burm.) უძველესი დროიდან ითვლება ძვირფას და პოპულარულ ნაყოფად. ციტრუსოვანთა შორის ლიმონი ყველაზე დაბალი

ყინვაგამძლეობით (-2-3°C) გამოირჩევა და აგრეთვე განსაკუთრებით ზიანდება გვალვებისაგან. ნიადაგისა და ჰაერის საკმარისი ტენიანობის პირობებში ლიმონი კარგად ვითარდება და მსხმოიარობს. საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში ღია გრუნტში ლიმონის კულტურა გავრცელებულია მხოლოდ ზოგიერთ თბილ მიკროკლიმატურ ნაკვეთებზე. ლიმონის ხეების სიმაღლე 3-6 მეტრს აღწევს, დამახასიათებელია ძლიერ განვითარებული ფოთლები და ეკლიანობა, ღია მწვანე ფოთლებით. ჩვენში გავრცელებული ლიმონებიდან ყურადღებას იმსახურებს შემდეგი ჯიშები: ქართული (ახალქართული), მეიერი, ვილაფრანკა და სხვ. **ქართული** ჯიში შერჩეულია შორეულ წარსულში შემოტანილი ჯიშებიდან, რომლებიც შეეგუენ ადგილობრივ პირობებს. ნაყოფი საშუალოზე მეტი ზომისაა, წაგრძელებული ფორმის წვეროში ბლაგვი „ძუძუთი“, რომელსაც ერთ მხარეზე ნაოჭი დაჰყვება. ნაყოფის ფუძეს ასევე დაჰყვება ნაოჭი. ერთი ნაყოფი საშუალოდ 90-120 გ-ს იწონის. ნაყოფის კანის ზედაპირი გლუვია ან მცირებორცვიანი, ძნელად სცილდება რბილობს, სისქით 2-6 მმ. რბილობი უხვწვნიანია, არომატული, საკმაოდ მჟავე, მოყვითალო მწვანე შეფერილობისაა და შედგება 9-12 სეგმენტისაგან, რომლებიც მეტწილად თანაბარი ზომის და თხელაპკიანები არიან. ნაყოფი ჩვეულებრივ 2-6 ცალ თესლს შეიცავს, ზოგჯერ უთესლოა. **ვილაფრანკა** ადრემსხმოიარე და შედარებით ყინვაგამძლე ჯიშია. რეგულარულად იძლევა მოსავალს და ჩვენი პირობებისათვის ერთ-ერთ საუკეთესო ჯიშს წარმოადგენს. ნაყოფი საშუალო ან საშუალოზე მეტი ზომისაა, მოგრძო-ოვალური ფორმის, დაბალი და ბლაგვი „ძუძუთი“, რომლის ფუძეს დაჰყვება ნაოჭი ნახევარი წრის სახით. ნაყოფის კანი მკვრივია, საშუალო სისქით 5 მმ. რბილობი უხვწვნიანია, არომატული, საშუალოდ მჟავე, ღია ფერის, შედგება 9-11 თანაბარი ზომის სეგმენტისაგან 20-მდე თესლით. **მეიერის** ჯიშის ლიმონი საქართველოში გასული საუკუნის ოციანი წლების ბოლოს არის შემოტანილი. მცენარე იზრდება ბუჩქებად, დაბალი ტანისაა, სხვა ჯიშებთან შედარებით გამოირჩევა უფრო მაღალი ყინვაგამძლეობით და დაავადებებისადმი მედეგობით. უხვად მსხმოიარობს და დაზიანების შემთხვევაში სწრაფად აღადგენს მსხმოიარობას. ნაყოფი საშუალო ზომისაა, ოვალური ფორმის, მომრგვალო ან ოდნავ გამოსახული წვერით, მასით 95 გ საშუალოდ. ნაყოფის კანი თხელია (3 მმ), მოყვითალო-ნარინჯისფერი, კარგად სცილდება რბილობს. რბილობი მოყვითალო ნარინჯისფერია, უხვწვნიანი, ნაკლებად არომატული და ნაკლებად მჟავე, შედგება 10 სეგმენტისაგან. იძლევა სხვადასხვა რაოდენობით თესლს, ზოგჯერ უთესლოა. **დიოსკურია** პირველი ჰიბრიდული წარმოშობის

ქართული ჯიშია. იგი წარმოადგენს ქართული ლიმონის და ტრიფოლიატის ჰიბრიდს. მცენარე ძლიერ მზარდია, ხშირი ტოტებით, უხვმოსავლიანია, გამოირჩევა შედარებით ყინვაგამძლეობით და დაავადებების მიმართ მედეგობით. ნაყოფი ტიპური ლიმონის ფორმის, უთესლო. ერთი ნაყოფი მასით 80-110 გ-ის ფარგლებშია. რბილობი წვნიანი, არომატული, სეგმენტების რაოდენობა 8-9. კანი გლუვი, საშუალო სისქის, დამახასიათებელი მოყვითალო შეფერილობით.

გრეიპფრუტი (Citrus paradisi Macf) ქარულად ნიშნავს ვაზის ნაყოფს. ეს სახელწოდება ამ მცენარემ მიიღო ნაყოფების მტევნის მსგავსად განლაგების გამო. გრეიპფრუტის ხის სიმაღლე 9-15 მ-ს აღწევს. ვარჯი მრგვალი ან კონუსური ფორმის, ტოტებზე აქვს მცირე ზომის ეკლები. ნაყოფი მომრგვალო ბრტყელი ფორმისაა, კანი ღია ყვითელი ან მოყვითალო-ნარინჯისფერი, მკვრივი, 5-10 მმ სისქის, რომელიც რბილობს ძნელად სცილდება. რბილობი ნაზი, წვნიანი, თესლიანი. ნაყოფი გამოირჩევა სპეციფიური საგემოვნო თვისებებით, რომელშიც ერთდროულად თავმოყრილია სიმჟავე, შაქრიანობა და სიმწარე, რაც გაპირობებულია მისი ქიმიური შედგენილობით. ჩვენს პირობებში გრეიფრუტი იკრიფება ყინვების დაწყების წინ – დეკემბერში, როდესაც ნაყოფი მოყვითალო ფერს მიიღებს. ყინვაგამძლეობისა და კლიმატური პირობებისადმი მოთხოვნით ყელაზე ახლოს არის ფორთოხალთან. საქართველოში მხოლოდ გრეიპფრუტის საცდელი ნარგაობებია. სამრეწველო ჯიშები – **დუნკანი** და **უთესლო მარში** ამერიკის შეერთებული შტატებიდან არის ინტროდუცირებული გასული საუკუნის ოციანი წლების ბოლოს. ჩვენში ყველაზე მეტად გავრცელებული ჯიშია დუნკანი. მისი ნაყოფი მსხვილია, საშუალოდ 350 გ-მდე მასით, მობრტყო ფორმისაა; საკმაოდ სქელი, ყვითელი, ზოგჯერ მოყვითალო-ნარინჯისფერი კანით, რომელიც კარგად სცილდება რბილობს და ძლიერი არომატით ხასიათდება. რბილობი ღია ნარინჯისფერია, საკმაოდ წვნიანი, მომჟავო-მოტკბო, მომწარო გემოთი, შედგება 12-14 ლებნისაგან, მრავალთესლიანია. უთესლო მარშის ნაყოფი მომრგვალო ფორმისაა, ღია ყვითელი შეფერილობით, საშუალოდ 365 გ-მდე მასით, საშუალო სისქის სასიამოვნო არომატს მქონე კანით, რომელიც რბილობს კარგად სცილდება. რბილობი ყვითელი ფერის, წვნიანი, მომჟავო-მოტკბო, ნაკლებად მწარე გემოთი, მცირეთესლიანია, ზოგჯერ უთესლო.

ჩვენს პირობებში, ხშირ შემთხვევაში, გრეიპფრუტის ნაყოფი მცენარეზე ვერ ასწრებს ბიოქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების სრულყოფილად ჩამოყალიბებას, რის გამოც ახლადმოკრეფილი ნაყოფი მაღალი მუავიანობით და

სპეციფიური სიმწარით ხასიათდება. გრეიპფრუტისათვის, ისევე როგორც სხვა ციტრუსოვანთა ნაყოფისათვის დამახასიათებელია შენახვის დროს დამწიფების გაგრძელების უნარი. ნაყოფი იღებს ჯიშის მწიფე ნაყოფისათვის დამახასიათებელ შეფერილობას და გემოს, რაც გასათვალისწინებელია მოსავლის აღების დროს.

პომპელმუსი (თურინჯი, შედოკი) (Citrus grandis Osbeck) მარადმწვანე მცენარეა, საშუალოდ 10 მ სიმაღლის იზრდება. სხვადასხვა ჯიშის პომპელმუსის ნაყოფი ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება ზომით, ფორმით, რბილობის ფერით, კანის სისქით და საგემოვნო თვისებებით. საუკეთესო კიშების ნაყოფები საშუალოდ 1 კგ-ს იწონის. ნაყოფი ფორმის მიხედვით მრგვალი-მობრტყო, მსხლისებური, მომწვანო-ყვითელი ან ღია-ყვითელი შეფერილობის, კანის სისქე საშუალოდ - 10 მმ. რბილობის შეფერილობა - მომწვანო-მოყვითალო, ვარდისფერი ან წითელი. საგემოვნო თვისებებით - მუავე-ტკბილი, ოდნავ მწარე, სპეციფიური არომატით. ჩვენს პირობებში მიღებულია პომპელმუსის **ჰიბრიდული ჯიში**, რომელიც იძლევა მსხვილ ნაყოფს თხელი კანით, რომელიც ადვილად სცილდება რბილობს. ხასიათდება სასიამოვნო გემოთი, ტკბილია, მცირე სიმწარით. ადრე მწიფდება და მეტი ყინვაგამძლეობით გამოირჩევა. გამოვლენილი ჯიში **სადესერტო შედოკი** იძლევა მსხლისებური ფორმის ყვითელი ფერის ნაყოფს. რბილობი უხვწინიანი, მომუავე-ტკბილი გემოს, ოდნავ მწარე, დიდი რაოდენობით შეიცავს თესლს.

კინკანი (Fortunella) ნარინჯოვანთა ქვეოჯახს მიეკუთვნება. მარადმწვანე, მჭიდროდ დატოტვილ ბუჩქს ან ხეს წარმოადგენს, გამოირჩევა ყინვაგამძლეობით. ხეებს აქვთ დეკორატიული მნიშვნელობა, როგორც ღია გრუნტის ასევე ოთახის კულტურის პირობებში. კინკანს დიდი მნიშვნელობა აქვს ციტრუსოვანთა სელექციაში, როგორც ყინვაგამძლეობის მქონე ერთ-ერთი კომპონენტი. მისი ჰიბრიდები ვარგისია საკვებად, განსხვავებით ტრიფოლიატისაგან. ნაყოფი მცირე ზომისაა, საშუალოდ 10გ წონის, მრგვალი ან კვერცხისებური ფორმის. საქართველოში არსებული ჯიშებიდან საყურადღებოა მეივა და ნაგამი. **მეივას** ყინვაგამძლეობა -14°C აღწევს. ნაყოფი მრგვალია, ნარინჯისფერი, შედარებით დიდი (ღიამეტრი 3 სმ), კანი სქელი. რბილობი შედგება ნაკლებად წვნიანი 6-7 სეგმენტისაგან, ტკბილი საგემოვნო თვისებებით. ტკბილი გემოს მატარებელია აგრეთვე კანი. იკრიფება დეკემბერში, მწიფდება შენახვის პროცესში. **ნაგამი** 3-4 მ სიმაღლის ხეა. ნაყოფი წავრძელებული ფორმისაა ზომით 3X4 სმ, ყვითელი

შეფერილობის, კანი თხელი, რბილობი წვნიანი მომჟავო გემოსი, საკვებად ვარგისი, შედგება 4-7 სეგმენტისაგან და შეიცავს 2-5 ცალ თესლს.

ციტრუსოვანთა ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის სპეციფიურობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქსოვილების ანატომიურ აგებულებაზე. ნაყოფის კანის გარეგანი ფენა – ეპიდერმისი შედგება მკვრივ კედლებიანი უჯრედებისაგან მასზე მოთავსებული ბაგეებით. ეპიდერმისის ქვემოთ არის თხელკანიანი უჯრედები, რომლებიც შეიცავენ ქრომოპლასტებს (ჰიპოდერმისი). უჯრედების მესამე ფენა მდიდარია ქრომოპლასტებით და ეთერზეთოვანი ჯირკვლებით (გარეგანი მეზოკარპიუმი). ჩამოთვლილი სამი ქსოვილი – ეპიდერმისი, ჰიპოდერმისი და გარეგანი მეზოკარპიუმი წარმოადგენს ნაყოფის კანის შეფერადებულ ნაწილს – ფლავედოს. გარეგანი მეზოკარპიუმის ქვემო უჯრედები (შინაგანი მეზოკარპიუმი) მოკლებულია ქრომოპლასტებს და წარმოადგენს კანის შეუფერადებელ ნაწილს ალბედოს.

ციტრუსოვანთა ნაყოფის კანში ფლავედოს და ალბედოს მასური წილი (%) მრავალწლიანი საშუალო მონაცემებით შემდეგია:

	ფლავედო	ალბედო
მანდარინი (უნშიუ)	45	55
ფორთოხალი (ადგილობრივი)	28	72
ლიმონი (ქართული)	25	75

ნაყოფის რბილობი შეიცავს თხელ გარსში მოთავსებულ ცალკეულ ნაწილაკებს (სეგმენტები), რომელებიც შედგებიან წვენიით მდიდარი თხელკედლიანი უჯრედებისაგან.

ციტრუსოვანთა ნაყოფის დახასიათების დროს ერთ-ერთი მაჩვენებელია რბილობისა და კანის თანაფარდობა. ეს მაჩვენებელი განსხვავებულია და დამოკიდებულია მცენარის ჯიშობრივ შემადგენლობაზე, მოვლით ღონისძიებებზე, სიმწიფის ხარისხზე, აგროეკოლოგიურ და სხვა ფაქტორებზე. ციტრუსოვანთა ნაყოფში რბილობისა და კანის მასური წილი (%) საშუალო მონაცემები შემდეგია:

	კანი	რბილობი
მანდარინი (უნშიუ)	25	75
ფორთოხალი (ადგილობრივი)	26	74
ფორთოხალი (ვაშინგტონ – ნაველი)	24	76

ლიმონი (ქართული)	38	62
ლიმონი (მეიერი)	29	71
გრეიპფრუტი (დუნკანი)	35	65
პომპეღმუსი	36	64

ნაყოფის ცალკეული ქსოვილი ერთმანეთისაგან განსხვავდება იმ ქიმიურ ნაერთთა რაოდენობრივი და თვისობრივი შედგენილობით, რომლებიც მის უმნიშვნელოვანეს ხარისხობრივ მაჩვენებლებსა და ბიოლოგიურ აქტივობას განაპირობებენ.

ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა დამოკიდებულია მცენარის სახეობაზე, ჯიშობრივ შედგენილობაზე, კვების რეჟიმზე, აგროეკოლოგიურ ფაქტორზე და ნაყოფის სიმწიფის ხარისხზე. ციტრუსოვანთა ნაყოფში ყველაზე მეტი რაოდენობით წარმოდგენილია **წყალი**. ციტრუსოვანთა ნაყოფში წყლისა და მშრალი ნივთიერების შემცველობის მონაცემები წამოდგენილია ცხრილში 2.1.1.1.

ნახშირწყლები წარმოადგენენ რბილობის მშრალი ნივთიერების უმთავრეს ნაწილს (90-95 %) და ძირითადად განსაზღვრავენ ნაყოფის ხარისხს. ციტრუსოვანთა ნაყოფი ამ ნივთიერებებს შეიცავს როგორც ნაყოფის რბილობში, ასევე კანში. ცხრილში 2.1.1.2 მოყვანილია ციტრუსოვანთა ნაყოფში ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობის მონაცემები ნედლ მასაზე გაანგარიშებით. არსებული მონაცემებით საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებში ციტრუსოვნებს შორის მონო – და დისაქარიდებს ყველაზე მეტი რაოდენობით მანდარინის ნაყოფი აგროვებს, შემდეგ პოზიცია კი ფორთოხალს უჭირავს. უცხოური ლიტერატურულ წყაროებში კი საპირისპირო მონაცემებია, რაც გაპირობებულია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობით და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ფაქტორებით.

ცხრილი 2.1.1.1

წყლისა და მშრალი ნივთიერების შემცველობა ციტრუსოვანთა ნაყოფში

№	დასახელება	წყალი, %	მშრალი ნივთიერება,%
1	მანდარინი	86	14
2	ფორთოხალი	84	16
3	ლიმონი (მეიერი)	86	14
4	ლიმონი (ქართული)	85	15
5	გრეიპფრუტი (დუნკანი)	90	10
6	პომპეღმუსი	84	16
7	კინკანი	74	26

ცხრილი 2.1.1.2

მონო – და დისაქარიდების შემცველობა ციტრუსოვანთა ნაყოფში
(მასური % ნედლ მასაზე გაანგარიშებით)

№	დასახელება	ფრუქტოზა	გლუკოზა	საქაროზა	ჯამი
1	მანდარინი:				
	– რბილობი	1,48	0,66	4,85	6,99
	– კანი	3,36	2,91	1,19	7,46
2	ფორთოხალი:				
	– რბილობი	1,32	1,13	4,24	6,69
	– კანი	3,19	3,43	1,31	7,93
3	ლიმონი:				
	– რბილობი	0,52	0,63	0,89	2,04
	– კანი	0,75	3,83	1,90	6,48
4	გრეიპფრუტი:				
	– რბილობი	1,31	1,11	2,14	4,56
	– კანი	1,40	1,44	2,94	5,78

ციტრუსოვნების ნაყოფის რბილობში მეტი რაოდენობით არის წარმოდგენილი **საქაროზა**, ხოლო კანში მონოსაქარიდები – **გლუკოზა** და **ფრუქტოზა**. საინტერესოა ის ფაქტი, რომ ციტრუსოვანთა ნაყოფის კანი უფრო მდიდარია ხსნადი შაქრებით, ვიდრე რბილობი. განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ეს სხვაობა ლიმონის შემთხვევაში, – ნაყოფის კანი შეიცავს 3,2-ჯერ მეტ ხსნად შაქრებს, ვიდრე რბილობი. ნაყოფის დამწიფების კვალობაზე რბილობში იზრდება ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობა.

გამორჩეულია კინკანის ქიმიური შედგენილობა, რომელშიც **ხსნადი შაქრების** შემცველობა 10%-მდეა, მათ შორის, **საქაროზას** რაოდენობა არ აღემატება 0,03%-ს.

ციტრუსოვანთა ნაყოფი, განსაკუთრებით კანი, დიდი რაოდენობით შეიცავს **პექტინოვან ნივთიერებებს**. ზოგ შემთხვევაში კანში მათი შემცველობა 50%-ს აღწევს მშრალ მასაზე გაანგარიშებით და პექტინოვანი ნივთიერებების მისაღებად სამრეწველო ნედლეულს წარმოადგენს. ცხრილში 2.1.1.3 მოყვანილია ციტრუსოვანთა ნაყოფში პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა.

ცხრილი 2.1.1.3

პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა ციტრუსოვანთა ნაყოფში
(მასური % ნედლ მასაზე გაანგარიშებით)

№	დასახელება	ჰიდროპექტინი	პროტოპექტინი	ჯამი
1	მანდარინი (უნშიუ):			
	– ფლავედო	0,34	1,89	2,23
	– ალბედო	2,15	3,09	5,24
	– რბილობი	0,44	0,21	0,65
2	ფორთოხალი (ადგილობრივი):			
	– ფლავედო	0,46	3,63	4,09
	– ალბედო	1,07	4,07	5,14
	– რბილობი	0,54	0,39	0,93
3	ლიმონი (ქართული):			
	– ფლავედო	1,02	4,75	5,77
	– ალბედო	1,39	6,12	7,51
	– რბილობი	0,80	0,32	1,12

ციტრუსოვნების ნაყოფი შეიცავს პოლისაქარიდებს – **ცელულოზას** და **ჰემიცელულოზას**, **სახამებელს**. ეს ნივთიერებები ძირითადად წარმოდგენილია ნაყოფის კანში. ფორთოხლის ნაყოფის კანი ცელულოზას და ჰემიცელულოზას ჯამურად შეიცავს 3,5%, ხოლო რბილობი -0,5%. მანდარინის კანში ცელულოზის შემცველობა 4,7%, ხოლო რბილობში 0,60% აღწევს. ლიმონის მთლიან ნაყოფში ცელულოზის შემცველობა - 3,17%, ხოლო კანსა და რბილობში შესაბამისად 4,44% და 0,52%-ის ფარგლებშია.

სუბტროპიკული ხილის და მათ შორის ციტრუსოვნების ტკბილ საგემოვნო შეგრძნებაზე ნახშირწყლებთან ერთად მჟავიანობაც მოქმედებს. ხსნადი შაქრების თანაბარი შემცველობის პირობებში, ნაყოფი მით უფრო მეტად ტკბილი გვეჩვენება, რაც ნაკლებია მისი მჟავიანობა.

ორგანული მჟავები და მათი მარილები ძირითადად განსაზღვრავენ ნაყოფის მჟავურ თვისებებს და თითქმის მთლიანად რბილობში არიან მოთავსებული. ორგანული მჟავები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ გემოვნური ღირსებების და ნაყოფის შენახვისუნარიანობის მიმართ მედეგობის

ჩამოყალიბებაში. ციტრუსოვანთა ნაყოფში ძირითადად გვხვდება ლიმონმჟავა, ვაშლმჟავა და მჟაუნმჟავა. ორგანული მჟავების ჯამური შემცველობის 90%-ზე მეტი ლიმონის მჟავაზე მოდის, ამიტომ მჟავების გაანგარიშება მის მიმართ ხდება. ყველაზე მეტი რაოდენობით ორგანული მჟავები ლიმონის ნაყოფშია წარმოდგენილი.

საგემოვნო თვისებების განსვავება ძირითადად გაპირობებული ნაყოფის მჟავიანობის და შაქრიანობის შეფარდებით. ქიმიური შედგენილობის ეს მაჩვენებლები განსაზღვრავენ ნაყოფის სამომხმარებლო ღირებულებას.

ცხრილში 2.1.14 მოყვანილია ციტრუსოვანთა ნაყოფის რბილობში ორგანული მჟავების შემცველობა და შაქრისა და მჟავების შეფარდების მაჩვენებელი.

ცხრილი 2.1.14

ციტრუსოვანთა ნაყოფის რბილობში ორგანული მჟავების შემცველობა და შაქრებისა და მჟავების შეფარდების მაჩვენებელი

№	დასახელება	ორგანული მჟავები (ლიმონის მჟავაზე გაანგარიშებით), %	შაქრების შეფარდება მჟავებთან
1	მანდარინი	0,72	9,7
2	ფორთოხალი	1,1	6,08
3	ლიმონი	5,57	0,37
4	გრეიპფრუტი	1,42	3,21
5	კინკანი	4,0	2,5

ვიტამინების მაღალი შემცველობა განაპირობებს ციტრუსოვანთა ნაყოფის დიეტურ და სამკურნალო თვისებებს. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა **C ვიტამინს (I - ასკორბინის მჟავა)**, რომელიც წყალში ხსნადი ვიტამინებიდან ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული და მნიშვნელოვანი ვიტამინია.

ასკორბინის მჟავა აქტიურად მონაწილეობს უჯრედში მიმდინარე ჟანგბადდგენით პროცესებში. დაჟანგვის დროს ასკორბინის მჟავა კარგავს წყალბადის 2 ატომს და გადადის დეჰიდროფორმაში, რომელიც ადღგენის შემთხვევაში კვლავ იძლევა ასკორბინის მჟავას. ორივე ეს ფორმა ფიზიოლოგიურად აქტიურია. ასკორბინის მჟავას 2 იზომერიდან ბიოლოგიური აქტივობა გააჩნია მხოლოდ 1 ფორმას. ამ ვიტამინზე ადამიანის სადღეღამისო მოთხოვნილება 50-100 მგ-ს შეადგენს.

ციტრუსოვნები გამოირჩევიან **C** ვიტამინის მაღალი შემცველობით, განსაკუთრებით ნაყოფის ქერქი. საშუალო მონაცემებით ნაყოფში ვიტამინი **C** შემდეგი რაოდენობით არის წარმოდგენილი: მანდარინი – 40 მგ%, ფორთოხალი – 50მგ%, ლიმონი – 60 მგ%, გრეიფრუტი – 40 მგ%. განსაკუთრებით დიდი რბილობი.

ციტრუსოვნები შეიცავენ **A** და **B** ჯგუფის ვიტამინებს. ნაყოფში დიდი რაოდენობით არიან წარმოდგენილნი **კაროტინოიდები** (პროვიტამინი **A**). ეს ნივთიერებები ანიჭებენ ციტრუსოვანთა ნაყოფს დამახასიათებელ ყვითელ და ნარინჯისფერ შეფერილობას. ნაყოფის ზრდის და განვითარების პროცესში მატულობს მასში კაროტინოიდების ჯამური შემცველობა. ციტრუსოვანთა შორის მეტი რაოდენობით კაროტინოიდებს მანდარინის ნაყოფი შეიცავს, ხოლო ნაკლები რაოდენობით ლიმონი. ამ ნაერთების ჯამური შემცველობა მანდარინის რბილობში შეადგენს 0,42 მგ%, ხოლო კანში - 0,43 მგ%. ფორთოხლის ნაყოფის რბილობში კაროტინოიდები საშუალოდ 0,09 მგ% არიან წარმოდგენილნი, ხოლო კანში 2,4-ჯერ მეტი რაოდენობით. ამ ჯგუფის ნაერთების ჯამური შემცველობა ლიმონის ნაყოფში 0,01-0,03 მგ%-ის ფარგლებშია. **A** ვიტამინზე ადამიანის სადღეღამისო მოთხოვნილება 1,5-2 მგ-ს შეადგენს.

ციტრუსოვანთა ნაყოფი შეიცავს შემდეგ ვიტამინებს: **B₁** (თიამინი), **B₂** (რიბოფლავინი), **PP** (ნიკოტინის მჟავა), ფოლის მჟავა (ვიტამინი **B_c**).

თიამინი თითქმის თანაბარი რაოდენობით არის წარმოდგენილი ციტრუსოვანთა ნაყოფში და საშუალო რაოდენობრივი მონაცემები შემდეგია: მანდარინის რბილობში – 0,06 მგ%, კანში – 0,03 მგ%; ფორთოხლის რბილობში – 0,03 მგ%, კანში – 0,02 მგ%; ლიმონის რბილობში – 0,07 მგ%, კანში – 0,06 მგ%. რიბოფლავინს ყველაზე მეტი რაოდენობით ფორთოხლის ნაყოფი შეიცავს – 0,13-0,15 მგ%-ის ფარგლებში, ხოლო მანდარინსა და ლიმონში ამ ვიტამინის შემცველობა თითქმის თანაბარია. კერძოდ, მანდარინის რბილობში – 0,03 მგ%, კანში – 0,04 მგ%, ლიმონის რბილობში – 0,07 მგ%, კანში – 0,02 მგ%. ფოლის მჟავას მეტი რაოდენობით შეიცავს ლიმონის ნაყოფი საშუალოდ – 0,61 მგ%, შემდეგ მოდის მანდარინი – 0,18-0,25 მგ% და ბოლოს ფორთოხალი 0,04-0,05 მგ%-ის ფარგლებში.

ვიტამინებთან ერთად განვიხილავთ **ფენოლური ნაერთებს**, კერძოდ, **ფლავონოიდურ გლიკოზიდებს**, მათი **P** ვიტამინური აქტივობის და ციტრუსოვანთა ზოგიერთი წარმომადგენლის თანმდევი მომწარო გემოს გამო. ციტრუსოვანთა ნაყოფის კანსა და რბილობში ნაპოვნი **ჰესპერიდინი**,

ნეოჰესპერიდინი, ნარინგინი, პონცირინი და სხვა ფლავონოიდური გლიკოზიდი. ჰესპერიდინი მკვეთრად გამოხატული P ვიტამინური აქტივობით ხასიათდება. მის აგლიკონს წარმოადგენს ჰესპერეტინი, ხოლო ნარინგინის – ნარინგენინი. ნეოჰესპერიდინი ჰესპერიდინის იზომერია და დამოკიდებულია გლიკოზიდურ კავშირში მყოფი შაქრის აღნაგობაზე. ნეოჰესპერიდინი გვხვდება ფორთოხლის, მანდარინისა და ლიმონის მოუმწიფარ ნაყოფში. მანდარინის და ლიმონის ნაყოფი ძირითადად შეიცავს ჰესპერიდინს, რომლის შემცველობა მეტია კანში, ვიდრე რბილობში. ლიმონის ნაყოფი მცირე რაოდენობით შეიცავს ნარინგინს, ხოლო ზოგიერთ ჯიშში ნაპოვნია პონცირინი. ნარინგინი და ნეოჰესპერიდინი მწარე გემოს მატარებელი ნივთიერებებია, ხოლო მათი აგლიკონები არ ხასიათდებიან მწარე გემოთი. გრეიფრუტის და პომპელმუსის რბილობში ძირითად გლიკოზიდს წარმოადგენს ნარინგინი, რომელიც მათ სიმწარეს. ანიჭებს ყველაზე მეტი რაოდენობით ეს ნივთიერება გვხვდება ალბედოში, შედარებით ნაკლები ფლავედოში, ხლო რბილობში კიდევ უფრო ნაკლები. ნაყოფის დამწიფებასთან ერთად მცირდება მასში ნარინგინის შემცველობა და იკლებს სიმწარის შეგრძნება. დადგენილია აგრეთვე, რომ ვარდისფერი და მუქი - წითელი შეფერილობის რბილობის მქონე ნაყოფი შეიცავს ნაკლები რაოდენობით ნარინგინს, ვიდრე ნაყოფი მოყვითალო ფერის რბილობით. ნარინგინის პიდროლიზის შედეგად ნარინგენინი, გლუკოზა და რამნოზა მიიღება. უნდა აღინიშნოს, რომ ჰესპერიდინს არ ახასიათებს მწარე გემო. ამის გამო, ნორმალურ პირობებში, მანდარინის, ფორთოხლის და ლიმონის ნაყოფს სიმწარე არ ახასიათებთ. სიმწარის საგემოვნო შეგრძნება ნაყოფს უყალიბდება გაყინვისა და შემდგომი თბური დამუშავების დროს, რაც შედეგია ჰესპერიდინის ნეოჰესპერიდინად გარდაქმნის მისი ლაბილურობის გამო. სუსტი მჟავების ზემოქმედებით, მაგალითად ლიმონისა და ასკორბინის მჟავების არეში, ნარინგინი განიცდის ჟავგვა-აღდგენით გარდაქმნებს, რომელთა შედეგად იკარგება მწარე გემო. აღნიშნული გარდაქმნები გამოყენებულია ციტრუსოვანთა ნაყოფის ტექნოლოგიური დამუშავების პროცესში. ბუნებრივი ფლავონებიდან (ნარინგინი, ნეოჰესპერიდინი) შესაძლებელია ძალზე ტკბილი ნივთიერების – დიჰიდოხალკონის მიღება. ციტრუსოვნების საგემოვნო შეგრძნებაზე გავლენას ახდენს ტრიტერპენოიდული დილაქტონი – ლიმონინი ($C_{36}H_{30}O_8$) ძალზე მწარე გემოთი. მისი სიმწარე იგრძნობა 1:500000 განზავების პირობებში, მაშინ როდესაც ნარინგინის სიმწარის შეგრძნების ზღვარია - განზავება 1:500. ეს

ნივთიერება არ იხსნება წყალში, დიეთილისა და პეტროლეინის ეთერებში, კარგად იხსნება აცეტონში და კალიუმის ტუტეში.

აზოტოვანი ნივთიერებები ციტრუსოვნებში გვხვდება არაორგანული და ორგანული ფორმით. აზოტის ორგანული ნაერთებიდან ციტრუსოვნებში გავრცელებულია ცილები, თავისუფალი ამინომჟავები, ნუკლეინის მჟავები. ეს ნივთიერებები მცენარეთა ცხოველმყოფელობაში უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ. მცენარეული ცილების კვებითი ღირებულება მათში შეუცვლელი ამინომჟავების შემცველობით განისაზღვრება, როგორცაა: ლიზინი, ტრიფტოფანი, ფენილალანინი, მეთიონინი, ტრეონინი, იზოლეიცინი, ლეიცინი და ვალინი. ციტრუსოვანთა ნაყოფი ცილოვან ნივთიერებებს შეიცავს როგორც რბილობში, ისე კანში. ფორთოხლის ვაშინგტონ-ნაველის რბილობში ცილოვანი ნივთიერებების შემცველობა 1,5%-ს ხოლო კანში 2-ჯერ ნაკლებს შეადგენს. ასეთივე კანონზომიერებაა ციტრუსოვანთა სხვა სახეობებშიც. აღსანიშნავია, რომ სუბტროპიკული ხილი, და მათ შორის, ციტრუსოვნები, უმეტეს შემთხვევაში ისეთ ცილებს შეიცავს, რომელთა შემადგენლობაში წარმოდგენილია თითქმის ყველა შეუცვლელი ამინომჟავა.

ეთეროვანი ზეთების შემცველობაზეა დამოკიდებული ციტრუსოვნების ნაყოფის და ყვავილების სპეციფიური სურნელი და არომატი. ეთეროვანი ზეთები რთული შემადგენლობის აქროლადი ნაერთებია, რომლებიც უმეტეს შემთხვევაში წყალში არ იხსნებიან, მაგრამ იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში (ეთილის სპირტი, პეტროლეინის ეთერი, დიეთილის ეთერი და სხვ.). ეთეროვანი ზეთები მეტი რაოდენობითაა წარმოდგენილი ფლავედოში, ამიტომ ციტრუსოვნების ნაყოფის კანი, ყვავილებთან ერთად, მათი სამრეწველო მიღების ნედლეულს წარმოადგენს. ეთერზეთების შემცველობა ციტრუსოვნების ცალკეულ სახეებში განსხვავებულია და შემდეგ სურათს იძლევა: მანდარინის ნაყოფი (უნშიუ) – 1,6%, მანდარინის ფლავედო – 1,86-2,5%; ფორთოხლის ნაყოფი – 0,65-0,86%, ფორთოხლის ფლავედო – 2,4%; ლიმონის ნაყოფში – 1,5-2,0%; გრეიფრუტის ფლავედო – 0,4-1,7%. ეთეროვანი ზეთების შემცველ ძირითად კომპონენტს **α - ლიმონენი** წარმოადგენს (საშუალოდ 90%). ლიმონენის გარდა ციტრუსოვანთა ეთეროვან ზეთებში ნაპოვნია: **ლინალოლი**, **ციტრონელი**, **α - პინენი**, **β - პინენი** და სხვა ნივთიერებები.

ეთეროვან ზეთებთან ერთად ციტრუსოვანთა ნაყოფის კანი შეიცავს **ფისოვან ნივთიერებებს** შემდეგი რაოდენობით: მანდარინი - 0,36%, ფორთოხალი - 0,42% და ლიმონი - 0,45%. ფისოვანი ნივთიერებები წარმოადგენენ რთულ

კომპლექსს, რომელთა შემადგენელი ფრაქციებიდან მხოლოდ პარაფინები არ ატარებენ ციტრუსებისათვის დამახასიათებელ არომატსა და გემოს. პარაფინების ფრაქცია ყველაზე მეტი რაოდენობით წარმოდგენილია ფორთოხლის კანში (საერთო მასის 20,23 %), შემდეგ მოდის ლიმონი (9,84%) და ყველაზე ნაკლებს შეიცავს მანდარინის კანი (3,16%). პარაფინების მეტი შემცველობა ხელს უწყობს ციტრუსოვნების ნაყოფის უკეთესად შენახვას.

2.12. სუბტროპიკული ხეხილოვნები

სუბტროპიკული ხურმა (Diospiros kaki L.) ჩინური წარმოშობის მცენარეა, რომელიც საქართველოში შემოტანილი იქნა იტალიიდან მე-19 საუკუნის ბოლოს. იგი ფოთოლმცვენი ხეა, სიმაღლით 5-12 მ, ფორმით ოვალურია, გამოირჩევა მაღალი ყინვაგამძლეობით (-20°C -მდე) და უხემოსავლიანობით. პლანტაციების უმეტესი ნაწილი გაშენებულია დასავლეთ საქართველოში, მაგრამ საკმაოდ გვხვდება ქვეყნის აღმოსავლეთი ნაწილის ცალკეულ რეგიონებში. ცნობილია სუბტროპიკული ხურმის ათეულობით ჯიშში. ჩვენს პირობებს კარგად შეეგუა და გავრცელება ჰპოვა შემდეგმა ჯიშებმა: **ჰაჩია, ჰიაკუმე, ჩინებული, ფუიუ** და სხვ. **ჰაჩია** ითვლება საუკეთესო სამეურნეო ჯიშად. იგი იძლევა მუქი ნარინჯისფერი - მოწითალო შეფერილობის დიდი ზომის წაგრძელებულ-კონუსური ფორმის ნაყოფს, რომლის სიმაღლე 75,4 მმ-ია, დიამეტრი 72,0 მმ, ხოლო მასა 400-500 გ. ნაყოფი უთესლოა, მკვრივი კანით, მწიფდება ოქტომბერ-ნოემბერში, გამოირჩევა სასიამოვნო ტკბილი გემოთი. დამწიფებამდე ნაყოფის რბილობს ახასიათებს სიმწკლარტე. ნაყოფი ხასიათდება შენახვისა და ტრანსპორტაბელობის კარგი უნარით. **ჰიაკუმე** ჩენში ყველაზე მეტად გავრცელებული ჯიშია, მას „კარალიოკს“ უწოდებენ. ნაყოფი თესლიანია (6 ცალამდე), საშუალო და დიდი ზომის (120-400 გ), მომრგვალო ფორმის, ორივე მხრიდან შებრტყელებული, ღია ნარინჯისფერი ან ნარინჯისფერ-მოწითალო შეფერილობის კანით. ნაყოფი სიმაღლით საშუალოდ 60,7 მმ-ს აღწევს, ხოლო დიამეტრით – 67,9 მმ-ს. მწიფდება ნოემბერში, რბილობი გამოირჩევა სასიამოვნო გემოთი, არ არის მწკლარტე; გამოირჩევა კარგი შენახვის უნარიანობით და ტრანსპორტაბელობით. **ფუიუ** ერთ-ერთი საუკეთესო ჯიშია ჩვენს პირობებში, იძლევა საშუალო და დიდი ზომის (150-250 გ), მომრგვალო-მობრტყელო ფორმის მოყვითალო ელფერის, მუქ-წითლად შეფერილ ნაყოფს. რბილობი მოყვითალო-ნარინჯისფერია საშუალოდ წვნიანი, სასიამოვნო გემოს, არ ახასიათებს

სიმწკლარტე. ნაყოფი შეიცავს მცირე რაოდენობით თესლს ან უთესლოა, მწიფდება ნოემბრის დასაწყისში, გამოირჩევა კარგი შენახვის უნარიანობით.

საგემოვნო თვისებების მიხედვით სუბტროპიკული ხურმის ჯიშებს პირობით სამჯგუფად ყოფენ: **მწკლარტე** (ჰაჩია და სხვ.), რაც ქრება ნაყოფის დარბილებასთან ერთად; **ტკბილი** (ფუიუ და სხვ.); **ცვალებადი**, ძირითადად „კარალიოკები“ (ჰაიკუმე და სხვ.).

ხურმის ნაყოფის კვებითი და სამკურნალო ღირებულება დამოკიდებულია მასში ბიოლიგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე. ხურმის ნაყოფში **მშრალი ნივთიერებების** რაოდენობა 14-20%-ის ფარგლებში მერყეობს ცალკეული ჯიშების მიხედვით. ნაყოფის სიმწკლარტეს განაპირობებს მასში ხსნადი **ფენოლური ნაერთების** შემცველობა, რომელთა ჯამური რაოდენობა 2,25%-ს არ აღემატება. ნაყოფის მომწიფების კვალობაზე ფენოლური ნაერთები შემცველობა მცირდება, მაგრამ პირდაპირი დამოკიდებულება ფენოლური ნაერთების რაოდენობასა და საგემოვნო მახასიათებლებს (სიმწკლარტე) შორის არ არის დადგენილი. სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფი შეიცავს **კატეხინებს** (168-274 მგ/100გ), **ლეიკოანტოციანებს** (20.4-212 მგ/100გ), **ფლავონოლებს** (10-32 მგ/100გ). ნაყოფში ნაპოვნი აგრეთვე **გალის მჟავა** (41,6 მგ/100გ), **კოფეინისა და ქლოროგენის მჟავები**. ხურმის ნაყოფისათვის დამახასიათებელია დიდი რაოდენობით ხსნადი **გლუკოზისა და ფრუქტოზის** დაგროვების უნარი. არსებული მონაცემებით, ჩვენს პირობებში, ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობა 9,0-18,1 %-ს შეადგენს ნედლ მასაზე გაანგარიშებით. საქაროზას შემცველობა 0,4-1,2%-ის დიაპაზონში მერყეობს. გლუკოზისა და ფრუქტოზის ჯამური რაოდენობის 53-55%-ს გლუკოზა შეადგენს. ნაყოფის მომწიფებასთან ერთად იზრდება მასში ხსნადი შაქრების რაოდენობა. შაქრების დაგროვებაზე გავლენას ახდენს ეკოლოგიური ფაქტორი. მშრალ კლიმატურ პირობებში კულტივირებადი მცენარის ნაყოფი მეტი რაოდენობით ხსნად ნახშირწყლებს აგროვებს. პოლისაქარიდებიდან ნაყოფის რბილობში წარმოდგენილია **პექტინოვანი ნივთიერებები და ცელულოზა**. **ჰიდროპექტინის** შემცველობა შეადგენს 0,2-0,69%, **პროტოპექტინის** რაოდენობა იცვლება საკმაოდ დიდ დიაპაზონში – 0,20-1,75%, ხოლო **ცელულოზის** – 0,70-1,2%-ის ფარგლებში. გარდა **P ვიტამინური** აქტივობის ნივთიერებებისა სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფი მდიდარია ვიტამინებით. იგი შეიცავს დიდი რაოდენობით **კაროტინოიდებს**, მათ შორის, **β – კაროტინს** 1,2-2,9 მგ/100გ; საკმაოდ დიდ დიაპაზონში მერყეობს **C ვიტამინის** შემცველობა (12,3-59 მგ/100გ) სუბტროპიკული ხურმის ჯიშური შედგენილობისაგან დამოკიდებულა-

ბით. ნაყოფის განვითარებასა და მომწიფებასთან ერთად იზრდება C ვიტამინის შემცველობა, და თავის მაქსიმუმს ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში აღწევს, ხოლო შემდგომ ეტაპზე თანდათანობით მცირდება. ნაყოფი შეიცავს ვიტამინებს B₁ და B₂ შესაბამისად 0,141-0,306 მგ/% და 0,216-466 მგ/%-ის ოდენობით. PP ვიტამინის რაოდენობით ხურმის ნაყოფი აღემატება მანდარინს და საშუალოდ ამ ნაერთის შემცველობა 0,9 მგ/100გ შეადგენს. **ორგანული მჟავებიდან** ნაყოფში ძირითადად წარმოდგენილია ვაშლის მჟავა, ნაკლები რაოდენობით ლიმონისა და ქარვის მჟავები. ნაყოფის სიმწიფის ფაზაში მასში ორგანული მჟავების შემცველობა შეადგენს 0,05-0,2% ვაშლის მჟავაზე გადაანგარიშებით. ხურმის ნაყოფი გამოირჩევა ყველაზე დაბალი მჟავიანობით და მაღალი შაქარმჟავური ინდექსით (40 პირობით ერთეულამდე) სუბტროპიკული ხეხილოვნების ნაყოფებს შორის. სხვადასხვა ჯიშის ხურმის ნაყოფში თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა 105-141,7 მგ/100გ შეადგენს. **მინერალური ნივთიერებების** რაოდენობა ნაყოფში 0,36-0,67%-ის ფარგლებში მერყეობს. იგი შეიცავს კალიუმს, ნატრიუმს, მაგნიუმს, ფოსფორს, სპილენძს, რკინას, იოდს და სხვა ნივთიერებებს.

ქიმიური შემადგენლობიდან ჩანს, რომ მაღალია ხურმის ნაყოფის კვებითი ღირებულება. იგი საკვებად გამოიყენება ნედლი და მშრალი (ჩირი), ასევე კონსერვირებული სახით. ხურმის ნაყოფი გამოიყენება წველის, მურაბის, ხილფაფის და ცუკატის მისაღებად; ასევე საკონდიტრო პროდუქტების და ლიქიორის წარმოებაში.

ფეიჰოა (Feijoa sellowiana Berg) მარადმწვანე 2,5 მ სიმაღლის ბუჩქისმაგვარი მცენარეა, მოვერცხლისფერო ელიფსური ფორმის ფოთლებით და მოწითალო-მინაკისფერი შეფერილობის ყვავილებით. რის გამოც იგი ამავედროულად დეკორაციულ მცენარესაც წარმოადგენს. ფეიჰოას სამშობლო არის სამხრეთ ამერიკა (ბრაზილია, არგენტინა). საქართველოში ფეიჰოას კულტურა შემოტანილია მე-20 საუკუნის დასაწყისში ბათუმისა და სოხუმის ბოტანიკურ ბაღებში. ციტრუსოვნებთან შედარებით საკმაოდ ყინვაგამძლე მცენარეა, – ზიანდება -13-14°C-ზე, ხოლო იყინება -16-18°C-მდე ტემპერატურის ხანგრძლივი დროით დაცემის პირობებში. ფეიჰოას ნაყოფი მრგვალი, ოვალური ან ოვალურ – წაგრძელებული ფორმისაა, სიგრძით საშუალოდ 2-4 სმ და მასით 15-40 გ. ნაყოფი ხასიათდება მუქი-მწვანე შეფერილობით, ზოგჯერ ანტოციანური ელფერით. აქვს თხელი კანი, რომელიც მოთეთრო ნაფიფქით არის დაფარული და ხორკლიანია. მწვანე კანის ქვეშ მოთავსებულია მოთეთრო ფერის მარცვლოვანი მასის შრე, რომლის შიგნით მოთავსებულია ლაბისებრი, წვნიანი,

ტკბილი-მომჟავო, ძალზე გემრიელი რბილობი. საშუალოდ ნაყოფის 82,7%-ს რბილობი წარმოადგენს. ყოველ ნაყოფში მოთავსებულია 20-დან 50-მდე თესლი. ნაყოფი გამოირჩევა მხოლოდ ამ მცენარისათვის დამახასიათებელი ძლიერ სპეციფიური არომატით. ჩვენს პირობებში ნაყოფი ოქტომბერ-ნოემბერში მწიფდება. კრეფის ოპერაცია იწყება მაშინ, როდესაც ნაყოფი მცენარიდან იწყებს ცვენას. შემოტანილი ჯიშ-ფორმებიდან ამჟამად კულტურაში გვხვდება შემდეგი ჯიშები: **ანდრე, ჩოისიანა და სუპერბა**. ჩვენში უფრო გავრცელებულია ჯიში ანდრე, რომელიც უხვმოსავლიანობით გამოირჩევა. საქართველოში გამოყვანილია ფეიჰოას სელექციური ფორმები: **ანასეული №1, №2** და სხვა, რომლებიც მაღალი მოსავლით და გამორჩეული საგემოვნო თვისებებით ხასიათდებიან.

ფეიჰოას ნაყოფი შეიცავს **ნახშირწყლებს, ორგანულ მჟავებს და მინერალურ ნივთიერებებს, ფენოლურ ნაერთებს, აზოტოვან ნივთიერებებს, ვიტამინებს, ეთეროვან ზეთებს**. ცხრილში 2.1.2.1 მოცემულია ფეიჰოას ნაყოფის ძირითადი ქიმიური მაჩვენებლების საშუალო მონაცემები.

ცხრილი 2.1.2.1

ფეიჰოას ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა

№	ქიმიური მაჩვენებელი	შემცველობა
1	წყალი,%	80,0
2	მშრალი ნივთიერება,%	20,0
3	ხსნადი ნახშირწყლები,%	6,7
4	მონოშაქრები,%	2,8
5	საქაროზა,%	3,9
6	მჟავიანობა (ლიმონის მჟავაზე გაანგარიშებით),%	1,82
7	ვიტამინი C, მგ%	40,0
8	პექტინოვანი ნივთიერებები, %	3,0
9	ცელულოზა, %	6,5
10	ექსტრაქტული ნივთიერებები, %	28,0
11	ფენოლური ნაერთების ჯამი, %	0,65

ცხრილის 2.1.2.1 მონაცემებიდან ჩანს, რომ ხსნადი ნახშირწყლებიდან ფეიჰოას ნაყოფში მეტი რაოდენობით არის წარმოდგენილი **საქაროზა**. მაღალია **C ვიტამინის** შემცველობა. არსებული მონაცემებით ნაყოფის მომწიფების

კვალობაზე იზრდება მასში ამ ვიტამინის შემცველობა. **P ვიტამინური** აქტივობის ნივთიერებებიდან ფეიჭოას ნაყოფი შეიცავს **კატეხინებს** და **ლეიკოანტოციანებს**, რომელთა ჯამური რაოდენობა შეადგენს 50 მგ%-ს. იდენტიფიცირებულია ორი კატეხინი: **(-)** – ეპიკატეხინი და **(-)** – ეპიგალოკატეხინი.

ფეიჭოას ნაყოფის ქიმიურ შედგენილობის განსაკუთრებული მახასიათებელია მასში **იოდის** შემცველობა, ორგანიზმისათვის ადვილად შესათვისებელი ფორმით, 27-39 მკგ%-ის რაოდენობით. დადგენილია, რომ იოდის ნაერთების შემცველობა ფეიჭოას ნაყოფში დამოკიდებულია მცენარის ზღვასთან სიახლოვეზე. მისი არსებობა ნაყოფში საყურადღებოა იოდდეფიციტის და გავრცელებული ენდემური ჩიყვის პროფილაქტიკასთან დაკავშირებით.

ეთეროვანი ზეთის შემცველობაზე არის უმთავრესად დამოკიდებული ფეიჭოას ნაყოფის სპეციფიური სასიამოვნო და ძალზე მყარი არომატი, რომელსაც ხშირად ანანასისა და მარწყვის არომატების ნაზავს ადარებენ. ფეიჭოას ნაყოფის აქროლადი კომპლექსს ძალზე რთული შედგენილობა აქვს და შეიცავს 100-მდე ინდივიდუალურ ნაერთს. დასავლეთ საქართველოს პირობებში დამწიფებული ფეიჭოას ნაყოფის აქროლადი კომპლექსის ძირითად კომპონენტს **ბენზონის მჟავას მეთილის ეთერი (მეთილბენზოატი)** წარმოადგენს, რომელსაც, საკმაოდ განზავებულს, ახლადმოკრეფილი ფეიჭოას ნაყოფის არომატი აქვს. ეთეროვანი ზეთი მაღალი კონცენტრაციით შეიცავს და ასევე ფეიჭოას არომატის ფორმირებაში მონაწილეობენ: **ეთილბენზოატი, ეთილცინამატი, ლინალოლი, 3-ოქტანონი, 4-ვინილგვავაიაკოლი** და სხვა შენაერთები.

თავისუფალი ამინომჟავების მაღალი შემცველობით ხასიათდება ფეიჭოას ნაყოფი (1,9-2,5%). მასში დიდი რაოდენობით არის წარმოდგენილი **ასპარაგინის** და **გლუტამინის მჟავები, ტიროზინი, α – ალანინი, აგრეთვე ტრიფტოფანი, ლიზინი, მეთიონინი** და სხვა ამინომჟავები.

ფეიჭოას ნაყოფი გამოიყენება როგორც ნედლი, აგრეთვე სხვადასხვა სახის კვების პროდუქტების მისარებად. მისგან მზადდება საუკეთესო კომპოტი, ჯემი, უაღკოპოლო სასმელები, სხვა კონსერვირებული პროდუქტები.

ჩინური აქტინიდა (კივი) – Actinidia Lindl ჩვენი პირობებისათვის ახალი ეგზოტიკური კულტურაა. კივის ძირითადი მწარმოებელი ქვეყნებია – იტალია, ჩინეთი და ახალი ზელანდია. სამრეწველო პლანტაციები გაშენებულია ამერიკის შეერთებულ შტატებში, საფრანგეთში, ესპანეთში, ბულგარეთში, იაპონიაში და სხვა ქვეყნებში. საქართველოში აქტინიდიის ინტროდუქცია გასული საუკუნის 80-იანი წლებში განხორციელდა საფრანგეთიდან და ბულგარეთიდან, რამაც

საფუძველი დაუდო ფართომასშტაბიან სელექციურ სამუშაოებს. აქტივია ფოთოლმცვენი ლიანაა, ფართო ფოთლებით და გარეგნულად ვაზს წააგავს. საევეტაციო პერიოდში 5-7 მ-ის სიგრძის ნაზარდს იძლევა. ახალგაზრდა ნაზარდებს ხშირად გააჩნია ანტოციანური შეფერილობა, ხოლო შემოდგომის პერიოდში წაბლისფერ შეფერილობას იღებს. იგი ყინვაგამძლე (-18°C) და ტენის მოყვარული მცენარეა, მაგრამ ვერ ეგუება ჭარბტენიან ნიადაგებს და ცხელ ქარებს. ცნობილია აქტივდიის მრავალი ჯიში. საქართველოს პირობებში ფართო გავრცელება ჰპოვა ჯიშმა „**ჰაივარდი**“ და მისგან, ქართველი სელექციონერების მიერ მიღებული 7 ფორმებიდან, ჯიშ – ფორმამ №3 „**ბუმბერაზი**“. ასევე საინტერესო ჯიშებია „**ბრუნო**“ და „**მონტი**“. კივის მომწიფებული ნაყოფი მოყავისფრო შეფერილობისაა, მურა მწვანე ელფეთ. მისი მომრგვალო-ბრტყელი ფორმის ზედაპირი დაფარულია რბილი ბუსუსებით. ნაყოფის სიმაღლე და დიამეტრი, შესაბამისად, 65-75 მმ და 50-55 მმ-ს, ხოლო მასა 45-120გ შეადგენს. რბილობი წვნიანია, მომწვანო-მოყვითალო შეფერილობის, მომჟავო-მოტკბო გემოთი და სპეციფური, ძალზე სასიამოვნო არომატით და სხივურად განლაგებული შავი შეფერილობის წვრილი წვენიანი თესლებით. ნაყოფი ტექნიკურ სიმწიფეს აღწევს ოქტომბრის ბოლოს, ხოლო მოსახმარს კი შედარებით გვიან. კივის ნაყოფის რბილობს ადვილად სცილდება კანი, რომელიც ნედლი მასის 18%-ს შეადგენს. ნაყოფში **მშრალი ნივთიერებების** შემცველობა 16-20%-ს შეადგენს, რომლის 83-84% **ექსტრაქტული ნივთიერებებია**. მიუხედავად წყლის მაღალი შემცველობისა, რბილობი ძნელად გასცემს წვენს. ნაყოფის საგემოვნო მახასიათებლები ძირითადად დამოკიდებულია მასში **ნახშირწყლების** და **მჟავების** რაოდენობაზე, მათ თანაფარდობაზე, ხოლო სასარგებლო თვისებები **ვიტამინების**, **პექტინების**, **მინერალური ნივთიერებებისა** და **ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების** შემცველობაზე. სიმწიფის ფაზაში კივის ნაყოფში **ხსნადი შაქრების** ჯამური შემცველობა, ჯიშური შედგენილობის გათვალისწინებით, საშუალოდ შეადგენს 8-10%-ს ნედლ მასაზე გაანგარიშებით. ამასთან ერთად, ხსნადი შაქრების დიდ ნაწილს **ფრუქტოზა** და **გლუკოზა** შეადგენს, საშუალოდ 3,5-4,3%, შესაბამისად. **მჟავიანობის მაჩვენებელი** 1,5-1,8%-ს შეადგენს **ლიმონის მჟავაზე** გაანგარიშებით. ნაყოფის დამწიფების პროცესში ბუნებრივად მცირდება ჟანგვა-აღდგენითი გარდაქმნების ინტენსივობა, რომლის თანხმლებ პროცესს შაქრების მნიშვნელოვანი რაოდენობით დაგროვება წარმოადგენს. სიმწიფის ფაზაში, სხვადასხვა მონაცემებით, ხსნადი ნახშირწყლების რაოდენობა საშუალოდ 1,4-ჯერ იზრდება. პარალელურად

მცირდება **C ვიტამინის** რაოდენობა და ახლადმოკრეფილ ნაყოფში მისი მასური წილი ნედლ მასაზე გაანგარიშებით 90-115 მგ%-ს შეადგენს. კივის ნაყოფი მდიდარია **P ვიტამინური** აქტივობის ნივთიერებებით, უპირველესად კატეხინებით და ლეიკოანტოციანებით. ამ ნივთიერებების ჯამური შემცველობა 200-დან 400 მგ%-ის ფარგლებში მერყეობს. კივის ნაყოფი მდიდარია მინერალური ნივთიერებებით. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია **რკინისა** და **იოდის** დაგროვების უნარი. რბილობში იოდის შემცველობა 16-27 მკგ%-ს შეადგენს. თუ გავითვალისწინებ, რომ უმეტეს სახელმწიფოებში იოდის მოხმარების ოპტიმალურ სადღეღამისო ნორმად მიღებულია 100-150 მკგ, მაშინ ამ ელემენტის საჭირო რაოდენობის მისაღებად საკმარისია რამოდენიმე ცალი ფეიჰოას და/ან კივის ნაყოფის ნედლი სახით საკვებად გამოყენება.

კივის ნაყოფის კრეფისათვის იდეალური დროის განსაზღვრა რთულია რადგან იგი სხვა ხილისაგან განსხვავებით, მომწიფების პროცესში არ განიცდის შეფერილობის არსებით ცვლილებას. თუმცა შეინიშნება დამწიფების ფიზიოლოგიის განმსაზღვრელი ზოგიერთი ცვლილება: მცირდება ნაყოფის სიმკვრივე, ადვილად სცილდება ეპიდერმისზე არსებული ბურუსები, მცირდება სახამებლის შემცველობა და იზრდება ასკორბინის მუავის რაოდენობა. ჩვენს პირობებში კივის ნაყოფი იკრიფება ნოემბრის შუა რიცხვებში ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში. შემდგომი დამწიფება, სამომხმარებლო სიმწიფის მიღწევამდე, შენახვის პერიოდში მიმდინარეობს. კრეფის ვადის ერთ-ერთი განმსაზღვრელი ფაქტორი კლიმატური პირობებია, კერძოდ, მოყინვის საფრთხე. ნაყოფი იკრიფება ხელით, ყუნწების მცენარეზე დატოვებით, რაც შენახვა-ტრანსპორტირების დროს ყუნწებით დაზიანებას გამორიცხავს. სტანდარტული ერთი ნაყოფის საშუალო წონა უნდა იყოს – არა ნაკლებ 65 გ.

გამორჩეული საგემოვნო თვისებების და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაღალი შემცველობის გამო, სასურველია კივის ნაყოფის ნედლი სახით მოხმარება. კივის ნაყოფს მრავალმხრივი გამოყენება აქვს. მას იყენებენ კულინარიაში სხვადასხვა კერძის მოსართავად, საკონდიტრო წარმოებაში, წველების, კონცენტრატების, კომპოტების, კონფიტიურის და სხვა კონსერვირებული პროდუქტების წარმოებაში. საერთაშორისო პრაქტიკაში კივის მოსავლის 60%-ზე მეტი ნედლი სახით მოიხმარება, ხოლო დანარჩენი საკონსერვო გადამუშავების პროდუქტების სახით. კივის ნაყოფის ტექნოლოგიური გადამუშავების პროდუქტებს შორის ყველაზე მეტად გავრცელებულია წვენი, რომლის მიღება შესაძლებელია გადამწიფებული და

მექანიკურად დაზიანებული ნაყოფიდან. ტექნოლოგიური პროცესი არ მოითხოვს ნაყოფისაგან კანის მოცილებას.

წყავი – *Laurocerasus officianalis* მარადმწვანე ხეხილოვანი მცენარეა, სიმაღლით 12 მ-მდე იზრდება, მიეკუთვნება ვარდისებრთა **Rusacea** ოჯახს. მის სამშობლოდ დასავლეთ საქართველო და მცირე აზია ითვლება. ცნობილია წყავის ათამდე ჯიში, რომელთაგან საუკეთესოა **შაენაყოფა ტკბილი** და **თეთრნაყოფა ტკბილი**. წყავის სხვადასხვა ჯიშ-ფორმები სიმწიფეში შედის ივლის-აგვისტოდან. ნაყოფი სხვადასხვა ზომისა და ფორმისაა – წვრილიდან მსხვილამდე და ოვალურიდან მრგვალამდე. ნაყოფი წვნიანია, კურკიანი, შეფერილობით მოვარდისფრო-თეთრიდან შავამდე. კურკა გლუვია, კურკის შიგნით მოთავსებულია მწარე გემოს მქონე გული.

წყავის ნაყოფი ხასიათდება **მშრალი ნივთიერების** მაღალი შემცველობით (18,9-22,5%), რაც უზრუნველყოფს კურკისაგან რბილობის ადვილად მოცილებას სრული სიმწიფის პერიოდში. ნაყოფი გამოირჩევა **შაქრების** მაღალი შემცველობით (13,8-15,2 %) და დაბალი მუავიანობით (0,27 – 0,35 %, ვაშლმუავაზე გადაანგარიშებით). **ფენოლური ნაერთებისა და მღებავი ნივთიერებების** შემცველობა 0,52-0,78%-ის ფარგლებშია. ფენოლური ნაერთებიდან წყავის ნაყოფში ნაპოვნია **ფლავონოიდები: კატეხინები, ლეიკოანტოციანები, ფლავონოლები და ანტოციანები**. ნაყოფის ფორმირებისა და დამწიფების პროცესში კატეხინების, ლეიკოანტოციანების და ფლავონოლების შემცველობა მნიშვნელოვნად მცირდება და სრული სიმწიფის ფაზაში მათი შემცველობა შესაბამისად 6,2-8,90 მგ/გ, 31,29-40,50 მგ/გ და 4,30-4,80 მგ/გ შეადგენს მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით. რაც შეეხება ანტოციანებს, მათი შემცველობა ნაყოფის ფორმირების პერიოდიდან სრული სიმწიფის ფაზამდე 3,35 -4,3-ჯერ იზრდება და მწიფე ნაყოფში 43,77-75,11 მგ/გ-ს შეადგენს.

წყავის ნაყოფი შეიცავს ეთერიფიკაციის დაბალი ხარისხის მქონე (70-72 %) -ის რაოდენობით **პექტინოვან ნივთიერებებს** 0,64-0,87, რომლებიც კომპლექსური ნაერთების წარმოქმნის მაღალი უნარით ხასიათდებიან.

C ვიტამინის შემცველობა წყავის ნაყოფში 14,5-16,1 მგ%-ს შეადგენს. ნაყოფი შეიცავს **B₁, B₂, E ვიტამინებს** და **კაროტინოიდებს**. ნაყოფის რბილობი მდიდარია **მინერალური ნივთიერებებით**.

წყავის კურკის გულის მწარე გემო გამოწვეულია მასში ციანოგენური გლიკოზიდის – **ამიგდალინის** შემცველობით, რომლის რაოდენობა 1,5%-ს აღწევს. სრული ჰიდროლიზის შედეგად ამიგდალინი ორ მოლეკულა გლუკოზად,

ბენზალდეჰიდად და ციანმჟავად იშლება. ამიგდალინის შემადგენლობაში შემავალ ციანმჟავას შეუძლია ადამიანის მძიმე მოწამვლა გამოიწვიოს. ამის გამო, ნაყოფის ტექნოლოგიური გადამუშავება დასაშვებია მხოლოდ კურკის მოცილების შემდეგ. ამიგდალინი გამოიყენება მედიცინაში.

წყავის ნაყოფიდან შესაძლებელია მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობის მქონე წვენი, ექსტრაქტების, სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების საშუალებების და საკონდიტრო წარმოების პროდუქტების მიღება. ნაყოფის ხანგრძლივი შენახვის უზრუნველყოფის ერთ-ერთ მეთოდს მისი შრობა წარმოადგენს. პროცესი მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს: ნაყოფიდან კურკის მოცილება, წყლით გარეცხვა, შეშრობა და შრობა 16-18% ნარჩენ ტენიანობამდე.

მუშმულა (იაპონური ზღმარტლი) – Eriobotrya japonica L. მიეკუთვნება ვარდისებრთა **Rusacea** ოჯახს. ადრე მომწიფებით და ნაყოფის საგემონო თვისებებით გამორჩეულ ადგილს იკავებს სუბტროპიკულ მეხილეობაში. იგი საშუალო ზომის (6-8 მ) მარადმწვანე ხეა, მუქი – მწვანე ფოთლებით და ლამაზი ყვავილების მტევნებით. ამის გამო იგი დეკორაციულ მცენარედაც ითვლება, კარგად უძლებს ყინვას.

მუშმულას ნაყოფი მრგვალია ან ოვალური ფორმის, ზომით 2,5-3,8 სმ, შეფერილობით – ყვითელი-ნარინჯისფერი, აქვს თხელი კანი. რბილობი მაგარია და ხორციანი, შეფერილობით – თეთრიდან ნარინჯისფრამდე, წვნიანი, ოდნავ მომჟავო გემოსი. ნაყოფი საშუალოდ 3-5 ცალამდე საკმაოდ დიდი ზომის (2,0 სმ -მდე სიგრძის) თესლს შეიცავს, რომელიც ნაყოფის მასის 17-18%-ს შეადგენს. თესლი ადვილად სცილდება ნაყოფს. ჩვენს პირობებში ნაყოფი მწიფდება მაის-ივნისში.

ნაყოფი შეიცავს 9,8-12,4% მშრალ ნივთიერებას, გლუკოზას – 2,6-3,2%, ფრუქტოზას – 2,5-4,8%, საქაროზას – 0,6-0,9%, ვაშლისა და ლიმონის მჟავებს, **C** ვიტამინს, **B** ჯგუფის ვიტამინებს, მინერალურ ნივთიერებებს.

ნაყოფი შენახვისა და ტრანსპორტირების დაბალი უნარით ხასიათდება, ამიტომ უპირატესად ნედლი სახით გამოიყენება. თესლის მოცილების შემდეგ მისგან შესაძლებელია კომპოტის და სხვა კონსერვირებული პროდუქტების მიღება.

2.1.3. კაკლოვნები

თხილი – *Corylus maxima P. Mill* გავრცელების და გამოყენების მიხედვით ძირითადი კულტურაა კაკლოვნებს შორის. თხილის კულტურისადმი დიდი ინტერესი გამოწვეულია მისი ნაყოფის მაღალი კვებითი ღირებულების, მრავალმხრივი გამოყენების და სასარგებლო თვისებების გამო.

თხილის კულტურის ერთ-ერთ სამშობლოდ საქართველო ითვლება. თხილის გვარის 12 სახეობიდან საქართველოში 6 არის გავრცელებული.

თხილი ვრცელდება ბუჩქების სახით, სიმაღლით 3-5 მეტრამდე, დატოტვილია და კარგად ივითარებს ფესვის ამონაყარს. ტანის ქერქი გლუვია, მუქი ან რუხი-მიხაკისფერი. ნაყოფი ფორმის მიხედვით იცვლება მრგვალიდან მოგრძომდე. თხილის ყველა სახეობა ერთი და იგივე თვისებებით ხასიათდება.

საქართველოში გავრცელებული თხილის შემდეგი სამეურნეო ჯიშები: **გულშიშველა, შველისყურა (სკვერი), ფუქთქურამი (ანაკლიური), ხაჭაპურა** და სხვა.

გულშიშველა – ადგილობრივი ჯიშია, მიღებულია ხალხური სელექციით, უხვმოსავლიანია, გავრცელებულია უმთავრესად გურიაში. ნაყოფი საშუალო ზომისაა, მომრგვალო ფორმის. 1 კგ მასაში 320-340 ნაყოფია, გულის გამოსავლიანობა 48%-ს აღწევს.

შველისყურა (სკვერი) – ადგილობრივი ჯიშია, მიღებულია ხალხური სელექციით, უხვმოსავლიანია, გავრცელებულია გურია-სამეგრელოში. ნაყოფი ოდნავ მოგრძო ფორმისაა, – ერთი მხრიდან შებრტყელებული, წვერით და ბრტყელი ფუძით, ყავისფრად შეფერილი. 1 კგ მასაში 690- 770 ნაყოფია, გულის გამოსავლიანობა საშუალოდ 50%-ს შეადგენს. გული სრულად ავსებს ნაჭუჭს.

ფუქთქურამი (ანაკლიური) – ადგილობრივი ჯიშია, ხალხური სელექციით მიღებული, კარგად მსხმოიარობს, ფართოდაა გავრცელებული ზუგდიდსა და გალში, სახელწოდებით – ანაკლიური. ნაყოფი საშუალო ზომისაა, მრგვალი, ოდნავ შებრტყელებული, ყავისფერი, 1 კგ მასაში 280-360 ცალი ნაყოფია, გულის გამოსავლიანობა 45 – 47%-ს შეადგენს, იგი სრულად ავსებს ნაჭუჭს.

ხაჭაპურა – ადგილობრივი ჯიშია, ხალხური სელექციით მიღებული, გავრცელებულია გურია-აჭარაში და ლაგოდეხში. საადრეო ჯიშია, მოსავლის აღება შესაძლებელია ივლისის მეორე ნახევრიდან. ნაყოფი მსხვილია, ბრტყელი

ფორმის, მუქი ყავისფერი თხელი ნაჭუჭით, 1კგ მასაში საშუალოდ 350 ნაყოფია, გულის გამოსავლიანობა 46-47%-ს შეადგენს.

ცხენის კბილა (ცხენის ძუძუ) – ადგილობრივი ჯიშია, ხალხური სელექციით მიღებული, უმეტესად გავრცელებულია გურიაში. ბუჩქი ძლიერი ზრდისაა, საშუალო ზომის. ნაყოფი მოგრძო ფორმისაა, ოდნავ წაბრტყელებული, მოწითალო-ყავისფერი შეფერილობის. სიმწიფეში შედის ივლისის მეორე ნახევრიდან, 1 კგ მასაში 370-410 ნაყოფია, გულის გამოსავლიანობა საშუალოდ 53%-ს შეადგენს.

ბადემი (დედოფლის თითი) – შემოტანილი ჯიშია, გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოს ყველა რეგიონში. ნაყოფი მსხვილია, ცილინდრისებრი ფორმის, ბოლოსკენ შევიწროებული და წაბრტყელებული.

თხილის გულის კვებითი ღირებულება გაპირობებულია მასში შემცველი **ზეთისა და ცილოვანი ნივთიერებების** შემცველობით. ცხრილში 2.13.1 მოცემულია სხვადასხვა ჯიშის თხილის გულში ზეთის და ცილის შემცველობა.

ცხრილის 2.13.1 მონაცემებიდან ჩანს, რომ სხვადასხვა ჯიშის თხილის გული შეიცავს 59,2-69,5% ცხიმზეთს და 10,68-16,70% ცილოვან ნივთიერებებს. თხილის ნაყოფის ცხიმოვანი ზეთები შეიცავს შემდეგ **ცხიმოვან მჟავებს: ლაურინის, მირისტინის, პალმიტინის, პალმიტოლენის, სტეარინის (ნაჯერი); ოლეინის, ლინოლის, ლინოლენის (უჯერი)**. ამასთან, რაოდენობრივად უჯერი ცხიმმჟავები ჭარბობს. საშუალოდ უჯერი და ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა, 89% და 11%-ს შეადგენს შესაბამისად. უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ჯგუფში რაოდენობრივად ჭარბობს ოლეინის მჟავა, რომლის შემცველობა საშუალოდ 75%-ს შეადგენს, შემდეგ ლინოლის მჟავა – 14%. მცენარეული ზეთის ბიოლოგიურ აქტივობას ეს მჟავები განაპირობებენ. ლინოლის მჟავა ცხოველ-მყოფელობისათვის არსებითად ძირითად მჟავად ითვლება. თხილში ჭარბად წარმოდგენილი ოლეინის მჟავა აძლიერებს ლინოლის აქტივობას.

თხილის გულის ცილოვანი ნივთიერებები წარმოდგენილია შემდეგი ფრაქციული შემადგენლობითა: **ალბუმინები (33%), გლობულინები (48%) და გლუტელინები (19%)**.

ნახშირწყლების ჯამური შემცველობა თხილის გულში 6,94-9,83%-ს შეადგენს, მათ შორის: **მონოზები – 0,30-1,04%, საქაროზა – 1,12-1,82%, სახამებელი – 0,75-1,42%, ჰემიცელულოზა – 0,94-1,65%, ცელულოზა – 1,85-3,08%**

ცხრილი 2.1.3.1

სხვადასხვა ჯიშის თხილის გულში ზეთისა და ცილის შემცველობა

№	ჯიშის დასახელება	ზეთი, %	ცილა, %
1	გულშიშველა	67,7	13,25
2	შველისყურა (სკვერი)	59,2	14,54
3	ფუქტყურამი (ანაკლიური)	68,8	11,20
4	ხაჭაპურა	65,9	10,68
5	ცხენის კბილა (ცხენის ძუძუ)	69,50	16,70
6	ბადემი (დედოფლის თითა)	67,8	12,88

თხილის გულის ამინომჟავების საერთო რაოდენობის 30-32%-ს შეუცვლელი ამინომჟავები წარმოადგენენ. აღსანიშნავია ლეიცინის, ვალინის, ფენილალანინის, თრეონის, ლიზინის და ტრიპტოფანის მაღალი შემცველობა.

თხილის გულის ზეთი ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური და ქიმიური მაჩვენებლებით: გარდატეხის მაჩვენებელი – 1,469-1,471, მჟავიანობის რიცხვი – 0,58-1,28, გასაპვნის რიცხვი – 169,8-182,0, იოდის რიცხვი – 87,9-96,1.

დამზადებული თხილის ნაყოფი, რომელსაც მოცილებული აქვს საბურველი, ტექნოლოგიური დამუშავებისათვის მიეწოდება გადამამუშავებელ საწარმოს, სადაც ხდება მისი შრობა, დაკალიბრება (დახარისხება), დატეხვა, ნაჭუჭის მოცილება, თხილის გულის დაკალიბრება (დახარისხება), ინსპექტირება და შეფუთვა.

თხილის ნაყოფი ხელოვნურად შრება 38-40°C ტემპერატურის ჰაერის ნაკადით, 14% ნარჩენ ტენიანობამდე, პერიოდული არევის პირობებში. პროცესი ხორციელდება ვერტიკალურ ცილინდრულ საშრობ დანადგარში, რომელიც აღჭურვილია ბრუნვითი ძრავის შესაძლებლობის მქონე შნეკით. პროცესი 24-28 სთ-ს გრძელდება და მისი ხანგრძლივობა მასალის საწყის ტენიანობაზე არის დამოკიდებული. ნაყოფის დაკალიბრება წარმოებს ზომების მიხედვით, წრიული მოძრავობის პირობებში, 16 მმ-დან 22-მმ-მდე დიამეტრის მქონე ნახვრეტებიანი ბადეებით აღჭურვილ ცილინდრულ დანადგარებზე. ზომების მიხედვით დაკალიბრებული ნაყოფი მიეწოდება სპეციალურ მოწყობილობას, რომლის მეშვეობით ხორციელდება თხილის დატეხვა და პროცესის დროს წარმოქმნილი ნაჭუჭის მოცილება. ნაყოფის ნაჭუჭის დასატეხი დანადგარი წარმოადგენს

ერთმანეთისადმი პარალელურად განლაგებულ ლითონის ორ დისკოს, რომელთაგან ერთს აქვს ბრუნვითი ძრაობის შესაძლებლობა. დისკოები შიდა მხრიდან შესრულებულია ღრმულების სახით, რომელთა შორის თხილის ნაყოფი მიეწოდება. მანძილის რეგულირება დისკოებს შორის შესაძლებელია სპეციალური მექანიზმის გამოყენებით. ნაჭუჭის მთლიანობა ირღვევა დანადგარის ბრუნვითი ძრაობის შედეგად წარმოქმნილი ძალების ზემოქმედებით. გული მიეწოდება დამკალიბრებელ დანადგარს, ხოლო ნაჭუჭი ჰაერის ნაკადთან ერთად გაივლის ციკლონს და გროვდება ხვიშირაში. თხილის გულის დამკალიბრებელი ცილინდრული დანადგარი აღჭურვილია 9 მმ-დან 15 მმ-მდე დიამეტრის მქონე ნახვრეტებიანი ბადეებით. დამკალიბრებული თხილის გული მიეწოდება საინჰექციო მაგიდაზე, სადაც ხდება მთლიანი მასიდან დაზიანებული და დაავადებული ნაწილის მოცილება. გულის გამოსავალმა უნდა შეადგინოს საწყისი ნედლეულის არა ნაკლებ 38%. ტექნოლოგიური დამუშავების შემდეგ თხილის გულში ტენის შემცველობა შეადგენს 6%-ს ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნათა შესაბამისად.

თხილი საკვებად გამოიყენება ნედლი და მოხალული სახით, ასევე როგორც დანამატი საკონდიტო და სახვადასხვა სახის კვების პროდუქტების წარმოებაში.

თხილის გული კვებითი ღირებულებით და კალორიულობით აღემატება ხორბლის პურს, კარტოფილს, რძეს და სხვა საკვებ პროდუქტებს.

მოხალვის (თბური დამუშავება) პროცესში, 130-150°C ტემპერატურის პირობებში მიმდინარე ქიმიური გარდაქმნების შედეგად, თხილს უყალიბდება სპეციფიური ორგანოლექტიკური მახასიათებლები და მნიშვნელოვნად მაღლდება შენახვისადმი მისი სტაბილურობა. მაღალი კვებითი და საგემოვნო თვისებებით გამოირჩევა თხილის გულისგან დამზადებული ზეთი. იგი კარგი შეთვისების უნარით და სამკურნალო-პროფილაქტიკური თვისებებით გამოირჩევა. ზეთის გამოყოფის შედეგად დარჩელი შროტი, მასში ცილოვანი ნივთიერებების, ნახშირწყლების და ცხიმზეთის შემცველობის გამო ჰალვისა და სხვა პროდუქტების წარმოებაში გამოიყენება.

სპეციალურ ტარაში მოთავსებული თხილის ნაყოფი და გული უნდა ინახებოდეს კარგად ვენტილირებად, დახურულ სათავსოში არა უმეტეს 20°C ტემპერატურისა და 70% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

პაპალო – Juglans regia L. ძვირფასი ნაყოფმომცემი კულტურაა. ნაყოფი დაფარულია მწვანე ფერის კანით, რომელიც დახანების პროცესში შრება და

სცილდება მას. ნაყოფი შედგება ნაჭუჭისა და გულისაგან, რომელთა გამოსავლიანობა საერთო მასიდან, შესაბამისად, 59-61% და 39-41%-ს შეადგენს.

კაკლის გული ხასიათდება შემდეგი ქიმიური შედგენილობით: **ზეთი** – 58 - 75%, **ცილოვანი ნივთიერებები** – 10,2-18,4%, **მონოზები** – 1,1-1,5%, **დისაქრიდები** 4,8 -6,1%, **სახამებელი** – 1,78-2,3%, **ჰემიცელულოზა** – 1,5-2,5%, **ცელულოზა** – 2,2-10,%, **ნაცრის ელემენტები** – 1,70-2,26%. ნაყოფის ქიმიური შედგენლობა დამოკიდებულია მცენარის ჯიშობრივ შემადგენლობაზე და აგროეკოლოგიურ ფაქტორზე.

კაკლის ნაყოფის ცხიმოვანი ზეთები შეიცავს შემდეგ **ცხიმოვან მჟავებს**: **ლაურინის, მირისტინის, პალმიტინის, სტეარინის (ნაჯერი); ოლეინის, ლინოლის, ლინოლეინის (უჯერი)**. ამასთან, რაოდენობრივად უჯერი ცხიმმჟავები ჭარბობს. საშუალოდ უჯერი და ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა, შესაბამისად, 88% და 12%-ს შეადგენს.

კაკლის გულის ზეთი ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური და ქიმიური მაჩვენებლებით: **გარდატეხის მაჩვენებელი** – 1,4758 – 1,4809, **მჟავიანობის რიცხვი** – 0,77 – 0,96, **გასაპვნის რიცხვი** – 188,7 – 199,5, **იოდის რიცხვი** – 123,0 – 160,0.

კაკლის გულის **ამინომჟავების** საერთო რაოდენობის 16,60-31,2%-ს **შეუცვლელი ამინომჟავები** წარმოადგენენ. აღსანიშნავია **ლეიცინის, ვალინის, ფენილალანინის, თრეონის, ლიზინის და ტრიპტოფანის** მაღალი შემცველობა.

კვებითი ღირებულებით და კალორიულობით კაკლის გული აღემატება ხორბლის პურს, კარტოფილს, რძეს და სხვა საკვებ პროდუქტებს. იგი მდიდარია **A, B₁, B₂, C, E** ვიტამინებით და **მინერალური ნივთიერებებით**. ნაყოფის მწვანე გარსაცმი შეიცავს დიდი რაოდენობით **C** ვიტამინს და **ფენოლური ბუნების ნაერთებს** (30%-მდე), ასევე **მღებავ ნივთიერებებს**.

მომწიფების ფაზაში კაკლის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის: **მცირდება წყლის, სახამებლის, ცელულოზის და შაქრების შემცველობა, იზრდება ცხიმისა და ცილის რაოდენობა.**

კაკლის ნაყოფი გამოიყენება საკვებად, საკონდიტრო წარმოებაში და მაღალხარისხოვანი ზეთის მისაღებად. მწვანე, უმწიფარი, ნაყოფიდან მზადდება მაღალი სამომხმარებლო თვისებების მქონე მურაბა.

2.2. ნელეულის დამზადება, შენახვა და ტრანსპორტირება

ციტრუსოვნების და სუბტროპიკული ხეხილოვნების ნაყოფი იკრიფება ასაღები სიმწიფის ფაზაში მშრალ მდგომარებაში. სველი ხილი ხელს უწყობს სოკოვანი დაავადებების განვითარებას და დაბალია მისი შენახვის უნარიანობა. ნაყოფის აღება უნდა მოხდეს მხოლოდ ყუნწის გადაჭრით, რაც შეიძლება ნაყოფთან ახლოს და კანის დაზიანების გარეშე, სპეციალური საკრეფი სამარჯვებების გამოყენებით. მოკლე ყუნწი მინიმუმამდე ამცირებს სხვა ნაყოფის დაზიანების შესაძლებლობას.

მიუხედავად იმისა, რომ ციტრუსოვანთა ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა, კერძოდ შაქრებისა და მჟავების შემცველობა, გაუზიარებს ახდენს ნაყოფის სიმწიფის ხარისხზე, ჩვენს პირობებში სიმწიფის ხარისხის დადგენა ხდება კანის შეფერილობის მიხედვით. მაგალითად, მანდარინს უნდა ჰქონდეს ღია ნარინჯისფერიდან ნარინჯისფერი შეფერილობა, მაგრამ ამასთან ერთად დასაშვებია სიმწვანე ნაყოფის ზედაპირის ფართობის 3/4-მდე. ასეთივე მოთხოვნებია სხვა ციტრუსოვნების ნაყოფზე. საერთაშორისო ნორმების მოთხოვნათა შესაბამისად ციტრუსოვნების ნაყოფი ითვლება მომწიფებულად, თუ ნაყოფში წვენი რაოდენობა შეადგენს (არა ნაკლებ): ლიმონში - 25 %, მანდარინში - 33 %, ფორთოხალი ვაშინგტონ ნაველი - 30 %, სხვა სახესხვაობის ფორთოხალში - 35 %.

ციტრუსოვნების სიმწიფის ხარისხის დადგენა მიზანშეწონილია განხორციელდეს ისეთი ობიექტური ქიმიური მაჩვენებლით, როგორცაა შაქრებისა და მჟავების (ან ხსნადი მშრალი ნივთიერებისა და მჟავების) შეფარდების მინიმალური სიდიდე, რომელიც შემდგომში აისახება ნაყოფის ხარისხის შეფასების ნორმებში. იმასთან დაკავშირებით, რომ ასეთი შეთანხმებული ნორმები არ არსებობს, რიგ მწარმოებელ სახელმწიფოებს შემოდებული აქვთ საკუთარი კრიტერიუმები. მაგალითად, შაქრების (ან ხსნადი მშრალი ნივთიერება) და მჟავების შეფარდების მინიმალური მაჩვენებელი ამერიკის შეერთებული შტატების ფლორიდის შტატის ფორთოხლისათვის შეადგენს 8,5:1, ხოლო ესპანური ფორთოხლისათვის – 5,5:1. იგივე მაჩვენებელი

ესპანური მანდარინისათვის შეადგენს – 7,0:1, ხოლო სამხრეთ აფრიკული მანდარინისათვის – 7,5:1.

მოკრეფილი სუბტროპიკული ხილი არ არის ერთგვაროვანი ზომით, სიმწიფის ხარისხით და ჯიშური შედგენილობით. ამიტომ საჭიროა მისი შემდგომი სასაქონლო დამუშავება, რომელიც შეიძლება განხორციელდეს ხელით და ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით. სასაქონლო დამუშავების პროცესი მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს: სუბტროპიკული ხილის მიღება ბაღიდან და წონის დადგენა, ინსპექცია, დაყალიბება და დაფასოება.

ინსპექციის ოპერაცია ხელით მიმდინარეობს და ითვალისწინებს მექანიკურად დაზიანებული და დაავადებული ნაყოფის გამორჩევას და მოცილებას.

დაყალიბების მიზანია სუბტროპიკული ხილის ნაყოფის დახარისხება ზომების მიხედვით. მანდარინისა და ფორთოხლის ნაყოფის დაყალიბება შესაძლებელია უდიდესი განივი დიამეტრის მაჩვენებლის მიხედვით, მათი ფორმიდან გამომდინარე, სპეციალური ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით. ლიმონისა და სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფის დაყალიბება ხდება ხელით.

ციტრუსოვანთა და ზოგიერთი სუბტროპიკული ხილის სტანდარტული ნაყოფი ზომებით, უდიდესი განივი დიამეტრის მიხედვით, უნდა შეესაბამებოდეს შემდეგ მაჩვენებლებს (არა ნაკლები): ფორთოხალი – 50 მმ, მანდარინი – 38 მმ, ლიმონი – 42 მმ, სუბტროპიკული ხურმა – 50 მმ, თხილი – 16 მმ, თხილის გული – 9მმ, კაკალი – 23 მმ. თხილის ნაყოფთან და მის გულთან მიმართებაში, გარდა ზომებისა, არსებობს სტანდარტის მოთხოვნა საშუალო მასაზე (არა ნაკლებ) – 1,4 გ და 0,6გ შესაბამისად.

ციტრუსოვნებისა და სხვა ნაყოფწვნიანი სუბტროპიკული ხილის **დაფასოება** ხდება ხის, პლასტმასის ან მუყაოს სპეციალურ ყუთებში გარკვეული წესით. კერძოდ, ნაყოფი ყუთში ისეთნაირად უნდა ჩაიწყოს, რომ ნაკლებად ეხებოდეს ერთმანეთს და გამორიცხოს ყუნწით მეორე ნაყოფის დაზიანება. მანდარინისა და ფორთოხლის ნაყოფის მოთავსება ყუთში ხდება ყუნწით ქვემოთ, ხოლო ლიმონი იწყობა გვერდით და ყუნწები ერთ მხარეს არის მიმართული. ყუთში ეწყობა ერთი პომოლოგიური ჯიშის და ერთი ზომის ნაყოფი.

დაყალიბებული სუბტროპიკული ხილი, განსაკუთრებით კი ციტრუსოვანთა ნაყოფი დაფასოების წინ საჭიროა შეიფუთოს სპეციალურ ქაღალდში. კარგ შედეგს იძლევა შესაფუთი ქაღალდი, დამუშავებული დიფენილის ხსნარით.

ქაღალდში შეფუთვის შემდეგ ნაყოფი იწყობა ყუთში, რომელშიაც შესაფუთი მასალაა გამოფენილი.

სასაქონლო დამუშავების შემდეგ სუბტროპიკული ხილი იგზავნება სარეალიზაციოდ ან ინახება.

სუბტროპიკული ხილი, წყლის მაღალი შემცველობის გამო, გამოირჩევა ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობით და მგრძობიარობით გარემო ფაქტორების მიმართ. ნედლი ხილი უფრო მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით ხასიათდება, ვიდრე მისი ტექნოლოგიური დამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტები. სუბტროპიკული ხილის ხანგრძლივი დროით შენახვა შესაძლებელია მხოლოდ გარკვეული გარემო პირობების შექმნის შემთხვევაში, რაც გულისხმობს ჰაერის გარკვეულ ტემპერატურის და ფარდობითი ტენიანობის შენარჩუნებას. შენახვის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, მის შედგენილობაზე.

ჰაერის შედგენილობა ხასიათდება მასში ძირითადი აირების (ჟანგბადი, აზოტი, ნახშირორჟანგი), ინერტული (წყალბადი, ჰელიუმი, არგონი და სხვ.) და მავნე მინარევების (ოზონი, აზოტის ჟანგი, ამიაკი, ფრეონი და სხვ.) შემცველობით.

სუბტროპიკული ხილის და ნედლეულის შენახვის დროს წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი, არომატული ნივთიერებები, ეთილენი და სხვა ნაერთები, რომლებიც მოქმედებენ ჰაერის შედგენილობაზე სათავსოში. გარემომცველ ჰაერში ნახშირწყალბადის - ეთილენის არსებობა ხელს უწყობს ნაყოფის დამწიფებას და აჩქარებს ამ პროცესს, რაც ნაყოფის ხელოვნურად დასამწიფებლად გამოიყენება. ამ ნაერთს ახასიათებს მწვანე პიგმენტების – ქლოროფილების ინტენსიური დაშლის უნარი, შედეგად ციტრუსოვანთა ნაყოფი იძენს დამახასიათებელ ნარინჯისფერ შეფერილობას.

სუბტროპიკული ხილის ხელოვნური დამწიფება შესაძლებელია აგრეთვე ჰაერის შემადგენლობაში ჟანგბადის კონცენტრაციის 3-4-ჯერ გაზრდით.

ნაყოფის აღების შემდგომი დამწიფება ხელოვნურად მოდიფიცირებული შედგენილობის გარემომცველი ჰაერის შექმნით არის შესაძლებელი.

ტემპერატურა ძირითადი ფაქტორია, რომელზედაც დამოკიდებულია შენახვის დროს ნედლეულში მიმდინარე პროცესები. ტემპერატურის მომატებით აქტიურდება ფიზიკურ-ქიმიური, ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესები. დაბალ ტემპერატურაზე, ნაყოფში წყლის გაყინვის დროს ზიანდება მისი სტრუქტურა, ზიანდება უჯრედის მთლიანობა.

სუბტროპიკული ხილის შენახვა შესაძლებელია დაბალ ტემპერატურაზე (2-6°C). ასეთი ტემპერატურის პირობებში მინიმალურია ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობა და მიკროფლორის მოქმედება. შენახვის პროცესში, ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, დაუშვებელია ტემპერატურის შემცირება გაყინვის ტემპერატურამდე. სუბტროპიკული ხილის ნაყოფის გაყინვის ტემპერატურა მერყეობს – 1,5–2,5°C-ის ფარგლებში.

ფარდობითი ტენიანობა ხასიათდება ჰაერის წყლის ორთქლით გაჯერების ხარისხი, რომელზედაც დიდად არის დამოკიდებული ნაყოფის მიერ წყლის გაცემის ინტენსივობა. შესანახი ნედლეულიდან წყლის აორთქლება აისახება რაოდენობრივ და ხარისხობრივ დანაკარგებზე. ტენის მაღალი შემცველობის მქონე ნედლეული მაღალი ფარდობითი ტენიანობის პირობებში უნდა ინახებოდეს. ხოლო მშრალი პროდუქტების (ჩაი, დაფნა, სტევია და სხვ.) შენახვის დროს ჰაერის ოპტიმალური ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრა ხდება საქონლის ქიმიური შემადგენლობით, მისი ჰიგროსკოპიულობით და ტემპერული ფაქტორის გათვალისწინებით. ტენის ინტენსიური დაკარგვის შემთხვევაში სუბტროპიკული ხილის ნაყოფი ჭკნება, კარგავს სასაქონლო სახეს და ღირებულებას. საწყისი რაოდენობის ტენის შენარჩუნება ნაყოფში შესაძლებელია ჰაერის მაღალი ფარდობითი ტენიანობის (85-90 %) პირობებში.

გარემო ჰაერის 2-6°C ტემპერატურისა და 85-90 % ფარდობითი ტენიანობის პირობებში ციტრუსოვნების შენახვა შესაძლებელია შემდეგი ხანგრძლივობით: მანდარინი და გრეიპფრუტი – 3-4 თვე, ფორთოხალი – 4-5 თვე, ლიმონი – 5-6 თვე.

კივის ნაყოფის შენახვის ოპტიმალური პირობებია 0-5°C და 90% ფარდობითი ტენიანობა. ამ პირობებში ნაყოფის შენახვა შესაძლებელია 4-5 თვის განმავლობაში.

სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფის შენახვა შესაძლებელია 2-3 თვის განმავლობაში 2-4°C და 85-90% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

ჰაერის უფრო მაღალი ფარდობითი ტენიანობის შემთხვევაში მოხდება ნაყოფის დანამვა, რაც არასასურველია ხილის შენახვის პროცესში. ჰაერის პარამეტრების რეგულირება ხილის შესანახ საცავებში ავტომატურ რეჟიმში უნდა განხორციელდეს.

ჰაერის შედგენილობა გავლენას ახდენს შენახვის ხანგრძლივობასა და დანაკარგების შემცირებაზე. შენახვის დროს ნედლეულში მიმდინარე პროცესების შედეგად ჰაერში იზრდება ნახშირორჟანგის შემცველობა და

მცირდება ჟანგბადის კონცენტრაცია. ნედლეულის შენახვის დროს ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის მატება, ჟანგბადის შემცირების ფონზე, გარკვეულ კონცენტრაციამდე, ამცირებს სუნთქვის პროცესის ინტენსივობას და ხელს უწყობს ნაყოფის შენახვის უნარიანობის ამადლებას. მაგალითად, რეგულირებად არეში (1% CO₂, 10% O₂, 89% N₂) 9-10°C ტემპერატურის პირობებში ლიმონის ნაყოფის შენახვის ვადის გახანგრძლივება 7 თვემდე არის შესაძლებელი.

აირცვლა – მაჩვენებელია, რომლითაც ხასიათდება ჰაერის ცვლის ჯერადობა ნედლეულის შესანახ სათავსოში. აირცვლის შედეგად ხორციელდება თანაბარი ტემპერატურული და ტენიანობის რეჟიმის დამყარება, აგრეთვე ნედლეულის სუნთქვის შედეგად გამოყოფილი აიროვანი ნივთიერებების მოცილება. აირცვლის შეფასება შესაძლებელია ჰაერის მოძრაობის სიჩქარით და მისი ცვლის ჯერადობით. პროცესი შეიძლება განხორციელდეს ჰაერის ვენტილირებით ან ცირკულირებით. აირცვლა შესაძლებელია იყოს ბუნებრივი – ცივი და თბილი ჰაერის ხვედრითი წონების ხარჯზე და იძულებითი – აქტიური აირცვლა.

2.3. სუბტროპიკული ხილის დაკონსერვება

სუბტროპიკული ხილის ახალი სახით შენახვასთან ერთად მნიშვნელოვანია გადამუშავებული, ე.წ. კონსერვირებული სახით მომხმარებლისათვის მიწოდება.

დაკონსერვება ფართო გაგებით გულისხმობს ნედლეულის სათანადო წესით მომზადებას, ჰერმეტიკულ ტარაში სტერილიზაციას მიკროორგანიზმების მოსპობის ან უმოქმედო მდგომარეობაში გადაყვანის მიზნით.

სუბტროპიკული ხილისაგან სხვადასხვა სახის მაღალხარისხოვანი პროდუქტების გამომუშავება ითვალისწინებს ნედლეულის წინასწარ მომზადებას. ამ ოპერაციების დანიშნულებას შეადგენს საბოლოო პროდუქტის კვებითი და ორგანოლექტიკური მახასიათებლების გაუმჯობესება, ნარჩენებისა და დანაკარგების შემცირება, ტექნოლოგიური პროცესის ინტენსივობის ამადლება. ნედლეულს დაკონსერვების წინ უტარდება შემდეგი სახის მოსამზადებელი ოპერაციები: დახარისხება, რეცხვა, მექანიკური და თბური დამუშავება.

ნედლეულის დახარისხება ხდება ინსპექციისა და დაყალიბების გზით. ინსპექცია გულისხმობს ნედლეულის საერთო მდგომარეობის შემოწმებას, წუნდებული მასის (დამპალი, მანებლებით დაზიანებული, მკვახე ან გადამწიფებული, მექანიკურად ტრამვირებული) მოცილებას.

ზოგიერთი სახის კონსერვის წარმოებისას აუცილებელ ოპერაციას წარმოადგენს ნედლეულის ზომების მიხედვით დაყალიბება სპეციალური ტექნოლოგიური მოწყობილობის გამოყენებით.

შემდეგ ოპერაციას წარმოადგენს ნედლეულის წყლით რეცხვა გარეშე მინარევებისა და მიკროორგანიზმების ნაწილის მოსაცილებლად.

მექანიკური დამუშავება ითვალისწინებს ნაყოფების კანის, ყუნწის, თესლბუდის მოცილებას, დაჭრას. კანის გაცლით მნიშვნელოვნად იზრდება ხილის კვებითი ღირებულება და ტექნოლოგიური დამუშავების პირობები. ზოგიერთი სახის ნაყოფს კანს აცლიან თერმული (მდულარე წყლით ან ორთქლით) და ქიმიური (კაუსტიკური სოდის წყალხსნარით) მეთოდით.

თბური დამუშავების სახეებია მოთუთქვა, მოხალვა და ხარშვა.

მოთუთქვას ანუ **ბლანშირებას** ახდენენ ცხელი წყლით, მარილების ან მუაგების წყალხსნარებით. პროცესის მიზანია დამუანგველი ფერმენტების ინაქტივაცია ნედლეულის ნატურალური ფერის შესანარჩუნებლად. ამავდროულად იცვლება ნაყოფის კონსისტენცია, რაც აადვილდებს მომდევნო ტექნოლოგიური პროცესების წარმართვას. წყლით მოთუთქვის ხანგრძლიობა დამოკიდებულია ნედლეულის სახეობაზე და მერყეობს 3-35 წთ-ის ფარგლებში 80-95°C ტემპერატურის პირობებში.

მოხალვა ითვალისწინებს ნედლეულის თბურ დამუშავებას ნატურალური სახით ან მცენარეულ ცხიმებში. ტემპერატურის ზემოქმედების პირობებში იცვლება ნედლეულის მახასიათებლები, ორთქლდება ჭარბი ტენი, იშლება ქლოროფილი, ცვლილებები ხდება შემცველ ქიმიურ ნაერთთა შედგენილობაში და ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებში, – სპეციფიური არომატი, საგემოვნო თვისებები და შეფერილობა ყალიბდება.

ხარშვა წარმოადგენს აუცილებელ ტექნოლოგიურ პროცესს თხევადი კონსისტენციის პროდუქტებიდან მაღალი კონცენტრაციის პროდუქტების (ხილის პიურე, მურაბები, ჯემი) მიღების დროს. პროცესი ტარდება როგორც ატმოსფერულ წნევაზე, ასევე გაიშვიათების პირობებში სპეცილურ ქვაბებში ან ვაკუმ-აპარატებში. ამ უკანასკნელში ხარშვა შესაძლებელია 45-60°C-ის

პირობებში, რაც ხელს უწყობს ნედლეულში ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა მაქსიმალურად შენარჩუნებას.

დაკონსერვების ფიზიკური მეთოდებს განეკუთვნება შრობა და გაყინვა.

შრობა ხილის შენახვის ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდია. ეს მეთოდით მალფუჭადი პროდუქტების შენახვის შესაძლებლობას იძლევა. შრობის მეთოდების გამოყენება უზრუნველყოფს მედეგი, მაღალკონცენტრირებული და ადვილად მოსამზადებელი კვების პროდუქტების მიღებას, რომლებიც ხანგრძლივი შენახვის უნარით და მაღალი ტრანსპორტაბელურობით გამოირჩევიან. დადგენილია, რომ 18-25 % ტენიანობის პირობებში ხილში მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობა პრაქტიკულად წყდება.

პრაქტიკაში ცნობილია ხილის შრობის ორი მეთოდი – ბუნებრივი და ხელოვნური. ბუნებრივი – მზეხე ან ჩრდილში შრობა და ხელოვნური შრობა – სპეციალურ დანადგარებში ენერჯის გარედან მიწოდების ხარჯზე.

შრობის საწყის სტადიაზე ნედლეულიდან ორთქლდება თავისუფალი ტენი, ხოლო შემდგომ იწყება ბმული ტენის მოცილება, რომელიც მასალასთან მჭიდრო კავშირით გამოირჩევა. შრობის პროცესზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორებია: ჰაერის ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მასალის ფორმა და ზომები, ნედლეულის ხვედრითი მასა საშრობი ზედაპირის ერთეულ ფართზე.

მაგალითისათვის განვიხილოთ **სუბტროპიკული ხურმის შრობა**. ხურმის ნაყოფის გაშრობა შესაძლებელია როგორც ბუნებრივი ასე ხელოვნური მეთოდით, მთლიანი და დაჭრილი სახით. მწიფე ნაყოფი ითლება, სცილდება კანი ხელით ან სპეციალური მოწყობილობით. ბუნებრივი შრობის შემთხვევაში ნაყოფის ყუნწებზე მაგრდება ძაფი, რომლის საშუალებით ხდება მათი ჩამოკიდება გასაშრობად. პროცესი დამოკიდებული გარემო პირობებზე და საშუალოდ 20-25 დღე გრძელდება. საშრობ დანადგარში 50-55°C ჰაერის ტემპერატურის პირობებში პროცესის დასრულება შესაძლებელია 18-20 სთ-ის განმავლობაში. შრობის ხანგრძლივობა ჰაერის პარამეტრებთან ერთად დამოკიდებულია სუბტროპიკული ხურმის ჯიშობრივ შემაღეგნლობასა და სიმწიფის ხარისხზე.

გაყინვა დაკონსერვების ერთ-ერთ გავრცელებულ ფიზიკურ მეთოდს წარმოადგენს. სამაცივრო ტექნიკისა და ტექნოლოგიის სწრაფი განვითარების კვალობაზე იზრდება ამ მეთოდით დამუშავებული პროდუქტების რაოდენობა და ასორტიმენტი.

დადგენილია, რომ -18°C ტემპერატურის პირობებში გაყინვა შემდგომში პროდუქტის ამავე ტემპერატურაზე შენახვით უზრუნველყოფს ხილის კვებითი ღირებულების, ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების და ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა მაქსიმალურ შენარჩუნებას. სწრაფი გაყინვის პირობებში წყალი უჯრედშივე იყინება წვრილი კრისტალების სახით და იმთავითვე გამორიცხულია ქსოვილის მექანიკური დაზიანება, ხოლო გაღვობის დროს კი ადვილად შეიწოვება უჯრედის მიერ და პროდუქტი ინარჩუნებს ბუნებრივად მისთვის დამახასიათებელ სტრუქტურას. გაყინვამდე ხილს უტარდება შემდეგი წინატექნოლოგიური ოპერაციები: გარეცხვა, დახარისხება, ინსპექცია, დაჭრა საჭიროების შემთხვევაში და ტარაში მოათავსება (მუყაოს, მინის ან პოლიეთილენის პარკუჭები).

ხილის გაყინვის ტექნოლოგიაში გამოყენებას პოულობს თხევადი აზოტი, რომლის აორთქლების ტემპერატურა 196°C შეადგენს.

დაკონსერვება თბური სტერილიზაციით. ხილის დაკონსერვების პრაქტიკაში ყველაზე ფართოდ გამოყენება ჰერმეტიკულ ტარაში დაფასოებული პროდუქტების თბური სტერილიზაცია.

თბური სტერილიზაციით კონსერვების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგია და აპარატურა უზრუნველყოფს ხილში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების დანაკარგების შემცირებას და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების მნიშვნელოვნად შენარჩუნებას. მაღალი ტემპერატურის (100°C) მოქმედებით ბაქტერიები და სოკოები იღუპება, ამასთან ერთად თითოეული მათგანი სხვადასხვაგვარად რეაგირებს მაღალი ტემპერატურის მიმართ.

კონსერვების სტერილიზაცია ტარდება სხვადასხვა კონსტრუქციის ავტოკლავებში. საკონსერვო საწარმოებში ძირითადად გამოყენებულია პერიოდული მოქმედების ვერტიკალური ავტოკლავი. სტერილიზაციის ტემპერატურის დამყარებასთან ერთად ავტოკლავში წნევა იზრდება $2,5-3,0$ ატმოსფერომდე, რომელსაც უკუწნევას უწოდებენ. იგი წინააღმდეგობას უწევს გაცხელების შედეგად ქილის შიგნით წარმოქმნილ წნევას. ჰერმეტიკულ ტარაში თბური სტერილიზაციით დაკონსერვებული პროდუქტი მრავალი სახისაა: ხილის კომპოტები, პიურე, წვენები, როგორც დაწმენდილი ასევე რბილობით და მრავალი სხვა ასორტიმენტის კონსერვი.

ხილის კონსერვები ფართო ასორტიმენტით არის წარმოდგენილი და მათ შორის აღსანიშნავია: კომპოტები, წვენები, ექსტრაქტები, პიურეს მაგვარი კონსერვები.

კომპოტები სტერილიზებული პროდუქტებია, რომლებიც მზადდება ერთი ან რამდენიმე სახის ნედლეულისაგან სათანადო კონცენტრაციის შაქრის ხსნართან. კომპოტების მისაღებად ნედლეულს, ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით, თანმიმდევრულად უტარდება შემდეგი პროცესები: ინსპექცია, დაკალიბრება, გარეცხვა, ყუნწის მოცილება, კანის გაცლა, დაჭრა, მოთუთქვა, დაფასოება, შაქრის ხსნარის დასხმა, დახუფვა, სტერილიზაცია. ნაყოფის კანის მოცილება შესაძლებელია მექანიკური და ქიმიური საშუალებებით. მაგალითად: ფეიჭოას კანისა და მასთან ერთად თეთრი ნაფიფქის მოსაცილებლად ნაყოფს 3%-იანი ნატრიუმის ტუტის ხსნარით ამუშავებენ 3 წთ-ის განმავლობაში 100 °C პირობებში. შემდეგ ნაყოფი ირეცხება ცივი გამდინრე წყლით, ტუტისა და კანის ნარჩენების სრულ მოცილებამდე. გამუქების თავიდან აცილების მიზნით გაწმენდილი ნაყოფი მომენტალურად მუშავდება 1-2%-იანი ღვინის მჟავის ხსნარით 10 წთ-ის განმავლობაში. ბუნებრივი ფერის შესანარჩუნებლად ნაყოფს ამუშავებენ 1,5%-იანი თეთრი შაბის ხსნარით 2 სთ-ის განმავლობაში. მანდარინს კანთან ერთად აცლიან ალბედოს და ანაწილებენ სეგმენტებად. შემდეგ, თეთრი ბოჭკოვანი ქსოვილის და მასთან ერთად სიმწარის სრულად მოცილების მიზნით, მთლიან ნაყოფს ან მის ნაწილებს ამუშავებენ 0,8-1%-იანი ნატრიუმის ტუტის ხსნარით 30-40 წმ-ის განმავლობაში, 85°C ტემპერატურის პირობებში. შემდეგ ნაყოფი მუშავდება ცივი წყლის ჭავლით, ტუტის სრულ მოცილებამდე. ქილებში ჩაწობამდე ნაყოფი ინახება ცივ წყალში 1 სთ-ის განმავლობაში. კინკანის ნაყოფის დაკონსერვება ხდება მთლიანი სახით, კანის მოცილების გარეშე და ბლანშირება უტარდება მდუღარე წყალში 3-4 წთ-ის განმავლობაში. შემდეგ ნაყოფს აცივებენ გამდინარე წყლით. ნასკვების მოცილება ხდება ბლანშირების შემდეგ, ექსტრაქტული ნივთიერებების დანაკარგების თავიდან აცილების მიზნით.

ბლანშირების პროცესის ხანგრძლივობა და ტემპერატურა რეგულირდება ნაყოფის შეხარშვის მაჩვენებლით, რომელიც თავის მხრივ უკავშირდება პროტოპექტინის ჰიდროლიზს. ნაყოფის წვენი მჟავიანობა პროტოპექტინის ჰიდროლიზის ხელშემწყობი ფაქტორია და რაც მეტია მჟავიანობის მაჩვენებელი, მით უფრო მაღალია შეხარშვის ალბათობა. პრაქტიკაში ბლანშირების ხანგრძლივობა 1-დან 15 წთ-მდე, ხოლო ტემპერატურა 80-100°C ფარგლებში მერყეობს და ნედლეულის სახეობაზე არის დამოკიდებული.

მომზადებულ ნედლეულს კიდევ ერთხელ უტარებენ ინსპექციას და ათავსებენ ქილებში იმ ანგარიშით, რომ შევსების ხარისხი ქილის მოცულობის

მიმართ 60-75%-ს უნდა შეადგენდეს. ქილებში დასამატებელი შაქრის ხსნარის (სიროფი) კონცენტრაცია დამოკიდებულია ნაყოფის სახეობაზე, მასში მშრალი ნივთიერების შემცველობაზე და 30%-დან 50%-ის ფარგლებში მერყეობს. მაგალითად, ფეიჭოს კომპოტის მოსამზადებლად გამოიყენება 40%-იანი კონცენტრაციის სიროფი, რომელსაც ემატება 0,2-0,3% ლიმონის მჟავა საგემოვნო თვისებების გაუმჯობესებისა და სტაბილიზაციის მიზნით.

შაქარი, რომელიც ნაყოფს სიროფის სახით ემატება, არ მოქმედებს როგორც კონსერვანტი, არამედ იგი აუმჯობესებს პროდუქტის საგემოვნო თვისებებს და კვებით ღირებულებას. სიროფით შევსებულ ქილებს ჰერმეტიზებისა და დასუფვის შემდეგ ასტერილებენ.

შაქრით დაკონსერვების საფუძვლები. ხილის დაკონსერვება შაქრით დამყარებულია პროდუქტებში მაღალი ოსმოსური წნევის (350-550 ატა) შექმნაზე მშრალი ნივთიერების კონცენტრაციის 65-70 %-მდე გადიდების შედეგად. შაქრის გაზრდილი კონცენტრაცია, პროდუქტის გემოვნური თვისებების გაუმჯობესებასთან ერთად, ძლიერ დამაკონსერვებელ ფაქტორს წარმოადგენს. ვინაიდან იგი აპრობებს მიკროორგანიზმების უჯრედის წყლის მნიშვნელოვანი ნაწილის დაკარგვას და მათი ცხოველყოფილობის შეწყვეტას.

ასეთი სახის კონსერვების მომზადების დროს, შაქართან ერთად ხილის ხარშვის პროცესში, დროს მიმდინარეობს ნაყოფში შაქრის დიფუზია სიროფიდან. ტენის შემცირებასთან ერთად, შაქრის შეწოვა უზრუნველყოფს ნაყოფში მშრალი ნივთიერების მკვეთრ ზრდას. შაქრით დაკონსერვებული პროდუქტების უმრავლესობისათვის მაღალი ოსმოსური წნევის დამაკონსერვებელი მოქმედება საკმარისი პირობაა მათი შენახვისათვის.

გასათვალისწინებელია აგრეთვე, რომ ოსმოფილური საფუვრები საკმაოდ მდგრადია შაქრის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ და ხშირ შემთხვევაში მედეგი არიან 80% მშრალი ნივთიერების კონცენტრაციის პირობებში. ამიტომ მიკროორგანიზმების ვეგეტატიური ფორმების მოსპობისა და კონსერვის შენახვის პირობების გაუმჯობესების მიზნით კონსერვს უტარებენ ხანმოკლე თბურ დამუშავებას (პასტერიზაციას). შაქრით დაკონსერვებული ხილი მაქსიმალურად ინარჩუნებს ბუნებრივ თვისებებს, მათ შორის ვიტამინებს (ვიტამინ C–ს), ასევე გემოსა და არომატს.

შაქრით დაკონსერვებულ პროდუქტებს მიეკუთვნება ხილის უღლე, ხილფაფა, ჯემი, მურაბა, ცუკატი.

მურაბა წარმოადგენს სათანადოდ მომზადებული ხილის შაქრის სიროფთან ერთად მოხარშულ პროდუქტს, რომელშიც მაქსიმალურად არის შენარჩუნებული ნაყოფის მოცულობა და მთლიანობა. მურაბაში სიროფი უნდა იყოს სქელი, ბლანტი, მაგრამ არა უკლირებული და ადვილად უნდა სცილდებოდეს ნაყოფს. თავის მხრივ ნაყოფი არ უნდა იყოს ჩახარშული სიროფში მათი თანაფარდობა უნდა შეადგენდეს 1:1. მურაბის მომზადება შესაძლებელია სიმწიფის ფაზაში მყოფი თითქმის ყველა სახის ხილისაგან, გამონაკლისს წარმოადგენს კაკალი, რომელიც გადამუშავდება მწვანე მდგომარეობაში სპეციალური ტექნოლოგიით და მოყვანილია ქვემოთ.

მურაბის მომზადების პროცესში ნედლეული თანმიმდევრობით გაივლის შემდეგ მოსამზადებელ ოპერაციებს: ინსპექცია, დაკალიბრება, გარეცხვა, ყუნწის მოცილება. ზოგიერთი სახის ნედლეულს უტარდება მოთუთქვა. ტექნოლოგიურ პროცესში ყველაზე უფრო საპასუხისმგებლო ოპერაცია არის ხარშვა, რომლის დანიშნულებაა ნაყოფების შაქრის სიროფით გაუღენტა. ტექნოლოგიურ მოთხოვნას აგრეთვე წარმოადგენს ნაყოფის მთლიანობის შენარჩუნება. ხარშვა წარმოებს შაქრის სიროფთან ან შაქართან ერთად, რომელიც იხსნება ნაყოფებიდან ართმეულ სითხეში. პროცესის მიმდინარეობის დროს ნაყოფის წვენი გარკვეული ნაწილი სიროფში გადადის. ტემპერატურის მომატება მნიშვნელოვნად აჩქარებს დიფუზიის პროცესს, იზრდება სიროფის ოსმოსური წნევა, მცირდება გამსხნელის სიბლანტე.

ხარშვის არასწორად ჩატარების შემთხვევაში მცირდება ნაყოფის მოცულობა, იგი ნაოჭდება და მკრივდება, რის გამოც ძნელდება სიროფის შეწოვა. ნაყოფის მიერ სიროფის უკეთ შეწოვა ხდება მისი დაბალი კონცენტრაციის პირობებში. ამიტომ ხარშვის წინ ნაყოფის თანმიმდევრული დაყოვნება ჯერ შედარებით დაბალი, ხოლო შემდგომ მაღალი კონცენტრაციის სიროფში ხელს უწყობს სიროფის უკეთ დიფუზიას. ნაყოფის მიერ სიროფის უკეთ შეწოვის მიზნით ანაცვლებენ ხარშვისა და გაცივების პროცესებს. გაცივების შედეგად ნაყოფში ეცემა წყლის ორთქლის დრეკადობა, იქმნება ვაკუმი და იზრდება სიროფის შეწოვის უნარი.

სასურველი კონცენტრაციის სიროფის მოსამზადებლად შესაბამისი რაოდენობის შაქარს ხსნიან წყალში და ათბობენ 50°C-მდე. სიროფის კონცენტრაცია საშუალოდ 40-75% შეადგენს და დამოკიდებულია ნედლეულის სახეობაზე, მის შაქრიანობაზე. მომზადებულ სიროფში ნაყოფების ხარშვამდე დაყოვნება 3-4 სთ-ის განმავლობაში მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ნაყოფის

გაუღენტას და უზრუნველყოფს შემდგომში ხარშვის პროცესის დაჩქარებას. პრაქტიკაში გამოყენებულია მურაბის ერთჯერადი და მრავალჯერადი ხარშვა. მრავალჯერადი ხარშვა ტარდება ეტაპობრივად, რომელთა შორის აყოვნებენ 8-12 საათის განმავლობაში და აცივებენ. დაუშვებელია ინტენსიური ხარშვა, რაც იწვევს ნაყოფების გამოშრობას. ცალკეული ხარშვის ხანგრძლივობა 4-8 წთ-ს შეადგენს, ხოლო ჯამური ხანგრძლივობა კი არა უმეტეს 40 წთ-ს. ხარშვის ჯერადობა დიფერენცირებულია ნედლეულის სახეობის მიხედვით. მურაბის ხარშვის დამთავრება განისაზღვრება მშრალი ნივთიერების კონცენტრაციის მიხედვით.

კაკალის მურაბის მომზადების ტექნოლოგიურ პროცესში ნაყოფს 3-5 წთ-ის განმავლობაში ათავსებენ 5%-იან მწვავე ტუტის ხსნარში. ამის შემდეგ კაკალი ირეცხება ცივი წყლით კანისა და ტუტის სრულ მოცილებაამდე. გაწმენდილ კაკალს 48 სთ-ის განმავლობაში ათავსებენ ცივ წყალში, რომელსაც ცვლიან ყოველ 6 სთ-ში. ამასთან ერთად სცილდება ფენოლური ბუნების ნაერთები, რომლებიც ნაყოფს ზედმეტად მწკლარტე გემოს ანიჭებენ. დაღობის პროცესი დამთავრებულად ითვლება, როდესაც ნაყოფი ყვითელ ფერს შეიძენს. ამის შემდეგ კაკალს ამუშავებენ 24 სთ-ის განმავლობაში კირის წყლის ემულსიით, რომლის სიმკვრივე შეადგენს 1,045-1,060. ამ ოპერაციის შემდეგ ნაყოფი იღებს მუქ იისფერ შეფერილობას და ხდება მკვრივი, რაც კალციუმის პექტატის წარმოქმნის შედეგია. შემდეგ ნაყოფი ირეცხება და მუშავდება ადუღებული $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (ალუმინის შაბი) 1,5 %-იანი ხსნარით 15-20 წთ-ის განმავლობაში, რის შედეგად ნაყოფი იძენს მაღალ სიმტკიცეს, ფენოლურ ნაერთებთან მოქმედების გამო. შემდეგ ატარებენ ბლანშირებას 20-30 წთ-ის ხანგრძლივობით წყალში ან 5 %-იან შაქრის ხსნარში.

მეორე ხერხით კაკალს ატკნობენ ჰაერზე 24-48 სთ-ის განმავლობაში. ამ დროს მიმდინარეობს ქერქის შეშრობა და ადვილია მისი მექანიკური მოცილება. გასუფთავებული ნაყოფი სწრაფად მუქდება ფენოლური ნაერთების დაუანგვის შედეგად, ამიტომ გაწმენდის შემდეგ მომენტალურად მუშავდება ღვინის მჟავის 0,3 %-იანი ხსნარით. ამის შემდეგ ნაყოფს აუფერულებენ გოგირდოვანი ანჰიდრიდით, ხოლო შემდეგ უტარებენ ბლანშირებას ხსნარში, რომელიც შეიცავს 0,3 % ალუმინის შაბს და 0,3 % ღვინის მჟავას. ბლანშირების შემდეგ კაკალს აცივებენ წყლით. ამ ხერხით მიღებულ მურაბას აქვს ღია-ყვითელი ფერი.

რაც შეეხება **მანდარინის** მურაბის მომზადებას, – იხარშება მთლიანი ნაყოფი ან მისი ნახევრები. მთლიანი ნაყოფის გამოყენების შემთხვევაში იგი იხვრიტება დიამეტრის მიმართულებით სეგმენტების გასწვრივ. ასეთი სახით ნედლეულს უტარდება 15 წთ-იანი ბლანშირება ცხელ წყალში და შემდეგ მუშავდება ცივი წყლით 12-24 სთ-ის განმავლობაში. ამ ოპერაციის მიმდინარეობის დროს ნაყოფს სცილდება ალბედოს თანმდევი სიმწარე.

ჟელე წარმოადგენს კოლოიდური სისტემის ლაბისებური კონსისტენციის პროდუქტს, რომელიც მზადდება ნაყოფის წვენიდან, რომელიც შეხარშულია შაქართან. ჟელეს დასამზადებლად წვენი უნდა შეიცავდეს 1 % პექტინს, 1 % საერთო მუავებს, pH 3,2-3,4, შაქრის რაოდენობა 65 %. ზოგჯერ წვენს უმატებენ სხვადასხვა მუავას და მაჟელირებელ ნივთიერებას – პექტინს და აგარს. შეხარშული პროდუქტი გაცივებისა და დაყოვნების შემდეგ წარმოადგენს გამყარებულ მასას, საწყისი წვენის დამახასიათებელი გემოთი და არომატით.

პექტინით ჟელეს დამზადების დროს მშრალ პექტინსა და შაქრის ფხვნილს ურევენ ერთმანეთში პროპორციით 1:5, ასხამენ წვენს, აყოვნებენ პექტინის გაჯირჯვების მიზნით და ხარშავენ.

ჯემი მზადდება ახალი, გაყინული ან სუღფიტირებული ხილისაგან შაქართან ჟელესმაგვარ მდგომარეობამდე ხარშვით. ჯემის მისაღებად გამოყენებული ნედლეული უნდა შეიცავდეს პექტინს არანაკლებ 10 %-სა და ორგანულ მუავებს – არანაკლებ 1%-სა. შაქრის საკმარის რაოდენობასთან ერთად ხარშვის შედეგად მიიღება ჟელესმაგვარი კონსისტენციის მასა, რომლისგანაც არ ხდება სიროფის გამოცალკავება. ამ ნიშნით ჯემი განსხვავდება მურაბისაგან. ხარშვის შედეგად მასაში მშრალი ნივთიერების კონცენტრაცია 68-70 %-მდე აჭყავთ.

ჯემის ნაირსახეობაა **კონფიტიური**. იგი წარმოადგენს ჟელეს, რომელშიც თანაბრად არის განაწილებული დაწვრილმანებული ან მთლიანი ნაყოფები. მზა ნაწარმი შეიცავს შაქარს არანაკლებ 48 %-ს, ხოლო საერთო მუავიანობა შეადგენს 0,4 %-ს.

ხილფაფა წარმოადგენს პროდუქტს, რომელიც მიიღება გასრესილი ნაყოფის მასიდან (პიურე) და შეხარშულია შაქართან. ხილფაფა სქელი თხევადი მასით გამოირჩევა. ხილფაფაში მშრალი ნივთიერება აყვანილ უნდა იქნას 66 %-მდე. მაღალი ხარისხის ხილფაფა მიიღება ვაკუუმ-აპარატებში ხარშვის შედეგად. ხარშვის პროცესი უნდა დასრულდეს მასის გაცხელებით 100°C-მდე

(ატმოსფერული წნევის პირობებში) ოსმოფილური მიკროორგანიზმების მოსპობის მიზნით.

ცუკატი წარმოადგენს პროდუქტს, დამზადებულს შაქრის ან შაქარ-ბადაგიანი კონცენტრირებული სიროფით გაჟღენთილი ნაყოფებისაგან, რომელიც შემდეგ გამშრალია 80 % მშრალ ნივთიერებამდე და მოყრილი აქვს შაქრის ფხვნილი ან მოჭიქულია. ცუკატი მზადდება მანდარინის, ფორთოხლის და ლიმონის კანისაგან.

ცუკატის დასამზადებლად ნედლეულს ამუშავებენ მურაბის ანალოგიურად, ხარშვის შემდეგ კი სიროფს ანცალკევებენ ნაყოფებისაგან და ნაყოფებს აშრობენ 40-60°C ჰაერით 12-18 საათის განმავლობაში. გამშრალ ნაყოფებს ურევენ შაქრის ფხვნილში და დამატებით აშრობენ 14-17 % ნარჩენ ტენიანობამდე.

შაქრის თეთრი აფსკის წარმოქმნის მიზნით ნაყოფებს ათავსებენ მაღალკონცენტრირებულ (79-83%) სიროფში, რის შემდეგაც ნაყოფების ზედაპირი იფარება შაქრის კრისტალებით.

დაკონსერვების ქიმიური მეთოდი: ხილის დაკონსერვება შესაძლებელია სხვადასხვა სახის ანტისეპტიკებით, რომლებიც აფერხებენ მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობას და გამრავლებას. ადამიანის ჯანმრთელობის უზრუნველსაყოფად დაკონსერვებისათვის ნებადართულია გოგირდოვანი ანჰიდრიდის, სორბინის მჟავის და ბენზომჟავა ნატრიუმის მარილის გამოყენება. დაკონსერვების ქიმიურ მეთოდს ექვემდებარება სუბტროპიკული ხილის ნახევარფაბრიკატების წარმოება.

ბაქტერიოციდული თვისებების მქონე ანტისეპტიკები ფართოდ გამოიყენება ნახევარფაბრიკატების დასამზადებლად, რაც ხელს უწყობს საკონსერვო საწარმოების რითმულ მუშაობას და გადამუშავების პერიოდის გახანგრძლივებას. ამ მიზნით მეტად გამოყენებულია გოგირდოვანი ანჰიდრიდი და გოგირდოვანი მჟავა, ხოლო ნაკლებად ბენზომჟავას ნატრიუმის მარილი და სორბინმჟავა. გოგირდოვანი ანჰიდრიდით ან გოგირდოვანი მჟავით ხილის დამუშავებას, მათი ხანგრძლივი შენახვის მიზნით, სულფიტაცია ეწოდება. სულფიტრებული პროდუქტები მავნეა ჯანმრთელობისათვის, ისინი ნახევარ-ფაბრიკატებს წარმოადგენენ (სულფიტრებული წვენები, პიურე), რომლებიც კონსერვების დამზადებისას საჭიროებენ ნორმალურზე ჭარბი რაოდენობით შემცველი SO₂-ის მოცილებას სხვადასხვა წესით.

ხილის პიურების ან წვენების სულფიტაცია ტარდება სპეციალურ დანადგარებში სულფიტატორებში.

დაკონსერვების ბიოქიმიური მეთოდი ემყარება რძემჟავა დუდილის ბაქტერიების ან საფუძვრების მოქმედებით საკონსერვო ნედლეულში შაქრის დუდილის საფუძველზე ბუნებრივი ანტისეპტიკების - რძემჟავასა და ეთილის სპირტის დაგროვებას.

რძემჟავური დუდილის საფუძველზე პროდუქტში დაგროვილი რძემჟავა, გარკვეული კონცენტრაციით, მრავალი მიკროორგანიზმისათვის მაღალი ანტისეპტიკური მოქმედებით ხასიათდება. ამასთან ერთად, წარმოდგენილი რძემჟავა პროდუქტს ანიჭებს სპეციფიურ გემოს და აუმჯობესებს მის ხარისხობრივ მაჩვენებლებს. პროცესის მიმდინარეობის დროს 0,7-2,5 % რძემჟავა გროვდება. რძემჟავური დუდილის პარალელურად გროვდება 0,5-0,7 %-მდე ეთილის სპირტი, რომელიც ხელს უწყობს არომატული ნივთიერებების წარმოქმნას და პროდუქციის გემოვნური თვისებების გაუმჯობესებას.

რძემჟავური დუდილის ნორმალურად წარმართვისათვის სუფრის მარილის კონცენტრაცია პროდუქტში საშუალოდ 2,2-4 %-ს უნდა შეადგენდეს. ზოგიერთი ნედლეულისათვის 6-10 % კონცენტრაციის მარილხსნარი გამოიყენება. ამ მეთოდით პროდუქტების დაკონსერვება ცნობილია დაწნილების სახელწოდებით.

გამომუშავებული პროდუქციის ხარისხის შენარჩუნებისათვის საჭიროა რძემჟავური დუდილის პროცესის შეწყვეტა, რაც შესაძლებელია 0°C-ტემპერატურამდე პროდუქტის გაცივებით.

ბიოქიმიური მეთოდის გამოყენებით პროდუქტების დაკონსერვება განხილული იქნება ზეთისხილის ნაყოფის მაგალითზე ნაშრომის შესაბამის ნაწილში.

კონსერვების წუნი, ხარისხის შემოწმება. კონსერვების ხარისხი შეიძლება მნიშვნელოვნად გაუარესდეს სხვადასხვა მიზეზის გამო, იმდენად, რომ მისი გამოყენება შეუძლებელი გახდეს.

უპირველესად საკონსერვო ქილა, რომელშიც დაფასოებულია პროდუქტი, უნდა იყოს ნორმალურ მდგომარეობაში, დეფერმაციის გარეშე, ჩაზნექილი სახურავით, რაც აპირობებს ჰერმეტიულად დახურულ ტარაში ვაკუუმის არსებობას. სახურავის ან ხუფის ჩაზნექის სიდიდე რეგლამენტირებულია ტექნოლოგიური ინსტრუქციით. იმ შემთხვევაში, როდესაც საკონსერვო ქილაში მოთავსებულ პროდუქტში მიმდინარეობს ცვლილებები, მიკროორგანიზმების მოქმედების შედეგად გამოიყოფა აირები, რაც იწვევს ქილის შიგნით წნევის

გადიდებას და სახურავის ამობერვას ამ მოვლენას **ბომბაჟი** ეწოდება. ადამიანის ორგანიზმისათვის, სანიტარულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით, მეტად საშიშია მიკრობიოლოგიური ბომბაჟით წუნდებული კონსერვი. მიკროორგანიზმების მიერ გამოყოფილი ფერმენტები იწვევენ საკვები ნივთიერებების ღრმა გარდაქმნებს, რომელთა უმეტესობა ხასიათდება არასასიამოვნო გემოთი და სუნით, ზოგიერთი მათგანი კი გამოირჩევა ტოქსიკური თვისებებით. ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მეტად საშიშია სპორწარმომქმნელი მიკროორგანიზმი **Botulinum**. მათ მიერ გამომუშავებული ტოქსინები იწვევს ძლიერ მოწამვლას, ხშირ შემთხვევაში კი სიკვდილს.

წუნის გავრცელებული სახეა კონსერვის ფერის შეცვლა სხვადასხვა ქიმიური გარდაქმნების შედეგად, რაც ძირითადად მიმდინარეობს მაღალი ტემპერატურის პირობებში და ცნობილია შაქრების კარამელიზაციის სახელით. ამინომჟავებისა და შაქრების ურთიერთმოქმედების პროდუქტების დაგროვება იწვევს სპეციფიური ფერის ჩამოყალიბებას.

კონსერვების ხარისხს ამოწმებენ ფიზიკური, ქიმიური, მიკრობიოლოგიური და ორგანოლექტიკური ანალიზით. ეს უკანასკნელი განზოგადებაა შემოწმების შედეგების, რომელიც ხორციელდება საკმაო სიზუსტით გრძნობათა ორგანოების დახმარებით გარეგანი სახის, კონსინსტენციის, ფერის, არომატის, გემოს და ზოგიერთი სხვა მაჩვენებლების მიხედვით.

მაღალხარისხოვანი კონსერვების დამზადება არ არის დამოკიდებული მხოლოდ ნედლეულზე. თუ პროდუქცია მზადდება ტექნოლოგიური პროცესების დარღვევით ან ანტისანიტარულ პირობებში, მისი ხარისხი იქნება დაბალი და საკვებად უვარგისი.

კონსერვების წარმოებისას უნდა ხდებოდეს სისტემატიური ანალიზი მძიმე მეტალების შემცველობაზე, რომლებიც შესაძლებელია მოხვდეს კონსერვებში ტექნოლოგიური დანადგარებიდან. ასევე კონტროლი უნდა უტარდებოდეს წყალს, ტარა-მასალებს, ორთქლის წნევას. საწარმოს ლაბორატორიის მეშვეობით მოწმდება კონსერვების ნეტო მასა, მასში მშრალი ნივთიერების და შაქრის შემცველობა.

ორგანოლექტიკური ანალიზის წინ ტარდება მიკრობიოლოგიური ანალიზი, რომელიც ითვალისწინებს მიკროორგანიზმების რაოდენობრივი შემცველობის განსაზღვრას, მათ შორის მათი სპორებისა და თერმოფილური ბაქტერიების რაოდენობას. ლაბორატორიის მეშვეობით ხდება აგრეთვე ნედლეულისა და

მასალების ხარჯვის ნორმების კონტროლი ტექნოლოგიური ინსტრუქციისა და რეცეპტურის მიხედვით.

საბავშვო კონსერვების წარმოება. ბავშვების კვებისათვის შეიძლება ზოგიერთი სახის ჩვეულებრივი კონსერვის გამოყენება, მაგრამ ამასთან ერთად ხილისაგან იწარმოება აგრეთვე სპეციალური სახის საბავშვო კონსერვები. საბავშვო კონსერვები უნდა გამოირჩეოდეს მაღალი საგემოვნო თვისებებით, უნდა შეიცავდეს ვიტამინებსა და მინერალურ ნივთიერებებს.

მცირეწლოვანი (ორ წლამდე) ბავშვებისათვის იწარმოება სპეციალური კონსერვები პიურესმაგვარი კონსისტენციით ან ფხვნილების სახით. გარდა ამისა მზადდება აგრეთვე ხილის წვენები საბავშვო კვებისათვის.

საბავშვო კონსერვების წარმოებისათვის აუცილებელია ნედლეულის მკაცრი კონტროლი, მისი სანიტარული დამუშავება, ტექნოლოგიური პროცესების ზუსტი დაცვა და მაღალი ქიმიურ-მიკრობიოლოგიური კონტროლი. საბავშვო კონსერვები მზადდება ისეთ ტექნოლოგიურ დანადგარებზე, რომელთა ზედაპირზე გამორიცხულია დაუანგვის პროცესები და მძიმე მეტალების მოხვედრა პროდუქტში. საბავშვო კონსერვებს როგორც წესი აფასობენ მინის ან მოლაქულ თუნუქის ქილებში, რაც პროდუქტის ხანგრძლივ შენახვას უზრუნველყოფს.

მცენარეული ნედლეულის გადამუშავების შედეგად მიიღება მეორეული, ნედლეული, რომელიც შეიძლება სამ ჯგუფად დავყოთ:

- მეორეული ნედლეული, რომელიც ვარგისია იმავე წარმოებაში ტექნოლოგიური დამუშავებისათვის;
- მეორეული ნედლეული, რომელიც ძირითადი წარმოებისათვის უვარგისია, მაგრამ ვარგისია სხვა პროდუქტების მისაღებად;
- მეორეული ნედლეული, რომლის გამოყენება შესაძლებელია ცხოველთა საკვები ნარევების მისაღებად.

არაკონდიციური ნედლეული, რომელიც უშუალოდ კონსერვების მისაღებად არ გამოდგება, გამოიყენება პიურეს მაგვარი პროდუქტებისა და წვენების დასამზადებლად. ციტრუსოვანთა ნაყოფების ნარჩენებიდან შესაძლებელია ეთეროვანი ზეთის, პექტინისა და ვიტამინ P-ს მიღება.

**2.4. სუბტროპიკული ხილის წვენების, ექსტრაქტების
და უალკოჰოლო სასმელების წარმოება
2.4.1. წვენები და ექსტრაქტები**

ხილის წვენებზე მოთხოვნა განუხრელად იზრდება, რაც უპირველესად გაპირობებულია მათი მაღალი სამომხმარებლო და სამკურნალო-პროფილაქტიკური თვისებებით. წვენები უაღრესად დადებითად მოქმედებენ ნივთიერებათა ცვლაზე და ადამიანის ორგანიზმზე მასტიმულირებელი მოქმედებით გამოირჩევიან. ხილის წვენები გამოიყენება აგრეთვე უალკოჰოლო სასმელების, ჟელეს, ლიქიორის და სხვა პროდუქტების დასამზადებლად.

წვენებს ყოფენ ორ ჯგუფად: რბილობით (ჰომოგენიზირებული) და რბილობის გარეშე. გამოყენებული ტექნოლოგიური პროცესისა და რეცეპტურის მიხედვით წვენები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: ნატურალური, დასპირტული, კუპაჟირებული, ვიტამინიზირებული და კონცენტრირებული.

ხილის წვენების მისაღებად ნაყოფს თანმიმდევრულად უტარდება ტექნოლოგიური დამუშავების შემდეგი პროცესები: ინსპექტირება, რეცხვა, დაქუცმაცება-დაჭყლეტა, დაქუცმაცებული მასის მომზადება წვენის გამოსაყოფად (თბური დამუშავება, გაყინვა, ელექტროპლაზმოლიზი, ფერმენტული პრეპარატებით დამუშავება და სხვ.), წვენის გამოწურვა, დაწმენდა, გაფილტვრა, დეაერაცია, ჩამოსხმა და პასტერიზაცია.

ურბილობო დაწმენდილი წვენები გამჭირვალეა და მიმზიდველი გარეგანი სასაქონლო სახით ხასიათდება, მაგრამ მათში ნაკლებია ვიტამინების და ბიოლოგიურად აქტიური სხვა ნივთიერებების შემცველობა ნაყოფთან შედარებით. აღნიშნულის გათვალისწინებით რბილობიანი წვენები მეტი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულებით გამოირჩევიან. მათ “თხევად ხილს” უწოდებენ, ვინაიდან შეიცავენ ყველა იმ ნაერთს, რომლებიც წარმოდგენილია საწყის ნედლეულში.

წვენების მისაღებად გამიზნულ ნედლეულის შეფასება ხდება სიმწიფის ხარისხით, ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებით, კვებითი ღირებულების მქონე და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობით, შაქარ-მჟავური ინდექსით. მოუმწიფარი ნედლეული შეიცავს ნაკლები რაოდენობით უჯრედის წვენს და შაქრებს, მეტი რაოდენობით მჟავებს და შესაბამისად გამოწურული წვენი მჟავე საგემოვნო თვისებების მატარებელია. მაღალია აგრეთვე ძირითადი

ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელების შემდეგ დარჩენილი მეორეული ნედლეულის გამოსავლიანობა. ნაყოფის გადამწიფების შემთხვევაში კი იცვლება მცენარეული ქსოვილის სტრუქტურა, იგი ხდება ღუნე, დაწნეხის დროს იძლევა ერთგვაროვან ჩატკეპნილ მასას, რაც ბოჭავს წვენის გამოსავალს, აძნელებს გამოწურვას. მიიღება მღვრიე მასა, რომელიც ცუდად იფილტრება და არ ექვემდებარება დაწმენდას. ხილის ნორმალურად მომწიფებული ნაყოფის რბილობში წვენის შემცველობა 90-95%-ს აღწევს.

ნაყოფის რბილობში წვენის მასური წილი (%-ში) დგინდება მშრალი ნივთიერებების შეფარდებით ნაყოფში და გამოწურულ წვენში:

$$C = C_1/C_2$$

სადაც, C_1 და C_2 – მშრალი ნივთიერებების შემცველობაა შესაბამისად ნაყოფში და წვენში.

წვენის გამოყოფის უნარის განმსაზღვრელია ნაყოფის ქსოვილის ფიზიოლოგიური და ანატომიური თვისებები, პროტოპლაზმის მედეგობა გარეგანი ზემოქმედების მიმართ. პროტოპლაზმის ფენა, რომელიც გარსს ესაზღვრება ნახევარგამტარობის თვისებით ხასიათდება. იგი ატარებს წყალს, მაგრამ აკავებს უჯრედის წვენში მყოფი ექსტრაქტული ნივთიერებების დიდ ნაწილს, რითაც ხელს უშლის წვენის გარე სივრცეში გამოდინებას. ამიტომ წინატექნოლოგიური დამუშავების დროს, რაც მეტად დაზიანდება პროტოპლაზმა, მით მეტი იქნება წვენის გამოსავლიანობა. გარეცხილი ნაყოფები სწრაფად მიეწოდება დასაქუცმაცებლად სპეციალურ მოწყობილობებში. დაზიანებული ქსოვილიდან და ფორებიდან შიგთავსი წვენი თავისუფლად გამოედინება. დაქუცმაცებული ხილის ნაყოფიდან წვენის გამოყოფა შესაძლებელია **გამოწნებით, დიფუზიით და ექსტრაქციით**. საწარმოო პრაქტიკაში ნედლეულიდან წვენის გამოსავლიანობის გაზრდის მიზნით დაქუცმაცებულ მასას უტარდება თბური დამუშავება 80-85°C პირობებში.

წვენის გამოწურვის პროცესი შეიძლება დაიყოს ორ ეტაპად: პირველი, თვითნადენი წვენის მიღება და მეორე, წნევის ქვეშ გამოწნევა. საკუთრივ დაწნეხის პროცესი ხორციელდება სხვადასხვა კონსტრუქციის პერიოდული და უწყვეტი ქმედების წნეხების გამოყენებით. წვენის გამოწურვის პროცესზე მოქმედი ფაქტორებიდან მნიშვნელოვანია დასაწნეხ მასაზე განვითარებული წნევა, რომლის მნიშვნელობის ზრდა უნდა მოხდეს თანდათანობით, მყარი მასის ჩაწნეხის პროცესის განვითარების თავიდან აცილების მიზნით. თვითნადენი წვენის მისაღებად საჭიროა დაქუცმაცებულ მასაში სათანადო სადრენაჟო

პირობების შექმნა და დაყოვნების ოპერაცია. თვითნადენი წვენის ძირითადი რაოდენობა 10-15 წთ-ის განმავლობაში ჩამოიწრიტება.

წვენის გამოსავლიანობა ნედლეულის ქსოვილის აგებულებისა და მისი წინატექნოლოგიური დამუშავების ხარისხისაგან დამოკიდებულებით შეიძლება გამოვთვალოთ შემდეგი ფორმულით:

$$g = k(f_1 + f_2)Gc$$

სადაც, g – წვენის გამოსავლიანობა გამოწნეხის დროს;

k – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მყარი მასის ჩაწნეხის შედეგად წვენის დანაკარგებს ($k = 0,85-0,95$);

f_1 და f_2 – პროტოპლაზმის დაზიანების ხარისხია შესაბამისად ნედლეულის მოსამზადებელი ოპერაციებისა და გამოწნეხის დროს ($f_1 + f_2 < 1$);

G – წვენის შემცველობა ნაყოფში, %;

c – გამოწურული მყარი მასის ჩონჩხის მთლიანობის ხარისხის მაჩვენებელი ($c < 1$).

გამოსავლიანობის მაქსიმალურად გაზრდის მიზნით დაწნეხასთან ერთად დამატებით შესაძლებელია წვენის მიღება ექსტრაქციის მეთოდის გამოყენებით (განსაკუთრებით მოუმწიფარი და გამხმარი ხილის შემთხვევაში). გამოწნეხილი მასა წყლის დამატების და ინტენსიური არევის შემდეგ განმეორებით იწნისება. მეორადი (განზავებული) წვენი კონცენტრირდება აორთქლებით საწყის ნედლეულში მშრალი ნივთიერებების შემცველობამდე და ერევა პირველად წვენს. ამ მეთოდით მიღებული წვენი თავისი ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებით დაწნეხით მიღებული წვენის ანალოგიურია, ამავდროულად 10-15%-ით იზრდება გამოსავლიანობა. ამ მეთოდით მიღებული ექსტრაქტით შესაძლებელია მომზადდეს შაქრის სიროფი, რომელიც დაწნეხით მიღებულ პირველად წვენს ემატება.

დიფუზიური მეთოდით წვენის მიღება ეფუძნება ხილის ნაყოფიდან ექსტრაქტული ნივთიერებების წყლის საშუალებით გამოწვილვას. ამავდროულად მიღებული ექსტრაქტი თავისი მაჩვენებლებით უნდა უახლოვდებოდეს ნაყოფის ნატურალურ წვენს. დიფუზია ეწოდება შესარევი ხსნარების მოლექულათა ერთმანეთში გადასვლისა და თანაბრად განაწილების პროცესს, რომელიც ემორჩილება განტოლებას:

$$dg = - DF \frac{dc}{dx} \cdot dz$$

სადაც, dg – არის დიფუნდირებული ნივთიერებების რაოდენობა dz დროის მონაკვეთში (∇), F ფართობის (m^2) გაგლით;

dc/dx – კონცენტრაციის გრადიენტი, – ხსნარის კონცენტრაციის (კგ/მ³) ვარდნა დიფუზიის გზის მონაკვეთზე (მ);

D – დიფუზიის კოეფიციენტი, მ²/წმ.

ფორმულაში ნიშანი „მინუსი“ მიანიშნებს კონცენტრაციის შემცირებაზე დიფუზიის მანძილის (x) გაზრდასთან ერთად. დიფუზიის კოეფიციენტი D აჩვენებს ნივთიერებათა იმ რაოდენობას, რომელიც 1 წმ-ში გაივლის 1 მ² კვეთის ფართს, თუ კონცენტრაციათა სხვაობა ფენაში სისქით 1 მ ტოლია 1-ის. პროცესის სიჩქარე იზრდება ზედაპირის ფართის F -ის გაზრდით. წინატექნოლოგიური დამუშავების ოპერაციები, რომლებიც მიმართულია წვეწების სიბლანტის შემცირებისაკენ, ხელს უწყობს დიფუზიის კოეფიციენტის მაჩვენებლის ზრდას და შესაბამისად პროცესის დაჩქარებას.

დიფუზიის პროცესის მამოძრავებელს კონცენტრაციათა სხვაობა წარმოადგენს. კონცენტრაციათა გასათანაბრებლად ნივთიერება მაღალი კონცენტრაციიდან დაბალი კონცენტრაციისაკენ მიისწრაფვის. მაგალითად, თუ 10% მშრალი ნივთიერების შემცველ 1 კგ ხილს დავასხამთ 1 ლ წყალს, კონცენტრაციათა გათანაბრების შემდეგ მივიღებთ 5% მშრალი ნივთიერების შემცველ თხევად მასას. თხევადი ფაზის რამდენჯერმე შეცვლით ხსნადი მშრალი ნივთიერებების მთლიანი რაოდენობის გამოტანა არის შესაძლებელი. მეორეს მხრივ, სუსტი კონცენტრაციის წყალხსნარში ახალი ხილს დიფუნდირების შემთხვევაში შესაძლებელია მშრალი კონცენტრაციის სითხის მიღება. მაგალითად, თუ 1 კგ 10% მშრალი ნივთიერების შემცველ 1 კგ ხილს დავასხამთ 5% მშრალი ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველ 1 ლ წყალს, კონცენტრაციათა გათანაბრების შემდეგ მივიღებთ 7,5% მშრალი ნივთიერებების შემცველ ხსნარს. რაც მეტჯერ გავიმეორებთ ამ პროცესს, მით უფრო მაღალი კონცენტრაციის ხსნარს მივიღებთ და დაუუახლოვდებით ნაყოფში ხსნადი ექსტრაქტული ნივთიერებების საწყის კონცენტრაციას. დიფუზიის სიჩქარე იზრდება კონცენტრაციის გრადიენტის ზრდის კვალობაზე. რომლის გაზრდისათვის პროცესს ყოფენ რამოდენიმე ეტაპად და დიფუზიურ ბატარიებში ატარებენ. დიფუზორებში მყარი და თხევადი ფაზების შეფარდება 1:1 შეადგენს.

წვეწების მისაღებად უნდა შეირჩეს სუბტროპიკული ხილის ნორმალურად მომწიფებელი, ხარისხოვანი, ახლად დაკრეფილი ნაყოფები. დაუშვებელია წვეწების მიღება ობის სოკოებით დაავადებული და წაყინვებით დაზიანებული ნაყოფისაგან. დასაშვებია მხოლოდ მცირე მექანიკური დაზიანების მქონე და დასეტყვილი ნაყოფების წვეწების მისაღებად გამოყენება. ციტრუსოვნების

ნაყოფების შემთხვევაში აღნიშნულთან ერთად დაუშვებელია სიდამწვრითა და მუქი ლაქებით დაზიანებული ნედლეულის გამოყენება წველების მისაღებად. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სიმწიფის ხარისხს. მოუმწიფარი ნედლეული შეიცავს გლიკოზიდ ნარინგინს, რომელიც ციტრუსოვანთა წვენს სიმწარეს ანიჭებს.

მანდარინისა და ფორთოხლის ნაყოფებისაგან ძირითადად დაუწმენდავი წვენები მზადდება, ნატურალური და შაქრის სიროფის დამატებით. პროდუქტში ნორმირებულია მშრალი ნივთიერებების შემცველობა და საერთო მჟავიანობა. კერძოდ, მშრალი ნივთიერებები – 7-10% ნატურალური და 14-16% შაქარდამატებული წვენებისათვის, საერთო მჟავიანობა – 0,7-2,0 მანდარინისა და ფორთოხლის წვენებისათვის, ხოლო 2-6% ლიმონის წვენისათვის.

წველების მისაღებად შერჩეული ნაყოფები ინსპექტირებისა და დეფექტური მასალის გამოყოფის შემდეგ ირეცხება და ეცლება კანი. გასუფთავებული ნაყოფი ქუცმაცმაცდება დამქუცმაცებელ დანადგარზე და მიეწოდება დასაწნეხად. დაქუცმაცებული ნაყოფი იწინებება უწყვეტი ქმედების წნეხში ან ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით მბრუნავ, ჩათრევის პრინციპზე მომუშავე გლუვი ზედაპირის მქონე ხის ვალცებს შორის გატარებით. მანდარინის და ფორთოხლის ნაყოფიდან წვენის გამოსავალი 38%-ს, ხოლო ლიმონიდან – 29%-ს შეადგენს.

მიღებულ წვენს უტარებენ დეაერაციას, აცლიან ჰაერს, უანგვითი პროცესების განვითარების და C ვიტამინის დანაკარგების გამორიცხვის მიზნით. ამღვრევის თავიდან აცილების და წვენის სტაბილიზაციის ამაღლებისათვის მას უტარდება თბური დამუშავება 3-5 წთ-ის ხანგრძლივობით, 78°C ტემპერატურის პირობებში მანდარინის და ფორთოხლის წვენებისათვის, ხოლო 82°C-ზე ლიმონის წვენის შემთხვევაში.

მიღებული პროდუქტი ფასოვდება ჰერმეტიკულ ტარაში. მანდარინისა და ფორთოხლის წვენებს უტარდებათ სტერილიზაცია 100°C ტემპერატურის პირობებში. ციტრუსოვანთა წვენები უნდა ინახებოდეს მშრალ, სუფთა, კარგად ვენტილირებად სათავსოში, შემდეგ პირობებში: ტემპერატურა არა ნაკლებ 0°C და არა უმეტეს 15°C მანდარინისა და ფორთოხლის წვენებისათვის, ხოლო ლიმონის წვენის შემთხვევაში – არა ნაკლებ 0°C და არა უმეტეს 5°C, ფარდობითი ტენიანობა არა უმეტეს 75 %.

ციტრუსოვანთა ნაყოფებიდან დამზადებული ნატურალური და წვენები შაქრით თავიანთი ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით

უნდა შეესაბამებოდეს ცხრილებში 2.5.1 და 2.5.2 მოყვანილ სტანდარტულ მოთხოვნებს.

ცხრილი 2.5.1

ციტრუსოვანთა წვენების ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები

№	მაჩვენებლების დასახელება	დახასიათება
1	გარეგანი სახე	გაუმჭირვალე, ნაყოფის გახეხილი რბილობის შემცველობით. დასაშვებია რბილობის გამოლექვა
2	გემო და სუნი	კარგად გამოხატული, მოცემული სახის ნაყოფისათვის დამახასიათებელი. დასაშვებია ბუნებრივი თანმდევი სიმწარე და ეთერზეთების სუსტი გემო. დაუშვებელია სკიპიდარის სუნი და სხვა გარეშე გემო და სუნი
3	ფერი	ღია-ნარინჯისფერი მანდარინისა და ფორთოხლის წვენებისათვის, მოყვითალო-მწვანე ლიმონის წვენისათვის

დაუშვებელია ციტრუსოვანთა წვენებში მჟავების, ხელოვნური საღებავების, სინთეზური არომატული და მაკონსერვირებელი ნივთიერებების დამატება, გარდა ასკორბინის და სორბინის მჟავებისა.

რაც შეეხება წვენების ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებში მოთხოვნას, – სკიპიდარის სუნის დაუშვებლობის შესახებ, მდგომარეობს შემდეგში. ნაყოფის კანი მდიდარია ეთეროვანი ზეთით, რომელიც შეიცავს ალიფატურ მონოტერპენს ლიმონენს. მჟავების ზემოქმედებით ეს ნივთიერება განიცდის იზომერიზაციას და წარმოიქმნებიან პინენის ტიპის ტერპენები, რომლებიც პროდუქტს სკიპიდარის სუნს ანიჭებენ. ამის თავიდან აცილება შესაძლებელია ნაყოფის კანის და კანქვეშა თეთრი ფენის – ალბედოს მოცილებით, რომელთაგან შესაძლებელია ეთეროვანი ზეთის მიღება.

კონცენტრირებული (შესქვლებული) წვენები მიიღება ნატურალური წვენებისაგან ტენის მოცილებით - აორთქლებით, გამოყინვით ან მემბრანული პროცესების (უკუოსმოსი) გამოყენებით. საწარმოო პრაქტიკაში ძირითადად აორთქლების მეთოდი გამოიყენება. ტექნოლოგიური პროცესი შეიძლება განხორციელდეს ატმოსფერული წნევის და გაიშვიათებულ გარემოში, – ვაკუუმ-აბორთქლებელი აპარატების საშუალებით. გაიშვიათებულ გარემოში,

ცხრილი 2.5.2

ციტრუსოვანთა წვენების ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

№	მაჩვენებლის დასახელება	დასაშვები ნორმა
1	ნატურალური წვენები	
	ხსნადი მშრალი ნივთიერებების მასური წილი, %, არა ნაკლებ:	
	ფორთოხლის და მანდარინის	10,0
	ლიმონის	7,0
	ტიტრადი მჟავების მასური წილი (ლიმონის მჟავაზე გადაანგარიშებით), %:	
	ფორთოხლის	0,7-2,0
	მანდარინის	0,7-1,8
	ლიმონის	2,0-6,0
	C ვიტამინის მასური წილი, %, არა ნაკლებ:	
	ფორთოხლის	0,025
	მანდარინის და ლიმონის	0,015
	მანდარინის, ასკორბინის მჟავის დამატებით	0,030
2	წვენები შაქრით	
	ხსნადი მშრალი ნივთიერებების მასური წილი, %, არა ნაკლებ:	
	ფორთოხლის და მანდარინის	14
	ლიმონის	16
	ტიტრადი მჟავების მასური წილი (ლიმონის მჟავაზე გადაანგარიშებით), %:	
	ფორთოხლის	0,6-2,0
	მანდარინის	0,6-1,8
	ლიმონის	1,5-4,5
	C ვიტამინის მასური წილი, %, არა ნაკლებ:	
	ფორთოხლის	0,015
	მანდარინის და ლიმონის	0,010
	მანდარინის, ასკორბინის მჟავის დამატებით	0,030
3	ყველა წვენისათვის	
	სპირტის მასური წილი, %, არა უმეტეს	0,4
	სორბინის მჟავის მასური წილი, %, არა უმეტეს	0,06
	მინერალური მინარევები	დაუშვებელია
	მცენარეული და გარეშე მინარევები	დაუშვებელია

უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებში, კონცენტრირების დროს ხილის წვენი ნაკლებად განიცდის ხარისხობრივი მაჩვენებლების იმ არასასურველ ცვლილებებს, რომლებიც თან ახლავს მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებას. პროცესი მიმდინარეობს 65°C ტემპერატურის და 0,79 მპა წნევის პირობებში, ვიდრე მშრალი ნივთიერების შემცველობა კონცენტრატში არ მიაღწევს 45%-ს. ამგვარად მომზადებული პროდუქტს უტარდება თბური დამუშავება 80°C

ტემპერატურის პირობებში. შემდეგი ოპერაციაა მიღებული კონცენტრატის დაფასოება ჰერმერულ ტარაში.

ტექნოლოგიების განვითარება შესაძლებლობას იძლევა სპეციალური მოწყობილობების გამოყენებით, აორთქლების პროცესისაგან დამოუკიდებლად, განხორციელდეს აქროლადი არომატული ნივთიერებების დაჭერა. ამ მეთოდით არომატული ნივთიერებების გამოყოფის შემთხვევაში, კონცენტრატში მათი დამატება ხდება დაფასოების ოპერაციის წინ 2% მასური წილის ოდენობით.

ხილის წველების კონცენტრირების დროს ტემპერატურული ზემოქმედება და მასთან დაკავშირებული არასასურველი ცვლილებების სრულიად გამორიცხვა და ენერგეტიკული დანახარჯების მნიშვნელოვნად შემცირება არის შესაძლებელი მემბრანული პროცესების გამოყენებით.

უკუოსმოსი – ეს არის ხსნარების ფილტრაციის გზით დაყოფის მეთოდი, რომელიც ხორციელდება წნევის ქვეშ ნახევრადგამტარ მემბრანებზე, რომლებიც ატარებენ გამხსნელს და აკავებენ გახსნილ ნივთიერებას. პროცესის მამოძრავებელია კონცენტრაციათა გრადიენტი, ვინაიდან ხსნარში გამხსნელის კონცენტრაცია ყოველთვის დაბალია. რიცხობრივად ოსმოსური წნევა ტოლია გარეგანი წნევის, რომელიც უნდა მიენიჭოს ხსნარს მემბრანების გავლით დიფუზიის პროცესის შესაწყვეტად, რაც თავისთავად ნიშნავს დინამური წონასწორობის დამყარებას. ხსნარზე ოსმოსურ წნევაზე მეტი წნევის მინიჭების პირობებში, გამხსნელის მოლეკულების დიფუზია მოხდება საპირისპირო მიმართულებით – ხსნარიდან სუფთა გამხსნელისაკენ. ამ პროცესის თანმხლებია ხსნარის კონცენტრირება, რომელმაც უკუოსმოსის სახელწოდება მიიღო. უკუოსმოსი და ულტრაფილტრაცია პრინციპიალურად ანალოგიური პროცესებია, განსხვავება არის მემბრანების ფორმების ზომებში და ხსნარზე მინიჭებული წნევის სიდიდეში. კერძოდ, უკუოსმოსის შემთხვევაში მემბრანების ფორმის ზომები ნაკლებია, წნევა რამდენჯერმე მეტი (7-8 მპა, ნაცლად 0,3-1 მპა-სა).

2.4.2. უალკოჰოლო სასმელები

უალკოჰოლო სასმელების დანიშნულებაა წყურვილის მოკვლა. გარდა ამისა გარკვეული კვებითი ღირებულებით ხასიათდებიან, მათ შემადგენლობაში მცენარეული ექსტრაქტების, წველების, შაქრის და სხვა ინგრედიენტების შემცველობის გამო.

ნატურალურ ინგრედიენტებამდე დამზადებული უალკოჰოლო სასმელებზე მოთხოვნა განუხრელი ზრდის ტენდენციით ხასიათდება. პოპულარულია ისეთი სასმელები, რომელთაც მკვეთრად გამოხატული არომატი აქვთ. მათ შორის, ისეთ უალკოჰოლო სასმელებზე, რომლებიც მზადდება ციტრუსოვნების და ზოგადად სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის ბაზაზე. უალკოჰოლო სასმელების ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს, რომელიც მათ საგემოვნო თვისებებს განსაზღვრავს არომატული ნივთიერებები წარმოადგენენ.

აღნიშნულიდან გამომდინარე ნაშრომში ცალკე ქვეთავად არის წარმოდგენილი უალკოჰოლო სასმელების მიღების ტექნოლოგიის საფუძვლები.

ტერმინი „უალკოჰოლო სასმელები“ – უაღრესად ფართო მნიშვნელობის გამომხატველია. ამ სახელწოდების ქვეშ შეგვიძლია ვიგულისხმოთ ისეთი, გავრცელებული სასმელები, რომლებიც არ შეიცავენ ალკოჰოლს. მაგრამ ტექნოლოგიების თვალსაზრისით იგი სულ სხვა გაგებით იხმარება. უალკოჰოლო სასმელებს ისეთ პროდუქტებს უწოდებენ, რომლებიც ნატურალური ხილის წვენების მსგავსად ტექნოლოგიური დამუშავების გზით მიიღება და უმეტესწილად საგემოვნო თვისებებით მათდამი ერთგვარ მსგავსებას ამჟღავნებენ. ისტორიულად უალკოჰოლო სასმელთა წარმოება საქართველოში უკავშირდება მევენახეობისა და მეხილეობის განვითარებას. ძველ დროში გავრცელებული იქნებოდა მათი გადამუშავების პროდუქტების გამოყენებაც უალკოჰოლო სასმელების სახით, რომელთა პირველსაწყისად უნდა მივიჩნიოთ ხილის წვენი და მათგან შეზავებული მრავალნაირი „შარბათები“, ბადაგი და სხვა სასმელები, რომელთა უმრავლესობას სამკურნალო მიზნებისათვის იყენებდნენ.

უალკოჰოლო სასმელთა შორის ერთ-ერთ ყველაზე უფრო გავრცელებულ სახეს ლიმონათი წარმოადგენს. თავდაპირველად „ლიმონათს“ უწოდებდნენ ხალისის მომგვრელ გამაგრილებელ სასმელს, რომელსაც ლიმონის წვენის, წყლისა და შაქრის ნარევისაგან ამზადებენ და სურნელების გასაძლიერებლად გასრესილი ლიმონის ქერქს უმატებდნენ. აღნიშნული სასმელი მე-17 საუკუნიდან ფართოდ ვრცელდება მთელ რიგ ქვეყნებში. დროთა ვითარებაში ლიმონათების შესაზავებლად, გარდა ლიმონის წვენისა, სხვა ხილის წვენებსაც იყენებდნენ, ხოლო ჩვეულებრივი წყალი შეცვლილი იქნა გაზიანი წყლით.

უალკოჰოლო სასმელების მნიშვნელობა განსაკუთრებით დიდია, როგორც სპეციალური დანიშნულების სამკურნალო-დიეტური პროდუქტების. თავიანთი

სამკურნალო-დიეტური და კვებითი ღირებულების მიხედვით სხვადასხვა სახის უალკოჰოლო სასმელები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

უალკოჰოლო სასმელთა წარმოებაში ძირითადად გამოყენებულია ნედლეულის შემდეგი სახეები: წყალი, შაქარი, ხილი, ხილის ექსტრაქტები, ხილის ესენციები, ნახშირმჟავა გაზი, ორგანული მჟავები, არომატული ნივთიერებანი, საღებავები და ზოგიერთი სხვა მასალები.

წყალი ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს უალკოჰოლო სასმელების წარმოებაში და მასზე დიდად არის დამოკიდებული საბოლოო პროდუქტის ხარისხობრივი მაჩვენებლები. წყლის შემცველობა სასმელში 90-95 %-ს შეადგენს. გარდა ამისა წყალი საწარმოო პროცესში გამოიყენება აგრეთვე სხვადასხვა ტექნოლოგიური და სამეურნეო მიზნებისათვის.

ტექნოლოგიური დანიშნულების წყალი საჭიროების შემთხვევაში იფილტრება, კოაგულირდება, რბილდება და ხდება მისი გაუვნებლობა. წყლის სანიტარულ-ჰიგიენური შეფასება ხდება მისი ფიზიკურ-ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლებით. იგი არ უნდა ხასიათდებოდეს გარეშე გემოთი და სუნით.

ნახშირმჟავა გაზი (CO₂) მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს უალკოჰოლო სასმელების საგემოვნო თვისებებს. ნახშირმჟავა გაზი როგორც კონსერვანტი იცავს სასმელს გაფუჭებისაგან და ანიჭებს მას მდგრადობას.

საწარმოო მნიშვნელობით CO₂-ის მიღება ხდება კოქსისა და ანტრაციტის დაწვით, სპირტული დუღილის დროს, ნამწვავი აირებიდან, კარბონატებზე მინერალური მჟავების მოქმედებით და სხვა.

მცირე რაოდენობით ნახშირმჟავა გაზი ადამიანის ჯანმრთელობისათვის არ არის მავნებელი, დიდი რაოდენობით კი ძლიერ მომშხამავია. რაც შეეხება წყალში გახსნილ მდგომარეობაში, მცირე რაოდენობით დადებითად მოქმედებს მთელ რიგ ფიზიოლოგიურ პროცესებზე.

შაქარი უალკოჰოლო სასმელების ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია, იხმარება სიროფების დასამზადებლად. შაქრებიდან უმთავრესად საქაროზა გამოიყენება. როგორც ცნობილია საქაროზა წარმოადგენს საუკეთესო კონსერვანტს, ასევე მისგან ამზადებენ სპეციალურ საღებავ ნივთიერებას - კოლერს. შაქრის ფხვნილი გამოიყენება თეთრი შაქრის სიროფის დასამზადებლად და მშრალი სასმელების მისაღებად. შაქრის ფხვნილი უნდა აკმაყოფილებდეს მოქმედი რეგლამენტით განსაზღვრულ მოთხოვნებს. ერთ-ერთ

ძირითად მახასიათებელს წარმოადგენს მასში საქაროზის შემცველობა – არა ნაკლები 99,75 %.

შაქრის ფხვნილის წყალში გახსნის შედეგად მიიღება თხევადი შაქარი, რომელიც წარმოადგენს შაქრის სიროფს, გაწმენდილს მექანიკური მინარევებისაგან. თხევად შაქარში მშრალი ნივთიერებების შემცველობა უნდა იყოს არა ნაკლებ 64 %-ისა.

დაბალკალორიული უალკოჰოლო სასმელების მისაღებად, ასევე დიაბეტით დაავადებულთათვის სპეციალური დიეტური სასმელების წარმოებაში გამოიყენება ხელოვნური ტკბილი ნივთიერებები: სორბიტი, ქსილიტი, სახარინი, ასპარტამი, სტევიოზიდი და სხვა.

სორბიტი წარმოადგენს ექვსატომიან სპირტს, იგი თეთრი-ნაცრისფერი მყარი ნივთიერებაა; გემოთი ტკბილია, სასიამოვნო გამაგრილებელი შეგრძნებით. სორბიტს სუნი არა აქვს, კარგად იხსნება წყალში, კალორიულობით სახაროზის ტოლფასია.

ქსილიტი ხუთატომიანი სპირტია; თეთრი, ოდნავ მოყვითალო შეფერვის კრისტალებია. არა აქვს სუნი, ტკბილი გემოსია და კარგად იხსნება წყალში.

სახარინს სინთეზურად ღებულობენ. ქიმიური ბუნებით იგი წარმოადგენს ორთო-სულფობენზოის მჟავას წარმოებულს. სახარინს ადამიანის ორგანიზმი არ ითვისებს და ამდენად საკვები თვისება არ გააჩნია. გარეგანი სახით თეთრი, ოდნავ ყვითელი შეფერილობის კრისტალური ფხვნილია, არ აქვს გემო, 500-ჯერ უფრო ტკბილია სახაროზაზე, ადვილად იხსნება ცხელ წყალში.

ასპარტამი წარმოადგენს დიპეპტიდს (**l-ასპარაგილ- I -ფენილანინის მეთილის ეთერი**), 180-ჯერ ტკბილია სახაროზაზე. კარგად იტანს მაღალ ტემპერატურას, ტკბილი შაქრისმაგვარი გემოთი ხასიათდება; წყალში სუსტად იხსნება. ასპარტამი არასტაბილურია მჟავე არეში, რის გამოც გაძნელებულია მისი გამოყენება უალკოჰოლო სასმელების წარმოებაში.

მჟაგები. უალკოჰოლო სასმელების წარმოებაში სიროფებისა და სასმელების შესაზავებლად ძირითადად ორგანულ მჟაგებს იყენებენ. მინერალურ მჟაგებიდან ნებადართულია ორთოფოსფორმჟავას გამოყენება.

შაქარზე დამზადებული ყველა უალკოჰოლო სასმელი უნდა შეიცავდეს მჟავას გარკვეულ რაოდენობას. წინააღმდეგ შემთხვევაში მიღებული პროდუქტი იქნება უგემური, არამდგრადი და ამასთანავე ვერ უზრუნველყოფს წყურვილის მოკვლას.

ლიმონის მჟავა წარმოადგენს საუკეთესო ნედლეულს ხილეული გაზიანი წყლების წარმოებისათვის. მის ბაზაზე დამზადებული სასმელები ხასიათდება ზომიერი მჟავე გემოთი, ნაზი გამაღიზიანებელი თვისებებით და წყურვილის მოკვლის უნარით. ლიმონის მჟავა სხვა მჟავეებთან, კერძოდ, ღვინის მჟავასთან შედარებით, ხელს უწყობს ასკორბინის მჟავას მეტი რაოდენობით შენარჩუნებას სასმელში. საკვები დანიშნულების ლიმონის მჟავა წარმოადგენს თეთრ ან ოდნავ მოყვითალო ფერის კრისტალებს, რომლის გახსნით გამოხდით წყალში მიიღება მჟავე გემოს მქონე უსუნო გამჭირვალე ხსნარი. ლიმონის მჟავა იხსნება 3 წილ ცივ წყალში.

რძის მჟავა $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$, რომელიც უაღკოჰლო სასმელების წარმოებაში გამოიყენება უფრო გამჭირვალე ან ოდნავ მოყვითალო ფერის მქონე სქელ სითხეს წარმოადგენს. იგი ადვილად იხსნება წყალში და სპირტში.

ღვინის მჟავა – ფართოდ არის გამოყენებული უაღკოჰლო სასმელების წარმოებაში და ლიმონმჟავის შემდეგ ყველაზე მეტად არის გავრცელებული.

არომატული ნივთიერებები შეიძლება იყოს ნატურალური, სინთეზური და კომბინირებული. უაღკოჰლო სასმელების წარმოებაში გამოიყენება ეთეროვანი ზეთები, ექსტრაქტები, ნაყენები, ბალზამები, კრისტალური სურნელოვანი ნივთიერებები და ესენციები. ნატურალური ესენციები მზადდება ბუნებრივი არომატული ნივთიერებების ექსტრაქციით. უაღკოჰლო სასმელების წარმოებაში ფართოდ გამოიყენება ჰპოვა ციტრუსოვანთა ესენციებმა. ნატურალურ ესენციებს დებულობენ ახლადმოწყვეტილი ნაყოფებიდან ვაკუმ-დისტილაციით წყალსპირტული ექსტრაქციით.

ესენციებთან ერთად სასმელების არომატიზაციისათვის იყენებენ ციტრუსოვანთა ნაყოფების და ყვავილების, ჩაის და სხვა სურნელოვანი მცენარეული ნედლეულის ნაყენებს, რომლებიც მზადდება წყალსპირტული ხსნარით ექსტრაქციის გზით. მიღებული ნაყენების არომატი უნდა შეესაბამებოდეს საწყისი ნედლეულის ბუნებრივ არომატს. ცალკეული სასმელების არომატიზაციისათვის გამოიყენება ეთეროვანი ზეთების სპირტული ხსნარები და ექსტრაქტები, როგორცაა დაფნა, ევკალიპტი და სხვა.

გარდა ეთეროვანი ზეთებისა უაღკოჰლო სასმელების წარმოებაში გამოიყენება სურნელოვანი ნივთიერებები – ვანილინი და კუმარინი, ხოლო ზოგიერთი ტიპის სასმელებში კი თაფლი.

სადეზავი ნივთიერებები. უაღკოჰლო სასმელთა უმრავლესობისათვის აუცილებელია სხვადასხვა სადეზავ ნივთიერებათა ხელოვნურად დამატება.

საღებავი ნივთიერებები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: უნდა იყოს უნებელი ადამიანის ორგანიზმისათვის, სასმელების შენახვის დროს არ უნდა იცვლიდეს ფერს, ადვილად უნდა იხსნებოდეს წყალში ნალექის გარეშე, არ უნდა მოქმედებდეს უარყოფითად სასმელის გემოსა და არომატზე. ნატურალურ საღებავებს მიეკუთვნება შაქრის კოლერი, ენოსაღებავი (წითელი ყურძნის ჭაჭისაგან), ანწლისაგან მიღებული წითელი და სტაფილოსაგან მიღებული ყვითელი საღებავები, ქლოროფილის მწვანე საღებავი, ჩაის ექსტრაქტი და სხვა.

ზემოთ მოყვანილი ნედლეული და მასალები ექვემდებარებიან ქიმიურ და ორგანოლექტიკურ გამოკვლევას დადგენილი სტანდარტული მეთოდების მოთხოვნათა შესაბამისად.

დამხმარე მასალები და ტარა. უაღკოპოლო სასმელების წარმოებაში გამოიყენება დამხმარე მასალების შემდეგი სახეები:

ნატრიუმის ტუტე (NaOH), ანუ კაუსტიკური სოდა, რომელიც წყალში კარგად ხსნად თეთრ კრისტალურ მასას წარმოადგენს. ადამიანის კანზე მოხვედრისას დამწვრობას იწვევს. წარმოებაში გამოიყენება წყალხსნარის სახით ჭურჭლების რეცხვისათვის. არ შეიძლება გამოყენებული იქნას ალუმინისაგან დამზადებული ტარის სარეცხად, ვინაიდან ქიმიურ რეაქციაში შედის მასთან. ინახავენ ფოლადის კონტეინერებში ან პოლიეთილენის კასრებში და ცისტერნებში.

ნატრიუმის კარბონატი (Na₂CO₃) თეთრი კრისტალური ფხვნილია ან გრანულების სახით. მისი წყალხსნარი გამოიყენება მოცულობების და მიღგაყვანილობების გასარეცხად.

მანქანა-მოწყობილობებისა და შენობის სადეზინფექციოდ გამოიყენება **ფორმალინი (HCOH)** და **კალციუმის ჰიპოქლორიდი (CaOCl₂),** ასევე **გაჯერებული ორთქლი.**

დამხმარე მასალებს მიეკუთვნება **ბოთლი და სახურავები, ეტიკეტები და წებო.** წებოდ გამოიყენება **დექსტრინი და სახამებელი.**

წვენების გასაფილტრად იყენებენ **სპეციალურ ქსოვილს, ფილტრ-მუყაოს, აქტივირებულ ნახშირს.** გამჭირვალობის მისანიჭებლად კი ფართოდ გამოიყენება **ტანინი და ჟელატინი.**

უაღკოპოლო სასმელების ჩამოსახმელად იყენებენ **სხადასხვა ტევადობის მინის და პლასტიკურ ბოთლებს.**

გაზირებული უაღკოპოლო სასმელების მიღების პრინციპული ტექნოლოგიური სქემა მოიცავს შემდეგ ძირითად სტადიებს:

- წყლის მომზადება და მისი თვისებების გაუმჯობესება;
- წყლის ან სასმელის გაჯერება ნახშირორჟანგით;
- თეთრი შაქრის სიროფის მომზადება;
- კოლერის მომზადება;
- კუპაჟირებული სიროფის მომზადება.
- გაზირებული სასმელის ჩამოსხმა ბოთლებში, ჰერმეტიზება და გაფორმება.

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ წყალი წარმოადგენს უაღკოპოლო სასმელის ძირითად და მის ხარისხს განსაკუთრებულ მოთხოვნებს უყენებენ. წყალი უნდა იყოს სუფთა, გამჭირვალე, უფერული, დასალევად სასიამოვნო, სუნის გარეშე. წყალი, რომელიც არ პასუხობს სანიტარულ ნორმებს იწმინდება.

წყლის თვისებების გაუმჯობესების ქვეშ იგულისხმება მისი დარბილება და რკინის მარილების მოცილება. რკინა წყალში იმყოფება კომპლექსური ნაერთებისა და კოლოიდების შემადგენლობაში. ცნობილია, რომ წყალში რკინის შემცველობისას 0,5 მგ/ლ მეტი კონცენტრაციის დროს უაღკოპოლო სასმელი მიიღება მეტად არამდგრადი შენახვის მიმართ. ასევე წყალი სიხისტით 6,4 მგ. ექვივალენტი/ლ მეტ არამდგრად სასმელს იძლევა. ასეთი წყალი აუცილებლად უნდა დარბილდეს, რისთვისაც იონმცვლელ ფილტრებს იყენებენ. წყლის სიხისტე გამოწვეულია მასში კალციუმისა და მაგნიუმის მარილების შემცველობით.

შემდგომ ტექნოლოგიურ პროცესს წყლისა და სასმელის გაჯერება წარმოადგენს ნახშირორჟანგით. სასმელის გაჯერება ნახშირორჟანგით დამოკიდებულია მის უნარზე გაიხსნას სასმელის კომპონენტებში, წყლისა და სასმელის ტემპერატურაზე, გაჯერების წნევაზე და ხანგრძლივობაზე, ჰაერის თანამყოფობაზე და სხვ. სასმელების გაჯერებისათვის თხევადი ნახშირორჟანგი გამოიყენება. პროცესი ხორციელდება სპეციალურ მოწყობილობაში – სატურატორებში. შემდეგ გაჯერებულ წყალს ურევენ საკუპაჟე სიროფთან. შესაძლებელია აგრეთვე მზა სასმელის გაჯერება ნახშირორჟანგით. აღნიშნული პროცესები ტარდება დაბალ ტემპერატურულ რეჟიმზე. სასმელებში CO₂-ს წილი 0,4 %-ს შეადგენს. 100 დეკალიტრ სასმელზე CO₂-ის ხარჯვის ნორმა 19 კგ-ს შეადგენს.

შაქრის სიროფის მომზადება სწარმოებს სპეციალურ ორთქლის სახარშ ქვაბებში, რომლებიც აღჭურვილია სარეველათი. თეთრი შაქრის სიროფი

მზადდება 60-65 % მშრალი ნივთიერების კონცენტრაციით. სიროფის მომზადება ასეთი თანმიმდევრობით ხორციელდება: დუღილის ტემპერატურამდე გაცხელებულ ხსნარში ხსნიან საჭირო რაოდენობის შაქარს და ხსნარს ადუღებენ მუდმივი არევის პირობებში და კონცენტრაცია აჰყავთ მოთხოვნილ სიდიდემდე.

შაქრის სიროფის ხარშვისას ორგანული მჟავების თანამყოფობისას ხდება საქაროზის ინვერსია და ე.წ. ინვერსიული შაქარი მიიღება. მაღალხარისხოვანი შაქრის სიროფის მომზადებისას აუცილებელ ოპერაციას ხარშვის დროს წარმოქმნილი ქაფის მოცილება წარმოადგენს.

შაქრის კოლერის მომზადება ხორციელდება ორ ეტაპად. პირველი, 160-165°C-ის პირობებში შაქრის გასაღნობად და მუქი-რუხი ფერის ჩამოსაყალიბებლად; ხოლო მეორე, გარკვეული რაოდენობა წყლის დამატების შემდეგ 180-200°C საღებავი ნივთიერების მიღებამდე, რომლებიც საქაროზის კარამელიზაციის პროდუქტებს წარმოადგენენ. მასში მშრალი ნივთიერების შემცველობა 68-72%-ს უნდა შეადგენდეს. სწორად მომზადებული კოლერი მთლიანად იხსნება წყალში. ხარშვის დროს დაუშვებელია 200°C-ზე მეტი ტემპერატურული რეჟიმი, ვინაიდან შაქარი იწვის და კოლერი წყალში გახსნისას ნალექში გადადის. რაც თავისთავად მნიშვნელოვნად აქვეითებს სასმელის ხარისხს.

სიროფების კუპაჟი ერთ-ერთი ყველაზე საპასუხისმგებლო ოპერაციას წარმოადგენს უაღკოპოლო სასმელების წარმოებაში. საგემოვნო თვისებები ძალიან არის დამოკიდებული მათი შეზავების წესებზე.

სიროფების დამახასიათებელი სურნელის გასაძლიერებლად და ჰარმონიული ტონის მისაღებად, უმეტეს შემთხვევაში საჭიროა სურნელოვანი ნივთიერების მიმატება. მარტოოდენ რეცეპტურის ზუსტი დაცვით შეზავებული სიროფი შეიძლება განხილული იქნას როგორც ნაწარმის საფუძველი, რომელიც ყოველთვის მოითხოვს დაზუსტებას, საგემოვნო სურნელოვან ნივთიერებათა თვალსაზრისით. სიროფების კუპაჟს ახდენენ ცივი, ნახევრადცხელი და ცხელი მეთოდით.

ცივი მეთოდის დროს ყველა ნახევარფაბრიკატს ათავსებენ საკუპაჟე ჭურჭელში, მუდმივი არევის პირობებში, შემდეგი თანმიმდევრობით: შაქრის სიროფი, ხილისა და კენკრის წვენი ან ექტრაქტი, კომპოზიციები, მჟავის ხსნარი, საღებავის ხსნარი, არომატული ნაყენები, ესენციები, მიღებული მასა იფილტრება სრული გამჭირვალების მიღებამდე. კუპაჟირებულ სიროფში

საზღვრავენ მშრალ ნივთიერებას, მჟავიანობას და ორგანოლექტიკურ მახასიათებლებს.

ციტრუსების საფუძველზე მომზადებული კუპაჟირებული სიროფები, მხოლოდ ცივი მეთოდით მიიღება.

ნახევრადცხელი მეთოდის გამოყენება ხდება იმ შემთხვევაში, თუ საკუპაჟედ გამოყენებულია წვენები.

სახარშ ქვაბში ათავსებენ საჭირო რაოდენობის წვენის 50 % და შაქრის მთელ რაოდენობას. შაქრის გახსნის შემდეგ სიროფს აღუდებენ 30 წუთს, ხოლო გაცივების შემდეგ უმატებენ დარჩენილ 50% წვენს, ასევე შეჰყავთ საჭირო კომპონენტები იმ თანმიმდევრობით, როგორც ცივი მეთოდის დროს. ამასთან ყველა კომპონენტი წინასწარ უნდა იყოს გაფილტრული. მიღებულ კუპაჟირებულ სიროფს უტარდება ქიმიურ-ორგანოლექტიკური შემოწმება.

ცხელი მეთოდის დროს რეცეპტურით გათვალისწინებული ხილის წვენს ათავსებენ სიროფის სახარშ ქვაბში, აცხელებენ 50-60°C და მასში ხსნიან შაქარს და აღუდებენ 30 წთ-ის ხანგრძლივობით, აცივებენ და ფილტრავენ. შემდეგ მასში შეჰყავთ წინასწარ გაფილტრული მჟავის ხსნარი, ციტრუსებისა და ნატურალური ან სინთეზური ესენციების ხსნარი. კუპაჟირებულ სიროფს ქიმიურ-ორგანოლექტიკურ შეფასებას უტარებენ.

აღსანიშნავია, რომ ხილის წვენების გამოყენების შემთხვევაში შაქრის ინვერსია ხდება მათში შემცველი მჟავებით.

სასმელების სტაბილურობის ამაღლების მიზნით შენახვისადმი მასში შეჰყავთ კონსერვანტი, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია ცალკეული გაზირებული სასმელების შენახვის ვადა 30 დღემდე გახანგრძლივდეს.

შემდეგ ტექნოლოგიურ პროცესს წარმოადგენს გაზირებული სასმელების ჩამოსხმა მინის ან პლასტიკურ ბოთლებში, მათი ჰერმეტიზაცია საცობით და ეტიკეტირება.

მზა კუპაჟირებული სიროფის ბოთლებში ჩამოსხმის წინ მისი კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს 10%-ს. რაც შეეხება გაზირებულ წყალს, კერძოდ მისი ტემპერატურა ბოთლებში ჩამოსხმის წინ არ უნდა აღემატებოდეს 4 °C.

ეტიკეტი სრულ წარმოდგენას უნდა იძლეოდეს პროდუქტზე, კერძოდ, მასზე ასახული უნდა იყოს მწარმოებლის დასახელება, სასმელის სახელწოდება და მოკლე ანოტაცია, ჩამოსხმის თარიღი, შენახვის ვადა და პირობები, ენერგეტიკული ღირებულება. გარდა ამისა ეტიკეტი და ბოთლი სასიამოვნო შთაბეჭდილებას უნდა ახდენდეს მომხმარებელზე.

ბოლო ტექნოლოგიურ ოპერაციას პროდუქციის ინსპექცია და სპეციალურ ყუთებში შეფუთვა წარმოადგენს.

წარმოებაში ფართო გამოყენებით სარგებლობს უაღკოპოლო სასმელების კონცენტრირებული საფუძველი – კონცენტრატები და კომპოზიციები, რომლებიც შედგებიან არომატული და ექსტრაქტული ნაწილისაგან. მაგალითისათვის ქვემოთ წარმოდგენილია ჩაის ფუძეზე დამზადებული პოპულარული უაღკოპოლო მატონიზებელი სასმელის „ბახმარო“ კომპოზიციის ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები (ცხრილი 2.4.2.1).

ცხრილი 2.4.2.1.

უაღკოპოლო მატონიზებელი სასმელის „ბახმარო“ მაღალექსტრაქტული კომპოზიციის ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

№	მაჩვენებელი	დახასიათება და ნორმა	
		არომატული ნაწილი	ექსტრაქტული ნაწილი
1	გარეგანი სახე	გაუმჭირვალე სითხე	ბლანტი სქელი სითხე
2	ფერი	ყავისფერი	ყავისფერი
3	არომატი	დამახასიათებელი შემავალი კომპონენტების	დამახასიათებელი შემავალი კომპონენტების
4	გემო	არომატული	მწკლარტე, დამახასიათებელი შავი ჩაისათვის
5	მშრალი ნივთიერების მასური წილი, %, არა ნაკლებ	14,0±0,2	63,6±0,2
6	სპირტის მასური წილი, %, არა ნაკლებ	34,0±1,5	-
7	ფენოლური ნაერთების მასური წილი, %, არა ნაკლებ	-	0,8
8	კოფეინის მასური წილი, %, არა ნაკლებ	-	0,4

ექსტრაქტული და არომატული ნაწილის კუპაჟი წარმოებს სასმელის ჩამოსხმის წინ წინასწარ შემუშავებული რეცეპტურის მიხედვით. ცხრილში 2.4.2.2 მოყვანილია უაღკოპოლო მატონიზებელი სასმელის „ბახმარო“ ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები.

უაღკოპოლო მატონიზებელი სასმელის „ბახმარო“
ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

№	მაჩვენებელი	დახასიათება და ნორმა
1	გარეგანი სახე	გაუმჭირვალე სითხე, ნალექისა და უცხო მინარევების გარეშე
2	ფერი	მუქი-ყავისფერი
3	გემო	მომჟავო-ტკბილი, მსუბუქი სიმწკლარტით
4	არომატი	ჩაის ღიმონით
5	მშრალი ნივთიერების მასური წილი, %	13,1±0,2
6	მჟავიანობა, სმ ³ 1 მოლური NaOH-ის ხსნარის 100 სმ ³ სასმელზე	2,5±0,3
7	ნახშირორჟანგის მასური წილი, %, არა ნაკლებ	0,4

უაღკოპოლო სასმელის „ბახმარო“ კომპოზიციის არომატული და ექსტრაქტული ნაწილის შენახვა შესაძლებელია 12 თვის განმავლობაში არა ნაკლებ 20°C და არა უმეტეს 20°C პირობებში, დაბნელებულ სათავსოში.

უაღკოპოლო სასმელები უნდა ინახებოდეს მშრალ, სუფთა, კარგად ვენტილირებად სათავსოში შემდეგ პირობებში: ტემპერატურა – არა ნაკლებ 0°C და არა უმეტეს 18°C, ფარდობითი ტენიანობა – არა უმეტეს 75%.

**3. სუბტროპიკლი ეთერზეთოვანი ნედლეულის
შენახვა და გადამუშავება**

**3.1. ეთერზეთების მიღების ძირითადი პრინციპები
და ბანსახვრებები**

ეთეროვანი ზეთები სპეციფიური არომატის მქონე და ადვილად აქროლად ნივთიერებათა რთული ნარევიანია. სახელწოდება წარმოიშვა ადვილად აქროლადობის თვისებიდან, ისე როგორც ეთერისა, ხოლო გარეგნულად ცხიმზეთებთან მსგავსებით. ეთერზეთების შემადგენლობაში გვხვდება სხვადასხვა ნაერთი: ალდეჰიდები, კეტონები, სპირტები, ეთერები, ფენოლები, ტერპენები. ეთეროვანი ზეთებს მხოლოდ მცენარეები წარმოქმნიან. მათი დიდი ნაწილი გამოირჩევა თავისი სუნით და გემოთი, ამიტომ ეთერზეთებს მრავალმხრივი გამოყენება აქვთ პარფიუმერიაში, კოსმეტიკურ, საკონდიტრო და უაღკოპოლო სასმელების წარმოებაში, ფარმაცევტულ მრეწველობაში.

უკანასკნელ წლებში კვების მრეწველობაში სულ უფრო ფართოდ იყენებენ ეთერზეთებს მშრალი სანელებლების ნაცვლად.

ეთეროვანი ზეთები წარმოადგენენ ორგანული ნივთიერებების რთულ ნარევს, რომელთაგან ძირითადს ტერპენები (ტერპენოიდები) წარმოადგენენ. ტერპენები ეთეროვან ზეთებში იმყოფებიან სპირტების, ალდეჰიდების, კეტონებისა და სხვა ნივთიერებების წარმოებულების სახით. ეთერზეთების შემადგენლობაში შედიან აგრეთვე არომატული და ფენოლური ნაერთები, გოგირდისა და აზოტის შემცველი ნივთიერებები.

მცენარე ეთეროვან ზეთს შეცავს ვეგეტატიურ და გენერაციულ ნაწილში (ყვავილში, ფოთოლში, ნაყოფში, კანში, თესლში, ფესვში). ეთერზეთოვან ნედლეულს აჯგუფებენ იმის მიხედვით, თუ რომელ ნაწილში შეიცავს მცენარე ამ ნივთიერებებს დიდი რაოდენობით.

ეთეროვანი ზეთის მაღალი ხარისხი და მაღალი გამოსავალი შესაძლებელია მიღწეულ იქნას ნედლეულის ოპტიმალურ პირობებში დამზადების შემთხვევაში. რაც თავის მხრივ გულისხმობს ამ ნივთიერებების მაქსიმალური შემცველობის უზრუნველსაყოფად მცენარის ბიოლოგიურ მზადყოფნას, ნედლეულის უდანაკარგოდ ტრანსპორტირებას და ოპტიმალურ პირობებში შენახვას.

ეთერზეთის შედგენილობისა და მცენარეულ ნედლეულში მისი ლოკალიზაციის ხასიათიდან გამომდინარე ანსხვავებენ მათი გამოყოფის (გამოწვილვა) შემდეგ მეთოდებს:

- წყლის ორთქლთან ერთად გამოხდა;
- ექსტრაქცია გამხსნელებით (აქროლადი, არააქროლადი);
- მექანიკური (დაწნეხა, გამოწურვა);
- სორბციული (შთანთქმა).

ეთეროვანი ზეთები ნედლეულში იმყოფებიან თავისუფალი ან ბმული ფორმით. ბმული ფორმის შემთხვევაში ეთეროვანი ზეთი დაკავშირებულია სხვა რომელიმე ნაერთთან გლიკოზიდური კავშირით. თავისუფალი ეთერზეთების მისაღებად პირველი ოთხი მეთოდი გამოიყენება, ხოლო შეკავშირებულის შემთხვევაში - ფერმენტაცია და შთანთქმის მეთოდი.

წყლის ორთქლთან ერთად გამოხდა ეთერზეთების მიღების ერთ-ერთი ყველაზე უფრო გავრცელებული მეთოდია, რომელიც ითვალისწინებს კომპონენტების ორთქლის მდგომარეობაში გადაყვანას და შემდგომ კონდენსაციას. კომერციული ეთეროვანი ზეთების 90%-ზე მეტი ორთქლთან

ერთად გამოხდით მიიღება. ეთეროვანი ზეთის წყლის ორთქლით გამოხდის ორ ხერხს არჩევენ: ჰიდროდისტილაცია და მწვავე ორთქლით გამოხდა. ჰიდროდისტილაციის დროს ნედლეული ჩატვირთულია მადუღარი წყლის მოცულობაში. ხოლო გადაღების დროს კი მწვავე ორთქლი მიეწოდება ნედლეულით წინასწარ დატვირთულ გადამდენ აპარატში (კუბი). მცენარეული ნედლეულიდან ეთეროვანი ზეთების გამოხდისათვის საჭიროა გამოსახდელი აპარატი, ანუ კუბი, რომელშიც ნედლეული თავსდება, მაცივარი და კონდენსატის მიმღები.

არსებული შეხედულებით წყლის ორთქლით ეთერზეთის მიღების დროს მიმდინარეობს ორი პროცესი: პირველი, ეთერზეთის გადატანა ჰიდროდიფუზიით ნედლეულის ზედაპირისაკენ და შემდგომი მისი აორთქლება ორთქლის ნაკადში, რომელიც ეხება ნედლეულის ზედაპირს (ფაზათა გამყოფი ზედაპირი); მეორე, უშუალოდ ნედლეულის შიგთავსიდან აორთქლება ჰიდროდიფუზიის ფაზის გაუვლელად. ამ პროცესების მიმდინარეობაზე მოქმედი ფაქტორები განსაზღვრებენ მცენარეული ნედლეულიდან ეთეროვანი ზეთის გამოხდის სიჩქარეს და სელექტურობას. ნაკადის ინტენსივობა დამოკიდებულია მისი ლოკალიზაციის ხასიათზე მცენარეულ ნედლეულში, წყალში ხსნად და უხსნადი კომპონენტების რაოდენობაზე და სხვა ფაქტორებზე. ეთეროვანი ზეთის გამოსავალზე გავლენას ახდენს ნედლეულის დაქუცმაცების (დაჭყლეტის) ხარისხი, რაც პროცესის დინამიურ განვითარებას უწყობს ხელს. მაგალითად ეკალიპტის ფოთლის შემთხვევაში 15-20 %-ით არის შესაძლებელი ეთერზეთის გამოსავალის გაზრდა. ასევე ინტენსიფიცირდება მცენარეულის ნედლეულიდან ეთერზეთის კომპონენტების ჰიდროდიფუზია. პროცესის მიმდინარეობაზე გავლენას ახდენს ხანგრძლივობა და ორთქლის წნევა. შეიძლება ითქვას, რომ მცენარეული ნედლეულიდან ეთერზეთის გამოხდა, ზოგადი შეხედულებით, ეს არის მყარი ფაზიდან თხევადი ფაზის მოცილების პროცესი ჰიდროდიფუზიის და აორთქლების გზით.

მწვავე ორთქლით ეთეროვანი ზეთის გამოხდის მეთოდის გამოყენების დროს აპარატში ჩატვირთული ნედლეული მუშავდება მწვავე ორთქლით. პროცესის მიმდინარეობის დროს ორთქლი კონდენსირდება, აღწევს ნედლეულის შიგთავსში, ახდენს ეთერზეთების კომპონენტების ექსტრაქციას ზედაპირისაკენ, რომლებიც წარიტაცებიან ორთქლის ახალი ნაკადით. ეთეროვანი ზეთებისა და წყლის ორთქლის ნარევი შემდეგ მიეწოდება მაცივარში, სადაც ხდება ეთეროვანი ზეთისა და დისტილატის დაყოფა.

მიმღებში გროვდება ე.წ. პირველადი ზეთი, ხოლო დისტილატი მიეწოდება გადასადენად (კოგობაცია). ამ ოპერაციის მიზანია ზეთის ხსნადი ნაწილის გამოწვივა, რის შედეგად მიიღება ე.წ. მეორადი ზეთი. იგი განსხვავდება პირველადი ზეთისაგან ჟანგბადის შემცველი კომპონენტების მეტი რაოდენობით. პირველადი ზეთი მოითხოვს გაწმენდას, გაკეთილშობილებას მისი ორგანოლექტიკური მახვენებლების გაუმჯობესების მიზნით. ზოგიერთ შემთხვევაში ახდენენ მის ფრაქციონირებას შემადგენელ ნაწილებად სასურველი ფრაქციის ან ცალკეული კომპონენტების მისაღებად. მეორადი ზეთი, შედგენლობისაგან დამოკიდებულებით, შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც დამოუკიდებელი პროდუქტი, ან საკუპაჟედ პირველად ზეთთან.

პროცესი ხორციელდება პერიოდული და უწყვეტი მოქმედების აპარატების გამოყენებით. როგორც წესი ნაკლები მოცულობის ნედლეულის გადასამუშავებლად გამოიყენება პერიოდული ქმედების აპარატები. უწყვეტი ქმედების აპარატები აღჭურვილია შნეკებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ ჩატვირთვა-განტვირთვის და საკუთრივ ტექნოლოგიური პროცესის უწყვეტობას ნედლეულის გადამუშავების დროს. ეს აპარატები გამოიყენებიან დიდი რაოდენობით სწრაფფუჭადი ნედლეულის გადასამუშავებლად.

ნახ. 3.1.1. მოყვანილია მცენარეული ნედლეულიდან მწვავე ორთქლით ეთეროვანი ზეთის მიღების ტექნოლოგიური სქემა.

ნედლეულის გადამუშავების პროცესში გადასადენ აპარატში წარმოქმნილი ეთეროვანი ზეთებისა და წყლის ორთქლების ნარევი მაცივარში კონდენსირდება. მიღებულ დისტილატში ეთეროვანი ზეთი იმყოფება ჭეშმარიტი ხსნარისა და ემულსიის სახით. ზეთსა და წყალს შორის კუთრი წონების სხვაობა უდევს საფუძვლად მათი ერთმანეთისაგან განცალკავების ოპერაციას სპეციალურ ზეთგამყოფი მოწყობილობის გამოყენებით.

ემულსიის დაყოფის ეფექტიანობაზე გავლენას ახდენს დისტილატის ტემპერატურა ზეთგამყოფში. ოპტიმალურად ითვლება 35-40°C ტემპერატურა, ხოლო შემდგომი ზრდა საგრძნობლად ზრდის დანაკარგებს ნივთიერებათა ნაწილის აორთქლების გამო. ეთეროვანი ზეთის მნიშვნელოვანი ნაწილი თან მიყვება დისტილირებულ წყალს, რომლისაგან მიიღება ე.წ. მეორადი ზეთი. მეორადი ზეთი შედგენილობით და თვისებებით განსხვავდება პირველადისაგან და როგორც წესი უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს ტერპენულ ნახშირწყალბადებს. მეორადი ზეთის გამოყოფა დისტილირებული წყლისაგან შესაძლებელია გადადენით (კოგობაცია), ექსტრაქციით გამხსნელების

გამოყენებით და აღსორბციით გააქტიურებულ ნახშირზე. ამ უკანასკნელზე აღსორბირებულ ზეთს შემდგომ უტარებენ ექსტრაქციას აქროლადი გამსხნელებით. პროცესი ხორციელდება პერიოდული და უწყვეტი ქმედების აპარატების გამოყენებით. პერიოდული კოგობაცია ტარდება გადამდენ დანადგარში, რომელიც აღჭურვილია ორთქლის პერანგით ან კლაკნილით და ბარბატორით ამორთქლებელში მწვავე ორთქლის მისაწოდებლად. დისტილატი ცხელდება დუღილის ტემპერატურამდე, შემდეგ მიეწოდება მწვავე ორთქლი და იწყება მეორადი ზეთის გადადენა. მეორადი ორთქლის მოხსნა ხდება მიმდებ- გამყოფებში მსგავსად პირველადისა. დაუშუშავებელი ზეთი შეტივნარებულ მდგომარეობაში 3-დან 5 %-მდე წყალს და მინარევებს შეიცავს, რომლებიც მას არასასაქონლო სახეს ანიჭებენ. წყლის თანამყოფობა უარყოფითად მოქმედებს ზეთის სტაბილურობაზე შენახვის პროცესში. ამასთან დაკავშირებით ზეთის დამატებით მუშავდება მისი გაუწყლოებისა და მინარევებისაგან გაწმენდის მიზნით. გაუწყლოებას ახდენენ დაყოვნებით, უწყლო ამონიუმის სულფატით და აგრეთვე ვაკუუმ-გადადენით. დაყოვნების პროცესი გარემო ტემპერატურის პირობებში 2-3 კვირის განმავლობაში გრძელდება, რომლის დროს სცილდება წყლისა და მინარევების მნიშვნელოვანი ნაწილი. ემულსიის დაყოფის პროცესის დაჩქარება შესაძლებელია 70-80°C ტემპერატურის პირობებში. გაუწყლოების მიზნით გამოიყენება 2-3 % ნატრიუმის სულფატი. ვაკუუმ-შრობის ოპტიმალური ტემპერატურა 60-70°C-ს შეადგენს, რომლის დროს შესაძლებელია ზეთის ორგანოლექტიკურ მახვენებლებზე უარყოფითად მოქმედი ადვილადაქროლადი კომპონენტების (ცხიმის რიგის ალდეჰიდები, მუავეები) მოცილება. საწარმოო პრაქტიკაში მინარევების მოსაცილებლად აგრეთვე გამოიყენება ფილტრაციის პროცესი.

ექსტრაქციის მეთოდით ეთეროვანი ზეთების მიღებას საფუძვლად უდევს მასათა ცვლის ზოგადი კანონზომიერება. მასათა ცვლა მცენარეული ნედლეულის ქსოვილებსა და მოძრავ თხევად ფაზას შორის ორ ეტაპად მიმდინარეობს: პირველი, შიდა მასაგადაცემის შედეგად ნივთიერებების გადაადგილება მასალის ფორებს შორის ფაზათა გამყოფი ზედაპირისაკენ; მეორე, ამ ნივთიერებების გადატანა ხსნარში გარეგანი მასათა ცვლით. მაშასადამე, შიდა და გარე დიფუზიის ხარჯზე მიმდინარეობს მყარი ფაზიდან ნივთიერებების გამოწვილება. პროცესის მიმდინარეობა დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე: ნედლეულის დისპერსიის ხარისხზე, ექსტრაგენტის მახასიათებლებსა და მის ტემპერატურაზე, ექსტრაქციის ხერხზე. ნედლეულის

დაქუცმაცების შედეგად იზრდება ფაზათა ურთიერთქმედების ზედაპირის ფართობი და საბოლოო ჯამში მასათაცვლის კოეფიციენტი. ექსტრაგენტის ტემპერატურის მატება იწვევს პროცესის ინტენსიფიკაციას ხსნადი ნივთიერებების გადაადგილების სიჩქარის ზრდის ხარჯზე. სარიაქციო არეს ჰიდროდინამიკური პირობების გაუმჯობესება შესაძლებელია ექსტრაგენტის დუდილის ტემპერატურამდე მიყვანით ვაკუუმის პირობებში. პროცესის მიმდინარეობაზე ასევე გავლენას ახდენს საექსტრაქციო მასალის ჩატვირთვის სიმკვრივე. ეთერზეთების წარმოებაში ძირითადად გამოყენებულია ორი გამხსნელი – დიეთილის ეთერი (გოგირდის ეთერი) და პეტროლეინის ეთერი.

ექსტრაქციის ხერხები შეიძლება ორ ჯგუფად დავეყოთ – სტატიკური და დინამიური. დინამიურის შემთხვევაში ექსტრაგენტი მოძრაობს ნედლეულის მიმართ და მუდმივად აშორებენ ექსტრაქციის ზონიდან, რაც ზრდის პროცესის ეფექტიანობას. პროცესის მიმდინარეობის დროს გამხსნელში გადადის ეთეროვანი ზეთი, ცვილები და სხვა ნივთიერებები. გამოყოფილ ხსნარს უწოდებენ მისცელას, რომელსაც გადადენით აცლიან გამხსნელს და მიიღება ექსტრაქტი, რომელსაც კონკრეტს უწოდებენ. კონკრეტი წარმოადგენს ნახევრად პროდუქტს ე.წ. აბსოლუტური ზეთის მისაღებად. შესაძლებელია კონკრეტის გამოყენება არომატიზატორად ან საკვებ დანამატად. კონკრეტის შემდგომი დამუშავება გულისხმობს ეთანოლში მის გახსნას. ხსნარს აცივებენ და აყოვნებენ ცვილების გამოლექვის მიზნით და ფილტრავენ ვაკუუმის ქვეშ. სპირტის გადადენის შემდეგ მიიღება აბსოლუტური ზეთი. პერსპექტიულია გაზური ექსტრაქცია (ინერტული გაზის ნაკადში). განსაკუთრებით კი თხევადი ნახშირორჟანგის გამოყენებით, რომლის დიდ ღირსებასაც ატოქსიკურობა წარმოადგენს. ამ მეთოდით ეთერზეთების მისაღებად საჭიროა ექსტრაქტორი, დისტილატორი (ამაორთქლებელი) და კონდენსატორი.

მექანიკური მეთოდი ეთეროვანი ზეთების გამოყოფის კიდევ ერთი მეთოდია, რომელიც ძირითადად ციტრუსოვნების კანიდან ეთეროვანი ზეთების გამოსაყოფად გამოიყენება. საწარმოო მასშტაბით გამოიყენება ორი ხერხი. პირველის შემთხვევაში მთლიან ნაყოფს აცლიან ფლავედოს, რომელშიაც მოთავსებულია ეთეროვანი ზეთის სათავსი და მიღებული მასიდან ახდენენ პროდუქტის გამოყოფას. მეორე ხერხის პირობებში კი ციტრუსების კანი იწინიხება. მიუხედავად იმისა, რომ ეთეროვანი ზეთის გამოსავალი არ აღემატება 25-30%-ს მისი საწყისი შემცველობიდან, პროდუქტი გამოირჩევა მაღალი ხარისხით და სტაბილურობით დაჟანგვის მიმართ. ცივი დაწინეხვით მიღებული

ციტრუსოვნების ზეთი შეიცავს არააქროლად არომატულ ნივთიერებებს, ასევე კაროტონოიდებს, რომლებიც განაპირობებენ მის სტაბილურობას და მაღალ ორგანოლექტიკურ მახვენებლებს. ჰიდროდისტილაციის გზით მიღებული ზეთი არ შეიცავს ამ ნივთიერებებს და ხარისხობრივი მახვენებლები ჩამორჩება ცივი დაწნხით მიღებულს.

ეთეროვანი ზეთები შეიცავენ სხვადასხვა ქიმიური ბუნების უნაჯერ ნაერთებს, რომლებიც ძალზე მგრძნობიარები არიან დაჟანგვისადმი. ამიტომ ხანგრძლივი შენახვის ან ჰაერთან შეხების დროს განიცდიან ჟანგვით გარდაქმნებს, რომელთა ხასიათი და ხარისხი დამოკიდებულია ზეთის ქიმიურ შედგენილობაზე. პროცესის გაღრმავების შედეგად იცვლება ხარისხობრივი მახვენებლები და გარკვეული პერიოდის შემდეგ არასასიამოვნო სუნის მქონე ნივთიერებები წარმოიქმნებიან. მაგალითად, ციტრუსოვნების ზეთებში შემცველი ძირითადი კომპონენტი d-ლიმონენი ადვილად იჟანგება და უარესდება პროდუქტის სუნი და ხარისხობრივი მახვენებლები, დაჟანგვის მიმართ უფრო მგრძნობიარე მანდარინის ეთერზეთია. შენახვის პროცესში ლიმონის ზეთში მცირდება γ -ტერპინენის რაოდენობა და გროვდება n-ციმენი, რომლის სუნი (ე.წ. „ციმენის სუნი“) უარყოფითად აისახება პროდუქტის ხარისხზე. ეთეროვანი ზეთის შენახვის პროცესში ჟანგვით გარდაქმნებს განიცდიან ეთერები, სპირტები, კეტონები და განსაკუთრებით ალდეჰიდები. ჟანგვითი გარდაქმნების შედეგად შენახვისა და დაძველების პროცესში ეთეროვანი ზეთების დიდი ნაწილის ხარისხი უარესდება. გამონაკლისს წარმოადგენს დაფნისა და ევკალიპტის ეთეროვანი ზეთები, რომელთა ორგანოლექტიკური მახვენებლები უმჯობესდება შენახვის გარკვეულ პერიოდში.

ნახ. 3.1.2. მოცემულია მცენარეული ნედლეულიდან ცინეოლის შემცველი ზეთების წილადი გამოსხდის ტექნოლოგიური სქემა.

ეთერზეთოვანი მცენარეული ნედლეულიდან განხილული იქნება კეთილშობილი დაფნა, ევკალიპტი და ციტრუსოვნები.

3.1.1. კეთილშობილი დაფნა

კეთილშობილი დაფნა (**Laurus nobilis L.**) უძველეს ეთერზეთოვან მცენარეთა ჯგუფს მიეკუთვნება, რომლის სამშობლოდ ხმელთაშუა ზღვის მშრალი სუბტროპიკული კლიმატის მქონე ქვეყნები ითვლება. დაფნის კულტურა გამოირჩევა სიცოცხლის საკმაოდ დიდი ხანგრძლივობით, – გვხვდება

მცენარეები, რომელთა ასაკი 120-150 წელს აღწევს. დაფნა მარადმწვანე ხე ან ბუჩქია, რომლის სიმაღლე, ზრდის პირობების მიხედვით, 2-5-დან 8-10 მეტრამდე აღწევს. კარგად ექვემდებარება ფორმირებას სხვადასხვა სახის გასხვლებით, რის გამოც იგი ამავედროულად წარმოადგენს დეკორაციულ და ქარსაფარ ზოლებად გასაშენებელ მცენარეს. დაფნის კულტურა დასავლეთ საქართველოში ცნობილი იყო ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე, მაგრამ ფართო სამრეწველო გავრცელება ჰპოვა მხოლოდ გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან. დაფნის გავრცელებულ ფორმებს სამ ჯგუფად აერთიანებენ ფოთლის ზომების მიხედვით: ფართო, საშუალო და წვრილფოთლოვანი. მცენარის კულტურაში შეყვანის მიზანს ფოთლოვანი მასის და ეთეროვანი ზეთის მიღება წარმოადგენს. ფოთოლი მოკლე ყუნწიანია, მთლიანკედლიანი, ოდნავ ტალღისებრი, მოგრძო ლანცეტური ან ოვალურ-ელიფსური ფორმის. ფოთლის ფირფიტის ზედა მხარე პრიალაა, მუქი მწვანე, ხოლო ქვედა მხარე ღია მწვანე შეფერილობის. ფოთლის ზომები მერყეობს საკმაოდ დიდ დიაპაზონში: სიგრძე – 5-12 სმ, სიგანე – 2-5 სმ. მცენარე 4-5 წლის ასაკში იძლევა სხვადასხვა ფორმის (სფეროსებრი, კვერცხისებრი) ნაყოფს, ზომებით 10-15-დან 12-19 მმ-მდე და მასით 0,93-1,9 გ ნედლ მდგომარეობაში.

ტექნოლოგიური თვალსაზრით მნიშვნელოვანი მახვენებელია დაფნის ფოთოლში **წყლისა და მშრალი ნივთიერების** შემცველობა ნედლეულის დამზადების მომენტში. მოსავლის აღების დროს მცენარეს აჭრიან ერთ – და ორწლიან ტოტებს, რომლებზეც განლაგებულია სხვადასხვა ასაკის ფოთოლი: ზრდის ფაზაში მყოფი (ნაზი), ერთწლიანი, ორწლიანი და უფრო ძველი (მობერებული). მოსავლის აღების დროს დაფნის სხვადასხვა ასაკის ფოთოლში ტენის შემცველობის შესახებ საერთო კანონზომიერება მშრალ მასაზე გაანგარიშებით შემდეგია: ზრდის ფაზაში მყოფი – 52,3-56,4%; ერთწლიანი – 48,5-52,0%; ორწლიანი – 48,3-50,0%; მობერებული – 47,0-48,5%. ფოთოლში წყლის შემცველობა იცვლება სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, – დასაწყისში იზრდება, მაქსიმუმს აღწევს ზაფხულის პერიოდში და მცირდება შემოდგომაზე.

დაფნის ფოთლის ქიმიური შედგენილობის უმთავრეს კომპონენტს **ეთეროვანი ზეთი** წარმოადგენს. აქროლად ნივთიერებებს შეიცავს მცენარის თითქმის ყველა ნაწილი. მცენარის ფოთლებში ზეთის შემცველობა ძირითადად დამოკიდებულია აგროეკოლოგიურ ფაქტორზე, ფოთლის ასაკზე და მისი დამზადების პერიოდზე. ამ ფაქტორებისაგან დამოკიდებულებით ეთეროვანი ზეთის შემცველობა დაფნის ფოთოლში საკმაოდ დიდ დიაპაზონში მერყეობს და

საშუალოდ 2,26-2,70%-ს შეადგენს ნედლ მასაზე გაანგარიშებით. დასავლეთ საქართველოს პირობებში ეთეროვან ზეთის მეტი რაოდენობით დაგროვებით ორწლიანი ფოთლები გამოირჩევა, თუმცა რაოდენობრივად დიდი სხვაობა არ ფიქსირდება. მცენარის ცალკეულ ნაწილებში ეთეროვანი ზეთის შემცველობა განსხვავებულია. თუ ფოთოლში ეთეროვანი ზეთის შემცველობა აღწევს 5%-ს მშრალ მასაზე გაანგარიშებით, ღეროში და ყვავილებში საშუალოდ შეადგენს 0,4-0,5%, ხოლო ნაყოფში 0,3-0,8%-ს. აღსანიშნავია, რომ ნაზი ღერო დიამეტრით არა უმეტეს 2 მმ-სა 2,6-ჯერ მეტ ეთეროვან ზეთს შეიცავს, ვიდრე გამერქნებული. ამიტომ დაფნის ფოთლებთან ერთად ეთეროვანი ზეთის მისაღებ ნედლეულად რეკომენდებულია ნაზი ღეროების დამზადება. დაფნის ფოთოლში ეთეროვანი ზეთის შემცველობა ცვალებადია წელიწადის დროის მიხედვით და მაქსიმალური რაოდენობა შეინიშნება ოქტომბერ-ნოემბერში. არსებული მონაცემებით დაფნის ფოთლის ეთეროვანი ზეთი 300-ზე მეტ ინდივიდუალურ ნივთიერებას შეიცავს, რომელთა შორის ძირითად კომპონენტს, რაოდენობრივი თვალსაზრისით, **1,8 – ცინეოლი** წარმოადგენს. ამ ნივთიერების შემცველობა ეთეროვან ზეთში დამოკიდებულია ფოთლის დამზადების პერიოდზე. ცინეოლის მასური წილი დაფნის ფოთლის ეთეროვან ზეთში შეადგენს 42,7% და 39,1%-ს შესაბამისად გაზაფხულ-ზაფხულში და შემოდგომა-ზამთარში დამზადებულ ნედლეულში. დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი ეთეროვან ზეთში **α – ტერპინილფორმიაცი** – 12,8-16,8% და **ლინალოლი** – 10,5-12,8%. ეთეროვანი ზეთის ძირითადი კომპონენტებია: **საბინენი** – 4,7-7,7%, **მეთილევგენოლი** – 2,0-4,0%, **α – და β – პინენი** 3,8-3,3% და 2,8-2,3% შესაბამისად, **ტერპინეოლი - 4** - 3,6-2,7%, **n – ციმოლი** – 1,1-2,5%, **მირცენი** – 1,3-1,2% და სხვა ნაერთები.

ნახშირწყლების შემცველობაზე გავლენას ახდენს დაფნის ფოთლის ასაკი. ხსნადი ნახშირწყლები მეტი რაოდენობით არიან წარმოდგენილი ერთწლიან ფოთლებში (9,47%), ვიდრე ორწლიანში (7,78%). მონოშაქრებიდან გვხვდება **გლუკოზა, ფრუქტოზა და გალაქტოზა**, ხოლო დისაქარიდებიდან – **საქაროზა**. პოლისაქარიდების ჯამური რაოდენობა დაფნის ფოთოლში 18,0%-დან 22%-მდე მერყეობს სხვადასხვა ფაქტორებისაგან დამოკიდებულებით.

ცილოვანი ნივთიერებების რაოდენობა მცირდება ფოთლის ზრდისა და განვითარების კვალობაზე. ნაზი, მზარდი ყლორტები 15,6% ცილას შეიცავს, თითქმის 2-ჯერ მეტს, ვიდრე ორწლიანი ფოთლები. ერთწლიან ფოთლებში ამ ნივთიერებების შემცველობა საშუალოდ 11-12%-ს შეადგენს.

ფენოლური ნაერთები მეტი რაოდენობითაა წარმოდგენილი ნაზ ფოთლებში, ვიდრე მოუხეშოსა და უხეშში. ასაკისაგან დამოკიდებულებით ამ ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა 3,0%-დან 5,3%-ის ფარგლებშია. დაფნის ფოთლის ფენოლური ნაერთების კომპლექსში ნაპოვნია **კატეხინები** : (-) - ეპიკატეხინი, (+) - გალოკატეხინი, (-) - ეპიგალოკატეხინი და ფლავონოლები: კვერციტრინი (კვერცეტინ - 3 - რამნოზიდი), იზოკვერციტრინი (კვერცეტინ - 3 - გლუკოზიდი), რუტინი (კვერცეტინ - 3 - რუტინოზიდი).

დაფნის ფოთოლი მდიდარია ქლოროფილებით და თანმდევი პიგმენტებით. **ქლოროფილების** შემცველობა დაფნის სხვადასხვა ასაკის ფოთოლში შემდეგია: ზრდის ფაზაში მყოფი - 4,77 მკგ/მგ, ერთწლიანი - 6,94 მკგ/მგ, ორწლიანი - 7,05 მკგ/მგ. სავეგეტაციო პერიოდში იცვლება ფოთოლში ქლოროფილების შემცველობა, კერძოდ, მინიმალურია გაზაფხულზე, შემდეგ იზრდება და თავის მაქსიმუმს აღწევს სექტემბერ-ოქტომბერში. ქლოროფილების თანამყოფობა უზრუნველყოფს დაფნის მშრალ ფოთლზე სტანდარტით გათვალისწინებულ მოთხოვნას პროდუქტის მწვანე შეფერილობაზე. **კაროტინოიდების** ჯამური შემცველობა დაფნის ფოთლის დამზადების მომენტში 1,84-3,39 მკგ/მგ-ის ფარგლებში მერყეობს.

დაფნის კულტურის ძირითადი პროდუქციის - მშრალი ფოთლის შენახვისუნარიანობა, ხარისხობრივი მაჩვენებლები და მასში ზეთის შემცველობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული შრობის პროცესის მიმდინარეობასა და ნარჩენი ტენის რაოდენობაზე. შრობის პროცესში ხდება ფოთლიდან ჭარბი ტენის მოცილება, რომლის რაოდენობა საბოლოო პროდუქტში არ უნდა აღემატებოდეს 12%-ს ტექნოლოგიური რეგლამენტის მოთხოვნათა შესაბამისად. ოპტიმალური ტენშემცველობა უზრუნველყოფს ხანგრძლივი დროით მის შენახვას. დაფნის ახლადმოკრეფილ ფოთოლს ძირითადად ბუნებრივ პირობებში აშრობენ. პროცესი საშუალოდ 20-30 დღის განმავლობაში მიმდინარეობს სპეციალურ საშრობ ფარდულებში და დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე, რომლებიც განსაზღვრავენ მშრობი აგენტის პარამეტრებს - ტემპერატურას, ფარდობითი ტენიანობას და სიჩქარეს. მიღებულია დადებითი შედეგები დაფნის ფოთლის კონვექციური და რადიაციულ-კონვექციური (ინფრაწითელი სხივების ენერგია) შრობის მეთოდების გამოყენებით. ტენის აორთქლების პარალელურად მიმდინარეობს ცვლილებები ფოთლის ქიმიურ შედგენილობაში, მათ შორის არომატულ კომპლექსში. ნედლი და მშრალი დაფნის ფოთლის ეთეროვანი ზეთების არომატი ერთმანეთისაგან

განსხვავდება. შრობის პროცესში საშუალოდ 5%-ით მცირდება ეთეროვანი ზეთის შემცველობა. ორგანო-სინთეზური მანქანების ცვლილება უკავშირდება ეთეროვანი ზეთის არმატის განმსაზღვრელი ტერპენული ნაერთების 20-22%-ით შემცირებას. შრობის პროცესის მიმდინარეობის დროს 2-ჯერ და მეტად მცირდება α - და β - პინენის შემცველობა. პარალელურად იზრდება სპირტების, როგორც ეთერების და ფენოლების რაოდენობა, რაც გარკვეულწილად მოქმედებს ეთეროვანი ზეთის არმატის ცვლილებაზე. ცალკეული ტერპენული ნაერთების შემცირება უკავშირდება მათ ნაწილობრივ აორთქლებას. შრობის პროცესში მცირდება ქლოროფილების და კაროტინოიდების შემცველობა, შესაბამისად, 10-12% და 34-35%-ით, რაც ასახვას პოულობს ფოთლის შეფერილობის ცვლილებაში. ასევე მცირდება ცილოვანი ნივთიერებების, ნახშირწყლების და ფენოლური ნაერთების შემცველობა. შემადგენელი ქიმიური ნაერთების ცვლილებები მიმდინარეობს დაფნის ფოთლის შენახვის პროცესში. შრობის შედეგად იცვლება დაფნის ფოთლის ზომები და ფიზიკური მახასიათებლები. სხვადასხვა ასაკის დაფნის მშრალი ფოთოლი საშუალოდ შეიცავს 1,8-2,2% ეთეროვან ზეთს და 20,3-23,5% წყალში ხსნად ექსტრაქტულ ნივთიერებებს, მისი ხარისხი, საკვებ დანამატად გამოყენების პირობებშიც, განისაზღვრება ეთეროვანი ზეთის რაოდენობრივი და თვისობრივი შედგენილობით. ამიტომ ფოთლის შენახვის და გადამუშავების დროს ყველა ტექნოლოგიური პროცესი მიმართული უნდა იყოს ეთეროვანი ზეთის მაქსიმალური რაოდენობით შენარჩუნებისაკენ. დაფნის მშრალი ფოთოლი ჰიგროსკოპულია და ადვილად ითვისებს ტენს. ამიტომ მისი შენახვა უნდა ხდებოდეს 70% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

დაფნის ფოთლიდან ეთეროვანი ზეთის მიღება წყლი ორთქლთან გამოხდით ხდება. პროცესის ხანგრძლივობა 3-4 სთ-ს შეადგენს. მიმღებ ჭურჭელში გამოიყოფა ფოთოლში არსებული მთლიანი ეთეროვანი ზეთის 90-95%, ხოლო დანარჩენი მიჰყვება კონდენსატს და შემდგომ კოგობაციით გამოიყოფა.

კეთილშობილი დაფნის მშრალი ფოთლიდან წყლის ორთქლთან გამოხდის მეთოდით მიღებული ეთეროვანი ზეთის ქიმიური შედგენილობა მოყვანილია ცხრილში 3.1.1.

ცხრილი 3.1.1

მშრალი დაფნის ფოთლიდან გამოყოფილი ეთეროვანი ზეთის
ქიმიური შედგენილობა

№	კომპონენტის დასახელება	შემცველობა, % ეთეროვანი ზეთის საერთო რაოდენობიდან
1	α – პინენი	6,5
2	კამფენი	0,6
3	β – პინენი	4,2
4	საბინენი	8,5
5	მირიცენი	1,7
6	α – ფელანდრენი	0,7
7	ლიმონენი	1,7
8	γ – ტერპინენი	1,0
9	1,8 – ცინეოლი	43,0
10	ლინალოლი	9,3
11	ტერპინენოლი – 4	3,0
12	α – ტერპინელოლი	4,5
13	α – ტერპინილაცეტატი	7,5
14	მეთილევგენოლი	2,3
15	ევგენოლი	1,0

ცხრილის 3.1.1 მონაცემებიდან ჩანს, რომ დაფნის მშრალი ფოთლიდან მიღებული ეთეროვანი ზეთის ძირითადი კომპონენტებია: 1,8 – ცინეოლი, საბინენი, ლინალოლი, α – ტერპინილაცეტატი, მეთილევგენოლი და სხვა ნაერთები.

დაფნის ფოთლიდან გამოყოფილი ეთეროვანი ზეთი მოყვითაღი-მომწვანო ფერის მოძრავი სითხეა, რომელიც ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური და ქიმიური მაჩვენებლებით: სიმკვრივე – 0,9160-09310, გარდატეხის კოეფიციენტი – 1,4690, ეთერის რიცხვი – 36-56, მუავიანობის რიცხვი – 1,1-2,5.

დაფნის ეთეროვანი ზეთი მაღალი შენახვისუნარიანობით გამოირჩევა. ჰერმეტიკულ ტარაში და ბნელ გარემოში შენახვის დროს პროდუქტის ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები წლების განმავლობაში პრაქტიკულად ნაკლებად იცვლება.

დაფნის ფოთლის ეთეროვანი ზეთი, როგორც ნატურალური არომატიზატორი, გამოიყენება კვების მრეწველობაში, პარფიუმერიასა და ქიმიურ წარმოებაში.

3.1.2. ევკალიპტი

ევკალიპტი (**Eucalyptus L. Herit**) – სწრაფადმზარდი მარადმწვანე მცენარეა, რომელსაც გარკვეული პერიოდულობით თითქმის მთელი წლის განმავლობაში სცვივა ფოთოლი. ამ მცენარის ყლორტები და ფოთლები დიდი რაოდენობით შეიცავს **ეთეროვან ზეთს**, რომლის შემადგენლობის ნახევარზე მეტს **ცინეოლი** წარმოადგენს.

ევკალიპტი მიეკუთვნება ავსტრალიის კონტინენტის ენდემურ მცენარეთა უძველეს ფორმას, რომლის ინტროდუქცია საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში გასული საუკუნის დასაწყისში განხორციელდა, ძირითადად კლიმატის გასაჯანსაღებლად და მაღარიის საწინააღმდეგოდ. მცენარის ფართოდ გავრცელება ჭაობიან ადგილებში გაპირობებულია ჭარბი ტენის აორთქლების მისი გამორჩეული უნარით. კერძოდ, მძლავრად განვითარებული ფესვთა სისტემა ნიადაგიდან უხვად იწოვს ტენს და ფოთლების საშუალებით დიდი ინტენსივობით აორთქლებს მას. მიუხედავად ამისა ძლიერ დაჭაობებულ ნიადაგებზე ევკალიპტის კულტურა ვერ ვითარდება.

ევკალიპტის სახეობათა უმეტესობა დიდი და საშუალო ზომის სწრაფად მზარდი ხეებია, იშვიათადად დაბალტანიანი ან ბუჩქები. სიმაღლის მიხედვით ევკალიპტის სახეობები სამ ჯგუფად იყოფა: პირველი, მაღალი ტანის 25 მ-ზე მეტი სიმაღლის (**ტირიფისებრი – E.viminalis**, **სფერული – E. globulus** და **გიგანტური – E. gigantea** ევკალიპტები); მეორე, საშუალო ტანის 15-20 მ სიმაღლის (**ლევა – E. cinerea**, **მაკარტური – E. macarturi** და სხვ.) და მესამე, დაბალი ტანის 15 მ-ზე ნაკლები სიმაღლის (**კორდატა – E.cordata**, **კამალდულენსი – E. camaldulensis** და სხვ.). საქართველოში გავრცელებულ სახეობებს შორის დომინირებს ტირიფისებრი ევკალიპტი, რომელიც ყინვაგამძლეობით გამოირჩევა.

მცენარის ჯიშური შედგენილობა და ასაკი გავლენას ახდენს ფოთლის ფორმაზე და ფერზე, მასში ეთეროვანი ზეთის შემცველობაზე. მაგალითად, ტირიფისებრი ახალგაზრდა ევკალიპტის ფოთლები მწვანე შეფერილობით და

ვიწრო ან ფართო ლანცეტური ფორმით ხასიათდებიან. რაც შეეხება ასაკოვანი ფოთლებს, – ისინი მუქი-მწვანე შეფერილობით და ლანცეტურ-ნამგლისებრი ფორმით გამოირჩევიან. ლევა ეკალიპტის ახალგაზრდა ფოთლები მწვანე ფერის მომრგვალო ან გულისებრი ფორმისაა, ცვილისებური ფიფქით დაფარული; ხოლო ასაკოვანი ფოთლები – ცისფერია, ფართო ან ვიწრო ლანცეტისებრი.

ეკალიპტის ფოთლებში ეთეროვანი ზეთის შემცველობა და ქიმიური შედგენილობა დამოკიდებულია მცენარის სახესხვაობასა და აგროეკოლოგიურ ფაქტორზე, მის ასაკზე. ეკალიპტის ზოგიერთი სახეობის ფოთლებში ეთეროვანი ზეთის შემცველობა არსებითად განსხვავებულია და საშუალო მაჩვენებლის მიხედვით შემდეგ სურათს იძლევა: მაკარტური – 0,9%, სფერული – 2%, ლევა – 3,0-3,5%. ძირითადი კომპონენტის ცინეოლის რაოდენობა იცვლება 50%-დან 80%-მდე.

მცენარის ასაკი მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მის ფოთოლში ეთეროვანი ზეთის რაოდენობრივ და ნაკლებად თვისობრივ შედგენილობაზე, რაც კარგად ჩანს ცხრილის 3.1.2 მონაცემებიდან ლევა ეკალიპტის მაგალითზე.

ცხრილი 3.1.2.

სხვადასხვა ასაკის ლევა ეკალიპტის ფოთლებში ეთეროვანი ზეთის შემცველობა

№	მცენარის ასაკი	ეთეროვანი ზეთის შემცველობა, %		ცინეოლი, %
		ნედლი მასა	მშრალი მასა	
1	ახალგაზრდა (იუვენილური) (1-2 წელი)	2,3	4,8	70
2	გარდამავალი (3-4 წელი)	0,7	1,3	76
3	ზრდასრული (10-12 წელი)	1,1	1,7	64

ახალგაზრდა (იუვენილური) ეკალიპტის ფოთლები ეთეროვან ზეთს 2-ჯერ მეტი რაოდენობით შეიცავს, ვიდრე ზრდასრული მცენარის ფოთლები. ამ მონაცემებმა საფუძველი დაუდო დასავლეთ საქართველოში ეკალიპტის ამონაყარი – საკაფი კულტურის სახით გაშენებას, რაც გულისხმობს ახლადგაშენებული პლანტაციიდან პირველი მოსავლის აღება-აჭრას 2-3 წლის პერიოდში. პირველი მოსავლის აღება-აჭრა წარმოებს გაზაფხულზე მცენარის ფესვის ყელიდან 10-15 მ-ის სიმაღლეზე. მცენარის მომძლავრების შემდეგ აჭრების ჩატარება შესაძლებელია როგორც ადრე გაზაფხულზე, ასევე გვიან

შემოდგომაზე. ამონაყარი – საკაფი კულტურისათვის წარმატებით გამოიყენება ლეგა და ტირიფისებრი ევკალიპტები.

ნედლეულის გადამუშავება შესაძლებელია როგორც ნედლი, ასევე მშრალი სახით. ნედლეულის შრობა უნდა ჩატარდეს ბუნებრივ პირობებში, როგორც წესი ჩრდილში, რაც უზრუნველყოფს ეთეროვანი ზეთების მაქსიმალური რაოდენობით შენარჩუნებას. ევკალიპტის ნედლეულიდან ეთეროვანი ზეთის მიღება ძირითადად წყლი ორთქლთან გამოსხდით ხდება. გამოსხდის წინ ნედლეული ქუცმაცდება 1,0-1,5 სმ ზომის ნაწილაკებად ეთეროვანი ზეთის გამოსავლიანობის გაზრდის მიზნით. წყლის ორთქლთან გამოსხდის პროცესის ხანგრძლივობა სტანდარტულ აპარატებში (კუბი) 2-3 სთ-ს შეადგენს.

ევკალიპტის ეთეროვანი ზეთის შედგენილობა საკმაოდ რთულია, იგი შეიცავს 130-ზე მეტ ინდივიდუალურ კომპონენტს. ცხრილში 3.13 მოცემულია ევკალიპტის ზოგიერთი სახესხვაობის ეთეროვანი ზეთში ძირითადი ქიმიური ნაერთების შემცველობა

ცხრილი 3.13

ევკალიპტის ზოგიერთი სახესხვაობის ეთეროვანი ზეთში ძირითადი ქიმიური ნაერთების შემცველობა

№	ქიმიური ნაერთის დასახელება	ევკალიპტის ეთეროვანი ზეთში შემცველობა, %		
		სფერული	ლეგა	კამაღდულენსი
1	1,8 – ცინეოლი	60,0	69,0	18,5
2	α - პინენი	12,4	1,27	3,75
3	d - ლიმონენი	2,2	-	-
4	n - ციმოლი	1,6	1,2	31,2
5	ლინალოლი	0,1	-	-
6	ლინალილაცეტატი	-	-	4,5
7	ნერილაცეტატი	-	-	9,3
8	ტერპინენოლი – 4	-	0,74	-
9	α- ტერპინენოლი	-	2,91	-
10	α- ტერპინილაცეტატი	-	11,3	-
11	არომადენდრენი	6,5	-	-
12	კომინალი	-	11,0	8,54
13	ფელანდრალი	-	5,5	5,69
14	კრიპტონი	-	5,5	5,70
15	პიპერიტონი	-	-	6,3

ევკალიპტის ეთეროვანი ზეთი უფერული ან მოყავისფრო შეფერილობის ადვილად მოძრავი სითხეა, რომელიც ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური და

ქიმიური მაჩვენებლებით: **სიმკვრივე** – 0,9078, **ეთერის რიცხვი** – 15,69, **მჟავიანობის რიცხვი** – 2,25, **გარდატეხის კოეფიციენტი** – 1,4650. ეთეროვანი ზეთის სუნი დამოკიდებულია დომინანტი ქიმიური კომპონენტების ბუნებაზე.

პრაქტიკაში ევკალიპტების ეთეროვანი ზეთებს სამ ჯგუფად ყოფენ: სამედიცინო, საპარფიუმერიო და ტექნიკური. სამედიცინო დანიშნულების ეთეროვანი ზეთის ხარისხი განისაზღვრება მასში **ცინეოლის** შემცველობით, – რაც მეტია ამ ნაერთის რაოდენობა, მით მაღალია ხარისხი. ევკალიპტის ზეთი გამოირჩევა ძლიერი ანტისეპტიკური მოქმედებით და წარმატებით გამოიყენება სამედიცინო პრაქტიკაში რიგი დაავადებების საწინააღმდეგო საშუალებად.

3.1.3. ციტრუსოვანთა ეთეროვანი ზეთები

ეთეროვანი ზეთების გამოყოფა შესაძლებელია ციტრუსოვანი მცენარეების ფოთლებიდან, ყვავილებიდან და ნაყოფის კანიდან. ჩამოყალიბებული ტრადიციის მიხედვით მცენარის სხვადასხვა ორგანოდან მიღებულ ზეთს სხვადასხვა სახელი ეწოდება, კერძოდ, ყვავილების ზეთს – **ნეროლის**, ფოთლებისა და ყლორტების ზეთს – **პეტიგრენის**, ხოლო კანის ზეთს – კონკრეტული მცენარის (ლიმონის, ფორთოხლის, მანდარინის და სხვ.) სახელი.

ეთეროვანი ზეთის მეტი გამოსავალი და მაღალი ხარისხის მიღება შესაძლებელია ახლად მოკრეფილი, ახალგაზრდა ფოთლების დაყოვნების გარეშე გადამუშავებით. ციტრუსოვანთა ფოთლებიდან და ყლორტებიდან ეთეროვანი ზეთის მიღება ხდება წყლის ორთქლთან გამოხდის მეთოდით.

ფორთოხლის ფოთლებიდან ეთეროვანი ზეთის გამოსავალი 0,125 %-ს შეადგენს. ზეთი მოყვითალო გამჭირვალე სითხეა და ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით: **სიმკვრივე** – 0,843-0,862, **გარდატეხის კოეფიციენტი** – 1,478-1,488. მისი ძირითადი შემადგენელი კომპონენტებია: **გერანიოლი** (12,7%), **ციტრალი** (4%) და სხვა. ზეთი ხასიათდება ნეროლის სურნელით.

ლიმონის ფოთლებიდან ეთეროვანი ზეთის გამოსავალი 0,30%-ს შეადგენს. იგი მოყვითალო ფერის სითხეა, **ხვედრითი წონით** – 0,864, **გარდატეხის მაჩვენებელი** – 1,479. ეთეროვანი ზეთის ძირითადი შემადგენელი კომპონენტებია: **ციტრალი** (15%), **ლინალოლი**, **გერანიოლი**, **ნეროლი** და სხვა.

მანდარინის ფოთლებიდან ეთეროვანი ზეთის გამოსავალი 0,14 %-ია. იგი მომწვანო-მოყვითალო ფერის სითხეა, რომლის **სიმკვრივეა** – 0,852 და

გარდატეხის მაჩვენებელი – 1,475-1,488. მისი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია: ციმოლი (50%), პინენი, კამფენი და სხვა.

ციტრუსოვანთა ნაყოფის კანისაგან ეთერზეთის გამოყოფა შესაძლებელია მექანიკური მეთოდით – დაწნეხვით. ზეთის სრული გამოწვილვა შესაძლებელია გამოწნეხილი მასის ექსტრაქციით. გამსხნელად ძირითადად ეთილის სპირტი გამოიყენება. გამოყოფილი ეთეროვანი ზეთი ნაყოფისათვის დამახასიათებელი სურნელის მატარებელია, რის გამოც ფართოდ გამოიყენება კვების მრეწველობაში, უალკოჰოლო და ალკოჰოლიანი სასმელების წარმოებაში, ასევე პარფიუმერიაში და კოსმეტიკაში.

ფორთოხლის კანიდან ეთეროვანი ზეთის გამოსავალი 0,5-0,67%-ია. იგი წარმოადგენს ნაყოფის არომატისა გემოს მატარებელ ყვითელი ფერის მქონე სითხეს შემდეგი მახასიათებლებით: **ხვედრითი წონა** – 0,8485-0,8504, **გარდატეხის მაჩვენებელი** – 1,4727-1,4742. ზეთის ძირითადი კომპონენტია **ლიმონენი** (90 %-მდე). იგი ასევე შეიცავს **ლინალოლს**, α – **ტერპინოლს** და სხვა ნივთიერებებს.

მანდარინის კანის ეთეროვანი ზეთი ღია მოყვითალო ფერის სითხეა, მანდარინის სპეციფიური სუნით. იგი ხასიათდება შემდეგი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით: **ხვედრითი წონა** – 0,828, **გარდატეხის მაჩვენებელი** – 1,476, **ეთერის რიცხვი** – 3,6. მანდარინის კანის ეთეროვანი ზეთის ძირითადი კომპონენტია α – **ლიმონენი** (75-95%). ზეთი მცირე რაოდენობით შეიცავს γ – **ტერპინენს**, და β – **პინენს**, **მირიცენს**, **ლინალოლს** და სხვა ნივთიერებებს.

ლიმონის კანისაგან გამოყოფილი ეთეროვანი ზეთი ღია-მოყვითალო შეფერილობის გამჭირვალე სითხეა, ხასიათდება შემდეგი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით: **სიმკვრივე** – 0,834, **გარდატეხის მაჩვენებელი** – 1,476, **ეთერის რიცხვი** – 4. ლიმონის კანის ეთეროვანი ზეთის ძირითადი კომპონენტია **α -ლიმონენი** (50-90%). ზეთი აგრეთვე შეიცავს **α** და **β** **პინენს**, **საბინენს** და სხვა ნივთიერებებს.

ციტრუსოვანი მცენარეების ყვავილის მხოლოდ ერთი ნაწილი იძლევა ნაყოფს, რომელიც სასაქონლო პროდუქტად ყალიბდება. ყვავილების დიდი ნაწილი კი ცვივა ან იძლევა მცირე ზომის გამონასკვებს. შემუშავებულია აგროტექნოლოგიური ღონისძიება, რომელიც ითვალისწინებს, მოსავლისათვის ზიანის მიყენების გარეშე, ყვავილის ერთი ნაწილის კრეფას, დარჩენილი მეორე ნაწილის ინტენსიური განვითარების ხელშეწყობის მიზნით და დაკრეფილი ყვავილებისაგან მაღალხარისხოვანი ზეთის მიღებას. ყვავილების აღება ხდება შერჩევითი მეთოდით აპრილ-მაისში, მათი სრული გაშლის მომენტში, იმ

ანგარიშით, რომ მცენარეზე დარჩეს ყვავილების ნახევარზე მეტი. ნედლეული იკრიფება მშრალ ამინდში, დილის საათებში და ნამის შემრობის შემდეგ სწრაფად უნდა მოხდეს მისი გადამუშავება. ეთეროვანი ზეთის გამოყოფა ხდება ჰიდროლისტილაციის მეთოდის გამოყენებით.

ადგილობრივი ჯიშის **ფორთოხლის ყვავილის** ეთეროვანი ზეთი წარმოადგენს მოძრავ მუქი-ყვითელი ფერის სითხეს, ყვავილისათვის დამახასიათებელი სასიამოვნო სუნით. ზეთის გამოსავალი შეადგენს 0,021 %-ს და ხასიათდება შემდეგი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით: **გარდატეხის მაჩვენებელი - 1,4725, ეთერის რიცხვი - 13,8, მჟავიანობის რიცხვი - 5,1.**

ფორთოხლის ყვავილიდან მიღებული ზეთის ტერპენული ნაწილი ძირითადად შეიცავს: **α - და β - პინენს, საბინენს, მირცენს, ლიმონენს, α - ტერპინენს** და სხვა ნაერთებს. ტერპენული ნახშირწყალბადების ჯამი ეთერზეთის მასის 40%-მდე შეადგენს და ძირითადად ნაერთს საბინენი წარმოადგენს. ტერპენული სპირტებიდან ეთეროვანი ზეთი შეიცავს: **ლინალოლს, ციტრონელოლს, ნეროლს, α - ტერპინეოლს** და სხვა ნაერთებს, რომელთა ჯამური რაოდენობა საერთო მასის 40%-ს შეადგენს. ალდეჰიდების (ბენზალდეჰიდი, ფენილაცეტალდეჰიდი და სხვ.) ჯამური რაოდენობა 5%-ია. უნდა აღინიშნოს, რომ **α - ლიმონენის** შემცველობა არ აღემატება 0,3%-ს. მაშინ როდესაც ამ ნივთიერების შემცველობა ფორთოხლის კანის ეთეროვან ზეთში 90 %-ის ტოლია.

უნშიუს ჯიშის **მანდარინის ყვავილის** ეთეროვანი ზეთი ძნელად მოძრავი მუქი ყავისფერი ბლანტი სითხეა, სპეციფიური სასიამოვნო სუნით, რომელიც მკვეთრად განსხვავდება ფორთოხლის ყვავილის ზეთისაგან. ზეთის გამოსავალი 0,011 %-ს შეადგენს და ხასიათდება შემდეგი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით: **გარდატეხის მაჩვენებელი - 1,4725, ეთერის რიცხვი - 19,8%, მჟავიანობის რიცხვი - 5,1.** ფორთოხლის ყვავილის ეთეროვანი ზეთისაგან განსხვავებით, მანდარინის ზეთში ტერპენული ნახშირწყლების შემცველობა საერთო მასის 25 %-ს არ აღემატება და წარმოდგენილია შემდეგი ნივთიერებებით: **α - და β -პინენი, საბინენი, ლიმონენი, ოცემინი** და სხვ. მანდარინის ყვავილის ეთეროვანი ზეთი მდიდარია ფენოლური ბუნების ნაერთებით, რომელთაგან ძირითადი კომპონენტია **თიმოლი** და მისი მეთილის ეთერი.

ციტრუსოვანთა ნაყოფში და ყვავილში ეთეროვანი ზეთების რაოდენობრივი და თვისობრივი შედგენილობა მკვეთრად განსხვავებულია ერთმანეთისაგან.

**4. სუბტროპიკული ცხიმოვანი ნედლეულის
შენახვა და გადამუშავება**
**4.1. ცხიმოვანების მიღების ძირითადი პრინციპები
და ბანსაზღვრებები**

ცხიმოვანებს უწოდებენ მცენარეს, რომელიც ნაყოფში ან თესვში დიდი რაოდენობით აგროვებს ცხიმოვან ზეთებს. ეს ნაერთები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ცოცხალი ორგანიზმის განვითარების პროცესში. ცხიმებს როგორც სამარაგო ნივთიერებებს მცენარე იყენებს ენერჯის წყაროდ თესლის გაღვივების პროცესში. ცხიმები გლიცერინის და მაღალმოლეკულური ცხიმშეკვების რთული ეთერების (გლიცერიდები) ნარევიანია, რომლის შემადგენლობაში შეიძლება შედიოდეს ათეულობით ცხიმშეკვა. მცენარეული ცხიმების შედგენილობაში უმეტესწილად წარმოდგენილია: **უჯერი ცხიმშეკვებიდან – ოლეინის, ლინოლის და ლინოლენშეკვები; ნაჯერი ცხიმშეკვებიდან – პალმიტინის და სტეარინშეკვები.** მცენარეული ცხიმები შეიძლება იყოს ერთშეკვიანი და სხვადასხვა შეკვიანი. ერთშეკვიანის შედგენილობაში შედის ერთი კონკრეტული შეკვა. ერთშეკვიანი გლიცერიდები გვხვდება მხოლოდ მცირე რაოდენობის მცენარეების ცხიმოვანებში. ამის მაგალითია ზეთისხილი, რომელშიაც ცხიმშეკვების საერთო შემცველობის 80%-ს ოლეინშეკვა წარმოადგენს. მცენარეული ზეთების დიდი ნაწილი სხვადასხვა შეკვიანი გლიცერიდების ნარევიანსაგან შედგება. მცენარეული ცხიმოვანები მხოლოდ 95-98%-ით წარმოადგენენ სუფთა ტრიგლიცერიდებს და ყოველთვის შეიცავენ თავისუფალ ცხიმშეკვებს, სტეროიდებს და ლიპიდების სხვა წარმომადგენლებს.

ცხიმოვანი ზეთების თვისებებზე და ხარისხზე მსჯელობენ მათი ფიზიკური და ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით. ფიზიკური მაჩვენებლებიდან აღსანიშნავია ხვედრითი მასა, გარდატეხის კოეფიციენტი, დნობისა და გამყარების ტემპერატურა, აალების ტემპერატურა. ზეთების ხარისხის განმსაზღვრელი ქიმიური მაჩვენებლები:

მჟავიანობის რიცხვი – არის KOH-ის რაოდენობა მილიგრამობით, რომელიც საჭიროა 1 გ ცხიმოვანში შემავალი თავისუფალი ცხიმშეკვების გასანიტრალეზად და აჩვენებს თავისუფალი შეკვების შემცველობას. რაც უფრო მაღალია მჟავიანობის რიცხვი, მით უფრო დაბალია ცხიმოვანის ხარისხი და პირიქით.

გასაპენის რიცხვით – არის KOH-ის რაოდენობა მილიგრამობით, რომელიც საჭიროა 1 გ ცხიმში შემავალი თავისუფალი და გლიცერიდებთან შეკავშირებული მჟავების გასანიიტრალებლად და ახასიათებს ცხიმზეთში შემავალი ცხიმოვანი მჟავების საერთო რაოდენობას.

იოდის რიცხვი – არის იოდის რაოდენობა გრამობით, რომელსაც შეიერთებს 100 გ ცხიმი და წარმოადგენს ცხიმზეთის უჯერობის ხარისხის საზომს. რაც უფრო მაღალია იოდის რიცხვი, მით მეტია უჯერი ცხიმოვანი მჟავების რაოდენობა და უფრო თხიერია ცხიმი.

უჯერი მჟავების მაღალი შემცველობის მქონე ცხიმზეთი შრობის უნარის მქონე ზეთებს მიეკუთვნება და ლაქ-საღებავების წარმოებაში გამოიყენება.

მცენარეული ცხიმზეთები, რომლებსაც ჩვეულებრივ ზეთებს უწოდებენ, გარკვეული სპეციფიურობით ხასიათდებიან ცხოველურ ცხიმებთან შედარებით. მცენარეული ზეთების უმრავლესობა თხევადი კონსისტენციისაა, გარდა პალმის, კაკოსა და ქოქოსის ცხიმზეთებისა. აღნიშნული ფიზიკური თვისებები გაპირობებულია მცენარეულ ცხიმებში ცხიმოვანი მჟავების შემცველობით. ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავები ხასიათდებიან უფრო მაღალი ლღობის ტემპერატურით, ამიტომ ცხიმები ნაჯერი მჟავების უპირატესი შემცველობით როგორც წესი მყარია, ხოლო უჯერის შემთხვევაში კი თხევადი.

ცხიმზეთებს ადამიანი სამი ძირითადი მიზნისათვის იყენებს როგორც საკვებ პროდუქტს, სამკურნალო საშუალებასა და ტექნიკური დანიშნულებით. გარდა იმისა, რომ მცენარეული ზეთები უშუალოდ საკვებად გამოიყენებიან, მათგან აგრეთვე მიიღება სხვა საკვები ცხიმები. კარგად არის ცნობილი ცხიმზეთების სამკურნალო თვისებები. ზოგიერთი მცენარეული ზეთი საუკეთესო საშუალებაა ჰიპერტონიის საწინააღმდეგოდ, იგი წინააღმდეგობას უწევს კაპილარებში ქოლესტერინის დაგროვებას. ასევე წარმოადგენს კუჭის გაწმენდის საუკეთესო საშუალებას, გამოიყენება ჭროლობებისა და დამწვრობის საწინააღმდეგოდ.

ზოგიერთი ზეთი ხასიათდება სწრაფი შრობის უნარით მეკრივი აფსკის წარმოშობით, რაც მეტია უჯერი მჟავების შემცველობა ცხიმზეთში, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს შრობა. ამიტომ ზეთებს დიდი გამოყენება აქვთ ლაქ-საღებავების წარმოებაში. ასეთ ზეთებზე დამზადებული საღებავი გამძლეა ატმოსფერული ნალექებისა და ქიმიური რეაგენტების მიმართ. ერთ-ერთი ასეთი ზეთია ტუნგის ზეთი, რომელიც მასობრივად გამოიყენება საღებავების დასამზადებლად.

ცხიმზეთოვანი ნედლეულის დამზადება დროის მცირე მონაკვეთში ხდება, ხოლო ზეთის გამოსდა კი ხანგრძლივი დროს მოითხოვს. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნედლეულის გადამუშავებამდე შენახვის ოპერაციას ხარისხის შენარჩუნებით და უდანაკარგოდ.

პირველ ტექნოლოგიურ პროცესს წარმოადგენს შრობა, რომელსაც უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება თესლის ნორმალურად შენახვისა და გადამუშავების შემდგომი პროცესებისათვის.

ცხიმის გამოყოფას ნედლეულიდან ორი მეთოდით ახდენენ – **დაწნეხით** და **ექსტრაქციით**.

დაწნეხვა თავის მხრივ შეიძლება იყოს ცივი და ცხელი. ცივად დაწნეხვის შემთხვევაში ზეთის გამოსავლიანობა დაბალია. ამასთან ერთად შეიცავს ცილოვან და კოლოიდურ ნივთიერებებს და ცუდად ინახება. ცივად დაწნეხვას იყენებენ მაღალხარისხოვანი საკვები ან სამკურნალო ზეთის მისაღებად. ზოგჯერ მიმართავენ ცივი და ცხელი დაწნეხვის კომბინაციას. თესლს ჯერ ცივად წნეხენ, ხოლო დარჩენილ ნაწილს ცხლად. დაწნეხის მეთოდი ზეთის მიღების უძველესი ხერხია. მისთვის დამახასიათებელია ზეთის შედარებით დიდი დანაკარგები, როგორც წესი ნარჩენში (შროტი) ზეთის შემცველობა მისი მასის 8%-ს აღწევს. სწორედ ამიტომ, დაწნეხვის მეთოდი შეიცვალა ექსტრაქციის მეთოდით. ნედლეულის დამუშავება ხდება ისეთი ორგანული გახსნელების გამოყენებით, რომელშიც ადვილად იხსნება ცხიმზეთი.

გამოიყენება აგრეთვე ზეთის მიღების კომბინირებული მეთოდი. ზეთი მიიღება დაწნეხით, ხოლო შემდეგ დარჩენილ მყარ მასას უტარდება ექსტრაქცია ზეთის სრული გამოწვილების მიზნით.

დაწნეხით ზეთის მიღების შემთხვევაში თანმიმდევრულად ტარდება შემდეგი ტექნოლოგიური პროცესები: ცხიმზეთოვანი ნედლეულის ნაჭუჭის დამსხვრევა და მოცილება, თესლის დაქუცმაცება (სრესილის მომზადება), მიღებული მასის ჰიდროთერმული დამუშავება (წყლით და სითბოთი), დაწნეხვა, მიღებული ზეთის რაფინაცია (გაწმენდა). დაწნეხისათვის უწყვეტი ქმედების შნეკური დანადგარები გამოიყენება.

ექსტრაქციის მეთოდით ცხიმის მიღება განსაკუთრებით დადებით შედეგს იძლევა ცხიმის დაბალი შემცველობის ნედლეულის შემთხვევაში. ექსტრაქციის მეთოდი დამყარებულია ცხიმის კარგად ხსნადობაზე ზოგიერთ გამხსნელში. პროცესს საფუძვლად დიფუზიის მოვლენა უდევს. დიდი მნიშვნელობა აქვს გამხსნელის შერჩევას. იგი უნდა იყოს ნაკლებად ცეცხლსაშიში, არატოქსიკური

ადამიანის ორგანიზმისათვის, უნდა იყოს აქროლადი, რათა სწრაფად მოსცილდეს ზეთს, არ უნდა ხსნიდეს ნედლეულის სხვა ქიმიურ ნივთიერებებს, უნდა იყოს იაფი. ბუნებრივია, რომ აბსოლუტურად ამ მოთხოვნებს ვერც ერთი გამსხნელი ვერ აკმაყოფილებს. ცხიმზეთების საექსტრაქციოდ გამოიყენება ბენზინი და ჰექსანი.

4.1.1. ტუნბო

საქართველოში მზარდი სუბტროპიკული ცხიმზეთოვანი კულტურებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ტუნგი. გვხვდება მცენარის ორი სახეობა იაპონური – **Aleurites cordata** და ჩინური – **Aleurites fordii**. ჩვენში ძირითად ჩინური სახესხვაობაა გავრცელებული. ამ სახესხვაობის ტუნგის ნაყოფი უფრო დიდი ზომისაა, ვიდრე იაპონურის. იგი მაღალმოსავლიანია, ყინვაგამძლეა (დაუზიანებლად უძლებს $-10-12^{\circ}\text{C}$), უკეთესად შეეგუა ჩვენს პირობებს.

საქართველოში ტუნგის შემოტანა უკავშირდება 1896წ. განხორციელებულ ექსპედიციას და იაპონური ტუნგის რამოდენიმე ნერგის დარგვას ჩაქვის საუფლისწულო მამულში. პირველი საცდელი პლანტაცია გაშენდა 1927 წ. ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში იაპონური ტუნგით. ჩინური ტუნგის თესლები შემოტანილი იქნა 1929 წ. ჩინეთიდან და 1932 წ. ამერიკიდან, რითაც საფუძველი დაედო საქართველოში სამრეწველო პლანტაციების გაშენებას.

ტუნგი კაკალნაყოფიანი კულტურაა. ნაყოფი წარმოადგენს 4-5 ბუდიან კოლოფს, მასში მოთავსებული თესლებით, რომელებიც თავის მხრივ გულისაგან და ნაჭუჭისაგან შედგება. ჩინური ტუნგის ნაყოფის მასა 18-40 გ შეადგენს, ხოლო თესლის – 2-5 გ-ს.

ტუნგის თესლის გული შეიცავს 56-65% ცხიმს, რომლის 80%-ს ოლეოსტეარინის მჟავა წარმოადგენს, რომელიც ლინოლენის მჟავისაგან განსხვავდება მხოლოდ იმით, რომ შეუღლებულ მდგომარეობაში აქვს სამი ორმაგი კავშირი. სწორედ ეს ცხიმმჟავა განსაზღვრავს ტუნგის ზეთის ყველა დამახასიათებელ თვისებას. კერძოდ, სწრაფად შრობასა და აპკის წარმოქმნის უნარს, მდგრადობას ატმოსფერული მოვლენებისა და ქიმიური რეაგენტების მიმართ. ცხიმის გარდა ტუნგის თესლის გული შეიცავს: 19-20% ცილოვან ნივთიერებებს, 10-11% ჰემიცელულოზას, 8-9% ცელულოზას, 6-7% საქაროზას და 0,5% მონოშაქრებს. ტუნგის ნაყოფისა და თესლის დამწიფების პროცესში ცხიმის რაოდენობრივ ზრდასთან ერთად იცვლება მათი შედგენილობა. კერძოდ,

დაუმწიფარი თესლიდან მიღებული ზეთი დიდი რაოდენობით შეიცავს **თავისუფალ მჟავებს** და ხასიათდება მაღალი მჟავიანობის რიცხვით. შემდგომი დამწიფების ფაზაში **გლიცერიდების** ინტენსიური წარმოქმნის პარალელურად მჟავიანობის რიცხვი თანდათანობით მცირდება. დამწიფების ფაზაში იცვლება ტუნგის ზეთის **იოდის რიცხვის** მაჩვენებელიც. ნაყოფის დამწიფების პირველ ეტაპზე ძირითადად **ნაჯერი ცხიმმჟავები** გროვდებიან, რომლებიც სიმწიფის შემდგომ ფაზაში უჯერ ცხიმმჟავებად გარდაიქმნებიან. უჯერი ცხიმმჟავების შემცირების კვალობაზე მკვეთრად იზრდება ზეთში ოლეოსტიარინის მჟავის შემცველობა. ნაყოფის და თესლის დამწიფების პროცესში კანონზომიერად იზრდება ცხიმზეთის იოდის რიცხვის მაჩვენებელი, განსაკუთრებით ცხიმზეთის მაქსიმალური რაოდენობით დაგროვების პერიოდში (ოქტომბერი, ნოემბერი).

ტუნგის ნაყოფის სიმწიფის მაჩვენებელია ხიდან ჩამოცვენა. დამწიფებული ჩინური ტუნგის ნაყოფი მუქი მოწითალო ფერით ხასიათდება. საქართველოს სუბტროპიკული ზონის პირობებში ნაყოფის მომწიფება და ჩამოცვენა იწყება იწყება ოქტომბრის მეორე ნახევრიდან და გრძელდება დეკემბრამდე.

პლანტაციაში აკრეფილ ტუნგს აცლიან გარენაყოფს და მიღებულ თესლს 45% ტენიანობით აწვდიან გასაშრობად. შრობის პროცესის მიზანია მოაცილოს თესლს ზედმეტი ტენი, გახადოს შენახვისუნარიანი და მოამზადოს იგი შემდეგი ტექნოლოგიური პროცესებისათვის. ტუნგის შრობა ხორციელდება სპეციალურ სათავსოებში, ბუნებრივ ატმოსფერულ პირობებში ან აქტიური ვენტილირებით 40°C ტემპერატურის მქონე ჰაერით 8-10% ნარჩენ ტენიანობამდე. გამშრალი ნაყოფი თანაბარ მუქწაბლისფერ შეფერილობას იძენს.

ცხიმოვანი ზეთის გამოსავლიანობის გაზრდის მიზნით თესლს აქუცმაცებენ სპეციალური მოწყობილობების გამოყენებით. დაქუცმაცების პროცესში ირღვევა თესლის მთლიანობა, იშლება უჯრედების დიდი ნაწილი, რაც აადვილებს ზეთის გამოყოფას. თესლის დისპერსიის ხარისხი, სხვა თანაბარ პირობებში, განაპირობებს ზეთის გამოსავალს. რაც მეტადაა დაქუცმაცებული თესლი, მით მაღალია ზეთის გამოსავლიანობა. მიღებული მასა (სრესილი) მუშავდება 105-110°C ტემპერატურის მქონე წყლის ორთქლით და გამომუშავებულ ზელილას მიაწვდიან დასაწნეხად. დაწნეხის პროცესი ორ ეტაპად მიმდინარეობს. პირველ, წინასწარი გამოყოფის ეტაპზე თესლს სცილდება მასში არსებული ზეთის ნახევარი. დაწნეხის მეორე ეტაპი ხორციელდება მაღალი წნევის ქვეშ შნეკური წნეხების გამოყენებით. ამ პროცესის შემდეგ მიიღება შროტი, რომელშიც ზეთის ნარჩენი რაოდენობა 7%-

ის ფარგლებშია. ზეთის ამ ნაწილის გამოყოფა შესაძლებელია ექსტრაქციის პროცესის გამოყენებით. ტუნგის ნაყოფიდან ზეთის გამოსავლიანობას 47-68%-ის ფარგლებშია. შროტი ხასიათდება შემდეგი ქიმიური შედგენილობით: **პოლისაქარიდები – 42-43%, ლიპიდები – 6-7%, აზოტი – 4%, მინერალური ნივთიერებები – 5-6%, კალიუმი – 2-3% და სხვ.**

საქართველოს სუბტროპიკული ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებში ჩინური სახესხვაობის ტუნგის მცენარის თესლიდან მიღებული ზეთი ხასიათდება ცხიმშავების შემდეგი შემცველობით: **ოლეოსტეარინის მჟავა – 78,7%, ლინოლის მჟავა – 10,4%, პალმიტინის მჟავა – 5,1%, ოლეინის მჟავა – 3,5%, სტეარინის მჟავა – 1,4%, დაბალმოლეკულური მჟავები – 0,9%. უჯერი ცხიმშავების ჯამური შემცველობა ცხიმზეთში 92,6%-ს შეადგენს.**

ტუნგის ზეთი მოყვითალო – მოყავისფრო ფერის მქონე სითხეა ხვედრითი წონით 0,925-0,943 სტანდარტის მოთხოვნათა შესაბამისად ტუნგის ზეთის მჟავიანობის რიცხვის მაჩვენებელი არ უნდა აღემატებოდეს 4-ს, ხოლო **იოდის რიცხვი – არა ნაკლებ 160-სა.**

ტუნგის ზეთზე დამზადებული საღებავები შეუცვლელია ავტომობილებისა და თვითმფრინავების შესაღებად, ასევე გემთმშენებლობაში გემის ძირების დასაფარად და პოლიგრაფიაში.

4.1.2. ჩაის თესლი

ჩაის მცენარე ყვავილობს და იძლევა ნაყოფს, რომელიც მომწიფებამდე მომწვანო ფერის გლუვი ზედაპირის მქონე 3-4 ბუდიან კოლოფს წარმოადგენს. ნაყოფის თითოეულ ბუდეში თითო ცალი თესლი არის მოთავსებული. ჩაის თესლის დამწიფების ნიშნებია – კოლოფის რუხი შეფერილობა, მისი გახსნა და თესლის ჩამოცვენა. თესლი მრგვალი ან ოვალური ფორმისაა და დაფარულია მკვრივი ყავისფერი გარსით. თესლის გარსი მსხვრევადია, რომლის ქვეშ თხელი მოყვითალო-თეთრი აპკია მოთავსებული. ჩაის თესლის დიამეტრი საშუალოდ 13-15 მმ-ს, ხოლო მასა – 0,8-1,2 გ-ს შეადგენს. თესლიდან გულის გამოსავალი 70%-ის ფარგლებშია და პრაქტიკულად მთელი ცხიმზეთი მასში არის თავმოყრილი. დამზადების მომენტში ჩაის თესლში ტენის შემცველობა 45-50%-ს შეადგენს.

ცხიმზეთის მისაღებად გამიზნული ჩაის თესლი ხასიათდება შემდეგი ქიმიური შედგენილობით: **წყალი – 15-20%, ლიპიდები – 18-20%, საპონინები – 9-**

10%, ნახშირწყლები – 56%, მათ შორის, სახამებელი – 32%, ცილოვანი ნივთიერებები – 8,5%, მინერალური ნივთიერებები – 3%.

ჩაის თესლიდან ზეთის მიღება შესაძლებელია დაწნეხით და ექსტრაქციით. გამოყოფილი ზეთი მოყვითალო-ჩაღისფერიდან მუქში გადაშავალი ფერისაა, დამახასიათებელი სუნით. ზეთი ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური და ქიმიური მაჩვენებლებით: ხვედრითი წონა – 0,903-0,927, მჟავიანობის რიცხვი – 0,37-4,0%, გასაპენის რიცხვი – 188-197, იოდის რიცხვი – 78-93.

ჩაის თესლის ცხიმზეთი არაშრობადი ზეთების კატეგორიას მიეკუთვნება და ძირითადად ტექნიკური მიზნებისათვის გამოიყენება, როგორც საცხი საშუალება, ასევე ზოგიერთი სახის სარეცხი საშუალების და ფარმაცევტული პრეპარატების დასამზადებლად. საპონინების მაღალი შემცველობის გამო ჩაის თესლის ზეთი საკვებად არ გამოიყენება. საპონინები გლიკოზიდებია სტეროიდული ბუნების აგლიკონით - საპოგენინით. საპონინები ამორფული, წყალში კარგად ხსნადი, ძლიერი აქაფების უნარის მქონე, ზედაპირულად აქტიური, შხამიანი ნივთიერებებია. იგი არ შეიცავს აზოტს. ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრისას იწვევს მოწამვლას. გამოიყენება მედიცინაში, ჰიგიენური და სადეზინფექციო საშუალებების წარმოებაში.

4.1.3. ზეთისხილი

ზეთისხილი (*Olea europea*) ერთ-ერთი უძველესი მარადმწვანე, ხეხილოვანი სუბტროპიკული კულტურაა. იგი გამოირჩევა სიცოცხლის განსაკუთრებული დიდი ხანგრძლივობით და არსებული მონაცემებით 200 წლის ასაკშიც მსხმოიარობს. კულტურული ზეთისხილის ხე სიმაღლით 5-10 მეტრს აღწევს. ნაყოფი კურკოვანია, ოვალური ფორმის, თავდაპირველად მწვანე, შემდეგ მოწითალო, ხოლო მომწიფების ფაზაში მოლურჯო-შავი შეფერილობით. ნაყოფის სიგრძე მერყეობს 1-3 სმ-ის, ხოლო სისქე 0,2-0,8 სმ-ის ფარგლებში. ნაყოფის საერთო მასის 75-85%-ს რბილობი წარმოადგენს. ნაყოფის წონა 4-დან 15 გრამამდე მერყეობს და ძირითად დამოკიდებულია მცენარის ჯიშზე და აგროეკოლოგიურ ფაქტორებზე.

ზეთისხილის ნაყოფი ცხიმების, ცილების, ნახშირწყლების, ვიტამინების და მინერალური ნივთიერებების დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო მაღალი კვებითი და სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღირებულებით ხასიათდება.

ზეთისხილის ნაყოფი გამოიყენება დაკონსერვებული პროდუქტების და ზეთის მისაღებად. მოსავლის დანიშნულებიდან გამომდინარე ნაყოფი იკრიფება სიმწიფის სხვადასხვა სტადიაში: ადრეულ ეტაპზე, როდესაც ნაყოფი მიაღწევს მაქსიმალურ ზომებს და კანის შეფერილობა ღია - მწვანეს (აგვისტო-სექტემბერი) “მწვანე ნაყოფების” დაკონსერვების შემთხვევაში და ბიოლოგიური სიმწიფის ფაზაში ზეთის მისაღებად, აგრეთვე “შავი ნაყოფების” დაკონსერვების შემთხვევაში (ნოემბერი-დეკემბერი).

ზეთისხილის ნაყოფი ზეთს შეიცავს რბილობში და თესლის გულში. ნაყოფის რბილობი ზეთის შემცველობით 4,3-ჯერ აღემატება თესლს (ცხრილი 4.4.1).

ცხრილი 4.4.1

ზეთისხილის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა

№	მაჩვენებელი, %	რბილობი	თესლი
1	წყალი	25,0	12,0
2	ცხიმზეთი	56,4	13,0
3	აზოტოვანი ნივთიერებები	6,8	13,2
4	ნახშირწყლები	9,1	59,6
5	მინერალური ნივთიერებები	2,7	2,2

ტექნოლოგიურ დამუშავებამდე დამზადებული ნედლეული თხელი ფენით ინახება გრილ გარემოში. დაუშვებელია ნაყოფის გორებად დაყრა და ამ ფორმით შენახვა. ჩახურება იწვევს ფერმენტული პროცესების გააქტიურებას, მჟავიანობის ზრდას, არასასურველ ცვლილებებს ცხიმზეთის შედგენილობაში და საბოლოო ჯამში ხარისხობრივი მაჩვენებლების დაქვეითებას.

დასაკონსერვებლად გამიზნულ ზეთისხილის მწვანე ნაყოფები ირეცხება წყლით და მუშავდება 0,75-1,5%-იანი ნატრიუმის ტუტით გლიკოზიდის – ოლეუროპეინის დაშლის მიზნით. ტუტე ხსნარის ნაყოფებში შეღწევის და გლიკოზიდის დაშლის ხანგრძლივობა 8-16 სთ-ს შეადგენს. პროცესის დასრულების შესახებ ფენოფტალეინის 2%-იან ხსნართან რეაქციით მსჯელობენ. წითელი ფერის წარმოქმნა გლიკოზიდის სასურველ სიღრმემდე დაშლაზე მეტყველებს. შემდეგ ოპერაციას ნაყოფებიდან ტუტის მოცილება წარმოადგენს გამდინარე თბილი წყლის ნაკადით ან პერიოდულად მისი გამოცვლით. ნაყოფის რეცხვა 1-2 დღე-ღამის განმავლობაში გრძელდება და პროცესის დასრულება ფერადი რეაქციით მოწმდება. ამის შემდეგ გარეცხილ ნაყოფებს სპეციალურ

კასრებში ათავსებენ და ასხამენ ადუღებით მომზადებულ 5%-იან სუფრის მარილის ხსნარს. 3-5 დღე-ღამის შემდეგ მარილხსნარის კონცენტრაცია აჭყავთ 6%-მდე მარილის კონცენტრირებული ხსნარით და ემატება 1%-იანი შაქრის ხსნარი, რაც დასაბამს აძლევს **რქემჯავა დუღილის პროცესს**. ამის შემდეგ კასრები მჭიდროდ იხურება აირსავალი მილებით აღჭურვილი სახურავებით და იდგმება 27-30°C-ის პირობებში 30-36 დღე-ღამის განმავლობაში. პროცესის მიმდინარეობის დროს ნაყოფის მწვანე ფერი ოქროსფერი შეფერვით იცვლება და რბილობი ადვილად სცილდება თესლს. მარილის კონცენტრაცია პროდუქტში 4-4,5%-ს, ხოლო მჟავიანობა 0,3-0,6%-ს აღწევს. ყოველივე აღნიშნული ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებთან ერთად პროცესის დასრულების და ზეთისხილს ნაყოფის დამარილების მაჩვენებელია. რქემჯავა დუღილის პროცესის დასრულების შემდეგ ნაყოფს ავლებენ წყალში, ათავსებენ ქილებში, ასხამენ 7%-იან მარილის წყალხსნარს და ასტერილებენ. მარილის ხსნარის და ნაყოფის თანაფარდობა შეადგენს 4:6.

ბიოლოგიური სიმწიფის ფაზაში მყოფი ზეთისხილის შავი ნაყოფები ირეცხება წყლით. შემდეგ თანაბარი ფენით თავსდება სპეციალურ ჭურჭლებში, ეყრება მშრალი სუფრის მარილი და იხურება. ნაყოფის და მარილის თანაფარდობა შეადგენს 2,5:1. ასეთ მდგომარეობაში პროდუქტი ინახება 18-25°C-ის პირობებში 30-40 დღე-ღამის განმავლობაში. ამ დროის განმავლობაში მიმდინარეობს ფერმენტაცია, რომლის თანმდევი პროცესია ოლეუროპინის გამოყოფა მუქ-ყავისფერ უჯრედის წვეთთან ერთად. პარალელურად მიმდინარეობს ნაყოფში მარილის კონცენტრაციის ზრდა, რომლის შემცველობა ფერმენტაციის დასრულების ფაზაში 8-10%-ს შეადგენს. ამის შემდეგ ნაყოფს სცილდება გამოყოფილი წვენი და უტარდება ინპექცია. ამის შემდეგ ხდება გადარჩეული ნაყოფების ამოვლება ზეთისხილის ზეთში და მოთავსება სპეციალურ კასრებში, სადაც ნაყოფს კვლავ ემატება მშრალი სუფრის მარილი თანაფარდობით 100:1-თან და სპეციფიური არომატის გამოსამუშავებლად ინახება გრილ სათავსოში 8-10 დღე-ღამის განმავლობაში.

ზეთისხილის ზეთის მიღება შესაძლებელია მთლიანი ნაყოფებიდან, ასევე რბილობიდან და თესლის გულიდან. ზეთის გამოყოფა ხდება ორ ეტაპად-ცივი და ცხელი დაწნეხით და ექსტრაქციით. ცივი დაწნეხის შედეგად გამოყოფილი ცხიმზეთი საუკეთესო ხარისხის საკვები ზეთია, რომელსაც პროვანსის ზეთს უწოდებენ. იგი გამოირჩევა მაღალი კვებითი ღირებულებით, კარგი შეთვისების უნარით და სამკურნალო-პროფილაქტიკური თვისებებით. ცივი დაწნეხით

მიღებული ზეთი 83%-მდე ოლეინის და 4%-მდე ლინოლის მჟავებს შეიცავს, ხოლო ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა 11%-ს არ აღემატება. ცხელი დაწნეხით და ექსტრაქციით გამოყოფილი ზეთები ძირითადად ტექნიკური დანიშნულებით გამოიყენება. ზეთისხილის ზეთის ხვედრითი წონა შეადგენს – 0,914-0,925, ხოლო იოდის რიცხვი – 75-88.

5. ჩაის ფოთლის გადამუშავება

„ჩაი“ რამდენიმე მნიშვნელობით იხმარება. პირველ რიგში ეს არის მარადმწვანე მცენარე, უმეტესად ბუჩქი ან მოზრდილი ხე, ჩაი არის მწვანე ფოთლების გადამუშავებით მიღებული პროდუქტი და აგრეთვე სასმელი, რომელიც სხვადასხვა ტექნოლოგიით მზადდება. ჩაის მცენარის გაშენების ძირითადი მიზანია ნაზი ყლორტების – დუყების მიღება, რომლისგანაც სხვადასხვა გარეგნული სახის და საგემოვნო თვისებების მატარებელი პროდუქტი გამოიშავდება.

მზა ჩაის მრავალფეროვნება დამოკიდებულია ნედლეულის ხარისხზე და მისი გადამუშავების მეთოდებზე. მზა პროდუქციის კლასიფიკაცია შეიძლება მოვახდინოთ ბიოტექნოლოგიური პროცესის მიხედვით: არაფერმენტირებული და ფერმენტირებული. არაფერმენტირებულს მიეკუთვნება მწვანე და მწვანე აგურა ჩაი; ხოლო ფერმენტირებულს – შავი, ყვითელი, წითელი და შავი ფილა ჩაი. კლასიფიკაცია შესაძლებელია ასევე გარეგანი სახისა და კონსისტენციის მიხედვით: ფხვიერი და გრანულირებული (შავი, მწვანე, ყვითელი და წითელი), წნეხილი (შავი ფილა და მწვანე აგურა ჩაი), კონცენტრატები - ჩაის ექსტრაქტის ბაზაზე დამზადებული პროდუქტები (თხევადი, მშრალი).

ჩაის მომზადება და გამოყენება ადამიანმა უხსოვარი დროიდან დაიწყო. ჩინეთში მას ჩვენს წელთაღრიცხვამდე რამდენიმე საუკუნით ადრე იყენებდნენ. სასიამოვნო მწკლარტე გემომ, ნაზმა, მიმზიდველმა არომატმა, მასტიმულირებელმა და სამკურნალო თვისებებმა განაპირობეს ჩაის ფართო გავრცელება მსოფლიოს ხალხებს შორის, დედამიწის მოსახლეობის ნახევარზე მეტი ჩაის მომხმარებელია. ჩაი მოხმარებულ სითხეთა შორის, მოცულობის მხრივ, მეორე ადგილი უჭირავს სასმელი წყლის შემდეგ. სტატისტიკური მონაცემებით მსოფლიოში დღე-ღამის განმავლობაში 3 ტრილიონ ფინჯან ჩაის სასმელს მიირთმევენ.

ჩაის მცენარე მიეკუთვნება **Theaceae**-ს ოჯახს, **Thea**-ს გვარს. ანსხვავებენ ორ ძირითად სახეობას: **Thea sinensis** სუბტროპიკული მცენარეა, ბუჩქია, მისი ყინვაგამძლეობა აღწევს $-12-15^{\circ}\text{C}$. **Thea assamica** ტროპიკული მცენარეა, მისი ყინვაგამძლეობა არ აღემატება -5°C . ჩაის გამრავლება შესაძლებელია როგორც გენერაციული, ასევე ვეგეტატიური გზით. ადგილობრივი ქართული ჯიშის ჩაი წარმოიშვა ჩინურისა და სხვა სახესხვაობების კულტივირებით, საქართველოს სუბტროპიკული ზონის აგროეკოლოგიურ პირობებში.

ჩაი მოჰყავთ მსოფლიოს 43 ქვეყანაში, მათ შორის: აფრიკის 19, აზიის 16, სამხრეთ ამერიკის 5, ევროპის 2 და ოკეანეთის 1 ქვეყანა. აზიის ქვეყნებზე მოდის პლანტაციების 85 % და წარმოებული პროდუქციის 80 %. ჩაის მსოფლიო წარმოებამ 4 მილიონ ტონას მიაღწია. არაპროდუცენტი ქვეყნები წლიურად 900 ათას ტონაზე მეტ ჩაის პროდუქციას მოიხმარს. ამ მოცულობიდან 50 % მოდის ევროპის, 28 % აზიის ქვეყნებზე, ხოლო 18 % ამერიკის კონტინენტზე და დანარჩენი სხვა სახელმწიფოებზე. ქვემოთ მოყვანილია მონაცემები წარმოების და ექსპორტ-იმპორტის შესახებ:

ჩაის ძირითადი მწარმოებელი ქვეყნები (ათასი ტონა):

- ჩინეთი	-	1187
- ინდოეთი	-	950
- კენია	-	315
- შრი ლანკა	-	305
- იაპონია	-	95

მსოფლიო ბაზარზე ჩაის ძირითადი მწარმოებელი ქვეყნების წილი (%):

- ინდოეთი	-	25,65
- ჩინეთი	-	25,0
- კენია	-	10,3
- შრი ლანკა	-	9,7
- თურქეთი	-	6,4
- ინდონეზია	-	5,3
- მალავი	-	1,6

ჩაის ძირითადი იმპორტიორი ქვეყნები (ათასი ტონა):

- რუსეთი	-	180
- დიდი ბრიტანეთი	-	153
- პაკისტანი	-	134
- აშშ	-	100

- ეგვიპტე – 50
- ირანი – 34

მე-19 საუკუნის მეორე ნახევრამდე ჩინეთი რჩებოდა ერთადერთ ჩაის პროდუცენტ ქვეყნად. ინდური ჩაის ინდუსტრიის ჩამოყალიბება უკავშირდება ინგლისელების გადაწყვეტილებას, ჩინეთისაგან დამოუკიდებლად ჩაის წარმოების შესახებ. ინდოეთის ასამის პროვინციის ჯუნგლებში ველურად გავრცელებული ჩაის ხეების გამოკვლევის შედეგად დაიწყო პლანტაციების გაშენება ადგილობრივი კულტურის გამოყენებით. ინგლისელებმა პირველებმა შექმნეს ჩაის ფოთლის გადამამუშავების ტექნიკური საშუალებები და საფუძველი დაუდეს ჩაის სამრეწველო წარმოებას.

ჩაის კულტურის გავრცელება საქართველოში. ჩაის სასმელი საქართველოში მე-18 საუკუნიდან არის ცნობილი. ისტორიული წყაროებით 1770 წ. რუსეთის იმპერატრიცა ეკატერინემ მეფე ერეკლეს საჩუქრად გამოუგზავნა „სამოვარი“ და ჩაის ჭურჭელი, რაც იმის დამადასტურებელი უნდა იყოს, რომ მეფის სასახლეში კარგად იცნობდნენ ამ სასმელს.

საქართველოში ჩაის მცენარის შემოტანის სავარაუდო თარიღად უნდა ჩაითვალოს 1847-1848 წ., როდესაც ჩინური ჩაის თესლიდან ნიკიტის ბოტანიკურ ბაღში (ყირიმი, უკრაინა) მიღებული მცენარეები პირველად დაირგო აფხაზეთში – სოხუმში ახლადშექმნილ ბოტანიკურ ბაღში. ამავე პერიოდში ჩაის მცენარე გავრცელდა ზუგდიდში – სამეგრელოს მთავრის დადიანის მამულში და გურიაში, ოზურგეთში, მცენარეთა სააკლიმატიზაციო სადგურში, საიდანაც 1857 წ. გადატანილ იქნა გორაბერეჟოულში. აქ პირველად გააშენდა ჩაის სამრეწველო პლანტაცია და 1861 წ. კუსტარული წესით დაამზადა პირველი ქართული მზა პროდუქცია. უკვე 1864 წ. ქართული ჩაი წარდგენილ იქნა პეტერბურგში სრულიად რუსეთის სასოფლო-სამეურნეო გამოფენაზე და დადებითი შეფასება დაიმსახურა.

1882 წ. ჩინეთიდან ხანკოუს პროვინციიდან შემოტანილი ჩაის თესლითა და ნერგებით პირველი მცირეკონტურიანი პლანტაციები გაშენდა სოხუმსა და ბათუმში. 1883-1884 წ.წ. დაბა ჩაქვში გაშენდა ჩაის პლანტაცია, რომლისაგანაც მიღებულ ჩაის პროდუქციას ოქროს მედალი მიენიჭა 1893 წ. ქ. თბილისში გამართულ საერთაშორისო გამოფენაზე. ამ ფაქტმა ათქმევინა ქვეყნის დუხჭირ ცხოვრებაზე დაფიქრებულ ერის წინამძღოლს ილია ჭავჭავაძეს ცნობილი სიტყვები, რომლებიც მოყვანილია ნაშრომის დასაწყისში. ამავე პლანტაციებიდან

დამზადებულმა ჩაიმ პირველი ადგილი დაკავა პარიზში გამართულ გამოფენაზე. ამით საბოლოოდ დამტკიცდა, რომ საქართველოს ზღვისპირა რეგიონების კლიმატური და ნიადაგობრივი პირობები ხელსაყრელი იყო ჩაის კულტივირებისათვის.

ამ პერიოდში მოეწყო პირველი მასშტაბური ექსპედიცია ჩინეთში, იაპონიასა და ინდოეთში. ექსპედიციიდან ჩამოტანილი ჩაის ნერგითა და თესლით 15 ჰექტარზე გაშენდა პლანტაციები ჩაქვსა და სალიბაურში.

1895 წ. საუფლისწულო მამულების უწყებამ ექსპედიცია მოაწყო ჩაის საქმის გასაცნობად და სათეს-სარგავი მასალის ჩამოსატანად ინდოეთში, ჩინეთში, იაპონიასა და ცეილონზე. ექსპედიცია 1897 წ. წელს დაბრუნდა მდიდარი სელექციური მასალით. ჩამოტანილი რამოდენიმე ათასი ჩაის ბუჩქით, ნერგით და თესლით პლანტაციები გაშენდა ჩაქვში. 1916 წლისათვის მხოლოდ ჩაქვში ჩაის პლანტაციების ფართობმა 550 ჰა შეადგენდა. 1998 წ. ინგლისური წარმოების მანქანა-დანადგარების გამოყენებით ჩაის ფაბრიკა ამოქმედდა სალიბაურში, ხოლო 1899 წელს ჩაქვში – საუფლისწულო მამულის ჩაის საწარმო.

ამავე პერიოდში გურიაში, ოზურგეთის რაიონში, სოფელ შრომაში გააშენდა სიდიდით მესამე ჩაის მეურნეობა და 1908 წ. ააგო ჩაის გადამამუშავებელი საწარმო. 1914 წ. ოზურგეთში ამუშავდა ზვანის ჩაის ფაბრიკა. დასავლეთ საქართველოში ჩაის პლანტაციის ფართობმა 1914 წლისათვის 900 ჰა-ს მიაღწია.

საქართველოში ჩაის მრეწველობის ინტენსიური განვითარება იწყება 1925 წლიდან სააქციო საზოგადოება „საქართველოს ჩაის“ დაარსების შემდეგ. მოგვიანებით სააქციო საზოგადოება ჩაის ტრესტად გადაკეთდა. ამ სტრუქტურამ მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა მეჩაიეობის დარგის განვითარებაში. 1926 წლიდან იწყება მიზანმიმართული სამეცნიერო საქმიანობა. აღდგენული იქნა ოზურგეთის საცდელი სადგური და ამავე წელს ჩაის საცდელი სადგური მოეწყო ჩაქვში. 1928 წ. ზუგდიდში მუშაობას იწყებს ჩაის საცდელი სადგური. 1930 წ. ოზურგეთში, ანასეულში შეიქმნა ჩაის მეურნეობის სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, რომელსაც 1937 წ. ფილიალის სახით შეუერთდა სოხუმის ტენიანი სუბტროპიკების სრულიად საკავშირო ინსტიტუტი, ხოლო 1941 წ. კოლხეთის მელიორაციული სადგური და ჩამოყალიბდა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, რომელმაც

უაღრესად დიდი როლი ითამაშა სუბტროპიკული მემცენარეობის, მათ შორის მეჩაიეობისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის განვითარებაში.

1928 წლისათვის ჩაის პლანტაციების საერთო ფართობმა 3138 ჰა შეადგინა, ხოლო შემდგომ პერიოდში წლების მიხედვით: 1931 წ. – 41654 ჰა, 1941 წ. – 51552 ჰა, ხოლო 1955 წ. – 52000 ჰა. 1985 წ. ჩაის პლანტაციების ფართობებმა 65000 ჰა-ს მიაღწია. შემდგომ პერიოდში ახალი პლანტაციები პრაქტიკულად აღარ გაშენებულა. არასრული მონაცემებით დღეისათვის ქვეყნის ტერიტორიაზე ჩაის პლანტაციების საერთო ფართობი 30 ათასი ჰექტრის ფარგლებშია, რომელთაგან მხოლოდ 7 ათასი ჰექტარია ექსპლოატაციის ქვეშ.

5.1. ჩაის ნაყენის სასარგებლო თვისებები და ბიოლოგიური აქტივობა

ჩაის წარმოადგენს საგემოვნო პროდუქტს, რომელიც გარკვეული კვებითი ღირებულებით და ბიოლოგიური აქტივობით ხასიათდება. საყოველთაოდ ცნობილია ჩაის მასტიმულირებელი და გამახალისებელი მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე. იგი სხვა სასმელებზე უკეთესად აკმაყოფილებს წყურვილს, ორგანიზმს უნარჩუნებს ხალისიან და შრომისუნარიან განწყობას.

ჩაიში ისეთი ძვირფასი ნივთიერებების არსებობა, როგორცაა კოფეინი, პოლიფენოლები, ვიტამინები, ეთეროვანი ზეთები, ორგანული მუავები, მინერალური ნივთიერებები და სხვ. განაპირობებენ მის უმნიშვნელოვანეს ბიოლოგიურ აქტივობას. ჩაის ფართო გამოყენება უკავშირდება აგრეთვე მის დაბალკალორიულობას.

ჩაის ნაყენს ადამიანი ძირითადად იყენებს ალკალოიდების – კოფეინის, თეოფილინისა და თეობრომინის შემცველობის გამო, რომლებიც ადამიანის ორგანიზმზე ძლიერი ფარმაკოლოგიური მოქმედებით გამოირჩევიან. კოფეინი მოქმედებს ადამიანის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე, კუნთებზე, მათ შორის გულის კუნთზე და თირკმელებზე.

ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე კოფეინის მოქმედებისას ძლიერდება თავის ტვინის ფუნქციონირება საერთო კოორდინაცია, მაღლდება გონებრივი აქტივობა და სიფხიზლე, აღქმა და აზროვნების სიცხოველე. ის არეგულირებს წონასწორობას ადგზნებასა და შეკავებას შორის. ნორმამდე მიჰყავს ნერვული

სისტემის ცხოველმოქმედება. კოფეინის მოქმედებით ძლიერდება კუნთების შეკუმშვა და გაფართოება, მაღლდება მათი ამტანობა და შრომისუნარიანობა, ძლიერდება ნივთიერებათა ცვლა, ჟანგბადის შთანთქმა და შარდის გამოყოფის უნარი.

ადამიანის ორგანიზმის აღზნება შესაძლებელია ალკოჰოლური სასმელებით, მაგრამ მათ შორის ის განსხვავებაა, რომ ალკოჰოლით აღზნების შემდეგ იგი განიცდის დეპრესიას. გარდა ამისა სპირტული პროდუქტები გროვდება ადამიანის ორგანიზმში და უარყოფითად მოქმედებს მასზე. კოფეინი არ გროვდება ორგანიზმში, რაც უნდა ჭარბი რაოდენობით მოხდეს მისი მიღება.

ჩაი არ მიეკუთვნება ნარკოტიკების კატეგორიას, ამიტომ ადამიანს მასზე არ უმუშავდება პირობითი რეფლექსი.

ჩაის უმნიშვნელოვანესი ბიოლოგიური აქტივობის განმსაზღვრელია პოლიფენოლები. ჩაის კატეხინები P ვიტამინური, ანტიოქსიდანტური და ბაქტერიოციდული აქტივობით, ძლიერი ანტისეივური მოქმედებით ხასიათდებიან. ჩინელი, იაპონელი და ამერიკელი მეცნიერების გამოკვლევებით ექსპერიმენტულად დადასტურებულია ამ ნივთიერებების ანტიკაცეროგენული და ანტიმუტაგენური ეფექტი. დადგენილია პოლიფენოლების უნარი შეარბილოს გულ-სისხლძარღვთა, ათეროსკლეროზული და ჰიპერტონული დაავადებები, შეამციროს ორგანიზმში ქოლესტერინის მავნე დონე.

ჩაის პოლიფენოლები აფერხებენ რიგი პათოგენური ბაქტერიების ზრდას, რომლებიც საკვები პროდუქტების მოწამვლას, დეზინტერიას და სხვა დაავადებებს იწვევენ.

ჩაის კატეხინები კაპილარგამაგრებელი P ვიტამინური აქტივობით აღემატებიან ისეთ ნივთიერებებს, როგორცაა ციტრინი, რუთინი, ესკულინი და ხელს უწყობს ორგანიზმში ასკორბინის მუავას დაგროვებას. დადგენილია, რომ ჩაის კატეხინები თითქმის მთლიანად სპობენ ცოცხალ ორგანიზმზე სტრონციუმ-90-ის მავნე რადიაქტიურ მოქმედებას. ჩაის ნაყენის მეშვეობით ადამიანის ორგანიზმი ღებულობს ფტორის ფიზიოლოგიურ ნორმას, რომელიც აუცილებელია კბილების დასაცავად კარიესისაგან.

მაშასადამე, ჩაი არა მარტო საკემოვნო, არამედ ძლიერ ფარმაკოლოგიურ საშუალებასა და ბიოლოგიურად აქტიურ პროდუქტს წარმოადგენს, განსაკუთრებით მწვანე ჩაი.

5.2. ნედლეულის დახასიათება და ქიმიური შემადგენლობა

შავი, მწვანე, ყვითელი და წითელი ჩაის პროდუქცია მიიღება მცენარის ახლადმოკრეფილი ნედლი (ნაზი) დუყებისა და ფოთლებისაგან.

ჩაის დუყი წარმოადგენს მოზარდი ყლორტის მოწყვეტილ ზედა ნაწილს, რომელიც შედგება კვირტისაგან, ღეროსა და ფოთლებისაგან. განვითარების მიხედვით ის შეიძლება იყოს ნორმალური და ყრუ ფოთლების რაოდენობის მიხედვით – ერთფოთლიანი, ორფოთლიანი, სამფოთლიანი, ოთხფოთლიანი და ა.შ. სინაზის მიხედვით – ნაზი, მოუხემო და უხეში. ჩაის დუყის ელემენტები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური ღირსებებით, რომლებიც ფიზიკური და ქიმიური სახის ცვლილებებსა და ზემოქმედებებს სხვადასხვაგვარად ექვემდებარებიან. რაც შეეხება მწვანე აგურა ჩაის, – იგი მზადდება უხეში, მობერებული ფოთლებისაგან, რომლებშიც ნაკლები რაოდენობითაა წარმოდგენილი ხარისხის განმსაზღვრელი ხსნადი ნივთიერებები.

დუყის ცალკეული ელემენტი განსხვავებული ტექნოლოგიური ღირსებით ხასიათდება. კვირტი და პირველი ფოთოლი იძლევა ყველაზე მაღალი ხარისხის პროდუქციას, ხოლო მეორე და მესამე ფოთოლი შედარებით დაბალს და ა.შ. ეს გაპირობებულია იმ გარემოებით, რომ დუყის ნაზი ელემენტები ტექნოლოგიურ ზემოქმედებას უკეთესად ექვემდებარებიან და იმ ნივთიერებათა მეტ რაოდენობას შეიცავენ, რომელთა ფერმენტული და ქიმიური გარდაქმნების საფუძველზე პროდუქტის ძირითადი ხარისხობრივი მაჩვენებლები ყალიბდება.

ნედლეულის ტექნოლოგიური ღირსება ძირითადად დამოკიდებულია ჩაის ფოთოლში შემავალ ქიმიურ ნაერთთა რაოდენობრივ თანაფარდობასა და თვისობრივ შემადგენლობაზე.

ჩაის ფოთლის ქიმიური ნივთიერებები შეიძლება გაიყოს ორ ნაწილად – **წყალი** და **მშრალი ნივთიერება**. დუყში წყლის შემცველობა საშუალოდ 73-76 % შეადგენს და კლებულობს ფოთლის გაუხეშებასთან ერთად. მისი ყველაზე მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ნაზი ღერო. ჩაის ფოთოლში წყალი ძირითადად თავისუფალი და ბმული ფორმით არის წარმოდგენილი. ფოთლის გაუხეშებასთან ერთად ბმული წყლის რაოდენობა კლებულობს, გამონაკლისია ნაზი ღერო, რომელშიაც ფოთლებთან შედარებით ნაკლებია მისი რაოდენობა, რაც კოლოიდების მცირე შემცველობით არის გამოწვეული.

დუყის ელემენტების მიხედვით ფოთლის ასაკის ცვლასთან ერთად იზრდება მშრალი ნივთიერების შემცველობა. მშრალი ნივთიერება ორი სახისაა: წყალში უხსნადი და წყალში ხსნადი. ხსნად ნაწილს **ექსტრაქტული ნივთიერება** ეწოდება. მშრალი ნივთიერების უხსნადი ნაწილი შედგება ცელულოზისაგან, ჰემიცელულოზისაგან, პროტოპექტინისაგან, წყალში უხსნადი ცილების, ლიგნინის და სხვა ნაერთებისაგან, რომელთა დიდი ნაწილი მონაწილეობს უჯრედის გარსის შექმნაში. ფოთლის ასაკის ზრდასთან ერთად უჯრედის გარსი თანდათან უხემდება, რაც უმთავრესად ცელულოზის, ჰემიცელულოზის და ლიგნინის რაოდენობის ზრდით არის გამოწვეული. ამ ნაერთთა შემცველობა მინიმალურია მზარდ კვირტსა და პირველ ფოთოლში. თანდათანობით იზრდება მეორე, მესამე, მეოთხე, მეხუთე, მეექვსე, მეშვიდე ფოთოლსა და განსაკუთრებით გამერქნებულ დეროში. აღნიშნულ ნაერთთა მაღალი შემცველობა ჩაის ფოთოლში აუარესებს ნედლეულის ბიოქიმიურ და ტექნოლოგიურ ღირსებას და აძნელებს ფოთლის ტექნოლოგიურ დამუშავებას.

წყალში ხსნადი ექსტრაქტული ნივთიერების შემცველობა ნაზ დუყებში დაახლოებით მშრალი ნივთიერების ნახევარს შეადგენს (40-50%) ფოთლის გაუხეშებასთან ერთად მცირდება. ყველაზე დიდი რაოდენობით ექსტრაქტულ ნივთიერებას შეიცავს მოზარდი კვირტი და პირველი ფოთოლი, ხოლო დუყის დანარჩენ ელემენტებში ექსტრაქტული ნივთიერების რაოდენობა თანდათანობით იკლებს.

წყალში ხსნადი ექსტრაქტის შემცველობა ასახულია მზა პროდუქციაზე საერთაშორისო და ნაციონალური სტანდარტების მოთხოვნებში.

ნაშრომში არ შევუდგებით ყველა იმ ნივთიერებათა განხილვას, რომლებიც წარმოიქმნიებიან ჩაის მცენარეში განვითარების ამა თუ იმ სტადიაზე. ქვემოთ წარმოდგენილი იქნება ნივთიერებათა ის კლასები, რომლებიც ძირითადად დადებითად ან უარყოფითად მოქმედებენ მზა პროდუქციის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე.

ფენოლური ნაერთები. სხვა კულტურული მცენარეებისაგან განსხვავებით ჩაის კულტურა გამორჩეულად დიდი რაოდენობით ფენოლურ ნაერთებს აგროვებს. ჩაის მცენარის ფენოლური ნაერთები განსხვავებული ქიმიური სტრუქტურის ნივთიერებათა რთული ნარევია. მრავალრიცხოვანი მონაცემებით დადგენილია, რომ ჩაის ფოთოლი შეიცავს შემდეგ ფენოლურ ნაერთებს: **კატეხინებს (ფლავან-3-ოლი), ფლავონოიდებს, ანტოციანებს, ლეიკოანტოციანებს (ფლავან -3,4-დიოლი) და ფენოლკარბონის მჟავებს.** ჩაის ფოთლის

ფენოლური ნაერთები ძირითადად ორ ჯგუფად იყოფა – დიეთილის (გოგირდის) ეთერში და ეთილაცეტატში ხსნად ფრაქციებად. კატეხინები ჩაის წყლიანი ექსტრაქტიდან გამოიყოფა დიეთილის ეთერით და შემდგომი ფრაქციონირების შედეგად 7 კატეხინი მიიღება. გამოყოფილი კატეხინებიდან 4 მარტივი კატეხინია, ხოლო 3 კი კატეხინის გალის მჟავას ეთერი.

ფენოლური ნაერთების ჯამური პრეპარატებიდან გამოყოფილია შემდეგი რაოდენობით კატეხინები (%):

(±) - კატეხინი	– 0,4
(-) - ეპიკატეხინი	– 1,3
(±) - გალოკატეხინი	– 2,0
(-) - ეპიგალოკატეხინი	– 12,0
(-) - ეპიკატეხინგალატი	– 18,1
(-) - ეპიგალოკატეხინგალატი	– 58,1
(-) - გალოკატეხინგალატი	– 1,4

ექსტრაქტულ ნივთიერებათა ძირითად ნაწილს ფენოლური ნაერთები წარმოადგენს. მათი ჯამური შემცველობა ნაზ დუყებში მშრალი ნივთიერების 20-30 %-ს შეადგენს. ჩაის ფენოლური ნაერთების ძირითად ნაწილს კატეხინები წარმოადგენს, რომელთა შემცველობა საშუალოდ 60-70 % შეადგენს ამ ბუნების ნივთიერებათა საერთო ჯამიდან. ჩაის ფოთოლში აღმოჩენილია შვიდი კატეხინი, ოთხი მარტივი (-) - ეპიკატეხინი, (±) - კატეხინი, (±) - გალოკატეხინი, (-) - ეპიგალოკატეხინი და სამი რთული გალირებული კატეხინი (-) - ეპიკატეხინგალატი, (-) - ეპიგალოკატეხინგალატი და (±) - გალოკატეხინგალატი. რთული კატეხინების შემცველობა ამ ჯგუფის ნაერთების საერთო ჯამის 65-70 %-ს შეადგენს. შავი ჩაის წარმოების დროს ყველაზე ღრმა რაოდენობრივ და თვისობრივ გარდაქმნებს (-) - ეპიგალოკატეხინგალატი განიცდის. ქართული ჩაის ნაზ ფოთლებში კატეხინების ჯამური შემცველობა 100-150 მგ/გ შეადგენს, ხოლო უხეშში – 50-70 მგ/გ.

კატეხინები დიდი რაოდენობით სინთეზირდებიან დუყის ნაზ ნაწილებში. ფოთლის ასაკის ზრდასთან და გაუხეშებასთან ერთად გალირებული კატეხინების რაოდენობა მცირდება. ამ ნაერთების ყველაზე დაბალი შემცველობით ხასიათდება ღერო.

ჩაის ფოთოლი შეიცავს წყალში უხსნად და ძნელად ხსნად ფენოლურ ნაერთებს 2%-მდე რაოდენობით. შავი ჩაის წარმოებისას ცილოვანი ბუნების ნივთიერებებთან კავშირის შედეგად მისი რაოდენობა 1,5-3,0-ჯერ იზრდება.

ჩაის ფოთოლში ფლავონოიდები უმთავრესად სამი აგლიკონის – კემფეროლის, კვერცეტინის და მირიცეტინის ფლავონოლ-გლიკოზიდების სახით არიან წარმოდგენილი. ნაზ ფოთლებში ფლავონოიდური გლიკოზიდების შემცველობა 1,63%-ს შეადგენს მშრალ მასაზე გაანგარიშებით, ხოლო მოუხეშო და უხეშ ფოთლებში – 0,8-1,1 %-ს. ჩაის მცენარეში ნაპოვნია 12 ფლავონოლ-გლიკოზიდი, მათ შორის, კემფეროლ-3- გლიკოზიდი (ასტრაგალინი), კემფეროლ – 3 – რამნოგლიკოზიდი (რუთინი), კვერცეტინ – 3 – რამნოდიგლიკოზიდი, მირიცეტინ – 3 – გლიკოზიდი. მობერებული ფოთლები მეტი რაოდენობით კვერცეტინის გლიკოზიდებს შეიცავს და ნაკლები რაოდენობით – კემფეროლის გლიკოზიდებს.

ქართული ჩაის ფოთოლში ნაპოვნია შემდეგი შემდეგი ფენოლკარბონული მჟავები: გალმჟავა, 3-კუმარმჟავა, შიკიმ – და ქინაქინმჟავები, პროტოკატეხინ-მჟავა, ქლოროგენმჟავა.

ლიგნინი ფენოლური ბუნების პოლიმერია, რომელიც მცენარეული ქსოვილის ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს და მჭიდროდ არის გადაჯაჭვული ცელულოზისა და ჰემიცილულოზის ფიბრილებთან. ამ ნივთიერებას განსაზღვრული აღნაგობა არ გააჩნია, ხოლო მისი დაშლის შედეგად წარმოიქმნებიან არომატული ალდეჰიდები: ვალინი, პარა – ოქსიბენზალდეჰიდი, იასამანალდეჰიდი და დარიჩინალდეჰიდი. დუყის ნაზ ელემენტებში ლიგნინის შემცველობა 6%-მდეა, ხოლო ფოთლის გაუხეშებასთან ერთად მისი რაოდენობა 10%-მდე იზრდება.

აზოტ შემცველი ნაერთები წარმოადგენენ ჩაის ქიმიური შემადგენლობის მნიშვნელოვან ნაწილს, რომელთაგან უპირველესად აღსანიშნავია ცილები. არსებული მონაცემებით საერთო აზოტის შემცველობა დუყის ცალკეულ ელემენტებში შემდეგი რაოდენობით არის წარმოდგენილი: კვირტი – 29,06 %, პირველი ფოთოლი – 26,06 %, მეორე ფოთოლი – 25,95 %, მესამე ფოთოლი – 24,94 %. ჩაის ფოთოლში ძირითადად წარმოდგენილია წყალში ხსნადი ცილები – ალბუმინები, მარილში ხსნადი – გლობულინები და ტუტეში ხსნადი – გლუტელინები. ნივთიერებათა პირველი კლასი ცილების საერთო რაოდენობის მესამედს შეადგენს. ფოთლის გადამუშავების დროს ცილები განიცდიან ნაწილობრივ ჰიდროლიზს, განსაკუთრებით ღნობის პროცესში. ნაზი დერო ორ-

სამჯერ მეტ ამინომჟავებს შეიცავს, ვიდრე დუყის სხვა ნაწილები, ხოლო ფოთლის ასაკის ზრდასთან ერთად მათი რაოდენობა კანონზომიერად კლებულობს. ჩაის ფოთოლში ნაპოვნია შემდეგი ამინომჟავები: **ლიზინი, არგინინი, ჰისტიდინი, ტრეონინი, სერინი, გლუტამინის მჟავა, პროლინი, გლიცინი, ალანინი, ვალინი, მეთიონინი, იზოლეიცინი, ტიროზინი, ფენილალანინი** და სხვა. ნორმალურ დუყში თავისუფალ ამინომჟავათა შემცველობა 2 პროცენტამდე აღწევს.

ჩაის ფოთოლი გარდა ამინომჟავებისა შეიცავს **ამიდებს, ასპარაგინს და თეანინს**. ეს ისეთი ამინომჟავებია, რომლებშიც კარბოქსილის ჯგუფის ჰიდროქსილი ამინოჯგუფით არის ჩანაცვლებული. რაოდენობრივად და თვისობრივად განსაკუთრებულ ინტერესს თეანინი იწვევს. წყალში ხსნად აზოტოვან ნივთიერებებს შორის, შემცველობის მიხედვით თეანინი ყველაზე მეტი რაოდენობითაა წარმოდგენილი ჩაის ფოთოლში. **თეანინი (L-გლუტამინ-მჟავა γ ეთილამიდი) $C_7H_{14}N_2O_3$** , სუფთა სახით თეთრი კრისტალური ნივთიერებაა, კარგად იხსნება წყალში, ხასიათდება მოტკბო გემოთი. ჩაი პრაქტიკულად ერთადერთ მცენარეს წარმოადგენს, რომელიც ამ ნივთიერებას აგროვებს. თეანინის შემცველობა იცვლება ფოთლის ასაკისაგან დამოკიდებულებით და დუყის ცალკეულ ელემენტებში შემდეგი რაოდენობით არის წარმოდგენილი (მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით): კვირტი - 0,55, პირველი ფოთოლი - 0,31 %, მეორე ფოთოლი - 0,42 %, მესამე ფოთოლი - 0,58 %, დერო - 2,1 %. იგი დადებით როლს თამაშობს ჩაის ხარისხის ჩამოყალიბებაში.

ფერმენტები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ ჩაის ტექნოლოგიაში. ჩაის ფოთლის გადამუშავების ტექნოლოგიური პროცესი, მიღებული პროდუქციის სახეობა და ხარისხი დამოკიდებულია ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტების მოქმედებაზე. ჩაის ფოთლის ფერმენტებიდან, ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია ოქსიდორედუქტაზები და ჰიდროლაზები.

ფენოლოქსიდაზა (ფ. კ. 1. 14. 18. 1, მონოფენოლ, დიოქსიფენილანინ: ჟანგბადი ოქსიდორედუქტაზა). იგი გვხვდება სხვადასხვა სახელწოდებით: ო-დიფენოლოქსიდაზა, პოლიფენოლოქსიდაზა, ფენოლაზა, მონოფენოლოქსიდაზა. ფერმენტი აკატალიზებს ფენოლური ნაერთების აერობულ ჟანგვას მოლეკულური ჟანგბადით ორთოქინონების და წყლის წარმოქმნით. მისი სპეციფიურობა დამოკიდებულია სუბსტრატის ჰიდროქსილის ჯგუფებზე. ფენოლოქსიდაზას კატალიზური აქტივობა დაკავშირებულია მის აქტიურ ცენტრში სპილენძის შემცველობაზე. ჩაის ფოთლის ფენოლოქსიდაზა 0,32 %

სპილენძს შეიცავს. ფერმენტის თითოეულ მოლეკულაში 6-8 ატომი სპილენძი არის ჩართული.

ჩაის ფოთლის ფენოლოქსიდაზა მოლეკულური ფორმებისაგან შედგება შემდეგი მოლეკულური მასებით: 254000 ± 400 , 118000 ± 3000 , 58000 ± 2000 , 52000 ± 1500 , 28000 ± 2000 . ფენოლოქსიდაზას მაღალი მოლეკულური და დაბალმოლეკულური ფორმები ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან მოქმედების კინეტიკით და სუბსტრატული სპეციფიურობით.

ჩაის ფოთლის ფენოლოქსიდაზას ჯამური პრეპარატის მოქმედების ოპტიმუმია: pH 4,4-5,3 და 5,7-6,2 (სუბსტრატი პიროკატეხინი) და pH 4,5-5,8 (სუბსტრატი - ჩაის ფოთლის ფენოლური ნაერთების ჯამი და პიროგალოლი). მაღალმოლეკულური ფენოლოქსიდაზა შედარებით მაღალი თერმოსტაბილურობით ხასიათდება. იგი 40°C -ზე 1 სთ-ის განმავლობაში ინკუბაციის დროს ინარჩუნებს საწყის აქტივობას, ხოლო დაბალმოლეკულური ფენოლოქსიდაზა კი მხოლოდ საწყისი აქტივობის ნახევარს. დადგენილია, რომ მაღალმოლეკულური ფენოლოქსიდაზა აკატალიზებს (-) - ეპიგალოკატეხინის, (-) - ეპიგალოკატეხინ-გალატის და ჩაის ფოთლის კატეხინების ბუნებრივი ნარევის ენერგიულ ჟანგვას. დაბალმოლეკულური ფენოლოქსიდაზას (28000 ± 2000) მოქმედებით ჩაის ფოთლის კატეხინების ბუნებრივი ნარევის ჟანგვა. ძლიერ დაბალი სიჩქარით მიმდინარეობს. ჩაის ფოთლის ზრდასა და განვითარებასთან ერთად იცვლება ფენოლოქსიდაზას რაოდენობრივი და თვისობრივი შედგენილობა. ფენოლოქსიდაზას მაღალი აქტივობით ახალგაზრდა ნაზი ფოთლები გამოირჩევა. მათი ასაკის მატებასთან ერთად მნიშვნელოვნად მცირდება ფერმენტის აქტივობა. ფენოლოქსიდაზას მაღალი აქტივობით გამოირჩევა ღუყის მეორე და მესამე ფოთოლი.

ჩაის ახალგაზრდა ფოთლებში ფენოლოქსიდაზა უმეტესად ლოკალიზებულია ეპიდერმისის უჯრედებში. ფოთოლში ფერმენტი იმყოფება როგორც ხსნად, ასევე შეკავშირებულ (ბმულ) ფორმაში. ფენოლოქსიდაზას აქტივობა იზრდება ღნობის მიმდინარეობის დროს, ხოლო ფერმენტაციის პროცესში კი მცირდება.

ჟანგვით გარდაქმნებში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს **პეროქსიდაზა** (ფ. კ. 1. 11. 1. 7, დონორი: H_2O_2 -ოქსიდორედუქტაზა). იგი სპეციფიურია წყალბადის აქცეპტორის - ზეჟანგის მიმართ, ხოლო დონორის სახით სხვადასხვა ნაერთს იყენებს. პეროქსიდაზა აკატალიზებს ფენოლური ნაერთების

ჟანგვას წყალბადის ზეჟანგის მონაწილეობით, შესაბამისი ქინონის და წყლის წარმოქმნით.

ჩაის ფოთლის პეროქსიდაზა მოლეკულური ფორმებისაგან შედგება, რომლებიც განსხვავებული ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით ხასიათდებიან. იგი ფოთოლში ხსნად და შეკავშირებულ მდგომარეობაში იმყოფება. ფოთლის ზრდა-განვითარებასა და მობერებასთან ერთად მცირდება მასში პეროქსიდაზას აქტივობა და ფერმენტის ხსნადი ფორმა ბმულ მდგომარეობაში გადადის. პეროქსიდაზას მოლეკულური ფორმების მაქსიმალურ აქტივობას 30°C-ის პირობებში ავლენენ. მისი აქტიური ცენტრი სამვალენტიან რკინას შეიცავს. პეროქსიდაზა აკატალიზებს ფენოლკარბონის მჟავების ენერგიულ ჟანგვას.

კატალაზა (ფ. კ. 1. 11. 1. 6, წყალბადის ზეჟანგის ოქსიდორედუქტაზა) შლის H₂O₂-ს. ფერმენტი აქტიურ ცენტრში რკინას შეიცავს. აქვს უნარი დაჟანგოს მთელი რიგი სუბსტრატებისა წყალბადის ზეჟანგის მონაწილეობით.

ჰიდროლიზური ფერმენტებიდან ჩაის ფოთოლი შეიცავს α – ამილაზას, ინვერტაზას, β - გლუკოზიდაზას, პექტინმეთილესთერაზას და სხვა.

მალატდეჰიდროგენაზა (ფ.კ. 1. 1. 1. 37) მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ ფუნქციას ასრულებს ჩაის მცენარეში. იგი მონაწილეობს ორ - და სამფუძიანი ორგანული მჟავების გარდაქმნის ციკლში. ჩაის ფოთოლში წარმოდგენილია მოლეკულური ფორმების სახით. ფერმენტის მიმართ მაინჰიბირებელი უნარით ფენოლური ნაერთები გამოირჩევიან.

ციტოქრომოქსიდაზა (ფ. კ. 1. 9. 3. 1) ხასიათდება მოლეკულური ჟანგბადის გააქტიურების უნარით, რასაც გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ფერმენტაციის პირობებში ჩაის ფოთოლში მიმდინარე გარდაქმნებში.

ჩაის წარმოებისათვის საყურადღებოა აგრეთვე ჰიდროლიზური ფერმენტები, რომელთა მოქმედება ნედლეულის ღნობის პროცესში აქტიურდება.

ჰიდროლიზური ფერმენტების კლასიდან ჩაის ტექნოლოგიისათვის მნიშვნელოვანია პექტინესთერაზა, კარბოჰიდრაზები, პროტეაზები, ქლოროფილაზა.

პექტინესთერაზა (პექტაზა) ფ. კ. 3. 1. 1. 11 ერთ-ერთი ფერმენტია, რომელიც ახორციელებს პექტინოვანი ნივთიერებების ჰიდროლიზს. ფერმენტი მაღალი სპეციფიურობით გამოირჩევა. იგი ახდენს პექტინის რთული ეთერული კავშირების გახლეჩას თავისუფალი პოლიგალაქტურონის მჟავის და მეთილის სპირიტს წარმოქმნით.

პოლიგალაქტურონაზა (პექტინაზა) ფ. კ. 3. 2. 1. 15 აკატალიზებს პოლიგალაქტურონის მუავის გლიკოზიდური კავშირების გახლეჩას თავისუფალი მეთოქსილირებული პოლიგალაქტურონმუავის წარმოქმნით.

პექტოლიზური ფერმენტების მოქმედების შედეგად ჩაის ფოთოლი ღნობის პროცესში იძენს სირბილეს და წებვადობას.

ამილაზები (ფ. კ. 3. 2. 1) იწვევენ სახამებლის ჰიდროლიზს: **α-ამილაზა** (ფ. კ. 3. 2. 1. 1) სახამებელს შლის დექსტრინებად და მცირე რაოდენობით მალტოზამდე; **β-ამილაზა** (ფ. კ. 3. 2. 1. 2) სახამებელს შლის ძირითადად მალტოზამდე და მცირე რაოდენობით მაღალ მოლეკულურ დექსტრინებამდე; **გლუკოამილაზა (ეგზო - 1,4 - α - გლუკოზიდაზა)** ფ. კ. 3. 2. 1. 3 სახამებელს შლის ძირითადად გლუკოზისა და მცირე რაოდენობით დექსტრინების წარმოქმნით.

ჩაის ფოთოლში ნაპოვანია ინვერტაზა და β-გლუკოზიდაზა.

ინვერტაზა (β-ფრუქტოფურანოზიდაზა) ფ. კ. 3. 2. 1. 26, რომელიც აკატალიზებს საქაროზას გლუკოზად და ფრუქტოზად დაშლას. შედეგად ინვერსიული შაქარი მიიღება. ფერმენტი იმყოფება ხსნად და შეკავშირებულ მდგომარეობაში. ჩაის ფოთლის ასაკის ზრდასა და მობერებასთან (გაუხეშება) ერთად მცირდება ფერმენტის ხსნადი ფორმა და იზრდება უხსნადის შემცველობა.

β-გლუკოზიდაზა (ფ. კ. 3. 2. 1. 21) აკატალიზებს β-გლუკოზიდურ კავშირებს დი - და პოლისაქარიდებში, ასევე გლიკოზიდებში.

ქლოროფილაზა (ფ. კ. 3. 1. 1. 14) ახდენს ქლოროფილების ჰიდროლიზს თავისუფალი ფიტოლის და ქლოროფილიდების წარმოქმნით.

პროტეაზების (ფ. კ. 3. 4.) მოქმედებით ცილოვანი ნივთიერებებისა და პოლიპეპტიდების ჰიდროლიზის პროცესები მიმდინარეობს. მაღალი აქტივობით გამოირჩევა ჩაის ღუყის მეორე ფოთოლი. ნედლეულის გადამუშავების დროს ფერმენტის აქტივობა იცვლება, კერძოდ, ღნობის პროცესში იზრდება, ხოლო შემდეგ ეტაპზე კი თანდათანობით მცირდება.

ალკალიიდებიდან ჩაის ფოთოლი შეიცავს **კოფეინს, თეოფილინსა და თეობრომინს**. კოფეინის რაოდენობა 2-3 %-ს შეადგენს, თეოფილინისა და თეობრომინის კი 0,6-0,8 პროცენტის ფარგლებშია. ფოთლის ასაკის ზრდასთან ერთად კოფეინის შემცველობა ეცემა.

არომატის წარმომქმნელი ნაერთებიდან მნიშვნელოვანია ეთერზეთები და ფისები. ჩაის ეთერზეთები ნივთიერებათა რთული ნარევი, შეიცავს

ნახშირწყალბადებს, ალდეჰიდებს, კეტონებს, სპირტებს, მჟავებს, ფენოლებს და სხვა. ეთერზეთების საერთო შემცველობა ნედლეულში 0,01 პროცენტს იშვიათად აღემატება.

დუყის სხვადასხვა ნაწილში ეთერზეთების შემცველობა მცირე დიაპაზონით იცვლება: ყველაზე მეტი რაოდენობით შეიცავს ნაზი ღერო, შემდეგ პირველი ფოთოლი მზარდი კვირტით, მეორე ფოთოლი და ა.შ. აქროლადი ალდეჰიდების მაღალი შემცველობით ხასიათდება ნაზი ღერო და მოზარდი კვირტი.

ფისები წარმოადგენენ როგორც არომატის მატარებელს, ასევე ფიქსატორებს. დადგენილია, რომ არომატის შექმნაში ფისების ფრაქციებიდან წამყვან როლს რეზენები ასრულებენ, რომელთა შემცველობა ფოთლის გაუხეშებასთან ერთად მცირდება.

ნახშირწყლები პირობით შეიძლება ორ ჯგუფად დაიყოს, – ხსნადი შაქრები და პოლისაქარიდები. შაქრები, რომლებიც ამა, თუ იმ ფორმით გადადიან ნაყენში, წარმოადგენენ: პენტოზებს, ჰექსოზებს (მონოშაქრები) და ოლიგოსაქარიდებს. მეორე ჯგუფში შედიან: ცელულოზა, ჰემიცელულოზა, სახამებელი და პექტინოვანი ნივთიერებები.

ჩაის ფოთოლი შაქრების საკმაოდ რთული შედგენილობით ხასიათდება იგი შეიცავს პენტოზებს (რამნოზა, რიბოზა, ქსილოზა, არაბინოზა), ჰექსოზებს (ფრუქტოზა, გლუკოზა), დისაქარიდებს (საქაროზა, მალტოზა, მელიბიოზა), ტრისაქარიდს (რაფინოზა) და ტეტრასაქარიდს (სტახიოზა). ჩაის დუყის ზრდასა და ფოთლების მოპერებასთან (გაუხეშება) დაკავშირებით მნიშვნელოვნად იზრდება მასში ხსნადი შაქრების შემცველობა: პენტოზების შემცველობა უმნიშვნელოდ იზრდება (0,38%-დან 0,49%-მდე), ინტენსიურად გროვდება: ფრუქტოზა (0,07%-დან 0,72%-მდე), გლუკოზა (0,12%-დან 1,38%-მდე), რაფინოზა (0,01%-დან 0,22%-მდე), სტახიოზა (0,23%-დან 0,53%-მდე) და განსაკუთრებით საქაროზა (1,50%-დან 4,40%-მდე). რაც შეეხება მელიბიოზას, რომელიც იდენტიფიცირებულია მხოლოდ ქართული ჩაის მცენარის ფოთლებში, მისი შემცველობა მკვეთრად ეცემა ფოთლის ასაკთან ერთად (3,0%- დან 0,97%-მდე). როგორც ჩანს, ეს გამოწვეულია მისი უშუალო მონაწილეობით რაფინოზას სინთეზში. დისაქარიდი მელიბიოზა შედგება გლუკოზისა და გალაქტოზისაგან. იგი შედის ტრისაქარიდ რაფინოზას შემადგენლობაში, რომლის ფერმენტული ჰიდროლიზით მელიბიოზა და ფრუქტოზა მიიღება. დუყის ზრდისა და განვითარების კვალობაზე მნიშვნელოვნად იზრდება ხსნადი შაქრების ჯამური

რაოდენობა (5,70%-დან 8,16%-მდე). განსაკუთრებით ინტენსიურად აგროვებს ხსნად შაქრებს დაუზრდილავი ჩაის მცენარე.

პოლისაქარიდების ბიოლოგიური როლი ჩაის მცენარეში მრავალმხრივია. ნაწილი უჯრედის შემაკავშირებელ სტრუქტურას ქმნის, როგორცაა ცელულოზა და პექტინი, ხოლო სახამებელი სამარაგო ნივთიერებებს განეკუთვნება.

ცელულოზა (უჯრედისი) – წარმოადგენს უჯრედის კედლების მთავარ შემადგენელ ნაწილს. იგი წარმოადგენს ხაზოვან პოლიმერს, რომელიც შედგება 1,4 – კავშირებით შეერთებული β – D – გლუკოპირანოზული ნაშთებისაგან. ცელულოზის მოლეკულა 1400-დან 10000-მდე გლუკოზის ნაშთს შეიცავს. ცელულოზის სტრუქტურა მონაცვლეობით ამორფულ და კრისტალურ უბნებს შეიცავს. სავეგეტაციო პერიოდისაგან დამოკიდებულებით ორ-სამ ფოთლიან დუყებში ცელულოზის შემცველობა საშუალოდ 6-10%-ს შეადგენს. ფოთლის ასაკისაგან დამოკიდებულებით მისი შემცველობა მკვეთრად იზრდება.

ჰემიცელულოზები წარმოადგენენ ჰეტეროპოლისაქარიდებს, რომლებიც შეიცავენ სხვადასხვა პენტოზების, ჰექსოზების და მათი წარმოებულების ნაშთებს. ჰემიცელულოზები მაღალმოლეკულური პოლისაქარიდების დიდ ჯგუფს აერთიანებენ. ცელულოზასთან შედარებით ჰემიცელულოზები უფრო „დუნე“ სტრუქტურითა და შესაბამისად ხსნადობის უკეთესი უნარით ხასიათდებიან. ჰემიცელულოზებიდან მცენარეებში შედარებით ფართოდაა წარმოდგენილი პენტოზანები, რომლებიც პენტოზის ნაშთებისაგან შედგებიან. პენტოზანები მცენარეებში წარმოდგენილია არაბანებისა და ქსილანების სახით.

ჩაის დუყში ჰემიცელულოზების ყველაზე დაბალი შემცველობით კვირტი და პირველი ფოთოლი გამოირჩევა. მათი შემცველობა ორ-სამ ფოთლიან ნაზ დუყებში, სხვადასხვა ფაქტორისაგან დამოკიდებულებით, 5-10%-ს შეადგენს. ჩაის ნედლეულში ჰემიცელულოზების და ცელულოზის მაღალი შემცველობა მისი გაუხეშების და დაბალი ხარისხის მაჩვენებელია. ეს ნაერთები ჩაის ხარისხისათვის ბალასტს წარმოადგენენ, რამდენადაც არ იხსნებიან წყალში და არ მონაწილეობენ ხარისხობრივი მაჩვენებლების ფორმირებაში.

უჯრედისის შემცველობა ასახულია საერთაშორისო და ნაციონალური სტანდარტების მოთხოვნებში მზა ჩაიზე.

პექტინოვანი ნივთიერებები განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებენ მაღალმოლეკულურ პოლისაქარიდებს შორის, რომელთა გარდაქმნის პროდუქტები გარკვეულ გავლენას ახდენენ ტექნოლოგიურ პროცესებზე. ჩაის ზოგიერთი

თვისება, როგორცაა წებვადობა, მოტკბო გემო და ჰიგროსკოპულობა გაპირობებულია მასში პექტინების შემცველობით. პექტინოვანი ნივთიერებები მიეკუთვნებიან კოლოიდურ, ბლანტ სუბსტანციებს. ქიმიური ბუნებით მჟავე პოლისაქარიდებს წარმოადგენენ. ცნობილია ხსნადი და უხსნადი პექტინები. უხსნადობა გაპირობებულია პექტინის კავშირით სხვა პოლისაქარიდებთან. ეს კავშირი იშლება პროტოპექტინაზას მოქმედებით და იგი ხსნად მდგომარეობაში გადადის. პექტინოვანი ნივთიერებების აგებულების საფუძველს $\alpha - 1,4 -$ გლიკოზიდური კავშირებით შეერთებული D – გალაქტურონმჟავას ნაშთები წარმოადგენს. კარბოქსილური ჯგუფები ნაწილობრივ ეთერიფიცირებულია მეთილის სპირტით, რომელიც ადვილად სცილდება პექტინესტერაზას მოქმედებით. ჩაის ხარისხისათვის მნიშვნელოვანი ხსნადი პექტინის შემცველობა 2,5-5%-ს შეადგენს, ხოლო პროტოპექტინის – 7%-მდე. არსებობს პირდაპირი კორელაცია ჩაის ხარისხსა და მასში პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობას შორის. ახალგაზრდა ნაზი ფოთლები მეტ ხსნად პექტინს შეიცავს, ვიდრე მოუხეშო და უხეში. პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა დამოკიდებულია მცენარის ვეგეტაციისა და ფოთლის კრეფის პერიოდზე, პლანტაციის გეოგრაფიულ გაადგილებაზე და სხვა ფაქტორებზე.

ჩაის ფოთლის გადამუშავების პროცესში პექტინოვანი ნივთიერებები ცვლილებებს განიცდიან. ჩაის ფოთლის შენახვისა და ღნობის პროცესში შესაბამისი პექტოლიზური ფერმენტების გააქტიურების შედეგად მცირდება პროტოპექტინი და იზრდება ჰიდროპექტინის რაოდენობა, ხოლო გრეხა - ფერმენტაციის სტადიაზე ჰიდროპექტინი მცირდება. პექტინოვანი ნივთიერებების ყველა ფრაქცია საგრძნობლად მცირდება შრობის პროცესის მიმდინარეობის დროს. ჩაის ფოთლი მცირე რაოდენობით სახამებელს შეიცავს.

სახამებელი ორი სხვადასხვა პოლისაქარიდის – **ამილოზის** და **ამილოპექტინის** ნარევა, რომლებიც ერთმანეთისაგან ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით განსხვავდებიან. ამილოზა წყალში იხსნება წებოს წარმოქმნის გარეშე, იოდთან ლურჯ შეფერვას იძლევა, ქიმიური აგებულებით 1,4 – ბმებით შეერთებულ გლუკოზის გრძელ დაუტოტვავ ჯაჭვს წარმოადგენს. ამილოპექტინი იოდთან იისფერ შეფერვას იძლევა, ცხელ წყალთან წებოს წარმოქმნის. ამილოზისაგან განსხვავებით ამილოპექტინის მოლეკულას განტოტვილი აგებულება აქვს. გლუკოზის ცალკეული ნაშთები 1,6 – გლიკოზიდური კავშირებით არის შეერთებული. სახამებლის რაოდენობა ნაზ ფოთოლში

საშუალოდ 0,8 %-ის ფარგლებშია. ფოთლის ასაკთან და გაუხეშებასთან ერთად იზრდება მასში სახამებლის შემცველობა, მაგრამ არ აღემატება 2,3%-ს.

ჩაის ფოთლის შენახვისა და ღნობის პროცესში იქმნება შესაბამისი პირობები სახამებლის ბიოდეგრადაციისათვის. ჰიდროლიზის პირველ ეტაპზე განსხვავებული მოლეკულური მასის მქონე პოლისაქარიდები დექსტრინები მიიღება. სახამებლის ჰიდროლიზი ზოგადად შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ: α – ამილაზა იწვევს სახამებლის მოლეკულური მასის სწრაფ შემცირებას და იგი დაჰყავს დაბალმოლეკულურ დექსტრინებამდე, რომელთა შემდგომი ჰიდროლიზი გლუკოზის შემადგენელ მონომერებამდე α – გლუკოზიდაზით (გლუკოამილაზა) ხორციელდება.

მინერალური ნივთიერებები ორი ფორმით არის წარმოდგენილი ჩაის ფოთოლში – წყალში ხსნადი და უხსნადი. მათი საერთო რაოდენობა 4-6 %-ს შეადგენს. ჩაის ფოთოლი შეიცავს კალიუმს, ნატრიუმს, მაგნიუმს, კალციუმს, სპილენძს, მანგანუმს, გოგირდს, რკინას, ფოსფორს და სხვა. ფოთლის გაუხეშებასთან ერთად მინერალურ ნივთიერებათა ჯამური შემცველობა მატულობს, ხოლო წყალში ხსნადი ნაწილი შესაბამისად მცირდება. არსებობს პირდაპირი კორელაცია ნედლეულის ხარისხისა და ხსნადი ნაწილის შემცველობას შორის.

მინერალური ნივთიერების საერთო ჯამის და წყალში ხსნადი ნაწილის შემცველობა ასახულია მზა პროდუქციაზე საერთაშორისო და ნაციონალური სტანდარტების მოთხოვნებში.

ორგანული მჟავები. ჩაის ფოთოლში ნაპოვნია ვაშლის, ლიმონის, პიროყურძნის მჟავები, მჟაუნმჟავა და სხვა. საერთოდ ჩაის ფოთოლი შეიცავს ყველა იმ ორგანულ მჟავას, რომლებიც მონაწილეობენ ორ და სამფუძიან მჟავათა გარდაქმნაში.

ნაზ ფოთლებში ორგანული მჟავები მეტი რაოდენობით არის წარმოდგენილი, ვიდრე მოუხეშოში და უხეშში. მათი რაოდენობა მცირეა ჩაის ფოთოლში, მაგრამ ნაერთთა ამ კლასის წარმოდგენლები – ლიმონისა და ვაშლის მჟავები გარკვეულ როლს თამაშობენ ჟანგვით პროცესებში.

ვიტამინები. ჩაის ფოთოლი შეიცავს წყალში ხსნად თითქმის ყველა ცნობილ ვიტამინს: P (კატეხინები), B₁ (თიამინი), B₂ (რიბოფლავინი), C (1-ასკორბინის მჟავა), PP (ნიკოტინის მჟავა), პანტოტენის მჟავა და სხვა. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ კატეხინების რაოდენობა ჩაის ფოთლებში

გაცილებით მეტია, ვიდრე სხვა მცენარეებში. ამიტომ ვიტამინ P-ს სამრეწველო მიღების ერთ-ერთ წყაროს ჩაის ფოთოლი წარმოადგენს.

პიგმენტები. მწვანე პიგმენტები ფოთლის ხარისხზე უარყოფითად მოქმედებენ. მათი შემცველობა საშუალოდ, 0,6-0,8 %-ს შეადგენს და მესამე ფოთოლში სამჯერ მეტი რაოდენობითაა წარმოდგენილი, ვიდრე კვირტსა და პირველ ფოთოლში. ფოთლის ასაკთან ერთად იზრდება როგორც ქლოროფილ a-ს, ასევე b-ს შემცველობა, ხოლო მათი თანაფარდობა თითქმის მუდმივი რჩება დუყის ყველა ელემენტისათვის და შეადგენს 2:1. ცხელ წყალში ქლოროფილ a-ს ხსნადობა უფრო მაღალია, ვიდრე b-სი.

ყვითელი პიგმენტები – კაროტინი, ლიუტეინი, ვიოლაქსანტინი და ნეოქსანტინი ჩაის ფოთოლში წარმოდგენილია 0,07-0,08 %-ის რაოდენობით მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით. მათი შემცველობა კვირტიდან და პირველი ფოთლიდან იზრდება, ხოლო ნაკლები შემცველობით ხასიათდება ნაზი ღერო.

5.3 შავი ჩაის ტექნოლოგია

შავი ჩაი წარმოადგენს სასიამოვნო მწკლარტე გემოს და სპეციფიური ნაზი არომატის მქონე გამოკვებით პროდუქტს, რომელიც გამომუშავდება ჩაის ფოთლებიდან ღნობის (ჭკნობა), გრეხის, ფერმენტაციის და შრობის სპეციალური ტექნოლოგიური პროცესების თანმიმდევრული ჩატარების შედეგად.

მწვანე ფოთლიდან შავი ჩაის მიღების საფუძველს ბიოქიმიური გარდაქმნები წარმოადგენს. ტექნოლოგიურმა ზემოქმედებამ ფოთლის ქიმიური შედგენილობის ისეთი ცვლილება უნდა გამოიწვიოს, რომლის დროსაც პროდუქციის ხარისხზე დადებითად მოქმედი ნივთიერებების გარდაქმნის პროდუქტები მაქსიმალურ ეფექტს იძლევიან, ხოლო უარყოფითად მოქმედი საწყისები ვერ ანიჭებენ პროდუქტს არასასურველ არომატსა და გემოს. შემდეგი ამოცანაა პროდუქტისათვის სასაქონლო (გარეგანი) სახის მინიჭება. გარეგანი სახის ფორმირება ხარისხის ფაქტორთან ერთად პირდაპირ დამოკიდებულებაშია ნედლეულის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებთან და ტექნოლოგიურ პროცესებთან. წარმოების კრიტერიუმს თანაბრობის მიღწევა წარმოადგენს ამ მაჩვენებლებს შორის.

ჩაის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესები პირობით შეიძლება გაიყოს ორ ნაწილად – ბიოქიმიური და მექანიკური, ბიოქიმიური და ქიმიური გარდაქმნების დროს ძირეულად იცვლება ნივთიერებათა შემადგენლობა და თვისებები, ხოლო მექანიკური ზემოქმედებით ფოთლის ფიზიკური მახასიათებლები. ეს ორივე ნაწილი ურთიერთკავშირშია და ერთ მიზანს ემსახურება.

ღნობა. გრეხილი (ბაიხის) ჩაის მისაღებად აუცილებელია დუყი ელასტიური გახდეს და დაემორჩილოს მექანიკურ დამუშავებას, რისთვისაც საჭიროა მასალიდან გარკვეული რაოდენობის ტენის მოცილება. ჩაის ფოთლიდან წყლის აორთქლების დაწყებასთან ერთად ბიოქიმიური გარდაქმნები ისე უნდა წარიმართოს, რომ შემდგომში სწორად ჩავატაროთ ფერმენტაციის პროცესი. აქედან გამომდინარე, ღნობის მიზანს შეადგენს ნედლეულის ფიზიკური და ბიოქიმიური მომზადება გრეხისა და ფერმენტაციის პროცესებისათვის. ღნობის დროს ჩაის ფოთლის ტენიანობა 58-65 %-მდე დაჰყავთ შემდგომი სხვადასხვა მეთოდით ტექნოლოგიური დამუშავებისათვის.

ჩაის ფოთლი ტენს შეიცავს უჯრედშორისებში, უჯრედის წვენში და კოლოიდებში. ღნობის პროცესში წყალი ორთქლდება ფოთლის ფირფიტის ქვედა მხარეზე მდებარე ბაგეების და კუტიკულური შრის მეშვეობით. ტენის გადაადგილება ხდება ოსმოსური წნევის სხვაობით ფოთლის ქსოვილის უჯრედებს შორის. მისი გადაადგილების სიჩქარე ფოთოლში დამოკიდებულია შინაგან და გარეგან პირობებზე: ტემპერატურაზე, მღნობი აგენტის ტენიანობაზე, ფოთლის მორფოლოგიურ აგებულებასა და ასაკზე. აორთქლების ხარისხს განსაზღვრავს ფოთლის ერთეულ ფართზე ბაგეების რაოდენობა, მათი ზომა, უჯრედის წვენის სიბლანტე. ტენის გაცემის სიჩქარე დამოკიდებულია ბაგეების გახსნის ხარისხზე. მღნობი აგენტის მიერ წყლის ართმევის სიჩქარე უნდა შეესაბამებოდეს დუყის ელემენტებში მისი აორთქლებით და ოსმოსური წნევის ცვლილებით გამოწვეულ ტენის გადაადგილების სიჩქარეს.

ფოთლიდან წყლის გაცემის შენელებისა და აჩქარების სამი ფაზა არსებობს: პირველი – უჯრედშორისის და უჯრედის წვენის თავისუფალი ტენის სწრაფი გაცემა, მეორე – კოლოიდების თანდათან გაუწყლოება, მესამე – პლაზმის კოლოიდების პიდროფილობის ცვლილებების შედეგად კონსტიტუციური ტენის გაცემა. წყლის დეფიციტის დადგომასთან ერთად კარგავს ტურგორის აღდგენის უნარს. იგი ხდება მოთენთილი, ელასტიური და მომზადებულია შემდეგი პროცესებისათვის.

ჩაის დუყის მორფოლოგიური ნაწილები ხასიათდება ტენის გაცემის სხვადასხვა უნარით, რაც გამოწვეულია მის ელემენტებში წყლისა და ქიმიურ ნაერთთა რაოდენობრივი თანაფარდობით, ფოთლის ბაგეების გახსნის ხარისხით. ტენის აორთქლების ინტენსივობა პირველი ფოთლიდან 1,5-ჯერ მეტია მეორესთან შედარებით და ორჯერ მეტი მესამესთან შედარებით. აღნიშნული სიდიდეები შეიძლება იცვლებოდნენ ბუნებრივ-ეკოლოგიური პირობებისა და ღნობის პარამეტრების მიხედვით.

ღნობის დროს ფოთლის ზედაპირის ფართი მცირდება, რაც მკვეთრად არის გამოხატული დუყის ნაზ ელემენტებში. ამასთან ერთად იზრდება უჯრედის მემბრანების განვლადობა და ფოთლის მიერ ჟანგბადის შთანთქმის უნარი. ტენის მოცილება იწვევს უჯრედის წველის კონცენტრაციის ზრდას, იზრდება ნივთიერებათა ურთიერთქმედების ალბათობა. ბიოქიმიური ცვლილებები იწყება თანდათანობით და ძლიერდება წყლის დეფიციტის ზრდის მიხედვით. ღნობის პირობები, ჩაის ფოთლის ფენის სისქე, ტემპერატურა, ჰაერის მიწოდების სიჩქარე ძლიერ მოქმედებს ბიოქიმიური პროცესების მიმდინარეობაზე. ამ დროს ჩაის ფოთლის თითქმის ყველა ქიმიური ნაერთი რაოდენობრივ და თვისობრივ ცვლილებას განიცდის. ღნობის ნორმალურ პირობებში ჩატარებისას წყლის ართმევას თან ერთვის ფოთლის ბიოქიმიური მომზადება.

წყლის დეფიციტის დადგომით ფოთოლში ჟანგვითი პროცესები აღემატება აღდგენითს. ფენოლური ნაერთები ნაწილობრივ იჟანგებიან, მცირდება კატეხინების რაოდენობრივი შემცველობა, განსაკუთრებით (-) - ეპიგალო-კატეხინგალატისა. ნედლეულთან შედარებით იზრდება ნაყენის ფერის ინტენსივობა.

ფოთლის გაუწყლოების პარალელურად აქტიურდება ჰიდროლიზური პროცესები. იზრდება ხსნადი ცილის შემცველობა, მნიშვნელოვანი ცვლილებები შეიმჩნევა ნახშირწყლების კომპლექსში. შეინიშნება სახამებლის დაშლა და მარტივი ნახშირწყლების რაოდენობის ზრდა. პროტოპექტინის ჰიდროლიზის ხარჯზე მატულობს ჰიდროპექტინი. იცვლება ეთერზეთების რაოდენობრივი და თვისობრივი შედგენილობა. ნაწილობრივ იშლება ქლოროფილი და მისი თანმდევი პიგმენტები. იცვლება როგორც ორგანული, ასევე არაორგანული მუ-ვეების რაოდენობა. ფოსფორორგანული ნაერთების დაშლის შედეგად შეიმჩნევა ფოსფორმუჟავას შემცველობის მომატება. ღნობის ნორმალური მიმდინარეობის პირობებში ჰიდროლიზური პროცესების შედეგად შემჩნეულია ექსტრაქტულობის რამდენადმე მომატება.

ტექნოლოგის ამოცანას შეადგენს ზუსტად დაიცვას ღნობის ოპტიმალური რეჟიმი. ამ პროცესის მიმდინარეობაზე უარყოფითად მოქმედებს მაღალი ტემპერატურა და ძლიერი გაუწყლოება, რომლის დროს ადგილი აქვს დუყის ყველაზე ნაზი ნაწილის – კვირტისა და პირველი ფოთლის გადახმობას. ვითარდება ჟანგვითი პროცესები, რაც უარყოფითად აისახება პროდუქციის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე.

ეს პროცესი შეიძლება განხორციელდეს ატმოსფერულ პირობებში, რასაც ბუნებრივი ღნობა ეწოდება, ან სპეციალურ დანადგარებში ხელოვნური მეთოდით. ბუნებრივი ღნობა შრომატევადი და ხანგრძლივი პროცესია, საჭიროებს დიდ საწარმოო ფართს და მთლიანად გარემო პირობებზეა დამოკიდებული. ქართული ჩაის წარმოება შექმნის პირველივე წლებიდან ხელოვნური ღნობის მეთოდზე გადავიდა. ჩაის საღნობი აგრეგატის ძირითადი ნაწილებია საღნობი საკანი, ცეცხლმილოვანი კალორიფერი, დამჭირხნი ვენტლატორი და შემრევი საკანი.

საღნობი საკანი წარმოადგენს ლითონის კოლოფს. მასში მოთავსებულია ხუთი ჰოროზონტალურად განლაგებული კონვეიერი, რომელთა ზედა შტო მუშაა, ქვედა კი უქმი. კონვეიერების მუშა ჯაჭვები ცოცხვენ მანქანის ჩარჩოზე ორივე მხრიდან მიმაგრებულ გრძივ ლითონის კუთხედებზე. საკანი ორივე მხრიდან აღჭურვილია კონვეიერიდან კონვეიერში ჰაერის გადამშვები არხებით.

მოსაღნობი ჩაის ფოთოლი დახრილი მკვებავი კონვეიერის საშუალებით მიეწოდება ხვიშირაში. მკვებავ კონვეიერზე ჩაის სისქეს არეგულირებს ოთხფრთიანი მბრუნავი ფენის გამასწორებელი. ხვიშირიდან ფოთოლი მიწოდება ზედა კონვეიერს, საიდანაც თანდათანობით გადადის შემდგომ კონვეიერებზე ზემოდან ქვემოთ. მომდნარი ფოთოლი განიტვირთება უკანასკნელი ქვედა მესხუთე კონვეიერიდან.

აგრეგატებში განხორციელებულია ჰაერის მოძრაობის პარალელური დინების პრინციპი. ჰაერი და ჩაის ფოთოლი მოძრაობს პარალელურად ზევიდან ქვევით. შედარებით მაღალი ტემპერატურისა და დაბალი ფარდობითი ტენიანობის ჰაერი პირველად ახალი ფოთლის ფენას გაივლის, შემდეგ ნაწილობრივ დატენიანებული და ნაკლები ტემპერატურით მიეწოდება შემდგომ კონვეიერებს. თითოეული კონვეიერის თავსა და ბოლოში დაყენებულია ვერტიკალური ფარები რეზინის ფირფიტებით (იზოლაციის მიზნით). ჰაერის ჭავლი ჩაის ფენის გაუვლელად ვერ მიაღწევს შემდგომ კონვეირამდე.

მღნობი აგენტი მზადდება კალორიფერში. გამთბარი ჰაერი კალორიფერიდან ვენტილიატორით შეიწოვება შემრევ კამერაში, შეერევა საჭირო რაოდენობის ცივ ატმოსფერულ ჰაერს, განზავდება 36-38°C ტემპერატურამდე და 30 % ფარდობით ტენიანობამდე, შემდეგ კი დაიჭირხნება საღნობ საკანში.

ფოთლის ფენის სისქე საღნობის პირველ (ზედა) კონვეიერზე უნდა იყოს 18-20 სმ, ღნობის ხანგრძლივობა 6-8 საათი, ჰაერის ტემპერატურა 36-38°C პროცესის ხანგრძლივობის ყველა შემთხვევისათვის. მანქანებში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობა უნდა შეადგენდეს 55-60 ათას მ³-ს. საღნობი მანქანის ყველა კონვეიერის მუშა ფართობი ერთად აღებული არის 82 მ². აგრეგატის წარმადობა დამოკიდებულია პროცესის ხანგრძლივობაზე და ოთხსაათიანი ღნობის დროს შეადგენს 615 კგ/სთ, ხოლო ექვსსაათიანი ღნობის შემთხვევაში – 410 კგ/სთ.

ჩაის ფოთლის ღნობა შესაძლებელია კომბინირებულ საფიქსაციო-საღნობ აგრეგატში.

საზღვარგარეთის ჩაის მწარმოებელ ქვეყნებში ხელოვნური ღნობისათვის ძირითადად გამოიყენება “ტროფის” ტიპის საღნობი, რომელიც წარმოადგენს მართკუთხა ან ტრაპეციის კვეთის მქონე დანადგარს საშუალო გაბარიტული ზომებით: სიგრძე – 20 მ, სიგანე – 2 მ, სიმაღლე – 1 მ. მასში უძრავ ჩარჩოზე გადაჭიმულია ბადე, რომელზედაც 20-25 სმ ფენით იტვირთება ჩაის ფოთოლი. დანადგარში ფოთლის ქვემოთ ტორსული მხრიდან ვენტილატორით მიეწოდება 32°C ტემპერატურის მქონე ჰაერი. ღნობის პროცესი კონტროლდება ბადის შუა ნაწილში სპეციალურად მოწყობილ კალათში მოთავსებული მწვანე ფოთლის შეფასებით. მიღებული შედეგი ვრცელდება ჩაის მთელ პარტიაზე.

ღნობის დასრულების დადგენა შესაძლებელია ფოთოლში წყლის შემცველობით. პროცესი დასრულებულად ითვლება, როდესაც ფოთლის ტენშემცველობა საშუალოდ 60-62 %-ს შეადგენს.

ნარჩენი ტენის რაოდენობა ვერ იძლევა სრულ წარმოდგენას ღნობის მიმდინარეობაზე. პროცესი წარმატებით ჩატარებულად ჩაითვლება, თუ ფოთლის ცალკეულ ელემენტებში უჯრედის წველის კონცენტრაცია ერთნაირია. დუყის ფიზიკურ-მექანიკური და ანატომიური თვისებებიდან გამომდინარე, წყლის გაცემის სხვადასხვა უნარის გამო შეუძლებელია იდეალური ღნობის ჩატარება. ტექნოლოგიური პროცესების სწორად წარმართვის მიზნით, ფოთლის მექანიკური ანალიზით, ადგენენ ღნობის თანაბრობას მომდნარი. საშუალო სინჯში ისაზღვრება ნორმალურად მომდნარი, გადამდნარი და მოუმდნარი ფოთლების პროცენტული შემცველობა.

პროცესის მიმდინარეობისას უნდა ხდებოდეს ფოთლის მასაში ტენიანობის კონტროლი და მის საფუძველზე პროცესის რეგულირება. თუ ადგილი ექნა ნარჩენი ტენის ტექნოლოგიური ნორმებიდან გადახრას, საჭიროა მომდევნო პარტია ჩაისათვის ღნობის რეჟიმი შესაბამისად შეიცვალოს. რაც შეეხება ფოთლის იმ პარტიას, რომელშიც ტენის შემცველობის ნორმა დარღვეულია, საჭიროა მისი გრეხის პროცესის შესაბამისი რეგულირება. ფოთოლში ჭარბი ტენის შემთხვევაში საჭიროა მსუბუქი გრეხის ჩატარება, ხოლო გადაღნობის შემთხვევაში – პირიქით.

ღნობის დამთავრების შემდეგ ფოთოლი მიეწოდება მოსაგრეხად. გრეხის პროცესის და საერთოდ ჩაის მანქანური წარმოების საწყისად ითვლება საგრეხი მოწყობილობა, რომლის განვითარებულ და სრულყოფილ სახეს თანამედროვე როლერი წარმოადგენს.

გრეხის მიზანია მომღნარი ფოთლის დახვევა მთავარი ძარღვის ირგვლივ ჩაისათვის დამახასიათებელი მოგრეხილი ფორმის შესაქმნელად, დუყის დანაწილება შემადგენელ ელემენტებად, ფოთლის ქსოვილების უჯრედების მთლიანობის დარღვევა, გარსისა და მემბრანების დაზიანება, წვენი გამოდენა და მისი ადსორბირება ფოთლის ზედაპირზე. დაზიანებულ უჯრედში ძლიერდება სივრცობრივად გათიშული ფერმენტული სისტემისა და დასაყანგი სუბსტრატის ურთიერთქმედება, რის შედეგად წარმოქმნილი ნივთიერებები ძირითადად განაპირობებენ მზა ჩაის დამახასიათებელ გემოს, ნაყენის ფერსა და არომატს. გრეხის პროცესი ხორციელდება სპეციალურ დანადგარებში – როლერებში, რომლის ძირითადი ნაწილებია ურთიერთსაწინააღმდეგო წრიულ-გადატანითად მოძრავი მაგიდა და ცილინდრი. მაგიდის ცენტრალურ ნაწილში მოთავსებულია სპეციალური ღრმული-კიუვეტი, რომელსაც მოწყობილი აქვს კარები მოგრეხილი მასის განტვირთვისათვის.

ცნობილია სამი სხვადასხვა ტიპის როლერი. მანქანას, რომელშიაც მოძრაობს მხოლოდ მაგიდა ან ცილინდრი, ერთმაგი ქმედების როლერი ეწოდება. მანქანას, რომელშიაც მოძრაობს როგორც მაგიდა, ასევე ცილინდრი, ორმაგი ქმედების როლერი ეწოდება. სამმაგი ქმედებისაა როლერი, თუ მასში მოძრაობს როგორც ცილინდრი და მაგიდა, ასევე წნეხიც. ჩვენს ჩაის მრეწველობაში ძირითადად გამოყენებულია ორმაგი ქმედების როლერები.

როლერში გრეხა მიმდინარეობს ჩაის მასის მუდმივი გადაადგილების შედეგად, რაც გამოწვეულია მოძრავი ცილინდრის კედლის გადატანითი - წრიული მოძრაობით, ჩაის მასაზე მიყენებული ბიძგითი ძალებით. ფოთლის

გრეხის პროცესს თან ახლავს ჩაის ხახუნი როლერის მუშა ზედაპირთან და შინაგანი ხახუნი თვით მასაში. საგრეხი მანქანები ფოთლის მასაში მოქმედი შიდა ხახუნის პრინციპზე მუშაობს. გრეხის დროს ჩაის ფოთოლი მრავალჯერ განიცდის შერევას, რასაც თან ახლავს პერიოდული ადგილობრივი კუმშვები. მთელი პროცესი გარკვეული კანონზომიერებით მიმდინარებს. ამ პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია შერევის სიხშირეზე. მასის ცალკეული ელემენტების ურთიერთისადმი გადაადგილების სიჩქარეზე, ადგილობრივ ძალებზე, მექანიკური ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე, შინაგანი და გარეგანი ხახუნის ძალებზე. შინაგანი წინაღობა, ფოთლის ფენების ხახუნის წინააღობის გარდა, გულისხმობს ჩაის არევის დროს წარმოქმნილ ჯამობრივ წინააღობას – დუყის ძვრას, ღუნვას, ფოთლების წყვეტას და მოგრეხას.

გრეხის პროცესის დროს მიმდინარეობს ძვრის, კუმშვის, ჭიმვის, გრეხისა და დახვევის დეფორმაცია. კიუვეტიან როლერებში გრეხის პროცესში წარმოიქმნება „ეფექტური მუშაობის უბანი“, რომელშიაც მაქსიმალურად ვლინდება ხახუნისა და კუმშვის ერთობლივი ქმედება, რაც ხელშემწყობ პირობებს ქმნის ჩაის ფოთლის აუცილებელი დეფორმაციისათვის და დამოკიდებულია გადასამუშავებელი ფოთლის რაოდენობაზე.

გრეხის დაწყებისთანავე მექანიკური ზემოქმედებით ფოთლის ქსოვილის მთლიანობის დარღვევასთან ერთად ცოცხალ უჯრედში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების მიმართულება იცვლება. უჯრედის დაშლასთან ერთად იწყება ჩაის ფერმენტაცია. შინაგანი და გარეგანი ხახუნის ძალების შედეგად ღეროს თანდათან სცილდება პირველი ფოთოლი ნაზი ღეროთი და კვირტით, მეორე ფოთოლი და ა.შ. გრეხისას ბაიხის ჩაისათვის დამახასიათებელი გრეხილი ფორმა თანდათანობით უყალიბდება დუყის ცალკეულ ელემენტებს. პირველად იხვევა ნაზი ნაწილები, შემდეგ ნაკლებად ნაზი და მოუხეშო. ამ დროს დაუზიანებელ უჯრედში სივრცობრივი გათიშულობის გამო ოქსიდაზური ფერმენტებისა და ფენოლური ნაერთების ურთიერთმოქმედება შეზღუდულია. აღნიშნული ნაერთების ფუნქციები ცოცხალ ორგანიზმსა და ჩაის გადამამუშავების დროს სხვადასხვაა. უჯრედის წვენი ფოთლის ზედაპირზე თანდათანობით გამოიდენება, ფერმენტები და ფენოლური ნაერთები ურთიერთ შეხებაში მოდიან, ცოცხალი უჯრედისათვის დამახასიათებელი მკაცრად კორდინირებული გარდაქმნები ირღვევა, სუნთქვის პროცესს ფერმენტული უანგვითი გარდაქმნები ცვლის და საწყისი ქიმიური ნივთიერებები ღრმა შეუქცევად გარდაქმნებს განიცდიან.

ფერმენტების აქტივობა, დასაქანგავი სუბსტრატის რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლები პირდაპირ დამოკიდებულებაში არიან დუყის სინაზესთან. გრეხის დროს ჩაის მასის ტემპერატურა 7-10°C-ით მატულობს, რაც მეტად უარყოფითად მოქმედებს ჩაის ხარისხზე, ამიტომ აუცილებელია ჩაის მასის განიაგება, დუყის ნაზი ნაწილების პერიოდული გამოცალკეგება გრეხილი მასიდან და შემდგომი გადამუშაგება ოპტიმალურ პირობებში, მათი პოტენციური თვისებების მზა პროდუქციაში მაქსიმალურად ასახვის მიზნით.

მოგრეხილი მასიდან დუყის ელემენტების თანდათანობით გამოცალკეგება, ხორციელდება გრეხის ციკლის პერიოდული შეწყვეტით და მოგრეხილი მასის დახარისხებით.

მოგრეხილი ფოთლის დახარისხება (ფრაქციონირება) მნიშვნელოვანი პროცესია შავი ჩაის წარმოებაში. მის მიზანს შეადგენს მოგრეხილი ნაწილების გამოყოფა, მისი დაყალიბება ზომების მიხედვით, რასაც უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მაღალხარისხოვანი პროდუქციის მისაღებად.

გრეხის დროს ჩაის მასა ერთმანეთს ეწებება და წარმოიქმნება კოშტები. მისი ტემპერატურა საგრძნობლად მატულობს გაძლიერებული ხახუნის შედეგად. აღნიშნულის ლიკვიდაციისათვის, მოგრეხილი ფოთლის დამხარისხებელი მანქანა ადჭურვილია კოშტების დამშლელი მოწყობილობით, რომელიც ხელს უწყობს ჩაის მასის აერაციასა და ბუნებრივია ფერმენტული გარდაქმნების თანაბარ განვითარებას.

მოგრეხილი ფოთლი ბადის ზედაპირზე მოძრაობს ფენების სახით, რაც გამოწვეულია ბადესა და ჩაის ნაწილაკებს შორის შიგა ხახუნის კოეფიციენტების სხვაობით. მასალის მოძრაობა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც თანაბარგადატანითი მოძრაობა ორი პარალელური ფირფიტისა, რომლებიც ჰორიზონტალურ სიბრტყეში ერთმანეთთან შეკავშირებული არიან ხახუნის ძალებით, ვიდრე არ გატარდებიან ბადის თავისუფალ ფართში.

ჩაის წარმოებაში დამხარისხებელი მანქანების ბადე ასრულებს უკუქცევით-გადატანით მოძრაობას. მწვანე დახარისხების დროს ჩაის მასა იყოფა ორ ფრაქციად Q^I გამოხარისხებული და Q^{II} გამოუხარისხებელი ფრაქცია:

$$Q = Q^I + Q^{II}$$

დამხარისხებელი მანქანის დამყარებული რეჟიმის დროს მიწოდებული ჩაის მასა Q მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს.

პროცესი საკმაოდ რთულია, რომელზედაც მოქმედებს ჩაის ნაწილაკების ზომა და ფორმა, ნაწილაკების შემთხვევითი დაჯახება, ბადის ზედაპირის მდგომარეობა, მიყენებული ბიძგების სიდიდე და მიმართულება.

გრეხის შემდეგ ჩაის ფოთლის ფრაქციებად დაყოფა პრაქტიკულად განსაზღვრავს სხვა ტექნოლოგიური პროცესების ნორმალურად ჩატარებას.

მოგრეხილი ფოთლის დახარისხებისათვის არსებობს სხვადასხვა ტიპის დამხარისხებელი, რომელთაგან წარმოებაში ძირითადად ერთიარუსიანი ბრტყელი დამხარისხებელი და ვიბროდამხარისხებელი მანქანები გამოიყენება. მოგრეხილი ფოთლის დამხარისხებელი მანქანის ძირითადი ნაწილებია ჩარჩოზე გადაჭიმული ბადეები. ჩარჩო კორპუსით სახსრულადაა დამაგრებული მუხლა ლილვის ექსცენტრულ ყელზე. მანქანაზე მოწყობილია ხვიმირა, რომლის მოცულობა როლერის ცილინდრის მოცულობის ტოლია. ფსკერზე დაყენებული აქვს სავარცხლიანი ოთხი ლილვაკი ჩაის დოზირებული მიწოდებისა და გრეხის დროს წარმოშობილი კოშტების დასაშლელად. დამხარისხებელი მანქანის ხის ჩარჩოზე გადაჭიმულია ბადეები (№3 და №4). მანქანის რხევათა რიცხვი შეადგენს 250-300 ბრ/წთ. ერთი როლერი ნაგრეხი ფოთლის დახარისხებას 8-10 წუთი სჭირდება. ფოთლის ყოველი პარტიის გატარების შემდეგ დამხარისხებელი მანქანის ბადეები უნდა გაიწმინდოს.

ორთოდოქსალური ტექნოლოგია ითვალისწინებს მომდნარი ფოთლის სამჯერადი გრეხის სქემას, 25-45 წთ ხანგრძლივობით თითოეული, როლერების შეფარდებით 3 : 2 : 2. რაც გულისხმობს: პირველი გრეხის 3 როლერს, მეორე გრეხის 2 როლერს, მესამე გრეხის 2 როლერს და 1 დამხარისხებელ მანქანას. ფოთლის ჩატვირთვა-განტვირთვის და ტრანსპორტირების ოპერაციები სპეციალური ტექნიკური მოწყობილობებისა და საშუალებების გამოყენებით ხორციელდება. პირველი გრეხის სამ როლერში 600 კგ მომდნარი ფოთოლი იტვირთება, თითოეულში – 200 კგ. პირველი გრეხის დასრულების შემდეგ მოგრეხილი მასა მიეწოდება დამხარისხებელ დანადგარს. გამოხარისხებული წვრილი ფრაქცია თავსდება საფერმენტაციო ყუთებში (ფენის სისქით 3-5 სმ) და იდგმება საფერმენტაციოდ. მსხვილი ფრაქცია იყოფა ორ ნაწილად და მიეწოდება მეორე გრეხის ორ როლერში, თითოეულში 240-250 კგ. მეორე გრეხის დამთავრების შემდეგ მოგრეხილი მასა ხარისხდება. მიღებული წვრილი ფრაქცია მიეწოდება საფერმენტაციოდ, ფენის სისქე 5-6 სმ, ხოლო მსხვილი ფრაქცია კვლავ იყოფა ორ ტოლ ნაწილად და იტვირთება მესამე გრეხის ორ როლერში. წვრილი ფრაქციის გამოსავლიანობის გაზრდის მიზნით მესამე

გრეხის როლერების მაგიდების ზედაპირზე დამაგრებულია მჭრელი რიფები. მესამე გრეხის დამთავრების შემდეგ მოგრეხილი ფოთოლი ხარისხდება და მიემართება საფერმენტაციოდ. გრეხა დასრულებულად ითვლება, როცა ფოთოლში დაშლილი უჯრედების რაოდენობა 78-80 %-ს შეადგენს, წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭიროა მეოთხე გრეხის ჩატარება.

გრეხის პროცესის კონტროლისათვის გამოიყენება დაშლილი უჯრედების პროცენტული რაოდენობის განსაზღვრის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია კალიუმის ბიქრომატის უნარზე შეაღწიოს დაშლილ უჯრედებში, დაქანგოს ფენოლური ნაერთები და წარმოქმნას რუხი ფერის პროდუქტები. შემდეგ ფოთოლი ირეცხება გამოსხილი წყლით, თითოეულ ფოთოლზე ვიზუალურად ისაზღვრება შედებილი ფართის პროცენტი და საშუალო გამოითვლება 30 ფოთლიდან.

როლერებში ჩაის ფოთლის გრეხა ხასიათდება რიგი ნაკლოვანებით, რაც უპირველესად გამოწვეულია ჩაის მასის ტემპერატურის მომატებით და დუყის ელემენტების განსხვავებული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით. დუყის ნაზი ნაწილის უჯრედის ქსოვილი ძირითადად გრეხის საწყის სტადიაზე ზიანდება, მოუხეშო ნაწილები შედარებით გვიან, შესაძლებელია ერთი და იგივე ფოთლის ქსოვილის უჯრედების ნაწილი, გრეხის საწყისშივე დაიშალოს დანარჩენი გრეხის მომდევნო სტადიებზე, ან მთლიანად დაუზიანებელი დარჩეს. რაც მეტია ნედლეულში მოუხეშო და უხეში ფოთლების შემცველობა, მით ნაკლებია გრეხის დროს დაშლილი უჯრედების რაოდენობა. გრეხის ჯერადობის გაზრდა, მე-4 და მე-5 გრეხების ჩატარება საჭირო ეფექტს ვერ იძლევა და როგორც წესი, ნაზი ორ-სამფოთლიანი ნედლეულის გრეხის შედეგად უჯრედის 20-22 % დაუშლელი რჩება. მოგრეხილი მასა წარმოადგენს არაერთგვაროვან ნარევეს, რომელიც შედგება დაფერმენტებული, გადაფერმენტებული და დაუფერმენტებელი ნაწილებისაგან. რადგან, ფოთლის ქსოვილის უჯრედები გრეხის დროს სხვადასხვა სტადიაზე იშლება, ფერმენტული ჟანგვითი პროცესებიც სხვადასხვარად ვითარდება. დაუზიანებელ უჯრედებში ქიმიური ნაერთები უმნიშვნელოდ გარდაიქმნებიან და ფაქტიურად მონაწილეობას ვერ იღებენ პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ჩამოყალიბებაში. დაუზიანებელ-დაუშლელ უჯრედებში დაუშლელად დარჩენილი ქლოროფილი აუარესებს შავი ჩაის ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებს.

მოუხეშო და უხეში ფოთლები როგორც წესითაც არ უნდა მოვარიხოთ თანამედროვე როლერებში, დამახასიათებელი გრეხილი ფორმის მიღება

შეუძლებელია. ასევე მიზანშეუწონელია ყველა ეკოლოგიური რაიონისათვის და სეზონის ყველა დროისათვის ერთიანი სტანდარტული ტექნოლოგიური რეჟიმების გამოყენება.

გრეხის პროცესის დროს მნიშვნელოვანია ჩაის ფოთლის ღნობის ხარისხი. ძლიერად მომდნარი ფოთლი მძიმე გრეხას მოითხოვს. როლერებში გრეხის დროს მზა პროდუქციის გარეგანი სახის სასურველ კონდიციამდე მიღწევასთან დაკავშირებით გარკვეული ხარისხით უარესდება ნაყენის სასაქონლო თვისებები. ჩაის ფოთლის როლერებში გრეხა ხანგრძლივი პროცესია, უჯრედის შიგთავსი თანდათანობით გამოიდენება ფოთლის ზედაპირზე და ფერმენტაციის პროცესი არათანაბრად მიმდინარეობს.

აღნიშნული ხარვეზების აღმოფხვრის, გრეხის პროცესის ინტენსიფიკაციისა და წვრილი ჩაის გამოსავლიანობის გაზრდის თვალსაზრისით პირველ ცდას როლერის მაგიდის ზედაპირის სრულყოფა და ხსვადასხვა მოდიფიკაციების საგრეხი დანადგარების შექმნა წარმოადგენდა. როლერის მაგიდის ზედაპირი აღიჭურვა ხსვადასხვა ფორმის მჭრელი რიფებით და კონუსებით.

წვრილი შავი ჩაის პროდუქციის წარმოების მკვეთრი ზრდა შესაძლებელია მომდნარი ფოთლის გრეხის ციკლში ინტენსიური ჭყლეტისა და ჭრადაქუცმაცების პროცესის ჩართვით, რამაც სახე უცვალა არა მარტო ტექნოლოგიას, არამედ პროცესის აღმასრულებელ მანქანა-დანადგარებს.

მომხმარებელთა განსაკუთრებული დაინტერესება წვრილი სახის შავი ჩაისადმი გაპირობებულია ინტენსიური ნაყენით, სასიამოვნო სიმწკლარტით და გემოს სისრულით. იგი ადვილად გასცემს ექსტრაქტს და მნიშვნელოვნად მეტ სამომხმარებლო ნაყენს იძლევა, ვიდრე ორთოდოქსალური ტექნოლოგიით გამომუშავებული.

ჩაის ფოთლის მომენტალური და ინტენსიური დამფლეთ-დამქუცმაცებელი მანქანის CTC შექმნის შემდეგ იწყება ახალი ეტაპი ჩაის წარმოების ტექნოლოგიის განვითარებაში. ამ მეთოდმა გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან მოიპოვა პოპულარობა და დღეისათვის შავი ჩაის მწარმოებელ ძირითად ქვეყნებში (ინდოეთი, კენია და სხვ.) მთლიანად შეცვალა ორთოდოქსალური ტექნოლოგია.

ტექნოლოგიური პროცესი ითვალისწინებს სუსტად მომდნარი ჩაის ფოთლის ინტენსიურ დამუშავებას თანმიმდევრულად განლაგებულ სამ, ოთხ ან ხუთ CTC მანქანაში. პროცესის მიმდინარეობის დროს მოწმდება ფოთლის

დაქუცმაცების ხარისხი, მასის ტემპერატურა და ტენიანობა. დამუშავების პირველ ეტაპზე ფოთლის ტენიანობა 68-70 %-ს შეადგენს, ხოლო CTC დანადგარში 5-ჯერადი დამუშავების შემდეგ ეს მაჩვენებელი 54-56 %-მდე მცირდება. მანქანის ძირითად ნაწილს ჩათრევის პრინციპზე სხვადასხვა სიჩქარით მბრუნავი, ერთმანეთის პარალელურად განლაგებული, ორი ღრმულებიანი ლილვაკი წარმოადგენს. ერთი ლილვის ბრუნვათა რიცხვი შეადგენს 675 ბრ/წთ, ხოლო მეორეს – 60 ბრ/წთ. CTC ტექნოლოგიით მრავალჯერადი დამუშავების შედეგად მიღებული ჩაის ერთგვაროვანი მასა ფერმენტდება კონვეიერული ან დოლური ტიპის საფერმენტაციო დანადგარში. უპირატესობა დოლური ტიპის საფერმენტაციო დანადგარებს ენიჭებათ, რომელთა ბრუნვის სიჩქარე 1-2 ბრ/წთ-ს შეადგენს. დოლის შიდა ზედაპირზე დამაგრებული სპირალური ფრთის მეშვეობით ხდება ჩაის ინტენსიური არევა, ნაწილაკების აგრეგირება და გრანულირება. დანადგარში მთელი პროცესი დინამიურია და ჩაის მასა მუდმივ მოძრაობაშია. ჩაის ფოთლის სრულფასოვანი ფერმენტაციისათვის აუცილებელია კარგი აერაცია და სუფთა ჰაერი მეტი უანგბადის მისაწოდებლად, განსაკუთრებით საწყის ეტაპზე. მიწოდებული ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა შეადგენს 90-95 %-ს, ტემპერატურა – 22-26°C. საბოლოოდ მკვრივი სტრუქტურის მქონე გრანულირებული ჩაი მიიღება. CTC ტექნოლოგიით მიღებული ჩაის ძირითადი თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ თითქმის 2-3-ჯერ მეტ ფინჯან ნაყენს იძლევა, ვიდრე იმავე რაოდენობით ორთოდოქსალური მეთოდით გამომუშავებული პროდუქტი და მასთან შედარებით შენახვის მაღალი უნარით გამოირჩევა. ტექნოლოგიური პროცესის ხანგრძლივობა 105-120 წთ-ს შეადგენს.

ჩაის ფოთლის გრეხის ერთ-ერთ ყველაზე სრულყოფილ მოწყობილობას მანქანა „როტორვეინი“ წარმოადგენს. ტექნოლოგიურ პროცესში „როტორვეინი“ გამოიყენება როგორც როლერებთან, ასევე CTC-თან შეთანაწყობით. მანქანა შედგება ცილინდრული კორპუსისაგან და მის შიგნით ღერძისაგან, რომელიც ნახევრად შნეკს წარმოადგენს, ხოლო მეორე ნახევარზე გარკვეული კუთხით ფრთები არის დამაგრებული. ცილიდრის შიდა ზედაპირზე განლაგებულია ტოლგვერდა სამკუთხედის ფორმის რიფები. ცილიდრის ბოლოს მოთავსებულია ტორსული სახურავი, რომლის დაყენებით სხვადასხვა პოზიციაში შესაძლებელია ჩაის მასაზე მიყენებული წნევის რეგულირება. როტორის ბრუნვათა რიცხვი შეადგენს 30-40 ბრ/წთ. გამომუშავებული პროდუქციის 85-90 % წვრილი სახის ჩაის წარმოადგენს.

როტორული კონსტრუქციის მანქანებს მიეკუთვნება „ტრეტურატორი“, რომელიც ფართოდ გამოიყენება აფრიკის ჩაის მწარმოებელ ქვეყნებში. მანქანის ძირითადი მუშა ორგანოს – როტორის დიამეტრი იზრდება ჩაის გადაადგილების მიმართულებით, ხოლო შნეკის ბიჯი კი მცირდება. მანქანის გასასვლელში დამაგრებელი მჭრელი ფრთების ზემოქმედებით ჩაის მასა მეტი ინტენსივობით მუშავდება, ვიდრე „როტორვეინში“.

შავი ჩაის წარმოების ორთოდოქსალური გრეხის სქემა „როტორვეინთან“ შეთანაწყობით გამოიყენება შრი ლანკაში, სადაც პროდუქციის 80% ორთოდოქსალური ტექნოლოგიით გამოიმუშავდება. 58-60 % ნარჩენ ტენიანობამდე მომღნარი ფოთოლი იგრისება როლერში წნეხის გამოყენებით ან უწნეხოდ 20-30 წთ-ის განმავლობაში. წნეხის გამოყენების შემთხვევაში ახდენენ მის მსუბუქ დაწოლას 5-5 წთ-ის ინტერვალით. მოგრეხილი მასა დანადგარზე ფრაქციონირდება, რომლის დროსაც წვრილი ფრაქციის გამოსავალი საშუალოდ 20 %-ს შეადგენს. მსხვილი ფრაქცია, ნედლეულის კონდიციიდან გამომდინარე, რამდენჯერმე (3-ჯერ) მუშავდება „როტორვეინში“ შუალედური დახარისხებით. გრეხა-ფერმენტაციის ხანგრძლივობა 120-150 წთ-ს შეადგენს 22-26°C ტემპერატურის პირობებში.

CTC მეთოდის გამოყენებამ ჩაის გადამამუშავებელ საწარმოებში უწყვეტნაკადური წარმოების, სრული მექანიზაციის და ტექნოლოგიური პროცესების პროგრამული მართვის განხორციელება გახადა შესაძლებელი.

ჩვენს პირობებში ტექნოლოგიურ ციკლში ჭყლეტა, – ჭრა-დაქუცმაცების პროცესების ჩართვა გამოწვეული იყო ფოთლის გრეხის ინტენსიფიკაციით და წვრილ შავ ჩაიზე მოთხოვნის გაზრდით. ჩაის ფოთლის გრეხის სხვადასხვა სტადიაზე სამამულო წარმოების სხვადასხვა კონსტრუქციის ტექნოლოგიური დანადგარები: „ბ2 – ჩრჩ“, „ბ2 – ჩპი“, „ჩმდს“ გამოიყენება, რომლებიც უცხოური წარმოების მანქანების ანალოგებია და ტექნოლოგიურად გათვლილია ქართული ჩაის ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებზე. წვრილი ჩაის ტექნოლოგიურ პროცესში ძირითადად „ბ2-ჩპი“ და „ჩმდს“ გამოიყენება. მათი ძირითადი ნაწილებია – შეტყუპებული ცილინდრის ფორმის კორპუსი ბუნკერით და მასში ჩათრევის პრინციპზე ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მბრუნავი ორი შეწყვილებული როტორი, რომელის ერთი ნაწილი შნეკს წარმოადგენს, ხოლო მეორე ნაწილი – ფრთების სახით არის შესრულებული. „ჩმდს“ ჩაის ფოთლის ჭყლეტა – დაქუცმაცებას მეტი ინტენსივობით ახორციელებს, რისთვისაც იგი დამატებით დიფუზორით არის აღჭურვილი. ჩაის მასა მიმწოდი შნეკების მეშვეობით

მიეწოდება გრეხის კამერაში, სადაც ფოთლის შეხების დროს კორპუსის დადარულ ზედაპირთან იწყება მისი ინტენსიური დამუშავება, ხოლო დამქუცმაცებელი ელემენტების ზემოქმედებით განიცდის ჭყლეტა-დაქუცმაცებას. უკუწნევის ზემოქმედებით ჩაის მასა თანდათანობით გადაადგილდება დიფუზორში, ხოლო ნაწილი კვლავ ბრუნდება უკან ჭყლეტა-გრეხის საკანში და განმეორებით განიცდის მექანიკურ ზემოქმედებას. პროცესის დასრულების შემდეგ მანქანის გასასვლელიდან განიტვირთება ჩაის მასა, რომელშიც დაშლილი უჯრედების რაოდენობა 85-90 %-ს შეადგენს.

ჩვენი პირობებისათვის ფოთლოვანი და წვრილი შავი ჩაის ნაკადური წარმოების განხორციელების ტექნოლოგიური სქემები წარმოდგენილია ნახ. 5.3.1 და ნახ. 5.3.2.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ მსოფლიოს მასშტაბით შავი ჩაის წარმოება საერთო პრინციპს – ფერმენტების მოქმედებით სასურველი ბიოქიმიური გარდაქმნების განვითარება ეფუძნება და გამოიყენება შემდეგი ძირითადი მეთოდი:

– ორთოდოქსალური, რომელიც ითვალისწინებს მომღნარი ფოთლის რამდენჯერმე გრეხას შუალედური ფრაქციონირებით, ფერმენტაციას და შრობას;

– მომღნარი ფოთლის მრავალჯერადი დამუშავება „როტორვეინში“ და მსგავსი კონსტრუქციის დანადგარებში გრეხის სტადიაზე, ნედლეულის კონდიციიდან გამომდინარე, შუალედური ფრაქციონირებით, ფერმენტაცია და შრობა;

– შემღნარი ფოთლის CTC დანადგარებით მრავალჯერადი დამუშავება ჩაის ნედლეულის კონდიციებისაგან დამოკიდებულებით, „როტორვეინში“ ან მსგავსი კონსტრუქციის დანადგარებში, წინასწარი დამუშავებით ან მის გარეშე, ხანმოკლე ფერმენტაცია და შრობა.

დადგენილია, რომ ფოთლის დამუშავების სხვადასხვა მეთოდი მისი სტრუქტურის დაზიანების გარკვეულ ტიპს იწვევს, ამასთან ცალკეულ შემთხვევაში ერთი ან რამდენიმე მახასიათებელი დომინირებს. კერძოდ, ორთოდოქსალური მეთოდის შემთხვევაში ძირითად დეფორმაციას კუმშვა წარმოადგენს; „როტორვეინი“, „ჩპი“, „ჩმდს“ და ანალოგიური კონსტრუქციის დანადგარები ჩაის ფოთლის ჭყლეტას, ჭრასა და დაქუცმაცებას იწვევს, CTC მეთოდი ფოთლს ფლეტს, ინტენსიურად აქუცმაცებს და დაზიანებათა სხვადასხვა კომბინაციას აყალიბებს.

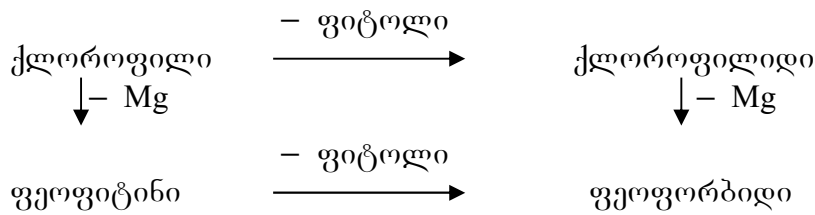
გრეხისა და ფერმენტაციის დროს მიმდინარე გარდაქმნები. გრეხა და ფერმენტაცია ბიოქიმიურად ერთნაირი პროცესებია. ჟანგვითი პროცესების ნორმალური მსვლელობისათვის იგივე გარემო პირობებია საჭირო, რაც გრეხის დროს.

გრეხისა და ფერმენტაციის დროს ჩაის ფოთლის ქიმიური ნაერთები დრმა გარდაქმნებს განიცდიან, რის ჯამურ ეფექტს შავი ჩაის დამახასიათებელი არომატისა და ფერის ჩამოყალიბება წარმოადგენს. ვიზუალურად ფერმენტაციის პროცესის დამთავრებას ფოთლის ფერის მწვანედან სპილენძისფერისაკენ ცვლილება და სასიამოვნო, სპეციფიური არომატის ფორმირება მიგვანიშნებს. უმნიშვნელოვანესია ფენოლური ნაერთების (კატეხინები) ჟანგვა, რომლის შედეგად შავი ჩაის ფერის განმსაზღვრელი ნაერთები – თეაფლავინები და თეარუბიგინები წარმოიქმნებიან. კატეხინების რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება. მსგავსად სხვა ფერმენტული რეაქციებისა, ჩაის ფერმენტაციის მიმდინარეობის სინქარე დამოკიდებულია სუბსტრატის ინდივიდუალური კომპონენტების თანაფარდობასა და კონცენტრაციაზე, ჟანგბადის არსებობასა და კონცენტრაციაზე, ფერმენტების აქტივობაზე, სარეაქციო არეს pH-სა და ტემპერატურაზე, ფერმენტებისა და სუბსტრატის კონტაქტის ხარისხზე და სხვა. ფერმენტაციის პროცესის ნორმალურად განვითარებისათვის აუცილებელია მაღალი ფარდობითი ტენიანობა (95-98 %) და ოპტიმალური ტემპერატურა (22-26°C). დაბალი ფარდობითი ტენიანობის შემთხვევაში შეიმჩნევა მოფერმენტე მასის ზედაპირის გამოშრობა და გაშავება, რაც არასასურველი მოვლენაა როგორც ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, ასევე ბიოქიმიური გარდაქმნების მიმდინარეობისათვის.

ფერმენტული ჟანგვითი პროცესების განვითარებას მიყვავართ ახალი არომატის მატარებელი ნაერთების წარმოქმნამდე, იცვლება ეთერზეთოვანი კომპლექსის რაოდენობრივი და თვისობრივი შემადგენლობა, საბოლოოდ მოფერმენტე ჩაის არომატი წარმოიშობა.

გრეხის დროს ფოსფორორგანული ნაერთების ენერგიული დაშლისა და თავისუფალი ფოსფორმჟავას შემცველობის მომატებით მცირდება უჯრედის წვენი pH. ძლიერ ცვლილებას განიცდის ვიტამინი C, რომელიც სწრაფად იშლება ჟანგვითი პროცესების განვითარებასთან ერთად და რაოდენობრივად რამდენჯერმე მცირდება. მოფერმენტე ფოთლის მწვანე შეფერილობის თანდათანობით გაქრობა გარკვეულწილად გამოწვეულია ქლოროფილის დაშლით.

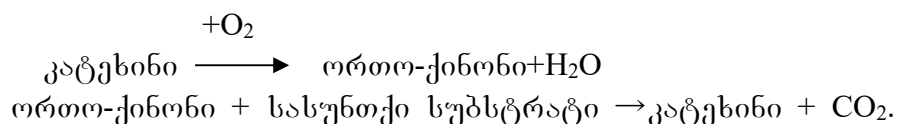
სუსტ მუავე არეში ქლოროფილის მოლეკულაში მაგნიუმის ატომი ჩაენაცვლება ორი ატომი წყალბადით და ფეოფიტინი წარმოიქმნება, ხოლო მისგან ფითოლის ბირთვის მოხლეჩის შედეგად ქლოროფილი მიიღება. მაგნიუმის მოხლეჩით კი ფეოფორბიდი წარმოიქმნება. აღნიშნული ნაერთები მუქი შეფერილობით ხასიათდება და ბუნებრივია, გარკვეული ხარისხით მონაწილეობენ ჩაის ფერის ჩამოყალიბებაში (ნახ. 5.3).



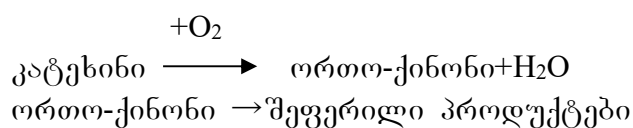
ნახ. 5.3. ქლოროფილის გარდაქმნის სქემა

ფერმენტაციის მიმდინარეობისას გრეხის დროს დაწყებული ბიოქიმიური გარდაქმნები მიყვანილი უნდა იქნას იმ დონემდე, როდესაც მაქსიმალურად დაგროვდება მზა ჩაის გემოს, არომატის და ნაყენის ფერის გამაპირობებელი ნაერთები.

ჩაის წარმოების ბიოქიმიური თეორიის თანახმად ჩაის ფერმენტაცია წარმოადგენს დეკომპენსირებული სუნთქვის პროცესს. დაუზიანებელ უჯრედში ნორმალური სუნთქვის პროცესი შემდეგი რეაქციით გამოისახება:



დაუზიანებელ უჯრედში ეს პროცესები გათანაბრებულია. ჩაის ფოთლის გრეხის პროცესის დაწყების მომენტიდან კატეხინები ინტენსიურად იჟანგებიან ო-დიფენოლოქსიდაზას მონაწილეობით, რის შედეგად კატეხინების ჟინონური ფორმები წარმოიქმნება. ჟინონები კონდენსირდებიან შეფერილი პროდუქტების წარმოქმნით:

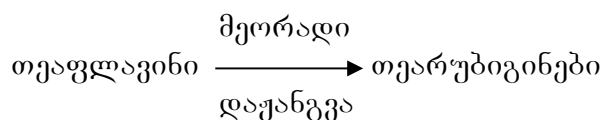


ჩაის კატეხინების თვისებები ძირითადად ჰიდროქსილის ჯგუფებით განისაზღვრება. აქტიურ ჯგუფებად ითვლება პიროკატეხინის და პიროგალოლის ბირთვები.

ჩაის ფენოლურ ნაერთებში შემავალი კატეხინები ფერმენტული ჟანგვის თვალსაზრისით შეიძლება პირობით ორ ჯგუფად გავეყოთ: პიროკატეხინების ბირთვიანი კატეხინები: (±) კატეხინი, (-) ეპიკატეხინი, (-) ეპიკატეხინგალატი და პიროგალოლის ბირთვიანი: (-) ეპიგალოკატეხინი, (±) გალოკატეხინი, (-) ეპიგალოკატეხინგალატი, (±) გალოკატეხინგალატი.

ჩაის ფენოლური ნაერთების კომპლექსში პიროგალოლის ბირთვიანი კატეხინების შემცველობა საშუალოდ 70 პროცენტს შეადგენს. მათ ფერმენტული ჟანგვის განსხვავებული გზა გააჩნიათ, პიროკატეხინის ბირთვიან კატეხინებთან შედარებით. (-) ეპიგალოკატეხინისა და (-) ეპიგალოკატეხინგალატის ჟანგვა-აღდგენის პოტენციალი გაცილებით დაბალია, ვიდრე სხვა პოლიფენოლებისა, ამიტომ ძირითადად დასაქანგ სუბსტრატს ეს ორი ნაერთი წარმოადგენს.

კატეხინების დაჟანგვით წარმოიქმნებიან თეაფლავინი და თეაფლავინგალატი. უფრო ღრმა დაჟანგვის პროდუქტებს თარუბიგინები წარმოადგენენ, რომელთა წარმოქმნის ერთ-ერთ შესაძლო გზას თეაფლავინების დაჟანგვა წარმოადგენს:



თეაფლავინები ნარინჯისფერი-მოყვითალო ნივთიერებებია, რომლებიც მნიშვნელოვნად განაპირობებენ ჩაის ნაყენის ფერს, მის გამჭირვალობას, „სიკაშკაშეს“ და „სიცხოველეს“, სიმწკლარტის შეგრძნებას. ფერმენტირებულ ფოთოლში თეაფლავინების შემცველობა შედარებით მცირეა და საშუალოდ მშრალი მასის 0,2-0,3%-ს შეადგენს. თეარუბიგინები წითელი-მოყავისფრო შეფერილობის ნივთიერებებია, რომლებიც ნაყენს სიმაგრეს, ფერსა და სისავსეს ანიჭებენ. მზა შავ ჩაიში თეარუბიგინების შემცველობა 8-15%-ს შეადგენს და მასზე არის დამოკიდებული ნაყენის საერთო ინტენსივობა.

შავი ჩაის წარმოების პროცესში მიმდინარე გარდაქმნების შედეგად ფენოლური ნაერთების ჟანგვის სიღრმე 35-50%-ს შეადგენს და დამოკიდებულია გადამუშავების მეთოდზე.

შრობის პროცესის მიზანია მოახდინოს ფერმენტების ინაქტივირება, მოაცილოს პროდუქტს ზედმეტი ტენი და გახადოს იგი შენახვისუნარიანი, საბოლოოდ ჩამოაყალიბოს მზა ჩაის დამახასიათებელი ნაყენის ფერი, გემო და სპეციფიური არომატი.

ჩაის ფოთლის შრობა წარმოადგენს სითბოსა და მასათა ცვლის რთულ არასტაციონალურ პროცესს, ამასთან იგი ტექნოლოგიური პროცესია, რომლის სწორად ჩატარებაზე ბევრად არის დამოკიდებული მზა პროდუქციის ხარისხი.

ჩაი მიეკუთვნება კოლოიდურ კაპილარულ-ფოროვან მასალებს. ხმობის პროცესის ფიზიკური არსის ზუსტად გარკვევისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ წყლის კავშირის ფორმა მშრალ ნივთიერებასთან. ტენი მშრალ ნივთიერებას უკავშირდება სამი ფორმით, ესენია: ფიზიკურ-მექანიკური (ზედაპირული, მაკრო და მიკრო კაპილარებში მყოფი ტენი); ფიზიკურ-ქიმიური (გაჯირჯვების, ადსორბციული); ქიმიური (იონური, მოლეკულური).

ზედაპირული ტენი უწვრილესი წვეთების სახით იმყოფება მასალის ზედაპირზე და ზედაპირული დაჭიმულობის ძალებითაა შეკავშირებული. მიკრო და მაკროკაპილარული წყალი წარმოადგენს მინერალური და ორგანული ნივთიერებების გამხსნელს. აღნიშნული ფორმა შეკავშირებულია კაპილარული შეჭიდულობის ძალებით.

გაჯირჯვების ტენი მასალასთან ოსმოსური ძალებითაა შეკავშირებული. იგი უჯრედის მემბრანების, ცილის მოლეკულებისა და ბოჭკოვანი სტრუქტურების შემადგენლობაში იმყოფება. ოსმოსურად შეკავშირებული ტენი განსაზღვრავს ტურგორს და ფოთლის პლასტიკურ თვისებებს. შედარებით ნაკლებად მტკიცედ არის შეკავშირებული ნივთიერებებთან და შრობის დროს გაცილებით ადრე სცილდება, ვიდრე მიკროკაპილარული ტენი.

ზედაპირულ, მიკრო, მაკროკაპილარულსა და ოსმოსურ ტენს თავისუფალ ტენს უწოდებენ, მას ჩვეულებრივი წყლის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები გააჩნია. სიმკვრივე 1-ის ტოლია, გაყინვის ტემპერატურა 0°C-ის და აქტიურ გამხსნელს წარმოადგენს. შრობის დროს აღნიშნული ტენის მოცილების შედეგად ფოთლის მოცულობა მცირდება.

ადსორბციულად შეკავშირებული ტენი მრავალი ჰიდროფილური კოლოიდის მიცელის შემადგენლობაში შედის და მოლეკულური ძალებით მჭიდროდაა შეკავშირებული. ტენის აღნიშნული სახე არ წარმოადგენს ორგანული და მინერალური ნივთიერებების გამხსნელს. შეკავშირებული ტენის ქიმიურ ფორმას კრისტალიზაციური წყალი წარმოადგენს, რომელიც

ნივთიერებათა მოლეკულის შემადგენლობაში შედის მკაცრად განსაზღვრული რაოდენობით. ტენიანობა არის თავისუფალი და აღსორბირებულად შეკავშირებული ტენის ფარდობა მასალის საწყის წონასთან გამოსახული პროცენტებში.

ჰაერის მუდმივი ტენიანობისა და ტემპერატურის დროს ჩაის ფოთლიდან აორთქლება კლებადი სიჩქარით ხასიათდება. მისი მოცილებისას ტემპერატურა თანდათან მატულობს და შრობის პროცესის დამთავრებისას ჰაერის ტემპერატურის ტოლი ხდება. შრობის პროცესი ემყარება მასალაში ტენის შიდა დიფუზიის კანონს, აორთქლების ინტენსივობა მით უფრო მაღალია, რაც უფრო მეტია ჰაერისა და მასალის ორთქლის დრეკადობათა შორის სხვაობა. ჰაერისა და ორთქლის დრეკადობას შორის სხვაობას შრობის პოტენციალი ეწოდება.

შავი ჩაის წარმოებისას მაღალ ტემპერატურაზე შრობა აუცილებელი პირობაა, რომლის გარეშე შეუძლებელია შავი ჩაის დამახასიათებელი თვისებების საბოლოო ჩამოყალიბება. შრობის დროს ორთქლდება არომატული კომპლექსის 60-70 %, მაგრამ ყალიბდება ახალი არომატული ნაერთები, რომლებიც გაცილებით უფრო მნიშვნელოვანია ჩაის ხარისხობრივი მაჩვენებლებისათვის, ვიდრე მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით აქროლებული ნაწილი. ცხელი ჰაერის მოქმედებით ფოთლიდან წყლის მოცილებასთან ერთად მოფერმენტე ფოთლის სპილენძის ფერის შეფერვა ქრება და თანდათანობით შავ ფერში გადადის.

შრობის დროს სითბო იხარჯება ჩაის მასის გაცხელებაზე და წყლის აორთქლებაზე:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

სადაც, Q – ჩაის მასაზე გადაცემული სითბო;

Q_1 – ჩაის ფოთლის გაცხელებაზე დახარჯული სითბო;

Q_2 – ფოთლიდან წყლის აორთქლებაზე დახარჯული სითბო;

ჩაის შრობის პროცესი, მსგავსად სხვა მასალებისა, სამ ეტაპად მიმდინარეობს. პირველ ეტაპზე ხდება ჩაის მასის გათბობა და მისი ტენიანობა უმნიშვნელოდ იცვლება. მეორე ეტაპი შეესაბამება შრობის მუდმივი სიჩქარის მონაკვეთს, რომელიც გრძელდება კრიტიკული ტენიანობის დამყარებამდე. მუდმივი სიჩქარის მონაკვეთში შრობის ინტენსივობა მხოლოდ მშრობი აგენტის პარამეტრებით განისაზღვრება და არ არის დამოკიდებული მასალის ტენიანობასა და ფიზიკურ-ქიმიურ მდგომარეობაზე. მესამე ეტაპზე შრობის სიჩქარე მცირდება, რაც გამოწვეულია ჩაის ტენიანობის შემცირებით. მასალის ტემპერატურა მუდმივად იზრდება და პროცესის ბოლოს მშრობი აგენტის

ტემპერატურას უახლოვდება. შრობის სიჩქარის მუდმივი შემცირება აიხსნება მასალიდან ტენის შეკავშირების ენერგიის ზრდით. შრობის პროცესი გრძელდება წონასწორული ტენშემცველობის დამყარებამდე, რომლის შემდეგ წყლის ართმევის პროცესი წყდება. მასალის ტემპერატურა შრობის დროს პირდაპირ კავშირშია პროდუქციის ხარისხთან, ამიტომ შრობის პროცესის დროს ტემპერატურა მუდმივად კონტროლდება.

ჩაის შრობისათვის ძირითადად კონვეიერული ტიპის მანქანა გამოიყენება, რომლის ძირითადი ნაწილებია – საშრობი საკანი და ჰაერის გამახურებელი კალორიფერი. საშრობი საკანი წარმოადგენს ლითონის დახურულ კოლოფს, რომელიც ტორსულად შეერთებულია კალორიფერთან. მათ შორის მანქანის ჩარჩოს ზემოდან დაყენებულია ორმხრივი შემწოვი ცენტრიდანული ვენტილატორი. საშრობ საკანს ჩაის ფოთლი მიეწოდება მკვებავი კონვეიერით, რომელიც აღჭურვილია ფენის სისქის მარეგულირებელი მექანიზმით. საშრობ საკანში მოთავსებულია ოთხი ფირფიტოვანი კონვეიერი, რომელთა ბოლოებში მოწყობილია ფირფიტების სავარდნი. კონვეიერების ორივე შტო მუშაა. ცხელი ჰაერი მიეწოდება საშრობი კამერის ქვედა კონვეიერის ქვეშ, თანდათანობით გაივლის ყველა კონვეიერს და შემდეგ გაიდევნება ატმოსფეროში. კონვეიერი წარმოადგენს ლითონის პერფორირებული ფირფიტისაგან შემდგარ უწყვეტ ლენტს. შრობის პროცესში ჩაი გაივლის ყველა კონვეიერის ორივე შტოს და უკანასკნელი კონვეიერის ქვედა შტოდან განიტვირთება მანქანიდან სეგმენტებიანი დოლური მექანიზმის საშუალებით. შრობის დროს ჰაერის ტემპერატურა 100-105°C-ის ტოლია და მიწოდებული მოცულობა – 20000 მ³/სთ, ხოლო ფოთლის ნარჩენი ტენიანობა – 3-5 %.

შრობის ნორმალური ჩატარებისათვის აუცილებელია ტემპერატურის, ჰაერის მიდენის სიჩქარის, ჩაის ფენის სისქის და შრობის ხანგრძლივობის სწორი რეგულირება. მშრობი აგენტის მიდენის დაბალი სიჩქარის დროს ფერმენტირებადი ფოთლის ფენაში გასვლისას ვერ ხდება წყლის ორთქლის მთლიანი არინება და მიმდინარეობს მასის „დაოფლვა“. ძალზე მაღალი ტემპერატურა (120⁰-ზე ზემოთ) და მშრობი აგენტის მაღალი სიჩქარე (0,6 მ/წმ-ზე მეტი) ჩაის ზედაპირზე ქერქის წარმოქმნას იწვევს, ხოლო ჭარბი ტენის შემცველობა კი არასასურველ რეაქციებსა და პროდუქციის გაფუჭებას. შრობის მკაცრი რეჟიმის პირობებში მასალის ზედაპირზე წარმოიქმნება ბუშტუკები, რომლებიც შემდგომ დახარისხების დროს ზიანდებიან და ექსტრაქტულ ნივთიერებათა გარკვეული რაოდენობა იკარგება, რის შედეგად პროდუქტი

იღებს არადამახასიათებელ ფერს და საგრძნობლად ეცემა მისი ორგანოლეპტიკური მახვენებლები. შრობის მკაცრი რეჟიმი ჩაის დამწვრის სუნს აძლევს, რაც აუარესებს მის არომატს.

შრობის პირველ ეტაპზე, ვიდრე ჩაის მასა გაცხელდება იმ ტემპერატურამდე, რომლის შედეგად ფერმენტების ინაქტივაცია ხდება, ფერმენტული ჟანგვითი გარდაქმნები გრძელდება, რაც იწვევს შრობის პროცესში ფენოლური ნივთიერებების საგრძნობ კლებას, მისი ხსნადი მდგომარეობიდან უხსნად გადასვლას და ექსტრაქტული ნივთიერებების საერთო რაოდენობის შემცირებას. ფერმენტაციის პროცესი გრძელდება მანამ, ვიდრე ფოთლის ტემპერატურა არ გახდება 55°C. ამ ტემპერატურაზე ხდება ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტების ინაქტივირება. ფერმენტების ინაქტივაციის შემდეგ გრძელდება პოლიფენოლების ქიმიური გარდაქმნა მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით. კონვექციური მეთოდით შრობის დროს ფენოლური ნაერთების საწყისი ჯამური რაოდენობის 20-25 პროცენტი იჟანგება. ჩაის საშრობი მანქანის პირველ და მეორე კონვეიერზე მჟანგავი ფერმენტები ინარჩუნებენ გარკვეულ აქტივობას, რის შედეგად მიმდინარეობს ფენოლური ნაერთების ჟანგვითი გარდაქმნები სრულ ინაქტივაციამდე.

შრობის პროცესში წყლის ორთქლით წარიტაცება ეთეროვანი ზეთები. მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით ეთეროვან ზეთში შემავალი კომპონენტები ღრმა რაოდენობრივ და თვისობრივ გარდაქმნებს განიცდის, რასაც შავი ჩაის არომატის ჩამოყალიბებამდე მივყავართ.

შრობის პროცესში ჩაის ფოთოლში შემავალი ყველა ქიმიური ნაერთი განიცდის რაოდენობრივ ან თვისობრივ გარდაქმნებს. საინტერესო გარდაქმნებს განიცდის ხსნადი ნახშირწყლები, თუმცა გლუკოზა, ფრუქტოზა და საქაროზა რაოდენობრივად მცირედ კლებულობს. ხსნადი ნახშირწყლების ნაწილობრივი კარამელიზაციის პროდუქტები გარკვეულწილად მონაწილეობენ მშრალი შავი ჩაის დამახასიათებელი ფერის შექმნაში. მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის პექტინოვან ნივთიერებათა კომპლექსი. ჰიდროპექტინისა და პროტოპექტინის შემცველობა მცირდება. მთლიანად ორთქლდება პექტინის დაშლის შედეგად გამოყოფილი მეთილის სპირტი.

ვიტამინ C მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედების შედეგად იშლება და შავი ჩაის პროდუქციაში მცირე რაოდენობით რჩება. B ჯგუფის ვიტამინები მაღალი ტემპერატურის მიმართ საკმაოდ მდგრადია და უმნიშვნელო ცვლილებებს განიცდიან. შრობისას იშლება მწვანე და ყვითელი პიგმენტები.

კოფეინი, მაღალ ტემპერატურაზე სუბლიმაციას განიცდის და შესამჩნევად მცირდება.

ამრიგად, შრობის პროცესში მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით მიმდინარეობს ისეთი სახის დადებითი გარდაქმნები, რომელთა შედეგად ყალიბდება შავი ჩაის თვისებები, არომატი, გემო და ნაყენის ფერი. მაგრამ ამავე დროს არასასურველი დანაკარგები გვაქვს ფენოლური ნივთიერებებისა და ეთერზეთების.

ამ უარყოფით მხარეებს ნაწილობრივ აღმოფხვრის შრობის რადიაციულ-კონვექციური მეთოდის გამოყენება.

შრობის რადიაციულ-კონვექციური მეთოდი. ჩაის კლასიკურ მწარმოებელ ქვეყნებში – ჩინეთში, ინდოეთში, იაპონიაში, უძველესი დროიდან იყენებენ ჩაის შრობის რადიაციულ მეთოდს, ხის ნახშირის წვის შედეგად გამოსხივებული ენერჯის ხარჯზე.

მზის რადიაციის სპექტრთან ახლოს დგას ინფრაწითელი გამოსხივების სპექტრი და ხასიათდება მასალის სიღრმეში შეღწევის უნარით, რაც საფუძვლად დაედო ინფრაწითელი სხივებით შრობის მეთოდს.

ინფრაწითელი სხივებით შრობის მეთოდი გარკვეულწილად აუმჯობესებს ჩაის ხარისხს. პროდუქციის ფერი გაცილებით შავია, ვიდრე კონვექციური შრობით მიღებული ჩაისა. ორგანოლექტიკური და ქიმიური მაჩვენებლები საგრძნობლად აღემატება ჩვეულებრივი შრობის მეთოდით მიღებული პროდუქციის ორგანოლექტიკურ და ქიმიურ მაჩვენებლებს. ინტენსიურად იშლება ქლოროფილი, რაც ინფრაწითელი სხივების სპეციალური ზრმოქმედებითაა გამოწვეული და შრობის აღნიშნული მეთოდის უპირატესობად ითვლება. რადიაციულ-კონვექციური შრობის მეთოდის მნიშვნელოვან უპირატესობას წარმოადგენს დამუანგველი ფერმენტების მომენტალური და ღრმა ინაქტივაცია. თუ კონვექციური მეთოდით შრობის დროს დამუანგველი ფერმენტების ინაქტივაცია იწყება 10 წუთის შემდეგ, რადიაციულ-კონვექციური მეთოდით შრობის შემთხვევაში კი 2-3 წუთის შემდეგ. დამუანგველი ფერმენტების მომენტალური ინაქტივაცია პროდუქციაში მეტი რაოდენობით ხსნადი ნივთიერებების შემცველობის შენარჩუნების, პროდუქციის ხარისხისა და შენახვისადმი სტაბილურობის ამაღლების შესაძლებლობას იძლევა.

ჩაის ფოთლის შრობის პროცესის განხორციელება შესაძლებელია როგორც კონვეიერული, ასევე ვიბრო – და პნევმომაღულარ შრეში შრობის პრინციპზე მომუშავე ტექნოლოგიური დანადგარებით. ჩაის ფოთლის CTC

ტექნოლოგიით დამუშავების პროცესში პნევმომაღლარ შრეში შრობის მეთოდი გამოიყენება. მანქანაში დამყარებული რეჟიმის პირობებში, ჩაის ერთგვაროვანი ნაწილაკები იმყოფებიან რა შეტივნარებულ მდგომარეობაში, მნიშვნელოვნად იზრდება სითბოსა და მასათა ცვლის ინტენსივობა, შესაბამისად იზრდება შრობის ხარისხი და სითბოს გამოყენების ეფექტიანობა. საშრობში შემაჯალი ჰაერის ტემპერატურა არის 140-150⁰C, ხოლო დანადგარიდან გამოსვლის მომენტში 71-77⁰C.

შრობის შედეგად მიიღება ნახევარფაბრიკატი, რომელიც წარმოადგენს სხვადასხვა ზომის ჩაის ნაწილაკებისაგან შემდგარ არაერთგვაროვან ნარევეს, ცალკეული ნაწილაკების გამოსაყოფად საერთო მასიდან აუცილებელია მისი მექანიკური დახარისხება.

ნახევარფაბრიკატის დახარისხება საკმაოდ რთული პროცესია, რომელთანაც მჭიდროდ არის დაკავშირებული პროდუქციის ხარისხი და ასორტიმენტი. ნახევარფაბრიკატის დახარისხების მიზანს წარმოადგენს არაერთგვაროვანი ნარევის დაყოფა და დაჯგუფება ზომითა და ხარისხობრივი მაჩვენებლებით ახლოს მდგომ კომპონენტებად, თანმდევი მინარევების (გამერქნებული ღეროები, უხეში ქსოვილი და სხვ.) მოცილება და ჩაის დაყვანა მოქმედ სტანდარტებამდე.

ჩაის ნახევარფაბრიკატი წარმოადგენს სხვადასხვა ზომის, ფიზიკურ – მექანიკური თვისებებისა და ქიმიური შედგენილობის არაერთგვაროვან ნარევეს, რომელიც მიეკუთვნება ძნელად დასაყოფ ფხვიერ მასალათა ჯგუფს. მისი ფრაქციონირებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა პრინციპზე მომუშავე დანადგარები, რომლებიც საწყის ნარევეს ყოფენ ცალკეული მახასიათებლების (ზომები, ხვედრითი წონა და სხვ.) მიხედვით. გამოყენებული მანქანა-დანადგარების კლასიფიცირება შესაძლებელია შემდეგ ძირითად ჯგუფებად: გაცრის პრინციპზე მომუშავე, პნევმატური, ვიბროგრაფიტაციული, ელექტრული.

ძირითადად გამოიყენება გაცრის პრინციპზე მომუშავე მანქანები, რომელთა მუშა ორგანო ბადე, ძრაობის პირობებში ატარებს ნახევარფაბრიკატის კომპონენტების ნაწილს (განაცერი), ხოლო მეორე ნაწილი რჩება ბადის ზედაპირზე (ანაცერი, შენაკრები). ამ ჯგუფის დანადგარები აღჭურვილია ბრტყელი ან ცილინდრული ფორმის ბადეებით. ბადეების ბრტყელი განლაგების შემთხვევაში მუშა ორგანო ასრულებს უკუქცევით-გადატანით ან წრიულ-გადატანით მოძრაობას, ხოლო ცილინდრულის შემთხვევაში წრიულ მოძრაობას ღერძის მიმართ. როგორც წესი, უკუქცევით-გადატანით პრინციპზე მომუშავე

მანქანები დაბალი წარმადობით გამოირჩევიან და ნახევარფაბრიკატის ერთჯერადი გატარებით ვერ მიიღწევა დაყოფის სასურველი ეფექტი. ამით არის გამოწვეული ამ პრინციპზე მომუშავე მანქანებში მრავალი დამხარისხებელი იარაღის არსებობის აუცილებლობა, ხოლო ბადის დაგრძელების პირობებში ჩაის ნაწილაკები ზედმეტად იხეხება და ადგილი აქვს ექსტრაქტული ნივთიერებების დანაკარგებს.

ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხების პროცესზე მოქმედებს მრავალი ფაქტორი: შემადგენელი კომპონენტების გეომეტრიული ზომები, ზედაპირის ფორმა, სიმკვრივე, შიდა და გარეგანი ხახუნის კოეფიციენტები, აეროდინამიკური და ელექტრული მახასიათებლები, ბადის ნახვრეტის ზომა და ფორმა, რხევათა სიხშირე და ამპლიტუდა, მასალის ტენიანობა, ფენის სისქე და სხვა. დახარისხების პროცესის კრიტერიუმს წარმოადგენს მრავალკომპონენტური ნარევის სრული ფრაქციონირება. ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხების ოპტიმალური სქემის ჩამოყალიბებისათვის საჭიროა გრანულომეტრული შემადგენლობისა და კომპონენტების გეომეტრიული ზომების ცოდნა (ცხრილი 5.1 და ცხრილი 5.2). წვრილი ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხების პროცესში მნიშვნელოვანია დუყის გამერქნებული ელემენტების მოცილება, რომლებიც ფოთლოვან მასასთან შედარებით ხასიათდებიან მაღალი სიმტკიცით, დიდი გეომეტრიული ზომებით და დაბალი ხვედრითი წონით.

ცხრილი 5.1

ჩაის ნახევარფაბრიკატის ნაწილაკების ზომები (მმ)

ჩაის სახეობა	სიგრძე		სიგანე		სისქე	
	მინიმუმი	მაქსიმუმი	მინიმუმი	მაქსიმუმი	მინიმუმი	მაქსიმუმი
I ფრაქცია	1,13	13,51	0,28	4,07	0,18	1,82
II ფრაქცია	3,5	21,35	0,64	5,40	0,33	3,85
III ფრაქცია	8,05	48,55	0,83	7,70	0,57	5,30

ცხრილი 5.2

ჩაის ნახევარფაბრიკატის მინარევების ზომები (მმ)

ჩაის სახეობა	სიგრძე		სიგანე		სისქე	
უხეში, ძალზედ ცუდად ნაგრები	5,80	59,00	3,0	16,95	0,50	6,75
უხეში, ნაკლებად ნაგრები	14,90	47,70	2,15	7,40	1,15	3,80
ღეროები	7,00	40,60	1,15	5,00	0,65	2,30

ნახევარფაბრიკატის მსხვილი ფრაქცია ხარისხდება მრავალიარუსიან მანქანაზე „კომბაინი“, ხოლო წვრილი ფრაქცია – ბრტყელ დამხარისხებულ მანქანაზე.

ნახევარფაბრიკატის დამხარისხებელი მანქანა “კომბაინი” შედგება ორ იარუსად განლაგებული სამი ორფრთიანი ჩარჩოსაგან, სამი დამქუცმაცებელი მოწყობილობისა და მადოზირებელი კვანძისაგან. თითოეული ჩარჩო ხისტად არის დამაგრებული და ძრაობაში მოდის ბარბაცა მექანიზმის სააშუალებით. დახარისხების წინ ნახევარფაბრიკატი გაივლის გამწმენდ-მადოზირებელ მოწყობილობას, თავისუფლდება გარეშე მინარევებისაგან, მათი არსებობის შემთხვევაში მსუბუქად ან საშუალოდ ქუცმაცდება და მიეწოდება ზედა იარუსის ბრტყელი დამხარისხებლის ორ ფრთას, სადაც ხდება წვრილი, შედარებით ნაზი კომპონენტების გამოყოფა ბადეებზე №№16/22, 16/18, 12, 10. ჩაის მასა, რომელიც გაივლის პირველ ორ ბადეს არ მოითხოვს დამატებით დახარისხებას, ხოლო №12 და №10 ბადებიდან მიღებული მასა მიეწოდება მანქანის ქვედა მარჯვენა ფრთას, რომლის ბადის ნომრებია №№ 18/44, 18/22, 16, 12. გამოუხარისხებელი მსხვილი მასალა განმეორებით დაქუცმაცების შემდეგ გადადის ქვედა იარუსის მარჯვენა ფრთის ბადეებზე №№18/44, 18/22, 16, 12, სადაც წვრილკომპონენტიანი ფრაქციების გამოყოფა ხდება. გამოუხარისხებელი მსხვილი მასა ინტენსიურად ქუცმაცდება და განმეორებით ხარისხდება იგივე სქემით. დახარისხების შედეგად “კომბაინიდან” 19 სხვადასხვა ნომრის ჩაი მიიღება. დამხარისხებელ მანქანაზე ნახევარფაბრიკატის ერთჯერადი დამუშავების შედეგად 80%-მდე საბოლოოდ დახარისხებული მასალა მიიღება, რომელიც მზად არის კუპაუსათვის.

ნახევარფაბრიკატის დამხარისხებელი დანადგარების მუშა ორგანოს წრიულ-გადატანითი მოძრაობის დროს ჩაის მასა იყოფა ნაწილაკების ზომის მიხედვით, განსაკუთრებით სიგანის მაჩვენებლით. წვრილი და წვრილ-დისპერსიული ჩაის წარმოების პროცესში ინტენსიური ჭრა-დაქუცმაცების გამოყენების შედეგად გამომუშავებული ნახევარფაბრიკატის შემადგენელი ნაწილაკების ფორმა და გეომეტრიული ზომები მეტად ერთგვაროვანია და დახარისხების პროცესი განსხვავებულ მიდგომას საჭიროებს.

ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხების პროცესის ეფექტური განხორციელება და ინტენსიფიცირება შესაძლებელია არა ერთ კონკრეტულ პრინციპზე დაყრდნობით, არამედ რამოდენიმე მეთოდის ეტაპობრივი გამოყენების პირობებში. კერძოდ, ვიბროგრაფიტაციული, წრიულ-გადატანითი და უკუქცევით-გადატანითი ძრაობის, ელექტროსეპარირების მეთოდების გამოყენებით. ეს

უკანასკნელი დაფუძნებულია ელექტრულ ველში ჩაის ნაწილაკების და უხეში ქსოვილის განშრეების პრინციპზე, მათ შორის ელექტროსტატიკური მახასიათებლების სხვაობის გამო. ამ პრინციპით მიდგომა ხორციელდება წვრილი და წვრილდისპერსული შავი ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხების შემთხვევაში.

ჩაის ნახევარფაბრიკატის კომპონენტების გამოხარისხების ალბათობისა და ინტენსივობის გაზრდა შესაძლებელია ინერციისა და სიმძიმის გრავიტაციული ძალების გაზრდით, რომელთა სიდიდე და მიმართულება მუდმივად იცვლება. ამ პირობებში ხორციელდება ნარევის ეფექტური განშრეება შემადგენელ კომპონენტებად, მათი გადაადგილება სხვადასხვა მიმართულებით მახასიათებლებისაგან და ფენაში მდებარეობისაგან დამოკიდებულებით.

წვრილი შავი ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხების ტექნოლოგიური სქემა მოიცავს შემდეგ ძირითად ოპერაციებს: ნახევარფაბრიკატის დაყოფა ორ ფრაქციად ვიბროგრავიტაციული პრინციპით, თითოეული ფრაქციის განცალკევებული დახარისხება წრიულ-გადატანითი ძრავის მქონე ნაქსოვ ბადეებზე, შუალედური დაქუცმაცებითა და არაკონდიციური მინარევების მოშორებით წრიულ ნახვრეტებიან ზედაპირზე. ნახევარფაბრიკატის წინასწარი ფრაქციონირების დროს ხდება წვრილი, შედარებით ნაზი კომპონენტების გამოყოფა, რომლებიც არ მოითხოვენ დაქუცმაცებას დახარისხების პირველ ეტაპზე. მსხვილი ფრაქციის დახარისხება სტანდარტულ ბადეებზე შესაძლებელია მხოლოდ დაქუცმაცების შემდეგ. დახარისხება ხორციელდება წრიულ-გადატანით მოძრავ ბრტყელ ზედაპირზე, რომლის დახრილობის კუთხე ჰორიზონტალური სიბრტყის მიმართ შეადგენს $6-7^{\circ}$ -ს, ხოლო რხევათა რიცხვი $110-130\text{წთ}^{-1}$. ნახევარფაბრიკატის წვრილი და დაქუცმაცებული ფრაქციების დახარისხებისათვის თანმიმდევრულად გამოიყენება შემდეგი სტანდარტული ლითონის ნაქსოვი ბადეები ჰორიზონტალური განლაგებით ”წვრილიდან მსხვილისაკენ” №№22/44, 16 და 12. დახარისხების დროს ყველა შესაძლო გამსვლელი ნაწილაკი არ ხვდება გასავალში. ამიტომ ანაცერი (შენაკრები) ყოველთვის წარმოადგენს ნარევის, რომელიც ძირითადად წარმოდგენილია ანაცერით და გარკვეულად გასავალი ნაწილით. უშუალოდ დახარისხების მიმდინარეობის დროს არაკონდიციური კომპონენტების ეტაპობრივად მოცილების შედეგად მნიშვნელოვნად იზრდება საკუთრივ ჩაის ნაწილაკების ფრაქციონირების ეფექტიანობა.

დამხარისხებულ დანადგარებში ბადეების ჰორიზონტალური განლაგება პრინციპით – “წვრილიდან მსხვილისაკენ”, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი, მკვეთრად ზრდის ჩაის მასის სრიალისა და ხახუნის ხანგრძლივობას გამყოფ ზედაპირზე (ბადეები), რაც მის ნაწილაკებზე აღსორბირებული ექსტრაქტული ნივთიერებების დანაკარგებს იწვევს.

დადგენილია წვრილი შავი ჩაის ნახევარფაბრიკატის წრიულ-გადატანითი ძრაობის პრინციპზე დახარისხების ეფექტიანობა ბადეების განლაგებით ვერტიკალურ სიბრტყეში “მსხვილიდან წვრილისაკენ”. გამოყენებულია ხუთიარუსიანი დამხარისხებელი მანქანა ბრუნვათა რიცხვით 110-135 ბრ/წთ. წინასწარ დამხარისხებულზე №№6, 8 ბადეებზე მიღებული განაცერი მიეწოდება ხუთიარუსიან დანადგარს ბადეების განლაგებით №№10, 14, 18, 28/32, 44. ზედა იარუსიდან გადასული წვრილი ფრაქცია და წინასწარი დამხარისხებლიდან მიღებული ანაცერი ინტენსიური დაქუცმაცების შემდეგ კვლავ მიეწოდება ხუთიარუსიან დანადგარს ბადეების განლაგებით №№14, 16, 18, 28/32, 44.

დახარისხების პროცესის დამთავრების შემდეგ ტარდება კუპაჟის ოპერაცია, რომლის მიზანია სხვადასხვა პარტიის მსგავსი ჩაის ერთმანეთში შერევა ერთგვაროვანი მასის მიღების მიზნით. პროცესი ხორციელდება სპეციალურ დანადგარში – შემრევ (საკუპაჟე) როლში, რომლის ძირითად ნაწილს მბრუნავი დოლი წარმოადგენს, ბრუნვათა რიცხვით – 5 ბრ/წთ. ჩაის მასის შერევას და პროცესის დასრულების შემდეგ განტვირთვის ოპერაციას ხელს უწყობს დოლის შიდა ზედაპირზე დამაგრებული დახრილი ფრთები. საკუპაჟე დოლში ჩაის არევის ოპერაცია 5 წთ-ს გრძელდება.

წარმოების კონტროლისათვის აუცილებელია დანაკარგების და ნარჩენების რაოდენობის დადგენა, რომელთა მეშვეობით იანგარიშება ნედლეულის ხარჯვის კოეფიციენტი.

ნედლეულის ხარჯვის კოეფიციენტი, ანუ მზა პროდუქციის გამოსავლიანობის კოეფიციენტი, გვიჩვენებს ნედლეულის იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა 1 კგ მზა პროდუქციის მისაღებად. ჩვენს პირობებში იგი საშუალოდ 4-ის ტოლია. ნედლეულის ხარჯვის კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია ფოთოლში მშრალი ნივთიერებისა და ტენის შემცველობაზე, დანაკარგებისა და ნარჩენების რაოდენობაზე; იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$K = \frac{(100 - W_2) \cdot 100}{(100 - W_1)(100 - a)}$$

სადაც, K - ნედლეულის ხარჯვის საშუალო შეწონილი კოეფიციენტი;

W₁- ნედლეულის საშუალო შეწონილი ტენიანობა მისი დამზადების განმავლობაში (%);

W₂- გამომუშავებული ნახევარფაბრიკატის ან მზა პროდუქციის საშუალო შეწონილი ტენიანობა, (%);

a – დანაკარგები და ნარჩენები, (%).

გადამუშავებული ნედლეულის რაოდენობის და ხარჯვის კოეფიციენტის საშუალებით გამოითვლება მზა პროდუქციის რაოდენობა, რომელიც ტოლია ნედლეულის რაოდენობა გაყოფილი მზა პროდუქციის გამოსავლიანობის კოეფიციენტზე.

ჩაის ხარისხის შეფასება. ჩაის ხარისხის შეფასება ხორციელდება ორგანოლექტიკური (სენსორული) ანალიზით, რომელსაც ატარებს სპეციალისტი – დეგუსტატორი (ტიტესტერი) საკუთარი გრძნობის ორგანოების მეშვეობით, სპეციალური მზომი ხელსაწყოების გამოყენების გარეშე.

ზოგადად საკვები და საგემოვნო პროდუქტების ხარისხი იმ მაჩვენებლების ერთობლიობაა, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ გამოსადეგობას მომხმარებლის გარკვეული მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად. მეცნიერულად სწორად ორგანიზებული ორგანოლექტიკური ანალიზი არ ჩამორჩება და ხშირ შემთხვევაში აღემატება ლაბორატორიული კვლევის შედეგებს, განსაკუთრებით ისეთი მაჩვენებლების შემთხვევაში, როგორცაა პროდუქტის გემო, არომატი (სუნი) და კონსისტენცია. ცდომილების ხარისხი მხოლოდ დეგუსტატორის კვალიფიკაციაზეა დამოკიდებული. მხედველობის ორგანოებით ფასდება პროდუქტის ფერი და მისი ინტენსივობა, ბზინვარება, გეომეტრიული პროპორციები, გამჭვირვალობა და სხვა; ხელის შეხებით ისაზღვრება პროდუქტის რეოლოგიური მახასიათებლების ერთობლივობა (სიმტკიცე, დრეკადობა, სიმყიფე და სხვ.); ყნოსვითი ორგანოს რეცეპტორებით - მახასიათებელი არომატი, მისი ინტენსივობა და ჰარმონიულობა; ხოლო პირის ღრუს რეცეპტორებით - სიმწკლარტე, სიმწარე, სიტკბო, სიმჟავე, სიმკვრივე და მათი ინტენსივობა.

ექსტრაქციის რეჟიმის დარღვევა მნიშვნელოვნად ცვლის ნაყენის ღირსებას, ირღვევა იმ ქიმიურ ნაერთთა ურთიერთანაფარდობა, რომელთა ჰარმონია საერთო გემოვნურ და არომატულ ეფექტს ქმნის. ჩაის მოხარშვა მასაგადაცემის ზოგად კანონებს ემორჩილება, დამოკიდებულია ხსნად ნივთიერებათა ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე და ასევე წყლის თვისებებზე. ექსტრაქციის მამოძრავებელს კონცენტრაციათა სხვაობა წარმოადგენს და პროცესი გრძელდება მანამ, ვიდრე ფაზათა შორის წონასწორობა არ

დამყარდება. ქიმიურ ნაერთთა ხსნარში გადასვლის პროცესი მეტად რთულია, რადგან ერთდროულად იხსნება ნაერთთა მთელი ჯგუფი, რომელთა ხსნადობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული: ჩაისა და წყლის რაოდენობრივ თანაფარდობაზე, წყლის სიხისტეზე, მის ქიმიურ შედგენილობაზე, ექსტრაქციის ხანგრძლივობასა და ტემპერატურაზე, ჩაის სახეობაზე, საექსტრაქციო მასალის გეომეტრიულ ზომებზე და სხვა.

ჩაის მზა პროდუქცია ფოროვან მასალას წარმოადგენს, რომელიც გასახსნელ ნივთიერებებს შეიცავს ჩაის ნაწილაკების ზედაპირსა და ფორების კედლებზე. ჩაის მოხარშვის დროს ექსტრაქციის პროცესი მიმდინარეობს შემდეგ სტადიებად: წყლის შეღწევა ჩაიში; ფორებშია აღსორბირებულ ნივთიერებათა დასველება; უჯრედის კედლებიდან, დაშლილი უჯრედებიდან და ღია ფორებიდან ნივთიერებათა ექსტრაქცია; ფოროვანი კედლებიდან მოლეკულური დიფუზიის გზით ნივთიერებათა მასაგადაცემა; ჩაის ნაწილაკების ზედაპირზე აღსორბირებულ ნივთიერებათა გადასვლა ექსტრაქტში.

პირველ სამ სტადიას ერთად აღებულს გაჯირჯევა ეწოდება. ჩაის ნაწილაკები დიდი რაოდენობის კაპილარული ტიპის ფორებით ხასიათდება. მასალაში ექსტრაგენტის შეღწევა კაპილარული ძალებით ხდება და თან ემთხვევა მასალის დასველებას. ამრიგად, ექსტრაქციის პროცესი მიმდინარეობს ორ ეტაპად – ჩაის დასველება და გაჯირჯევა, შემდეგ ექსტრაქცია.

ექსტრაქციის პროცესის მიმდინარეობას ძირითადად პროდუქციის სამი მაჩვენებელი განსაზღვრავს: დაშლილი უჯრედების რაოდენობა, ჩაის ნაწილაკების გეომეტრიული ზომები და ზედაპირის ფორმა.

ჩაის ნაყენის მომზადება და დეგუსტაცია წარმოებს სპეცილურ ნათელ ოთახში. 3 გრამი ჩაი იხარშება 140 მილილიტრის ტევადობის ტიტესტერულ ჩაიდანში. მოხარშვისას აუცილებელია წყლის ერთი და იგივე რაოდენობის დასხმა. წინააღმდეგ შემთხვევაში ნაყენის ფერის ინტენსივობის შეფასებისას გარკვეულ ცდომილებას ექნება ადგილი. ჩაის გამოხარშვის ხანგრძლივობა 5 წუთია. შემდეგ ექსტრაქტს გადმოდერიან ფინჯანში და ისაზღვრება ნაყენის ფერი და გემო.

შავი ჩაის ნაყენის ფერი ძირითადად გაპირობებულია კატეხინების ჟანგვის შედეგად წარმოქმნილი ნაერთებით – თეაფლავინებითა და თეარუბიგინებით. გარდა კატეხინების ჟანგვითი პროდუქტებისა ჩაის ნაყენის შექმნაში მონაწილეობენ: ამინომჟავების, შაქრების და ორგანული მჟავების დაჟანგვის პროდუქტები. ნაყენის ფერი კატეხინების ჟანგვის პროდუქტთა შეფერვის

ინტენსივობასა და სხვა ხსნად შეფერილ ნაერთთა თანაფარდობაზეა დამოკიდებული.

ნაყენის დახასიათებისას დგინდება ფერის ინტენსივობა და შეფერვის ხასიათი. ოქროსფერი არშია ფინჯნის კედლის ირგვლივ ჩაის მაღალი ხარისხის მაჩვენებელია. ნაყენის მოწითალო შეფერვა, მოწითალო სპილენძისფერთან, ყავისფერ და მუქყავისფერ შეფერვასთან შედარებით უკეთესია. დაუშლელი ქლოროფილის დიდი რაოდენობით შემცველობა ჩაიში ნაყენს მწვანე ელფერს აძლევს და პროდუქციის ხარისხს სცემს. ნაყენის სიმღვრიე გამოწვეულია დაზიანებული ნედლეულის გადამუშავებითა და ფოთლის გადაფერმენტებით, რაც პროდუქციის დეფექტად ითვლება.

შავი ჩაის ნაყენის ინტენსივობა შემდეგი ტერმინოლოგიით ხასიათდება: ძალიან მაგარი, საშუალოზე მაღალი, საშუალო, საშუალოზე დაბალი, მოსუსტო და სუსტი.

გემოს გასასინჯად ტიტესტერი ნაყენს ჰაერთან ერთად შეისრუტავს ისე, რომ არ ყლაპავს. მისი შეფასებისას გადამწვევტია სასიამოვნო სიმწკლარტე გემო და „სხეულიანობა“. პირის ღრუს ცალკეული ნაწილების გემოვნური შეგრძნების ზღვარი სხვადასხვაა, ამიტომ აუცილებელია ნაყენი შეეხოს მთელ პირის ღრუს. ჩაის გემოს გასინჯვისას ადაპტაცია საკმაოდ სწრაფად შეიმჩნევა. ყოველი 5-6 ნაყენის გასინჯვის შემდეგ ტიტესტერმა 15 წუთს უნდა შეისვენოს. მიზანშეწონილია პირის ღრუში თბილი წყლის გამოვლება.

პოლიფენოლების ჟანგვის პროდუქტები, თეაფლავინები და თეარუბიგინები პირის ღრუში თრიმვლის შეგრძნებას იწვევენ, მათთან ერთად ნაყენის სხვა არაფენოლური ნაერთები გემოვნებით ფონს ჰქმნიან და კატეხინების გარკვეული რაოდენობის თანამყოფობისას სასიამოვნო მწკლარტე გემო შეიგრძნობა.

რაც უფრო ჰარმონიულია აღნიშნულ ნაერთთა კომბინაცია, მით უფრო „სხეულიანი“ და სასიამოვნოდ მწკარტეა ნაყენი. ჟანგვითი პროდუქტების დიდი რაოდენობით შემცველობა ამცირებს სიმწკლარტესა და „სხეულიანობას“, ხოლო კატეხინების მაღალი რაოდენობის შემთხვევაში ჩაის ნაყენის გემოში სიმწარე სჭარბობს.

შავი ჩაის ხარისხის შეფასების მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია აგრეთვე არომატი. მას შემდეგ, რაც ნაყენს გადმოასხამენ ტიტესტერული ჩაიდნიდან ფინჯანში, ჩაიდანს ხდიან თავსახურს და ჩაის გამონახარშ ფოთოლს ყნოსავენ.

შავი ჩაი უნდა ხასიათდებოდეს ნაზი, სასიამოვნო არომატით. მაღალი ღირსების შავ ჩაის, ჯიშობრივი და ეკოლოგიური ფაქტორებისაგან

დამოკიდებულებით, სხვადასხვა სიძლიერით შეიძლება ჰქონდეს ვარდის, ყვავილოვანი, თაფლის, ლიმონის, ახალგამომცხვარი პურის არომატი.

შავი ჩაის არომატს განაპირობებს არომატწარმომქმნელ ნაერთთა მთელი კომპლექსი, რომელიც შედგება ალდეჰიდებისაგან, სპირტებისაგან, კეტონებისაგან, მჟავებისაგან, ეთერებისაგან და სხვა.

დეფექტურ პროდუქტს შეიძლება ახასიათებდეს კვამლის, სიმჟავის, შმორის, დამწვრის, ბალახის, სიმწვანის, სინესტისა და სხვა არასასიამოვნო სუნი.

ჩაის გემო და არომატი ფასდება ათბალიანი პირობითი შკალით. პროდუქტის საბოლოო შეფასება, მისი სასაქონლო ღირებულება, დგინდება ბალების რაოდენობით, რომელსაც იგი ღებულობს არომატსა და გემოში.

გამომუშავებული შავი ჩაის მზა პროდუქციის სასაქონლო ღირებულების დასადგენად მიღებულია ხარისობრივი მაჩვენებლების (არომატი და გემო) შეფასების შემდეგი ათბალიანი სისტემა:

ხარისხი	ბალური შეფასება
„თაიგული“	5,0 და მეტი
უმაღლესი	3,75 – 4,75
პირველი	3,25 – 3,50
მეორე	2,25 – 3,0
მესამე	1,50 – 2,0

არომატისა და გემოს ბალური შეფასება უმეტესად ერთმანეთს ემთხვევა და მათ, როგორც წესი, ერთი და იგივე ბალური შეფასება ეძლევა.

მზა პროდუქციის გარეგანი სახის შეფასებისას ისაზღვრება თეთრ ქაღალდზე მოთავსებული ჩაის მასის ერთგვაროვნება, ფერი, ფოთლების გრესის ხარისხი, ტიპების, ღეროებისა და მტვრის შემცველობა. კარგი გარეგანი სახის ჩაი უნდა შედგებოდეს ერთგვაროვანი ნაგრესი ფოთლებისაგან.

გამომუშავებული მზა პროდუქცია გარეგანი სახის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად – ფოთლოვანი და წვრილი, რაც რეგულირდება შესაბამისი საერთაშორისო (ISO 6078) და ნაციონალური სტანდარტების მოთხოვნებით. ფოთლოვან ჩაის მიეკუთვნება: ფოთლოვანი პირველი (ფ - 1) – Orange Pekoe (OP), ფოთლოვანი მეორე (ფ - 2) – Pekoe (P), ფოთლოვანი მესამე (ფ - 3) – Pekoe Souchong (PS). წვრილ ჩაის მიეკუთვნება: წვრილი პირველი (წ - 1) – Broken

Orange Pekoe (BOP), წვრილი მეორე (წ - 2) – Broken Pekoe (BP), წვრილი მესამე (წ - 3) – Broken Pekoe Souchong. წვრილ ჩაის მიეკუთვნება აგრეთვე წვრილ-დისპერსული პროდუქცია: ნამცეცი – Fanings (F) და ფხვნილი – Dust.

გარეგანი სახე წარმოდგენას იძლევა, თუ როგორი ნედლეულისაგანაა მიღებული პროდუქცია, სწორადაა თუ არა ჩატარებული ტექნოლოგიური პროცესები, განსაკუთრებით გრეხა. გარეგან სახის შეფასების დროს მთავარი ყურადღება ექცევა ფოთლის გრეხილობას, დამახასიათებელ შეფერილობას, სტანდარტულ ზომებსა და მიკროსტრუქტურას, ასევე ტიპების, მოწითალო ღეროების, ბუსუსების, ფოთლის მოუგრესავი ფირფიტების არსებობას. სტანდარტული ზომების და კარგად ნაგრეხი, შავი შეფერილობის ხარისხოვანი ჩაის შეფასებისათვის გამოიყენება ტერმინი – მიმზიდველი. ტიპის მიიღება ბუსუსებით დაფარული მზარდი კვირტისაგან, რომელიც გრეხის პროცესში იფარება უჯრედის წვენი და შრობის შემდეგ დამახასიათებელი ოქროსფერი კომპონენტი წარმოიქმნება. ვერცხლისფერი ტიპის მიიღება ძლიერი ღნობის ან სუსტი გრეხით უჯრედის წვენის არასაკმარის გამოდენის შედეგად.

გამერქნებული ღეროების კანი, უხეში ფოთლების ძარღვები და ყუნწები გრეხის დროს ბუსუსებს წარმოქმნიან. ეს კი მიუთითებს ნედლეულში გამერქნებული ღეროებისა და უხეში ფოთლების არსებობაზე. უხეში ფოთოლი ცუდად ექვემდებარება მექანიკურ დამუშავებას არ იგრიხება და ძნელად ფერმენტდება. გარეშე მინარევებისაგან, გამერქნებული ღეროებისა და უხეში ქსოვილისაგან თავისუფალი ერთგვაროვანი ჩაი ფასდება ხდება ტერმინით – სუფთა.

საერთაშორისო (ISO 3720) და შესაბამისი ნაციონალური სტანდარტები განსაზღვრავენ იმ მინიმალურ მოთხოვნებს, რომელსაც უნდა აკმაყოფილებდეს წარმოებული ჩაი. სტანდარტის ძირითადი მოთხოვნა ის არის, რომ ჩაი უნდა იყოს სუფთა და თავისუფალი უცხო მინარევებისაგან, ხოლო ქიმიური შემადგენლობით უნდა შეესაბამებოდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

- წყალში ხსნადი ექსტრაქტული ნივთიერებების მასური წილი, %, არა ნაკლებ – 32;
- საერთო ნაცრის მასური წილი, % – 4,0-8,0;
- წყალში ხსნადი ნაცრის მასური წილი, %, არა ნაკლებ – 45,0;
- უხეში ბოჭკოს მასური წილი, %, არა უმეტეს – 16,5.

ჩაის პროდუქცია უნდა აკმაყოფილებდეს აგრეთვე სანიტარულ-ჰიგიენურ მოთხოვნათა ნორმებს მძიმე მეტალებზე (ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, ტყვია,

დარიშხანი, სპილენძი), რადიონუკლიდებზე (ცეზიუმი – 137, სტრონციუმი – 90) და ობზე.

ჩაის ნაყენის საგემოვნო თვისებები ყალიბდება ცალკეული ქიმიური ნაერთების ჰარმონიით, რომლის მცირეოდენი დარღვევა ასახავს პოულობს ხარისხობრივ მაჩვენებლებში. ჩაის ხარისხის შეფასების სრულყოფილ მეთოდს ქიმიურ-ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების კომპლექსური ანალიზის შედეგები წარმოადგენს. ორგანოლექტიკური შეფასებით დგინდება პროდუქციის ძირითადი სამომხმარებლო მაჩვენებლები, ხოლო ქიმიური ანალიზით მისი ნატურალობა და ბიოლოგიური აქტივობა.

ნაციონალური სტანდარტით (ბოსტ 19885) დადგენილია სხვადასხვა სახის ჩაის პროდუქციაში ფენოლური ნაერთების ჯამის (ტანინი) და კოფეინის განსაზღვრის მეთოდები. საერთაშორისო სტანდარტი (ISO 14502) დაფუძნებულია კვლევის თანამედროვე მეთოდებზე და ითვალისწინებს შავ და მწვანე ჩაიში ფენოლური ნაერთების ჯამის განსაზღვრას ფოლინ-ჩიკორტეს რეაქტივის გამოყენებით, ხოლო კატეხინების ჯამის - მაღალეფექტური თხევადი ქრომატოგრაფიით.

5.4. მწვანე ჩაის ტექნოლოგია

მწვანე ჩაი იგივე კონდიციის ნედლეულიდან გამომუშავდება, როგორც შავი ჩაი შემდეგი ტექნოლოგიური პროცესების თანმიმდევრულად ჩატარების შედეგად: ფიქსაცია (თბური დამუშავება), შეშრობა, გრეხა, შრობა და ნახევარფაბრიკატის დახარისხება. ძირითად კრიტერიუმს მზა პროდუქტისათვის ღია ქარვისფერი-მომწვანო ნაყენის, ნაზი არომატისა და სასიამოვნო მწკლარტე გემოს ჩამოყალიბება წარმოადგენს.

განსხვავებით შავი ჩაის ტექნოლოგიისაგან, მწვანე ჩაის წარმოების დროს, არ ხდება ფოთლის ღნობა და ფერმენტაცია. ტექნოლოგიური დამუშავების პირველსავე პროცესს ფერმენტების ინაქტივაცია და ფოთოლში შემავალი ქიმიური ნაერთების ფიქსაცია წარმოადგენს, თბური დამუშავებით.

თავისი ქიმიური შედგენილობით, ფარმაკოლოგიური მოქმედებით და ბიოლოგიური აქტივობით მწვანე ჩაი მნიშვნელოვნად აღემატება შავ ჩაის, რაც ძირითადად გაპირობებულია მასში კატეხინების მაღალი შემცველობით.

მწვანე ჩაის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ჩამოყალიბებაში უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ თბური დამუშავების პროცესები და ზოგადად ტემპერატურის ფაქტორი.

მწვანე ჩაის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების არსი, თავიანთი თერმოქიმიური საფუძვლით, საერთოა ყველა ჩაის მწარმოებელი ქვეყნისათვის. განსხვავება მდგომარეობს მხოლოდ პროდუქტის მიღების ხერხებსა და გამოყენებული ტექნოლოგიური დანადგარების ტექნიკურ გადაწყვეტაში.

ფიქსაცია ეწოდება მწვანე ჩაის წარმოების პირველ ტექნოლოგიურ პროცესს მისი არსიდან და დანიშნულებიდან გამომდინარე. ჩაის ფოთლის ფიქსაცია შესაძლებელია სხვადასხვა მეთოდით: მოხალვით, დაორთქვლით, ცხელი ჰაერით და ელექტროფიზიკური მეთოდებით (მაღალი სიხშირის დენისა და ინფრაწითელი სხივების ენერჯია). ყველა შემთხვევაში პროცესი ერთ მიზანს ემსახურება: ფერმენტების ინაქტივაცია, მწვანე ფერის ფიქსირება, ფოთლისათვის ელასტიურობის მინიჭება და ნედლი ჩაისათვის დამახასიათებელი სუნის მოსპობა. საწარმოო პირობებში ნედლეულის თბურ დამუშავებას მოხალვით და დაორთქვლით ახორციელებენ. მაგალითად, ჩაის მწარმოებელ ისეთ კლასიკურ ქვეყანაში როგორცაა ჩინეთი მწვანე ჩაის ძირითადად მოხალვის მეთოდით ამზადებენ, იაპონიაში უპირატესობას დაორთქვლას ანიჭებენ, ხოლო ჩვენს პირობებში – ორივე მეთოდი გამოყენებული. ცალკეული მეთოდის ეფექტიანობაზე განისაზღვრება დამუშავებული ფერმენტების ინაქტივაციით, მზა პროდუქციის ხარისხით, ენერგეტიკული დანახარჯებით და სანიტარულ-ჰიგიენური მაჩვენებლებით.

საქართველოში მწვანე ჩაის წარმოება გასული საუკუნის 40-იანი წლების დასაწყისში იქნა ათვისებული და სხვადასხვა ეტაპზე ფოთლის ფიქსაციისათვის გამოიყენებოდა წყლის ორთქლი (დაორთქვლა) და მაღალი ტემპერატურის (170-180°C) მქონე ტენიანი ჰაერი (ფიქსაცია), ხოლო მოგვიანებით შესაძლებელი გახდა მწვანე ჩაის მიღება მოხალვის მეთოდით შესაბამისი ტექნოლოგიური დანადგარების გამოყენებით.

დაორთქვლის მეთოდის გამოყენების პირობებში ფიქსაციის პროცესი ხორციელდება დახურულ საკანში, რომელშიაც წნევით მიეწოდება ორთქლი. ჩაის ფოთლის ორთქლით დამუშავების ხანგრძლივობა 2,5-3,0 წთ-ს შეადგენს. ფოთლის ზედაპირთან შეხების დროს წყლის ორთქლი კონდენსირდება და ფოთოლი დამატებით 2,0-3,0% ზედაპირულ ტენს იძენს, რომელიც დაყოვნებისა და გაცივების დროს პრაქტიკულად კვლავ სცილდება ჩაის მასას. შემდეგი

ტექნოლოგიური პროცესების ჩასატარებლად აუცილებელია დაორთქლილი ფოთლისათვის გარკვეული რაოდენობით ტენის მოცილება, რაც შესაძლებელია შეშრობით.

შეშრობის პროცესის მიზანია ფოთლისათვის ზედმეტი ტენის მოცილება და მისი დაყვანა გრეხის პროცესისათვის საჭირო, დადგენილ ტექნოლოგიურ ნორმამდე – 58,0-60,0% ნარჩენ ტენიანობამდე. შეშრობის პროცესის ჩატარება შესაძლებელია საშრობ ღუმელში ან სპეციალურ კამერაში 20-25 წთ-ის განმავლობაში და 70-80°C ტემპერატურის პირობებში. შეშრობის პროცესში გრძელდება ფოთლის თბური დამუშავება, რის შედეგად იგი იძენს ელასტიურობას მსგავსად მომდნარი მასისა, მცირდება მოცულობაში და მზად არის გრეხის პროცესის ჩასატარებლად. შეშრობის ფოთოლს უყალიბდება ღია მწვანე ფერი. შეშრობის პროცესის შემდეგ ნარჩენი ტენის რაოდენობა დიდ გავლენას ახდენს გრეხის პროცესის ინტენსივობაზე და საბოლოო ჯამში მზა პროდუქციის ხარისხსა და ასორტიმენტზე.

ჩაის ღუყის ცალკეული ელემენტები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ტენის შემცველობით და მისი გაცემის უნარით, რის გამო შეშრობის ფოთოლს შემდეგ ტექნოლოგიურ დამუშავებამდე აყოვნებენ.

დაყოვნების ოპერაციის მიზანია მთლიან მასაში ტენის გადანაწილება, ფოთლის მომზადება მოსაგრეხად, ქლოროფილის დაშლა და მწვანე ჩაის სპეციფიური თვისებების ჩამოყალიბება. შეშრობის ფოთოლს აყოვნებენ 20-25 სმ ფენის სისქით, 30-35 წთ-ის განმავლობაში.

დაორთქლის, შეშრობის და დაყოვნების ტექნოლოგიური ოპერაციების ჩატარება შესაძლებელია კონვეიერულ საფიქსაციო-საღნობ კომბინირებული აგრეგატის გამოყენებით. ამ დანადგარის პირველი კონვეიერზე ქვედა მხრიდან მოწყობილია იზოლირებული დასაორთქლი საკანი, რომელიც აღჭურვილია ორთქლის მიმწოდ მილებით. ამ მილების ნახვრეტებიდან ჩაის ფენაში მიეწოდება 1,5-2,5 ატა წნევის ორთქლი, რომელიც 2,5-4,0 წთ-ის განმავლობაში ახდენს კონვეიერზე მყოფი ფოთლის დაორთქლასა და ფიქსაციას. დაორთქლის შემდეგ ჩაის ფოთლი ხვდება 50-70°C ტემპერატურის მქონე ჰაერის არეში და იწყება შეშრობის ეტაპობრივი პროცესი, რომელიც გრძელდება მეოთხე კონვეიერამდე. აგრეგატში თბოაგენტი – ჰაერი მიედინება ზემოდან ქვემოთ ჩაის ფოთლის მოძრაობის პარალელურად. შეშრობის (60-62 % ნარჩენ ტენიანობამდე) ფოთოლს უტარდება დაყოვნების ოპერაცია 30-35°C ტემპერატურაზე აგრეგატის მეოთხე და მეხუთე კონვეიერებზე. ფიქსაციის

პროცესის ყველა ოპერაციის – დაორთვლის, შეშრობისა და დაყოვნების საერთო ხანგრძლივობა 140 წთ-ს შეადგენს.

საქართველოში ჩაის მრეწველობის განვითარების შემდგომ ეტაპზე, ფოთლის თბური დამუშავებისათვის შესაძლებელი გახდა ორთქლის ნაცვლად, ტენიანი ცხელი ჰაერის გამოყენება. მეთოდის არსი ფიქსაციის და შეშრობის ერთ პროცესად გაერთიანებაში მდგომარეობს. ტექნოლოგიური პროცესი კონვეიერული ტიპის უწყვეტი ქმედების ტექნოლოგიურ დანადგარში ხორციელდება. ჩაის მწვანე ფოთლი განიცდის ცხელი ჰაერის ზემოქმედებას, რომელიც მოძრაობს ჩაის ფოთლის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ ქვემოდან ზემოთ 0,60-0,65 მ/წთ სიჩქარით. თბომატარებლის პარამეტრებია: ტემპერატურა – 170-180°C, ტენშემცველობა – 300-400 გ/კგ. ნამუშევარი ჰაერი გაედინება არა ატმოსფეროში, არამედ განმეორებით ცხელდება და კვლავ მიეწოდება ჩაის ფოთლის მასაში. ინტენსიური რეცირკულაციისა და ჩაის ფენაში მრავალჯერადი გავლის შედეგად ჰაერი გაჯერდება 90-95% ფარდობით ტენიანობამდე, მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით მწვანე ფოთლიდან წარმოქმნილი ორთქლის ხარჯზე ასეთი ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის ჰაერი გაუდენთილი ორთქლის თვისებებით ხასიათდება. ფიქსაციის დასრულების შემდეგ მიზანშეწონილია ჩაის ფოთლის დაყოვნება 30-35 სმ ფენის სისქით, 35-40°C ტემპერატურის პირობებში. ამ პროცესის მიზანია მწვანე პიგმენტების დამატებით დაშლა, ტენის გადანაწილება მთლიან მასაში და ფოთლის მომზადება შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესებისათვის.

ჩაის ფოთლის ფიქსაციის, შეშრობისა და დაყოვნების პროცესების ჩატარება შესაძლებელია კონვეიერულ საფიქსაციო აგრეგატში. საკუთრივ ფიქსაციის პროცესის ხანგრძლივობა რეგულირება 3-5 წთ-ის ფარგლებში სპეციალური მექანიზმის გამოყენებით. პირველი ოთხი კონვეიერის გავლის შემდეგ ფიქსირებული და შემშრალი ჩაის ფოთლი დაყოვნების მიზნით გადადის მეხუთე კონვეიერზე, საიდანაც მიეწოდება შემდგომ ტექნოლოგიურ პროცესს – გრესას.

ჩაის მწვანე ფოთლის ფიქსაციისათვის, ექსპერიმენტულ დონეზე, დადებითი შედეგებია მიღებული მაღალი სიხშირის დენისა და ინფრაწითელი სხივების ენერჯის წყაროს გამოყენებით. პროცესის კინეტიკის შესწავლის საფუძველზე დადგენილია ელექტროფიზიკური მეთოდებით ჩაის ფოთლის ფიქსაციის ოპტიმალური პარამეტრები:

– ინფრაწითელი სხივების ენერჯის შემთხვევაში: ფენის სისქე – 20-30 მმ, დასხივების სიმკვრივე – 600-800 ვტ/მ², მანძილი ჩაის ზედაპირსა და ინფრაწითელი სხივების გენერატორს შორის – 150 მმ, პროცესის ხანგრძლივობა – 2,5-4,5 წთ;

– მაღალი სიხშირის დენის შემთხვევაში: კუთრი სიმძლავრე – 4,5-5,5 ვტ/კგ, ფენის სისქე – 40-70 მმ, პროცესის ხანგრძლივობა – 2,5-3,0 წთ.

ელექტროფიზიკური მეთოდების გამოყენება ჩაის ფოთლის მუანგავი ფერმენტების ინაქტივაციისა და შეშრობის ოპერაციების ერთ პროცესად განხორციელების შესაძლებლობას იძლევა. ამასთან ერთად მცირდება ფიქსაციის პროცესის ხანგრძლივობა და ინტენსიურ დაშლას განიცდიან ქლოროფილები.

თბური დამუშავების პროცესების ფიზიკურ შედეგს ჩაის ფოთლისათვის ელასტიურობის მინიჭება, მის ზედაპირის ფართის და მოცულობის შემცირება წარმოადგენს. მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით კოლოიდური ნაერთები განიცდიან ღრმა, შეუქცევად გარდაქმნებს, იშლება ქლოროფილები და პექტინები, ზოგიერთი სპირტები და ალდეჰიდები. ქლოროფილების დაშლის შედეგად ისპობა სიმწვანის გემო და არომატი. მისი დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ნაერთები ჩაის ფოთლს ზეთისხილის შეფერილობას ანიჭებენ. ასევე ცვლილებები მიმდინარეობს ფენოლური ნაერთების შედგენილობაში. მწვანე ჩაის ტექნოლოგიურ პროცესში ფენოლური ნაერთების ჟანგვის სიღრმე 9-10%-ს შეადგენს საწყის ნედლეულში მათ შემცველობასთან შედარებით.

გრეხის პროცესის მიზანს ფიქსირებული ჩაის ფოთლისათვის მოგრეხილი ფორმის მინიჭება, ქსოვილის დაშლა, უჯრედის წვენი გამოდენა და ზედაპირზე ადსორბირება წარმოადგენს. შემშრალი ფოთლი, 58-62 % ტენშემცველობით, მიეწოდება მოსაგრეხად ორმაგი ქმედების როლერში. გრეხილი (ფოთლოვანი) ჩაის მისაღებად ძირითადად გრეხის ორი სქემა გამოიყენება: პირველი, ორჯერადი გრეხა 40-40 წთ ხანგრძლივობით და შუალედური დახარისხებით; მეორე, ერთჯერადი გრეხა 80 წთ-ს განმავლობაში და დახარისხება. გრეხის შემდეგ დაშლილი უჯრედების რაოდენობა 45-55%-ს შეადგენს და არ ენიჭება ისეთი გადამწყვეტი მნიშვნელობა, როგორც შავი ჩაი წარმოების შემთხვევაში. საწარმოო პირობებში ძირითადად გრეხის მეორე სქემა გამოიყენება.

დახარისხების პროცესის მიზანს, განსხვავებით შავი ჩაის წარმოებისაგან, არა ფრაქციების გამოყოფა, არამედ გრეხის პროცესში წარმოქმნილი კომპეტების დაშლა და მოგრეხილი მასის განიავება წარმოადგენს. კომპეტების წარმოქმნას

განაპირობებს პექტინოვანი და ფისოვანი ნივთიერებების წებვადობის უნარის გააქტიურება ფიქსაციის პროცესში. მაღალი ტემპერატურის ორთქლ-ჰაერის ნარევის ზემოქმედებით ხდება ფოთლების ერთმანეთთან შეწებება და გრეხის პროცესში ჩაის მასის შინაგანი ხახუნის შედეგად ბურთულის ფორმის მასის ჩამოყალიბება. კოშტების წარმოქმნა უარყოფითი მოვლენაა ტექნოლოგიური თვალსაზრისით.

ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე და ფოთლოვანი ჩაის გამოსავლიანობაზე დადებითად მოქმედებს როლერის ბრუნვათა რიცხვის 60 ბრ/წთ-დან 45-50 ბრ/წთ-მდე შემცირება და ფიქსირებული ჩაის ფოთლის ცხელ მდგომარეობაში (55-60°C) გრეხა. ამისათვის საჭიროა საგრეხი მანქანის ცილინდრის ენერჯის დამატებითი წყაროთი აღჭურვა, მაგალითად, ორთქლის პერანგით.

შრობის პროცესის მიზანია მოაცილოს პროდუქტს ზედმეტი ტენი, გახადოს იგი შენახვისუნარიანი და საბოლოოდ ჩამოაყალიბოს მზა ჩაის დამახასიათებელი თვისებები. მწვანე ჩაის ნახევარფაბრიკატი, განსხვავებით შავი ჩაისაგან, მომწვანო -ზეთისხილის შეფერილობით ხასიათდება.

ნახევარფაბრიკატის დახარისხება იმავე სქემით და ტექნოლოგიური დანადგარების გამოყენებით ხორციელდება, როგორც შავი ჩაის წარმოების პროცესში. მწვანე ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხების დროს მეტი ყურადღება ენიჭება ფოთლოვანი სახის პროდუქციის გამოსავლიანობის გაზრდას. ფოთლოვანი სახის მწვანე ჩაი წვრილთან შედარებით უფრო მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით (არომატი, გემო, ნაყენი) ხასიათდება.

მწვანე ჩაის ხარისხის შეფასება გარკვეულწილად განსხვავდება შავი ჩაის შეფასებისაგან. მწვანე ჩაის მზა პროდუქციის ხარისხისა და სასაქონლო ღირებულების დასადგენად მიღებულია ხარისხობრივი მაჩვენებლების შეფასების შემდეგი ათბალიანი სისტემა.

ხარისხი	ბალური შეფასება
„თაიგული“	5,75 და მეტი
უმაღლესი	4,25 – 5,50
პირველი	3,25 – 4,0
მეორე	2,25 – 3,0
მესამე	1,50 – 2,0

დახარისხებული მწვანე ჩაის კუბაჟი, შეფუთვა და შემდგომი ოპერაციები ხორციელდება იმავე წესით, როგორც შავი ჩაის პროდუქციის შემთხვევაში.

სხვადასხვა სასაქონლო სახის მწვანე ჩაის წარმოების სფეროში უმდიდრესი ტექნოლოგიური და ტექნიკური გამოცდილება გააჩნია იაპონიას. ნედლეულის ტექნოლოგიური დამუშავების დროს დაორთქლილი ფოთლი, მთელი საწარმოო პროცესის განმავლობაში, თბური ზემოქმედების ქვეშ იმყოფება და შრობის წინ მისი ტენიანობა 20-25%-ს შეადგენს. იაპონური კომპანიების „კავასაკი – კიკო“-ს და „დატე“-ს სისტემის ნაკადური ავტომატიზირებული ხაზები, ტექნოლოგიური პროცესის თანმიმდევრობით, შემდეგი დანადგარებისაგან შედგებიან: ჩაის ფოთლის შემნახველი, დამორთქლი, ზედაპირული ტენისა და კონდენსატის შემშრობი, ფიქსირებული ფოთლის გრეხისა და შემშრობის მანქანები, ფორმირების მოწყობილობა და საშრობი. გადამუშავების შედეგად მიიღება განსხვავებული გარეგანი შეხედულების პროდუქცია, რომელიც საერთაშორისო ბაზარზე ცნობილი არიან სახელწოდებით – „სენ – ჩა“ და „გური – ჩა“.

მაღალხარისხოვანი მწვანე მარცვლოვანი ჩაი, ჩვენს პირობებში, იწარმოება სპეციალური სამანქანო ტექნოლოგიით, რომელიც მოიცავს: ნედლეულის მიღებას, მოხალვას დოლურ დანადგარში, მოხალული ფოთლის შემშრობას 55-60% ნარჩენ ტენიანობამდე კონვეიერულ დანადგარში, მოხალული და შემშრალი ფოთლის გრეხას წნეხიან როლერში 60-65 წთ-ის განმავლობაში, მოგრეხილი და შემშრალი ფოთლის შრობას და ფორმირებას აგორებით დოლურ დანადგარში 3-5% ნარჩენ ტენიანობამდე. მწვანე მარცვლოვანი ჩაი გამოირჩევა ერთგვაროვანი მიმზიდველი გარეგანი სახით, ქარვისფერი გამჭირვალე ნაყენით და გაჯერებული სრული გემოთი.

5.5. მწვანე აბურა ჩაის ტექნოლოგია

მწვანე აბურა ჩაი წარმოადგენს მზა ჩაის ერთ-ერთ სახეობას, რომელიც განსხვავდება შავი და მწვანე ჩაისაგან ნედლეულის ხარისხით და გადამუშავების ტექნოლოგიით. პროდუქციის ეს სახეობა დიდი პოპულარობით სარგებლობს მონღოლეთში, ბურიატიაში, ჩრდილოეთ კავკასიაში.

მწვანე აბურა ჩაის წარმოება მოიცავს ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელ ტექნოლოგიას: მწვანე აბურა ჩაის ნახევარფაბრიკატის (ლალ –

ჩა) მომზადება და მისი დაწესება სპეციალური ტექნოლოგიური მოწყობილობების გამოყენებით.

ლაო – ჩაი (ჩინურიდან – „ძველი ჩაი“) წარმოადგენს ნედლეულს მწვანე აგურა ჩაის მისაღებად. ნედლეული შედგება უხეში ფოთლებისა და გამერქნებული ღეროებისაგან, რომელიც მზადდება შემოდგომაზე, ხარისხოვანი ნედლეულის კრეფის დასრულების შემდეგ და გაზაფხულზე – ბუჩქის გასხვლისა და ფორმირების შედეგად ანანსხლავი მასალის სახით. დამზადებულ ნედლეულში ფოთლოვანი მასის წილი უნდა შეადგენდეს არა ნაკლებ 70%-ს, ხოლო ღეროვანი მასა შესაბამისად – არა უმეტეს 30%. ასხვავებენ ნედლეულის ორ სახეს: საპირე მასალა შედარებით მაღალი კონდიციის, ნაკლები რაოდენობით ღეროვან მასის შემცველობით და შიდა მასალა. ქიმიური შედგენლობით მწვანე აგურა ჩაის ნედლეული მკვეთრად განსხვავდება შავი და მწვანე ჩაის ნედლეულისაგან. მასში ნაკლები რაოდენობით არის წარმოდგენილი ექსტრაქტული ნივთიერებები, ფენოლური ნაერთები და კატეხინები, კოფეინი და ხარისხის გამაპირობებელი სხვა ხსნადი ნივთიერებები. ფოთლის ასაკისაგან დამოკიდებულებით და გაუხეშებასთან ერთად მკვეთრად იზრდება მასში ცელულოზის, ჰემიცელულოზის, პროტოპექტინის და ლიგნინის შემცველობა.

უხეში ჩაის ფოთლის ქიმიური შედგენილობის თავისებებები და ფიზიკური თვისებები განაპირობებენ ტექნოლოგიური დამუშავების დროს სპეციალური პროცესების გამოყენებას აუცილებლობას. ლაო ჩაის ნახევარფაბრიკატის გამომუშავება შესაძლებელია ორი ტექნოლოგიური სქემით: კლასიკური ჩინური, – დუდილის მეთოდით და თბური დამუშავებით, რომელმაც შეცვალა დუდილის მეთოდი. საპირე და შიდა მასალის გადამუშავება ერთი და იგივე ტექნოლოგიური სქემით ხდება შემდეგი პროცესების გამოყენებით: მოხალვა, გრესა, თბური დამუშავება და შრობა.

მოხალვა ერთ-ერთი ძირითადი პროცესია და იგივე მიზანს ემსახურება, რასაც მწვანე ჩაის დამზადების დროს: დამუხანგველი ფერმენტების ინაქტივაცია და საწყისი ქიმიური შედგენილობის ფიქსაცია, ქლოროფილების დაშლა, უხეში ფოთლისათვის ელასტიურობის მინიჭება. მოხალვის პროცესში მიმდინარე ცვლილებების შედეგად ფოთოლს უყალიბდება მომწვანო-მოყვითალო ფერი, სპეციფიური არომატი და გემო. პროცესი ტარდება დოლური ტიპის მომხალავ დანადგარში, რომლის ზედაპირი 250-300°C ტემპერატურამდე ცხელდება. პროცესის ხანგრძლივობა, მომხალავი დოლის ბრუნვათა რიცხვის 13 ბრ/წთ შემთხვევაში, 2,5-3,0 წთ-ს შეადგენს. ამ პარამეტრების პირობებში ფოთლის

ტემპერატურა 70-75⁰C აღწევს და მოხალვის შედეგად იგი 6-7% ტენს კარგავს. მოხალული ფოთოლი ცხელ მდგომარეობაში მიეწოდება მოსაგრესად.

გრეხის პროცესის მიზანია ფოთლის ქსოვილის დაშლა, უჯრედის წვენის ზედაპირზე გამოდენა და გრეხილი სახის ფორმირება, განსაკუთრებით საპირე მასალისათვის. პროცესი ხორციელდება უწყვეტი ქმედების როტორულ დანადგარში, რომელშიც მიმდინარეობს ჩაის ფოთლის გრეხა-ჭყლეტის და ჭრის პროცესები, იცვლება მასალის მახასიათებლები. ამის შემდეგ ფოთოლს უტარდება თბური დამუშავება.

თბური დამუშავება ლაო ჩაის წარმოებაში ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესია, რომლის დროს ფორმირდება პროდუქტისათვის დამახასიათებელი ყველა თვისება. როტორული დანადგარიდან გამოსული მოხალული და მოგრეხილ-დაჭრილ მასალას ცხელ მდგომარეობაში ათავსებენ სპეციალურ, 200 კგ-მდე ტევადობის, ხის ყუთებში, მსუბუქად ტკეპნიან და აყოვნებენ 12-15 სთ-ის განმავლობაში. ფოთლის საწყისი ტემპერატურა 60-70⁰ C-ის ფარგლებშია.

თბური დამუშავების პროცესში, ტემპერატურული ფაქტორის ზემოქმედების შედეგად, მიმდინარეობს ფენოლური ნაერთების ჟანგვითი პროცესები და მნიშვნელოვანი სახის ცვლილებები ფოთლის ქიმიურ შედგენილობაში. პროცესის დასრულების მომენტში ფოთლის ტემპერატურა 2-3⁰C-ით აღემატება საწყის მაჩვენებელს. თბური დამუშავების შედეგად ფოთოლი იძენს მუქ ყვითელ ფერს, ყალიბდება ნაყენის მოყვითალო-წითელი შეფერილობა და სპეციფიური არომატი. თბური დამუშავების დასრულების შემდეგ ფოთოლი გასაშრობად მიეწოდება.

შრობის პროცესი ხორციელდება 95-100⁰C ტემპერატურის პირობებში 8 % ნარჩენ ტენიანობამდე. პროცესის მიმდინარეობა ანალოგიურია შავი და მწვანე ჩაის შრობისა. საპირე და შიდა მასალა ცალ-ცალკე შრება და ასევე განცალკევებით ინახება შემდეგ ტექნოლოგიურ პროცესამდე – დაწნეხამდე.

შრობის დროს მიმდინარე ქიმიური გარდაქმნების შედეგად საბოლოოდ ყალიბდება პროდუქტის ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები.

მიუხედავად იმისა, რომ მწვანე აგურა ჩაის ნახევარფაბრიკატი უხეში ნედლეულისაგან გამომუშავდება, იგი ძლიერ სპეციფიური, მდგრადი არომატით ხასიათდება. ლაო ჩაის არომატი სპეციფიურობა გაპირობებულია ფოთოლში არსებული ეთეროვანი ზეთის თვისობრივი შედგენილობით. ლაო ჩაის ეთეროვან ზეთში ნაპოვნია 100-მდე ინდივიდუალური კომპონენტი, მათ შორის: გერანიოლი,

იზოერბომჟავააღდეჰიდი, იზოვალერიანაღდეჰიდი, ბენზაღდეჰიდი, ლინალოლი, უნდეკანი, ევგენოლი, დარიჩინის აღდეჰიდი და სხვა ნაერთები.

მწვანე აგურა ჩაის აფასებენ ორგანოლექტიკური ანალიზის შედეგებით სამ კატეგორიად: დამაკმაყოფილებელი, ნაკლებად დამაკმაყოფილებელი და არადამაკმაყოფილებელი.

ლაო ჩაის დაწნეხა მიმდინარეობს სპეციალური კონსტრუქციის ყალიბებში (წნეხ-ფორმები). ლაო ჩაის ნახევარფაბრიკატიდან მწვანე აგურა ჩაის მიღების ტექნოლოგიური პროცესი მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს: საპირე და შიდა მასალის ნარევის მომზადება, ლაო ჩაის დაორთქვლა, დაწნეხა და შრობა. დაორთქვლის შედეგად მასალა იძენს ელასტიურობას და რბილდება, აქტიურდება შემცველი პექტინოვანი და ფისოვანი ნივთიერებების, ცილების და სხვა ნაერთების წებვადობა, რაც ხელს უწყობს დაწნეხის პროცესში მკვრივი ბრიკეტის მიღებას და აუმჯობესებს პროდუქციის ხარისხს. ორთქლით დამუშავება გამორიცხავს მიკრობიოლოგიური პროცესის განვითარებას, რაც ხელს უწყობს პროდუქტის შენახვისუნარიანობის ამაღლებას და ხარისხის სტაბილურობას. დაორთქვლის პროცესი მიმდინარეობს 5-6 ატა წნევის მწვავე ორთქლით 1-2 წთ-ის განმავლობაში. სტანდარტული 2 კგ-იანი მწვანე აგურა ჩაის წარმოების შემთხვევაში ნახევარფაბრიკატის დაორთქვლა წარმოებს შემდეგნაირად: მზადდება სამი ულუფა, მათ შორის, ორი 200-200 გ საპირე მასალისთვის და ერთი შიდა მასალისათვის 1560 გ რაოდენობით. დაორთქვლის პროცესში მასალის ტენიანობა 6-7 %-ით იზრდება. ნახევარფაბრიკატის დასაწნეხად წნეხ-ფორმაში თავსდება ერთი ულუფა საპირე მასალა, შემდეგ შიდა მასალა და საბოლოოდ მეორე ულუფა საპირე მასალა. შევსებულ ყალიბს ზემოდან ედება სახურავი და მიეწოდება წნეხს. დაწნეხის ოპერაცია მიმდინარეობს 8-10 მპა წნევის ქვეშ. მკვრივი ფორმის აგურის მისაღებად და წარმოშობილი დაწნეხის ძალების რელაქსაციისათვის მიღებულ აგურს აყოვნებენ ყალიბში 30-60 წთ-ის ხანგრძლივობით. ამის შემდეგ ხდება მზა აგურის ამოღება სპეციალური მექანიზმის გამოყენებით. გამოთავისუფლებელი წნეხ-ფორმა (ყალიბი) კვლავ გამოიყენება ლაო ჩაის ახალი ულუფების დასაწნეხად. აგურს ამოწმებენ და სპეციალური მოწყობილობის გამოყენებით აჭრიან ხიწვებს (წიბოები). ყალიბიდან ამოღებული აგურის ტენიანობა 14-15 %-ს შეადგენს. ასეთი ტენშემცველობით მისი შენახვა და ტრანსპორტირება დაუშვებელია, რადგან იგი სწრაფად ობდება და გამოყენებისათვის უვარგისი ხდება. ტენშემცველობის სტანდარტულ ნორმამდე დასაყვანად საჭიროა

ჩატარდეს შრობის პროცესი. მწვანე აგურა ჩაის სტრუქტურიდან გამომდინარე შრობა ტარდება სპეციალურ საკანში, აგურების შტაბელებად დაწყობილ მდგომარეობაში, 33-35⁰C ტემპერატურის და 50-55 % ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. ჰაერის მოძრაობის შესაძლებლობისა და შრობის პროცესის თანაბრობის მისაღწევად აგურებს შორის მანძილი უნდა შეადგენდეს 2-3 სმ-ს. შრობა გრძელდება 12-15 დღის განმავლობაში და დასრულებულად ითვლება, როდესაც ტენიანობა გახდება 12%. ამის შემდეგ თითოეულ აგურს ახვევენ სპეციალურ ქაღალდში, ათავსებენ მუყაოს ყუთებში 10 ცალის რაოდენობით. ამის შემდეგ პროდუქცია მზად არის მომხმარებელამდე მისაწოდებლად.

მოქმედი ნორმატივების შესაბამისად მწვანე აგურა ჩაი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: მასა - 2,0 (±2%) კგ, სიგრძე - 357,5 (±2,5) მმ, სიგანე - 161,0 (±1,0) მმ, სისქე (არა უმეტეს) - 36,0 მმ. დასაშვებია ნაკლები მასის მწვანე აგურა ჩაის წარმოება მომხმარებელთან შეთანხმებით.

5.6. ყვითელი და წითელი ჩაის ტექნოლოგია

ყვითელი და წითელი ჩაი წარმოადგენენ შუალედურ პროდუქტებს მწვანე და შავი ჩაის პროდუქტებს შორის. მაჩვენებლების მიხედვით ყვითელი ჩაი უფრო ახლოს დგას მწვანე ჩაისთან, ხოლო წითელი – შავ ჩაისთან. ყვითელი და წითელი ჩაი გამომუშავდება იგივე ხარისხის ნედლეულისაგან, როგორც გამოიყენება შავი და მწვანე ჩაის პროდუქციის წარმოებაში. განსხვავება მდგომარეობს ტექნოლოგიაში და ფენოლური ნაერთების ჟანგის სიღრმეში.

ყვითელი ჩაის გამომუშავების ტექნოლოგიური სქემა შემდეგ პროცესებს მოიცავს: ღნობა, გრეხა, შრობა და თბური დამუშავება. ყვითელი და წითელი ჩაი გამომუშავდება იგივე ტექნოლოგიური დანადგარებით, რომლებიც გამოიყენება მწვანე და შავი ჩაის წარმოებაში.

მწვანე ჩაის ფოთლის ღნობა მიმდინარეობს 63-65% ნარჩენ ტენიანობამდე და იგივე ტექნოლოგიურ მიზანს ემსახურება, რასაც შავი ჩაის წარმოების დროს. მომდნარ ფოთლს უტარდება თბური დამუშავება, ანალოგიურად ფიქსაციის პროცესისა მწვანე ჩაის წარმოების დროს, ცხელი ჰაერით ან მოხალვით. ცხელი ჰაერით მომდნარი ჩაის ფოთლის თბური დამუშავება (ფიქსაცია) ტარდება 165-175⁰C, ხოლო მოხალვა – 130-140⁰C ტემპერატურის პირობებში. თბური დამუშავების პროცესში ფოთოლი კარგავს 3-3,5% ტენს.

შემდეგ ტარდება ორჯერადი გრეხის პროცესი 40-40 წთ-ის ხანგრძლივობით შუალედური დახარისხებით. მოგრეხილ ჩაის ფოთოლს აშრობენ 4-6% ნარჩენ ტენიანობამდე და უტარებენ თბურ დამუშავებას 2-5 სთ-ის განმავლობაში, ცხელ მდგომარეობაში დაყოვნებით. ყვითელი ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხებისა და კუპაჟის პროცესები იმავე ტექნოლოგიური სქემით და პარამეტრებით ხორციელდება, როგორც შავი და მწვანე ჩაი.

ყვითელი ჩაის წარმოების დროს დამოუკიდებელი ფერმენტაციის პროცესი არ მიმდინარეობს. მიუხედავად ამისა, ფენოლური ნაერთების ჟანგვის სიღრმე 15-20%-ს შეადგენს. აღნიშნული უკავშირდება იმ ცვლილებებს, რომლებიც მიმდინარეობენ ფენოლური ნაერთების კომპლექსში ფოთლის ღნობისა და თბური დამუშავების დროს. ღნობისა და თბური დამუშავების პროცესებში მიმდინარე გარდაქმნების შედეგად ყალიბდება ყვითელი ჩაის სპეციფიური თვისებები: ნაყენის ფერი – ყვითელი-ნარინჯისფერი; სასიამოვნო მწკლარტე გემო (უფრო რბილი, ვიდრე მწვანე ჩაი) და სასიამოვნო, ძლიერი არომატი.

წითელი ჩაის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა მოიცავს შემდეგ პროცესებს: ღნობა, გრეხა, ხანმოკლე ფერმენტაცია, მოხალვა, გრეხა, შრობა და თბური დამუშავება.

მწვანე ფოთოლის ღნობა წარმოებს 63 – 65% ნარჩენ ტენიანობამდე, იგივე ტექნოლოგიური დანიშნულებით, როგორც შავი და ყვითელი ჩაის წარმოების დროს. მომდინარე ფოთოლი იგრისება 20 წთ-ის განმავლობაში და ხანმოკლე ფერმენტაციის შემდეგ უტარდება მოხალვის პროცესი 140-150°C ტემპერატურის პირობებში. მოხალული ფოთოლი იგრისება განმეორებით 40-50 წთ-ის განმავლობაში და შრება 4-6% ნარჩენ ტენიანობამდე. შრობის შედეგად მიღებულ ნახევარფაბრიკატს უტარდება თბური დამუშავება 2-3 სთ-ის განმავლობაში, ცხელ მდგომარეობაში დაყოვნებით.

წითელი ჩაის წარმოების დროს ფენოლური ნაერთების ჟანგვის სიღრმე 25-30%-ს შეადგენს. წითელი ჩაი ძლიერ არომატული პროდუქტია, გამოირჩევა წითელი კაშკაშა ნაყენით. მასში ჰარმონიულად არის შეზავებული შავი და მწვანე ჩაის თვისებები. წითელი ჩაის სპეციფიური ორგანოლექტიკური მახვენებლები გაპირობებულია იმ ფერმენტული და თერმოქიმიური გარდაქმნების შეთანაწყობით, რომლებიც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ვითარდებიან ფოთლის ტექნოლოგიური დამუშავების სხვადასხვა სტადიაზე.

წითელი ჩაის ნახევარფაბრიკატის დახარისხებისა და კუპაჟის პროცესები იგივე ტექნოლოგიური სქემით ხორციელდება, როგორც ყვითელი ჩაი.

5.7. გრანულირებული ჩაის ტექნოლოგია

ჩაის ფოთლის გადამუშავების პროცესში, ტექნოლოგიური პარამეტრების სრული დაცვის პირობებში, ნახევარფაბრიკატის დახარისხების შედეგად, მიიღება წვრილდისპერსული პროდუქცია, ნამცვეცისა და ფხვნილის სახით, რომელთა ზომები, შესაბამისად, არ აღემატება 1,2მმ და 0,5მმ-ს. შავი ჩაის წარმოების დროს წვრილდისპერსული პროდუქციის ხვედრითი წილი საერთო მასის 15-20%-ს შეადგენს. ნამცვეცის ძირითადი რაოდენობა მეორე და მესამე ხარისხისაა, ხოლო მცირე ნაწილი (5-10%) თავისი ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებით პირველ ხარისხს მიეკუთვნება. მზა პროდუქციის ეს ნაწილი ერთჯერადი მოხმარების – პაკეტირებული ჩაის წარმოებაში გამოიყენება. ფხვნილი არ განეკუთვნება პროდუქციის არც ერთ ხარისხს.

მდარე სამომხმარებლო მაჩვენებლების მქონე წვრილდისპერსული ჩაი იძლევა მღვრიე ნაყენს და ხასიათდება შენახვის დაბალი უნარით, მაგრამ გამოირჩევა საკმაოდ მაღალი ექსტრაქტულობით (28,0-32,5%). ჩაის ამ სახეობათა გრანულირებით და მეორადი გადამუშავებით შესაძლებელია მომხმარებლისათვის მისაღები მახასიათებლების მქონე პროდუქციის წარმოება.

გრანულირება (აგლომერირება, აგრეგირება) გულისხმობს მასალის ფორმირებას გარკვეული ფორმის, ზომის, სტრუქტურისა და ფიზიკური თვისებების მქონე ნაწილაკებად. წვრილდისპერსიული მასალების აგლომერირების პროცესი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მათ ფიზიკურ-ქიმიურ მახასიათებლებზე.

წვრილდისპერსული ჩაის ფორმირებისათვის ეფექტიანია გამოწნეხით ექსტრუდირების და აგორების მეთოდების გამოყენება. უპირატესობა მდგომარეობს პროცესის უწყვეტობაში, ტექნოლოგიური დანადგარების კონსტრუქციულ სიმარტივეში და სხვადასხვა ფორმის პროდუქციის მიღების შესაძლებლობაში.

საკუთრივ ფორმირების პროცესი, გრანულების სტრუქტურა და ფორმა ძირითადად განსაზღვრავენ მზა პროდუქტის ისეთ მაჩვენებლებს, როგორცაა გრანულის სიმტკიცე და სიმკვრივე, ექსტრაქტის გაცემის უნარი და მედეგობა დაშლის მიმართ. თავის მხრივ ეს მაჩვენებლები დამოკიდებულია ექსტრუდერის კონსტრუქციულ პარამეტრებზე და საწყისი მასალის რეოლოგიურ თვისებებზე.

გრანულირებული ჩაის წარმოებაში ძირითად პროცესს წარმოადგენს ჩაის მასის ექსტრუდირება, რაც გულისხმობს საწყისი მასალისათვის ახალი ფორმის

და თვისებების მინიჭებას მატრიცაში გამოწვევის შედეგად. ექსტრუდირების პროცესის განხორციელება შესაძლებელია ფორმირებად მასაში თხევადი ფაზის არსებობის პირობებში. გრანულირების პროცესი დამოკიდებულია საწყისი მასალის შემადგენელი კომპონენტების ურთიერთქმედების უნარზე და ქიმიურ შედგენილობაზე. აგორების მეთოდით გრანულირების პროცესი ეფუძნება, მუდმივი არევის პირობებში, მასალის თვით აგრეგირების უნარს. აგორების მეთოდით გრანულირების პროცესში უპირატესად სფერული ფორმის პროდუქტი მიიღება, მსგავსად CTC ტექნოლოგიით უშუალოდ მწვანე ჩაის ფოთლის დამუშავების დროს.

გრანულირებული ჩაის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესი შემდეგ სტადიებს მოიცავს: საწყისი ნედლეულის მომზადება (შერევა), შემაკავშირებელი თხევადი ფაზის მომზადება და მისი დამატება (შეზავება) ნედლეულის ნარევიში, გრანულირება ექსტრუდირებით და აგორებით, მიღებული გრანულების შრობა. ნედლეულის მომზადების ოპერაცია ითვალისწინებს ჩაის კომპონენტების კუპაჟს დადგენილი რეცეპტურის შესაბამისად. შავი გრანულირებული ჩაის წარმოების დროს დასაშვებია საწყის ნარევიში 20%-მდე მწვანე ჩაის კომპონენტის შერევა.

წვრილდისპერსული მასალის გამოყენებით გრანულირებული ჩაის მისაღებად საჭიროა მისი დატენიანება შემაკავშირებელ-გამამდიდრებლით, ან ჩაის მიმართ ნეიტრალური სითხით. საუკეთესო შემაკავშირებელ თხევად ფაზას წარმოადგენს ჩაის წარმოების მეორეული ნედლეულიდან მიღებული წყლის ექსტრაქტი, რომლის დამატებით საბოლოო პროდუქტი არა მარტო მდიდრდება ხსნადი ნივთიერებებით (ფენოლური ნაერთები, კოფეინი და სხვ.), არამედ მისი შემადგენელი პექტინები, ხსნადი შაქრები, ამინომჟავები და სხვა ნივთიერებები მნიშვნელოვნად ზრდიან ფაზათა შორის ურთიერთქმედებას, რის შედეგად უმჯობესდება გრანულის სიმტკიცე და მზა პროდუქტის ხარისხობრივი მაჩვენებლები.

წყლის ექსტრაქტი მიიღება მეორეული ნედლეულის ექსტრაქციით, პერიოდული ან უწყვეტი პროცესით, 90-95°C ტემპერატურაზე, მყარი და თხევადი ფაზების თანაფარდობის 1:8 – 1:10 პირობებში, შემდგომი გაფილტვრით. მიღებულ ექსტრაქტში მშრალი ნივთიერების შემცველობა შეადგენს არა ნაკლებ 2%-ს. წვრილდისპერსული ჩაისა და წყლის ექსტრაქტის შერევა ხორციელდება უწყვეტ (შნეკური) ან სარეველათი აღჭურვილ პერიოდული ქმედების შემზავებელ აპარატში 15-20 წთ-ის განმავლობაში. პროცესის დასრულების შემდეგ ჩაის მასის ტენიანობა 40-45%-ს შეადგენს.

შემდეგ ტექნოლოგიურ პროცესს წარმოადგენს ჩაის ტენიანი მასის გრანულირება, რომელიც ტარდება სპეციალური კონსტრუქციის ექსტრუდერში, რომელშიც დამუშავების შედეგად მიიღება არა უმეტეს 3,5 მმ დიამეტრის და 3,5-6,0 მმ სიგრძის პროდუქტი (ექსტრუდანტი), რომლისთვის სფერული ფორმის ჩამოყალიბება შემდგომი აგორებით ხდება დოლური ტიპის მბრუნავ დანადგარში ცენტრიდანულ-გრავიტაციული ძალების ზემოქმედების შედეგად. გარანულირებული ჩაი შრება 3-5% ნარჩენ ტენიანობამდე კონვექციური მეთოდით, კონვეიერული ტიპის დანადგარზე, ან პნევმომადულარ შრეში.

გამშრალი პროდუქტი ხარისხდება ერთფრთიან ბრტყელ დამხარისხებულ დანადგარზე. დახარისხების პროცესში გამოყოფილი არაფორმირებული წვრილდისპერსული მასა, განმეორებითი ტექნოლოგიური დამუშავებისათვის, უკანვე ბრუნდება ექსტრუდერში.

გრანულირებული ჩაის შეფუთვა, შენახვა და ტრანსპორტირება ხორციელდება ანალოგიურად გრეხილი ჩაის შესაბამისი ოპერაციებისა.

5.8. ჩაის კონცენტრატების ტექნოლოგია

ჩაის კონცენტრატი წარმოადგენს პროდუქტს, რომელიც კონცენტრირებული სახით შეიცავს წყალში ხსნად ყველა სასარგებლო ნივთიერებას: ფენოლურ ნაერთებს, კოფეინს, ვიტამინებს, ამინომჟავებს, ნახშირწყლებს. მინერალურ ნივთიერებებს. ჩაის კონცენტრატები ხელსაყრელი პროდუქტებია მოხმარების მხრივ, პრაქტიკულად ნალექის გარეშე იხსნება ცხელ და ცივ წყალში. სასაქონლო სახის მიხედვით კონცენტრატები შეიძლება იყოს თხევადი, წვრილდისპერსული მშრალი ფხვნილი და გრანულირებული. რიგ ქვეყნებში (აშშ, დიდ ბრიტანეთი, გერმანია, დანია) ჩაის მშრალ კონცენტრატებს მზა პროდუქტიდან ღებულობენ, ხოლო ის ქვეყნები, რომელთაც საკუთარი სანედლეულო ბაზა გააჩნიათ (ინდოეთი, ჩინეთი, იაპონია, შრი-ლანკა) ჩაის ამ სახეობას უშუალოდ მწვანე ფოთლიდან გამოიმუშავენ.

ჩაის კონცენტრატების წარმოება სათავეს იღებს გასული საუკუნის 50-იანი წლების ბოლოდან, როდესაც დანიურმა კომპანიამ „ნირო – ატომიზერი“ და ამერიკულმა კომპანიებმა „კოკა-კოლა“ და „ლიპტონი“ დაიწყეს სუფთა სახით მშრალი კონცენტრატის (ხსნადი ჩაი) გამოშვება. ხსნადი ჩაის მიღების დიდი

გამოცდილება დაგროვდა აშშ-ში, სადაც აწარმოებენ ცხელ და ცივ წყალში ხსნად ჩაის კონცენტრატებს. ცივ წყალში ხსნადი ჩაის კონცენტრატი გამოიყენება ე.წ. „ყინულოვანი“ ჩაის დასამზადებლად, რომელიც ყინულთან და ლიმონთან ერთად ძალზე პოპულარულია ამერიკელ მომხმარებლებებს შორის. ამ ორი ტიპის ჩაის მიღების ტექნოლოგია რამდენადმე განსხვავდება ერთმანეთისაგან. კერძოდ, ცივ წყალში ხსნადი ჩაის კონცენტრატის მიღების დროს მაქსიმალურად ცდილობენ თავიდან აიცილონ ექსტრაქტის გაცივების დროს ნალექის წარმოქმნის შესაძლებლობა.

ჩაის კონცენტრატების წარმოების ტექნოლოგია დაფუძნებულია საერთო პრინციპზე. განსხვავება მდგომარეობს მხოლოდ პროდუქტის მიღების ხერხებში და მოიცავს შემდეგ ძირითად პროცესებს: ექსტრაქცია, ექსტრაქტის გაფილტვრა და გაკამკამება, ექსტრაქტის კონცენტრირება, შრობა (მშრალი კონცენტრატის და ხსნადი ჩაის მიღების დროს).

კომპანია „კოკა-კოლა“ ცხელ წყალში ხსნად მშრალ კონცენტრატს აწარმოებს შემდეგი ტექნოლოგიური სქემით: ჩაის ნედლეულს უტარებენ ეტაპობრივ ექსტრაქციას, 5-7 საფეხურიანი საექსტრაქციო აპარატებში, 95°C ტემპერატურაზე. ყოველი ექსტრაქციის შემდეგ თხევად ფაზას აშორებენ მყარი ფაზისაგან ცენტრიფუგირებით. თხევადი და მყარი ფაზის ერთი საფეხურიდან მეორეში გადასვლა წინაღი დენის პრინციპით ხორციელდება, – ექსტრაქტი აპარატში გადაადგილდება მეტად ექსტრაგირებული ნედლეულიდან ახლადჩატვირთული ნედლეულისაკენ. მყარი და თხევადი ფაზის შეფარდება შეადგენს 1:10, ხოლო მშრალი ნივთიერების შემცველობა ექსტრაქტში – 5%-მდე. ტექნოლოგიური ციკლის შემდეგ ეტაპს ადვილად აქროლადი არომატული ნივთიერებების გამოყოფა წარმოადგენს, რისთვისაც ცხელი ექსტრაქტი მიეწოდება ვაკუუმ-კამერაში, სადაც ხდება აქროლადი ნაერთების და წყლის ორთქლის ნარევის კონდენსაცია. წარმოქმნილი კონდენსანტი მიემართება სარექტიფიკაციო სვეტში, საიდანაც ჩამონადენი აქროლადი ნაერთები ემატება (ერევა) კონცენტრირებულ ექსტრაქტს, ხოლო ნარჩენი სითხე მიემართება ექსტრაქტორში. გაფილტრული ექსტრაქტი კონცენტრირდება მშრალი ნივთიერების 50% შემცველობამდე ვაკუუმ-ამაორთქლებელში 50-95°C ტემპერატურის დიაპაზონში. აქროლადი ნაერთებით გამდიდრებული და კონცენტრირებული ექსტრაქტი მიეწოდება გაფრქვევით საშრობ დანადგარში, რომელშიც შრება 185-190°C შემაგალი ჰაერის ტემპერატურაზე 3-4% ნარჩენ ტენიანობამდე.

ცივ წყალში ხსნადი ჩაის მშრალი კონცენტრატის მისაღებად ექსტრაქტს აცივებენ და ცენტრიფუგირებით აცილებენ ცივ წყალში უხსნად ნალექს („ჩაის ნალექი“), რომელიც წარმოიქმნება კოფეინის მოქმედებით ფენოლური ნაერთების უანგვის პროდუქტებთან. აღნიშნული ნალექი წარმოიქმნება ჩაის ექსტრაქტის (ნაყენი) 38-40°C ტემპერატურამდე გაცივებით და პროდუქტის ხარისხზე დადებითად მოქმედი კომპლექსური ნაერთს წარმოადგენს. გამოყოფილი ნალექი, სპეციალური დამუშავების შემდეგ, ცხელი მოხმარების ჩაის მშრალი კონცენტრატის გასამდიდრებლად გამოიყენება.

მზა ჩაისაგან კონცენტრატის მიღების პროცესში შემადგენელი ქიმიური ნაერთები დამატებით ქიმიურ გარდაქმნებს განიცდიან, რაც საბოლოო პროდუქტის ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუარესებას იწვევს. ამიტომ კონცენტრატების წარმოება მიზანშეწონილია უშუალოდ მწვანე (ნედლი) ჩაის ფოთლიდან შესაბამისი ტექნოლოგიური დამუშავებით.

უშუალოდ მწვანე ფოთლიდან ჩაის კონცენტრატების წარმოების ტექნოლოგიური სქემა მოიცავს შემდეგ პროცესებს: ღნობა, მომდნარი ფოთლის ჭრა-დაქუცმადება, ფერმენტაცია წყლის არეში, მიღებული სუსპენზიის ექსტრაქცია და აქროლადი არომატული ნივთიერებების დაჭერა, ექსტრაქტის ფილტრაცია და კონცენტრირება, კონცენტრირებული ექსტრაქტის გამდიდრება არომატული ნივთიერებებით და შრობა.

ჩაის კონცენტრატების მიღების დიდი სამეცნიერო და პრაქტიკული გამოცდილება დაგროვდა საქართველოში, სადაც თხევადი და მშრალი კონცენტრატების წარმოება გასული საუკუნის 80-იანი წლების დასაწყისში იქნა ათვისებული.

კონცენტრატების წარმოების პროცესი ორ ეტაპად იყოფა: ჩაის მწვანე ფოთლიდან საექსტრაქციო ნედლეულის წარმოება და მეორადი ტექნოლოგიური დამუშავებით მზა პროდუქტის მიღება. ფოთლის პირველადი დამუშავების პროცესები ანალოგიურია შავი და მწვანე ჩაის წარმოების ტექნოლოგიების, რაც ბიოქიმიური პროცესების რეგულირებით, ერთი და იგივე ნედლეულიდან, სხვადასხვა სახის და ხარისხობრივი მაჩვენებლების პროდუქციის წარმოების შესაძლებლობას იძლევა.

კონცენტრატების წარმოებაში ერთ-ერთი ძირითადი პროცესია ექსტრაქცია, რომელიც განსაზღვრავს მზა პროდუქტის გამოსავლიანობას და მის ხარისხს. პროცესის მიმდინარეობის დროს მნიშვნელოვანია ჩაის ძირითადი ქიმიური ნაერთების ხსნარში გადასვლის სიჩქარე და კანონზომიერება. დადგენილია, რომ

წყლით ექსტრაქციის პროცესში, პირველი ექსტრაქციის შემდეგ, ხსნარში ექსტრაქტული ნივთიერებების საწყისი რაოდენობის 40%-მდე გადადის, სამი ექსტრაქციის შემდეგ – 75%-მდე, ხოლო ხუთი ექსტრაქციის შედეგად – 85 %. ამის შემდეგ ექსტრაქტული ნივთიერებების ხსნარში გადასვლის სიჩქარე კლებულობს და უმნიშვნელო ხდება. საწყისი ნედლეულის ყველა ხსნადი ნივთიერება გადადის ხსნარში, რაც უზრუნველყოფს საბოლოო პროდუქტის სტაბილურ ხარისხს და ბიოლოგიურ აქტივობას. ფენოლური ნაერთები თანდათანობით გადადიან ხსნარში და მათი ძირითადი რაოდენობის გამოწვილვა ხდება პირველი სამი ექსტრაქციის დროს. ექსტრაქციების საწყის ეტაპზე ხსნარში გადადის შედარებით დაბალმოლეკულური ფენოლური ნაერთები, რომლებიც საგემოვნო თვისებებს განსაზღვრავენ. შემდგომ ეტაპზე ექსტრაგირდება მაღალმოლეკულური ფენოლური ნაერთები და უანგვითი კონდენსირების პროდუქტები, რომლებიც მზა პროდუქტს დამახასიათებელ შეფერილობას ანიჭებენ. კოფეინის დიდი ნაწილი (75%-მდე) ექსტრაქციის საწყის პროცესში გადადის ხსნარში. გარდა ფენოლური ნაერთებისა და კოფეინისა, პირველი სამი ექსტრაქტი შეიცავს შაქრების, პექტინოვანი და მინერალური ნივთიერებების დიდ ნაწილს.

ჩაის თხევადი კონცენტრატი წარმოადგენს კონცენტრირებულ ექსტრაქტს, რომელიც შეიცავს 60-70% მშრალ ნივთიერებას და იწარმოება ნატურალური სახით, ან სხვა პროდუქტების (შაქარი, ლიმონი და სხვ.) დამატებით. თხევადი კონცენტრატების წარმოების ტექნოლოგია შემდეგ ძირითად ტექნოლოგიურ პროცესებს მოიცავს: ჩაის ნედლეულის მომზადება და ექსტრაქცია, ექსტრაქტის ფილტრაცია და კონცენტრირება, დაფასოება და სტერილიზაცია. შაქრიანი და ლიმონით არომატიზირებული თხევადი კონცენტრატის ტექნოლოგია დამატებით ითვალისწინებს ჩაის ექსტრაქტზე შაქრიანი სიროფის მომზადებას, სიროფის კუპაჟირებას პირველად ექსტრაქტთან და ლიმონის ეთეროვან ზეთთან. შავი ჩაის თხევადი კონცენტრატების მიღების ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია ნახ. 5.8.1.

ჩაის თხევადი კონცენტრატი კარგად იხსნება ცხელ და ცივ წყალში. იგი გამოიყენება როგორც ჩაის სასმელი, ასევე უაღკოპოლო მატონიზებელი სასმელების წარმოებაში და საკვებ დანამატად ზოგიერთი სახის პროდუქტების ტექნოლოგიაში.

6. სტევიის ბალამუშაშება

სტევია (*Stevia rebaudiana Bertoni*) – „ორფოთოლა ტკბილი“, საქართველოსათვის არატრადიციული, ტროპიკული, ბალახოვანი, მრავალწლიანი მცენარეა. იგი ველურად იზრდება სამხრეთ ამერიკაში (პარაგვაი, ბრაზილია). გარდა ამ ქვეყნებისა სტევიის სამრეწველო პლანტაციები გააჩნია იაპონიას, ჩინეთს, ვიეტნამს, კორეას, ლაოსს და სხვა ქვეყნებს. სტევიის ინტროდუცირება საქართველოში 1986წ. უკრაინიდან განხორციელდა.

სტევიისადმი ინტერესი და მისი გავრცელება გამოწვეულია მის ფოთოლსა და ღეროში ტკბილი გემოს მქონე ნაერთების შემცველობით, რომლებიც ძირითადად წყალში ხსნად **დიტერპენული გლიკოზიდებია**. მათ აგლიკონს სტევიოლი წარმოადგენს. ამ ნაერთებიდან რაოდენობრივი შედგენილობით ძირითადია – **სტევიოზიდი და რებაუდიოზიდი**, რომლებიც 100-300-ჯერ უფრო ტკბილია, ვიდრე საქაროზა. სტევიის დიტერპენული გლიკოზიდები სტაბილურია გაცხელების და pH-ის ცვლილების მიმართ. მათ გააჩნიათ აგრეთვე ანტისეპტიკური თვისებები. სტევიის პროდუქტები მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში გამოიყენება საკვები დანამატის სახით, როგორც დიაბეტის საწინააღმდეგო პროფილაქტიკური საშუალება.

სტევიოზიდი თეთრი კრისტალური ნივთიერებაა, ჰიგროსკოპული, ღნობის ტემპერატურა 196-198°C, წყალში კარგად იხსნება. ფერმენტული ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნის 3 მოლეკულა გლუკოზას და აგლიკონს, რომელსაც გემოვნური თვისებები არ გააჩნია.

სტევიის ფოთოლი შეიცავს 43,0-50,0% ექსტრაქტულ ნივთიერებებს. დიტერპენული გლიკოზიდების შემცველობა საშუალოდ 8,5-10%-ია მშრალ მასაზე გაანგარიშებით. აქედან სტევიოზიდის რაოდენობა 5,5%-ია, ხოლო რებაუდიოზიდი – 2,8-3,7%.

ტკბილი დიტერპენული გლიკოზიდები არათანაბრადაა განაწილებული მცენარის სხვადასხვა ნაწილში. მცენარის ზრდა-განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე მათი შემცველობა გასხვავებულია და მაქსიმალურ რაოდენობას მცენარის ბუტონიზაციის პერიოდში აღწევს.

სტევიის ფოთოლი შეიცავს ხსნად ნახშირწყლებს: **გლუკოზას, არაბინოზას და რამნოზას**. მონოშაქრების შემცველობა 0,5-1,0%-ია, პოლისაქარიდის – 17-18%, რომელთაგან 10%მდე **ცელულოზაა**. სტევიის

ფოთლებში ნაპოვნი აზოტოვანი და მინერალური ნივთიერები, ვიტამინები (ასკორბინის მჟავა, თიამინი, რიბოფლავინი).

მცენარის ღერო ვერტიკალურია, ძლიერ დატოტვილი, სიმაღლე 80 სმ-ს აღწევს, ხოლო ღეროს დიამეტრი 5-10 მმ-ის ფარგლებშია. ახლგაზრდა ღერო მწვანე ფერისაა და დაფარულია ბუსუსებით, ხოლო ასაკოვანი – ყავისფერი შეფერილობისაა და გამერქნებულია.

სტევიას ნედლეულს მიწისზედა ნაწილი წარმოადგენს. გარეგანი სახით ბალახის ვეგეტატიური ნაწილია - ყლორტები ღეროთი, ნაზი და ზრდასრული ფოთლებით, ბუტონებით ბოლოში. ფოთლები სქელია, სხვადასხვა ფორმის (შუბისებრი, მოგრძო ელიფსური, ოვალური).

ჩვენს პირობებში მოსავლის აღება ხდება ბუტონიზაციის პერიოდში. ვეგეტაციის პროცესში მცენარეს ორი აქტიური ზრდის ფაზა ახასიათებს, – პირველი, მაის-ივნისში და მეორე, ივლის-აგვისტოში. ამიტომ მოსავლის აღება ხდება ზაფხულში (ივნისი) და მეორე – შემოდგომის დასაწყისში (სექტემბერი).

ნედლეული გამოიყენება მშრალი და ნედლი სახით. ნედლეულის შრობა შესაძლებელია ბუნებრივ პირობებში და ხელოვნურად, ჩაის წარმოებაში არსებული სამანქანო ტექნოლოგიების გამოყენებით. გამშრალ ფოთოლში ნარჩენი ტენის რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 10%-ს. სტევიის მშრალი ფოთოლი მზადდება მთლიანი სახით, ან დაჭრილ-დაქუცმაცებული და სხვადასხვა ზომაზე დახარისხებული. ნედლეულის ხარჯვის ნორმა 1 კგ მშრალი პროდუქტის გამოსამუშავებლად 4 კგ-ს.

სტევიის ნედლეულიდან შესაძლებელია თხევადი და მშრალი კონცენტრატების მიღება იმ ტექნოლოგიებით, რომლებიც გამოიყენება ჩაის ფოთლიდან ანალოგიური პროდუქტების წარმოებაში. თხევადი კონცენტრატის მომზადების შემთხვევაში, საგემოვნო თვისებების გაუმჯობესების მიზნით, სტევიის ნედლ მასას უტარდება დაორთქვლა, შემრობა, ჭრა-დაქუცმაცება და შრობა.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. დ. აფხაზავა, ა. ბურჭულაძე, მ. ხომერიკი, ნ. სიხარულიძე. შენახვის გავლენა გრეიპფრუტის ნაყოფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე. // სუბტროპიკული კულტურები №1-4 (259-262), 2008, გვ. 40-45.
2. ნ. ბალათურია, რ. ბზიავა, რ. ფხაკაძე, ა. დიხამინჯია. დაფნის ფოთოლში ეთეროვანი ზეთის შედგენილობის ცვლილება დაგროვების პროცესში. // სუბტროპიკული კულტურები №5 (199), 1985, გვ. 103-106.
3. ვ. ბოლქვაძე, ხ. ტოტოჩავა. ჩინური აქტინიდიის (კივი) ნაყოფებიდან კონსერვირებული პროდუქტების მიღების ტექნოლოგიური პარამეტრები. // სუბტროპიკული კულტურები №1-2 (249-250), 2003, გვ. 9-11.
4. ი. ბერულავა, მ. სილაგაძე, დ. თავდიშვილი, ა. ყიფიანი, ნ. ფხაკაძე. დასავლეთ საქართველოში გაშენებული სხვადასხვა ჯიშის თხილის ნაყოფების ბიოქიმიური გამოკვლევა. // ქუთაისის ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები №3 (13), 2003. გვ. 60-63.
5. ი. ბერულავა, მ. სილაგაძე, ნ. ფხაკაძე, დ. არველაძე. სხვადასხვა ჯიშის თხილის ნაყოფებში ზეთის ცხიმოვან შემადგენილობა. // აგრარული მეცნიერების პრობლემები, სამეცნიერო შრომების კრებული XXVI, 2004, გვ. 103-105.
6. Н. Багатурия. Эфирные масла лекарственных и прятноароматических растений. Тбилиси, 2007. 312 с.
7. Н. Багатурия. Натуральные вина, соки и напитки. Тбилиси, 2008. 487 с.
8. В. Гогия. Биохимия субтропических растений. М., «Колос», 1984. 288 с.
9. ვ. გოგუაძე, ა. ბუხბინდერი. კოლხეთის დაბლობის პირობებში ევკალიპტის ამონაყარი კულტურის ეთეროვანი ზეთის შემცველობა და შედგენილობა. // სუბტროპიკული კულტურები №6 (206), 1986, გვ. 25-32.
10. შ. გოლიაძე, გ. სარჯველაძე. ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვალებადობა აქტინიდიის თესლით სელექციის პირობებში. // სუბტროპიკული კულტურები №5 (229), 1990, გვ. 140-142.
11. ვ. გოლიაძე და სხვ. ჩინური აქტინიდია (კივი) ბიოლოგია და აგროტექნოლოგია. თბილისი, „მერიდიანი“, 2008. 84 გვ.
12. С. Дурмишидзе, А. Шалашвили, В. Мжаванадзе, Г. Циклаური. Флавоноиды и оксикоричные кислоты некоторых представителей дикорастущей флоры Грузии. Тбилиси. «Мецниереба», 1981. 198 с.

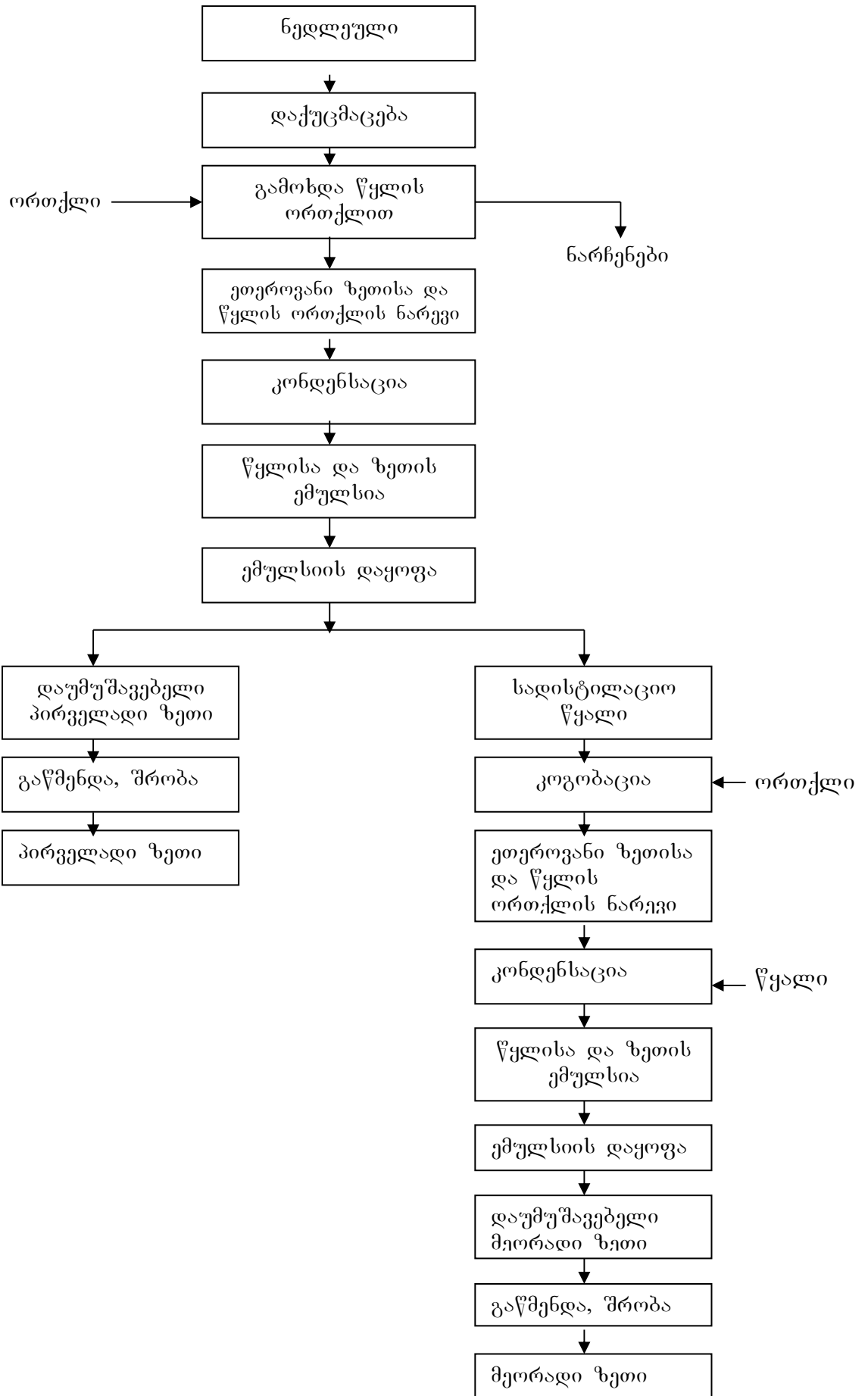
13. P. Джинджолия, Ш. Кобахидзе. Полифенольные соединения чайного листа и готового чая. Тбилиси, «Мецნიერება», 1987. 163 с.
14. P. Джинджолия, Т. Ревишвили. Комплексная переработка чайного листа. М., «Агропромиздат», 1989. 118 с.
15. ნ. დუბოდელი, ი. პანიუშკინი, ა. ბურჭულაძე, ნ. ბუგლიაკოვა. რეგულირებულ გაზის არეში შენახვის დროს მანდარინის ნაყოფში შაქრების ცვალებადობა. // სუბტროპიკული კულტურები №1 (189), 1984, გვ. 83-86.
16. В. Воронцов, У. Штеиман. Возделывание субтропических культур. М., «Колос», 1982. 271 с.
17. ნ. კეკელიძე, მ. ჯანიკაშვილი, გ. ფიშმანი. ფორთოხლისა და მანდარინის ყვავილებიდან მიღებული ეთეროვანი ზეთების გამოკვლევა. // სუბტროპიკული კულტურები №4 (150), 1977, გვ. 83-85.
18. შ. კობახიძე. სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვა და გადამუშავება. თბილისი, „განათლება“, 1986. 422 გვ.
19. К. Клемешова. Биохимическая оценка плодов киви. Субтропическое и южное садоводство России. т. 2. Сочи, 2009, с. 374-376.
20. ლ. ლებედევა, ნ. კოვალენკო. თხილის ჯიშების დახასიათება ზეთში ცხიმოვანი მუავას შემცველობის მიხედვით. // სუბტროპიკული კულტურები №3 (149), 1977, გვ. 103-106.
21. ი. ლეკვეიშვილი. ციტრუსუსოვანთა წარმოების მეცნიერული საფუძვლები. I ნაწილი. თბილისი, „მეცნიერება“, 1978. 234 გვ.
22. თ. მგალობლიშვილი, ლ. შავიშვილი. შენახვის პირობების გავლენა ციტრუსების ნაყოფის შენახვის უნარიანობაზე. // სუბტროპიკული კულტურები №1 (171), 1981, გვ. 112-116.
23. თ. მგალობლიშვილი, ლ. შავიშვილი. შენახვის რეჟიმის გავლენა ციტრუსოვანთა ნაყოფის შენახვის უნარიანობაზე. // სუბტროპიკული კულტურები №6 (212), 1987, გვ. 69-75.
24. А. Микеладзе. Субтропические плодовые и технические культуры. М., «Агропромиздат», 1988. 288 с.
25. ნ. მინაძე, მ. სილაგაძე, გ. ხეცურიანი. საქართველოს წყავის ნაყოფის ფიზიკურ-ქიმიური და ტექნოლოგიური დახასიათება. // აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომების კრებული XXVII, 2005, გვ. 71-72.

26. ნ. მინაძე, მ. სილაგაძე, გ. ხეცურიანი. წყავის ნაყოფის ვიტამინები და მიკროელემენტები. // საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ქუთაისის სამეცნიერო ცენტრის შრომები ტ. XIV, 2005, გვ. 79-82.
27. ა. ნიჟარაძე, ნ. ბალათურია. ევკალიპტის ზეთში ცინეოლის შემცველობის ასაკობრივი ცვლილებები. // სუბტროპიკული კულტურები №3 (131), 1974, გვ. 76-78.
28. ნ. ორაგველიძე, გ. ფრუიძე. ხსნადი ჩაის ტექნოლოგია სუბლიმაციური და გაფრქვევითი შრობისა და კრიოკონცენტრირების კომბინირებული გამოყენებით. // აგრარული მეცნიერების პრობლემები ტ. XIV, 2001, გვ. 188-192.
29. В. Приудзе. Химия и технология благородного лавра. М., Пищевая промышленность, 1975. 152 с.
30. Г. Приудзе. Окислительно-восстановительные ферменты чайного растения и их роль в биотехнологии. Тбилиси, «Мецниереба», 1987. 186 с.
31. გ. ჟადანი, ნ. სვიატნაია, ა. ფატალიევი, ნ. ტრეგლავოვა. ხურმის ნაყოფის ბუნებრივი კლება სამაცივრო დამუშავების დროს. // სუბტროპიკული კულტურები №2 (226), 1990, გვ. 128-132.
32. მ. პაპაშვილი, მ. წილოსანი. აქტინიდის ნაყოფის ბიოქიმიური გამოკვლევა. // სუბტროპიკული კულტურები №1-2 (239-240), 1993, გვ. 95-98.
33. ლ. სიმონჩინა, რ. ისმაილოვი. აზერბაიჯანში გაშენებული სხვადასხვა ჯიშის თხილის ქიმიური დახასიათება. // სუბტროპიკული კულტურები №6 (164), 1979, გვ. 68-73.
34. გ. სარჯველაძე, ი. ჩხიკვიშვილი, ა. ბურჭულაძე, ლ. მაკოვსკაია, ლ. მამეიშვილი, რ. ჯუღელი. ზოგიერთ ციტრუსოვანთა ნაყოფის ბიოქიმიური და ტექნოლოგიური დახასიათება. // სუბტროპიკული კულტურები №1 (171), 1981, გვ. 96-107.
35. მ. სალუქვაძე, ც. ჯაველიძე. ციტრუსოვანთა ნაყოფის ბუნებრივი დანაკარგები შენახვის დროს. // სუბტროპიკული კულტურები №1-4 (259-262), 2008, გვ.47-49.
36. ნ. ტრეგლაზოვა. ქიმიური შედგენილობის ცვლილებები აღმოსავლური ხურმის ნაყოფში მისი შენახვისას. // სუბტროპიკული კულტურები, №3 (215), 1988, გვ. 130-133.
37. Н.Н. Татарченко, И.Г.Мохначев, Г.И. Касьянов. Технология субтропических и пищевкусовых продуктов. М. „Академа“, 2004. 384 с.

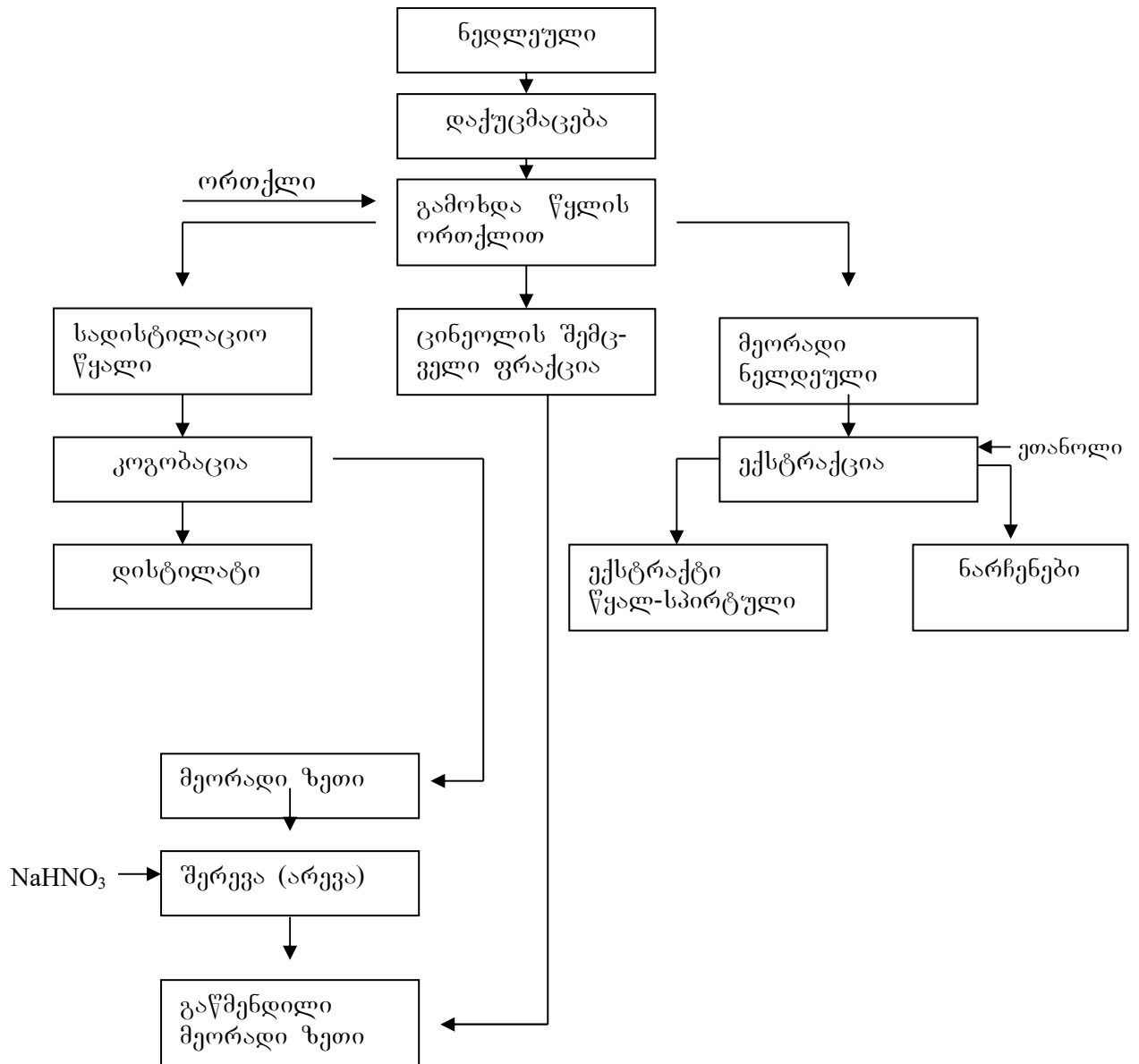
38. Ц. Тутберидзе, А. Бойко, С. Гребенюков, Т. Причко. Биохимическая характеристика плодов киви. // субтропические культуры. №1-4 (261-264). 2010. с. 115-118.
39. გ. ფიშმანი. ციტრუსოვანთა ნაყოფის პექტინოვან ნივთიერებათა ფიზიკურ-ქიმიური დახასიათება. // სუბტროპიკული კულტურები №1-2 (147-148), 1977, გვ. 106-110.
40. გ. ფიშმანი, ი. ჩხარტიშვილი. ციტრუსოვანთა ნაყოფის კანის ფისოვან ნივთიერებათა გამოკვლევა. // სუბტროპიკული კულტურები №6 (164), 1979, გვ. 48-50.
41. А.Ф.Фан-юнг, Б.Л.Флаумбаум, А.К. Изотов, С.М. Ястребов, К.П. Лемаринье. Технология консервированных плодов, овощей, мяса и рыбы. М., Пищевая промышленность. 1980. 336 с.
42. გ. ფრუიძე, ვ. ფრუიძე. ხსნადი ჩაისა და კონცენტრატების წარმოების ბიოქიმია, ტექნოლოგია და მოწყობილობა. თბილისი, „მეცნიერება“, 1996. 285 გვ.
43. გ. ფიშმანი. ციტრუსოვანთა ნაყოფის საკვები და სამკურნალო ღირებულების ბიოქიმიური გამოკვლევა. // სუბტროპიკული კულტურები №2 (171), 1981, გვ. 108-111.
44. გ. ფიშმანი. ციტრუსოვანთა ნაყოფის საკვები და სამკურნალო ღირებულების ბიოქიმიური გამოკვლევა. // სუბტროპიკული კულტურები №2 (171), 1981, გვ. 108-111.
45. Г. Фишман, Г. Папунидзе. Реализация цитрусовых плодов в свежем виде. Обзорная информация. Вып.1. ГрузНИИНТИ. 1984. 38 с.
46. ნ. ფხაკაძე. ხურმის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება მწიფობისა და შენახვის პროცესში. // სუბტროპიკული კულტურები №1-4 (259-262), 2008, გვ. 54-57.
47. რ. ქარაია. მსხვილნაყოფა ციტრუსები გრეიპფრუტი და პომპელმუსი. თბილისი, 2011. 195 გვ.
48. ი. ჩხაიძე, ლ. ხარებავა, ვ. სტაროდუბცევა, ც. სიხარულიძე. ევკალიპტის ფოთლების ეთეროვანი ზეთის გამოკვლევა. // სუბტროპიკული კულტურები №4 (126), 1973, გვ. 69-71.
49. ზ. ჩხეიძე. ხილკენკროვანი ღვინის ტექნოლოგია. თბილისი, „განათლება“. 1974. 423 გვ.

50. ა. ჩავლეიშვილი. სოფლის მეურნეობის პროდუქტთა შენახვისა და გადამუშავების ტექნოლოგია. თბილისი, „განათლება“, 1988. 510 გვ.
51. გ. ჩხაიძე. სუბტროპიკული კულტურები. სამი ნაწილი, თბილისი, 1996. 750 გვ.
52. ნ. ჩიქოვანი, ე. კახნიაშვილი. ყველაფერი ჩაის შესახებ. ქუთაისი, 2009. 152 გვ.
53. ი. ჩხიკვიშვილი. ფლავონოიდები (ბიოქიმია, კვება და ჯანმრთელობა). თბილისი, „საზოგადოება ცოდნა“, 2010. 146 გვ.
54. ვ. ცანავა, ნ. ორაგველიძე, ი. მამულაიშვილი, ნ. ზარნაძე, ა. ნიკოლაშვილი. სტევის მცენარის აგრობიოლოგიურ ღონისძიებათა სისტემის დახვეწა-გავრცელება. რეკომენდაცია. ანასეული, 2011. 24 გვ.
55. ზ. ძნელაძე. ჩაის ახალი პროდუქტების ბიოქიმია-ტექნოლოგია. თბილისი, „მერიდიანი“, 2009. 166 გვ.
56. ლ. ხარებავა, გ. სარჯველაძე. ევკალიპტის აქროლადი ნივთიერებები. // სუბტროპიკული კულტურები №3 (179), 1982, გვ. 109-113.
57. ლ. ხარებავა, ვ. ცერცვაძე. მანდარინ უნშიუს ყვავილების აქროლადი ნივთიერებები. // სუბტროპიკული კულტურები №1 (201), 1986, გვ. 124-127.
58. ო. ხუხუნაიშვილი. ციტრუსოვანთა ნაყოფის შესანახი დიფუზიურ-მემბრანული მოწყობილობების გამოცდის შედეგები. // სუბტროპიკული კულტურები №6 (212), 1987, გვ. 65-68.
59. ლ. ხარებავა. იდენტურ პირობებში მზარდი სხვადასხვა ჯიშის კეთილშობილი დაფნის ფოთლების ეთერზეთების შედგენლობა. // სუბტროპიკული კულტურები №1-2 (231-232), 1991, გვ. 150-155.
60. რ. ჯინჯოლია, თ. რევიშვილი. შავი ჩაის ნაკადური წარმოების ტექნოლოგია. თბილისი, „მეცნიერება“, 1984. 132 გვ.

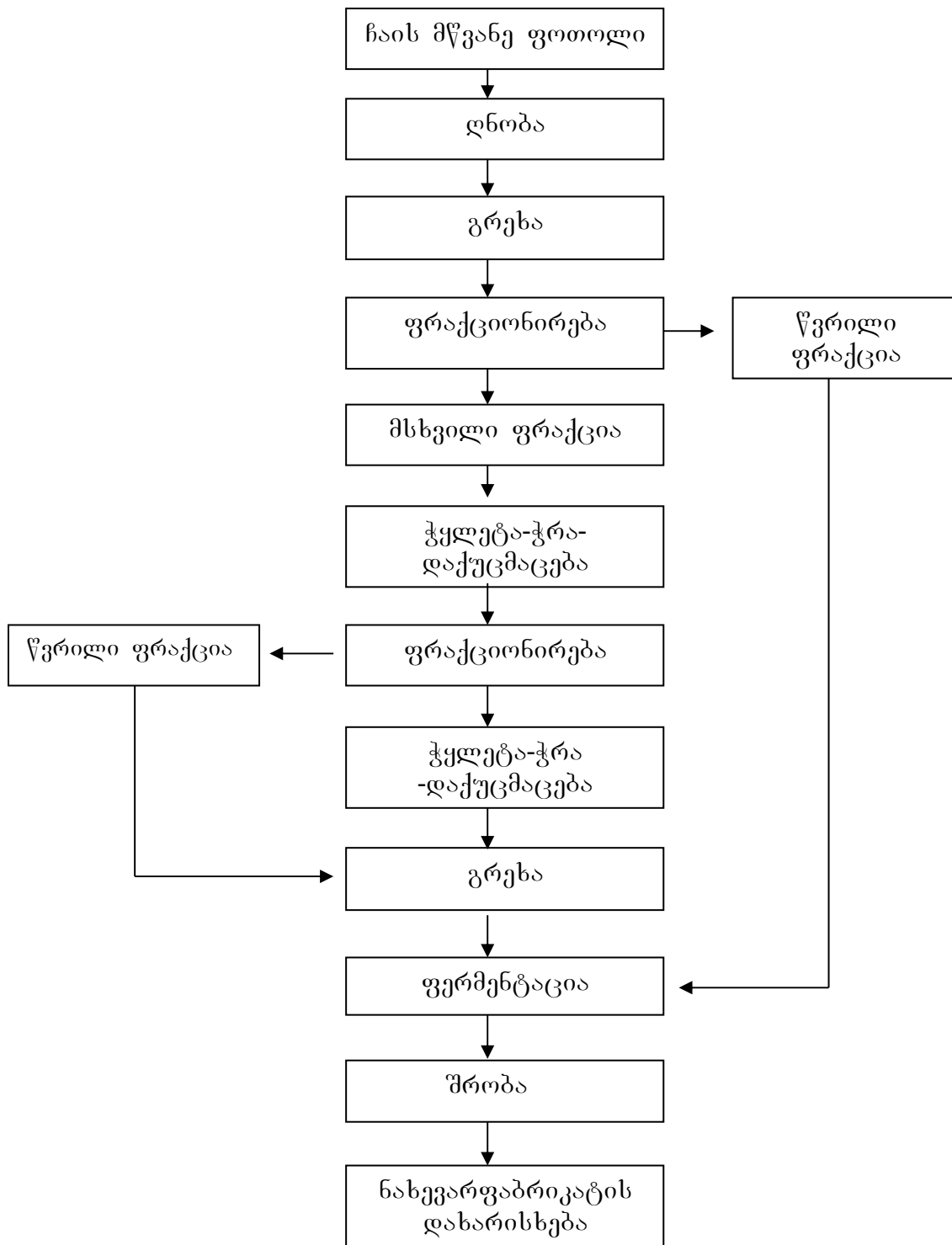
ရ သ န သ ရ တ ဝ



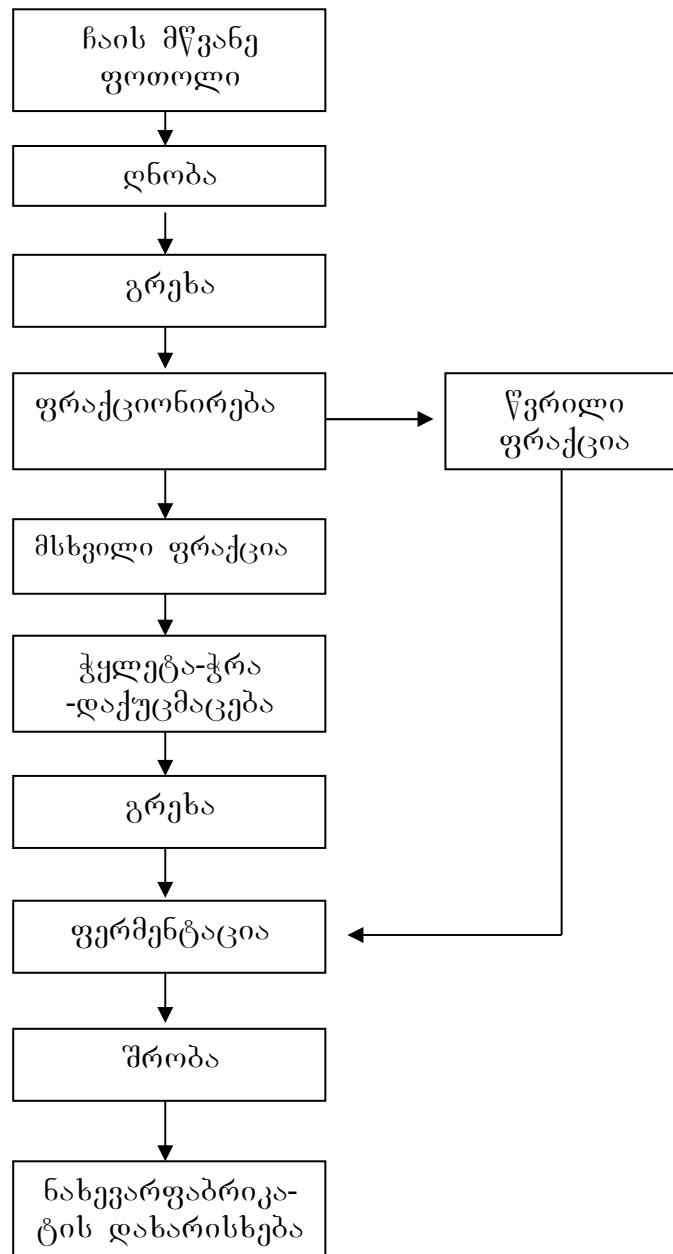
ნახ. 3.1.1. მცენარეული ნედლეულიდან მწვავე ორთქლით ეთეროვანი ზეთის მიღების ტექნოლოგიური სქემა



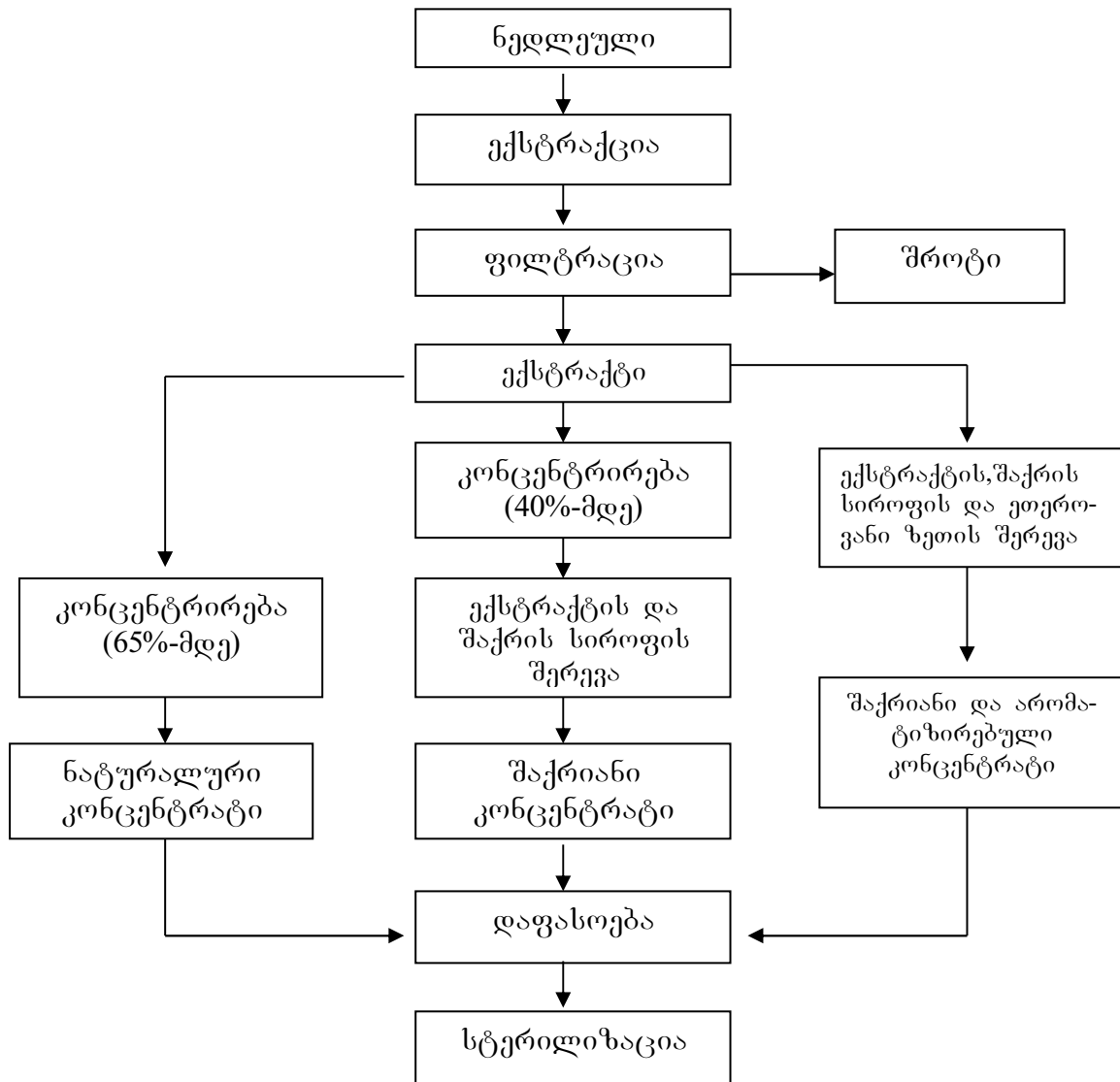
ნახ. 3.1.2. მცენარეული ნედლეულიდან ცინეოლის შემცველი ზეთების წილადი გამოსდის ტექნოლოგიური სქემა



ნახ. 5.3.1. შავი ჩაის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა



ნახ. 5.3.2. შავი ჩაის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა მანქანებით ნაკრეფი ფოთლისათვის



ნახ. 5.8.1. ჩაის თხევადი კონცენტრატების წარმოების ტექნოლოგიური სქემა

შინაარსი

შესავალი	3
1. სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვისა და გადამუშავების საფუძვლები	6
1.1. ძირითადი განსაზღვრებები	6
1.2. სუბტროპიკული მცენარეული ნედლეულის შენახვის ძირითადი პრინციპები	10
2. სუბტროპიკული ხილის შენახვა და გადამუშავება	14
2.1. ციტრუსოვნების და სუბტროპიკული ხეხილოვნების ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა და ტექნოლოგიური დახასიათება	15
2.1.1. ციტრუსოვნები	15
2.1.2. სუბტროპიკული ხეხილოვნები	29
2.1.3. კაკლოვნები.....	38
2.2. ნედლეულის დამზადება, შენახვა და ტრანსპორტირება	43
2.3. სუბტროპიკული ხილის დაკონსერვება	47
2.4. სუბტროპიკული ხილის წვენების, ექსტრაქტების და უალკოჰოლო სასმელების წარმოება	60
2.4.1. წვენები და ექსტრაქტები	60
2.4.2. უალკოჰოლო სასმელები	67
3. სუბტროპიკული ეთერზეთოვანი ნედლეულის შენახვა და გადამუშავება ..	77
3.1. ეთერზეთების მიღების ძირითადი პრინციპები და განსაზღვრებები	77
3.1.1. კეთილშობილი დაფნა	83
3.1.2. ევკალიპტი	89
3.1.3. ციტრუსოვანთა ეთეროვანი ზეთები	92
4. სუბტროპიკული ცხიმზეთოვანი ნედლეულის შენახვა და გადამუშავება..	95
4.1. ცხიმზეთების მიღების ძირითადი პრინციპები და განსაზღვრებები	95
4.1.1. ტუნგი	98
4.1.2. ჩაის თესლი	100
4.1.3. ზეთისხილი	101
5. ჩაის ფოთლის გადამუშავება	104
5.1. ჩაის ნაყენის სასარგებლო თვისებები და ბიოლოგიური აქტივობა	108
5.2. ნედლეულის დახასიათება და ქიმიური შედგენილობა	110
5.3. შავი ჩაის ტექნოლოგია	122

5.4. მწვანე ჩაის ტექნოლოგია	154
5.5. მწვანე აგურა ჩაის ტექნოლოგია	160
5.6. ყვითელი და წითელი ჩაის ტექნოლოგია	164
5.7. გრანულირებული ჩაის ტექნოლოგია	166
5.8. ჩაის კონცენტრატების ტექნოლოგია	168
6. სტევის გადამუშავება	172
გამოყენებული ლიტერატურა	174
დანართი	179

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: თამილა ანთიძე