

რ. გაფრინდაშვილი

# **კვების პროდუქტების ზოგადი ტექნოლოგია**

---

---

დამტკიცებულია სტუ-ს  
სასწავლო-მეთოდური საბჭოს მიერ

თბილისი - 2002

□□□ 664+663(075)

განხილულია კვების პროდუქტების ტექნოლოგიის ზოგადი საკითხები, კვების პროდუქტებში შემავალი ძირითადი ნივთიერებები და მათი თვისებები; მოცემულია კვების პროდუქტების საწარმოთა კლასიფიკაცია; დახასიათებულია კვების პროდუქტების დასამზადებელი ძირითადი ნედლეული, მათი შენახვისა და გადამუშავების მეთოდები და სხვა საკითხები. გათვალისწინებულია სტუ-ს კვების პროდუქტების ტექნოლოგიის, კვების მრეწველობის მანქანებისა და აპარატების სპეციალობის სტუდენტებისათვის, აგრეთვე სხვა სასწავლებლების ანალოგიური სპეციალობის სტუდენტებისათვის.

ავტორი მადლობას უხდის თავის მეგობარს ირაკლი გოგოლაშვილს წიგნის გამოცემაში გაწეული დახმარებისათვის

რეცენზენტები: პროფ. რ. იაშვილი,  
დოც. თ. მეგრელიძე

© გამომცემლობა “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2002

ISBN 99928-944-1-5

## პირველი ნაწილი

### I თავი

1.1. კანონზომიერებანი, რომელთაც ეფუძნება კვების პროდუქტების ტექნოლოგია

1.1.1. რეაქციების კინეტიკა

ქიმიური რეაქციების კინეტიკა ფიზიკური ქიმიის ნაწილია, რომელიც შეისწავლის ნივთიერების გარდაქმნის სიჩქარეს.

ნებისმიერი პროდუქტის ტექნოლოგიისათვის ნივთიერების გარდაქმნის სიჩქარის საკითხი ძალიან მნიშვნელოვანია. ტექნოლოგია მით უფრო სრულყოფილად ითვლება, რაც უფრო მაღალია პროდუქტის ხარისხი, რაც უფრო ნაკლებია მისი თვითღირებულება და რაც მეტი პროდუქტი გამო-მუშავდება დროის ერთეულში. ეს უკანასკნელი პირობა, ე.ი. საწარმოს მწარმოებლობა, მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მეორე პირობასაც – პროდუქტის თვითღირებულებას.

ქიმიური (ან ბიოქიმიური) რეაქციის სიჩქარე იზომება დროის ერთეულში გარდაქმნილი ნივთიერების რაოდენობით, ან სხვანაირად – მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციის ცვლილებით დროის ერთეულში.

რადგანაც, მოქმედ მასათა კანონის საფუძველზე, რეაქციის სიჩქარე პირდაპირპროპორციულია რეაქციაში მონაწილე ნივთიერების კონცენტრაციისა, ცხადია, რეაქციის სიჩქარე დროის მიხედვით უნდა იცვლებოდეს. დასაწყისში, როცა ნივთიერების (ან ნივთიერებების) კონცენტრაცია დიდია, რეაქცია უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე შუა პერიოდში, ან მით უფრო ბოლოს. ამიტომ რეაქციის ჭეშმარიტი სიჩქარე ნივთიერების კონცენტრაციის დროით წარმოებულთ შემდეგნაირად გამოისახება:

$$U = \pm \frac{dc}{d\tau}$$

სადაც  $dc$  ნივთიერების კონცენტრაციის უსასრულოდ მცირე ცვლილებაა დროის მცირე  $d\tau$  ინტერვალში.

### 1.1.2. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ძირითადი პირობები

გარდა ურთიერთმოქმედი ნივთიერებების კონცენტრაციისა, რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედებს აგრეთვე ტემპერატურა, კატალიზატორები, ნივთიერებათა ბუნება, მდგომარეობა და სხვ.

*ტემპერატურის გავლენა.* ტემპერატურის მომატება ძალიან აჩქარებს რეაქციის მსვლელობას, ე. ი. ადიდება რეაქციის სიჩქარის კონსტანტას. ვანტ-ჰოფის მიხედვით ტემპერატურის  $10^0$ -ით გადიდება რეაქციის სიჩქარეს 2-4-ჯერ (საშუალოდ 3-ჯერ) ადიდება.

$$\frac{K_{T+10}}{K_T} = \chi = \frac{U_{T+10}}{U_T} = 2 \div 4,$$

სადაც  $\chi$  რეაქციის სიჩქარის ტემპერატურული კოეფიციენტი და შეესაბამება რეაქციის სიჩქარის საშუალოდ 3-ჯერ ზრდას ტემპერატურის  $10^0$ -ით მომატებისას;  $K_T$  და  $K_{T+10}$  რეაქციის სიჩქარის კონსტანტებია  $T$  და  $T + 10^0$ -ზე;  $U_T$  და  $U_{T+10}$  რეაქციის სიჩქარეებია იმავე ტემპერატურაზე.

ამ განტოლებიდან გამოდის, რომ, თუ  $\chi=2$ , რეაქციის ტემპერატურის  $50^0$ -ით გადიდებისას სიჩქარე 32-ჯერ გაიზრდება.

ფერმენტაციულ პროცესებში ტემპერატურული კოეფიციენტი განსაკუთრებით დიდია (თითქმის 7-მდე), მხოლოდ უნდა გავითვალისწინოთ, რომ აღნიშნულ პროცესებში ეს მატება შედარებით ვიწრო ტემპერატურულ საზღვრებში ხდება.

ტემპერატურის მოქმედებით რეაქციის სიჩქარის ზრდის ძირითადი მიზეზია იმ აქტიური მოლეკულების რიცხვის მკვეთრი ზრდა, რომლებიც განსაზღვრავს რეაქციის მსვლელობას. გარკვეული მნიშვნელობა აქვს მოლეკულების მოძრაობის საშუალო სიჩქარის გადიდებას, რასთანაც დაკავშირებულია მორეაგირე მოლეკულების შეჯახებათა რიცხვის გადიდება და მათი ენერჯიის ზრდა.

*კატალიზატორების მოქმედება.* არის ჯგუფი არაორგანული და ორგანული ბუნების ნივთიერებებისა, რომელთა უნარია რეაქციის არეში მხოლოდ თავისი არსებობით მკვეთრად გაადიდონ მისი სიჩქარე. ამ ნივთიერებებს კატალიზატორებს უწოდებენ, ხოლო მათი მონაწილეობით მიმდინარე რეაქციებს – კატალიზურს.

არაორგანული კატალიზატორები უპირატესად ლითონებია როგორც სუფთა, ასევე მარილების ან ოქსიდების სახით: დაქუცმაცებული ან ღრუბლისებრი პლატინა, ვერცხლი, ვანადიუმის ოქსიდი, ვანადიუმის მჟავას მარილები, წმინდად დაფქვილი რკინა ან ნიკელი, მათი ოქსიდები, ალუმინის ოქსიდი და სხვ. მრავალ რეაქციაში ძლიერ კატალიზურ თვისებებს ავლენს წყალი, წყალბადისა და ჰიდროქსიდის იონები.

ორგანული კატალიზატორებია აქტიური ცილები, რომლებსაც ფერმენტებს უწოდებენ.

კატალიზურ რეაქციებში გვხვდება შემთხვევები, როცა გარკვეული ნივთიერება სარეაქციო არეში ყოფნისას კი არ ადიდებს რეაქციის სიჩქარეს, არამედ ამცირებს. ამ მოვლენას უარყოფითი კატალიზი ეწოდება, ხოლო ნივთიერებას – ინჰიბიტორი.

რეაქციის შუალედური და საბოლოო პროდუქტები ხშირად თვითონ ასრულებს კატალიზატორის როლს; ამას ავტოკატალიზი ეწოდება.

კატალიზატორებს აქვს მრავალი საერთო ნიშანი: მცირე რაოდენობამ გამოიწვიოს ნივთიერებათა დიდი მასების გარდაქმნა; არ შეცვალოს რეაქციის ტიპი; გამოავლინოს თავისი მოქმედების მაღალი სპეციფიკურობა, რაც სხვათა აშორის პირველ რიგში ბიოლოგიურ კატალიზატორებს – ფერმენტებს ახასიათებს. ამ ნიშნის მიხედვით არაორგანული კატალიზატორები განსხვავდება ფერმენტებისაგან, რამდენადაც იგი სპეციფიკურია რეაქციის ტიპის მიმართ (ჰიდროლიზის, ჰიდროგენიზაციის ან სხვა რეაქციები) და არა ამოსავალი ნივთიერებების ან პროდუქტის მიმართ. მაგალითად, ერთი და იმავე კატალიზატორის – გოგირდმჟავას – საშუალებით შეიძლება ჩავატაროთ სახამებლის, ეთერების, ცილების ჰიდროლიზი და მივიღოთ შაქარი, მჟავები, სპირტები და ამინომჟავები.

კატალიზური რეაქციის მიმდინარეობა და მიღებული პროდუქტების შედგენილობა დამოკიდებულია კატალიზატორის ბუნებაზე. მაგალითად, მჟავური ჰიდროლიზის დროს (კატალიზატორია  $H^+$  იონები) სახამებელი გარდაიქმნება გლუკოზად, ხოლო ფერმენტაციული ჰიდროლიზის დროს (კატალიზატორია ალაოს ამილაზა) სახამებელი ძირითადად მალტოზად გარდაიქმნება.

კატალიზატორის ბუნებასთან დაკავშირებულია რეაქციის ტემპერატურული პირობებიც. ორგანული კატალიზატორები თერმოლაბილურია, ამიტომ მათი აღძრული რეაქციები დაბალ ტემპერატურაზე

(30-60°C) ხორციელდება. არაორგანული კატალიზატორები კი თერმოსტაბილურია და მათი მონაწილეობით რეაქციები შეიძლება ნებისმიერ მაღალ ტემპერატურაზე განხორციელდეს.

ასხვავებენ ორი ტიპის კატალიზს – ჰომოგენურსა და ჰეტეროგენულს. ჰომოგენური კატალიზისას ურთიერთმოქმედი ნივთიერებები ერთ ფაზაში იმყოფება – თხევადში ან აირადში. ჰეტეროგენული კატალიზის დროს კი კატალიზატორი და მორეაგირე ნივთიერებები სხვადასხვა ფაზას წარმოქმნის. მაგალითად, ცხიმების ჰიდრირების კატალიზური რეაქცია სამფაზიანია: კატალიზატორი (ლითონური ნიკელი) მყარ ფაზას წარმოქმნის, წყალბადი – აირადს, ხოლო ცხიმი – თხევადს.

ჰომოგენური კატალიზის მექანიზმის ასახსნელად ყველაზე უფრო აღიარებულია შუალედური ნაერთების თეორია. ამ თეორიის თანახმად, ჰომოგენური კატალიზური რეაქცია შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ: გვაქვს ორი კომპონენტი A და B და კატალიზატორი K. თავისთავად ეს ნივთიერებები ერთმანეთის მიმართ ინერტულია, მაგრამ კატალიზატორს შეუძლია წარმოქმნას ერთ-ერთთან არამდგრადი შუალედური ნაერთი, რომლის მოლეკულები უფრო აქტიურია, ვიდრე კატალიზატორთან შეერთებული ნივთიერებისა. წარმოქმნილი შუალედური ნაერთის აქტიური მოლეკულები დიდი სიჩქარით ურთიერთქმედებენ სისტემის მეორე ნივთიერებასთან, ათავისუფლებენ რა კატალიზატორს მისი შემდგომი მონაწილეობისათვის ქიმიურ რეაქციაში.

ეს პროცესი შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ: კატალიზატორის გარეშე მიმდინარე რეაქცია განტოლებების სახით ასე გამოისახება:



დავუშვათ, ამ რეაქციისათვის საჭიროა რაღაც ენერგია. კატალიზატორის მონაწილეობით პროცესი ორ სტადიად წავა:



2)  $[AK]^* + B \rightarrow [AB]^*K \rightarrow D + K$ , რომლისთვისაც საჭიროა  $e_2$  ენერგია. თუ  $e_1 + e_2 > E$ , რეაქციის სიჩქარე შემცირდება, ე.ი. გვექნება უარყოფითი კატალიზი, ხოლო, თუ  $e_1 + e_2 < E$ , რეაქციის სიჩქარე გაიზრდება და გვექნება დადებითი კატალიზური პროცესი.

ამ თეორიის სასარგებლოდ მეტყველებს ის ფაქტი, რომ ზოგ შემთხვევაში ხერხდება კატალიზატორის შემცველი შუალედური ნაერთების გამოყოფა.

ჰეტეროგენული კატალიზის მექანიზმის ასახსნელად ერთ-ერთი ჰიპოთეზის თანახმად, კატალიზატორის ზედაპირზე დაშვებულია არსებობა განსაკუთრებული ფორმით განლაგებული კატალიზატორის ნივთიერების ატომებისა, რომლებიც თითქოსდა აქტიური ცენტრების როლს ასრულებს პროცესში. აქტიური ცენტრი შეიძლება შედგებოდეს ცალკეული ატომების ან ატომთა ჯგუფებისაგან, რომლებიც განლაგებულია კატალიზური ნივთიერების შემადგენელი კრისტალების ცენტრებსა და წვეროებში. არიან რა თავისი მდგომარეობით ვალენტურად უჯერი, ატომთა ეს ჯგუფები ძლიერ აქტიურებია და ურთიერთქმედებენ მოცემული სისტემის ერთ-ერთ კომპონენტთან არამდგრადი შუალედური ნაერთის წარმოქმნით. შუალედური პროდუქტიც აქტიურია, უნარი აქვს იმოქმედოს სისტემის მეორე კომპონენტზე და წარმოქმნას საბოლოო პროდუქტი, რათა გაათავისუფლოს კატალიზატორი შემდგომი აქტისათვის.

ცხადია, ჰეტეროგენული კატალიზის მექანიზმის ასეთი ახსნისას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს არამდგრადი შუალედური ნაერთების წარმოქმნას; ეს სავარაუდოა ჰომოგენური კატალიზის დროსაც.

რადგანაც ჰეტეროგენულ კატალიზურ პროცესებში მორეაგირე ნივთიერებები ერთმანეთს უნდა შეხვდნენ კატალიზატორის ზედაპირზე, ცხადია, რეაქციის სიჩქარე მით მეტი იქნება, რაც მეტი აქტიური ცენტრია კატალიზატორის ზედაპირზე, რაც მეტია მათი აქტივობა და რაც მეტი მორეაგირე ნივთიერება ადსორბირდება ამ ცენტრებზე დროის ერთეულში. სხვა სიტყვებით, ჰეტეროგენული კატალიზური რეაქციის სიჩქარე მით მეტია, რაც მეტადაა განვითარებული კატალიზატორის ზედაპირი. ამიტომ კატალიზატორებს იყენებენ წმინდა ფხვნილების სახით.

ჩვეულებრივ, კატალიზატორებს ამზადებენ სპეციალურ მატარებლებზე (ტრეგერი) დაფენილი სახით. ისინი წვრილფოროვანი, დიდი ზედაპირის მქონე, რეაქციაში მონაწილე კომპონენტების მიმართ ქიმიურად ინერტული ნივთიერებებია. კატალიზატორის მატარებელი ზრდის მის ზედაპირს, აუმჯობესებს ფორიანობას, მექანიკურ და თერმულ მდგრადობას, ხელს უშლის შეწებებას და რეკრისტალიზაციას. ასეთი მასალებია გააქტივებული ნახშირი, სილიკაგელი, ალუმოსილიკატები და სხვ.

კატალიზური რეაქციები განსაკუთრებულ, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საერთოდ ტექნიკაში და კერძოდ, კვების მრეწველობაში. გადა-

ჭარბებული არ იქნება თუ ვიტყვით, რომ კვების მრეწველობის მრავალი დარგი მთლიანად აგებულია კატალიზზე. მთელი თავისი დიაპაზონით ასეთ დარგებს მიეკუთვნება სამადულრე წარმოება, რომელიც მოიცავს ეთილის სპირტის, ლუდის, აცეტონის, მეთანოლის, ძმრის, ლიმონის, რძის მჟავების, ბადაგის, ინვერსიული შაქრის და სხვა წარმოებებს. სრული საფუძველი გვაქვს ამ დარგებს მიეკუთვნოთ პურის საცხობი წარმოებებიც. ეს პროცესი ეფუძნება ცომში მიმდინარე კატალიზურ რეაქციებს, რომლებშიც მონაწილეობს ორგანული კატალიზატორები – ფერმენტები.

*მორეაგირე ნივთიერებათა ბუნებისა და მდგომარეობის გავლენა.* რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებების ქიმიური ბუნება უზარმაზარ გავლენას ახდენს რეაქციის სიჩქარეზე. ამ შემთხვევაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მათ სტრუქტურასა და აღნაგობას. იონური აღნაგობის ნაერთები განსაკუთრებით დიდი სიჩქარით ურთიერთქმედებენ წყალხსნარებში, მაშინ როცა კოვალენტური ნივთიერებები ძნელად რეაგირებენ. ნივთიერებათა სწრაფ ურთიერთქმედებას ასევე ხელს უწყობს ნაერთებში არსებული პოლარული ჯგუფები. აირად ან ორთქლის მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებები დიდი სიჩქარით ურთიერთქმედებენ. მყარი ნივთიერებების წმინდა ფხვნილად დაქუცმაცებაც კი ძლიერ აჩქარებს რეაქციას.

### 1.1.3. დიფუზია და ოსმოსი

დიფუზია ეწოდება შემხებ ნივთიერებათა ურთიერთშეღწევას. თუ ჭიქაში ჩავასხამთ რაღაც რაოდენობის შაქრის ხსნარს, ხოლო ჭიქის დარჩენილ ცარიელ ნაწილს შევავსებთ გამოხდილი წყლით ისე, რომ ამ დროს სითხეები ჭიქაში არ აირიოს (შაქარ-ხსნარის ფენა დარჩეს ჭიქის ფსკერზე, ხოლო სუფთა წყალი ზევით), რაღაც დროის შემდეგ შაქრის მოლეკულები თანაბრად განაწილდება ჭიქის მთელ მოცულობაში. ეს ადვილი დასადგენია, თუ ხსნარის სინჯს ავიღებთ ჭიქის სხვადასხვა დონიდან და გავაანალიზებთ.

დიფუზიის პროცესი გაპირობებულია მოლეკულების სითბური მოძრაობით, რაც ხდება ყველა მიმართულებით, მხოლოდ ერთი კანონზომიერებით: დროის ერთეულში მათი მეტი რაოდენობა გადაადგილდება მაღალი კონცენტრაციის ადგილიდან დაბალი კონცენტრაციის ადგილისაკენ.

დიფუზია ფიკის პირველ კანონს ემორჩილება:



$$m = -D \frac{dc}{dx},$$

სადაც  $m$  ნივთიერების რაოდენობაა, რომელიც დიფუნდირებს პირობითი კვეთის ფართობის ერთეულში;

$D$  - დიფუზიის კოეფიციენტი;

$\frac{dc}{dx}$  - კონცენტრაციის გრადიენტი.

დიფუზიის  $D$  კოეფიციენტი დიფუზიის სიჩქარის ზომაა. თუ კონცენტრაციის გრადიენტს ერთის ტოლად ჩავთვლით, მივიღებთ:

$$m = D.$$

ე.ი. დიფუზიის კოეფიციენტი გვიჩვენებს, თუ რამდენი ნივთიერება დიფუნდირებს დროის ერთეულში ფართობის ერთეულის გავლით კონცენტრაციის ერთეულოვანი გრადიენტის დროს.

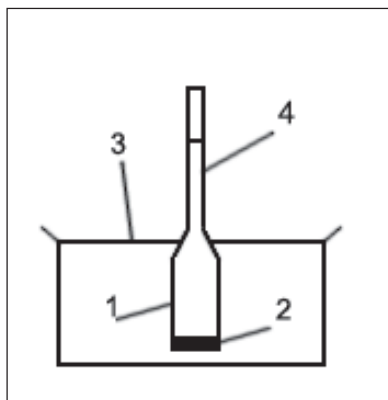
ყველა სხვა თანაბარ პირობებში დიფუზიის კოეფიციენტი დამოკიდებულია ნივთიერების ბუნებაზე და სხვადასხვა ნივთიერებისათვის სხვადასხვაა.

ამრიგად, დიფუზიის შედეგად თანაბრდება კონცენტრაციები შეხებულ სხნარებში და მისი სიჩქარე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, დიფუნდირებადი ნაწილაკების ზომებზე, გარემოს სიბლანტესა და კონცენტრაციის გრადიენტზე.

თუ სხნარებს შორის მოვათავსებთ ფოროვან ტიხარს და ვაიძულებთ ნივთიერებას იდიფუნდიროს მასში, ასეთ დიფუზიას ეწოდება *ოსმოსი*. ტიხარში შეიძლება ისეთი ფორები გაკეთდეს, რომ მასში ვერ გააღწიონ გახსნილი ნივთიერების მსხვილმა მოლეკულებმა, ხოლო გამხსნელის (ჩვენს შემთხვევაში – წყლის) მოლეკულებმა თავისუფლად იდიფუნდირონ. ასეთი ტიხარი, რომელსაც ნახევრად შეღწევადი ეწოდება, განაპირობებს ცალმხრივ დიფუზიას ანუ სუფთა ოსმოსს.

ოსმოსის მოვლენის შესასწავლად არის სპეციალური ხელსაწყოები, რომელთაგან ერთი მოცემულია ნახაზზე. ჭურჭელს 1, რომელსაც ოსმომეტრი ეწოდება, ფსკერის ნაცვლად გაკეთებული აქვს ნახევრად შეღწევადი ტიხარი 2. თუ ოსმომეტრს შევავსებთ შაქრის ხსნარით და მოვათავსებთ წყლიან აბაზანაში 3, დაიწყება წყლის ნაწილაკების ცალმხრივი

დიფუზია ტიხრის გავლით. მკაცრად რომ ვთქვათ, წყლის დიფუზია ამ შემთხვევაშიც ორმხრივი იქნება; წყლის მოლეკულები აბაზანიდანაც შეაღწევენ ოსმომეტრში, ხოლო ოსმომეტრიდან – აბაზანაში. მაგრამ, რადგანაც აბაზანის 1 სმ<sup>3</sup>-ში უფრო მეტი წყლის მოლეკულაა, ვიდრე შაქრის ხსნარის 1 სმ<sup>3</sup>-ში, დროის ერთეულში ოსმომეტრში უფრო მეტი წყალი შევა, ვიდრე იქიდან გადავა აბაზანაში. ეს კი აღინიშნება ხსნარის დონის მომატებით ოსმომეტრში, რაზეც მიუთითებს სითხის დონის აწევა ოსმომეტრის მანომეტრულ მილში 4.



სითხის აწევა მილში გაგრძელდება გარკვეულ დონემდე, რაც მოწმობს, რომ ოსმომეტრის შიგნით წარმოიქმნა წნევა. იგი შეიძლება გაიზომოს სითხის სვეტის სიმაღლისმატებით; მას ოსმოსური წნევა ეწოდება. ეს სიდიდე პროპორციულია გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაციის, აბსოლუტური ტემპერატურისა და ერთნაირია სხვადასხვა ნივთიერებისათვის, თუ გამოყენებულია მათი ერთნაირი მოლური კონცენტრაციის ხსნარები:

$$P = RTC,$$

სადაც P ოსმოსური წნევის სიდიდეა, ატმ.;

R - აირების მუდმივა;

T - აბსოლუტური ტემპერატურა;

C - კონცენტრაცია, მოლ/ლ.

განტოლება მართებულია განზავებული ხსნარებისათვის, გარდა ელექტროლიტების ხსნარებისა, რომელთათვისაც კონცენტრაციასთან ერთად საჭიროა მათი დისოციაციის ხარისხის ცოდნაც მოცემულ ტემპერატურაზე.

მრავალი კვების პროდუქტის წარმოების ცალკეული პროცესები ეფუძნება ოსმოსის მოვლენას და მასთან დაკავშირებულ ნივთიერებათა დიფუზიას. მაგალითად, ჭარხლიდან შაქარს ლებულობენ დიფუზური მეთოდით; დიფუზიის მოვლენაზე დამყარებულია მცენარეული ზეთების წარმოების ექსტრაქციული მეთოდი და აგრეთვე დისტილაციის, მრავალ-

რიცხოვანი საკვები პროდუქტების გამოშრობისა და სხვა პროცესები.

#### 1.1.4. წყალბადიონების კონცენტრაცია

სუფთა წყალი დისოცირდება წყალბადისა და ჰიდროქსიდის იონებად:



წყალბადიონი მიიერთებს წყლის მოლეკულას და წარმოქმნის ჰიდროქსონიუმიონს  $[H_3O]^+$ , რომელიც წყალხსნარებში ყოველთვის ამ სახით იმყოფება.

მოქმედ მასათა კანონის თანახმად, წყლის დისოციაციის მუდმივა

$$\text{ან } K[H_2O] = [H^+][OH^-],$$

სადაც  $[H_2O]$ ,  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  შესაბამისად  $H_2O$ -ს,  $H^+$ -სა და  $OH^-$ -იონების კონცენტრაციებია.

წყალბადიონების კონცენტრაციის ნამრავლს ჰიდროქსიდიონების კონცენტრაციაზე, წყლის იონური ნამრავლი ეწოდება:

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}, \quad \text{დადგენილია, რომ წყლის დისოციაციის მუდმივა } 22^\circ\text{C-ზე}$$
$$K_{\text{წ}} = [H^+][OH^-].$$

$K = 1,8 \times 10^{-16}$ , საიდანაც შესაძლებელი გახდა  $K_{\text{წ}}$ -ის რიცხვითი მნიშვნელობის გაანგარიშება. თუ დაფუძნებით, რომ წყლის კონცენტრაცია დისოციაციის შემდეგ უდრის მის კონცენტრაციას დისოციაციამდე, 1 ლ წყალში მისი მოლელების კონცენტრაცია იქნება:

$$[H_2O] = \frac{1000}{18} = 55,555 \text{ გ/მოლი, საიდანაც}$$

$$1,8 \times 55,555 \times 10^{-16} = [H^+][OH^-] = 10^{-14}.$$

წყლის იონური ნამრავლიდან გამომდინარე,

$$[H^+] = [OH^-] \text{ ანუ } [H^+]^2 = 10^{-14}$$

$$\text{საიდანაც } [H^+] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7}. \text{ ანალოგიურად, } [OH^-] = 10^{-7}.$$

ეს ნიშნავს, რომ ერთ ლიტრ სუფთა წყალში იონურ მდგომარეობაშია

$10^{-7}$  გიონი, ანუ  $\frac{1}{10000000}$  გ  $H^+$ .

იმის გამო. რომ პრაქტიკულ გაანგარიშებათა დროს ასეთი რიცხვებით სარგებლობა მოუხერხებელია, ზიორენსენმა შემოიტანა  $pH$  – ის ცნება; მას წყალბადიონების მაჩვენებელს უწოდებენ. შინაარსობრივად იგი არის წყალბადიონების კონცენტრაციის შებრუნებული ლოგარითმი ანუ შებრუნებული ხარისხის მაჩვენებელი. ის ტოლია წყალბადიონების კონცენტრაციის ათობითი ლოგარითმისა უარყოფითი ნიშნით. მას ხშირად ჭეშმარიტ ან აქტიურ მჟავიანობას უწოდებენ.

$$pH = -\lg[H^+].$$

როგორც აღნიშნული იყო, წყალბადიონების კონცენტრაცია  $22^{\circ}C$ -ზე  $[H^+] = 10^{-7}$ , აქედან

$$pH = -\lg 10^{-7} = -(-7)\lg 10 = 7.$$

ე.ი. სუფთა წყლის – ნეიტრალური გარემოს -  $pH = 7$ .

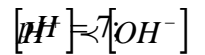
რადგანაც გარემოს მჟავიანობა დამოკიდებულია მასში წყალბად- და ჰიდროქსიდონების თანაფარდობასა და მათ რაოდენობაზე, ამიტომ როდესაც გარემოში  $[H^+] > [OH^-]$  - გვექნება მჟავა არე, ხოლო, როდესაც

- ტუტე გარემო. ხსნარი მკაცრად ნეიტრალურია, როცა

მისი რეაქცია მჟავური იქნება თუ  $pH < 7$  – ზე. ამრიგად, რაც

მეტად მჟავურია ხსნარი, მით უფრო ნაკლები იქნება მისი  $pH$ .

წყალბადიონების კონცენტრაციის განსაზღვრა დიდი სიზუსტით შეიძლება  $pH$  მეტრებით.



## **II თავი**

### **2.1. კვების პროდუქტების ძირითადი შემადგენელი ნივთიერებები**

#### **2.1.1. საკვები და კვება**

კვება ადამიანის არსებობის უმნიშვნელოვანესი პირობაა, ხოლო კვების პროდუქტების წარმოება – საკაცობრიო კულტურის ერთ-ერთი მხარეა. პროდუქტების ხარისხი, მათი მიღების დროულობა და რეგულარულობა გადამწყვეტ გავლენას ახდენს ადამიანის სიცოცხლეზე მის ყველა გამოვლინებაში.

საკვებად გამოყენებული პროდუქტებით ორგანიზმი ლეზულობს მთელ პლასტიკურ მასალას უჯრედების, ქსოვილებისა და ორგანიზმის იმ სხვა ნაწილების ასაგებად, რომლებიც მუდმივი განახლების პროცესში იმყოფება. საკვები პროდუქტი არის აგრეთვე ენერჯის წყარო, რომელსაც ორგანიზმი ხარჯავს სხვადასხვაგვარი ფუნქციის შესასრულებლად. საკვებ პროდუქტებს ორგანიზმში შეაქვს აგრეთვე სათადარიგო მასალები, რომლებიც გროვდება ზოგიერთ ქსოვილებში, ე.წ. დეპო-ქსოვილებში; მაგალითად, ცხიმი – ცხიმოვან ქსოვილებში, ცხოველური სახამებელი (გლიკოგენი) – ღვიძლში. საკვებთან ერთად ორგანიზმში შედის სასიცოცხლო ფუნქციის რეგულატორები, ვიტამინები და სხვა აუცილებელი ნივთიერებები.

რაციონალური კვება არის ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმოქმედების უზრუნველყოფა მისი მომარაგებით აუცილებელი რაოდენობის ენერჯითა და ცილებით; ამავე დროს, დღე-ღამურ რაციონში დაცული უნდა იქნეს ოპტიმალური თანაფარდობა კვების ყველა შეუცვლელ ფაქტორს შორის.

ადამიანის მოთხოვნილება ენერჯიაზე სხვადასხვაა და დამოკიდებულია მის ასაკზე, სქესზე, შესრულებულ სამუშაოზე, გარემო პირობებსა და სხვა ფაქტორებზე. ორგანიზმი ენერჯიას ხარჯავს ნივთიერებათა ძირითად და დამატებით ცვლაზე. ნივთიერებათა ძირითადი ცვლა და მასზე დახარჯული ენერჯია დაკავშირებულია ყველა ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო ფიზიოლოგიურ პროცესებთან (სუნთქვა, სისხლის მიმოქცევა, საჭმლის მონელება და სხვ.), ე.ი. საკვები პროდუქტების ასიმილაციისა და დისიმილაციის პროცესებთან. ნივთიერებათა დამატებითი ცვლა გამოწვეულია

ადამიანის მიერ შესრულებულ სამუშაოზე დახარჯული ენერჯით. ეს დანახარჯი მით მეტია, რაც უფრო ინტენსიურია შრომა.

კვების საკვლევი ინსტიტუტების მიერ დამუშავებულია საკვები პროდუქტების მოხმარების მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციები მოსახლეობის ძირითადი ჯგუფებისათვის; მათში გათვალისწინებულია ადამიანის მოთხოვნილებები საკვებ პროდუქტებზე სქესის, ასაკის, პროფესიის, კლიმატური ზონის, შრომის პირობებისა და სხვა ფაქტორების მიხედვით. რეკომენდაციებში გათვალისწინებულია სადღეღამისო რაციონში ცილების, ცხიმების (მათ შორის მცენარეული ზეთების), ნახშირწყლების, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP, A, C და D ვიტამინების აუცილებელი შემცველობა. მითითებულია მოთხოვნილება Ca-სა, Mg-სა, P-სა და Fe-ზე. რეკომენდაციები შედგენილია ყველა შეუცვლელ ფაქტორზე ადამიანის ორგანიზმის მოთხოვნილებების სრული დაკმაყოფილების გათვალისწინებით.

საკვების შემადგენლობაში შემავალი ნივთიერებები ორ ჯგუფად იყოფა: ორგანული და მინერალური. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, საკვები მჟავები, ვიტამინები, ფერმენტები; მეორეს კი - წყალი, მაკრო- და მიკროელემენტები.

### 2.1.2. ცილები

ცილები აზოტოვანი ნივთიერებებია; ისინი შეიცავენ C, H, O, N და S-ს, რომელთა შემცველობა ცალკეულ ცილებში უმნიშვნელოდ იცვლება: C – 51-55%, H – 6,5-6,7%, O – 21,5-23,5%, N – 15,0-18,6, S – 0,3-2,5%.

მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ცილები სამ ჯგუფად იყოფა: ა) წყალში და სხვა სითხეებში ხსნადი ცილები; ბ) უხსნარი ცილები და გ) რთული ცილები. ხსნად ცილებს მიეკუთვნება ალბუმინები, გლობულინები, პროლაშინები, გლუტელინები, პროტამინები და ჰისტონები.

ალბუმინები შეიცავს გოგირდს, იხსნება წყალსა და მარილხსნარებში, მჟავებსა და ტუტეებში; შედის ცხოველურ და მცენარეულ ნედლეულში.

გლობულინები სუფთა წყალში არ იხსნება, კარგად იხსნება ნეიტრალური მარილების სუსტ (5-15%) ხსნარებში, უფრო მეტი კონცენტრაციის ხსნარებში ილექება. იგი ყველაზე მეტად მცენარეებში (ძირითადად თესლში) გვხვდება. ალბუმინების მსგავსად კარგად დენატურირდება გაცხელებით, მექანიკური ზემოქმედებით და სხვ.

პროლაშინები მცენარეული ცილებია, იხსნება 60-80%-იან ეთანოლ-

ში. ამ ჯგუფის ცილები ხორბალში შედის გლიადინის სახით. წებოგვარას მთელი ცილების ნახევარი გლიადინია.

*გლუტელინებიც* მარცვლოვანთა თესლში შედის; ხორბლის მარცვალში გვხვდება გლუტენინის სახით და გლიადინთან ერთად მონაწილეობს წებოგვარას წარმოქმნაში. წყალში, სპირტისა და ნეიტრალური მარილების წყალხსნარებში უხსნარია; გლუტელინები იხსნება მჟავებისა და ტუტეების სუსტ ხსნარებში.

*პროლამინები* და *ჰისტონები* შედის უჯრედის ბირთვის ცილების შემადგენლობაში, რაც მოწმობს მათ განსაკუთრებულ მნიშვნელობას სასიცოცხლო პროცესებისათვის. ძირითადად, გვხვდება ცხოველური წარმოშობის ცილებში, აქვს გამოსატუთი ტუტე თვისებები, იხსნება წყალში, გაცხელებით არ იკვრება.

უხსნარი ცილების ჯგუფს ცხოველური ბუნების ცილები მიეკუთვნება. იგი არ იხსნება არც მარილხსნარებში, არც ორგანულ გამხსნელებში; იხსნება წყალში ხანგრძლივი გაცხელებით.

ამ ჯგუფს მიეკუთვნება *კოლაგენი* (მყესების ცილა) და *კერატინი* (ბეწვის, ჩლიქებისა და რქების ცილა).

*პროტიდებს* ანუ რთულ ცილებს მიეკუთვნება *ფოსფოპროტიდები*, *გლიკოპროტიდები*, *ლიპოპროტიდები*, *ნუკლეოპროტიდები* და სხვ. *ფოსფოპროტიდები* ცილების ნაერთებია ფოსფორმჟავასთან; არ იხსნება წყალში, იხსნება ტუტეებში. ეს ცილები რძეში წარმოდგენილია კაზეინის – რძის მთავარი ცილის – სახით. კაზეინი რძეში ილექება მჟავის სუსტი ხსნარით.

*გლიკოპროტიდები* ცილებისა და ნახშირწყლების ნაერთებია; გვხვდება ცხოველების ხრტილოვან ქსოვილებში.

*ლიპოპროტიდები* ცილებისა და ლიპიდების უხსნარი ნაერთებია; გვხვდება უჯრედების პლაზმის ნივთიერებაში, უჯრედის მემბრანებში, კვერცხის გულში.

*ნუკლეოპროტიდები* ნუკლეინის მჟავასთან დაკავშირებული ცილებია. ეს არის რთული ცილების განსაკუთრებული ჯგუფი, რომელიც პირველხარისხოვან როლს ასრულებს ორგანიზმების ცხოველმყოფელობაში, კერძოდ, მემკვიდრეობითობის მოვლენებში. დიდი რაოდენობით შედის უჯრედის ბირთვსა და პლაზმაში.

*ქრომოპროტიდები* შედგება ცილისა და არაცილოვანი ბუნების

მღებავი ნივთიერებისაგან. მათი წარმომადგენელია სისხლის ჰემოგლობინი, რომელიც ორგანიზმში ჟანგბადის გადამტანია.

*ცილების აღნაგობა.* ქიმიური თვალსაზრისით ცილები ამინომჟავური პოლიმერებია. დღეისათვის აღწერილია 150-ზე მეტი ამინომჟავა, მაგრამ მათგან მხოლოდ 22 შედის ცილების შემადგენლობაში. ხორბლის ცილაში აღმოჩენილია მხოლოდ 20 ამინომჟავა. ამინომჟავები  $[R-CH(NH_2)-COOH]$  ერთგვარი აგურებია, რომელთაგან აგებულია ცილის მოლეკულა. ცილის მოლეკულაში ძირითადი ზმა არის პეპტიდური ზმა  $(-CO-NH-)$ , რომელიც აკავშირებს ერთმანეთთან ამინომჟავების მოლეკულებს; გარდა პეპტიდურისა, ცილის მოლეკულაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს დისულფიდური ბმებიც  $(-S-S-)$ .

ცილის სტრუქტურაში მოლეკულის ორგანიზაციის ოთხი დონე გვაქვს.

პირველადი სტრუქტურა წარმოდგენილია ამინომჟავების თანამიმდევრული შეერთებით ჯაჭვში, რომელშიც თავისუფალი ამინოჯგუფი  $(-NH_2)$  ერთი ამინომჟავისა შეერთებულია მეორის კარბოქსილის  $(-COOH)$  ჯგუფთან. მეორე ამინომჟავა ასეთნაირადვე შეერთებულია მესამესთან და ა.შ. იმ მსხვილი ამინომჟავური ძაფის წარმოქმნამდე, რომელსაც პოლიპეპტიდური ჯაჭვი ეწოდება. ყოველი ცილის პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში ამინომჟავები ერთმანეთს ენაცვლებიან განსაზღვრული რიგით და მუდმივი შედგენილობით.

მეორეული სტრუქტურა არის სივრცეში პოლიპეპტიდური ჯაჭვის სპირალური სტრუქტურა. მისი სპირალურად დაგრება გამოწვეულია მეზობელი ამინომჟავების პოლარული ჯგუფების წყალბადური ბმებით.

მესამეული სტრუქტურა ვლინდება სივრცეში სპირალური ჯაჭვის კომპაქტური განლაგებით. ამ სტრუქტურის არსებობა დასტურდება ცილის რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით.

მეოთხეული სტრუქტურა წარმოდგენილია რამდენიმე პოლიპეპტიდური ჯაჭვის იმ ერთ სუბერთეულად გაერთიანებით, რომლებიც ერთმანეთთან შეუღლებულია არაკოვალენტური ბმებით (წყალბადური, ჰიდროფობური და სხვ.) და სივრცეში ორიენტირებულია გარკვეული სახით გლობულურად ან ბოჭკოვად, რის მიხედვითაც ასხვავებენ გლობულარულ და ფიბრილარულ ცილებს.

*ცილის თვისებები.* ცილების ყველაზე მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური თვისებაა დენატურაცია, წყალში გაჯირჯება (ჰიდრატაცია), ქაფწარმო-



ქმნის უნარი და სხვ.

დენატურაცია არის ცილის მოლეკულის სივრცითი ორიენტაციის შეცვლა, რასაც თან არ ახლავს კოვალენტური ბმების გაწყვეტა. დენატურაციის გამოწვევა შეიძლება ტემპერატურის ამაღლებით, მექანიკური და ქიმიური ზემოქმედებით, მაიონიზებელი დასხივებით და სხვა ფაქტორებით. ცილების დენატურაციას დიდი მნიშვნელობა აქვს ისეთ ტექნოლოგიურ პროცესებში, რომლებიც დაკავშირებულია ნახევარფაბრიკატებისა და პროდუქტების (პურის, მაკარონის, საკონდიტრო და სხვა ნაწარმისათვის) სტრუქტურული სისტემების წარმოქმნასთან.

გაჯირჯეება გაპირობებულია ჰიდროფილური ცილების უნარით შთანთქან წყალი და გარკვეულ პირობებში წარმოქმნან სისტემები, რომლებსაც ლაბებს უწოდებენ. წყალში გაჯირჯეებული ხორბლის ფქვილის ცილა წარმოქმნის წებოგვარას. ლაბებსა და წებოგვარას აქვს ელასტიკურობის, პლასტიკურობისა და ცოცვადობის თვისებები. გაჯირჯეების თვისებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ტექნოლოგიაში (მარცვლის გაჯირჯეება და ლბობის დროს, ფქვილისა – ცომის მოზელის დროს).

ქაფწარმოქმნა ცილების უნარია სისტემაში სითხე-აირი წარმოქმნას ემულსია, რომელსაც ქაფი ეწოდება. როგორც ქაფწარმოქმნელებს, ცილებს ფართოდ იყენებენ საკონდიტრო წარმოებაში (ზეფირის, პასტილის, ბეზეს, ჰალვის დამზადება).

ცილები ძირითადი მასალაა ადამიანის ორგანიზმის აგებისათვის და საკვების შეუცვლელი შემადგენელი ნაწილია. ცილების ბიოლოგიური ღირებულება დამოკიდებულია მის ამინომჟავურ შედგენილობაზე – შეუცვლელი ამინომჟავების შემცველობაზე. ამას გარდა, სპეციალური ცილები – ფერმენტები – ბიოლოგიური კატალიზატორის როლს ასრულებს და ამ შემთხვევაში ხშირად დაკავშირებული არიან ვიტამინებსა და მიკროელემენტებთან. ცილების, როგორც ენერჯის წყაროს როლი უმნიშვნელოა. საკვების ცილოვანი ნაწილისაგან ორგანიზმი ღებულობს მთელი ენერჯის მხოლოდ 12-15 %-ს. ცილის ენერგოუნარიანობა შეადგენს 16,7 კჯ/გ-ს.

ცილის მოლეკულაში შემავალი ამინომჟავებიდან ზოგიერთს უწოდებენ “შეუცვლელს”. ამ ამინომჟავების დასინთეზება ორგანიზმს თავად არ შეუძლია და აუცილებლად საკვებთან ერთად უნდა მიიღოს. ადამიანისათვის ასეთი შეუცვლელი ამინომჟავა არის რვა.

ცილები ორგანიზმში იშლება ამინომჟავებამდე, ხოლო შემდეგ მათგან სინთეზირდება საკუთარი ცილები. ახალგაზრდა ორგანიზმში, მის ზრდასთან დაკავშირებით, ცილების სინთეზი ინტენსიურად მიმდინარეობს. მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმში ზრდის პროცესი წყდება, მაგრამ მაინც განუწყვეტლივ ხდება მკვდარი უჯრედების შეცვლა ახლებით, რომელთა აგებაც შეუძლებელია გარედან ცილის მიწოდების გარეშე. ცილები საჭიროა აგრეთვე ჰორმონების, ნერვული უჯრედებისა და ფერმენტების სინთეზისათვის. ადამიანის ორგანიზმის ცილების სრული განახლება ხდება 12-14 დღეში.

ადამიანის მოთხოვნილება ცილებზე არ არის დაკავშირებული ინტენსიურ ფიზიკურ შრომასთან და შეადგენს 1,1–1,3გ-ს დღე-ღამეში 1კგ მასაზე, ე.ი. 70კგ მასის ადამიანმა დღე-ღამეში 80–100გ ცილა უნდა მიიღოს.

პროდუქტებს, რომლებიც შეუცვლელ ამინომჟავებს შეიცავს, სრულფასოვანს უწოდებენ. საკვებში თუნდაც ერთი შეუცვლელი ამინომჟავის ნაკლებობით ირღვევა ან შეუძლებელი ხდება ცილების სინთეზი ორგანიზმში, ირღვევა აზოტოვანი ნივთიერებების ბალანსი, რაც უარყოფითად მოქმედებს ორგანიზმის განვითარებასა და ფუნქციურ მოღვაწეობაზე. საკვებს, რომელიც შეიცავს კვების ყველა აუცილებელ კომპონენტს, ეწოდება ბალანსირებული ყველა შეუცვლელი ფაქტორების მიხედვით, მათ შორის ამინომჟავური შედგენილობის მიხედვითაც. საკვებში შეუცვლელი ფაქტორების დეფიციტი იწვევს ორგანიზმის ზრდის შეწყვეტასა და გამოფიტვას, აქვეითებს მის ფიზიოლოგიურ მოქმედებას, იმუნიტეტს და ბოლოს, იწვევს სიკვდილს.

ამრიგად, რაციონალური კვებისათვის აუცილებელია ადამიანის რაციონში ცილების არა მარტო საკმაო რაოდენობა, არამედ მნიშვნელოვანია მისი ხარისხობრივი, ე.ი. ამინომჟავური შედგენილობაც. ცხოველური წარმოშობის ცილები (ხორცის, თევზის, რძისა და რძის პროდუქტების ცილები) უფრო სრულფასოვანია, ვიდრე მცენარეული, ამიტომ რაციონში ცილების 60% მაინც ცხოველური წარმოშობისა უნდა იყოს.

### **2.1.3. ლიპიდები**

ცხიმები და ცხიმისმაგვარი ნივთიერებები (ლიპოიდები) გაერთიანებული არიან საერთო სახელით – ლიპიდები. ეს ნივთიერებები

მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ცხოველებისა და მცენარეების უჯრედებში, მონაწილეობს რა უჯრედთა იმ მემბრანების შელწვევადობის რეგულაციაში, რომელთა საშუალებითაც ხორციელდება ნივთიერებათა ცვლა. ლიპიდები უჯრედში მიმდინარე სხვა პროცესებშიც მონაწილეობს.

ცხიმები და ზეთები სათადარიგო ნივთიერებებია, რომლებიც დიდი რაოდენობით გროვდება მცენარის თესლსა და ნაყოფში, ცხოველების ცხიმოვან ქსოვილში. ქიმიური თვალსაზრისით, ისინი სამატომიანი სპირტის (გლიცერინის) და მაღალმოლეკულური ცხიმოვანი მჟავების რთული ეთერების ნარევაა. ცხიმები არის ენერგიის კონცენტრატები (მათი ენერგოუნარიანობა შეადგენს 37,7 კჯ/გ-ს) და ამავე დროს ორგანიზმისათვის ისეთი შეუცვლელი ნივთიერებების მიმწოდებლები, როგორცაა: ნახევრადუჯერი ცხიმოვანი მჟავები, ფოსფატიდები და ცხიმში ხსნადი ვიტამინები. მათზე მოდის ორგანიზმის მიერ გარედან მიღებული ენერგიის 30%-მდე. ადამიანმა დღე-ღამეში 80–100გ ცხიმი უნდა მიიღოს.

ცხიმები ორგანიზმში არამარტო ენერგორეზერვის, არამედ სხვა მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ ფუნქციასაც ასრულებს. საჭმლის მომწეველი წვენების გავლენით ცხიმები ნაწლავებში იშლება გლიცერინად და ცხიმოვან მჟავებად, რომლებიც შეიწოვება სისხლში და გარდაიქმნება მოცემული ორგანიზმისათვის სპეციფიკურ ცხიმებად. ცხიმები ორგანიზმში ორი ფორმით იმყოფება: უჯრედთა სტრუქტურული ელემენტისა (ბირთვისა და მემბრანების, პროტოპლაზმისა და გარსის ნივთიერება) და სათადარიგო ცხიმის სახით, რომელიც ძირითადად თავმოყრილია ე. წ. “ცხიმოვან დეპოში” – ცხიმოვან ქსოვილებში.

ცხიმის კვებითი ღირებულება გაპირობებულია მისი მაღალი ენერგოუნარიანობით და მასში იმ პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების არსებობით (ლინოლის, ლინოლენისა და არაქიდონის), რომლებიც რამდენიმე ორმაგ ბმას შეიცავს. ეს მჟავები “შეუცვლელეებს” მიეკუთვნება, რადგან მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ცხიმოვან მიმოცვლაში, ხოლო ორგანიზმში მათი სინთეზის შესაძლებლობები შეზღუდულია. პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები დიდი რაოდენობით შედის მცენარეულ ზეთებში და ნაკლებად ცხოველურ ცხიმებში.

ორგანიზმის ნორმალური მოქმედებისათვის მხოლოდ იმ ცხოველური ცხიმებით კვება, რომლებშიც ცოტაა უჯერი ცხიმოვანი მჟავები, ისევე არაეფექტურია, როგორც ნაჯერი მჟავების ნაკლებად შემცველი

მცენარეული ზეთებით კვება.

ცხიმების ყველაზე უფრო არსებითი თვისებებია: წყალში უხსნარობა, წყალში ემულსიების წარმოქმნის უნარი, ტუტეების მოქმედებით გასაპნება, თხევადიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლა პოლიუჯერი მჟავების ჰიდრირების შედეგად, ფერმენტ ლიპაზას ან მჟავების კატალიზური მოქმედებით ცხიმოვან მჟავად და გლიცერინად ჰიდროლიზის უნარი.

ფოსფატიდები ხელს უწყობს ცხიმების ათვისებას და ორგანიზმში მათ სწორ მიმოცვლას. საკვებში ფოსფატიდების ნაკლებობა იწვევს ღვიძლის “გასუქებას”. ცხიმებისაგან გასხვავებით, ფოსფატიდები, შეიცავს ფოსფორმჟავასა და აზოტოვან ფუძეებს; ისინი შედიან მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნედლეულში. ფოსფატიდები წყალში არ იხსნება, მაგრამ წარმოქმნის მასთან კოლოიდურ სისტემებს (შენადნეებს), იხსნება ცხიმებში და მრავალ ორგანულ გამხსნელში. ფოსფატიდების ყველაზე გავრცელებული წარმომადგენელია ლეციტინი, რომელშიც ფოსფორისა და აზოტის თანაფარდობა არის 1:1. ლეციტინს კარგად ითვისებს ორგანიზმი, აქვს ჰიდროფილური თვისებები და ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებაა. ფოსფატიდები (მცენარეული ზეთების წარმოების დროს მიღებული ნარჩენი) ფართოდ გამოიყენება მარგარინის, საკონდიტრო, პურის ტექნოლოგიასა და კვების მრეწველობის სხვა დარგებში.

ქოლესტერინი ცხიმის მსგავსი ნივთიერებაა, რომელიც ჯანმრთელი ადამიანის უჯრედების შემადგენელი ნაწილია. იგი ადვილად სინთეზირდება ორგანიზმში. ჯანმრთელი ადამიანის ორგანიზმში ქოლესტერინის რაოდენობა დინამიკურ წონასწორობაშია. ამ წონასწორობის დარღვევა შეიძლება ავადმყოფ ან ხანდაზმულ ადამიანებში.

გარდა აღნიშნული შეუცვლელი ფაქტორებისა (პოლიუჯერი მჟავები, ფოსფატიდები, ქოლინები), ცხიმებთან ერთად ორგანიზმი ლებულობს ცხიმში ხსნად A, D, E, K ვიტამინებს.

#### **2.1.4. ნახშირწყლები**

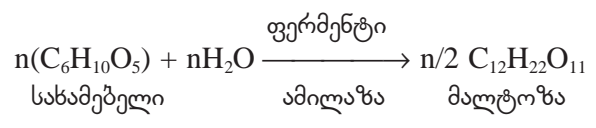
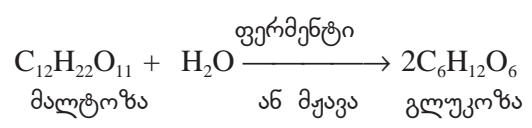
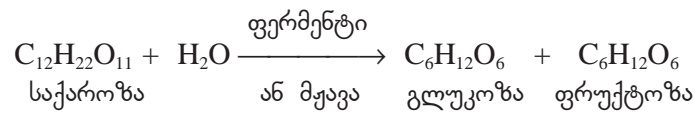
ნახშირწყლები ბუნებაში ყველაზე მეტად გავრცელებული ორგანული ნაერთებია. ისინი შედგებიან C-ს, H-ისა და O-საგან. ნახშირბადის ერთ ატომზე მოდის წყლის ერთი მოლეკულა (აქედანაა მათი სახელწოდებაც): C-1, H-2, O-1. ნახშირწყლები წარმოიქმნება მცენარეთა მწვანე

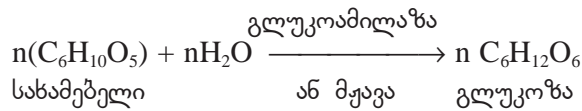
ნაწილში არაორგანული ნივთიერებებისაგან (წყალი და ნახშირმჟავა) ფოტოსინთეზის შედეგად მზის ენერჯისა და ქლოროფილის ფერმენტების გავლენით.

ნახშირწყლებს ორ კლასად ყოფენ: მონოსაქარიდები და პოლისაქარიდები. პოლისაქარიდები თავის მხრივ ორ ჯგუფად იყოფა: I რიგისა - დისაქარიდები, ტრისაქარიდები, ტეტრასაქარიდები და II რიგისა – სახამებელი, გლიკოგენი, ცელულოზა, პექტინოვანი ნივთიერებები – აგარი, ჰემიცელულოზა და სხვ.

ყველაზე მეტად გავრცელებული მონოსაქარიდებია გლუკოზა, ფრუქტოზა, გალაქტოზა და მანოზა; დისაქარიდები – საქაროზა (ჭარხლისა და ლერწმის შაქარი), მალტოზა (სახამებლის შაქარი), ლაქტოზა (რძის შაქარი).

გლუკოზა, ფრუქტოზა, საქაროზა, მალტოზა ტკბილია და ორგანიზმი კარგად ითვისებს. პირველი ორი თავისუფალი სახით შედის ხილსა და ბოსტნეულში. გლუკოზასა და მალტოზას შეიცავს სახამებელი, რომლის ჰიდროლიზითაც შეიძლება მათი მიღება. საქაროზა მჟავების ან ფერმენტების მოქმედებით ჰიდროლიზდება თანაბარი რაოდენობის გლუკოზად და ფრუქტოზად, რომელთა ნარევეს ინვერსიულ შაქარს უწოდებენ. მალტოზა ჰიდროლიზდება გლუკოზის ორ მოლეკულად.





სახამებლის ჰიდროლიზის დროს შუალედური პროდუქტების სახით პროცესის სიღრმის მიხედვით მეტ-ნაკლები რაოდენობით წარმოიქმნება დექსტრინები.

სახამებელი ბუნებაში ყველაზე გავრცელებული ნახშირწყალია. არსებობს ბოლქვის (კარტოფილი, ბატატი, მანიოკი და სხვ.) და მარცვლის (სიმინდი, ხორბალი, ბრინჯი, ქერი, სორგო და სხვ.) სახამებელი. იგი არ არის ქიმიურად ინდივიდუალური ნივთიერება. სახამებელი გროვდება მცენარეთა უჯრედებში მარცვლების სახით, რომლებიც შედარებით ადვილად გამოცალკევდება მექანიკურად, წყლით გამორეცხვის გზით. იგი ორი ფრაქციისაგან შედგება – ამილოზისა და ამილოპექტინისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება მოლეკულური მასითა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით. სახამებლის სიმკვრივე 1500 კგ/მ<sup>3</sup>-ია.

სახამებლის თვისებები ყველაზე მკაფიოდ წყლის არეში ვლინდება. ცივ წყალში სახამებლის მარცვლები მხოლოდ ჯირჯვდება (სახამებლისა და წყლის სუსპენზია); მარცვლები სულ უფრო და უფრო მეტად ჯირჯვდება და ბოლოს, გარკვეული ტემპერატურის მიღწევასა სახამებელი კლეისტერიზდება. ამილოზა ადვილად იხსნება თბილ წყალში, მაშინ როცა ამილოპექტინი იხსნება მხოლოდ გაცხელებით, წნევით და წარმოქმნის ბლანტ, კოლოიდურ ხსნარს.

გლიკოგენი -  $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$  ცხოველური სახამებელი] თეთრი ამორფული ფხვნილია, იხსნება ცივ წყალში; ცხელ წყალში ბუბკოს არ წარმოქმნის; იოდთან იძლევა მურა-წითელ შეფერილობას, ისეთს, როგორსაც სახამებლის ამილოპექტინი; ფელინგის რეაქტივს არ აღადგენს, მჟავური ჰიდროლიზის დროს მთლიანად  $\alpha$ -გლუკოზად გარდაიქმნება, ხოლო ამილოლიზური ფერმენტების მოქმედებით – მალტოზად.

ინულინის ემპირიული ფორმულა სახამებლისა და გლიკოგენის ფორმულის ანალოგიურია; ეს ნახშირწყალი მცენარეებში სახამებლის ფუნქციას ასრულებს. ინულინის მოლეკულა აგებულია ფრუქტოზის ან-ჰიდრიდებისაგან, ამიტომ მჟავური ჰიდროლიზის დროს ადვილად გარდაიქმნება ფრუქტოზად. ალაოს ამილაზა ინულინზე არ მოქმედებს.

სუფთა სახით გამოყოფილი ინულინი თეთრი, ჰიგროსკოპიული ფხვნილია, ცივ წყალში ძნელად იხსნება, ცხელში უფრო ადვილად; იოდთან არ იფერება.

ბუნებაში ინულინი მრავალ მცენარეში გვხვდება: გეორგინას ბოლქვებში, ვარდკაჭკაჭას ფესვებში (საიდანაც ძირითადად ლებულობენ მას), მიწის ვაშლსა და სხვა მცენარეებში.

ცელულოზა  $(C_6H_{10}O_5)_n$  - (უჯრედანა, უჯრედისი) ყველა მცენარის, მათ შორის მერქნიანი მცენარეებისა და ბალახების ორგანული ნივთიერების ძირითადი მასაა. წიწვოვანი ჯიშების მერქანში მისი შემცველობა აღწევს 60 %-ს. განსაკუთრებით ბევრია ბამბის ბოჭკოში (90 %-ზე მეტი). მარცვლოვანთა მარცვლებში (გარსსა და აფსკში) ცელულოზის შემცველობა ჯიშისა და აფსკიანობის ხარისხის მიხედვით დიდ საზღვრებში იცვლება - 1,3%-დან (ჭვავი) - 13%-მდე (შვრია). სუფთა ცელულოზა არის თეთრი, ჰიგროსკოპიული, ბოჭკოვანი აღნაგობის მასა სუნისა და გემოს გარეშე; იოდთან ლურჯ შეფერილობას არ იძლევა და წყალში არ ჯირჯვდება; განზავებული მჟავებისა და ტუტების მიმართ მდგრადია,  $d = 1,5$  გ/სმ<sup>3</sup>-ს.

სახამებლის მსგავსად, სრული მჟავური ჰიდროლიზის დროს (ძლიერი  $H_2SO_4$ ) ცელულოზა გარდაიქმნება  $\alpha$ -გლუკოზად; სუსტი ჰიდროლიზის დროს წარმოქმნის დისაქარიდ ცელობიოზას, რომელიც ცელულოზის მოლეკულის სამშენებლო ბლოკია: ცელობიოზის ანჰიდრიდები უერთდებიან ერთმანეთს გლუკოზიდური ბმებით და წარმოქმნიან გრძელ ძაფს. ეს უკანასკნელი გლუკოზის OH-ჯგუფების საშუალებით ერთდება კონებად, რომლებიც წარმოქმნის ცელულოზის მოლეკულას.

ჰემიციელოლოზები თავისი ბუნებით ცელულოზის მსგავსია და მისგან განსხვავდება ნაკლები მდგრადობით მჟავებისა და ტუტეების ხსნარებისადმი. თვისებებით შუალედური ადგილი უკავია ცელულოზასა და სახამებელს შორის; წყალში არ იხსნება, ჰიდროლიზის დროს იძლევა არა მარტო  $\alpha$ -გლუკოზას, არამედ სხვა მონოზებსაც (არაბინოზა, ქსილოზა), რადგანაც მის შემადგენლობაში შედის არა მარტო ჰექსოზანები, არამედ  $(C_5H_8O_4)_n$ -ის შემადგენლობის პენტოზანებიც. მცენარეებში ჰემიციელოლოზა თან ახლავს ცელულოზას, მაგრამ მისგან განსხვავებით ასრულებს არა მარტო მექანიკურ ფუნქციას, არამედ სახამებლის მსგავსად, მკვებავი ნივთიერების როლიც აკისრია.

პექტინი. მცენარეულ სამყაროში, უპირატესად ნაყოფში (მსხალი, ვაშლი, ციტრუსები), ხორციან ფესვებში, ბოლქვებში (ჭარხალი, სტაფილო და სხვ.) ფართოდ გავრცელებულია ნივთიერებები, რომელთაც შეუძლიათ შესაბამის პირობებში (საჭიროა შაქრისა და მჟავის თანაობა) წარმოქმნან ლაბისებრი პროდუქტები. ამ ნივთიერებებს ეწოდება პექტინოვანი ნივთიერებები ან ზოგადად პექტინები.

კვების მრეწველობა ფართოდ იყენებს პექტინების ამ თვისებას, ძირითადად საკონდიტრო წარმოებაში: მარმელადის, პასტილების, ჯემებისა და სხვათა დასამზადებლად.

გარდა კვების მრეწველობისა, პექტინს იყენებენ ტექნიკური მიზნებისთვისაც; მაგალითად, აშშ-ში ლეზულობენ პექტინის მარილებს – პექტინოვანი ნივთიერებების ნაერთებს Al-თან და სხვა ლითონებთან, რომელთაც მრავალფეროვანი გამოყენება აქვს (ძირითადად პექტინოვანი წებოს წარმოებაში). მისი ასეთი ფართო გამოყენების გამო, პექტინის მიღება მცენარეული ობიექტებისაგან ამჟამად მთელ სამრეწველო დარგად იქცა. ბოლო ხანებამდე ამოსავალ ნედლეულად ძირითადად იყენებდნენ ვაშლის ჩენჩოს – ვაშლის ღვინის წარმოების ნარჩენს და პექტინით მდიდარ ციტრუსების კანს ეთერზეთების მოცილების შემდეგ. ამჟამად აღმოჩენილია პექტინის მეტად პერსპექტიული წყაროები, როგორცაა მზესუმზირის ქუდები და ჭარხლის ნაწინები. პექტინის შემცველობა მათში აღწევს 23 და 35%-ს (შესაბამისად).

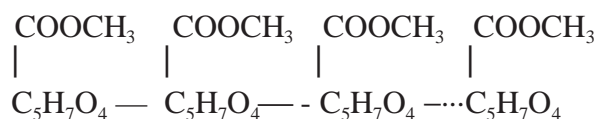
ქიმიური ბუნებით პექტინი ჰიდროსაქარიდების ტიპის ნივთიერებათა ნარეგია. ნაყოფთა რბილობსა და მცენარის სხვა ანატომიურ ნაწილებში პექტინი იმყოფება ცელულოზასთან დაკავშირებული სახით და მას პროტოპექტინი ეწოდება. პროტოპექტინი წყალში არ იხსნება, მაგრამ თუ პექტინის ბუნებრივ წყაროს წყალში ვადუღებთ გარკვეული დროით, ცელულოზა გამოეყოფა პექტინს და თავისუფალი პექტინი გაიხსნება წყალში, წარმოქმნის რა კოლოიდურ ხსნარს. პროდუქტს, რომელიც წარმოიქმნება პროტოპექტინიდან მისგან ცელულოზის მოწყვეტის შემდეგ, ჰიდრატოპექტინი ეწოდება.

ცელულოზას ჩამოცილება პროტოპექტინისაგან ჯერ კიდევ ნაყოფში იწყება მისი მომწიფების შესაბამისად (თვით ნაყოფში არსებული ორგანული მჟავების მოქმედებით).

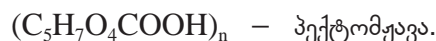
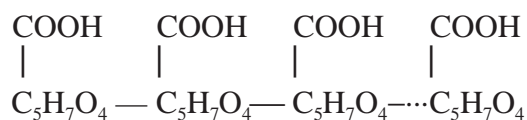
პექტინის საფუძველია გალაქტურონული ბირთვი, რომელიც



წარმოადგენს გალაქტურონის მჟავის (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>) მრავალრიცხოვან ნაშთს, ეთერიფიცირებულს მეთილის სპირტით და ერთმანეთთან ღია ჯაჭვის ფორმით შეერთებულს გლუკოზიდური კავშირებით:



პროტოპექტინის ჰიდროლიზის პროცესში მეთოქსილური ჯგუფები თანდათანობით წყდება (დემეთოქსილირება CH<sub>3</sub>OH-ის წარმოქმნით); მეთოქსილურჯგუფებმოცილებულ პექტინს (როცა მოლეკულის ძირითადი ძაფი ხელუხლებელია), პექტომჟავა ეწოდება:



პექტინსა და პექტომჟავას შორისაა მთელი რიგი შუალედური ნაერთები – დაშლის პროდუქტები, რომლებიც განსხვავდება დემეთოქსილირების სხვადასხვა ხარისხით; მათი პოლიგალაქტურონული ჯაჭვი შეიცავს მეთოქსილის ჯგუფებით მეტ-ნაკლებად გაჯერებულ რგოლებს. ამ შუალედურ ნაერთებს პექტინურ მჟავებს უწოდებენ. ისინი კარგი ქაფწარმომქმნელები არიან და მათი ჟელეწარმომქმნელი უნარი დამოკიდებულია მეთოქსილური ჯგუფების შემცველობაზე; ის მით ნაკლებია, რაც ნაკლებია მეთოქსილის ჯგუფების რაოდენობა. პექტინური მჟავების ზოგადი ფორმულა ასეთია: (C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>4</sub>)<sub>n</sub>(COOH)<sub>m</sub>(COCH<sub>3</sub>)<sub>n-m</sub>.

მწიფე ნაყოფიდან გამოყოფილი და გასუფთავებული პექტინი თეთრი ფერისაა, წყალთან წარმოქმნის კოლოიდურ ხსნარს; წყალხსნარებიდან ლექავენ სპირტით, რომელშიც არ იხსნება.

პექტინში შემავალი მეთოქსილის ჯგუფები ადვილად წყდება პოლიგალაქტურონის ჯაჭვიდან მეთილის სპირტის სახით როგორც ზოგიერთი რეაქტივის (მაგალითად, ტუტეების), ასევე ფერმენტ პექტაზას მო-

ქმედებით. სწორედ ამ ფერმენტის მოქმედებით აიხსნება ხილის წვენებსა და გადამწიფებულ ნაყოფში ცოტაოდენი მეთილის სპირტის არსებობა.

სხვადასხვა ხილის 100 მლ წვენში პექტინის შემცველობა ასეთია (გ-ით)

ვაშლი	0,43–1,20;	შტოში	1,30;
ალუბალი	0.98;	ხენდრო	1,63;
შავი მოცხარი	0,77;	ყოლო	1,22;
ხურტკმელი	2,25;	მარწყვი	1,50.

### 2.1.5. ნახშირწყლების კვებითი მნიშვნელობა

ნახშირწყლები ორგანიზმისათვის ენერჯის მთავარი წყაროა, რაც განსაზღვრავს მათ კვებით მნიშვნელობას. ადამიანი ნახშირწყლებს ლებულობს უპირატესად მცენარეულ საკვებთან ერთად სახამებლის სახით - პურფუნთუშეულთან ერთად და შაქრის სახით - საკონდიტრო ნაწარმსა და ხილთან ერთად, ან სუფთა სახით. ცხოველურ პროდუქტებში სახამებელი ცოტაა; შედარებით ბევრია ცხოველების ღვიძლსა და რძეში (5%-მდე).

ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით შაქრები, პირველ რიგში მონოსაქარიდები და სახელდობრ, გლუკოზა, უმნიშვნელოვანესი ნახშირწყლებია, რადგან შეუძლია მოხვდეს უშუალოდ სისხლში ნაწლავების კედლის გავლით. ამიტომ ყველა რთული შაქარი, რათა შეასრულოს თავისი ფიზიოლოგიური როლი ჩვენს ორგანიზმში, უნდა დაიშალოს მონოზებად მის სხვადასხვა ადგილებში, ძირითადად თორმეტგოჯა ნაწლავში: სახამებელი და მალტოზა – გლუკოზად, საქაროზა – გლუკოზად და ფრუქტოზად, ხოლო ლაქტოზა – გლუკოზად და გალაქტოზად. მხოლოდ ამის შემდეგ გადადის მარტივი შაქრები სისხლში (ამასთან, წარმოქმნილი მონოზები გლუკოზად გარდაიქმნება).

თუ ორგანიზმი საკმაო რაოდენობით ლებულობს შაქრებს საკვებთან ერთად, მისთვის ენერჯის წყარო პირველ რიგში, სწორედ ეს ნახშირწყლები იქნება და არა სხვა ნაერთები – ცილები ან ცხიმები. მაგრამ, თუ ნახშირწყლები საკმარისი არ აღმოჩნდა ორგანიზმის ენერგეტიკული მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად, მაშინ ენერგეტიკული დეფიციტი ცილებისა და ცხიმების ხარჯზე დაიფარება. ნახშირწყლებით ძლიერ ღარიბი საკვები, როგორც წესი, არასრულფასოვანია; ნახშირწყლების დეფიციტი იწვევს ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას. საკვებში ნახ-

შირწყლების რაოდენობა ისეთი უნდა იყოს, რომ მან დაფაროს ორგანიზმისათვის აუცილებელი კალორიულობის ეკვივალენტის სულ მცირე 10%. მოზრდილ ადამიანს საშუალოდ დღე-ღამეში სჭირდება 450 გ შეთვისებადი ნახშირწყლები, მძიმე შრომისას კი - 600 გ-მდე.

თუ საკვებში ნახშირწყლების რაოდენობა აჭარბებს ორგანიზმის ენერგეტიკულ მოთხოვნილებებს, მათი სიჭარბე გარდაიქმნება ცხიმებად და გროვდება ორგანიზმში.

ცალკეული ნახშირწყლების ენერგეტიკული ღირებულება საშუალოდ უახლოვდება 4000 კკალ/კგ-ს, მაგრამ ზოგიერთისათვის იგი მნიშვნელოვნად მერყეობს. გლუკოზისა და ფრუქტოზისათვის იგი 3750 კკალ/კგ-ს შეადგენს, მალტოზის, ლაქტოზისა და საქაროზისათვის – 3950 კკალ/კგ-ს, ხოლო სახამებლისათვის საშუალოდ – 4100 კკალ/კგ-ს.

კვების მრეწველობის მრავალი დარგისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს შაქრების სიტკბოს (საკონდიტრო, უალკოჰოლო სასმელების, ლიქიორ-არყის და სხვა წარმოებები), რაც სხვადასხვა შაქრებისათვის სხვადასხვაა. თუ საქაროზას სიტკბოს 100-ის ტოლად ჩავთვლით, შემდეგ სურათს მივიღებთ:

1. საქაროზა	100;	7. ქსილოზა	40;
2. ფრუქტოზა	173;	8 მალტოზა	32;
3. ინვერტული შაქარი	130;	9. რამნოზა	32;
4. გლუკოზა	74;	10. გალაქტოზა	32;
5. სორბიტი	48;	11. რაფინოზა	23;
6. გლიცერინი	48;	12. ლაქტოზა	16.

#### 2.1.6. ვიტამინები

ვიტამინებს უწოდებენ ორგანული ბუნების ნაერთების ჯგუფს, რომელთა ქიმიური შედგენილობა არაერთგვაროვანი სირთულისაა და განსაკუთრებით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმის ყველა გამოფლინებაში: მის კვებაში, ქსოვილების აგებაში, ცალკეული ორგანოების ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ ფუნქციაში და მთლიანად ორგანიზმის საერთო მდგომარეობაში. ბუნებრივ საკვებში, რომლითაც ორგანიზმი იკვებება, ეს ნივთიერებები შედარებით მცირე რაოდენობით შედის, მაგრამ ეს

საკმარისია მათი აღნიშნული როლის შესასრულებლად.

საკვებში ვიტამინების სისტემატური არარსებობა არღვევს ორგანიზმში ნორმალურ ნივთიერებათა ცვლას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მძიმე დაავადებები. ასეთ დაავადებებს ავითამინოზს უწოდებენ (მაგალითად, სურავანდი, რაქიტი, ქათმის სიბრმავე, პელაგრა და სხვ.), ხოლო ნაწილობრივი ვიტამინური შიმშილით გამოწვეულ დაავადებებს, ეწოდება ჰიპოვიტამინოზი.

ამჟამად ცნობილია 50-მდე ვიტამინი, რომელთაგან თითოეული ორგანიზმში სპეციფიკურ ფუნქციას ასრულებს. ამ რაოდენობიდან დაახლოებით ნახევარზე მეტის ზუსტი ქიმიური შედგენილობა ცნობილია, რაც მათი ხელოვნურად მიღების საშუალებას იძლევა.

დადგენილია, რომ ვიტამინებს მხოლოდ მაშინ შეუძლია შეასრულოს ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციისათვის მნიშვნელოვანი თავისი კატალიზური როლი, როცა იგი ღებულობს საკმარის კალორიულობის საკვებს მასში შემავალი კომპონენტების სწორი თანაფარდობით.

სახელწოდება “ვიტამინები” (სასიცოცხლო ამინები) შემოიღო კ. ფუნკმა (პოლონელი ექიმი), რადგან პირველი ასეთი ნივთიერება, რომელიც მან გამოყო (ბრინჯის ქატოდან) აზოტოვანი ნივთიერება აღმოჩნდა, და თუმცა გაირკვა, რომ ამ ჯგუფის მრავალი ნივთიერება ამინოჯგუფს არ შეიცავს, მათ მაინც შემორჩათ ეს სახელი სამეცნიერო ლექსიკაში.

დაახლოებით 1915 წლიდან დაიწყო ვიტამინებისათვის სახელების მიკუთვნება ასოებით: მაგალითად, ანტინეკრიტულ ვიტამინს უწოდეს ვიტამინი B, ანტიქსეროფლამიურს – A, სურავანდის საწინააღმდეგო ვიტამინს – C და ა.შ. ამჟამად გადავიდნენ ვიტამინებისათვის ისეთი გარკვეული სახელების მიკუთვნებაზე, რომლებიც მათ ქიმიურ შედგენილობასთანაა დაკავშირებული. მაგალითად, ვიტამინ C-ს დაარქვეს ასკორბინის მჟავა, ვიტამინ B<sub>1</sub>-ს თიამინი, B<sub>2</sub>-ს – რიბოფლავინი, K<sub>1</sub>-ს – ფილოქინონი.

ვიტამინებს ორ (რაოდენობრივად არათანაბარ) ჯგუფად ყოფენ:

ა) წყალში ხსნადი და ბ) ცხიმში ხსნადი.

პირველი ჯგუფის ვიტამინები ხასიათდება თერმოსტაბილურობით, ტუტეების მიმართ არამდგრადობით, შედარებით კარგი მდგრადობით მჟავებისადმი. მათი მარაგი ადამიანის ორგანიზმში, როგორც წესი, დიდი არ არის.

რაც შეეხება მეორე ჯგუფის ვიტამინებს, მათი უმრავლესობა მდგრადია როგორც მაღალი ტემპერატურის, ასევე ტუტეებისა და მჟავე-

ბისადმი. ორგანიზმის მიერ მათი საკმაო რაოდენობით მიღებისას ამ ჯგუფის ვიტამინების დიდი ნაწილი გროვდება ქსოვილებში მარაგის სახით.

*B ჯგუფის ვიტამინები.* ამ ჯგუფში გაერთიანებულია ვიტამინების დიდი რიცხვი, რომელთაგან ყველაზე უფრო შესწავლილია: B<sub>1</sub> (თიამინი, ანევრინი), B<sub>2</sub> (რიბოფლავინი), და PP (ნიკოტინის მჟავა).

ვიტამინ B<sub>1</sub>-ის ქიმიური შედგენილობა, მოლეკულის სტრუქტურა ამჟამად ცნობილია. მისი ემპირიული ფორმულაა C<sub>12</sub>H<sub>17</sub>ON<sub>4</sub>SCl • HCl. იგი პირველად დაასინთეზეს 1936 წელს. ეს ვიტამინი პიროფოსფორმჟავას ეთერის სახით არის კარბოქსილაზას კოფერმენტი, რომელიც აკატალიზებს პიროფორმინსმჟავის [CH<sub>3</sub>C(O)COOH] გარდაქმნას ძმრის აღდგენად და CO<sub>2</sub>-ად. ამიტომ B<sub>1</sub> ვიტამინი განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ორგანიზმში ნახშირწყლოვან მიმოცვლაში; მასთან მჭიდროდა დაკავშირებული ცილოვანი, წყლისა და ცხიმოვანი მიმოცვლა (როგორც ჩანს, იგი მონაწილეობს ცხიმოვანი მჟავების სინთეზში). საკვებში ამ ვიტამინის რამდენადმე დიდი ხნის განმავლობაში ნაკლებობა იწვევს პოლინევრიტს და უფრო მძიმე დაავადებას – ბერი-ბერის.

B<sub>1</sub> ვიტამინი კარგად იხსნება წყალში, ეთილის სპირტში, ყინულძმარმჟავაში; მჟავა არეში თერმოდგრადია (140<sup>0</sup>-მდე). ადამიანის დღიური ნორმა ასაკისა და მდგომარეობის მიხედვით 1-დან 3 მგ-მდეა. ამ ვიტამინით მდიდარია საფუარი, განსაკუთრებით ღვინის (5 მგ%-მდე მშრალი ნივთიერება). ბევრია იგი ზოგიერთ სოკოში (ზაფხულის მელისყურაში 4 მგ%-ზე მეტი), მარცვლოვანთა მარცვლის გარსსა და ჩანასახში (ქერის ჩანასახში – 3,5 მგ%-მდე, ხორბლისაში – 1მგ%ზე მეტი). ცხოველური პროდუქტებიდან B<sub>1</sub> ვიტამინი უპირატესად შედის ცხოველთა შინაგან ორგანოებში – ღვიძლში, თირკმლებსა და გულში. ბოსტნეული და ხილი ამ ვიტამინით ღარიბია.

B<sub>2</sub> ვიტამინი – რიბოფლავინი – სუფთა სახით ყვითელი-ნარინჯისფერი კრისტალური ნივთიერებაა, წყალში ძნელად იხსნება, მისი ემპირიული ფორმულაა C<sub>17</sub>H<sub>20</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>. იგი შედის იმ ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების მაკატალიზებელი რიგი ფერმენტების შედგენილობაში, რომლებიც არეგულირებს უჯრედულ სუნთქვას. ამიტომ ეს ვიტამინი აღმოჩენილია ორგანიზმის ყველა უჯრედში, რაც მის განსაკუთრებულ ბიოლოგიურ მნიშვნელობაზე მეტყველებს. შედის რა ფერმენტების შედგენილობაში, რიბოფლავინი მონაწილეობს ნახშირწყლოვან, ნაწილობრივ ცხიმოვან და

ცილოვან მიმოცვლაში. თავისუფალი სახით რიბოფლავინი აღმოჩენილია თვალის ბადურაში.

რიბოფლავინი მდგრადია გაცხელებისადმი და ჩვეულებრივი თბური დამუშავებისას საკვებში შედარებით კარგად ინახება. მზის სხივების პირდაპირი მოქმედება იწვევს მის ინაქტივაციას, მაგრამ რადგანაც საკვებში ბმული სახით იმყოფება (ფოსფორმჟავასა და ცილებთან) რიბოფლავინი სინათლისადმი მდგრადობას იჩენს.

ორგანიზმში  $B_2$ -ის ნაკლებობა იწვევს თვალისა და პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის ანთებას და სხვა ავადმყოფურ მოვლენებს. ადამიანისათვის დღე-ღამური ნორმა  $\approx 2$  მგ.

ბუნებაში  $B_2$  ფართოდაა გავრცელებული: შედარებით ბევრია ქათმის კვერცხის გულში (1 მგ%-მდე), ძროხის ახალ რძეში (3 მგ%), ცხოველებისა და თევზის ღვიძლში (3 და მეტი მგ%), ხორცში (0,25 მგ%-მდე). მცენარეულ ობიექტებში  $B_2$  ვიტამინი შედარებით მცირეა; გამონაკლისია მარცვლოვანთა ჩანასახები (მაგალითად, ხორბლისა – 1 მგ%-მდე), ქერის ალაო (0,2 მგ%-მდე); მისი შესამჩნევი რაოდენობა აღმოჩენილია პარკოსნებში, ხოლო პურის საცობო საფურში დიდი რაოდენობით შედის.

PP ვიტამინი . ქიმიური ბუნებით ეს ვიტამინი არის ნიკოტინის მჟავა  $NC_5H_4COOH$  ან მისი ამიდი  $NC_5H_4CONH_2$ . თუმცა სუფთა სახით თითქმის 100 წლის წინ გამოიყვეს, მისი ბიოლოგიური როლი მხოლოდ 1937 წელს დადგინდა. იგი შედის დეჰიდრაზების შემადგენლობაში, რომლებიც აკატალიზებს ორგანიზმის უჯრედში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებს. ამით განისაზღვრება მისი ბიოლოგიური როლი.

PP ვიტამინის მიუღებლობა ორგანიზმში იწვევს ავადმყოფურ მოვლენებს, რაც ხანგრძლივ პერიოდში იწვევს პელაგრას; ამავე დროს იწყება კუჭის დაავადებები და ფსიქიკური აშლილობა.

ნიკოტინის მჟავა წყალში ძნელად ხსნადია, თერმოდგრადია (ავტოკლავირებასაც კი უძლებს), ადამიანისათვის დღე-ღამური ნორმა 18–25 მგ.

PP ვიტამინი ბევრია როგორც მცენარეულ, ასევე ცხოველურ პროდუქტებში; განსაკუთრებით ბევრია ღვიძლში (ხბოს ღვიძლში – 20 მგ%-ზე მეტი), თირკმლებში, ხორცში ( $\approx 6,5$  მგ%). მცენარეული პროდუქტებიდან ბევრია ბრინჯის ქატოში (100 მგ%), ხორბლის ქატოში (40 მგ%-მდე), ხორბლის ჩანასახში (7 მგ%-მდე), და აგრეთვე პურის ფქვილში (6 მგ%-

≈

მდე). იგი ბევრია დიდი გამოსავლიანობის ფქვილში (შავი, რუხი), ხოლო მაღალი ხარისხის ფქვილში შედარებით ნაკლებია; ბევრია საფუარსა და ტომატში; არის მონაცემები, რომ ეს ვიტამინი ადამიანის კუჭ-ნაწლავში არსებული მიკროორგანიზმებისგანაც წამოიქმნება.

C ვიტამინი ანუ ასკორბინის მჟავა. მისი ემპირიული ფორმულაა  $C_6H_8O_6$ . თავისი სახელწოდება მიიღო იმის გამო, რომ შეუძლია სკორბუტის (სურავანდი) თავიდან აცილება. ორგანიზმისათვის მისი მნიშვნელობა უზარმაზარია, რადგან მონაწილეობს რა ნივთიერებათა ცვლაში, კერძოდ, ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში, ასრულებს წყალბადის გადატანის როლს. ფიქრობენ, რომ იგი შედის იმ რთული ფერმენტების კოფერმენტების შემადგენლობაში, რომლებიც აკატალიზებს უჯრედული სუნთქვის პროცესებს. დადგენილია, რომ ასკორბინის მჟავა ააქტივებს ისეთი ფერმენტების მოქმედებას, როგორცაა ტიროზინაზა, ფოსფატაზა, ამილაზა, პაპაინი და სხვ.

ორგანიზმში C ვიტამინის ნაკლებობა ამცირებს ცილების შეთვისების კოეფიციენტს, ორგანიზმის წინააღმდეგობას ინფექციებისადმი, იწვევს ჰემორაგიის (სისხლჩაქცევების) მოვლენას და საერთოდ სერიოზულ დაავადებებს.

ასკორბინის მჟავა ამჟამად მიღებულია ქიმიურად სუფთა სახით. იგი წყალში კარგად ხსნადი, უფერო, კრისტალური ნივთიერებაა. კარგი ხსნადობის გამო ასკორბინის მჟავა ადვილად შეითვისება ნაწლავების კედლების მიერ და სწრაფად გადადის სისხლში. მისი აქტიური მონაწილეობა ცოცხალი უჯრედის ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში გაპირობებულია ამ ვიტამინის მოლეკულაში  $-C=C-$  ჯგუფის არსებობით, რომელიც ადვილად იჟანგება  $-OC-CO-$  ჯგუფად.

კრისტალურ ფორმაში ასკორბინის მჟავა საკმაოდ მდგრადია, ხსნარებში კი იგი სწრაფად კარგავს თავის ბიოლოგიურ აქტივობას, რასაც ხელს უწყობს ჰაერისა და ისეთი ელემენტების თანაობა, როგორცაა Ag, Cu, Fe; ტუტე გარემოში ასკორბინის მჟავა ადვილად განიცდის თვითჟანგვას. იგი განსაკუთრებით ადვილად იშლება გაცხელების დროს ჰაერის ჟანგბადით ზემოქმედების პირობებში და სინათლეზე; ეს გასათვალისწინებელია C ვიტამინის შემცველი პროდუქტების შენახვისას. მაღალი ტემპერატურა მჟავე პროდუქტებში უფრო ნაკლებად შლის C ვიტამინს, ვიდრე მტკნარ გარემოში, ამიტომ პროდუქტების წინასწარი სულფიტირება ამ დროს დადებითად მოქმედებს. დაბალი ტემპერატურა (უარყოფითი) C ვიტამინს არ შლის, მაგრამ პროდუქტების გაღებობისას იგი სწრაფად

იშლება. როდინში (ხის და არა ლითონის) გახეხილ კენკრაში და მის წვენებში ვიტამინი კარგად ინახება დაბალ ტემპერატურაზე, თუ მას დაემატება შაქარი (1,5 : 1).

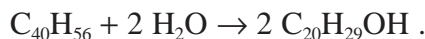
C ვიტამინით მდიდარია მცენარეები; ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში მისი შემცველობა უმნიშვნელოა. C ვიტამინით მდიდარია ბოსტნეული და ხილი: ბარდაში – 200, ბრიუსელის კომბოსტოში – 120, ტკბილ წიწაკაში – 100–300, პომიდორში – 40, მწვანე ოხრახუშში – 150-მდე, კარტოფილში – 20-30, კოწახურში – 150, ლიმონში – 40, ქაჯვში – 450, შავ მოცხარში – 300, გამხმარ ასკილში – 2500 მგ%; რქოსანი საქონლის ხორცში შედის 2–10 მგ%, ღვიძლში კი 20–40 მგ%.

ადამიანისათვის C ვიტამინის დღე-ღამური ნორმაა 50–100 მგ.

A ვიტამინი ბუნებაში ორი სახით გვხვდება: საკუთრივ A ვიტამინისა და მისი პროვიტამინის, კაროტინის სახით. პირველი შედის ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში, ხოლო მეორე – მცენარეებში. ქიმიური ბუნებით იგი  $C_{20}H_{29}OH$  შედგენილობის მაღალმოლეკულური უჯერი სპირტია (5 ორმაგი ბმა).

ადამიანის ორგანიზმში განსაკუთრებული ფერმენტების მოქმედებით კაროტინი გარდაიქმნება A ვიტამინად, ამიტომ კაროტინს შეუძლია მისი შეცვლა, მაგრამ მოზარდი ორგანიზმისათვის საჭიროა უშუალოდ A ვიტამინიც.

კაროტინი 150 წელზე მეტი ხნის წინ აღმოაჩინეს; მისი ემპირიული ფორმულაა  $C_{40}H_{56}$ ; იერთებს რა წყალს, იგი იხლიჩება A ვიტამინის ორ მოლეკულად:



სუფთა სახით კაროტინი სპილენძისფერი-წითელი კრისტალური ნივთიერებაა, რომელიც ადვილად იხსნება ცხიმებსა და მათ გამხსნელებში. ორმაგი ბმების შემცველობის გამო იგი ადვილად იჟანგება ჰაერით, განსაკუთრებით გაცხელებისას, მაგრამ მცენარეულ უჯრედებში იგი დაცულია ჟანგბადისაგან და არ იჟანგება პროდუქტის თერმული დამუშავების დროსაც კი. იგივე ითქმის A ვიტამინის შესახებაც – იგი სტაბილურია ზეთსნარებში და მეტად ნელა იჟანგება.

A ვიტამინის ფიზიოლოგიური როლი გამოიხატება ორგანიზმის ეპიტელიური უჯრედების ნორმალური მდგომარეობის უზრუნველყოფაში.



გარდა ამისა, იგი მონაწილეობს მხედველობის მეწამულის (სალებარი) წარმოქმნაში. A ვიტამინის ნაკლებობისას ყოვნადა ორგანიზმის ზრდა-განვითარება და ირღვევა მხედველობის მეწამულის წარმოქმნა; ამასთან დაკავშირებულია თვალის დაავადება – ქათმის სიბრმავე. ავიტამინოზი ჩვეულებრივ ვითარდება საკვებში ცხოველური ცხიმების ნაკლებობისას; განსაკუთრებით ბავშვები ზარალდებიან. A ვიტამინის დღე-ღამური ნორმა შეადგენს 2–2,5 მგ-ს, ხოლო კაროტინისა – 2–5 მგ-ს.

კაროტინი შედის (მგ%): საქონლის ღვიძლში –30, თევზის ქონში – 38, წითელ სტაფილოში – 9, ოხრახუშში – 10, მჟაუნაში – 8, კარაქში – 1,2, კვერცხში - 1,3 და ა.შ.

D ვიტამინს ანტირაქიტულ ვიტამინსაც უწოდებენ, რადგან იგი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმის რაქიტისაგან დაცვაში, არეგულირებს რა კალციუმისა და ფოსფორის ცვლას. გარდა ამისა, სხვა ვიტამინების მსგავსად, იგი ნივთიერებათა საერთო მიმოცვლაშიც მონაწილეობს.

ცნება - D ვიტამინი - ნაერთთა გარკვეულ ჯგუფს აერთიანებს, რომელთაც კალციფეროლებს უწოდებენ. მათგან უმნიშვნელოვანესია D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>5</sub> ფორმები – ე. წ. ერგოკალციფეროლი, ქოლექალციფეროლი, დიოქსიკალციფეროლი, რომლებიც ზღვის თევზის ქონში შედის. ყველა მათგანი წარმოიქმნება შესაბამისი სტერინებიდან კანზე ულტრაიისფერი სხივებით დასხივების დროს.

ქიმიური ბუნებით სტერინები ციკლური სპირტებია. ისინი გავრცელებული არიან მცენარეულ და ცხოველურ სამყაროში და გვხვდება ბიოლოგიურ ობიექტებში თავისუფალი ან ცხიმოვანი მჟავების რთული ეთერების სახით. მათგან ყველაზე უფრო გავრცელებულია ერგოსტერინი - C<sub>28</sub>H<sub>44</sub>O - კრისტალური, ორგანულ გამხსნელებში (სპირტი, ეთერი) ხსნადი, სამი ორმაგი ბმის შემცველი ნაერთი. მისი ულტრაიისფერი სხივებით დასხივებისას წარმოიქმნება D<sub>2</sub> ვიტამინი, რომელიც უკვე ოთხ ორმაგ ბმას შეიცავს.

ცხოველთა ორგანიზმში ყველაზე მეტია სტერინი ქოლესტერინი, რომელიც წარმოიქმნება D<sub>3</sub> ვიტამინის ულტრაიისფერი სხივებით დასხივებისას.

ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით სტერინების D ვიტამინად გარდაქმნა ხდება კანში, სადაც ცხოველურ ორგანიზმს უგროვდება სტერინები. ამიტომ ეს პროცესი განსაკუთრებით ინტენსიურად მიმდინარეობს გა-

ზაფხულ-ზაფხულში, როცა ულტრაიისფერი გამოსხივება უფრო ინტენსიურია.

D ჯგუფის ვიტამინები მდგრადია ჟანგვისა და გაცხელების მიმართ. მაგალითად, D<sub>2</sub> არ კარგავს აქტივობას 115° C-მდე უჰაეროდ გაცხელებით.

მოთხოვნილება ამ ვიტამინზე იზომება ე.წ. ინტერნაციონალური ერთეულებით – იე. 1 იე=0,025  $\mu$ g (1 $\mu$ =1 მიკროგრამს). D ვიტამინის დღე-ღამური ნორმა ადამიანისათვის შეადგენს 500–1000 იე-ს (ასაკისა და ჯანმრთელობის მიხედვით).

D ვიტამინი და მისი პროვიტამინები ძირითადად ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებშია: ცხოველებისა და განსაკუთრებით თევზის ღვიძლში, ახალ რძეში, კარაქში, კვერცხში; ზაფხულის რძესა და კარაქში შედის 3 იე 1 გ-ში, თევზის ქონში – 2,5 იე 1 გ-ში; მაგრამ იგი ყველაზე მეტია საცხობ და ლუდის საფუარში – 21000  $\mu$ g-მდე.

K ვიტამინი ანტიჰემორაული ვიტამინია, რომელიც იცავს ორგანიზმს სისხლჩაქცევის ზოგიერთი ფორმისაგან: მისი ნაკლებობისას სისხლში არ წარმოიქმნება პროთრომბინი – ნივთიერება, რომელიც სისხლის შედედებას იწვევს.

ქიმიურად K ვიტამინი ქინონური სტრუქტურის ნივთიერებაა; მისი წარმოებულები წარმოქმნის K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> ვიტამინებს გრძელი გვერდითი ნახშირწყალბადოვანი ჯაჭვით. ეს ვიტამინები წყალში არ იხსნება; იხსნება ცხიმებსა და ორგანულ გამხსნელებში; უძლებს 120° C-მდე გაცხელებას, მაგრამ იშლება სინათლისა და ტუტეების მოქმედებით.

K ვიტამინი ფართოდ გავრცელებულია საკვებ პროდუქტებში; გარდა ამისა იგი სინთეზირდება ძუძუმწოვართა ნაწლავებში არსებული მიკროფლორის ორგანიზმში. მისი საუკეთესო წყაროა მცენარეთა მწვანე ფოთლები; ბევრია ჭინჭრისა და იონჯის ფოთლებში, ბოსტნეულში: ისპანახში (60  $\mu$ g 1 გ-ზე), ყვავილოვან კომბოსტოში (40  $\mu$ g), სტაფილოში (20  $\mu$ g), გოგრაში (40  $\mu$ g). ცხოველური საკვებიდან შედარებით ბევრია ღორის ღვიძლში.

### 2.1.7. ფერმენტები

საკვების რთული მაღალმოლეკულური ნაერთები – ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები და სხვ. – იხარჯება ორგანიზმში ნაწილობრივ ენერგეტიკულ საჭიროებებზე, ნაწილობრივ კი გარდაიქმნება მის სტრუქტურულ ელემენტებად. ყველა ამ გარდაქმნაში ისევე, როგორც საერთოდ ორგანიზმში მიმდინარე ყველა პროცესში, მონაწილეობს ბიოლოგიური კატალიზატორები – ფერმენტები, რომელთა რიცხვი უზარმაზარია. ზოგიერთი ბი-

ოლოგის აზრით, ჩვენს ორგანიზმში ერთდროულად ფუნქციონირებს 1000-მდე სხვადასხვა ფერმენტი. ზოგი მეცნიერი ფიქრობს, რომ ცხოველებისა და მცენარეების ყოველ ცალკეულ სახეობას აქვს თავისი ინდივიდუალური ფერმენტები, რომლებიც მეტ-ნაკლებად გამოხატული სპეციფიკურობით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ასეთ პირობებში ინდივიდუალური ფერმენტების რაოდენობა რამდენიმე ასეულ ათასსა და მილიონებს აღწევს. ფერმენტების ამ არმიის გარეშე ორგანიზმის – ცხოველის ან მცენარის – სასიცოცხლო გამოვლინება შეუძლებელი იქნებოდა.

არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ფერმენტებს ტექნიკაში და უწინარეს ყოვლისა, კვების მრეწველობაში. კვების მრეწველობის მრავალი დარგი მთლიანად ფერმენტულ პროცესებზეა აგებული. ამ დარგებს მიეკუთვნება პურის საცხობი წარმოება, მეღვინეობა, ბურახისა და ლუდის, სპირტისა და ძმრის, მალტოზური ბადაგისა და მრავალი სხვა წარმოებები.

ქიმიური ბუნებით ფერმენტები ცილებია, რომელთაც კატალიზური აქტივობა ახასიათებს. გარდა ქიმიური ბუნებისა, არაორგანული კატალიზატორებისაგან ფერმენტები განსხვავდებიან განსაკუთრებით მაღალი აქტივობით. ეს გაპირობებულია ცილის მოლეკულის ქიმიური აღნაგობის თავისებურებებით.

ფერმენტების, როგორც კატალიზატორების, მეორე თავისებურებაა მათი მოქმედების მკვეთრად გამოხატული სპეციფიკურობა. მაგალითად, პეფსინი მოქმედებს მხოლოდ ცილებზე და არა ცხიმებსა ან შაქრებზე; ამილაზა აპიდროლიზებს მხოლოდ სახამებელს და გლიკოგენს; დიპეპტიდაზა ხლეჩს მხოლოდ დიპეპტიდებს და არ ეკარება პოლიპეპტიდებს; ინვერტაზა მოქმედებს მხოლოდ ერთ შაქარზე – საქაროზაზე და ა.შ.

ორგანიზმში მიმდინარე ყველა ბიოქიმიური რეაქცია, რომელთა ერთობლიობა ნივთიერებათა ცვლაა, კატალიზდება და წარიმართება შესაბამისი ფერმენტით. ფერმენტის თანაობისას ამა თუ იმ ქიმიურ რეაქციას გაცილებით ნაკლები ენერგია სჭირდება. მაგალითად, საქაროზის 1 მოლის დაშლას გლუკოზად და ფრუქტოზად სჭირდება 32000 კალ, ხოლო ფერმენტის, β-ფრუქტოზოფურანოზიდაზას თანაობისას – მხოლოდ 9400 კალ. როგორც ირკვევა, ამის მიზეზია ელექტრონული სიმკვრივეების გადანაწილება და სუბსტრატის მოლეკულების გარკვეული დეფორმაცია, რაც შუალედი პროდუქტის – ფერმენტ-სუბსტრატის კომპლექსის – წარმომქმნე-

ლი რეაქციის დროს ხდება. ასეთი დეფორმაცია ასუსტებს შიგამოლეკულურ კავშირებს, რის შედეგადაც მცირდება აქტივაციისათვის საჭირო ენერგია და რეაქციაც ჩქარდება.

ფერმენტების შესწავლა დაიწყო 1814 წლიდან, მას შემდეგ, რაც კირხჰოფმა ქერის ღივებიდან მიღებული წყლის ექსტრაქტით სახამებელი დაშალა შაქრად. 1833 წელს ალაოდან მიიღეს ფერმენტი ამილაზა. ფერმენტების ბუნებისა და მოქმედების მექანიზმის შესწავლისათვის დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ლ. პასტერის, ი. ლიბიხის, პ. ბერთლოს ე. ბიუნერის, რ. ვილშტეტერის და სხვათა შრომებს. XX ს-ის დასაწყისიდან შემოიღეს ფერმენტების შესწავლის ახალი მეთოდები, ხოლო 50-იან წლებში გაშიფრეს ბევრი ფერმენტის ნატიფი ბუნება, მათ შორის პირველადი, მეორეული, მესამეული და მეოთხეული სტრუქტურები.

ფერმენტები ძირითადად ორი სახისაა: ერთკომპონენტიანები, რომლებიც მხოლოდ ცილებისაგან შედგება, და ორკომპონენტიანები, რომლებიც ცილის მოლეკულის აქტიური ჯგუფის გარდა შეიცავს არაცილოვან კომპონენტს – აპოფერმენტს ანუ პროსტეტულ ჯგუფს (ცილოვან მზიდველს); პროსტეტული ჯგუფები შეიძლება იყოს სხვადასხვა ვიტამინებისა და ნუკლეოტიდების ნაწარმები.

ფერმენტის კატალიზურ აქტივობასა და სუბსტრატისადმი სპეციფიკურობას განაპირობებს ცილოვანი კომპონენტი. პროსტეტულ ჯგუფებს, რომლებიც ადვილად სცილდება ცილოვან ნაწილს, კოფერმენტებს უწოდებენ. მრავალი ფერმენტი შეიცავს სხვადასხვა ლითონს, რომელთაც კოფაქტორები ეწოდება. მაგალითად, კატალაზა და პეროქსიდაზა შეიცავს რკინას, ალკოჰოლდეჰიდროგენაზა (ყანგავს სპირტს შესაბამის ალდეჰიდად) – თუთიას და ა.შ.

არაორგანული კატალიზატორებისაგან განსხვავებით, ფერმენტი მეტად სპეციფიკურია სუბსტრატისადმი; ე. ფიშერის ხატოვანი თქმით – ისევე, როგორც ესა თუ ის გასაღები მხოლოდ მის შესატყვის კლიტეს ერგება, ესა თუ ის ფერმენტიც მხოლოდ მის შესატყვის სუბსტრატზე მოქმედებს.

ფერმენტის აქტივობა დიდადაა დამოკიდებული ტემპერატურასა და გარემოს რეაქციაზე (pH-ზე); მათი უმრავლესობა ოპტიმალურად მოქმედებს 40–50°C-ზე. ტემპერატურის შემცირებისას აქტივობა თანდათან მცირდება და 0°-ზე პრაქტიკულად წყდება. აქტივობა მცირდება ტემპერა-

ტურის ოპტიმალურზე ზევით მატებითაც, რაც, უპირატესად, ფერმენტის შემადგენელი ცილების დაშლის გამო ხდება. გაცილებით დიდხანს ინარჩუნებს აქტივობას გამომშრალი ფერმენტები. სხვადასხვა ფერმენტის მოქმედება დიდად განსხვავდება pH-ის ოპტიუმის მიხედვით; მაგალითად, კუჭის წვენში შემაჯავლი ფერმენტი პეფსინი მაქსიმალურად აქტიურია ძლიერ მჟავა არეში (pH=1,2), ხოლო კუჭქვეშა ჯირკვლის ფერმენტი ტრიფსინი – ტუტე არეში (pH=8,9).

საერთაშორისო ბიოქიმიური კავშირის რეკომენდაციით, ფერმენტები ექვს კლასად იყოფა:

- 1). ოქსიდორედუქტაზები;                    2) ტრანსფერაზები;
- 3) ჰიდრალაზები;                                4) ლიაზები;
- 5) იზომერაზები;                                6) ლიგაზები.

ოქსიდორედუქტაზები აკატალიზებს ჟანგვა-აღგენით რეაქციებს. ტრანსფერაზები აერთიანებს სხვადასხვა ჯგუფის (ერთნახშირბადიანი ან გლიკოლიზური ნარჩენები, აზოტოვანი ან გოგირდშემცველი ჯგუფები და სხვ.) გადამტან ფერმენტებს. ჰიდრალაზებს განეკუთვნება სხვადასხვა ნაერთის ჰიდროლიზურად დამშლელი ფერმენტები. ლიაზები სუბსტრატს ახლეჩენ ამა თუ იმ ჯგუფს არაჰიდროლიზური გზით და წარმოქმნიან ორმაგ კავშირს ან პირიქით, ორმაგ კავშირს უერთებენ რომელიმე ჯგუფს. იზომერაზები აკატალიზებს იზომერიზაციის რეაქციებს. ლიგაზები (სინთეტაზები) განაპირობებს ორი მოლეკულის შეერთებას, რასაც თან ახლავს პიროფოსფატული კავშირის გახლეჩა ადენოზინტრიფოსფორმეზას ან ანალოგიური ტრიფოსფატის მოლეკულაში.

მოცემული ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი ფერმენტების კრებული გაპირობებულია გენეტიკურად.

ფერმენტების ყოველი საკლასიფიკაციო ჯგუფი თავის მხრივ, იყოფა მთელ რიგ უფრო წვრილ ჯგუფებად (მაგალითად, ჰიდროლაზების შემადგენლობაში შედის ექსტერაზები, კარბოჰიდრაზები, პროტეაზები და ა.შ.)

კვების მრეწველობისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი ფერმენტები, როგორცაა ამილაზები, საქარაზა, მალტაზა, ლიპაზები, პროტეაზები და სხვ.

ამილაზები აკატალიზებს სახამებლის გარდაქმნას მალტოზად და ზღვრულ დექსტრინებად. ბუნებაში ამილაზები განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული: აღმოჩენილია თითქმის ყველა მცენარეში, აგრეთვე

ცხოველებსა და მიკროორგანიზმებში. დადგენილია ამილაზების ორი ჯგუფი:  $\alpha$ -ამილაზები და  $\beta$ -ამილაზები. პირველი აღმოჩენილია როგორც მცენარეულ, ასევე ცხოველურ ორგანიზმებში, მეორე – მხოლოდ მცენარეებში.

ქიმიური შედგენილობით ორივე ფერმენტი მარტივი ცილაა და მათი აქტივობა დაკავშირებულია მოლეკულაში არსებულ გარკვეულ ქიმიურ ჯგუფებთან, კერძოდ, სულფჰიდრილურ და პირველად ამინოჯგუფებთან

სახამებლის მოლეკულაზე ორივე ფერმენტის მოქმედების მექანიზმი სხვადასხვაა.  $\beta$ -ამილაზას შეუძლია მოწყვიტოს გლუკოზურ ბოლოებში მდებარე ამილოზისა და ამილოპექტინის მოლეკულებიდან თანამიმდევრობით ორ-ორი გლუკოზური რგოლი და მოგვცეს მალტოზა მანამ, სანამ არ შეხვდება არაგახლეჩადი კავშირები. ამიტომ ამილოზას იგი ბოლომდე გარდაქმნის მალტოზად, ხოლო ამილოპექტინს – სანახევროდ, ტოვებს რა მეორე ნახევარს შედარებით რთული სტრუქტურის მოლეკულის “ნატეხებად” - დექსტრინებად.

$\alpha$ -ამილაზას უნარი აქვს გახლიჩოს  $\beta$ -ამილაზას მოქმედებით მიღებული რთული დექსტრინები უფრო მარტივებად – თითქმის მალტოზამდე.

ამრიგად, სახამებელზე  $\beta$ -ამილაზას კატალიზური მოქმედების პროდუქტია მალტოზა და რთული დექსტრინების რალაც რაოდენობა, ხოლო  $\alpha$ -ამილაზას მოქმედებისა – ძირითადად ნაკლებად რთული დექსტრინები და ცოტა მალტოზა.

განსხვავება ამილაზებს შორის მდგომარეობს მათ სხვადასხვა დამოკიდებულებაშიც გარემოს რეაქციასა და ტემპერატურისადმი.  $\alpha$ -ამილაზა მგრძობიარეა გარემოს მჟავიანობის ამაღლებისადმი. მაგალითად, მცენარეული  $\alpha$ -ამილაზები ხსნარებში ინაქტივირდება  $0^{\circ}\text{C}$ -ზე  $15^{\circ}\text{C}$ -ის განმავლობაში თუ ხსნარის  $\text{pH} = 3,3$  (და ნაკლებს),  $\beta$ -ამილაზა კი ამ პირობებში ინარჩუნებს თავისი აქტივობის მეტ ნაწილს.

ამილაზები განსაკუთრებულ როლს ასრულებს მთელი რიგი საკვები პროდუქტების წარმოებაში, როგორცაა პურის, ლუდის, სპირტის, მალტოზის ბადაგის და სხვა წარმოებები.

ფერმენტი მალტაზა შლის მალტოზას გლუკოზის ორ მოლეკულად

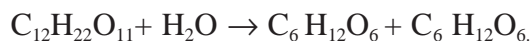


მნიშვნელოვანი რაოდენობით მალტაზა შედის საფუფრებში; საერთოდ კი, მცენარეებსა და ცხოველებში მალტაზა მცირე რაოდენობით გვხვდება. იგი შედის ყველა მარცვლოვან კულტურაში, მაგრამ განსაკუთრებით ბევრია ფეტვსა და სიმინდში. მათი გალივების დროს მალტაზის რაოდენობა შესამჩნევად იზრდება.

მალტაზა ძნელად გადადის ხსნარში და წყლიან გამონაწვლილებში პრაქტიკულად არ შედის. საფუფრის მალტაზისათვის აქტივობის ოპტიმალური pH = 6,1-6,8, ხოლო სოკოს მალტაზისათვის – 4,0; ოპტიმალური ტემპერატურა 50° C-ია.

ფერმენტს დიდი მნიშვნელობა აქვს წარმოებებში, სადაც ხორციელდება მალტოზის დუღილი: ლუდის, სპირტის, გამომცხვარი პურის და სხვა წარმოებები.

საქარაზა ანუ ინვერტაზა შლის საქაროზას გლუკოზად და ფრუქტოზად:



დადგენილია, რომ ამ დროს სხვა ნახშირწყლებიც წარმოიქმნება.

საქარაზა ფართოდაა გავრცელებული როგორც მცენარეთა, ასევე ცხოველთა სამყაროში. განსაკუთრებით ბევრია იგი საფუფრებში, საიდანაც მას, ჩვეულებრივ,ღებულობენ.

საქარაზას აქტივობის ოპტიმალური ტემპერატურაა 52°C; ოპტიმალური pH=3,5–5,5. ფერმენტს დიდი მნიშვნელობა აქვს სამადურე წარმოებაში და ე. წ. ინვერტის მისაღებად.

ფერმენტი ლაქტაზა გარდაქმნის ლაქტოზას (რძის შაქარს) გლუკოზად და გალაქტოზად. იგი აღმოჩენილია ბავშვებისა და ახალგაზრდა ხერხემლიანთა ნაწლავების ტრაქტში, გვხვდება ლაქტოზის დამადუღებელ ზოგიერთ საფუარში. მისი ოპტიმალური pH=7, კვების მრეწველობაში მნიშვნელობა აქვს რძის პროდუქტების წარმოებისათვის.

ლიაზები ფერმენტებია, რომლებიც შლის (და ასინთეზებს) ცხიმებს; იგი გავრცელებულია მცენარეულ და ცხოველურ სამყაროში და მიკროორგანიზმებში ხსნადი და უხსნარი სახით.

ამ ფერმენტს ანგარიში უნდა გაეწიოს ცხიმის შემცველი საკვები პროდუქტების შენახვისას, როგორცაა ფქვილი, ბურღულეული, საკვები ცხიმები და ზეთები. გადიდებული სინესტისა და ტემპერატურის პირობებ-

ში, ასეთი პროდუქტების შენახვისას ლიპაზა გამოიწვევს ამ ცხიმების სწრაფ დაშლას ცხიმოვან მჟავებად და გლიცერინად, რაც მათი გაფუჭების ეტაპია.

პროტეაზები ფერმენტებია, რომლებიც შლის ცილებს. ისინი ორ ჯგუფად იყოფიან: პეპტიდაზებად და პროტეინაზებად; პირველი შლის პოლიპეპტიდებს, მეორე – ცილებს.

კვების მრეწველობაში ცალკეული პროტეაზებიდან დიდი ტექნოლოგიური გამოყენება აქვს ფერმენტ ქიმოზინს ყველის წარმოებისათვის. იგი აღმოჩენილია მხოლოდ სბოს კუჭში.

დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეულ პროტეაზებს ალაოს წარმოებაში. მათი საშუალებით მარცვალში გაღივების დროს უხსნარი ცილები გარდაიქმება ხსნად ცილებად – პეპტონებად, პოლიპეპტიდებად და ამინომჟავებად.

განსაკუთრებულ ჯგუფს ქმნის ფერმენტები, რომლებშიც შედის რკინა. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ფერმენტი კატალაზა, რომელსაც უნარი აქვს დაშალოს წყალბადის ზეჟანგი. იგი მეტად გავრცელებულია მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროში. კატალაზას ფიზიოლოგიური როლი მდგომარეობს მის უნარში გაათავისუფლოს ორგანიზმის უჯრედები წყალბადის ზეჟანგისაგან, რომელიც შეიძლება წარმოიქმნას მათში ჟანგვითი პროცესების შედეგად და საწამლავია პროტოპლასმისათვის. იგი ხანგრძლივად ინახება კონცენტრირებული სახით. ორგანიზმის ცალკეულ ნაწილებში კატალაზას შემცველობა სხვადასხვაა, რაც იძლევა საწარმოო კონტროლისათვის მისი გამოყენების საშუალებას, კერძოდ, ფქვილის ხარისხის დასადგენად. სარძეო მურწნეობაში კატალაზას იყენებენ ძროხების ჯანმრთელობის დასადგენად; ახალმოწველილი რძე 2 საათში გამოყოფს არაუმეტეს 3 სმ<sup>3</sup> ჟანგბადს (15 მლ-ზე გადათვლით), ხოლო ავადმყოფი ძროხისა იმავე დროში – 10 სმ<sup>3</sup>-მდე ჟანგბადს.

## **8. მინერალური ნივთიერებები**

საკვები ნივთიერებების მეორე დიდ ჯგუფს მიეკუთვნება მინერალური ნივთიერებები: წყალი, მაკრო- და მიკროელემენტები.

წყალი ძირითადი არეა, რომელშიც მიმდინარეობს ყველა ქიმიური რეაქცია. იგი შეადგენს ადამიანის სხეულის მასის 2/3-ზე მეტს.

წყლის ფუნქცია ორგანიზმში ისევე მნიშვნელოვანია, როგორც მრავალფეროვანი; მნიშვნელობის მიხედვით მას პირველი ადგილი უკავია სხვა ნივთიერებებს შორის. არის რა სისხლის, ლიმფის, პროტოპლასმისა



და სხვათა სადისპერსიო არე, იგი გავლენას ახდენს მათ კოლოიდურ მდგომარეობაზე; ასრულებს სატრანსპორტო ფუნქციებს ნივთიერებათა ცვლის პროცესში, განსაკუთრებით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმში მიმდინარე ოსმოსურ მოვლენებში; გარკვეული აზრით, იგი ორგანიზმში მიმდინარე ყველა პროცესის კატალიზატორია. როგორც შედარებით კარგი სითბოგამტარი, წყალი ხელს უწყობს ორგანიზმში ტემპერატურის გათანაბრებას და არის თერმორეგულატორი. წყლის მნიშვნელობაზე იმითაც შეიძლება ვიმსჯელოთ, რომ, თუ ორგანიზმი 10% წყალს დაკარგავს, წყდება შარდგამოყოფა, ხოლო 20%-ის დაკარგვის შემთხვევაში ადამიანი იღუპება.

სხეულის სხვადასხვა ქსოვილებში წყალი სხვადასხვა რაოდენობით შედის; მაგალითად, ჩონჩხში იგი 22%-ია, გულსა და ფილტვებში – 79 %-ზე მეტი, ხოლო ლიმფაში 96 %-მდე. ადამიანის მოთხოვნილება წყალზე შეადგენს დღე-ღამეში 40 გ-ს 1 კგ წონაზე (მოზრდილისათვის 2,5 ლ). ამ რაოდენობის ნაწილი წარმოიქმნება ორგანიზმში საკვები პროდუქტების დაჟანგვის შედეგად. მაგალითად, სრული დაჟანგვისას 100 გ ცხიმი იძლევა 107, ხოლო ცილა – 40 გ წყალს. წყალი, შეასრულებს რა თავის დანიშნულებას, გამოიყოფა ორგანიზმიდან სხვადასხვა სახით: შარდსა და ექსკრემენტებთან ერთად, წყლის ორთქლის სახით ფილტვებიდან სუნთქვის დროს და ოფლის სახით სხეულის ფორებიდან. ნორმალურ პირობებში ორგანიზმიდან გამოსული წყლის რაოდენობა მკაცრ თანაფარდობაში იმყოფება მასში შესულ რაოდენობასთან.

*მაკრო- და მიკროელემენტები.* საკვები პროდუქტების სრული დაწვის შედეგად რჩება მინერალური ნივთიერებები (მათ ნაცროვან ნივთიერებებსაც უწოდებენ). ცხადია, ნაცარში ისინი იმყოფებიან არა იმ სახით და იმ ნაერთებში, როგორც იმყოფებოდნენ თვით საკვებ ობიექტში. დაწვის შედეგად მიიღება ცალკეული ქიმიური ელემენტების ოქსიდები, ნაწილობრივ მინერალური მარილები.

მინერალურ ნივთიერებებს, რომელთა შემცველობა ქსოვილში გამოიხატება პროცენტის მთელი ან მეათედი ნაწილებით, მაკროელემენტებს უწოდებენ (Ca, P, K, Na, Mg). მიკროელემენტები კი ქსოვილში შედის 0,01%-ზე ნაკლები რაოდენობით.

მინერალური ნივთიერებები აუცილებელია ყველა სასიცოცხლო პროცესისათვის. მაკროელემენტების დიდი ნაწილი პლასტიკური მასალაა

ჩონჩხის, კბილების და სხვა ძვლოვანი ქსოვილების ასაგებად.

ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქცია ისეთი მაკროელემენტებისა, როგორცაა Na, K, Cl, ისაა, რომ შეინარჩუნოს სისხლის მუდმივი შედგენილობა და ოსმოსური წნევა, რაზეც დამოკიდებულია სისხლში არსებული წყლის რაოდენობა.

მინერალური ნივთიერებები ხელს უწყობს ორგანიზმში ე.წ. მჟავურ-ტუტოვანი წონასწორობის დამყარებას. ადამიანის ორგანიზმში წარმოიქმნება როგორც მჟავური, ასევე ტუტე ხასიათის ნაერთები. პირველი წარმოდგენილია (თუ მხოლოდ მინერალურ ნაერთებს გავითვალისწინებთ) ელემენტებით: S, P, Cl; ხოლო მეორე – Na, K, Ca, Mg. მჟავე და ფუძე ნაერთებს შორის ორგანიზმში მყარდება წონასწორობა, რაც განსაზღვრავს ქსოვილისა და უჯრედის სითხეებში წყალბადიონების კონცენტრაციის მუდმივობას. მაგალითად, ჯანმრთელი ადამიანის სისხლის პლაზმაში pH საკმაოდ მუდმივია და 7,38–7,31-ის საზღვრებში მერყეობს. ორგანიზმში ჟანგვითი პროცესების გაძლიერება იწვევს წყალბადიონების კონცენტრაციის გადიდებას, მაგრამ გარემოს რეაქცია სწრაფად უბრუნდება ნორმას სისხლის ნივთიერებების ბუფერული თვისებების წყალობით, რომელთა მატარებელია სისხლში შემავალი ფოსფორმჟავა და ნახშირმჟავა მარილები და ცილები.

კვების რაციონის შედგენის დროს მიზანშეწონილია ისე შეირჩეს პროდუქტები, რომ მათში ტუტე ელემენტები რამდენადმე ჭარბობდეს მჟავე ელემენტებს. ტუტე ელემენტები უპირატესად მცენარეულ საკვებში გვხვდება, ცხოველურიდან კი – რძეში (მაგრამ არა ყველში). მჟავური ელემენტები კი მეტია ხორცში, კვერცხსა და ყველში. ტუტე ელემენტების ნაკლებობისას ორგანიზმში არათანაბარი მიმოცვლის გამო გროვდება თავისუფალი მჟავები. ეს შეიძლება მოხდეს ერთგვაროვანი ხორცეულით კვების დროს. ბოსტნეული და ხილი კი ორგანიზმს ამარაგებს ძირითადად ტუტე ელემენტებით; თუმცა ხილს ხშირად მჟავე გემო აქვს ორგანული მჟავების შემცველობის გამო, ამ შემთხვევაში ნაყოფის მჟავიანობა არ აძლიერებს ხორციით შექმნილ მჟავიანობას, რადგანაც ორგანული მჟავები ადვილად იშლება საჭმლის მონელების დროს.

მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმში არსებული მინერალური მარილებიდან მესამედი კალციუმის მარილებზე მოდის. ორგანიზმში დიდი რაოდენობითაა ფოსფორიც, განსაკუთრებით ძვლებსა და კბილებში. Mg

ნაკლები რაოდენობითაა, ვიდრე Ca და P, მაგრამ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ფერმენტაციულ პროცესებში. რკინის ნაერთებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სისხლის მიმოქცევაში. სისხლის წითელი ზურთულები (ერითროციტები) შეიცავს რკინის მნიშვნელოვან რაოდენობას; მათ გასანახლებლად საჭიროა ორგანიზმისათვის რკინის მარილების უწყვეტი მიწოდება; ორგანიზმი შეიცავს სულ 3–3,5 გ-მდე რკინას, რომლის 2/3 ჰემოგლობინზე მოდის; რკინა შედის ელენთასა და ლვიძლში, მრავალ ფერმენტში.

მიკროელემენტები ორგანიზმში მათი როლის მიხედვით შემდეგ ჯგუფებად იყოფა: სასიცოცხლოდ აუცილებელი (Co, Zn, I); ფუნქციურად სასარგებლო (Mo, F, Se); მანებელი და ტოქსიკური (Pb, Hg, Ag). ჩამოთვლილის გარდა, სხვადასხვა ქსოვილის უჯრედებში შედის სხვა მიკროელემენტებიც; Al, Br, Cr, Cd, Au, Ni, Ti, U, Si, V, Sn.

მიკროელემენტები მონაწილეობს ნივთიერებათა ცვლის რეგულაციაში. უჯრედებსა და ქსოვილებში უმნიშვნელო რაოდენობით შემცველობის დროსაც კი უზარმაზარ როლს ასრულებს ფერმენტების, ვიტამინებისა და ჰორმონების აგების საქმეში.

სპილენძი მთავარი ბიოლოგიური ფუნქციის სახით მონაწილეობს სუნთქვასა და სისხლის წარმოქმნაში. გარდა ამისა, ის მოქმედებს ორგანიზმის ზრდაზე, ფერმენტებისა და ვიტამინების აქტივობაზე.

მანგანუმი მონაწილეობს ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში, არეგულირებს ცილოვან მიმოცვლას, B ჯგუფის ვიტამინებისა და ჰორმონების სინთეზს.

კობალტი მრავალგვარ ბიოლოგიურ ფუნქციას ასრულებს (ნივთიერებათა ცვლა, ორგანიზმის ზრდა, სისხლწარმოქმნა), არეგულირებს კუნთების ცილების სინთეზს და არის ზოგი B ვიტამინის სტრუქტურული ელემენტი.

იოდი შედის ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონის შედგენილობაში. მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმში არსებული 25 მგ იოდიდან 15 მგ ფარისებრი ჯირკვლის წილზე მოდის.

სელენი მონაწილეობს გოგირდშემცველი ამინომჟავების სინთეზში და იცავს E ვიტამინს დაშლისაგან.

ფთორი შედის კბილების ქსოვილის შედგენილობაში და არეგულირებს კბილის ემალის წარმოქმნას.

### III თავი

#### 3.1. საკვები პროდუქტების ხარისხის ნორმირება

##### 3.1.1. პროდუქტის ხარისხის განმსაზღვრელი ფაქტორები

ხარისხის პრობლემას დღეისათვის მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია.

ტერმინების სტანდარტი იძლევა ხარისხის შემდეგ განმარტებას: “პროდუქტის ხარისხი არის პროდუქტის თვისებათა ერთობლიობა, რომელიც განაპირობებს მის ვარგისიანობას დააკმაყოფილოს განსაზღვრული მოთხოვნილებანი დანიშნულების შესაბამისად”. თვით ცნება - ხარისხს აქვს არა აბსოლუტური, არამედ ფარდობითი მნიშვნელობა. ერთსა და იმავე პროდუქტს, მისი დანიშნულების მიხედვით, შეიძლება სხვადასხვა ხარისხი ჰქონდეს. შეიძლება მოვიყვანოთ მრავალი მაგალითი, როცა ერთი და იგივე პროდუქტი კარგია მოცემული მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად, მაგრამ სავსებით უვარგისია სხვა მიზნისათვის. მაგალითად, ხორბლის ფქვილი, რომელიც წებოვარას წარმოქმნელ ცილებს შეიცავს მცირე რაოდენობით და თანაც ცუდი ხარისხისას, კარგი ნედლეულია ნამცხვრების დასამზადებლად, მაგრამ უვარგისია პურის გამოსაცხობად; ცილების მცირედშემცველი ქერიდან კარგი ლუდი მზადდება, მაგრამ ბურღული ცუდი გამოდის.

უპირველეს ყოვლისა, ხარისხის ცნებას იყენებენ პროდუქტის სასაქონლო ან სასაქონლო-სამომხმარებლო ღირსებების შეფასებისას, და შემდეგ მისი უნარის განსაზღვრისათვის, რათა დააკმაყოფილდეს ადამიანის ფიზიოლოგიური მოთხოვნილებები. პროდუქტის მაჩვენებლების ერთობლიობა (ფიზიკური, ქიმიური, ტექნოლოგიური, ბიოლოგიური და სხვ.), რომელიც განსაზღვრავს მის სასაქონლო-სამომხმარებლო ღირსებას, ახასიათებს ხარისხის დონეს (ექსტრა, უმაღლესი, I, II და ა.შ. ხარისხის).

პროდუქტის ბიოლოგიური ღირსებების განმსაზღვრელი მაჩვენებლების ერთობლიობა არის ადამიანისათვის მისი სარგებლიანობის ზომის მაჩვენებელი. ხშირად პროდუქტის ხარისხი და მისი სარგებლიანობა ერთმანეთს ეწინააღმდეგება. ერთი და იგივე პროდუქტი სასაქონლო-სამომხმარებლო მაჩვენებლებით შეიძლება იმსახურებდეს უმაღლეს ატესტაციას, მაგრამ ადამიანის ბიოლოგიური მოთხოვნილების დაკმაყოფილების თვალსაზრისით არ შეიძლება მიეკუთვნებოდეს სასარგე-

ბლო პროდუქტებს (არაყი, თამბაქო და სხვ.).

პროდუქტის გაწმენდის ან რაფინაციის მაღალი ხარისხი ხშირად წინააღმდეგობაშია ადამიანისათვის მის სარგებლიანობასთან. მაღალი ხარისხით გაწმენდილი პროდუქტები მართებულად მიეკუთვნება ექსტრა კლასის ნაწარმებს, მაგრამ ბიოლოგიური თვალსაზრისით ისინი ჩამორჩებიან ნაკლებად რაფინირებულ ასეთივე სახის პროდუქტებს. მაგალითად, რაფინირებულ მცენარეულ ზეთში უფრო ნაკლებია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, ვიდრე ნედლში; “ექსტრას” ტიპის სუფრის მარილი არ შეიცავს იოდის ნაერთებს; შავი ფქვილის პური უფრო მეტ B ჯგუფის ვიტამინებსა და მინერალურ მარილებს შეიცავს, ვიდრე თეთრი ფქვილის პური; ცხიმის ხორცი არ არის მჭლეზე უფრო სასარგებლო და ა.შ. აქედან გამომდინარე, პროდუქტის უმაღლესი ხარისხი ყოველთვის არ ხასიათდება მისი ბიოლოგიური სარგებლიანობის უმაღლესი დონით.

პროდუქტის კვებითი ღირებულება ხასიათდება კეთილხარისხოვნებით, ენერგეტიკული უნარით, სენსორული და ფიზიოლოგიური მაჩვენებლებით.

კეთილხარისხოვნად ითვლება ისეთი პროდუქტები, რომლებიც არ შეიცავს ადამიანის ორგანიზმისათვის მავნებელ ნივთიერებებს (მომწამლავი ნივთიერებები, მძიმე ლითონების მარილები, შხამიანი ალკალოიდები, გლიკოზიდები, ორგანულ ნივთიერებათა დაშლის პროდუქტები, ტოქსინები – ზოგიერთი ობის სოკოსაგან გამოყოფილი შხამები) და გარეშე მინარევებს. პროდუქტი არ უნდა შეიცავდეს პათოგენურ მიკრობებს, ობის სოკოებს, ინვაზიური დაავადებების გამომწვევეებს.

ენერგეტიკული ღირებულება განისაზღვრება პროდუქტში ცხიმების შემცველობის (%-ში) 37,7-ზე, ცილებისა – 16,7-ზე, ხოლო ნახშირწყლებისა – 15,7-ზე გამრავლებით და შედეგების შემდგომი შეჯამებით. შედეგს ვღებულობთ ჯოულებით 100 გ პროდუქტზე გადაანგარიშებით.

პროდუქტის ორგანოლექტიკური (სენსორული) ღირებულება ხასიათდება გრძნობის ორგანოებით განსაზღვრული მაჩვენებლებით: გარეგნული სახე, კონსისტენცია, გემო, სუნი. სენსორული ღირებულება მჭიდროდ უკავშირდება პროდუქტის ათვისებადობას. უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელია გემო. მაღალი საგემოვნო თვისებები აქვს პროდუქტებს, რომლებიც გამოირჩევა ქიმიური შედგენილობის უნივერსალურობით, ძვირფასი საკვები მჟავებისა და არომატული ნივთიერებების შემცველობით.

პროდუქტების ფიზიოლოგიური ღირებულება განისაზღვრება მათ-

ში სასარგებლო ელემენტების შემცველობით, რომლებიც ახორციელებს ორგანიზმში ნივთიერებათა ძირითად მიმოცვლას. ფიზიოლოგიური ღირებულების ცნება გამოხატავს აგრეთვე მოხმარებული პროდუქტის გავლენას ნერვულ, გულ-სისხლძარღვთა, საჭმლის მომნელებელ და ორგანიზმის სხვა სისტემებზე და მის წინააღმდეგობაზე ინფექციური დაავადებებისადმი. ჩაისა და ყავაში შემავალი კოფეინი, შოკოლადის თეობრომინი, სასმელების სპირტი, ექსტრაქტული აზოტოვანი ნივთიერებები ალაგზნებს ნერვულ და გულ-სისხლძარღვთა სისტემებს. იმუნური სხეულები რძეში და ანტიბიოტიკობრივი – თაფლში ამაღლებს ორგანიზმის მდგრადობას ინფექციური დაავადებებისადმი. საკვები მჟავები, განსაკუთრებით რძისა და მჟავე რძის პროდუქტებისა, ახშობს ლპობის პროცესებს ნაწლავებში. ზოგიერთი პროდუქტის ფოროვანი სტრუქტურა განაპირობებს კუჭის თანაბარ შევსებას, აუმჯობესებს საჭმლის მომნელებელი ორგანოების მუშაობას, ასტიმულირებს მაძღრობის შეგრძნებას.

საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობა მისი ღირებულების ძირითადი მაჩვენებელია. ცილებს, ცხიმებსა და ნახშირწყლებს შორის საშუალო ფიზიოლოგიური თანაფარდობა უნდა იყოს 1:1:4, რასაც უნდა შეესაბამებოდეს საკვების დღელამური რაციონი, ვინაიდან ერთი რომელიმე პროდუქტი ამ ნორმას ვერ დააკმაყოფილებს.

ფიზიოლოგიურ, უფრო ზუსტად ბიოლოგიურ ღირებულებაში გულისხმობენ პროდუქტში ათვისებადი შეუცვლელი ამინომჟავების, ვიტამინების, მინერალური ელემენტებისა და აუცილებელი ცხიმოვანი მჟავების – ლინოლის, ლინოლენისა და არაჰიდონის – ბალანსირებულ შემცველობას. ბუნებაში არ არსებობს ისეთი პროდუქტები, რომლებიც საჭირო რაოდენობით შეიცავს ყველა აქ ჩამოთვლილ საკვებ ელემენტს. დღელამური საკვები რაციონი ხელოვნურად უნდა გაწონასწორდეს ამ ელემენტების მიხედვით.

პროდუქტის ხარისხზე მოქმედებს გარემოსა და წარმოების მრავალგვარი ფაქტორები; მათგან უმნიშვნელოვანესია: ნედლეულის სახე და ხარისხი, წარმოების ხერხები და პირობები, შეფუთვა, ტრანსპორტირება და შენახვა. ნედლეულის ხარისხი განისაზღვრება მისი შედგენილობითა და ტექნოლოგიური თვისებებითაც მიზნობრივი დანიშნულების გათვალისწინებით. მაგალითად, ხორბლის მარცვალს შეიძლება სხვადასხვა დანიშნულება ჰქონდეს: ფქვილის მიღება პურის საცხობად, საკონდიტრო ნაწარმისათვის, მაკარო-

ნის წარმოებისათვის, სპირტის მისაღებად.

ნედლეულის ხარისხის ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელია მასში შემცველობა საკვები ნივთიერებებისა, რომელთა ხარისხი და რაოდენობა რეგლამენტირებულია შესაბამისი სტანდარტებით.

პროდუქტების წარმოება დაკავშირებულია ნედლეულზე სხვადასხვა ტექნოლოგიური სერხებით ზემოქმედებასთან, რომელთა მიზანია პროდუქტის ხარისხისა და ათვისებადობის ამაღლება. ამ მიზნის განხორციელება დიდადაა დამოკიდებული პერსონალის გამოცდილებაზე და ოსტატობაზე, საწარმოს ტექნიკურ აღჭურვილობაზე, მის ტექნიკურ დონეზე და სანიტარულ-ჰიგიენურ მდგომარეობაზე და სხვ.

მზა პროდუქტის შენახვის რეჟიმი და პირობები არსებითად მოქმედებს მის ხარისხზე. უმეტეს შემთხვევაში შენახვისას წყდება კომპლექსური ამოცანა – პროდუქტის ხარისხისა და რაოდენობის შენარჩუნება. რიგ შემთხვევებში პროდუქტის შენახვა არის ტექნოლოგიური დამუშავების გაგრძელება (ყველის მომწიფება, ღვინის, ლუდის დაყოფნა), რის შედეგადაც პროდუქტის ხარისხი არსებითად უმჯობესდება. შენახვის ოპტიმალური რეჟიმისა და პირობების დარღვევა იწვევს პროდუქტის ხარისხისა და რაოდენობის დაკარგვას.

## **IV თავი**

### **4.1. კვების პროდუქტების ნედლეული**

ნედლეულის სახეები, რომელთაც სხვადასხვა საკვები პროდუქტების დასამზადებლად იყენებენ, ისევე ურიცხვი და მრავალფეროვანია, როგორც თვით საკვები. გარკვეული თვალსაზრისით შეიძლება მათი დაჯგუფება. ჩვენ არ შევეხებით ხორცისა და თევზის გადამამუშავების პროცესებს, ძირითადად მცენარეული ნედლეულითა და მისი გადამამუშავებით შემოვიფარგლებით.

კვების მრეწველობის დარგები, სადაც მცენარეულ ნედლეულს ამუშავებენ, ორ ჯგუფად იყოფა.

ნედლეულის პირველადი გადამამუშავების დარგები: საფქვავ-საბურღულე, შაქრის ფხვნილის, სახამებელ-ზადაგის, საკონსერვო, პირველადი მელვინეობის, სპირტის, ზეთსახდელი, თამბაქოს, ჩაისა (თამბაქოსა და ჩაის ფოთლის პირველადი გადამამუშავება) და სხვ.

ნედლეულის მეორეული გადამუშავების დარგები: პურსაცხოში, საკონდიტრო, შაქარ-რაფინადის, საფურის, ლუდის სახარში, ცხიმდამამუშავებელი (მარგარინის, მაიონეზის, საპნის, პარფიუმერულ ნაკეთობათა წარმოება), მეორეული მეღვინეობის, ჩაის გადამწონი, თამბაქოს (პაპიროსებისა და სიგარეტის წარმოება), ლიქიორ-არყის წარმოება და სხვ.

პირველი ჯგუფის საწარმოთათვის ნედლეულია მარცვლეული, ხილ-ბოსტნეული, ჩაისა და თამბაქოს ფოთოლი და სხვ.; მეორე ჯგუფისათვის – ფქვილი, მცენარეული ზეთი, ლეინომასალები, შაქარი, სპირტი და სხვ.

კვების მრეწველობის მიერ დამზადებული პროდუქტების ასორტიმენტი უზარმაზარია; მარტო საკონდიტრო წარმოება ითვლის 2000-ზე მეტ ნაკეთობას. აქედან გასაგებია ნედლეულის ასევე უსაზღვრო რაოდენობაც, რომლებიც განსხვავდება შედგენილობითა და თვისებებით. ამიტომ მიზანშეწონილია ნედლეულის დაყოფა ცალკე ჯგუფებად ყველაზე უფრო არსებითი ნიშნების მიხედვით. ნედლეულს ყოფენ, მაგალითად, კონსისტენციის მიხედვით; მშრალ ნედლეულს მიაკუთვნებენ მარცვლოვან-პარკოსან თესლეულს, ფქვილს, შაქარს და სხვ. წვნიან ნედლეულს – შაქრის ჭარხალს, კარტოფილს, ხილ-ბოსტნეულის ყველა სახეობას; თხევად ნედლეულს მიაკუთვნებენ წყალს, მცენარეულ ზეთებს, თაფლს, ბადაგს და სხვ.

ნედლეულს აჯგუფებენ მასში რომელიმე ქიმიური ნაერთის უპირატესი შემცველობის მიხედვითაც. ამ ნიშნის მიხედვით ნედლეული არის: ნახშირწყლებშიმცველი – მარცვლეული, კარტოფილი, ჭარხალი, ხილი და კენკრა; ცხიმშიმცველი – ცხიმშიმცველი კულტურების თესლი, ზეთისხილის ნაყოფი და სხვ.; ცილოვანი – პარკოსანთა თესლი და სხვ.; ეთერზეთოვანი – ეთერზეთოვანი კულტურების თესლი და ნაყოფი, ვარდის, გერანისა და სხვა მცენარეების ყვავილების ფურცლები და ფოთლები.

#### **4.2. მარცვალ-ფქვილოვანი ნედლეული**

მცენარეული წარმოშობის ნედლეულიდან უმნიშვნელოვანესია მარცვლოვანთა მარცვალი და სხვა კულტურების თესლები. კვების პროდუქტების ტექნოლოგიაში გვხვდება ცნებები – კულტურა, პარტია, დამარცვლა, მარცვლეულის ნარევი, მარცვლეულის მასა.

კულტურა ეწოდება მარცვლეულის ბოტანიკურ გვარს (ხორბალი, ჭვავი და სხვ.). პარტია ეწოდება ერთგვაროვანი ხარისხის მარცვლეულის



ნებისმიერ რაოდენობას; დამარცვლა ეწოდება ცალკეულ მარცვალს, ხოლო მარცვლეულის მასა – ინდივიდუალური მარცვლებისა და სხვა ჩანართების ნებისმიერი რაოდენობის ერთობლიობას; მაგალითად, ერთი კგ ხორბალი შეიცავს 40000-მდე მარცვალს.

მარცვლოვანთა კულტურა (ხორბალი, ჭვავი, ქერი, ბრინჯი) ძველთაგანვე ცნობილი. დედამიწის მოსახლეობის უმრავლესობისათვის პური ძირითადი საკვებია. პლანეტის მოსახლეობის ნახევარი ძირითადი საკვების სახით მოიხმარს ხორბლისა და ჭვავის პროდუქტებს, ხოლო სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიისა და აფრიკის მოსახლეობა – ძირითადად ბრინჯს.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით მარცვლეული და თესლები სამ ჯგუფად შეიძლება დაიყოს: სახამებელშემცველი, ცილოვანი და ზეთოვანი. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება მარცვლოვანთა მარცვალი და წიწიბურას თესლები. სახამებელი და სხვა ნახშირწყლები მათში შედის საშუალოდ 70–80%, ცილები – 10–18%, ცხიმები – 1,5–6%.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება მარცვლოვანთა თესლები, რომლებიც შეიცავს 25–30% ცილებს და 60–65% ნახშირწყლებს.

მესამე ჯგუფს ქმნის ზეთოვანი კულტურების თესლი და ნაყოფი; ისინი საშუალოდ შეიცავენ 25–30% ცხიმს და 20–40% ცილებს.

მიზნობრივი დანიშნულების მიხედვით მარცვალსა და თესლებს ყოფენ შემდეგ ჯგუფებად: საფქვილე, საბურღულე, ტექნიკური და საფურაჟე. ხორბლისა და ჭვავის მარცვალი ძირითადად პურის საცხობი ფქვილის მისაღებად გამოიყენება; მაგარი ხორბლის მარცვლიდან ამზადებენ სამაკარონე ფქვილს.

საბურღულე კულტურებს მიეკუთვნება წიწიბურას, ფეტვის, ბრინჯის, ლობიოს, ოსპისა და სხვათა თესლი და მარცვალი. ზეთოვანების თესლი (მზესუმზირა, სელი, ბამბის თესლი) ტექნიკურ კულტურებს მიეკუთვნება. უნივერსალური გამოყენება პოვა ქერის, შვრიის, სიმინდის მარცვლებმა. სიმინდისაგან ღებულობენ ფქვილს, ბურღულს, სახამებელს, გლუკოზას, ბადაგს, სიმინდის დელიკატესებს და ზეთს. ქერი პირველხარისხოვანი ნედლეულია ალაოს, ლუდისა და ბურღულის მისაღებად. შვრია ნედლეულია ქუმელის, ბურღულისა და ფქვილისათვის. ამ კულტურების მარცვალი და თესლი გამოიყენება კომბინირებული საკვების მისაღებად, საკვები არეს მოსამზადებლად მიკრობიოლოგიურ წარმოებაში ფერმენტებისა და ანტიბიოტიკების გარავლების დროს. პურეული კულტურების უმრავლესობა მიეკუთვნება

მარცვლოვან მცენარეებს. მათი ნაყოფი მარცვალა. მარცვლოვანთა უმრავლესობის მარცვალი ერთნაირი აღნაგობისაა. მაგალითისათვის მოვიყვანოთ ხორბლის მარცვლის აღნაგობა. იგი შედგება რამდენიმე ნაწილისაგან.

1) ქერის, შერიის, ბრინჯის ყვავილოვანი გარსები ძირითადად შედგება ცელულოზისაგან და გადამუშავების დროს ცილდება (გარდა იმ ქერისა, რომლისგანაც ლუდის ალაო უნდა დაამზადონ);

2) ნაყოფისა და თესლის გარსები ძირითადად აუთვისებადი ნივთიერებებისაგან (ცელულოზა, მინერალური ნივთიერებები და სხვ.) შედგება, ამიტომ მარცვალს ფქვილად გადამუშავების დროს აცილებენ ქაჭოს;

3) ალეირონული ფენა მდიდარია მკვებავი ნივთიერებებითა და ვიტამინებით, მაგრამ ისინი იმყოფებიან უჯრედებში, რომელთა გარსი ადამიანის ორგანიზმში არ გადამუშავდება. გადამუშავების დროს ეს ფენაც გამოეყოფა ქაჭოს სახით;

4) ენდოსპერმი ანუ ფქვილოვანი ბირთვი იჭერს მარცვლის მთელ შიგა ნაწილს. იგი შედგება მსხვილი უჯრედებისაგან, რომლებიც ამოვსებულია სახამებლით, ცილით ან სხვა ნივთიერებებით;

5) ჩანასახი მარცვლის ის ნაწილია, საიდანაც ახალი მცენარე უნდა განვითარდეს. ის მდიდარია მკვებავი ნივთიერებებით, B, PP, E ჯგუფის ვიტამინებით და შეიცავს ბევრ ცხიმს. მარცვლის გადამუშავების დროს ჩანასახს აცილებენ, რადგან მასში არსებული ცხიმი არამდგრადია და შენახვის დროს აფუჭებს ფქვილს.

### 4.3. ფქვილი

ფქვილი სხვადასხვა გრანულომეტრიული შედგენილობის ფხვნილისებრი პროდუქტია, რომელიც მიიღება მარცვლოვანი კულტურების, წიწიბურასა და პარკოსნების დაქუცმაცებით (დაფქვით).

ხორბლის ფქვილს ლეზულობენ სხვადასხვა ტექნოლოგიური ღირსების მარცვლისაგან. მაგალითად, მაგარი ხორბლის მარცვლისაგან მზადდება ორი ხარისხის მაკარონის ბურღული: უმაღლესი ხარისხისა – ბურღული 30%-იანი გამოსავლით და პირველი ხარისხისა – ნახევრად ბურღული 72%-იანი გამოსავლით. მაკარონის ფქვილი უნდა შეიცავდეს არანაკლებ 30% წებოგარას და ჰქონდეს მოყვითალო-კრემისფერი ელფერი, როგორც

სასაქონლო მაკარონს.

პურსაცხობი ხორბლის ფქვილი ოთხ ხარისხად არის დაჯგუფებული: ცეხვილი (96% გამოსავლით), უმაღლესი ხარისხის (30%-იანი გამოსავლით), I ხარისხის (72%-იანი) და II ხარისხისა (85%-იანი).

ფქვილის ქიმიური შედგენილობა სხვადასხვა ხარისხებისათვის უმნიშვნელოდ განსხვავდება. წყლის გარდა (14%-მდე) ფქვილი შეიცავს: ცილებს - 10–14%, ათვისებად ნახშირწყლებს - 70–75% (მათ შორის შაქრებს 1,5–3%-ს), ცელულოზას - 0,1–1,6%, ცხიმებს - 0,9–1,5%, ნაცროვან ნივთიერებებს - 0,5–1,7%.

ხორბლის ფქვილის ტექნოლოგიური თვისებები განისაზღვრება მისი უნარით - წარმოქმნას ცომი გარკვეული ფიზიკური მახასიათებლებით: დრეკადობით, ელასტიკურობით, პლასტიკურობით, ფქვილის "ძალით", აირწარმოქმნის უნარით, ფერით და გადამუშავების პროცესში გამუქების უნარით.

ძალის მიხედვით ასხვავებენ ძლიერ, საშუალო და სუსტ ფქვილს. ჩვეულებრივ, ძლიერი და სუსტი ფქვილისაგან არ მიიღება დამაკმაყოფილებელი ხარისხის პური. ურევენ რა მათ ერთმანეთში თანაფარდობით, რომელსაც ადგენს ქარხნის ლაბორატორია, ლებულობენ საშუალო ძალის ფქვილს მაღალი ხარისხის პურის გამოსაცხობად.

ფქვილის ძალა ძირითადად წებოგვარას ხარისხითა და რაოდენობით დგინდება. დეფექტიანი მარცვალი (ალოჯებული, მავნებლებით დაავადებული) სუსტ ფქვილს იძლევა.

ფქვილის აირწარმოქმნის უნარი დამოკიდებულია მასში საკუთარი შაქრების შემცველობასა და ფქვილის სახამებლის ამილოლიტური ფერმენტებით დაშლის დროს მათი დაგროვების სიჩქარეზე. ეს მაჩვენებელი მეტად მნიშვნელოვანია, რადგან მასზე დამოკიდებულია საფუფრის უწყვეტი კვება, რომელიც იწვევს ცომის დუღილს და გაფხვიერებას.

ფქვილის ფერი განისაზღვრება მასში პიგმენტების არსებობით, რომლებიც მარცვლიდან გადადის. ფქვილი მით მუქია, რაც მეტია მისი ნაცრიანობა. შენახვის დროს მიმდინარეობს ფქვილის მომწიფება, რისი ერთ-ერთი ნიშანიცაა მისი გათეთრება. ფქვილის პურსაცხობ თვისებებზე არსებითად მოქმედებს მისი დისპერსიულობის ხარისხი, რასთანაც მჭიდროდაა დაკავშირებული წყლის შთანთქმის უნარი.

#### 4.4. ხილი და ბოსტნეული

ხილი და ბოსტნეული კვების მნიშვნელოვანი პროდუქტებია; მდიდარია ნახშირწყლებით, ორგანული მჟავებით, მათი მარილებით, ვიტამინებით, მინერალური ელემენტებით; ნაწილს უშუალოდ მოიხმარენ საკვებად კულინარული გადამუშავების შემდეგ ან მის გარეშე, ნაწილი კი ნედლეულია სამრეწველო გადამუშავებისათვის.

შაქრის ჭარხალი ძირითადი ნედლეულია შაქრის მისაღებად; კარტოფილი ნედლეულია სპირტის, სახამებლის, ხანგრძლივი შენახვის კარტოფილპროდუქტების დასამზადებლად; ხილი და ბოსტნეული ნედლეულია საკონსერვო მრეწველობისათვის; ყურძენი და კენკრა ღვინის, უალკოჰოლო სასმელებისა და წველების დასამზადებელი ნედლეულია.

აღნაგობის მიხედვით ხილს ოთხ ჯგუფად ყოფენ – თესლოვანი, კურკოვანი, კენკრა და კაკალნაყოფიანი. თესლოვან ხილს მიეკუთვნება ვაშლი, მსხალი, ყველა ციტრუსოვანი; კურკოვანს – ალუბალი, ბალი, ქლიავი, გარგარი და მათი ტიპის ხილი; კენკროვანს – ყურძენი, მარწყვი, ყოლო, მოცხარი და სხვ.; კაკალნაყოფიანს – თხილი, კაკალი, წაბლი, ნუში და სხვ.

ბოსტნეულს ორ ჯგუფად ყოფენ: ჰემეტაციური და ნაყოფიანი. ჰემეტაციურს მიეკუთვნება კომბოსტო, სალათი, ხახვი, სანელებლები, (რომელთა ფოთლებსაც იყენებენ), ფესვბოლქვიანი მცენარეები (კარტოფილი, სტაფილო, ჭარხალი და სხვ.), ყვავილოვანი ბოსტნეული (არტიშოკი, ყვავილოვანი კომბოსტო). ნაყოფიან ბოსტნეულს მიეკუთვნება გოგრა, ტომატები, კიტრი, პარკოსნები (მწვანე ბარდა) და სხვ.

ხილისა და ბოსტნეულის ქიმიური თვისებები მათი შედგენილობით განისაზღვრება. ხილ-ბოსტნეული ნედლეულის უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელია მშრალი ნივთიერებების შემცველობა, ე.ი. ყველა შიგთავსისა, წყლის გარდა. მშრალი ნივთიერებების რაოდენობა ხილსა და კენკრაში უმეტესად 10-დან 20%-მდე მერყეობს; ზოგიერთ კენკრაში, მაგალითად, ყურძენში, შეიძლება 25%-ზე მეტს მიაღწიოს. მშრალი ნივთიერებებით მდიდარია ბოსტნეულიც; შაქრის ჭარხალსა და კარტოფილში იგი 25%-ს აღწევს, სტაფილოში – 14-ს, მწვანე ბარდაში – 20%-ს.

სამრეწველო გადამუშავებისათვის გამოიყენება მშრალი ნივთიერებების დიდი რაოდენობით შემცველი კარტოფილი. მისი საუკეთესო ჯიშებია ტემპი, ვოლტმანი, ლორხი; საქართველოში გავრცელებული

ჯიშებია მაჟესტიკი, თრიალეთური, სახალხო, ლორხი, ეპიკური. ბოლქვე-  
ბი შეიცავს 25%-მდე მშრალ ნივთიერებებს, მათ შორის 18% სახამებელს,  
1% შაქრებს, 2% ცილებს, 1% მინერალურ ნივთიერებებს. დანარჩენი 3%  
მოდის ცელულოზაზე, პექტინურ ნივთიერებებსა და სხვ.

შაქრის ჭარხლის საშუალო ქიმიური შედგენილობა ასეთია (%-ით):  
წყალი – 75, მშრალი ნივთიერებები – 25; მათ შორის შაქარი – 17,5;  
არაშაქრები – 7,5; უხსნარი არაშაქრები (რბილობის ჩათვლით) – 5;  
ხსნადი არაშაქრები – 2,5 (აზოტოვანი ორგანული – 1,1; არააზოტოვანი  
ორგანული – 0,9; მინერალური – 0,5).

ხილ-ბოსტნეულში მშრალი ნივთიერებების რაოდენობა დამოკიდე-  
ბულია არამარტო ნედლეულის სახეობასა და ხარისხზე, არამედ მათი  
მოყვანის კონკრეტულ პირობებზე, აგროფონზე, ამინდზე, ტრანსპორტირებისა  
და შენახვის პირობებზე და სხვ.

ხილისა და ბოსტნეულის მშრალი ნივთიერებების დიდი ნაწილი  
წარმოდგენილია ისეთი ნახშირწყლებით, როგორცაა სახამებელი, საქარო-  
ზა, გლუკოზა, ფრუქტოზა; შაქრებზე მოდის (% ნედლეულის მასიდან):  
ვაშლი - 10-დან 15-მდე, ალუბალში - 8-დან 15-მდე, მარწყვში – 5-დან 8-  
მდე, შაქრის ჭარხალში – 80-დან 90-მდე. ცილები და ცხიმები ხილ-ბოსტ-  
ნეულში უმნიშვნელო რაოდენობითაა: ხილში არ აღემატება 1%-ს, ბოსტ-  
ნეულში - 5%-ს. მხოლოდ კაკლებია მდიდარი ცილებითა და ცხიმებით.

განსაკუთრებით დიდი კვებითი მნიშვნელობა აქვს ხილ-ბოსტნეულ-  
ში მინერალური მარილებისა და ვიტამინების შემცველობას.

დიდი ტექნოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ხილ-ბოსტნეულში  
მთრიმლაგი, საგემოვნო და არომატული ნივთიერებების შემცველობას.  
მთრიმლაგი ნივთიერებები ასრულებს დაცვით ფუნქციას მათი შენახვის  
დროს. ხილ-ბოსტნეულის გემოზე მოქმედებს მათში შემავალი საკვები  
მჟავები – ვაშლის, ლიმონის, ღვინის, მჟაუნის; მათი რაოდენობა იცვლება  
0,15-დან 6,0%-მდე. არომატი გაპირობებულია ეთეროვანი ზეთებით. მღე-  
ბავი ნივთიერებები იმყოფება ნაყოფის კანში, იშვიათად რბილობში.

ხილ-ბოსტნეულში შემავალი ნივთიერებებიდან დიდი მნიშვნელო-  
ბა აქვს აგრეთვე გლიკოზიდებს – ნახშირწყლების ნაერთებს სპირტებსა,  
მჟავებსა და ალდეჰიდებთან. გლიკოზიდები შხამიანია, მაგრამ მცირე  
რაოდენობით შემცველობისას აქვს აღმგზნები თვისებები. ყველაზე უფრო  
გავრცელებული გლიკოზიდებია სოლანინი (ტომატებსა და ბადრიჯანში,

კარტოფილის კანში), ამაგდალინი (ნუმის ბირთვში), თეობრომინი (კაკაოს მარცვლებში), კოფეინი (ყავაში).

#### 4.5. წყალი

წყალი უმნიშვნელოვანესი ტექნოლოგიური კომპონენტია უმრავლესი საკვები პროდუქტების დამზადების დროს. იგი განაპირობებს ნახევარფაბრიკატების თვისებების ბიოქიმიურ და ფიზიკურ-ქიმიურ ცვლილებებს. წყალი არის ფერმენტაციული პროცესების გარემო და აქტიური მონაწილე. გარდა ამისა, ფიზიკურ-ქიმიურ მოვლენებში, რომლებიც თანახლავს ნახევარფაბრიკატების დამუშავებას, ვლინდება წყლის მოლეკულის პოლარობა. მისი ეს თვისება გაპირობებულია წყლის მოლეკულაში ჟანგბადისა და წყალბადის ატომების ასიმეტრიული განლაგებით. ამასთან, ჟანგბადის ატომი ინარჩუნებს ორ სუსტ უარყოფით მუხტს, ხოლო წყალბადის თითოეული ატომი – ერთ მცირე დადებით მუხტს. ამის წყალობით კოლოიდურ სისტემებში აღიძვრება ე.წ. წყალბადური ბმები, წარმოიქმნება სხვადასხვა კომპლექსები, რომლებშიც წყლის მოლეკულები წყალბადური ბმებით უკავშირდება სხვა ნივთიერებების დამუხტულ ნაწილაკებს (ცილებს, სახამებელს). უფრო ხშირად წყლის წყალბადატომები უკავშირდება ცილის მოლეკულაში აზოტის ან ჟანგბადის ატომებს; ამ დროს წყალი ხდება აქცეპტორი ნივთიერების სტრუქტურის ნაწილი. ჟანგბადის ყოველი ატომი ან -NH- ჯგუფი აკავებს წყლის ორ მოლეკულას, OH- ან NH<sub>2</sub>- ჯგუფი – სამს, ხოლო -COOH ჯგუფი – ოთხს.

წყალბადური ბმები თუმცა სუსტია, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კოლოიდური სისტემების ადსორბციულ ჰიდრატაციაში, განაპირობებს რა ტენის ყველაზე უფრო მჭიდრო კავშირს მასალასთან, კოლოიდების ოსმოსურ გაჯირჯვებასთან შედარებით.

ტექნოლოგიური მიზნებისათვის გამოიყენება სასმელი წყალი ქალაქის მილგაყვანილობიდან; იგი უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტის მოთხოვნებს.

სტანდარტის თანახმად, სასმელი წყალი უნდა იყოს გამჭვივრვალე, უფერო, გარეშე გემოსა და სუნისაგან თავისუფალი, არ უნდა შეიცავდეს პათოგენურ მიკრობებს. დასაშვებია შემცველობა (მგ/ლ): რკინის (ჯამური) – 0,3; ტყვიის – 0,1; დარიშხანის – 0,05; თუთიის – 5,0; აქტიური ქლორის – 0,5; სუნი და გემო, რაც 5-ბალიანი სისტემით ფასდება, არ

უნდა იყოს 2 ბალზე მეტი 20°C-ზე, ქლორფენოლური სუნი არ დაიშვება. ბაქტერიების საერთო რიცხვი საკვებ არეზე 1 მლ წყლის დათესვის დროს 37°C-ზე 24 სთ-იანი თერმოსტატირებისას 100 კოლონიაზე მეტი არ უნდა იყოს.

მინერალური მარილებიდან წყალში ძირითადად Ca-ისა და Mg-ის ბიკარბონატები და სულფატები შედის. მათ გარდა მცირე რაოდენობით შეიძლება იყოს ქლორიდები, ნიტრატები, ნიტრიტები, ფოსფატები და ორგანული ნაერთები; ქლორის, ამიაკის, დიდი რაოდენობით ტუტეების, აზოტის, აზოტოვანი და ფოსფორმჟავების შემცველობა მიუთითებს ცხოველური ნაშთებით წყლის გაბინძურებაზე. ტექნოლოგიაში ასეთი წყლის გამოყენება აკრძალულია. ამიაკისა და ნიტრატების შემცველობა მხოლოდ კვალის სახითაა დასაშვები.

მიღებულია წყლის შეფასება სიხისტის მიხედვით, ე.ი. CaO-სა და MgO-ს ჯამური შემცველობის მიხედვით. წყლის სიხისტე გაპირობებულია მასში კალციუმისა და მაგნიუმის იონების შემცველობით; სიხისტეს გამოხატავენ 1 ლ წყალში კალციუმისა და მაგნიუმის იონების მილიგრამეკვივალენტების შემცველობით: 1 მგ.ეკვ. შეესაბამება 20,04 მგ Ca<sup>2+</sup>-ის ან 12,16 მგ Mg<sup>2+</sup>-ის შემცველობას ერთ ლიტრ წყალში.

## V თავი

### 5.1. ნედლეულის შენახვა და მისი მომზადება წარმოებისათვის

ნედლეულის შენახვა ნებისმიერი ტექნოლოგიური პროცესის შემადგენელი რგოლია, რომლის ამოცანაა: ნედლეულის შენახვა უდანაკარგოდ ან მინიმალური დანაკარგებით და მისი ხარისხის შენარჩუნება ან ამაღლება.

პრაქტიკულად ამ ამოცანის განხორციელება შესაძლებელია იმ ტექნოლოგიური ხერხების ერთობლიობით, რომლებიც შენახვის ტექნოლოგიის არსს შეადგენს. მოვიყვანოთ ამ ხერხებიდან უმნიშვნელოვანესი:

1) ნედლეულის მომზადება შესაბამისად - მინარევებისაგან გაწმენდა, პარტიებად დახარისხება, ტარირება და პაკეტების, კონტეინერების, შტაბელების ფორმირება;

2) გამოშრობა (მარცვლისა და თესლეულის) ან დაკონსერვება (ხილისა და ბოსტნეულის);

- 3) გარემოს ოპტიმალური პარამეტრების შექმნა და რეგულირება (აირგარემოს შედგენილობა, ფარდობითი ტენიანობა, ტემპერატურა);
- 4) მარაგების დაცვა სხვადასხვა მაგნიტების შეღწევისა და განვითარებისაგან (მწერები, მღრღნელები, ფრინველები);
- 5) ნედლეულის მომზადება წარმოებისათვის.

## 5.2. დანაკარგების შემცირება

ნედლეულის შენახვა მისი გამოყენების მომენტამდე, მეტად მნიშვნელოვანი სამეურნეო ამოცანაა. საერთაშორისო ორგანიზაციების მონაცემებით, მარცვლეულის დანაკარგი წლიურად შეადგენს 6–10%-ს და მეტს, წვნიანი ნედლეულისა კი - 20–30%-ს აჭარბებს.

ნედლეულის დანაკარგი გაპირობებულია მისი ფიზიოლოგიური თვისებებით და შენახვის პირობებით. არსებობს ორგვარი დანაკარგი – მასის და ხარისხის.

დანაკარგის ორივე სახე ურთიერთკავშირშია, თუმცა არა ყოველთვის. უმეტეს შემთხვევებში პროდუქტის მასის დანაკარგს თან ახლავს მისი ხარისხის გაუარესებაც, და პირიქით.

ნედლეულის დანაკარგები მისი შენახვისა და ტრანსპორტირებისას შეიძლება ხუთ ჯგუფად დაიყოს: მექანიკური ან ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური, ბიოლოგიური, ბიოქიმიური, ქიმიური. თითოეული მათგანი, გამომწვევი მიზეზებიდან გამომდინარე, ქვეჯგუფებად იყოფა. მაგალითად, მექანიკური დანაკარგებიდან პროდუქტის ფიზიკური თვისებების, ტარის ხარისხის, შესაფუთი მასალის თვისებებზე დამოკიდებულებით შეიძლება გამოვყოთ დანაკარგები გადინებით, გამტვერვით, დაბნევითა და სხვ. პირველი ახასიათებს თხევად მასალებს, მეორე – ფხვიერს.

ფიზიკურ-ქიმიურ დანაკარგებს მიეკუთვნება დანაკარგები აორთქლებით. ეს დამახასიათებელია თხევადი პროდუქტებისა და ხილბოსტნეულისათვის.

ბიოლოგიური დანაკარგები, მათი გამომწვევი მიზეზების მიხედვით, შეიძლება გაპირობებული იყოს მიკრობიოლოგიური პროცესებით და მაგნიტების გამრავლებით (მწერების, მღრღნელების).

ბიოქიმიური დანაკარგები დაკავშირებულია ძირითადად სუნთქვის პროცესებთან და დამახასიათებელია ცოცხალი ორგანიზმებისათვის.



ქიმიური დანაკარგები შეიძლება სხვადასხვა მიზეზებმა გამოიწვიოს: რადიაციამ, სინათლემ, ჰაერის ჟანგბადმა, არაორგანულმა კატალიზატორებმა.

### 5.3. ნედლეული – როგორც შენახვის ობიექტი

ნედლეული, როგორც შენახვის ობიექტი, ორ ჯგუფად იყოფა: მშრალი (მარცვლეული, ფქვილი და სხვ.) და წვნიანი (ხილ-ბოსტნეული).

მარცვლოვანი და ფქვილოვანი ნედლეული მრავალფეროვანია სახეობისა და ხარისხის მიხედვით; მათი თვისებები, როგორც შენახვის ობიექტისა, ბევრ რამეში მსგავსია. მარცვლეულისათვის დამახასიათებელია კრიტიკული სინესტე; ასეთივე სინესტე აქვს ფქვილსაც. კრიტიკულზე მეტი სინესტის დროს მარცვლეულსა და ფქვილოვან პროდუქტებში მკვეთრად იზრდება ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესების აქტივობა. ნორმალურად შენახული მარცვალი და ფქვილი ყოველთვის დასახლებულია მიკროორგანიზმებით, მაგრამ კრიტიკულზე დაბალი სინესტის დროს ისინი არააქტიურები. ნებისმიერ მარცვლეულში მისი მასის 1 გ-ზე აღმოჩენილია რამდენიმე ათეული ათასიდან ასეულ ათასამდე და მილიონამდეც კი მიკროორგანიზმი, რომლებიც თითქმის მთლიანად მიეკუთვნება აერობულების ჯგუფს, ე.ი. მიკრობებს, რომლებიც ცხოველმომემდნი არიან ჟანგბადის თანაობისას. პრაქტიკულად ასეთივეა მიკროორგანიზმების შედგენილობა ახლადდაფქვილ ფქვილში.

მარცვლეულისა და ფქვილის მიკროორგანიზმები, თუმცა კრიტიკულზე დაბალი სინესტისას არააქტიურები არიან, კარგად ინახება ხანგრძლივად (რამდენიმე წელი), ხელსაყრელ პირობებში შეუძლია გამრავლდეს და აქტიურად იმოქმედოს ნედლეულის ხარისხზე.

მარცვლეულისა და ფქვილის მიკროფლორის უმეტესობას აქვს გამრავლების ოპტიმუმი 20°–40°C-ზე, მინიმუმი – 5°–10°C-ზე და მაქსიმუმი – 40°–45°C-ზე, შესაბამისად. ტემპერატურა - 5–10°C - შეიძლება ჩავთვალოთ ბარიერად, რომელზედაც მიკროორგანიზმების გამრავლება ჩერდება. მარცვლეულისა და ფქვილის გარემოში არსებობას მიკროორგანიზმებიდან ყველაზე მეტად შეგუებულია სხვადასხვა ობები.

ამრიგად, ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ფაქტორები, რომლებიც არეგულირებს მარცვალ-ფქვილოვანი ნედლეულის ბიოლოგიურ აქტივობასა და ბიოლოგიურ პროცესებს, არის ტენიანობა და ტემპერატურა.

წვნიანი ნედლეული კიდევ უფრო მრავალფეროვანია, ვიდრე მარცვალ-ფქვილოვანი. ხანმოკლე ან ხანგრძლივად შესანახად მიდის ბოსტნეულის 60-მდე და ხილის 20-მდე სახეობა, მაგრამ მიუხედავად მათი ბოტანიკური სახეობისა და ხარისხის დონისა, ხილ-ბოსტნეულის, როგორც შენახვის ობიექტის, თვისებები ბევრ რამეში მსგავსია, რაც საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ მათი დამუშავების ორგანიზაციის, შესანახად მომზადებისა და თვით შენახვის ზოგადი პრინციპები.

ხილისა და ბოსტნეულის, როგორც შენახვის ობიექტების, ძირითადი თავისებურებაა ტენის დიდი შემცველობა. ტენის 1/5 ბმული სახითაა, დანარჩენი თავისუფალ მდგომარეობაშია, რაც განაპირობებს არა მარტო გადიდებულ ნივთიერებათა ცვლას, არამედ ხილისა და ბოსტნეულის მაღალ მგრძობიარობას გარემო პირობებისადმი. ნივთიერებათა ცვლისა და მიკრობიოლოგიური პროცესების ინტენსივობის შესამცირებლად ხილ-ბოსტნეულ ნედლეულს ინახავენ დაბალ ტემპერატურაზე, ხოლო ტენის ტრანსპირაციის (აორთქლების) შესამცირებლად – ისეთ გარემოში, სადაც შექმნილია მაღალი ტენიანობის არე. გასათვალისწინებელია, რომ ტენის დანაკარგი გამოიწვევს ტურგორის შემცირებას ან ნედლეულის დაჭკნობასა და მასის დაკარგვას. დამჭკნარ ხილსა და ბოსტნეულში მკვეთრად მცირდება იმუნიტეტი, აქტიურდება მიკროორგანიზმები, რომლებიც იწვევს ნედლეულის ლპობას, დაობებას და აფუჭებს მას.

ხილ-ბოსტნეული კეთილნაყოფიერი გარემოა მიკროორგანიზმებისათვის; მაგალითად, კომბოსტოს თავის გარე ფოთლების 1 გ-ზე ბუდობს 1–2 მლნ მიკროორგანიზმი. უფრო მეტია კარტოფილის, ძირხვენებისა და ზოგიერთი ხილის ზედაპირზე.

ყველაზე უფრო გავრცელებულია ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმები, რომლებიც აზიანებს წვნიან ნედლეულს შემდეგი დაავადებებით: ხილის სიდამპლე, ცისფერი და მწვანე სიდამპლე, რუხი და შავი ობი, კარტოფილის სველი სიდამპლე და სხვ.

#### **5.4. შენახვის დროს კვების პროდუქტებში მიმდინარე პროცესები**

დაუკონსერვებელი საკვები პროდუქტების უმრავლესობა შენახვის დროს მეტ-ნაკლებად იცვლება როგორც შედგენილობის, ასევე ხარისხის მხრივ. გარკვეულ პირობებში ეს ცვლილება შეიძლება იმდენად ღრმა იყოს, რომ პროდუქტი მთლიანად ან ნაწილობრივ გაფუჭდეს.

ცვლილებათა სიჩქარე და ხასიათი დამოკიდებულია პროდუქტის შედგენილობასა და შენახვის პირობებზე. პროდუქტის შედგენილობაში შემავალი ცალკეული კომპონენტებიდან მის შენახვაზე უზარმაზარ გავლენას ახდენს პროდუქტის წყალი და აგრეთვე მასში შემავალი არამდგრადი, ადვილად ჟანგვადი ნივთიერებები.

პროდუქტის შენახვის დროს გარე ფაქტორებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ტემპერატურასა და სასაწყობო სათავსოს ჰაერის ფარდობით ტენიანობას, მიკროფლორით პროდუქტის დათესლიანებას და ზოგიერთ სხვა ფაქტორს.

მრავალი პროდუქტი და საკვები თავისი ბუნებით იმ ფერმენტების შემცველი ბიოლოგიური ობიექტია, რომელთა მონაწილეობითაც მიმდინარეობს ყველა ცოცხალი ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი პროცესები, კერძოდ, სუნთქვის პროცესები. ასეთ საკვებ ობიექტებს მიეკუთვნება ხილ-ბოსტნეული, მარცვლოვნები, თესლეული და სხვ.

ამ საკვები ობიექტების შესახებ უნდა გვახსოვდეს, რომ ისინი მცენარეულ სამყაროს მიეკუთვნებიან, რადგანაც ეს გარემოება გარკვეულწილად განსაზღვრავს მათ ბიოლოგიურ სპეციფიკას. კერძოდ, მცენარეული ორგანიზმის სუნთქვა, ისეთებისა, როგორცაა მარცვლეული და საერთოდ მცენარეთა თესლები, შეიძლება ორგვარად მიმდინარეობდეს: როგორც ჰაერის თანაობისას, ასევე გარკვეული დროით მის გარეშე. პირველ შემთხვევაში სუნთქვას ეწოდება *აერობული*, მეორეში – *ანაერობული*. ცხოველურ ორგანიზმს კი სუნთქვა მხოლოდ ჰაერზე შეუძლია, ე.ი. აერობულად.

სუნთქვის პროცესი მიმდინარეობს ყოველი ცოცხალი ორგანიზმის უჯრედში, მაგრამ ცხოველურ ორგანიზმში უჯრედების ჟანგბადით მომარაგება ხორციელდება ძალიან რთული მოწყობილობის საშუალებით სისხლძარღვთა სისტემის სახით, რაც მცენარეებს არა აქვს; სუნთქვის პროცესის არსი კი მათთვის ერთნაირია: ორგანული ნივთიერებების, პირველ რიგში ნახშირწყლების, ჟანგვა-აღდგენითი გარდაქმნების შედეგად წარმოიქმნება თავისუფალი ენერგია, რომელიც აუცილებელია თითოეული უჯრედის სასიცოცხლო მოქმედებისათვის.

აერობული სუნთქვა. აერობული სუნთქვისას ორგანიზმი ჰაერიდან შთანთქავს ჟანგბადს ჟანგვითი რეაქციებისათვის და გამოყოფს გარემოში დაჟანგვის საბოლოო პროდუქტებს –  $\text{CO}_2$ -სა და  $\text{H}_2\text{O}$ -ს. ამ დროს წარმოიქმნება ბევრი სითბო, რაც მოწმობს თავისუფალი ენერგიის გამოყოფას

ნივთიერებათა ჟანგვითი დაშლის დროს.

ამ დროს ორგანიზმში მიმდინარე ცვლილებების საერთო ბალანსი ასე გამოიხატება:



ამ განტოლებით გამოსახული ჟანგვითი პროცესი ისე არ უნდა გავიგოთ, თითქოს გლუკოზის მოლეკულაში ჟანგბადი უშუალოდ უერთდებოდეს ნახშირბადას და წყალბადას. თანამედროვე წარმოდგენებით ორგანიზმში შაქრის დაჟანგვა ძალიან რთული გზით მიდის: გლუკოზა იჟანგება წყალბადის ატომების გადაცემით შესაბამისი აქცეპტორებისადმი, რომელთა როლსაც ორგანიზმის უჯრედებში ასრულებს ადვილადდგენადი ნაერთები. წყალბადის ეს მოწყვეტა ხორციელდება სპეციალური ფერმენტის – დეჰიდროგენაზას მეშვეობით. გაივლის რა რიგ შუალედურ აქცეპტორებს, წყალბადი ბოლოს და ბოლოს ხვდება ჟანგბადას და წარმოქმნის წყალს. ანალოგიურად წარმოიქმნება  $CO_2$  სუნთქვის დროს.

განტოლება გვიჩვენებს, რომ 1 გმოლი გლუკოზის აერობულ დაჟანგვაზე იხარჯება 192 გ ჟანგბადი და ამ დროს წარმოიქმნება 108 გ  $H_2O$  და 264გ  $CO_2$ ; ამავე დროს გამოიყოფა 674 კკალ სითბო. აქედან გამოდის, რომ შესაძლებელია დაწყობილი საკვები გარემოს ნორმალური სუნთქვისათვის აუცილებელია მასთან განუწყვეტლივ მიდიოდეს ჰაერის ახალი ნაკადი და დროულად ცილდებოდეს მას სუნთქვის დროს გამოყოფილი წყლის ორთქლი და ნახშირორჟანგი. ამიტომ საწყობი ალჭურვილი უნდა იყოს საჭირო ვენტილაციით.

რადგანც სუნთქვა ფერმენტაციული პროცესია, მისი ინტენსივობა პირველ რიგში განსაზღვრული იქნება პროდუქტის ტენიანობითა და შენახვის ტემპერატურით. ტენიანობაზე დამოკიდებულია უჯრედის პროტოპლაზმის კოლოიდების გაჯირჯვების ხარისხი, აგრეთვე, პროტოპლაზმაში განთავსებული ფერმენტების გაჯირჯვების ხარისხი და მათი აქტივობაც. მეორე მხრივ სუბსტრატიც, რომელზედაც უნდა იმოქმედოს ფერმენტმა, ტენის ნაკლებობისას გადადის უხსნარ მდგომარეობაში და ნაკლებად დამყოლი ხდება ფერმენტისათვის. ამიტომ შესაძლებელია გათვალისწინებულ პროდუქტში მისი სუნთქვის უნარი შეიძლება სრულ ჩაქრობამდე დავიყვანოთ გამოშრობის გზით ტენიანობის შემცირებისას.

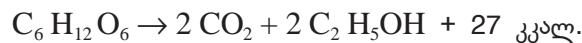
მეორე ფაქტორი, რომელიც ღრმა გავლენას ახდეს ორგანიზმის

ყველა სასიცოცხლო გამოვლინებაზე, მათ შორის სუნთქვაზეც, არის ტემპერატურა. სუნთქვის ოპტიმალური ტემპერატურის დადგენისას, ე. ი. ისეთი ტემპერატურის, როდესაც სუნთქვა ყველაზე ინტენსიურად მიდის, საჭიროა ცდის ხანგრძლივობის გათვალისწინება. ხანმოკლე გამოცდისას ტემპერატურული ოპტიმუმი შეიძლება უფრო მაღალი აღმოჩნდეს, ვიდრე ხანგრძლივი გამოცდისას.

როცა შეწყდება ორგანიზმისათვის ჟანგბადის მიწოდება, ცხოველური ორგანიზმი იღუპება, მცენარეული ორგანიზმი კი, მაგალითად, მარცვლეული, არსებობს რაღაც დროის განმავლობაში უჟანგბადოდაც, გადართავს რა თავის სუნთქვას აერობული ფორმიდან ანაერობულზე; თუმცა ისიც მართალია, რომ ეს ხდება მარცვლის შედგენილობისა და თვისებების მეტ-ნაკლები ცვლილებების ფასად.

*ანაერობული სუნთქვა.* ანაერობული სუნთქვა ისე არ უნდა გავიგოთ, თითქოს ამ დროს ორგანიზმს ჟანგბადი არ სჭირდება. ამ შემთხვევაშიც ჟანგბადი აქტიურად მონაწილეობს ორგანიზმის ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში, რომლებიც გაერთიანებული არიან “სუნთქვის” ცნებაში. მაგრამ ანაერობიოზის დროს ორგანიზმი ჟანგბადს ღებულობს არა გარედან, ე. ი. არა ჰაერიდან, არამედ იყენებს თავისავე ჟანგბადს, შლის რა ამისათვის შესაბამისი ფერმენტული სისტემების მონაწილეობით საკუთარ ჟანგბადშემცველ ნივთიერებებს, პირველ რიგში ნახშირწყლებს (მონოზებს). ანაერობული სუნთქვის დროს ორგანიზმი ისევე, როგორც აერობულისას, გამოყოფს CO<sub>2</sub>-ს, მაგრამ მის გარდა ამ დროს წარმოიქმნება რიგი ბოლომდე დაუჟანგავი ნაერთებისა, რომლებიც აერობულის დროს არ წარმოიქმნება, უპირველესად, – ეთილის სპირტი და მცირე რაოდენობით უმაღლესი სპირტები, ზოგიერთი ორგანული მჟავა, ძმრის ალდეჰიდი და სხვ. ამავე დროს გამოიყოფა სითბო, როგორც აერობული სუნთქვისას, მხოლოდ მნიშვნელოვნად ნაკლები რაოდენობით.

ანაერობული სუნთქვისას მიმდინარე გარდაქმნების საერთო ბალანსი გამოიხატება შემდეგ განტოლებით:



როგორც ეს განტოლება გვიჩვენებს, ანაერობული სუნთქვა გამოყოფილი ნივთიერებების შედგენილობით, რაოდენობით და რეაქციის თბური ეფექტით სპირტული დუღილის პროცესის იდენტურია.

ანაერობული სუნთქვის ინტენსივობა ისევე, როგორც აერობუ-

ლისა, პირველ რიგში დამოკიდებულია აგრეთვე პროდუქტის ტენიანობასა და ტემპერატურაზე.

### 5.5. ნედლეულის შენახვის რეჟიმები

შენახვის რეჟიმი ეს არის გარემოს პარამეტრებისა და პირობების ერთობლიობა, რომელიც მოიცავს აირის შედგენილობას, ფარდობით ტენიანობასა და ტემპერატურას. მარცვლის მასის, როგორც შენახვის ობიექტის მოყვანილი თვისებები გვიჩვენებს, რომ მის შენახვაზე მოქმედი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორებია თვით მარცვლეულისა და გარემოს ფარდობითი ტენიანობა, მარცვლეულის მასისა და გარემომცველი არეს ტემპერატურა, ჰაერის შეხება მარცვალთან (აერაცია). პრაქტიკაში ჩამოყალიბდა მარცვლეულის შენახვის სამი რეჟიმი: მშრალ მდგომარეობაში, ე. ი. კრიტიკულ ტენიანობამდე სინესტიო, გაცივებულ მდგომარეობაში და უჰაეროდ.

მშრალი მარცვალი კარგად ინახება არევის გარეშე საწყობში 4–5 წელი და ელევატორის სილოსებში - 2–3 წელი. კვების პროდუქტების საწარმოებში მარცვლეული (მაგალათად, ქერი ლუდის ქარხნებში) ინახება 2–3 თვე.

მარცვლის შენახვა გაცივებულ მდგომარეობაში შენახვის ერთ-ერთი გავრცელებული ხერხია. გამოიყენება მარცვლის მასის პასიური გაცივება (ბუნებრივი გაცივება სიცივეების დადგომასთან ერთად) და ნაყარის აქტიური ვენტილაცია ცივი ჰაერით. გაცივების პირველი ეტაპია 10°C-ზე დაბლა გაცივება, მეორე ეტაპი – 0°C ტემპერატურაზე დაბლა გაცივება.

მარცვლის შენახვა ჰაერთან შეხების გარეშე, მიზნად ისახავს მწერებისა და აერობული მიკროორგანიზმების სუნთქვისა და ცხოველმოქმედების დამუხრუჭებას. უჟანგბადო გარემოს შექმნა სხვადასხვა გზით შეიძლება: თვითკონსერვაციით, ე. ი. მარცვლის სუნთქვის შედეგად გამოყოფილი CO<sub>2</sub>-ის დაგროვებით; მარცვლის მასაში CO<sub>2</sub>-ის ან N<sub>2</sub>-ის შეყვანით, რომლებიც სათავსიდან და მარცვლეულის მასიდან გამოდევნიან ჰაერს. ეს მეთოდი მოითხოვს საწყობების სრულ ჰერმეტიულობას. მარცვლეულის მიწისქვეშა შენახვა (გრუნტში შენახვა) უჟანგბადო შენახვის სახეობაა.

ხილ-ბოსტნეული ნედლეულისათვის ძირითადად გაცივებულ მდგომარეობაში შენახვის რეჟიმს იყენებენ. 0°C-მდე გაცივება ახშობს ნედლეულის მასაში შემავალი ყველა ცოცხალი ობიექტის ცხოველმოქმედებას (თვით ნედლეულის, მწერების, მიკროორგანიზმების სუნთქვა), აჩერებს

ფიზიოლოგიური და ინფექციური დაავადებების განვითარებას. გაცივებისათვის იყენებენ ხელოვნურ ან ბუნებრივ (შემოდგომა-ზამთარ-გაზაფხულის პერიოდში) სიცივეს. ყველაზე ძვირფასი ნედლეული – ხილი, კენკრა, ტომატი – ინახება მაცივრებში.

ხილისა და ბოსტნეულის მაცივრებში შენახვა სხვადასხვა პირობებში ხდება – გაცივებულ ან გაყინულ მდგომარეობაში. ზოგიერთი სახეობის ნედლეული (კენკრა, ტომატები, მწვანილი) ცოცხალი სახით რამდენიმე დღე ინახება, სხვები კი (საზამთრო ვაშლი, მსხალი, ყურძენი, ციტრუსები) – რამდენიმე თვის განმავლობაში.

გაცივებული წვნიანი ნედლეულის შენახვის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პირობაა ოპტიმალური ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის დაცვა. ხილისათვის ტემპერატურული რეჟიმი ასეთია: ვაშლი -  $-0,5$ -დან  $+0,5^{\circ}\text{C}$ -მდე; მსხალი, ატამი, გარგარი, ალუბალი, ბალი –  $0^{\circ}\text{C}$ ; ფორთოხალი, ლიმონი –  $0,5$ -დან  $4^{\circ}\text{C}$ -მდე; კენკრა –  $0$ -დან  $+5^{\circ}\text{C}$ -მდე და ა.შ.; ჰაერის ოპტიმალური ტენიანობა ვაშლის, მსხლის, ყურძნისათვის  $85$ – $90\%$ -ს შეადგენს, კურკოვანებისათვის –  $80$ – $85\%$ -ს, ციტრუსებისათვის –  $78$ – $83\%$ -ს. ხანგრძლივი შენახვისათვის ხილი და ბოსტნეული შეიძლება გაიყინოს  $-18^{\circ}\text{C}$ -მდე და შემდეგ შევინახოთ  $6$  თვეზე მეტი ხნით.

მასობრივი მოხმარების ბოსტნეული (ძირხვენები, კომბოსტო) და კარტოფილი ინახება სპეციალურ ბოსტნეულსაცავებში, რომლებიც აღჭურვილი არის აქტიური ვენტილაციით, ან თხრილებსა და მიწისზედა ბურტებში. ხილ-ბოსტნეულის შენახვის უნივერსალური რეჟიმი არ არსებობს.

კარტოფილის შენახვის დროს დაუშვებელია მისი გაცივება  $0^{\circ}\text{C}$ -მდე და მით უმეტეს მისი გაყინვა, რადგან დაბალ ტემპერატურაზე სახამებლის ნაწილი ჰიდროლიზდება შაქრებად და კარტოფილი ტკბილი ხდება.

შაქრის ჭარხლის შენახვის პროცესში სუნთქვასა და სხვა თანამდევ პროცესებზე იხარჯება მნიშვნელოვანი რაოდენობის საკუთარი შაქრები. მათმა დანაკარგებმა შეიძლება გადააჭარბოს საწარმოო დანაკარგებს. ამის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა:

- 1) ფესვების დაცვა მექანიკური დაზიანებისა და დაჭკნობისაგან;
- 2) არ დავუშვათ ჭარხლის გაყინვა-სწრაფი გაღობა;
- 3) შევინარჩუნოთ ჭარხლისა და ჰაერის ტემპერატურა  $1$ - $3^{\circ}\text{C}$ . სუნთქვის დროს გამოყოფილი სითბო მოვაცილოთ აქტიური ვენტილაციით;
- 4) შევქმნათ გარემოს ტუტე რეაქცია, რისთვისაც ჭარხალი გაფრეცხოთ კირით.

5) არ დაფუშვით ტენის კონდენსაცია ფესვების ზედაპირზე;

6) შესაძლად დააწყოთ სალი ჭარხალი, მიწისა და დაჭლელტილი მინარეების გარეშე.

ხილ-ბოსტნეული ნედლეულის უმეტესობა შეიცავს უფრო ნაკლებ მშრალ ნივთიერებებს და არა ისეთი მნიშვნელოვანი რაოდენობით, როგორც კარტოფილი და შაქრის ჭარხალი სახამებელსა და შაქრებს. ეს ნედლეული ინახება გაყინვის მახლობელ ტემპერატურაზე, 0-დან -1°C-მდე. გაცივებულ ჰაერზე ინახება, მაგალითად, კომბოსტო, სტაფილო, ხახვი, ვაშლი, ყურძენი, კურკოვანი ხილი, კენკრა და სხვ. ხილ-ბოსტნეულის მხოლოდ ზოგიერთი წარმომადგენელი გადის სამკურნალო პერიოდს და მომწიფების სტადიას უფრო მაღალ ტემპერატურაზე. მაგალითად, სტაფილოსათვის სამკურნალო პერიოდად საკმარისია 7–10 დღე 7–13°C-ზე, თავიანი ხახვისათვის აუცილებელია 3 დღე, მაგრამ 30–40°C ტემპერატურა.

ხილ-ბოსტნეული პროდუქტების შენახვის ხანგრძლივობა სხვადასხვა და დამოკიდებულია მის წყობადობაზე. კარგი წყობადობა აქვს სუფრის ძირხვენებს, კომბოსტოს, ვაშლს, ყურძენს, ზოგი ჯიშის ხახვს. მათი შენახვის ვადაა 6–7 თვე. შემცივებული წყობადობა აქვს ტომატს, კიტრს, კურკოვან ხილს, კენკრას, მწვანე ბოსტნეულს. მათი შენახვის ვადა რამდენიმე კვირას, უკეთეს შემთხვევაში 2–3 თვეს არ აღემატება.

ხილ-ბოსტნეული ნედლეულის შენახვა, გარდა გაცივებისა, ხდება რეგულირებული აირის გარემოშიც; ამისათვის ჰაერის ჟანგბადს სანახევროდ ცვლიან ნახშირორჟანგით; საერთოდ, ორივე მეთოდს ერთდროულად იყენებენ, რითაც წვნიანი ნედლეულის შენახვის ვადა 2-3-ჯერ იზრდება. მაგრამ უნდა გავითვალისწინოთ, რომ არ შეიძლება კარტოფილის შენახვა CO<sub>2</sub>-ით გამდიდრებული ჰაერის გარემოში, რადგან ამ დროს მიმდინარეობს ფიზიოლოგიური პროცესი და ბოლქვის გული შავდება.

## 5.6. ნედლეულის მომზადება გადამუშავებისათვის

ნედლეულის მომზადების მეთოდები მრავალფეროვანია და დამოკიდებულია მის სახეობაზე, ფიზიკურ მდგომარეობასა და შემდგომი გადამუშავების ხერხებზე. ერთმანეთის მსგავსია ფხვიერი მშრალი ნედლეულის მომზადების მეთოდები ისევე, როგორც წვნიანი (ხილ-ბოსტნეული) ნედლეულისა.

მშრალი ნედლეულის მომზადება. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ყველა სახის



მშრალი (ფხვიერი და მყარი) ნედლეული: მარცვალ-ფქვილოვანი, პარკოსანი, შაქარი, სუფრის მარილი, მყარი ცხიმები, დაწნეხილი საფუარი და სხვ.

ამ სახის ნედლეულის მომზადება მოიცავს დახარისხებასა და მინარევებისაგან (მათ შორის ლითონური მინარევებისაგან) გაწმენდას, ოპტიმალური პროპორციით შერევას, აწონვასა და ტრანსპორტირებას. ჩამოთვლილი ოპერაციები შეიძლება შეიფაროს ან შეიცვალოს სხვებით, ნედლეულის სახისა და შემდგომი გადაამუშავების პირობების მიხედვით. მაგალითად, შოკოლადის წარმოებაში დახარისხებისა და გაწმენდის შემდეგ კაკო-მარცვალს ხალავენ, შემდეგ კი ფქვავენ და ფქვილს ახარისხებენ. ხორბლის მარცვალს, მაღალი ხარისხის ფქვილების წარმოების დროს, რეცხავენ და ამუშავებენ სითბოთი და სინესტით.

ზოგიერთი სახეობის ფხვიერი ნედლეულისაგან ჯერ ამზადებენ ხსნარებს (მარილი, შაქარი, საკვები მყავები), რომლებსაც შემდეგ წმენდენ ფილტრაციითა და დაწდომით

განვიხილოთ ნედლეულის მომზადების აღნიშნული ოპერაციები.

ნედლეულის გაწმენდა აუცილებელია სხვადასხვა მინარევების მოსაცილებლად. ზომებითა და აეროდინამიკური თვისებებით განსხვავებული მინარევებისაგან მარცვალი თავისუფლდება მარცვლეულის სეპარატორებზე, რომლებშიც დაყენებულია 3–4 სწორკუთხა და მრგვალხვრელებიანი საცერი. მინარევები, რომლებიც განსხვავდება მარცვლისაგან ფორმით (ჭიოტა, ცერცველა, ველური შვრია) ცილდება ტრიერებში; წვრილი ქვები, ხრეში და მიწა გამოეყოფა ქვისმომამშორებელ მანქანებზე, ხოლო ლითონური მინარევები – მაგნიტურ დამჭერებზე.

მარცვლის ზედაპირს ჭუჭყისაგან წმენდენ მშრალი და სველი მეთოდებით. პირველ შემთხვევაში მარცვალს ატარებენ მარცვალსაწმენდ ჯაგრისებთან მანქანებში, ხოლო სველი გაწმენდის დროს – სარეცხ აპარატებში.

ხორბლისა და ჭვავის გაწმენდილ მარცვალს უბრალო დაფქვისათვის მომზადების დროს, საწმენდი მანქანის შემდეგ კვლავ აგზავნიან სეპარატორზე იმ მინარევების დამატებით მოსაცილებლად, რომლებიც დარჩა ნედლეულში პირველი სეპარატორის შემდეგ ან წარმოიქმნა მარცვალსაწმენდ მანქანაზე მისი გატარების დროს. 13%-ზე ნაკლები ტენიანობის მარცვალს ატენიანებენ დამნამავ აპარატში და აყოფენ ბელელში არევისათვის; ამის შემდეგ მარცვალს დამატებით წმენდენ ქვების მომაცილებელზე, წონიან, ატარებენ მაგნიტურ სეპარატორში და აგზავნიან დასაფქვადად.

ალაოს წარმოებაში ქერის მარცვალს ან სხვა კულტურებს ახარისხებენ ზომების მიხედვით. ასალოჯებლად იგზავნება მხოლოდ მსხვილი ფრაქცია.

ხორბლის მარცვალს ხარისხობრივი დაფქვის დროს ატენიანებენ. მარცვლის ტენიანობა 15–16%-მდე აჰყავთ, რისთვისაც დასველების შემდეგ აყოფენ ბელლებში 6–8, ზოგჯერ 10–14 სთ; ამ ოპერაციას ცივი კონდიციონირება ეწოდება. გარდა ცივისა, იყენებენ ცხელ (40–50°-იანი წყლით) და ჩქაროსნულ კონდიციონირებასაც (მარცვლის გაცხელება ორთქლით 50–60°-მდე). ცხელი კონდიციონირების დროს მარცვალს აყოფენ ბელელში 2–4 სთ, ხოლო ჩქაროსნულის დროს – 10–20 წთ, რის შემდეგაც აგზავნიან გამრეცხ მანქანაზე 25°-მდე გასაგრილებლად და ტენიანობის 1,5 %-ით გასაზრდელად.

კონდიციონირების დროს უმჯობესდება მარცვლის საფქვავე თვისებები: გარსი უფრო ელასტიკური ხდება, სუსტდება კაეშირი ენდოსპერმასთან, ამიტომ ადვილდება მისი მოცილება მარცვლის დამსხვრევის დროს, მაღალი ხარისხის ფქვილის გამოსავალი იზრდება, მცირდება ნაცრიანობა და ენერგიის ხარჯი მარცვლის დაფქვაზე.

კაკაოს მარცვლისა და კაკლის გულის (თხილი, არაქისი) პირველადი დამუშავება, გარდა ნაჭუჭის დამსხვრევისა (კაკლისათვის) და გულის გაწმენდისა ნაჭუჭისა და სხვა მინარევებისაგან, მოიცავს ნედლეულის თერმიულ დამუშავებას (მოხალვას) საშრობებში მის 130°C-მდე გასაცხელებლად და ტენიანობის 2–3%-მდე მისაყვანად. ამ დროს უმჯობესდება პროდუქტის გემო და არომატი.

გაცივებულ გულებს ამსხვრევენ სამსხვრევე-დამხარისხებელ მანქანებზე, სადაც აცილებენ გარსს, ახარისხებენ ნამსხვრევეს ზომების მიხედვით და ათავისუფლებენ ჩანასახისაგან (კაკაოს მარცვლებს).

ფქვილის მომზადება მოიცავს მის შეთბობას ზამთარში 10–20°-მდე (ამისათვის საწარმოში იქმნება მარაგი 7 დღის უწყვეტი მუშაობისათვის), შერევას, საკონტროლო საცრებში გაცრას (ბურატი, წისქვილის გამზნევი) და მაგნიტურ გაწმენდას (ფქვილის გატარება მაგნიტურ ველში).

ფქვილი თბება გამთბარ საწყობში მისი შენახვის პროცესში ან ტრანსპორტირების დროს მილგაყვანილობისა და ფქვილმომარაგების სხვა სისტემების მექანიზმებში.

ერთმანეთში ურევენ სხვადასხვა ხარისხის ფქვილს მოცემული

ხარისხის პურის რეცეპტურის შესაბამისად (ჭვავ-ხორბლის, ხორბალ-ჭვავის) ან სხვადასხვა პარტიის ფქვილებს ერთი ხარისხის ფარგლებში, როცა აუცილებელია ერთი პარტიის ფქვილის რომელიმე მაჩვენებლის გაუმჯობესება მეორის ხარჯზე, რომელსაც ეს მაჩვენებელი უკეთესი აქვს. სხვადასხვა პარტიის ფქვილის თანაფარდობის განსაზღვრისათვის მაჩვენებლები უნდა შეირჩეს მათი ხარისხის ლაბორატორიული ანალიზის ან საცდელი ცხობის შედეგების მიხედვით. ეს მაჩვენებლები შეიძლება იყოს: ფერი, წებოგვარას რაოდენობა და ხარისხი, აირწარმოქმნის უნარი, ფქვილის “ძალა” და სხვ.

ფქვილის წარმოებაში გაშვების წინ აუცილებელია მისი გაცრა. გაცრის მიზანია ყოველგვარი მინარევების მოცილება და ფქვილის აერაცია – ფქვილის ჰაერით გაჯერება. ფქვილს ცრიან ბურატისა და გამბნევის ტიპის საცრებზე, რომლებიც ლითონის ბადეებითაა აღჭურვილი.

ფქვილის მაგნიტური გაწმენდისათვის იყენებენ ნალისებრ მუდმივ მაგნიტებს ფერომინარევების მოსაცილებლად. მაგნიტებს წარმოებაში აყენებენ ფქვილის მოძრაობის გზაზე ორ წერტილში: ერთს - ფქვილის მომარაგების განყოფილებაში, მეორეს – უშუალოდ ფქვილის დოზატორთან.

დოზირების მოხერხებულობის მიზნით ზოგიერთი ფხვიერი მასალებისაგან ამზადებენ ხსნარებს, ემულსიებსა და სუსპენზიებს. წყალში ხსნადი ან ემულსიისა და სუსპენზიის წარმომქმნელი ნედლეულის დოზირება წარმოების უწყვეტი მეთოდების დროს ხდება მოცულობის მიხედვით. ამასთან დაკავშირებით, სარეცეპტურო სადგურებში ან მოსამზადებელ საამქროებში ამზადებენ რეცეპტურულ კომპონენტებს.

მარილს ხსნიან სპეციალურ მარილგამხსნელებში, რომლებიც აღჭურვილია ხსნარის გასაფილტრი და დასაწდომი მოწყობილობით უხსნარი ნაწილაკებისაგან ხსნარის გასაწმენდად; არეომეტრით ამოწმებენ მიღებული მარილხსნარების სიმკვრივეს და საჭიროების შემთხვევაში, აკორექტირებენ ხსნარის კონცენტრაციას მარილის ან წყლის დამატებით.

შაქარი წყალში კარგად იხსნება, ხსნადობა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. შაქრის ხსნარების მოსამზადებლად სხვადასხვაგვარ დანადგარებს იყენებენ. მაგალითად, პურის ქარხნებში გავრცელებულია 01-0Ñ1 მარკის დანადგარი. ხსნარი აირევა ბარბოტირების მეთოდით, შემდეგ შეკუმშული ჰაერით გადაეცემა სახარჯ ავზებს. დანადგარი აღჭურვილია კონცენტრაციის რეფრაქტომეტრული სიგნალიზატორით, ხოლო სახარჯი

ავზები – ავტომატური მოწყობილობით ხარჯის რეგულირებისათვის.

მრავალ წარმოებაში ამზადებენ შაქრისა და შაქარ-ბადაგის სიროფებს.

მათ საფუძველზე მზადდება მარმელადი, კანფეტის მასები, კარამელი და სხვ.

ცხიმების (მყარი – მარგარინი, საკონდიტრო ცხიმები) დოზირება უწყვეტი პროცესის დროს ასევე თხევად მდგომარეობაში ხდება, რისთვისაც მათ ან ადნობენ, ან ამზადებენ წყალ-ცხიმის ემულსიას. ეს განსაკუთრებით აუცილებელია მარგარინის შემთხვევაში, რადგან გადნობის დროს იგი შეიძლება შემადგენელ კომპონენტებად განშრევდეს.

დაწნეხილ საფუარს ნახევარფაბრიკატებში შეყვანამდე ხსნიან 25-30°C-მდე გამთბარ წყალში. გაყინულ საფუარს ნელ-ნელა ალდობენ 4-5°C-მდე. საფუარის გასახსნელად იყენებენ X-14 მარკის დანადგარს, რომელიც შედგება შემრევისა და მუდმივი დონის ავზისაგან.

წვნიანი ნედლეულის მომზადება. ამ ჯგუფის ნედლეულს მიეკუთვნება შაქრის ჭარხალი, კარტოფილი, ხილ-ბოსტნეული და სხვ.

შაქრის ჭარხლისა და კარტოფილის მომზადება მოიცავს მათ მიწოდებას კაგატის ველიდან და ბურტებიდან წარმოებაში, გამრეცხ მანქანებში ჭუჭყისაგან გაწმენდას, მინარეების მოცილებას და ავტომატურ სასწორზე აწონვას.

ქარხანაში ჭარხალი და კარტოფილი მიეწოდება სხვადასხვა ტიპის ჰიდრაულიკური ტრანსპორტიორებით, რომლებსაც განლაგებენ ადგილის რელიეფის გათვალისწინებით.

მოძრაობის დროს ფესვები და ბოლქვნაყოფები ნაწილობრივ ირეცხება ტალახისაგან. მძიმე მინარეები (ქვები, ლითონური საგნები, სილა და სხვ.) ცილდება ქვის დამჭერებში, ხოლო მსუბუქი (ჩალა, ნაფოტები, ლეროები და სხვ.) – ფოცხებიან ჩალადამჭერებზე. სრული გარეცხვა ხდება გამრეცხ მანქანებში.

ხილ-ბოსტნეული ნედლეულის მომზადება საკონსერვო ქარხნებში გამოირჩევა დიდი მრავალფეროვნებით და დამოკიდებულია ნედლეულის სახესა და დასამზადებელ პროდუქციაზე.

ხილისა და ბოსტნეულის მომზადება მოიცავს დაკალიბრებას, გარეცხვას, დახარისხებას ანუ ინსპექციას, გაწმენდას, დაჭრას და თბურ დამუშავებას.

დაკალიბრებას უწოდებენ ნედლეულის დაყოფას ზომების მიხედვით, რაც ხორციელდება კალათებიან ან ლილვიან-ლენტურ დასაკალიბრებელ მანქანებზე.

ნედლეულს, მისი სახეობის მიხედვით, რეცხავენ გაწმენდამდე ან მის შემდეგ. მაგალითად, ძირხვენებს (სტაფილო, თეთრი ბოლოკი) რეცხავენ გაწმენდამდე, ხახვს კი – შემდეგ. ტალახისა და მიწის მოსაცილებლად ბოსტნეულს გულმოდგინედ რეცხავენ სარეცხ მანქანებში, ხოლო მწვანილს – შხაპის ქვეშ.

დახარისხება (ინსპექცია) ტარდება როგორც დამოუკიდებელი პროცესი კონვეიერთან, ან ერთიანდება ძირხვენების გაწმენდასთან. დახარისხებას ატარებენ ფერის (ბადრიჯანი, ტომატები), ფორმის ან სხვა ნიშნის მიხედვით; დეფექტიან ნაყოფს აცილებენ.

გაწმენდა მოიცავს ყუნწის, თესლყუნწების, თესლების, მწვანე ნარჩენების (ხილისათვის), ფესვებისა და ძირხვენების წვრილი ნაწილების, გამხმარი ღეროების, ქერქისა და სხვათა მოცილებას. ნედლეულის სახეობის მიხედვით ამას აკეთებენ მანქანებით ან ხელით. გამოიყენება ხახვის პნემატური გაწმენდა, სტაფილოს ტუტოვანი გაწმენდა (5-წუთიანი დამუშავება კაუსტიკური სოდის 3%-იანი ხსნარით).

გაწმენდისათვის იყენებენ სხვადასხვა სახის მანქანებს – ყუნწებისა და ტომატის თესლის მომამორებელს, კურკოვანებისათვის - კურკის ამომგდებსა და სხვ.

ძირხვენებისა და ბოსტნეულის რგოლებად და კუბიკებად დასაჭრელად იყენებენ დამჭრელ მანქანებს, რომლებიც აღჭურვილია დისკოსებრი, ბრტყელი, ან სავარცხლისებრი დანებით; ეს მანქანები აღჭურვილია აგრეთვე მაგნიტური მოწყობილობით ფერომინარევეების მოსაცილებლად.

თერმული დამუშავება მოიცავს ბლანშირებას და შეწვას.

ბლანშირება არის ნედლეულის დამუშავება წყლის დუღილის მახლობელ ტემპერატურაზე; თბომატარებლად იყენებენ ცხელ წყალს, მარილებისა და ორგანული მჟავების წყალხსნარებს, მწვავე ორთქლს. ბლანშირების მიზანია ფერმენტების ინაქტივაცია; ამის შედეგად ნედლეულის მასა მცირდება, იზრდება მისი სიმკვრივე; დამუშავების შემდეგ მასას აცილებენ.

ნედლეულის შეწვა (გარედან შეწვა, შებრაწვა) ხდება საუზმედ განკუთვნილი კონსერვების დამზადების დროს ცხელ მცენარეულ ზეთში 120-150°C-ზე 5-20 წთ-ის განმავლობაში; ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ნედლეულის სახეობაზე; ამისათვის იყენებენ ორთქლ-ზეთოვან ლუმებს, რომლებიც აღჭურვილია აბაზანებით; ეს აბაზანები ავსებულია

ცხელი ზეთით, რომელშიც ბადით ჩაუშვებენ ნედლეულს და დააყოვნებენ განსაზღვრული დროით.

წყლის მომზადება. სასმელი წყალი ყველა მაჩვენებლით (განსაკუთრებით სიხისტით) ვერ აკმაყოფილებს კვების მრეწველობის რიგ წარმოებებს (ლუდის, ლიქიორ-არყის და სხვ.). მოთხოვნილებები, რომლებსაც კვების მრეწველობა უყენებს წყალს, სხვადასხვაა და მოცემულ წარმოებაში გამოშვებული პროდუქტის სახეობითაა რეგლამენტირებული; ამიტომ წყალი გამოყენებამდე წინასწარ უნდა მომზადდეს მოცემული საწარმოს მოთხოვნილებების შესაბამისად.

წყლის მომზადების უმნიშვნელოვანესი ოპერაციაა მისი დარბილება და ტექნოლოგიური პროცესის პირობებით განსაზღვრულ ტემპერატურამდე გაცხელება.

მრავალი წარმოების ტექნოლოგიური მიზნებისათვის წყალს საერთოდ არ არბილებენ ან არბილებენ მხოლოდ ადუღებით, ე.ი. აშორებენ მხოლოდ დროებით სიხისტეს.

წყლის სიხისტის ხარისხი ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით (კალციუმისა და მაგნიუმის იონების მგ.ეკვ.-ის რაოდენობა 1 ლ წყალში): ძლიერ რბილი წყალი – 1,5-მდე; რბილი – 1,5–3,0; ზომიერად ხისტი წყალი – 3,0–6,0; ხისტი – 6,0–9,0; ძლიერ ხისტი – 9,0-ზე მეტი.

წყლის სიხისტისადმი წაყენებული მოთხოვნილებები პროდუქტის სახეობით განისაზღვრება. მაგალითად, ღია ფერის ლუდის დასამზადებლად უკეთესია რბილი წყალი, მუქი ფერის ლუდისათვის ვარგისია ხისტიც.

ალკოჰოლური სასმელების დასამზადებლად გამოყენებული წყლის სიხისტე 0,35 მგ.ეკვ/ლ-ზე მეტი არ უნდა იყოს.

წყალში შემავალი Ca-ისა და Mg-ის ბიკარბონატების, ქლორიდების, სულფატების და სხვა მარილების ხსნადობა მცირდება სხვა გახსნილი ნივთიერებების, მაგალითად, სპირტის, შაქრის და სხვათა თანაობისას, რის გამოც პროდუქციის რამდენადმე ხანგრძლივად დაყოვნების შემთხვევაში, ზოგჯერ კი დამზადებისთანავე, შეიძლება რომელიმე ნივთიერება (ან რამდენიმე) გამოილექოს და მივიღოთ წუნშემცველი პროდუქტი; თუმცა, ეს ნალექი მომხმარებლისათვის საზიანო არ არის, პროდუქტს უკარგავს სასაქონლო სახეს და აქვეითებს მის ხარისხს. ამიტომ პროდუქტის დასამზადებლად გამოყენებამდე წყალს წინასწარ ამუშავებენ. პირველად წყალს ატარებენ კვარცის სილაში, როგორც ფილტრში. წვრილდისპერსიულ ტივტივარებს

წყალს აცილებენ კოაგულაციით, რისთვისაც წყალს ამუშავებენ ალუმინისა და რკინის სულფატებით. ამის შემდეგ, წყალს გაატარებენ დამარბილებელ დანადგარებზე. ამჟამად ყველაზე მეტად გავრცელებულია წყლის დარბილება იონიტური, კერძოდ, კატიონიტური მეთოდით. წარმოებაში გამოყენებული კატიონიტებიდან ყველაზე პოპულარულია კატიონიტი  $\text{HR-2}$ . ამ კატიონიტს ჩატვირთავენ დანადგარში და მასზე გაატარებენ დასარბილებელ წყალს; კატიონიტი შთანთქავს წყალში არსებულ კალციუმისა და მაგნიუმის იონებს. როდესაც კატიონიტი გაჯერდება და დაკარგავს წყლის დარბილების უნარს, ატარებენ მის რეგენერაციას სუფურის მარილის ხსნარით.

სპირტისა და ლიქიორ-არყის წარმოებაში განსაკუთრებით მაღალხარისხოვანი პროდუქტის დამზადების დროს წყალს ატარებენ გააქტივებულ ხის ნახშირზე ( $\text{AAO}$ ,  $\text{AAE}$ ), რათა იგი უფრო სრულყოფილად გაწმინდონ, მოაცილონ ყოველგვარი გარეშე გემო და სუნის.

## პირობა ნაწილი

### VI თავი

#### 6.1. კვების პროდუქტების ტექნოლოგიის მეცნიერული საფუძვლები

კვების საწარმოთა ტექნოლოგია შეისწავლის ნედლეულის საკვებ პროდუქტებად გადაამუშავების მეთოდებს. ტექნოლოგია სინთეზური მეცნიერებაა. იგი ემყარება ფიზიკის, ქიმიის, ბიოლოგიისა და მეცნიერების სხვა დარგების კანონზომიერებებს, რამდენადაც ტექნოლოგიური პროცესი არის ნედლეულსა და ნახევარფაბრიკატებზე ფიზიკურ, ქიმიურ და სხვა ზემოქმედებათა ერთობლიობა.

კვების საწარმოთა ტექნოლოგიური პროცესები ისევე მრავალფეროვანია, როგორც თვით პროდუქტების ასორტიმენტი, ამიტომ მიზანშეწონილია მათი დაყოფა ნედლეულისა და ნახევარფაბრიკატების დამუშავების მეთოდების საერთო ნიშნების მიხედვით. როგორც საერთოდ ყველა კლასიფიკაცია, ეს დაყოფაც პირობითი იქნება. მიღებულია კვების საწარმოთა დაყოფა ოთხ ჯგუფად: I ჯგუფი – სამადულრე წარმოებები; II ჯგუფი – ფიზიკურ-ქიმიური წარმოებები; III ჯგუფი – მექანიკურ-თბოფიზიკური წარმოებები; IV ჯგუფი – ქიმიური წარმოებები.

*სამადულრე წარმოებები.* ამ ჯგუფს მიეკუთვნება წარმოებები, რომლებშიც წამყვანი პროცესია დუღილი: პურისა და პურსაცხობი საფუერების მომზადება, ლუდის, ყურძნის ღვინის, სპირტის, მცირეალკოჰოლიანი სასმელების და სხვა წარმოებები. ამ ჯგუფის წარმოებების განმასხვავებელი თავისებურებაა ტექნოლოგიაში ნახშირწყლების დუღილის გამომწვევი მიკროორგანიზმების გამოყენება. მიკროორგანიზმების ცხოველმობა (ნივთიერებათა სინთეზი, გამრავლება) დაკავშირებულია ენერჯის ხარჯვასთან, ისინი ენერჯიას ლეზულობენ ორგანული ნივთიერებების დაუანგვით. ზოგ მიკროორგანიზმს შეუძლია სუნთქვისათვის ნახშირწყალბადები (პარაფინები, მეთანი) გამოიყენოს. როგორც ცნობილია, არსებობს აერობული და ანაერობული სუნთქვა. წარმოებაში ორივე ტიპის სუნთქვის პროცესს იყენებენ. ანაერობული სუნთქვა გამოიყენება იმ დარგებში, რომელთა მიზანია ეთილის სპირტის შემცველი პროდუქტების მიღება (ალკოჰოლიანი სასმელების, სპირტისა და სხვა წარმოებები). აერობული სუნთქვის პრო-



ცეს იყენებენ მიკრობიოლოგიური პროდუქტების წარმოებაში (პურსაცხო-  
ბი და საკვები საფუერის, ფერმენტული პრეპარატების, ზოგიერთი ვი-  
ტამინებისა და სხვა წარმოებები).

*ფიზიკურ-ქიმიური წარმოებები.* ამ ჯგუფს მიეკუთვნება შაქრის, სახამებლის, მცენარეული ზეთების, ზოგიერთი საკონდიტრო ნაწარმისა და სხვა წარმოებები. მათთვის საერთოა ნედლეულიდან სასარგებლო კომპონენტის გამოყოფის ხერხი და მათი შემდგომი გადამუშავება ქიმიური მეთოდებით. ამ შემთხვევაში მთავარი ტექნოლოგიური პროცესია დიფუზია ან ექსტრაქცია. სახამებლის გამოყოფის დროს პროდუქტს გამოეცხვენ წყლით ნედლეულის დაქუცმაცებული მასიდან. დიფუზიის (ექსტრაქციის) მეთოდით გამოყოფენ წვეს შაქრის ჭარხლიდან, ხილიდან და კენკრიდან, მცენარეულ ზეთს – ზეთოვანი მცენარეების თესლიდან.

*მექანიკურ-თბოფიზიკური წარმოებები.* წარმოებათა ეს ჯგუფი ყველაზე უფრო ფართოა და მოიცავს საფქვავ-საბურღულე, მკარონის, საკონსერვო და სხვა წარმოებებს.

ამ ჯგუფის წარმოებათა ტექნოლოგიას საფუძვლად უდევს მექანიკური პროცესები - შერევა და გაყოფა, დამსხვრევა-დაქუცმაცება, წნევით დამუშავება (გამოწნევა, ვალცირება, დატვიფრა) და სხვადასხვა თბოფიზიკური პროცესები – კონდიციონირება, გამოცხობა, შრობა, მოხალვა, სტერილიზაცია და სხვ.

მექანიკური და თბოფიზიკური პროცესების ურთიერთკავშირი და თანამიმდევრობა სხვადასხვაა. ზოგ წარმოებაში სითბოთი (ან სიცივით) ამუშავებენ მხოლოდ ნედლეულს, სხვა წარმოებაში – მხოლოდ ნახევარფაბრიკატს.

*ქიმიური წარმოებები.* ამ შემთხვევაში წამყვანი რგოლი ქიმიური რეაქციებია. წარმოებათა ამ ჯგუფს მიეკუთვნება რიგი მეტად მნიშვნელოვანი წარმოებებისა, როგორცაა ბადაგისა და საკვები გლუკოზის მიღება სახამებლის ჰიდროლიზით არაორგანული და ბიოლოგიური კატალიზატორების გამოყენებით, სხვადასხვა ცხიმპროდუქტების მიღება ჰიდროგენიზაციისა და ეთერიფიკაციის მეთოდით, ეთილის სპირტის მიღება ეთილენის ჰიდრატაციითა და სხვ.

## **6.2. სამადულრე და ფიზიკურ-ქიმიურ წარმოებათა მეცნიერული საფუძვლები**

კვების მრეწველობის თანამედროვე წარმოებები გამოირჩევა მექანიზაციისა და ტექნიკის მაღალი დონით. ამ საწარმოთა უწყვეტნაკადურ საზღვრებზე მთელი ტექნოლოგიური ციკლისა და მისი ცალკეული ეტაპებისათვის გამოყოფილი დროის ჩარჩოებში ხორციელდება ბიოლოგიური, მიკრობიოლოგიური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების რთული კომპლექსი, რომელთა შედეგადაც ნედლეული მაღალი ხარისხის კვების პროდუქტად გარდაიქმნება.

ამ თავში განხილულია უმნიშვნელოვანესი კვების პროდუქტების – პურის, შაქრის ჭარხლის, მცენარეული ზეთების, სახამებლის პროდუქტების - ტექნოლოგიის მიკრობიოლოგიური, ბიოქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური საფუძვლები.

### **6.2.1. ტექნოლოგიის მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური საფუძვლები**

კვების მრეწველობაში ნედლეულის მზა პროდუქტად გარდაქმნის პროცესების უმრავლესობა ხორციელდება იმ ფერმენტების საშუალებით, რომლებიც შედის ნედლეულში ან გამოიყოფა სუბსტრატში მოცემულ პროცესში გამოყენებული მიკროორგანიზმების მიერ. ფერმენტებისა და ფერმენტაციული პროცესების როლი კვების პროდუქტების ტექნოლოგიაში იმდენად დიდია, რომ მიზანშეწონილია მათი ცალკე განხილვა.

#### **6.2.1.1. ფერმენტები და ფერმენტაცია**

ფერმენტები განსაკუთრებული ორგანული ნივთიერებებია, რომლებიც გამომუშავდება ორგანიზმში (უჯრედებში) და არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას. ისინი აკატალიზებენ ბუნებაში მიმდინარე მრავალფეროვან რეაქციას. რიგი კვების პროდუქტების ტექნოლოგიაში სწავლებას ფერმენტების შესახებ ერთ-ერთი ცენტრალური ადგილი უკავია, რამდენადაც იმ პროცესებს, რომლებიც მიმდინარეობს სოფლის მეურნეობის ნედლეულის გადამამუშავებისა და პროდუქტების შენახვის დროს, საფუძვლად უდევს ფერმენტაციული მოვლენები; უფრო მეტიც, ის ბიოლოგიური პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს კვების პროდუქტების

გადამუშავებისა და შენახვის დროს, შეიძლება აიხსნას მხოლოდ ამა თუ იმ ფერმენტის მოქმედებით. თუ არ გვეცოდინება ფერმენტების როლი, ვერ ავხსნით ისეთ მნიშვნელოვან პროცესებს, როგორცაა ყველის მომწიფება, დუღილის სხვადასხვა სახეები, თამბაქოსა და ჩაის ფოთლების, კაკაოსა და ყავის მარცვლების ფერმენტაცია, მარცვლეულისა და ხილ-ბოსტნეულის შენახვა. ეს ფერმენტაციული პროცესები გამოწვეულია ან თვით გადასამუშავებელ მასალაში არსებული ფერმენტებით, ან იმ ფერმენტებით, რომლებიც მოცემულ ტექნოლოგიურ პროცესში გამოყენებული მიკროორგანიზმების მიერ გამოიმუშავდება. ფერმენტების მოქმედებასთან დაკავშირებული არა მარტო პროდუქტის გადამუშავების დროს მიმდინარე რთული გარდაქმნები, არამედ ისეთი პროცესებიც კი, როგორცაა საკვები ნედლეულისა და პროდუქტების ყინვაგამძლეობა, მოსავლიანობა, სწრაფდამწიფება, მცენარეული პროდუქტების მდგრადობა შენახვის დროს და ა.შ.

დღეისათვის უკვე ცნობილია 2000-ზე მეტი ფერმენტი. ამასთან, უნდა ვივარაუდოთ, რომ ეს მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილია იმ ურიცხვი რაოდენობისა, რომელიც შეიძლება სინამდვილეში იყოს ცოცხალ ბუნებაში; აქედან დაახლოებით 100-მდე მიღებულია გაწმენდილი პრეპარატების სახით, ხოლო მეტ-ნაკლებად გაწმენდილია 500-ზე მეტი.

სუბსტრატზე მიკროორგანიზმების ზემოქმედება მდგომარეობს მისი შემადგენელი ნაწილების ბიოქიმიურ ცვლილებაზე მიკრობის უჯრედის მიერ ზრდისა და ნივთიერებათა ცვლის პროცესში სინთეზირებული ფერმენტის გავლენით. სხვადასხვა მიკროორგანიზმები ასინთეზებენ სხვადასხვა ფერმენტებს, რომლებიც აძლიერებს გარკვეულ პროდუქტებში სპეციფიკური სუბსტრატების ბიოქიმიურ გარდაქმნას.

მაგალითად, სპირტის წარმოებაში ობის სოკოს ან ალაოს ამილაზე-ბი ტკბილის სახამებელს გარდაქმნის მონო- და დისაქარიდებად, საიდანაც საფუერის ფერმენტთა კომპლექსი გამოიმუშავებს სპირტსა და CO<sub>2</sub>-ს.

ლუდის ტკბილში მსგავსი გარდაქმნა ხორციელდება ალაოს ფერმენტის ამილოლიტური კომპლექსით, ხოლო მონო- და დისაქარიდებს საფუერები გარდაქმნის ეთანოლად, მრავალატომიან სპირტებად და სხვა ნაერთებად, რომლებიც ლუდის ძირითადი კომპონენტებია. მნიშვნელოვანია, აგრეთვე, ალაოს პროტეინაზების მოქმედებით ცილების პეპტიდებად და ამინომჟავებად გარდაქმნის პარალელურად მიმდინარე პროცესი; ეს ნივთიერებები ასევე მონაწილეობს საფუერის უჯრედში მიმდინარე ნივ-

თიერებათა ცვლაში და მზა ლუდის შემადგენლობაში შედის.

ღვინის წარმოებაში, ყურძნისა და ხილ-კენკრის ტკბილში ნახშირ-წყლები დადუღებისათვის მზა მდგომარეობაში იმყოფება, ე.ი. იქ არის მონოსაქარიდები გლუკოზისა და ფრუქტოზის სახით, რომლებიც წინასწარი ჰიდროლიზის გარეშე აითვისება საფუერებით და მათი ფერმენტული კომპლექსებით გარდაიქმნება ეთილის სპირტად და ღვინოში შემავალ სხვა ქიმიურ ნივთიერებებად.

ფერმენტული პრეპარატების, მაგალითად, ამილოლიტურ, პროტეოლიტურ, პექტოლიტურ, ცელულაზურ და სხვა წარმოებებში, პირველ რიგში გამოჰყავთ გარკვეული სახის მიკროორგანიზმები – ბაქტერიები, ობის სოკოები, საფუერები და სხვ., რომლებიც ნივთიერებათა ცვლის დროს საკუთარი საჭიროებისათვის ასინთეზებენ გარკვეული სახის ფერმენტებს და მათ კომპლექსებს; არჩევენ რა ოპტიმალურ პირობებს, აძლიერებენ საჭირო ფერმენტების სინთეზს მათი სამრეწველო გამოყენების მიზნით. სინთეზის პროცესის შემდეგ ფერმენტს გამოყოფენ კულტურალური სითხიდან და წმენდენ პრეპარატების სახით სასაქონლო კონდიციამდე .

საკვები მჟავები, მაგალითად, ლიმონისა და რძის, შესაბამისად, ობის სოკოებისა და რძემჟავაპროდუქტების ცხოველმოქმედების პროდუქტებია, როცა ისინი შაქრის ჭარხლის მელასას გარდაქმნიან.

ჩაის წარმოებაში ჩაის ფოთლის ფერმენტაცია ხორციელდება მისი ფერმენტების გავლენით; ასევეა თამბაქოს ფოთლის შემთხვევაშიც.

ამრიგად, მრეწველობის ყველა ჩამოთვლილი დარგის საფუძველია სხვადასხვა სახის ნედლეულის სუბსტრატების ბიოქიმიური გარდაქმნა ინდივიდუალური ფერმენტებით ან ფერმენტული კომპლექსებით, რომლებიც გამოიმუშავდება მცენარეებში ან ამავე გარემოში კულტივირებული მიკროორგანიზმებით. ფერმენტული პრეპარატები სპეციალურად შეჰყავთ სუბსტრატში ტექნოლოგიური პროცესის დასაჩქარებლად.

### 6.2.1.2. საფუერები

კვების პროდუქტების წარმოებებში იყენებენ ბაქტერიებსა და სოკოებს. ამ უკანასკნელთა მთავარი წარმომადგენელი – საფუარი – ერთუჯრედიანი მიკროორგანიზმია, რომელიც ბაქტერიებისაგან განსხვავებით, მრავლდება დაკვირვებით, ხოლო არახელსაყრელ პირობებში – სპორწარმოქმნის გზით.

საფუერის უჯრედი შედგება გარსის, უჯრედის კედლის, რომელიც ირგვლივ ეკვრის მთელ უჯრედს, ბირთვისა, რომელიც უჯრედის სიცოცხლის მატარებელია, პლაზმისა (ციტოპლაზმისა) და მასში მყოფი სხვადასხვა ჩანარებისაგან.

უჯრედის კედელი ყველა საფუარში შედგება რთული ნახშირწყლებისაგან (პემიცილულოზები), პოლისაქარიდებისაგან, რომლებიც წარმოდგენილია ლიპიდებთან და აზოტოვან ნაერთებთან კომპლექსში. გარსს აქვს გარე და შიგა ფენები. გარე ფენაში მოთავსებულია მანანოპროტეინული კომპლექსი, რომელიც კედლის ძირითადი სტრუქტურა და ფერმენტის განლაგების ადგილია. შიგა ფენას ნახევრად შეღწევადი მემბრანა ეწოდება. ამინომჟავებისა და გლუკოზის მოლეკულები მასში უფრო სწრაფად შეაღწევენ, ვიდრე ლითონების უფრო პატარა იონები; ეს აიხსნება ფერმენტების მუშაობით უჯრედის კედლის გარე ფენაში. საქაროზა აღწევს უჯრედში მონოსაქარიდებად მისი წინასწარი გარდაქმნის შემდეგ, რაც გარსის გარე ფენაში მყოფი β-ფრუქტოზოფურანოზიდაზას მოქმედებით ხორციელდება.

ციტოპლაზმა ბლანტი კოლოიდური მასაა, რომელიც შედგება წყლის, ცილების, ლიპიდებისა და ნახშირწყლებისაგან. უჯრედის კედლისაგან იგი გამოყოფილია მემბრანით, რომელიც შედგება ლიპიდურ-ცილოვანი ნივთიერებებისაგან, ნუკლეოპროტეინებისა და კალციუმის ნაერთებისაგან. მეტაბოლიზმის სხვადასხვა ნივთიერებების გადანაცვლება უჯრედის შიგნით და გარეთ ხორციელდება ამ მემბრანის გავლით. ციტოპლაზმის სიბლანტე იცვლება გარემოს პირობების მიხედვით.

საფუერის ყოველ უჯრედში არის ბირთვი, რომელიც შეიცავს მემკვიდრეობითი საწყისის მატარებელი გენებისაგან შემდგარ ქრომოსომებს. საფუერის უჯრედის ბირთვი შეიცავს დნმ-ს და ნუკლეოპროტეიდს, რომლებიც უჯრედის მემკვიდრეობით ინფორმაციას ატარებენ. მიკროსკოპული ნაწილები – რიბოსომები – შედგება ლიპიდებისა და ცილებისაგან, და აგრეთვე რიბონუკლეინის მჟავისაგან (რნმ), რომელიც პასუხისმგებელია ცილის მოლეკულების, მათ შორის, ფერმენტების, სინთეზზე.

საფუარი ნორმალურ პირობებში მრავლდება დაკვირვებით და მხოლოდ ძალიან იშვიათად უჯრედის გაყოფით ან სპორწარმოქმნით. ყოველი უჯრედის გამრავლებას წინ უსწრებს უჯრედის ბირთვის გაყოფა.

საწარმოო პირობებში საფუერის კულტივირებისას შეიმჩნევა მისი

განვითარების ოთხი ფაზა.

პირველი ფაზა, ე.წ. ლაგ-ფაზა – ხასიათდება ბიომასის დაგროვებით 10%-მდე, საფუარი ამ დროს ყველაზე უფრო ითვისებს ფოსფოროვან და აზოტოვან ნაერთებს; ხანგრძლივობაა – 3–4 სთ.

მეორე – ლოგარითმულ ფაზაში - გროვდება ყველაზე მეტი საფუერის უჯრედი, იგი პატარაა, რადგან დაკვირვების სიჩქარე უსწრებს უჯრედის ზრდის სიჩქარეს. მაგრამ პატარა უჯრედების დიდი ზედაპირი უზრუნველყოფს ბიოქიმიური პროცესების დიდ სიჩქარეს, კერძოდ, სპირტის წარმოქმნას.

მესამე ფაზა – სტაციონარული – ხასიათდება ბიომასის ნელი მატებით, სათადარიგო საკვები ნივთიერებების დაგროვებით, ნახშირწყლების გარდაქმნის ბიოქიმიური პროცესებით, სპირტისა და  $C O_2$ -ის წარმოქმნით.

მეოთხე ფაზაში, რომელსაც მილევის ეწოდება, მთავრდება ჰიდროლიზური და სინთეზური პროცესები, მცირდება საფუერის ბიომასა.

საფუარი ფაკულტატიური ანაერობია. ეს ნიშნავს, რომ იგი თავის სასიცოცხლო ფუნქციას ავლენს როგორც ჰაერის ჟანგბადის თანაობისას, ასევე მის გარეშეც. პირველ შემთხვევაში საფუერის უჯრედების მიერ ორგანულ ნივთიერებათა სრული დაჟანგვით მიღებული ენერგია ( $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 2870$  კჯ) მათ მიერვე იხარჯება ბიომასის სინთეზზე, ე.ი. ზრდასა და გამრავლებაზე. უჟანგბადობის დროს თავისი სასიცოცხლო ფუნქციის განსახორციელებლად, საფუარი იყენებს ორგანულ ნაერთში არსებულ ჟანგბადს ( $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 234$  კჯ). აერობული სქემით უჯრედში ნივთიერებათა ცვლას საფუერის სუნთქვას უწოდებენ, ხოლო ანაერობული სქემით ნივთიერებათა ცვლას – დუდილს; ორივე ფერმენტული პროცესია.

საფუერის ცხოველმოქმედებაზე დიდ გავლენას ახდენს ტემპერატურა, გარემოს რეაქცია (pH) და შედგენილობა.

ტემპერატურის გავლენა. საფუერის სუნთქვის ოპტიმალური ტემპერატურული საზღვრებია – 22–30°C; 30°C-მდე გაცხელებისას საფუერის სუნთქვის აქტივობა იზრდება, 40°C-მდე კი შესამჩნევად იკლებს. დუდილის ინტენსივობის ოპტიმუმია 35°C, ე.ი. ოდნავ მეტი, ვიდრე სუნთქვისა, ხოლო 40°C-ზე 15%-ით მცირდება დუდილის ინტენსივობა. საფუარი იტანს გაცივებასაც, რასაც იყენებენ მეღვინეობასა და ლუდის ხარშვაში. ამ დროს ხანგრძლივდება მათი გამრავლების პერიოდი.

არსებობს საფუერის თერმოფილური სახეები, რომელსაც შეუძლია -ზე მთლიანად დაადულოს 20%-იანი შაქრის ტკბილი, ხოლო 32<sup>0</sup>C -ზე 25%-იანიც კი. საფუერის თერმოამტანობა პასტერიზაციის დროს დამოკიდებულია სპირტის შემცველობასა და pH-ზე. მაგალითად, ტკბილის პასტერიზაციას აღწევნ მისი გაცხელებით 60<sup>0</sup>C -მდე 15 წთის განმავლობაში, ხოლო მეორე მხრივ აქტიური დუღილი წყდება უკვე 10% სპირტის შემცველობისას. 45<sup>0</sup>C –მდე გაცხელებისას ყველა უჯრედი იღუპება.

გარემოს pH-ს გავლენა. საფუერების უმრავლესობა კარგად ვითარდება, როცა pH=3,7–3,3. არსებობს საფუართა რასები, რომლებიც ვითარდება მაშინაც კი, როცა pH = 2,7–2,5. pH-ის შემცირებით საფუერის უჯრედები რამდენადმე იკლებს ზომებში, მრგვალდება, უგროვდება ცხიმი; იცვლება საფუერის ნალექის სტრუქტურა – მარცვლისებურიდან გადაიქცევა სილისებურად. pH-ის 0,1-ით შემცირება ძირა ოპტიმალური მნიშვნელობიდან, იწვევს პლაზმის დეპრესიულ ცვლილებებს და უჯრედების კვდომას.

35<sup>0</sup>C გარემოს შედგენილობის გავლენა. საფუერების განვითარებაზე მოქმედებს შაქრის კონცენტრაცია. მისი ოპტიმალური შემცველობა ღვინის საფუერებისათვის 13-20%-ია. შაქრის კონცენტრაციის ამაღლება აძნელებს დუღილს, ხოლო 30%-ის დროს მცირდება სპირტის გამოსავალი. ასეთი კონცენტრაცია იწვევს პლაზმოლიზსა და უჯრედების დაღუპვას.

სპირტი ყველა სახის საფუართზე დამორგუნველად მოქმედებს. ყველაზე მეტი მდგრადობა აქვს ღვინის საფუარს, მისთვის სპირტის ზღვრული კონცენტრაციაა 16%, ხოლო ხერესული ღვინისათვის – 19%. რძემჟავური ბაქტერიები ვითარდება 20%-ის, ხოლო ძმარმჟავური – 15% სპირტიანობის დროს. საფუერის მდგრადობა სპირტისადმი შეიძლება ამაღლდეს მისი ადაპტაციით.

ასევე დამორგუნველია საფუერისათვის გოგირდოვანი მჟავის მოქმედება. ღვინის საფუარი უძლებს მის მოქმედებას 450 მლ/ლ კონცენტრაციამდე.

ღვინის საფუარი გამოიყენება მეღვინეობაში. მისი უჯრედები ელიფსურია, ზოგჯერ ოვალური ან მრგვალი. გარდა დაკვირტვისა, ისინი მრავლდებიან გლუვი, მრგვალი სპორების წარმოქმნით. ღვინის საფუარი ბინადრობს ხილ-კენკრის წვენებში, კარგად ადუღებს გლუკოზას, ფრუქ-

ტოზას, საქაროზას, მალტოზას და რაფინოზას. წარმოებაში იყენებენ ღვინის საფუერების მრავალ შტამს, რომლებიც მორფოლოგიური ნიშნებით მცირედ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მაგრამ აქვთ სხვადასხვა ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური თვისებები.

სპირტის საფუარს, ისევე, როგორც ნებისმიერ ფაკულტატურ ანაერობს, უჟანგბადობის დროს შეუძლია დაადულოს ნახშირწყლები სპირტისა და CO<sub>2</sub>-ის წარმოქმნით. ყველაზე მეტად გავრცელებულია XII რასის საფუარი, რომელიც აქტიურად ადულებს გლუკოზას, ფრუქტოზას, საქაროზას, გალაქტოზას, მალტოზას, მანოზას, რაფინოზას, მაგრამ ვერ ადულებს ლაქტოზას, დექსტრინებს, პენტოზებს; უჯრედის ფორმა მომრგვალებული ან კვერცხისებრია.

ლუდის საფუერებიდან ორ ტიპს ასხვავებენ: ძირა დუილის საფუარი (დუილის ტემპერატურული ოპტიუმი – 6–8°C, კარგად ილექება ფსკერზე, უნარი აქვს 60%-ით აითვისოს ტკბილის მონოშაქრები) და ზედა დუილის საფუარი (მცირე ზომისაა, ტემპერატურული ოპტიუმი – 12–15°C, უფრო ცუდად ილექება ფსკერზე, მონოსაქარიდებს 30%-ით ადულებს).

საფუერის ეს ორივე სახეობა ითვისებს გლუკოზას და მალტოზას ალას ტკბილიდან, იყენებს ეთილის სპირტსა და გლიცერინს, გარდაქმნის ძმრისა და რძის მჟავებს.

საფუერის ფიზიოლოგიური დახასიათება განისაზღვრება დალექვის ხარისხით, გამრავლების სიჩქარით, დუილის აქტიუობით, დადულების ხარისხით, ეთილის სპირტის, CO<sub>2</sub>-ის და თანაპროდუქტების – რახის ზეთების - წარმოქმნის უნარით. თანაპროდუქტების შედგენილობა განსაზღვრავს ლუდის გემოს და თაიგულს.

პურსაცხოზი საფუერის უჯრედები კვერცხისებრი, ოვალური, ზოგჯერ მომრგვალებული ფორმისაა. პურის ცხოზისათვის გამოსადეგია ისეთი რასები, რომელთაც შეუძლიათ სუბსტრატის შაქრების დადულება და ათვისება; გამოიყენება მრავალფეროვანი საფუარი, რომელსაც შეუძლია დააგროვოს 48%-მდე ცილები, 8%-მდე შაქრები; მათგან ამზადებენ როგორც დაწნეხილ, ასევე მშრალ საფუარს.

### 6.2.2. სპირტული დუილი

კვების პროდუქტების ტექნოლოგიაში იყენებენ სამი ძირითადი სახის დუილს: სპირტულს, რძემჟავურსა და ერზომჟავურს; დუილის



სხვა სახეები მათი სახესვაობებია.

განვიხილოთ სპირტული დუღილის პროცესი ღვინის საფუვრით ყურძნის ტკბილის დადუღების მაგალითზე.

ღვინის წარმოების პროცესს ხუთ სტადიად ყოფენ: წარმოქმნა, ფორმირება, მომწიფება, დაძველება და კვდომა.

ღვინის წარმოქმნის სტადია იწყება ექსტრაქციით და პირველადი და მეორეული დაჟანგვის ფერმენტაციული პროცესებით. პირველი სტადია მთავრდება ტკბილის სპირტული დუღილითა და მისი შედგენილობისა და თვისებების შეცვლით, ხოლო მიმდინარე ბიოქიმიურ, ქიმიურ და ფიზიკურ-ქიმიურ რეაქციებს თან ახლავს ახალი პროდუქტების წარმოქმნა.

ნაყოფის დაქუცმაცების ხარისხი, ტკბილთან მისი კონტაქტის ხანგრძლივობა და ტკბილის ტემპერატურა მოქმედებს უჯრედიდან და ქსოვილებიდან პიგმენტების, ფენოლური, არომატული, აზოტოვანი და სხვა ნაერთების ტკბილში დიფუზიის სიჩქარეზე; ამიტომ სუფრის თეთრი ღვინოებისა და შამპანური ღვინომასალების დამზადების დროს ესწრაფვიან ნაყოფის მყარი ნაწილების წვეთთან შეხების დროის შემცირებას, ხოლო სუფრის წითელი და კახური ღვინოებისათვის – პირიქით, ამ კონტაქტების ხანგრძლივობას ადიდებენ.

აკად. ს. დურმიშიძემ ახსნა მოლეკულური ჟანგბადით პოლიფენილოქსიდაზას თანაობისას ყურძნის ტკბილში არსებული პოლიფენოლების დაჟანგვის მექანიზმი. ამ დროს წარმოიქმნება ქინოლინები; ადეჰიდრირებენ რა ტკბილის ადვილჟანგვად ნივთიერებებს, ისინი კვლავ აღდგებიან პოლიფენოლებად. ამავე დროს მიმდინარე მეორეული ჟანგვითი პროცესები ქინონების კატალიზური ზემოქმედებით იწვევს ასკორბინის მჟავის, ამინომჟავების, ოქსიმჟავებისა და სხვა ნივთიერებების დაჟანგვას. ქინონების დაგროვება ჩქარდება მჟავების სრული დაჟანგვის შემდეგ. ქინონები გროვდება და შემდგომში შეუძლია ღვინო შეღებოს მურაყავისფრად. ყურძნის ტკბილში შეიმჩნევა სხვა ჟანგვითი პროცესებიც, რომლებიც მოქმედებს ღვინის ფერსა და გემოზე.

ჟანგვითი პროცესები განსაკუთრებით აქტიურად მიმდინარეობს ყურძნის დაჭყლეტის დროს; პირველ 10 წუთში ტკბილი შთანთქავს 200 მგ/ლ-მდე ჰაერის ჟანგბადს. უფრო მეტი მჟანგველი ფერმენტები გროვდება დაჭყლეტილი ყურძნის რბილობსა და კანზე, ვიდრე ტკბილში.

დიფუზური და ფერმენტაციული პროცესების მიმდინარეობის ინტენსივობა დამოკიდებულია ტექნოლოგიურ ხერხებზე, ფერმენტებით და მათი სპეციფიკური სუბსტრატებით ტკბილის გაჯერების ხარისხზე, მაგალითად, ფენოლური ნაერთებით, რომელთაც უნარი აქვთ გაააქტიურონ ან შეანელონ (ინჰიბირება) ცალკეული პროცესები ტკბილის მიზნობრივი დანიშნულების მიხედვით. მაგალითად, შამპანური ღვინომასალებისა და სუფრის ღვინოების დამზადების დროს ჟანგვით პროცესებს ტკბილში ამუხრუჭებენ, ხოლო კახური ღვინოებისათვის – პირიქით, ააქტიურებენ.

ყველაზე მეტი ბიოქიმიური გარდაქმნა ტკბილში მიმდინარეობს დუღილის დროს ფერმენტების ცხოველმყოფელების შედეგად. სპირტსა და CO<sub>2</sub>-თან ერთად დუღილის დროს წარმოიქმნება მეორეული პროდუქტები: გლიცერინი, ქარვის მჟავა, ძმარმჟავა, აცეტალდეჰიდი, 2,3-ბუთილენგლიკოლი, აცეტონი, ლიმონმჟავა, პიროყურძნისმჟავა, იზოამილისა და იზოპროპილის სპირტები, ეთერები. მათი საერთო რაოდენობა 1%-მდე აღწევს. ბოლომდე არ არის ახსნილი მეორეული პროდუქტების წარმოქმნის მექანიზმი, მაგრამ ზოგიერთი პროდუქტის წარმოქმნის გზა გამოკვლეულია. აცეტალდეჰიდი ტოქსიკურია საფუერებისათვის, ისინი მაშინვე გარდაქმნიან მას სხვა მეორეულ პროდუქტად, ამიტომ არ გროვდება. დუღილის დასაწყისში აცეტალდეჰიდის დაგროვება ინტენსიურად მიდის, შემდეგ ინტენსიფიცირდება მისი გარდაქმნა, ხოლო ბოლოს მყარდება წონასწორობა აცეტალდეჰიდის სინთეზსა და მის გარდაქმნას შორის.

ახალგაზრდა საფუარი უფრო ინტენსიურად წარმოქმნის ძმარმჟავას, შემდეგ მისი წარმოქმნის სიჩქარე მცირდება. საფუარი ძმარმჟავას იყენებს აგრეთვე ამინომჟავების, ცილებისა და ცხიმების სინთეზისათვის.

დუღილის მეორეული პროდუქტების თანაფარდობაზე მოქმედებს საფუერის რასა, აერაცია, pH, დუღილის ტემპერატურა, ტკბილის საწყისი შედგენილობა, მასში ვიტამინებისა და ამინომჟავების შემცველობა.

უმალლესი სპირტები წარმოიქმნება საფუერებით დუღილის პროცესში. ისინი მოქმედებენ დუღილის პროდუქტების არომატისა და გემოს ელფერზე.

დუღილის პროცესში ღრმა ცვლილებებს განიცდის ტკბილის მშრალი ნივთიერებების შედგენილობა. სუფრის მშრალ ღვინოებში ნახშირწყლების გარდაქმნის შედეგად არ არის საქაროზა, ცოტაა ჰექსოზები, პენტოზები 0,1–0,3%-მდეა. სხვა ტიპის ღვინოებში შაქრის შემცველობა მეტია.

II რიგის პოლისაქარიდებიდან გამოკვლეულია პექტინური ნივთიერებების ფერმენტაციული ჰიდროლიზი, რომელთა შემცველობა დუღილის დროს მკვეთრად ეცემა.

სპირტის წარმოქმნასა და ხსნადობის შემცირებასთან ერთად, დუღილის დროს ნალექში გამოიყოფა ღვინისა და მჟაუნმჟავას კალციუმისა და კალიუმის მარილები; ტიტრული მჟავიანობა იზრდება, თუ ის საწყის ტკბილში დაბალი იყო და, პირიქით.

დუღილის ბოლოდან პირველ გადაღებამდე პერიოდში, რომელსაც ღვინის ფორმირება ეწოდება, გრძელდება ავტოლიტური პროცესები და ღვინის გამდიდრება საფუერის ლიზისის პროდუქტებით – ამინომჟავებით, ფერმენტებით, ვიტამინებით.

ბაქტერიების გავლენით ღვინის ფორმირების დროს რამდენიმე სტადიად ხორციელდება ვაშლმჟავა-რძემჟავური დუღილი, რაც ხელს უწყობს pH-ის ამაღლებას, მკვეთრი სიმჟავის მოცილებას და უფრო რბილი და ჰარმონიული გემოს წარმოშობას. ამ პერიოდის ბოლოს ღვინიდან გამოიყოფა CO<sub>2</sub>-ის ნაწილი, ადვილდება ჟანგბადის შეღწევა, ჟანგვითი პროცესები ინტენსიფიცირდება, შეტივტივებული ნაწილაკები, ტანატები და მარილები ილექება, ღვინო კი იწმინდება.

ღვინის მომწიფებისა და დაძველების სტადიები მოიცავს მის დაყოვნებას რეზერვუარებში, კასრებსა და ბოთლებში სტაბილურობის, გემოსა და არომატის შესაძენად. ეს სტადიები ხასიათდება რთული პროცესებით და ურთიერთქმედებით ღვინის ყველა კომპონენტებს შორის.

ღვინოს აქვს სტაბილურობის გარკვეული ვადა, მისი დაყოვნებისა და შენახვის დრო. მაგალითად, თეთრი სუფრის ღვინოები ინახება 5 წელი; წითელი ღვინოები უფრო ნელა მწიფდება და ძველდება, ხოლო მაგარი და სადესერტოები ინარჩუნებს სადეგუსტაციო თვისებებს 100 წლამდე. აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ ღვინო იშლება, დაშლის პროცესების გამო ფერი ეკარგება, წარმოიშობა არასასიამოვნო სუნი და გემო.

### **6.2.3. ტექნოლოგიის ფიზიკურ-ქიმიური საფუძვლები**

საკვები ნედლეულიდან სასარგებლო ნივთიერებების გამოყოფის ყველაზე გავრცელებული მეთოდებია *ექსტრაქცია* და *დაწნევა*. ექსტრაქცია ჭარხლის ბურბუშელიდან შაქრის გამოწვლილვის ძირითადი პროცესია. ხილის წვენების წარმოებაში დიფუზური ხერხი საშუალებას იძლევა

პრაქტიკულად სრულად გამოვიყვანოთ წვენი ნედლეულიდან, განვახორციელოთ უწყვეტი პროცესი და მოვახდინოთ მისი მექანიზაცია. თუმცა, ამ დროს ხდება წვენების რამდენადმე წყლით განზავება, მაგრამ მაღალი მჟავიანობის წვენებისათვის მცირე განზავება სასურველიც კი არის.

მიკრობიოლოგიურ მრეწველობაში ფერმენტულ პრეპარატებს ლეზულობენ ამოსავალი სოკოვანი კულტურიდან ექსტრაქციის მეთოდით პერიოდული და უწყვეტი მოქმედების აპარატებში. ცხიმ-ზეთების წარმოებაში ფართოდ გამოიყენება ზეთის ექსტრაქცია ნედლი პიტნიდან და წნეხისწინა კოპტონებიდან სხვადასხვა გამხსნელების საშუალებით.

მელენოზაში უწყვეტი ექსტრაქციით გამოჰყავთ შაქარი და ღვინის მჟავის მარილები ყურძნის ჭაჭიდან.

ექსტრაჰირება გამოიყენება აგრეთვე პექტინის გამოსაყოფად ვაშლისა და შაქრის ჭარხლის მშრალი კოპტონებიდან.

ექსტრაქციასთან ერთად ხილის წვენების, ცხიმ-ზეთების, ღვინის წარმოებაში გამოიყენება დაწნეხის მეთოდი, მაგრამ ის არ იძლევა საშუალებას სრულად გამოვაცალოთ ნედლეულს სასარგებლო ნივთიერებები. გამოწნეხით წვენის გამოსავალი საშუალოდ 60–80%-ს შეადგენს, მაგრამ ამ მეთოდით მიიღება მაღალი ხარისხის ნატურალური პროდუქტი.

ყველაზე უფრო ეკონომიური აღმოჩნდა კომბინირებული სქემები, რომლებიც მოიცავს გამოწნეხას და შემდეგ ექსტრაქციას; ამასთან, სასარგებლო ნივთიერებების გამოსავალი 95–98%-მდე იზრდება.

ექსტრაქცია ეწოდება რთული შედგენილობის ნივთიერებათა ნარევიდან ერთი ან რამდენიმე ნივთიერების ამორთმევას ისეთი გამხსნელის საშუალებით, რომელსაც უნარი აქვს შერჩევითად გახსნას ექსტრაჰირებისათვის გამიზნული ნივთიერება ან ნივთიერებები.

შაქრის ჭარხლის ან სხვა მცენარეული ნედლეულიდან ხსნადი ნივთიერებების ამოწვლილვა გაპირობებულია პროცესის ორი სტადიით – მოცემული ნივთიერების დიფუზიით ნედლეულის ქსოვილებში და მასაგადაცემით ნაწილაკების ზედაპირიდან ექსტრაჰენტისადმი. ფიკის მიერ ჩამოყალიბებული მოლეკულური დიფუზიის ძირითადი კანონი ამყარებს კავშირს საექსტრაქციო ნივთიერებების რაოდენობასა და პროცესის ძირითად პარამეტრებს შორის:

$$dG = -D \left( \frac{dc}{dx} \right) dF d\tau,$$

სადაც  $G$  ნივთიერების ის რაოდენობაა, რომელმაც დიფუზია განიცადა იზოკონცენტრაციული ზედაპირის  $F$  ფართობში  $\tau$  დროის განმავლობაში,  $\frac{dc}{dx}$  ნაწილაკებში ნივთიერების კონცენტრაციის გრადიენტი.  $D$  კოეფიციენტი დიფუზიის კოეფიციენტი და მასალის ფიზიკური პარამეტრია; იგი ახასიათებს ნივთიერების გამტარობას მასალაში და რიცხობრივად უდრის ნივთიერების რაოდენობას, დროის ერთეულში დიფუნდირებულს ფართობის ერთეულში, კონცენტრაციის ერთეულოვანი გრადიენტის დროს.

ექსტრაქციის მეორე სტადია სისტემაში *მყარი-სითხე*, არის მასაცვლა მყარი ნაწილაკის ზედაპირზე. ნივთიერების გადატანა ნაწილაკის ზედაპირიდან თხევადი ფაზის ნაკადში ხორციელდება მოლეკულური დიფუზიისა და კონვექციის კანონებით. ეს პროცესი საკმაოდ რთულია, მაგრამ საინჟინრო პრაქტიკაში იყენებენ შემდეგ გამარტივებულ განტოლებას:

$$dG = \beta (C_s - C') F d\tau,$$

სადაც  $\beta$  პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელსაც მასაგადაცემის ან მასაცვლის კოეფიციენტს უწოდებენ,  $C_s$  – კონცენტრაცია ექსტრაქტის ნაკადის გულში,  $C'$  – კონცენტრაცია მყარი ნაწილაკის ზედაპირზე.

დიფუზიის კოეფიციენტისაგან განსხვავებით, მასაგადაცემის კოეფიციენტი არ არის მუდმივი სიდიდე მოცემული ნივთიერებისათვის; იგი მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული: ნაწილაკების ზომასა და ფორმაზე, ექსტრაქტის ფიზიკურ თვისებებზე, პროცესის ტემპერატურაზე და სხვ.

მასაგადაცემის კოეფიციენტი არის დიფუზიური ნაკადის სიმკვრივის ფარდობა მყარი ნაწილაკის ზედაპირსა და გარემოში კონცენტრაციათა სხვაობასთან. იგი რიცხობრივად უდრის ნივთიერების მასას, გადასულს მყარი სხეულის ზედაპირის ფართობის ერთეულის გავლით დროის ერთეულში, როცა კონცენტრაციათა სხვაობა მყარი სხეულის ზედაპირსა და სითხეს შორის ერთეულის ტოლია.

ექსტრაქციის დროს ექსტრაჰირებული ნივთიერების კონცენტრაცია მყარი სხეულის ზედაპირზე განუწყვეტლივ იცვლება, ამიტომ მყარი სხეულიდან ექსტრაქტში გადასული ნივთიერების რაოდენობის გამოსათვლელად მოცემული ფორმულით ვერ ვისარგებლებთ.

წარმოებაში ზეთების ექსტრაქციით ზეთის მასის გადასვლას ერთი ფაზიდან მეორეში საზღვრავენ მასაგადაცემის ძირითადი კანონით:

$$dG = K_{\gamma} F \Delta Y_{\text{საშ}} d\tau,$$

სადაც  $K_{\gamma}$  მასაგადაცემის ან ექსტრაქციის კოეფიციენტი;  $F$  საექსტრაქციო მასალის ზედაპირია;  $\tau$  ექსტრაქციის ხანგრძლივობა;  $\Delta Y_{\text{საშ}}$  ზეთის კონცენტრაციის საშუალო ლოგარითმული სხვაობა.

მცენარეული მასალებიდან ამონაწველილი თხევადი ფაზა, მიუხედავად ამოწვლილვის მეთოდებისა, მოითხოვს დამატებით გაწმენდას.

თხევადი ნახევარფაბრიკატების გაწმედა და რაფინაცია. ცნობილია გაწმენდის ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები. ფიზიკურ გაწმენდას მიეკუთვნება ჭარხლის წვენის გაწმენდა პულპისაგან – ჭარხლის ბურბუშელის წვრილი ნაჭრებისაგან. ჩვეულებრივ ამას აკეთებენ ფილტრაციის გზით სპეციალურ ფილტრ-წნეხებზე. ფიზიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება აგრეთვე სახამებლის რაფინაცია, რაც მდგომარეობს სახამებლის რძის მექანიკური მინარეების – ჭენჭოს – მოცილებაში.

მცენარეული ზეთების წარმოების დროს შნეკური წნეხების შემდეგ, ზეთი დიდი რაოდენობით შეიცავს მყარ სუსპენზირებულ ნაწილაკებს, რომლებსაც აცილებენ ვიბრაციულ საცრებზე.

საკვები სუსპენზიების გაწმენდის ფიზიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება აგრეთვე დაწდომა, ფილტრაცია და ცენტრიდანული ძალით გაყოფა.

დაწდომა ეწოდება თხევად ფაზაში შეტივტივებულ მდგომარეობაში მყოფი მყარი ნაწილაკების დალექვას საკუთარი წონის გავლენით. დაწდომის არსი ისაა, რომ აპარატში სიმშვიდის მდგომარეობაში მყოფი ან ნელი სიჩქარით მოძრავი არაერთგვაროვანი სისტემა საკუთარი წონის ზემოქმედებით იყოფა მის შემადგენელ ნაწილებად. შეტივტივებული ნაწილაკების დალექვის სიჩქარე დამოკიდებულია მათ სიმკვრივეზე, დისპერსიის ხარისხზე, იმ სითხის ფიზიკურ თვისებებზე, რომელშიც ეს ნაწილაკები იმყოფება. თავიდან ნაწილაკები აჩქარებით ეცემა, მაგრამ რალაც დროის შემდეგ, როცა თხევადი ფაზის წინააღმდეგობა გააწონასწორებს ნაწილაკების წონის მოქმედებას, დალექვის სიჩქარე მუდმივი ხდება, რომელიც შეიძლება გამოითვალოს სტოქსის კანონით.

ჩვეულებრივ, შეტივტივებული ნაწილაკების დასალექავად იყენებენ პერიოდული და უწყვეტი მოქმედების დამწდომებს; ხშირ შემთხვევაში იყენებენ უწყვეტი მოქმედების მრავალიარუსიან დამწდომებს, რომლის ყველა სექციაზე დაყენებულია გაწმენდილი თხევადი ფაზისა და გამკვრივებული ნალექის მოსაცილებელი გადამყვანი მილები.

*გაფილტვრა.* ფილტრაცია ეწოდება სუსპენზიების გაყოფის მეთოდს ისეთი ფოროვანი ტიხრების საშუალებით, რომლებიც აკავებს სუსპენზიის მყარ ფაზას და ატარებს თხევადს. გაყოფის ასეთ პროცესს ეწოდება ფილტრაცია ნალექის წარმოქმნით. ზოგ შემთხვევაში მყარი ნაწილაკები შეაღწევს მფილტრავი ტიხრების ფორებში და რჩება იქ ნალექის წარმოქმნელად. ამას ეწოდება ფილტრაცია ფორების დაცობით. კვების მრეწველობაში, ჩვეულებრივ, იყენებენ ფილტრაციას ნალექის ფენაში გავლით.

ფილტრაციის პროცესის მამოძრავებელი ძალაა წნევათა სხვაობა ტიხრის სხვადასხვა მხარეს. იგი შეიქმნება ვაკუუმით, შეკუმშული ჰაერის წნევით, სუსპენზიის მიწოდებით დგუმიანი ან ცენტრიდანული ტუმბოთი და სხვ.

თუ სუსპენზია მცირე კონცენტრაციით შეიცავს წვრილდისპერსიულ ნაწილაკებს, ხშირად იყენებენ დამატებით მფილტრავ ნივთიერებებს – დიატომიტს, პერლიტს, ცელულოზას, ცეოლითებს, გააქტივებულ ნახშირს.

მრეწველობაში სუსპენზიების გასაყოფად იყენებენ ციკლური მოქმედების ფილტრებს – ჩარჩოიან ფილტრ-წნეხებს, მასრიან ფილტრებს, უწყვეტი მოქმედების დისკოიან და დოლურ ვაკუუმ-ფილტრებს.

*ხსნარების გაყოფა მემბრანებით.* ძალიან პერსპექტიულია ხსნარების გაყოფა წნევის საშუალებით ნახევრად შეღწევადი ტიხრების (მემბრანების) გამოყენებით – უკუოსმოსი ანუ ულტრაფილტრაცია.

ულტრაფილტრაციას იყენებენ დაბალოსმოსური ხსნარების გასაყოფად; ის საშუალებას იძლევა შევაკავოთ მოლეკულები, რომელთა მასა 500-სს აღემატება. უკუოსმოსი გამოიყენება დაბალმოლეკულური ნივთიერებების ხსნარების გასაყოფად.

მემბრანული მეთოდით ხსნარების გაყოფა ხდება ფაზური გარდაქმნების გარეშე და გარემოს ტემპერატურაზე.

მემბრანებს უნდა ჰქონდეს მაღალი სელექციურობა გასაყოფი ნივთიერებების მიმართ, მაღალი შეღწევადობა, საკმაო მექანიკური სიმტკიცე, მდგრადობა აგრესიული გარემოს მიმართ, პარამეტრების მუდმივობა ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პირობებში.

განსაკუთრებით საინტერესოა ეს მეთოდი ზღვის წყლის გამტკნარებისათვის, შაქრის ხსნარების გასაყოფად, ხილის წვენების, მიკრობიოლოგიური წარმოების პროდუქტების, ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად.

*გაწმენდის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები.* შაქრის ტექნოლოგიაში, მელვინობაში, ლიქიორ-არყის, წვენების ექსტრაქციის და სხვა წარმოებებ-

ში სითხეების გაწმენდისა და გაკამკამებისათვის იყენებენ ადსორბციის მეთოდს. შაქრის წარმოებაში, გარდა ამისა, დიფუზურ წვეწვს უტარებენ წინასწარ დეფეკაციას, ძირითად დეფეკაციას, I და II სატურაციას და სულფიტაციას. სახამებელ-ბადაგის წარმოებაში კარტოფილის სახამებელს ათეთრებენ გოგირდოვანი მჟავით. მცენარეული ზეთების წარმოებაში მღებავი ნივთიერებებისა და ცხიმოვანი მჟავებისაგან პროდუქტის გასაწმენდად გამოიყენება გაწმენდის ქიმიური მეთოდები.

ადსორბცია არის სითხიდან ან აირნარევიდან ერთი ან რამდენიმე კომპონენტის შთანთქმის პროცესი ადსორბენტად წოდებული მყარი ნივთიერების ზედაპირით. ადსორბირებულ ნივთიერებას ადსორბატი ეწოდება.

ადსორბცია შერჩევითი და შექცევადია. ამის წყალობით შესაძლებელია ხსნარებიდან ან ორთქლაიროვანი ნარევიებიდან ერთი ან რამდენიმე კომპონენტის შთანთქმა და შემდეგ, სხვა პირობებში დესორბირება, ე.ი. საჭირო კომპონენტის გამოყოფა მყარი ფაზიდან მეტ-ნაკლებად სუფთა სახით.

ადსორბენტებად გამოიყენება დიდი ხვედრითი ზედაპირის მქონე მყარი ფოროვანი ნივთიერებები; ასეთებია გააქტივებული ნახშირი, სილიკოგელი, ცელულოზის მასა, კიზელგური, გოგირდმჟავით გააქტივებული თიხა, ცეოლითები და სხვ. ასხვავებენ ფიზიკურ და ქიმიურ ადსორბციას (ჰემოსორბცია). ფიზიკური ადსორბცია გაპირობებულია ადსორბენტისა და ადსორბატის მოლეკულების მიზიდულობით ვან დერ ვალსის ძალების ზემოქმედებით და არ ახლავს თან ქიმიური ურთიერთქმედება ადსორბირებულ ნივთიერებასა და ადსორბენტს შორის. ქიმიური ადსორბციის დროს ქიმიური რეაქციების შედეგად აღიძვრება ქიმიური ბმები შთანთქმელ ნივთიერებებსა და ადსორბენტის ზედაპირის მოლეკულებს შორის.

## VII თავი

### 7.1. ტექნოლოგიის რეოლოგიური და თბოფიზიკური საფუძვლები

კვების მრეწველობაში პროცესების უმრავლესობა დაკავშირებულია ნედლეულისა და ნახევარფაბრიკატების მექანიკურ ან თბოფიზიკურ დამუშავებასთან. ასეთი პროცესების რიცხვს მიეკუთვნება დაფქვა და არევა, გამოწნევა და გაწურვა, დაყალიბება და ტვიფვრა, შრობა და კონდიციონირება, ცხობა და აორთქლება და სხვ. ამ პროცესების



განხორციელების დროს იყენებენ მასალების დამუშავების რეოლოგიურ და თბოფიზიკურ მეთოდებს.

### 7.1.1. ტექნოლოგიის რეოლოგიური საფუძვლები

რეოლოგიის ძირითადი ცნებები. რეოლოგია არის მეცნიერება ნივთიერების დეფორმაციისა და დენადობის შესახებ (ბერძნ. rheos – დინება, ნაკადი). მასალების ძირითად რეოლოგიურ თვისებებს მიეკუთვნება სიბლანტე, დრეკადობა, პლასტიკურობა და სიმტკიცე. ერთი და იმავე მასალამ, მისი მდგომარეობისა და დატვირთვის პირობების მიხედვით, შეიძლება სხვადასხვა თვისებები გამოავლინოს. მაგალითად, დატვირთვის მყისიერი ზემოქმედებისას მაკარონის ცომი ისე იქცევა, როგორც დრეკადი სხეული; სხვა პირობებში დატვირთვისას კი უფრო ბლანტ და პლასტიკურ თვისებებს ამჟღავნებს.

ნივთიერების სხვადასხვა მდგომარეობის განმსაზღვრელი ყველაზე მნიშვნელოვანი სიდიდე არის სიბლანტე (შინაგანი ხახუნი) – დინების წინააღმდეგობის ზომა, რომელიც ძვრის დაძაბულობისა და ძვრის სიჩქარის ფარდობის ტოლია. სიბლანტის შეზღუდვას სიდიდეს დენადობა ეწოდება. სიბლანტე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, წნევაზე, სინესტეზე ან ცხიმბინარობაზე, კონცენტრაციაზე, დისპერსიულობის ხარისხსა და სხვა ფაქტორებზე.

პლასტიკურობა უნარია სხეულის ფორმის ცვლილების ან დინების, რომელიც გამოწვეულია ნარჩენი ან შეუქცევადი დეფორმაციებით.

სიმტკიცე არის სხეულის თვისება წინააღმდეგობა გაუწიოს ფორმის ცვლილებას გარეშე ძალების ზემოქმედების დროს.

სხეულის დრეკადი თვისებები განისაზღვრება ძვრის დაძაბულობით და სხვა მექანიკური მახასიათებლებით.

ძვრის დაძაბულობა არის სხეულის წინააღმდეგობა მოდებული ძალის მხები შემდგენის მოქმედების მიმართ. იგი უდრის ამ ძალის შეფარდებას ძვრის ზედაპირთან. ძვრის განხორციელებისათვის აუცილებელი მინიმალური ძალა განისაზღვრება ძვრის დაძაბულობის ზღვრული სიდიდით. თუ ყოველმხრივ თანაბარი წნევის მოქმედებით იცვლება სხეულის მხოლოდ მოცულობა, ფორმა კი უცვლელი რჩება, ძვრის დროს იცვლება ფორმა მოცულობის უცვლელად.

დაძაბულობის რელაქსაცია სხეულში დრეკადი დეფორმაციის ენერჯის უწყვეტი გაბნევის პროცესია, სითბოდ მისი გადაქცევის გზით.

დაძაბულობის რელაქსაცია ორ პერიოდად იყოფა: პირველი ხასიათდება დაძაბულობის მკვეთრი ვარდნით რელაქსაციის სიჩქარის სწრაფი მილევადობის პირობებში; მეორისათვის დამახასიათებელია დაძაბულობის შენელებული შემცირება რელაქსაციის მეტად მცირე სიჩქარის დროს.

კვების პროდუქტების დაყალიბების პრაქტიკაში ყველაზე მეტად საინტერესოა რელაქსაციის პირველი პერიოდი, რადგანაც საკმაოდ მცირე დროის შუალედზე მოდის დაძაბულობის უმეტესი ნაწილი.

ცოცვადობა მასალის თვისებაა განიცადოს უწყვეტი დეფორმაცია მუდმივი დატვირთვის ზემოქმედებით. ეს მოვლენა შეიმჩნევა ლითონებში მაღალ, ხოლო ორგანული წარმოშობის მასალებში – ნორმალურ ტემპერატურაზე. საკვებ მასალებში ცოცვადობა ძალიან სწრაფად ვლინდება, რაც გათვალისწინებული უნდა იქნეს მათი დამუშავების დროს.

ტიკსოტროპია ზოგიერთი დისპერსიული სისტემის უნარია თავისთავად აღიდგინოს მექანიკური ზემოქმედებით დარღვეული სტრუქტურა. ეს თვისება ახასიათებს კვებისა და პარფიუმერული მრეწველობის მრავალ ნახევარფაბრიკატსა და პროდუქტს.

ადჰეზიას უწოდებენ მიწებების ძალას, რომელიც აღიძვრება სხვადასხვა სტრუქტურის მასალების ზედაპირების კონტაქტის დროს. ეს მოვლენა ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში და გამოიყენება ტექნიკაში. არსებობს ორი სახის ადჰეზია: სპეციფიკური (საკუთრივ ადჰეზია) და მექანიკური. პირველი არის მასალის ზედაპირებს შორის მოჭიდების ძალების შედეგი; მეორე აღიძვრება შესაწებებელი მასალის ფორებში ადჰეზივის შეღწევით და მექანიკური გაჭედვის შედეგად მისი შეკავებით.

რეოლოგიური მეთოდები გამოიყენება ისეთი ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესების გაანგარიშებისათვის როგორცაა დაქუცმაცება (დაფქვა), არევა (ათქვეფა), დაყალიბება (უწყვეტი და პერიოდული), დაწნება (თხევადი ფაზის გამოყოფა, ტვიფრა, დაბრიკვება, აბების დამზადება), არანიუტონური მასალების ტრანსპორტირება მილგაყვანილობაში, დაჭრა და სხვ.

კვების პროდუქტების ტექნოლოგიაში გამოყენებული მანქანების დიდი ჯგუფი (მაკარონის წნები, ზეთსაწური, ყურძნისა და კომბინირებული საკვების წნებები, საკონდიტრო ნაწარმის დამყალიბებელი მანქანები,

მასის გადასატუმბი მოწყობილობა) აღჭურვილია სხვადასხვა ფორმის არხებით, რომლებშიც წნევის საშუალებით გადაადგილდება მასალა. მათი გაანგარიშების დროს უნდა გავითვალისწინოთ ამ მასალების რეოლოგიური თვისებები.

### 7.1.2. ტექნოლოგიის თბოფიზიკური საფუძვლები

კვების საწარმოთა ტექნოლოგიურ პროცესებში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს თბო- და მასაგადატანის მოვლენები. უძრავლეს შემთხვევებში, ეს რთული არასტაციონარული (დროში ცვლადი პარამეტრებით), შეუქცევადი (წონასწორობისაკენ მიმსწრაფი) პროცესებია, რომელთა შედეგად იცვლება ნედლეულისა და ნახევარფაბრიკატების თვისებები, სტრუქტურა და ხარისხი.

კვების მრეწველობის ნედლეული, მასალები და ნახევარფაბრიკატები ჰეტეროგენული სისტემებია – სხვადასხვა სტრუქტურის მყარი სხეულები (დისპერსიული სისტემები) და სითხეები (სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარები), რომლებშიც აირადი ჩანართებიც შეიძლება იყოს. ასეთი ობიექტების თერმოდინამიკური (თბოფიზიკური) მახასიათებლები, რომლებიც დამოკიდებულია ქიმიურ შედგენილობასა და პირველ რიგში ტენიანობაზე, შეიძლება საგრძნობლად შეიცვალოს დამუშავების პროცესში, ამიტომ მათი მნიშვნელობები უნდა დავუკავშიროთ მდგომარეობის პარამეტრებს (ტემპერატურას, წნევას).

თბოფიზიკურ მახასიათებლებს მიეკუთვნება კუთრი სითბოტევადობა  $C$  [ჯ/კგ, K], თბოგამტარობის კოეფიციენტი  $\Lambda$  [ვტ/მ, K], და ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი  $a$  [მ<sup>2</sup>/წმ].

## **მესამე ნაწილი**

### **VIII თავი**

#### **8.1. პურის ტექნოლოგია**

პური მცენარეული წარმოშობის ყველაზე გავრცელებული პროდუქტია. ზუსტად არ არის დადგენილი თუ როდის დაიწყო პურის გამოცხობა, მაგრამ უდავოა ეს პროდუქტი ერთ-ერთი უძველესია ადამიანის კვების რაციონში. შვეიცარიის ეროვნულ მუზეუმში, ციურიხში, ინახება არქეოლოგების მიერ ამომშრალი ტბის გათხრების დროს ნაპოვნი მრგვალი პურის კვერი; მისი ასაკი 6000 წელია.

პურის ევოლუცია დაიწყო უმარტივო ფაფისა და კვერისაგან, რომლებიც პირველყოფილი ადამიანის საკვები იყო. შემდეგ დადგა პერიოდი, რომელიც ხასიათდება პურის დამზადების დროს ცომში სპონტანურად განვითარებული მიკროორგანიზმების შეუცნობლად გამოყენებით.

ცომის ფერმენტაციის გამოყენება, დროის მიხედვით ემთხვევა ეგვიპტელების მიერ ღვინის დამზადების დაწყებას; პურის სამრეწველო ცხობა დაწინებულ საფეხარზე კი ემთხვევა ამ უკანასკნელთა წარმოების დაწყებას ვენური მეთოდით XIX საუკუნის პირველ ნახევარში, როცა პურის წარმოება ხელოსნური ხასიათისა იყო. შემდგომში პურის ცხობა ინდუსტრიული წარმოება გახდა.

დღეისათვის პურის ცხობა კვების მრეწველობის ყველაზე განვითარებული დარგია.

### 8.1.1. ტექნოლოგიური სქემა

პურის ცხობის წარმოების ოპერაციების თანამიმდევრობა ხორბლის პურის დამზადების მაგალითზე მოყვანილია ქვემოთ.



### 8.1.2. ცომის მომზადება

პურის ხარისხი ძლიერ არის დამოკიდებული მისი წარმოების ყოველი ტექნოლოგიური სტადიის მიმდინარეობის რეჟიმზე, მაგრამ ცომის მომზადება გადამწყვეტი რგოლია.

ძველთაგანვე ცომს ამზადებდნენ ულუფებით, ადრე ყუთებში ხელით, XX საუკუნის 30-იანი წლებიდან კი მექანიკურმოზელებიან დეჟებში. ბოლო დროს გამოჩნდა მრავალი აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა, რომლებშიც ცომის პერიოდული ულუფებით მოზელა შეცვლილია უწყვეტნაკადურით,

ცომის რეცეპტურები მოყვანილია უწყებრივ სტანდარტებში; მათში გათვალისწინებულია ძირითადი და დამატებითი ნედლეულის ხარჯვის ნორმები 100კგ ფქვილზე გადაანგარიშებით. წყლის ხარჯს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$w = q_6(100 - w_6)/(100 - w_3),$$

სადაც  $w$  არის წყლის ხარჯი;  $q_6$  – ნედლეულის მასა 100კგ ფქვილთან

ერთად;  $w_6$  და  $w_3$  – შესაბამისად, ნედლეულისა და ცომის საშუალო სინესტე, %.

ცომის სინესტე მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული (ფქვილის სახეობა, პურის ხარისხი, პურის სტანდარტული ტენიანობა). ცომის მომზადების პროცესი შედგება რამდენიმე სტადიისაგან, რომელთაგან უმთავრესია ნახევარფაბრიკატებისა და ცომის მოზელა და დუღილი.

*ცომის მომზადების ხერხები.* ცომის მომზადების ხერხს ირჩევენ გადასამუშავებელი ფქვილის ხარისხის, მისი საცხობი თვისებების, გაფხვიერების მეთოდისა და გამოყენებულ მოწყობილობაზე დამოკიდებულებით.

ხორბლის ფქვილის ცომს ძირითადად ორი მეთოდით ამზადებენ – უაფარო და აფარული.

უაფარო ხერხის გამოყენების დროს რეცეპტურით გათვალისწინებული ყველა ინგრედიენტი და წყალი ცომის მომზადების დროს ერთდროულად იზილება. ცომის საწყისი ტემპერატურა 28–30°C-ია. დუღილის ხანგრძლივობა, საფუერის ხარისხსა და რაოდენობაზე დამოკიდებულებით, 2–4 სთ-ს აღწევს. უაფარო ცომში საფუერის დოზირება 1,5–2,5%-ია მისი ხარისხისა და დუღილის სასურველ ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებით (თხევადი საფუერის ხარჯი 40–50%-ია).

აფარული მეთოდი ორ ფაზას მოიცავს – აფარისა და ცომის მომზადებას. აფარის მომზადებაზე იხარჯება რეცეპტურით გათვალისწინებული ფქვილის საერთო რაოდენობის თითქმის ნახევარი, წყლის ორი მესამედი და მთელი საფუარი. მარილი აფარში, ჩვეულებრივ, არ შეჰყავთ. საფუერის ხარჯი აფარული ცომისათვის დაახლოებით ორჯერ ნაკლებია, ვიდრე უაფაროსათვის.

აფარის საწყისი ტემპერატურა 28–30°C-ია; მისი დუღილის ხანგრძლივობა – 3-დან 4,5 სთ-მდეა. მზა აფარზე იზილება ცომი; ამ დროს ემატება დარჩენილი ფქვილი, წყალი და მარილი ხსნარის სახით. მიღებული ცომის საწყისი ტემპერატურაა 28–30°C, დუღილის ხანგრძლივობა 60–105 წთ-ია.

ორივე მეთოდს აქვს თავისი უპირატესობა და ნაკლი. აფარული მეთოდის ღირსება ისაა, რომ მისი გამოყენებით გამომცხვარი პურის ხარისხი ყოველთვის უფრო მაღალია უაფარო მეთოდით გამომცხვარ პურთან შედარებით. აფარული მეთოდით მომზადებული ცომის უფრო დადებითი ფიზიკური თვისებები განაპირობებს გამომცხვარი პურის რბილობის კარგ

ფორიანობას, მის დიდ მოცულობით გამოსავალს. ცომის ფიზიკური და საგემოვნო თვისებების გაუმჯობესებას ხელს უწყობს რძემჟავის მიშენელოვანი რაოდენობით დაგროვებაც. აფარული მეთოდით მიღებული პურის ქერქი უკეთესი ფერისაა, აქვს გლუვი კრიალა ზედაპირი, რაც გამოწვეულია ცომში დექსტრინებისა და შაქრების დიდი შემცველობით. ამიტომ აფარული ცომიდან დამზადებული პური უფრო გემრიელია, ვიდრე უაფარო ცომიდან გამომცხვარი.

თავისი ღირსებები აქვს უაფარო მეთოდსაც. რადგანაც ეს მეთოდი მოითხოვს უფრო ხანმოკლე დროის განმავლობაში დუღილს, ამ პროცესში უფრო ნაკლები რაოდენობით იხარჯება ფქვილის მშრალი ნივთიერებები, უფრო ნაკლები საწარმოო ფართობი და ტექნოლოგიური მოწყობილობაა საჭირო ცომის მოსამზადებლად. მაგრამ პროდუქტის ხარისხთან დაკავშირებული უპირატესობანი აჭარბებს იმ მცირე ეკონომიკურ სარგებლიანობას, რასაც უაფარო მეთოდი იძლევა.

*ცომის მოზელა.* ცომის, აფარისა და ხაშის მომზადება შემდეგი ტექნოლოგიური თანამიმდევრობით ხორციელდება: შემადგენელი ნაწილების დოზირება, მოზელა, დუღილი და მზა ნახევარფაბრიკატის გადაცემა შემდგომ გადამუშავებაზე.

ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ოპერაცია არის ცომის მოზელა, რის შედეგადაც ფქვილის, წყლის, მარილისა და სხვა ინგრედიენტებისაგან წარმოიქმნება მთელ მოცულობაში ერთგვაროვანი ცომი.

ცომის მოზელის დროს, გარდა სტრუქტურული ერთგვაროვნობის მიღწევისა, მასში მიმდინარეობს რთული ფიზიკური, კოლოიდური და ბიოქიმიური პროცესები, რომელთა შერწყმული ურთიერთკავშირი არსებობითად მოქმედებს დანაწილებაზე გადასაცემი მზა ცომის თვისებებზე.

მოზელის სტადიაზე მიკრობიოლოგიური პროცესები ჯერ კიდევ ვერ ასწრებს განვითარებას და ამიტომ მნიშვნელოვან როლს ვერ ასრულებს.

ფიზიკური და კოლოიდური პროცესები გადამწყვეტად მოქმედებს ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებზე. მოზელის დროს ერთმანეთს ერევა ცომის ყველა კომპონენტი და რაც უფრო ინტენსიურია მოზელა, მით უფრო სწრაფად იძენს ცომი ოპტიმალურ თვისებებს. ცომის ფიზიკური თვისებები ძირითადად განისაზღვრება მისი ცილოვანი ნაწილის სპეციფიკური თავისებურებებით. ისინი განაპირობებენ ხორბლისა და, გარკვეულ-

წილად, ჭვავის ფქვილის ცომის დრეკადობას, ელასტიკურობასა და სი-  
ბლანტეს. განსხვავება ისაა, რომ ხორბლის ფქვილის ცილები წებოგვარას  
წარმოქმნის, ჭვავისა კი – არა.

მექანიკური ზემოქმედების შედეგად წყლით გაჯირჯვებული ცილო-  
ვანი ნივთიერებები, არის რა გადახლართული ცომის მთელ მოცულობაში  
წარმოქმნის ხორბლის ცომის თითქოსდა ღრუბლოვანი სტრუქტურის ჩონ-  
ჩხს, რომელიც შედგება აფსკისა და საჭიმებისაგან – ჩალიჩებისაგან. ამ  
ცილოვან კარკასში ჩართულია მყარი და აირადი ფაზები. სტრუქტურულ  
კარკასზე მოქმედებს მომზელი ორგანოების მექანიკური ენერგია, ფქვილის  
მყავები, მარილი, ცხიმები, შაქარი და ცომის სხვა კომპონენტები. ცომზე  
მოქმედებს ჰაერის ბუშტებიც, რომლებიც მექანიკურად ჩაიტაცება მოზე-  
ლის დროს. ჟანგბადის დამჟანგველი ზემოქმედება ამაგრებს წებოგვარას და  
ნაწილობრივ უზრუნველყოფს ცომის პიგმენტებს.

მოზელის დროს ცომის ტემპერატურა იზრდება ფქვილის  
ნაწილაკების ჰიდრატაციისა და მოზელის მექანიკური ენერგიის ნაწილის  
თბურში გადასვლის ხარჯზე. ტემპერატურის ამაღლება მოზელის დასაწყისში  
აჩქარებს ცომის წარმოქმნას, შემდგომში კი ააქტიურებს ფერმენტების  
ჰიდროლიზურ მოქმედებას, რაც იწვევს ცომის გათხელებას.

ამრიგად, მოზელის დროს ცომზე მოქმედებს სხვადასხვა ფაქ-  
ტორები, რომელთა გავლენაც მის ფიზიკურ თვისებებზე სხვადასხვაა. ის  
ფაქტორები, რომლებიც ააქტიურებს ფქვილის ნაწილაკების მიერ ტენის  
შთანთქმას, აუმჯობესებს ცომის ფიზიკურ თვისებებს. მათ მიეკუთვნება  
ინტენსიური მოზელა ცომის ინგრედიენტების შერევის საწყის სტადიასა  
და მისი თვისებების სტაბილიზაციის საბოლოო ეტაპზე. ცომის მოზელის  
ამ პერიოდებში ფქვილის ნაწილაკების ოსმოსური და ადსორბციული გა-  
ჯირჯვება აჭარბებს ჰიდროლიზურ ფერმენტაციულ პროცესებს. ის ფაქ-  
ტორები, რომლებიც იწვევს პეპტიზაციას (განუსაზღვრელი გაჯირჯვება)  
და ცომის ძირითადი ნაწილაკების გახსნას, ე. ი. ადიდებს თხევად ფაზას,  
აუარესებს ცომის ფიზიკურ თვისებებს. ამის შედეგად იგი თხელდება და  
წებოვანი ხდება. ასეთი ფაქტორებია ცილებისა და სახამებლის ფერ-  
მენტაციული ჰიდროლიზი და წებოგვარას დისპერჰირება.



### 8.1.3. ცომის დუღილი

ცომის დუღილი იწყება მოზელის მომენტიდან, გრძელდება ცომის დაყოვნების დროს სადულარ საცავეებში (დეჟებში, ბუნკერებში) და მომდევნო ტექნოლოგიურ ოპერაციებში.

დუღილის მიზანია ნახევარფაბრიკატებსა და ცომში საგემოვნო და არომატული ნივთიერებების დაგროვება და აირდამჭერი უნარისა და ფიზიკური თვისებების მიხედვით ცომის მიყვანა ისეთ მდგომარეობამდე, რომელიც ყველაზე ხელსაყრელი იქნება მისი დაყოფისა და გამოცხობისათვის. წარმოების დამამთავრებელ ეტაპზე – ცომის ნამზადის დაყოვნებისა და გამოცხობისას – დუღილის ძირითადი ამოცანაა ცომის გაფხვიერება ნახშირმჟავა აირით და კარგად განვითარებული თხელკედლა ფორებიანი რბილობის წარმოქმნა. ყველა ოპერაციის ერთობლიობას, რომელიც უზრუნველყოფს ცომის ოპტიმალურ თვისებებს დაყოფისა და გამოცხობის დროს, ეწოდება ცომის მომწიფება. ცომის მომწიფებისას, გარდა სპირტული დუღილისა, სხვა რთული პროცესებიც მიმდინარეობს: მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიების განვითარება და ორგანული მჟავების დაგროვება, კოლოიდური, ფიზიკური და ბიოქიმიური პროცესები.

მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიები წარმოშობს სხვადასხვა ორგანულ მჟავებს: რძის, ძმრის, ქარვის, ჭიანჭველის, ლიმონის, ზოგჯერ ერბოს და სხვ. მთავარ როლს ასრულებს რძემჟავა, რომელზედაც მოდის მჟავების საერთო შემცველობის 70%. მეორე ადგილზეა ძმარმჟავა; დანარჩენი მჟავები შეადგენს საერთო რაოდენობის დაახლოებით ერთ მეათედს. ჭვავის ფქვილის ნახევარფაბრიკატებში რძისა და ძმრის მჟავების წილი თითქმის ერთნაირია, ხოლო დანარჩენი მჟავების როლი არაარსებითია.

ხორბლის ნახევარფაბრიკატებში მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიები მოხვდება ფქვილთან ერთად და ნაწილობრივ სამადულრე საცავეებში არსებული წინა მოზელის ნარჩენებიდან. ჭვავის ფქვილის ნახევარფაბრიკატებში მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიები შეჰყავთ ხაშთან ერთად.

ცომში ორგანული მჟავების დაგროვება ძალიან მნიშვნელოვანია. პურის გემო და არომატი ძირითადად გაპირობებულია ცომში მჟავების დაგროვებით და მათი ურთიერთქმედებით სპირტთან და ცომის სხვა ნივთიერებებთან. რძემჟავა, გარდა ამისა, ასრულებს სანიტარული კორდონის

როლს, რომელიც ხელს უშლის ცომში არასასურველი, მათ შორის პათოგენური მიკროორგანიზმების განვითარებას. ის აძლევს პურს სასიამოვნო გემოს, მაშინ როცა ძმარმყავა მას მკვეთრ მყავე გემოს გადასცემს.

მყავები მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ ფუნქციასაც ასრულებს: აჩქარებს ცილოვანი ნივთიერებების ჰიდრატაციასა და პეპტიზაციას, არეგულირებს ფერმენტების მოქმედებას.

კოლოიდურ პროცესებს მიეკუთვნება ცილების ოსმოსური გაჯირჯევა, რომელიც გრძელდება მაშინ, როცა ტენის ადსორბციული შეკავშირება ცომის ყველა კომპონენტებით, მათ შორის ცილებითაც, ძირითადად მთავრდება ცომის მოზელის სტადიაზე. სუსტი ფქვილის ცომში ცილების ოსმოსური გაჯირჯევა შედარებით სწრაფად მთავრდება, ხოლო პეპტიზაცია დუღილის მთელი პროცესის განმავლობაში გრძელდება ცილების პროტეოლიტური დეზაგრეგაციის გამო. ამასთან დაკავშირებით, ცომი თხელდება, მისი ფიზიკური თვისებები უარესდება. სულ სხვაგვარად იქცევა ცილები ძლიერი ფქვილის ცომში: ოსმოსური გაჯირჯევა დუღილის დამთავრებამდე გრძელდება, ცილების პეპტიზაცია უმნიშვნელოა. ამასთან დაკავშირებით, პეპტიზაციის შეზღუდვის მიზნით, სუსტი ფქვილის ცომში დუღილს გადიდებული მყავიანობის პირობებში ატარებენ.

ფიზიკურ პროცესებს მიეკუთვნება ტემპერატურისა და ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური მახასიათებლების ცვლილება. ცომის ტემპერატურა დუღილის დამთავრების მომენტისათვის მხოლოდ 1-2°C-ით იზრდება, რაც მნიშვნელოვნად არ მოქმედებს დუღილის მიმდინარეობასა და შედეგებზე. სტრუქტურულ-მექანიკური მახასიათებლები იცვლება ორი ფაქტორის გავლენით: მოზელის დროს ცომზე მექანიკური ზემოქმედებისა და შემდგომი მექანიკური დამუშავებით; ამის შედეგად, წებოგვარული ჩონჩხი მტკიცდება, ხოლო ფერმენტაციული პროტეოლიზის შედეგად, სუსტდება.

ბიოქიმიური ცვლილებები გაპირობებულია პროცესების ურთიერთქმედების რთული სისტემით, რომელიც გამოწვეულია სპირტული, რძემყავური დუღილით და ფქვილის ფერმენტების, საფუვრისა და მყავაწარმომქმნელი ბაქტერიების ზეგავლენით.

დუღილის პროცესში მყოფ ნახევარფაბრიკატებში უწყვეტად იხარჯება შაქრები დუღილის ყველა სახეობაზე და იმავდროულად წარმოიქმნება მალტოზა სახამებლის ჰიდროლიზის შედეგად. ცილების კოლოიდურ ცვლილებებთან ერთად უწყვეტად მიმდინარეობს მათი პრო-

ტეოლიზი ფქვილის პროტეოლიზური ფერმენტების ზემოქმედებით.

ცომში მალტოზის დაგროვება აუცილებელია თვით დუღილის პროცესის შესანარჩუნებლად. ხორბლის ფქვილის ცომში აგრეთვე აუცილებელია ცილების პროტეოლიზი ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების მისაღწევად, რომლებზედაც დამოკიდებულია რბილობის ფორიანობის ხასიათი. გარდა ამისა, ცილების დაშლის პროდუქტები გამოცხობის დროს მარედუცირებულ შაქრებთან ურთიერთქმედების გამო ქერქში წარმოქმნის მელანოიდებს, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს პურის არომატის ჩამოყალიბებაში და განაპირობებს პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის ქერქის სპეციფიკურ ფერს. პროტეოლიზის ინტენსივობა რეგულირდება ფქვილის ძალის გათვალისწინებით. მაგალითად, სუსტი ხორბლის ფქვილის გადამუშავებისას იყენებენ დამჟანგავი მოქმედების გამაუმჯობესებლებს, რომლებიც ამცირებს პროტეოლიზური ფერმენტების აქტივობას და ამაგრებს წებოგვარას.

ცნობილია ცომის მომწიფების ინტენსივობის სხვადასხვა ხერხები. დუღილის დაჩქარება ხერხდება:

- ა) ნახევარფაბრიკატებისა და ცომის ტემპერატურის ამაღლებით ოპტიმალურ მნიშვნელობამდე;
- ბ) საფუერის დოზის გადიდებით;
- გ) საფუერის წინასწარი აქტივაციით ან მიკროორგანიზმების უფრო აქტიური რასებისა და შტამების გამოყენებით (თხევადი აფარის ან თხევადი ხაშის მომზადების დროს).

ინტენსიური მექანიკური ზემოქმედება აჩქარებს ცომის მომწიფებას. დღეისათვის არ არსებობს ცომის მზაობის განსაზღვრის ობიექტური მეთოდები. ჩვეულებრივ, დადუღებული ცომის შემდგომი გადამუშავებისათვის მზაობაზე მსჯელობენ მისი დუღილის ხანგრძლივობით, რაც გათვალისწინებულია მოცემული ხარისხისათვის, ტიტრული მჟავიანობის მნიშვნელობით და ცომის გარეგნული სახით.

#### 8.1.4. ცომის დაყოფა

ტერმინი “დაყოფა” ნიშნავს დადუღებული ცომის შემდგომი გადამუშავების მთელ რიგ ოპერაციებს. ხორბლის ფქვილის ცომი იყოფა ნაჭრებად, რომლებსაც შემდეგ აგუნდავენ, აყოფენ განსაზღვრული დროის განმავლობაში (წინასწარი დაყოფნა), გარკვეული სახის ნაკეთო-

ბად ფორმირებისა და გამოცხობის წინ კვლავ აყოვნებენ (საბოლოო დაყოვნება), შემდეგ, აუცილებლობის შემთხვევაში, ნამზადი ისერება და ამის შემდეგ ავტომატური მოწყობილობის საშუალებით თავსდება ლუმენში გამოსაცხობად. ჭვავის ფქვილის ცომის დაყოფა მოიცავს ნაჭრებად დანაწილებას, ნაჭრების ფორმირებას და საბოლოო დაყოვნებას.

ერთნაირი მოცულობის ცომის მისაღებად იყენებენ მზომ ჯიბეებს, ჭრიან ცომს გარკვეული ზომის ნაჭრებად ან არეგულირებენ მომჭრელი დანის რხევის სიხშირეს; ამ დროს მანქანიდან ცომის გამოსვლის სიჩქარე მუდმივი სიდიდეა.

ერთნაირი მასის ცომის ნაჭრების მისაღებად ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ ცომდამყოფ მანქანაში შედიოდეს ერთგვაროვანი სიმკვრივის ცომი. ცომის მასის ნამატი დასაშვებია მსხვილი საცალო ნაკეთობისათვის არაუმეტეს 3%-ისა, ხოლო 10 ცალისათვის 2,5%-მდე. ამასთან, გასათვალისწინებელია, რომ ცომის მასა მეტი უნდა იყოს მომავალი ნაკეთობის მასაზე დამუშავების დანაკარგების სიდიდით (დანაკარგები წარმოიშობა ცომის დამუშავების, გამოცხობის, პურის შენახვისა და ექსპედიციის დროს). გარდა სასაქონლო-სამომხმარებლო მნიშვნელობისა, დაყოფის სიზუსტეს გარკვეული ტექნოლოგიური მნიშვნელობაც აქვს. ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავებული ცომის ნაჭრები განითხევა და სხვადასხვა სიჩქარით ცხვება, რაც უარყოფითად იმოქმედებს პურის ხარისხზე.

ცომის ნაჭრების დაგუნდავება, ე.ი. მათთვის სფეროს ფორმის მიცემა, ხდება დაყოფისთანავე დამგუნდავებელ მანქანაზე, შემდეგ კი დაგუნდავებული ნაჭრები მიდის წინასწარ დაყოვნებაზე. მრგვალი ძირის ნაკეთობების დამზადების დროს დაგუნდავება ამავე დროს ნაკეთობის ფორმირებაცაა, ხოლო წინასწარი დაყოვნება – ერთადერთი და საბოლოოა.

წინასწარი დაყოვნება არის ხორბლის ცომის დაგუნდავებული ნამზადის შეყოვნება მშვიდ მდგომარეობაში 4-5 წთ-ის განმავლობაში. ეს დრო საკმარისია იმისათვის, რომ ცომის ნაჭერში გაიწოვოს ის შინაგანი დაძაბულობანი, რომლებიც წარმოიქმნება მექანიკური ზემოქმედების შედეგად მისი დაყოფისა და დამუშავების დროს (რელაქსაციის გავლენა).

დაყოვნების დროს ცომის ნაჭრები იმატებს მოცულობაში, უმჯობესდება მათი ფიზიკური თვისებები და ცომის სტრუქტურა. წინასწარი

დაყოფნება ხორციელდება ლენტურ ტრანსპორტიორებზე, რომლებიც განლაგებულია საბოლოო დაყოფნების კარადების გასწვრივ იატაკიდან 2,5-3 მ სიმაღლეზე.

ნაკეთობის ფორმირება ხორციელდება ფორმის მიმცემ და შემზღელ მანქანებზე წინასწარი დაყოფნების დამთავრებისთანავე; ნაკეთობას ეძლევა მოცემული პურისათვის დამახასიათებელი ფორმა.

საბოლოო დაყოფნება აუცილებელია იმიტომ, რომ ფორმირების დროს ცომის ნამზადიდან თითქმის მთლიანად გამოიდევენ ნახშირმჟავა გაზი, ირღვევა ცომის ფოროვანი სტრუქტურა. კარგი ფორიანობისა და დიდი მოცულობითი გამოსავლიანობის პურის მისაღებად აუცილებელია, რომ ცომის ნაკეთობამ მოიმატოს მოცულობაში და შეიძინოს თანაბარი ფოროვანი სტრუქტურა. სწორედ ამიტომ, გამოცხობის წინ ცომის ნამზადს აყოფენ, რასაც საბოლოო დაყოფნება ეწოდება. ხორბლის ფქვილის ცომისათვის ეს არის მეორე დაყოფნება წინასწარის შემდეგ, ხოლო ჭვავის ფქვილის ნაკეთობისათვის – ერთადერთი და საბოლოო.

წინასწარი დაყოფნებისაგან განსხვავებით, რომელიც ხორციელდება საამქროში არსებული ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებში, საბოლოო დაყოფნების პროცესი ტარდება სპეციალურ მაყოფნებელ კარადებში 35–40°C ტემპერატურასა და 75-80% ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. საბოლოო დაყოფნების დამთავრებას საზღვრავენ ცომის გარეგნული სახის მიხედვით. დაყოფნების ხანგრძლივობა ფართო დიაპაზონში იცვლება 25-დან 120 წთ-მდე; ეს ძირითადად დამოკიდებულია ცომის ნაჭრების მასასა და რეცეპტურაზე. რაც ნაკლებია ნაჭრის ზომა, მით უფრო ხანგრძლივია დაყოფნება. ტემპერატურისა (მაგრამ არაუმეტეს 45°C-ისა) და ფარდობითი ტენიანობის ამაღლება (არაუმეტეს 90%-ისა) ამცირებს დაყოფნების ხანგრძლივობას 20–30%-ით. არ არის სასურველი ნაკლები ან ზედმეტი დაყოფნება.

### **8.1.5. პურის გამოცხობა**

პურის დამზადების დასკვნითი ეტაპია გამოცხობა. ეს ხორციელდება სხვადასხვა კონსტრუქციის პურსაცხობ ლუმლებში. მრეწველობაში გამოიყენება ლუმლები ჩიხური და გამჭოლი (გვირაბული) პურსაცხობი საკნებით. ჩიხურ ლუმლებში ავტომატური ჩამჯდომების საშუალებით ცომის ნამზადი თავსდება აკვნების ძირზე, რომლებიც ჩამოკიდებულია ლენტური კონვეიერის

ჯაჭვებზე. ნამზადიანი აკვნები კონვეიერით გადაადგილდება პურსაცხობ საკანში. ცხობის ბოლოს ლუმლიდან გამოსასვლელში აკვნების 45°-ით შემობრუნების შედეგად მზა ნაწარმი გადმოიტვირთება ლენტურ ტრანსპორტიორზე, რომელიც გადასცემს პურს დასალაგებლად. ლუმლის კონვეიერი მოძრაობს პერიოდულად, ენაცვლება რა ერთმანეთს მოძრაობა და გაჩერება ცომის ნაჭრების ახალი ულუფით ძირების ჩატვირთვის მომენტში. კონვეიერის სრული ბრუნვის დრო ტოლია გამოცხობის ხანგრძლივობისა, რომელიც დროის რელეს საშუალებით ფართო საზღვრებში (10–60წთ) რეგულირდება.

ლუმლის ინტენსიური გაცხელების შედეგად (ცხობას ატარებენ 200–280° C-ზე) ცომი თანდათან გადაიქცევა საკმაოდ მდგრადი ფორმის პურად დრეკად-პლასტიკური რბილობისა და ნაკეთობის ზედაპირზე მკვრივი ქერქის წარმოქმნის წყალობით.

პურის ცხობის რეჟიმი დგინდება სხვადასხვა ასორტიმენტისათვის ფქვილის ხარისხისა და ცომის ტენიანობის, ნაკეთობის მასისა და ფორმის, გამოცხობის ხერხის (ძირზე თუ ფორმაში), საცხობი კამერის აირადი გარემოს ტემპერატურისა და სხვა პარამეტრებზე დამოკიდებულებით.

ცხობის ხანგრძლივობა ნაკლებია ხორბლის ფქვილის ნაკეთობებისათვის, როცა ცომის ტენიანობა მაღალია და მასა ნაკლები; ასევე ნაკლებია იგი მოგრძო ფორმის პურისათვის, ვიდრე იმავე მასის ძირის პურისათვის. მაღალი ტემპერატურა და საკნის აირადი გარემოს ფარდობითი ტენიანობა აჩქარებს ცხობას. ჭვავის ფქვილის ნაწარმი უფრო დიდხანს ცხვება, ვიდრე იმავე მასის ხორბლის ფქვილისა.

გადამწვევტი ფაქტორი, რომელიც მოქმედებს ცხობის ხანგრძლივობაზე, არის ცომის ნამზადის მასა; რაც ნაკლებია იგი, მით უფრო სწრაფად ცხვება ნაკეთობა. მაგალითად, 100 გ-იანი ნაკეთობა ცხვება 8–12 წთ-ში, 200 გ-იანი – 17 წთ-ში; 0,4–0,5 კგ-იანი ხორბლის ბატონები – 23 წთ-ში, 0,8–1,0 კგ-იანი ნაკეთობა – 28–30 წთ-ში; 1,0 კგ-იანი ჭვავის ფორმის პური ცხვება 55–60 წთ-ში.

ცხობის დროს მიმდინარეობს ერთმანეთთან დაკავშირებული სხვადასხვა პროცესები, რომელთა მიზეზია ცომის გაცხელება და მისგან გამოწვეული თბომასაცვლა: შინაგანი თბომასაცვლა თვით ცომ-პურში და გარეგანი - ცომ-პურსა და საცხობი საკნის ორთქლაიროვან გარემოს შორის.

ცხობის დასაწყისში სწრაფად იზრდება ცომის ნამზადის მოცუ-

ლობა, შემდეგ კი ეს ზრდა თანდათანობით ნელდება და ბოლოს, სულ წყდება. მკრთალი ქერქი თანდათან იცვლის ფერს, გაივლის რა შეფერილობის მთელ გამას ღია კრემისფერიდან ყავისფრამდე.

გარდა ფიზიკური მოვლენებისა (გაცხელება, თბომასაცვლა, მოცულობის ცვლილება და სხვ.), პურის ცხობას თან ახლავს მიკრობიოლოგიური, კოლოიდურ-ქიმიური, ბიოქიმიური პროცესები, რომლებიც მოქმედებს ცომის პურად გადაქცევაზე, განაპირობებს მის კვებით და საგემოვნო თვისებებს.

ცომის ნამზადები, რომელთა ტემპერატურა დაყოვნების შემდეგ არის 30° C-მდე, მოხდება რა საცხობი საკნის ნოტიო და ცხელაირიან გარემოში, იწყებს სწრაფად გაცხელებას. ცომის ნაჭრის ზედაპირზე საწყის სტადიაზე კონდენსირდება ორთქლი გარემომცველი ორთქლაიროვანი გარემოდან, რაც აჩქარებს ცომის გაცხელებას. რალაც დროის შემდეგ, ზედაპირული ფენის ტემპერატურა აღწევს ნამის წერტილს, რომელიც შეესაბამება კონდენსაციის შეწყვეტასა და ტენის აორთქლების დასაწყისს. აორთქლება ატმოსფერულ წნევაზე ხდება, ამიტომ ეს ფენა 100°C-მდე ცხელდება და ასე რჩება, სანამ მთელი ტენი არ აორთქლდება. ცხობის დამთავრებამდე ნაკეთობის ზედაპირის ტემპერატურა განუწყვეტლივ იზრდება. ცხობის ბოლოსათვის მზა ნაკეთობის მასა მცირდება ცომის ნამზადის საწყის მასასთან შედარებით ტენის დანაკარგის შესაბამისი სიდიდით.

მიკრობიოლოგიური პროცესები ცხობის დროს იცვლება ცომ-პურის გაცხელების შესაბამისად. საფუარი იწვევს ინტენსიურ სპირტულ დუღილს 35°C-ზე და აგრძელებს მას 40°C-მდე. შემდგომი გაცხელებით დუღილი ნელდება, ხოლო 45° C-ზე მისი ინტენსივობა მკვეთრად ეცემა. 60°C-ზე საფუარი იღუპება.

ბიოქიმიური პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს ცომ-პურის ცხობისას, მრავალფეროვანია და დაკავშირებულია საფუერითა და მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიებით გამოწვეულ დუღილთან, აგრეთვე ფქვილის ფერმენტების აქტივობასთან. მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით ცომ-პურში გრძელდება სპირტის, რძის მჟავისა და დუღილის სხვა პროდუქტების დაგროვებაც, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს გემოსა და არომატის წარმოქმნაში და უზრუნველყოფს ნორმალურ მოცულობით გამოსავალს, პურის მაღალ ფორიანობას. ფქვილის ფერმენტები თითქმის

ცხოზის დამთავრებამდე აგრძელებენ ცომის კომპონენტების ჰიდროლიზს. ამ პროცესების შედეგად ცომში იზრდება წყალში ხსნადი ნახშირწყლების რაოდენობა.

მეტად არსებითია ქიმიური პროცესები, რომლებიც ცხოზის დროს ქერქში მიმდინარეობს. ქერქი ცხელდება საშუალოდ 130°C-დან 160–180°C-მდე. მასში უფრო სწრაფად, ვიდრე რბილობში, წყდება მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესები, მაგრამ ინტენსიფიცირდება თერმიული პროცესები, რომელთა შედეგადაც დექსტრინიზდება სახამებელი, კარამელიზდება დაუდუღებელი შაქრები და იცვლება ცილოვანი ნივთიერებები.

კოლოიდური პროცესები, რომლებიც ცხოზის დროს მიმდინარეობს, განაპირობებს ცომის გადაქცევას პურის რბილობად. ცომის რბილობად გარდაქმნა ერთდროულად არ მიმდინარეობს ცომ-პურის ნაჭრის მთელ მოცულობაში; იგი იწყება მისი ზედაპირიდან და ტემპერატურის ამადლების შესაბამისად ვრცელდება სიღრმეში ცენტრის მიმართულებით.

პურის დანაკლისი ეწოდება ცხოზის დროს ცომის მასის დანაკარგებს. იგი გამოისახება პროცენტებით, როგორც სხვაობა ცომისა და ცხელი პურის მასებს შორის. ამ დანაკარგების დიდი უმრავლესობა მოდის ტენის წილად (95%-მდე); დანარჩენი მოდის სპირტზე, ნახშირორჟანგზე, აქროლად მჟავებზე და სხვ. დანაკლისის სიდიდე მერყეობს 6-დან 14%-მდე და დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: ღუმლის კონსტრუქციულ თავისებურებებზე, ნაკეთობის მასაზე, ცხოზის მეთოდზე და სხვ.

ცხოზის რეჟიმი იცვლება კოლოიდური და ბიოქიმიური პროცესების მიმდინარეობის ხასიათის გათვალისწინებით.

ხორბლის პურის ცხოზის საწყისი სტადიის პირველი პერიოდი უნდა მიმდინარეობდეს მაღალი ფარდობითი ტენიანობისა (80%-მდე) და საცხობი საკნის აირადი გარემოს შედარებით დაბალი ტემპერატურის (110–120°C-მდე) პირობებში. ამ რეჟიმით ცხოზა 2–3 წთ გრძელდება. პირველი პერიოდის დარჩენილ დროში აუცილებელია სითბოს ინტენსიური მიწოდება საცხობი საკნის გადიდებული ტემპერატურის პირობებში (200–220°C).

მეორე პერიოდში, როცა პურის მოცულობის მატება წყდება, სითბოს მიწოდების ინტენსივობაც მცირდება.

თანამედროვე პურსაცხობ ღუმლებში, ჩვეულებრივ, გამოყოფენ სამ



ზონას, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება ცხოვის რეჟიმით.

პირველი ზონა – შედარებით დაბალი ტემპერატურა და მაღალი ფარდობითი ტენიანობა;

მეორე ზონა – აირგარემოს მაღალი ტემპერატურა და რამდენადმე შემცირებული ფარდობითი ტენიანობა;

მესამე – ცხოვის დამამთავრებელ ზონაში სითბოს მიწოდება ნაკეთობასთან ნაკლებინტენსიური უნდა იყოს.

### **8.1.6. პურის შენახვა და ტრანსპორტირება**

ცხელი პური გაუფრთხილებელი მოქცევით ადვილად ითელება, იცვლის ფორმას, უარესდება მისი გარეგნობა და ფოროვანი სტრუქტურა. გამოცხოვის შემდეგ, სავაჭრო ქსელში გაშვებამდე, პურს აგზავნიან პურსაცავში (ექსპედიციაში) გაცივებისა და შეფუთვისათვის. დიდ პურის ქარხნებში არის მექანიზებული პურსაცავები.

გაცივების პროცესში ხდება ტენის გადანაწილება ნაკეთობის სხვადასხვა ნაწილებში. ტენის ნაწილი იკარგება გარემოში, ქერქის სინოტივე სტაბილიზდება წონასწორობის დონეზე, ქერქის ქვეშ და ნაკეთობის ცენტრში განლაგებული ფენების სინესტე თანაბრდება; ნაკეთობის შიგნით და გარემოსთან ტენის მიმოცვლის შედეგად ნაკეთობის მასა მცირდება 2-4%-ით ცხელ პურთან შედარებით. პურის დანაკარგის ამ სახეს შეშრობა ეწოდება.

შენახვისას პური ხმება. გამოშრობა გარდაუვალი ქიმიურ-ფიზიკური პროცესია, რომელიც დაკავშირებულია პურის ბიოპოლიმერების – დენატურირებული ცილებისა და კლეისტერიზებული სახამებლის – დაბერებასთან. მისი მთლიანად თავიდან აცილება ჯერჯერობით არ ხერხდება.

პური ავადდება. ყველაზე გავრცელებული დაავადებების სახეებია დაობება და კარტოფილის დაავადება, რომელსაც კარტოფილის ჩხირები იწვევს. ამ დაავადებების თავიდან ასაცილებლად პირველ შემთხვევაში პურსაცავში დაცული უნდა იყოს სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები, მეორე შემთხვევაში – გამოყენებული უნდა იქნას ტექნოლოგიური ხერხები, რომლებიც ამუხრუჭებს კარტოფილის ჩხირების განვითარებას.

დადგენილია პურის ნაკეთობის შენახვის მინიმალური და მაქსიმალური ვადები: მინიმალური ვადა – 1 სთ – შემოდებულია ყველა სახის

ნაკეთობისათვის; მაქსიმალური ვადაა – 6 სთ.

პურის გადასატან ტრანსპორტს უნდა ჰქონდეს სანიტარული პასპორტი, თაროები უნდა ირეცხებოდეს ქლორიანი კირით, თბილი ტუტით და შემდეგ სუფთა – წყლით.

### 8.1.7. პურის გამოსავალი

პურის გამოსავალს უწოდებენ მის რაოდენობას კგ-ით, მიღებულს 100 კგ ფქვილიდან და რეცეპტურით გათვალისწინებული სხვა დამატებითი ნედლეულიდან:

$$B_3 = \frac{q_6(100 - W_6)}{100 - W_3} (1 - 0.01 K_{\text{დ}})(1 - 0.01 K_{\text{დაწ}})(1 - 0.01 K_{\text{ფეშკ.}}),$$

სადაც  $B_3$  არის პურის გამოსავალი, კგ;  $q_6$  – ნედლეულის მასა (100 კგ ფქვილი და დანარჩენი ნედლეული 100 კგ ფქვილზე);  $W_6$  – მთელი ნედლეულის საშუალო-წონითი სინესტე, %;  $W_3$  – ცომის სინესტე, %;  $K_{\text{დ}}$  – ნედლეულის დანაკარგი დუღილზე, % ცომის მასასთან შეფარდებით;  $K_{\text{დაწ}}$  – დანაკარგები ცხობის დროს, % ცომის მასასთან შეფარდებით;  $K_{\text{ფეშკ.}}$  – დანაკარგები შენახვის დროს, % ცხელი პურის მასასთან შედარებით.

## IX თავი

### 9.1. დუღილის პროდუქტების ტექნოლოგია

დუღილის პროდუქტების საწარმოთა სხვადასხვა დარგები განსხვავდებიან საბოლოო პროდუქტების მახასიათებლებით, გადასამუშავებელი ნედლეულის სახეობით და, განსაკუთრებით, გამოყენებული მიკროორგანიზმებისა და ფერმენტული სისტემების სახეობით, აგრეთვე სუბსტრატის გარდაქმნის განხორციელებული ქიმიზმით.

#### 9.1.1. ყურძნისა და ხილ-კენკრის ღვინოების ტექნოლოგია

ყურძენი გამოიყენება ახალი, შემჭკნარი და გამომშრალი სახით. მისგან ამზადებენ უალკოჰოლო სასმელებს - წვენს, კონცენტრატებს (ვაკუუმ-ტკბილი, ბეკმესი) და ალკოჰოლიან სასმელებს – ღვინოებს (სუ-

ფრის, შემაგრებული, არომატიზებული, ცქრიალა), სპირტს, კონიაკს (ბრენდი), არაყს.

ყურძნისაგან დამზადებული ყველაზე უფრო გავრცელებული პროდუქტია ღვინო.

### 9.1..2. ღვინოების ზოგადი კლასიფიკაცია

ყურძნის ღვინო ეწოდება ისეთ სასმელს, რომელიც მიღებულია ახლად დაკრეფილი ან შემჟვანარი ყურძნის წვენიდან დურდოზე ან მის გარეშე სპირტული დუღილით, ქიმიურად უაღრესად რთული ორგანული ხსნარია, მიეკუთვნება საგემოვნო პროდუქტებს და ახასიათებს კვებითი, დიეტური და სამკურნალო თვისებები

ყურძნიდან მიღებული ყველა ღვინო იყოფა ჯიშურ და კუბაჟირებულ ღვინოებად.

ჯიშური ღვინო მიღებულია ერთი ჯიშის ყურძნის გადამუშავებით, ხოლო კუბაჟირებული – სხვადასხვა ჯიშის ყურძნის ან ღვინომასალების შერევით.

ჯიშურ ღვინოებში სხვა ჯიშის ყურძენი ან ღვინომასალა არ უნდა აღემატებოდეს მთელი მასის 15%-ს.

ყურძნის ღვინოები არის წყნარი - რომლებიც არ შეიცავს ზედმეტ ნახშირმჟავა გაზს, და ცქრიალა – რომლებიც გაჯერებულია ნახშირმჟავა გაზის სხვადასხვა დოზით.

წყნარი ღვინოები შედგენილობის მიხედვით იყოფა ჯგუფებად.

პირველ ჯგუფში ერთიანდება ისეთი ღვინოები, რომლებიც მიღებულია ბუნებრივი შაქრის ალკოჰოლური დუღილით სპირტის დამატების გარეშე. ასეთ ღვინოებს მიეკუთვნება:

ა) მშრალი ღვინოები, რომლებიც შეიცავს სპირტს 9,0-დან 14,0%-მდე და შაქარს არა უმეტეს 0,3%-სა;

ბ) ბუნებრივად ნახევრად ტკბილი ღვინოები, რომლებიც შეიცავს სპირტს 9,0-დან 12,0%-მდე და დარჩენილ დაუდუღებელ შაქარს 3,0-დან 8,0%-მდე;

მეორე ჯგუფში ერთიანდება შემაგრებული ღვინოები, რომელთა დამზადების დროსაც დასაშვებია რექტიფიცირებული სპირტის ხმარება.

ამ ჯგუფში შედის:

ა) შემაგრებული ღვინოები, რომლებიც შეიცავს სპირტს 17,0-დან 20,0%-მდე და შაქარს 1,0-დან 14,0%-მდე;

ბ) სადესერტო ღვინოები, რომლებიც შეიცავს სპირტს 12,0-დან 17,0%-მდე.

სადესერტო ღვინოები, შაქრის შემცველობის მიხედვით, სამ ჯგუფად იყოფა:

1) სადესერტო ნახევრად ტკბილი ღვინოები, რომლებიც შეიცავს შაქარს 5,0-დან 12,0%-მდე და სპირტს – 14,0-დან 16,0%-მდე;

2) ტკბილი ღვინოები, რომლებიც შეიცავს შაქარს 14,0-დან 20,0%-მდე და სპირტს – 15,0-დან 17,0%-მდე;

3) ლიქიორული ღვინოები, რომლებიც შეიცავს შაქარს 21,0-დან 35,0%-მდე და სპირტს - 12,0-დან 17,0%-მდე.

მესამე ჯგუფს კი მიეკუთვნება არომატიზებული ღვინოები, დამზადებულნი რექტიფიცირებული სპირტის, ინვერსიული შაქრისა და სხვადასხვა ნაყენების გამოყენებით. ეს ღვინოები შეიცავს სპირტს 16,0-დან 18,0%-მდე და შაქარს 6,0-დან 16,0%-მდე.

წყნარი ღვინოები დანიშნულებისა და ტექნოლოგიის მიხედვით შეიძლება იყოს სამარკო, ორდინარული და საკოლექციო.

სამარკო ღვინოები გადის დავარგება-მომწიფების პერიოდს 1-დან 3 წლამდე, რაც იანგარიშება მოსავლის მომდევნო წლის იანვრიდან; ხოლო ორდინარული ღვინოები მუშავდება სპეციალური დაჩქარებული ტექნოლოგიური ღონისძიებებით და ჩამოისხმება ღვინომასალაში გადარიცხვიდან არა უადრეს სამი თვისა.

სამარკო ღვინოებისათვის მეღვინეობის ცალკეული რაიონებიდან არჩევენ ამა თუ იმ მარკის ღვინის შესატყვის განსაკუთრებით მაღალხარისხოვან ღვინომასალებს.

განსაკუთრებით მაღალხარისხოვანი და დამახასიათებელი სამარკო ღვინოები დავარგება-მომწიფების პერიოდში ჩამოისხმება ბოთლებში და ორი წლის შემდეგ ჩაირიცხება საკოლექციო ღვინოებში.

ცქრიალა ღვინოებს მიეკუთვნება ისეთი ღვინოები, რომლებიც მიიღება მეორეული დუღილის გზით მშრალი ან შემაგრებული ღვინომასალებისაგან. ნატურალური ნახევრად ტკბილი ცქრიალა ღვინოების ჯგუფს მიეკუთვნება ისეთი ღვინოები, რომლებიც მიიღება დახურულ რეზერვუარებში პირველადი დუღილის შედეგად, როცა დუღილი წყდება გან-

საკუთრებულ ფაზაში.

შეშენას ისეთ ღვინოებს უწოდებენ, რომლებიც ხელოვნურად, სატურაციის გზით, გაჯერებულია ნახშირმჟავა აირით.

### 9.1.3. ღვინის დამზადების მოკლე ტექნოლოგია

ღვინოების, კერძოდ მშრალი სუფრის ღვინოების, მიღების პროცესი, რომელსაც პირველადი მეღვინეობის ქარხნებში ახორციელებენ, შედგება შემდეგი ოპერაციებისაგან: ყურძნის დაჭყლეტა, კლერტების მოცილება, ტკბილის მიღება, გაწმენდა და სულფიტაცია, მისი დადუღება ცალკე და მტევნის მყარ ნაწილებთან (ჭაჭასთან) კონტაქტში. წარმოქმნილი ახალგაზრდა ღვინო იგზავნება დასაძველებლად სამარკო ღვინოების მისაღებად ან სპეციალურად მუშავდება სტაბილური გამჭვირვალობის, ჰარმონიული არომატისა და გემოს უზრუნველსაყოფად.

*თეთრი მშრალი სუფრის ღვინოები* შემდეგი ტექნოლოგიური სქემით მზადდება: ყურძენი იჭყლიტება დამჭყლეტ-კლერტგამომცლელ მანქანებზე, შემდეგ სადინარებზე გამოეყოფა ტკბილი-თვითნადენი. ჭაჭა იწნეება, გამონაწერი ცილდება, ხოლო მიღებული ტკბილი ემატება თვითნადენს, იწმინდება, სულფიტირდება  $SO_2$ -ის დამატებით (პირობების – მიხედვით 200 მგ/ლ–მდე), მუშავდება ბენტონიტით, იწმინდება და იგზავნება დასაღუღებლად. დუღილი ორი მეთოდით ხორციელდება: *კლასიკური-პერიოდულით* – კასრებში ან დიდ საცავებში, ან *უწყვეტით* – ერთ ჭურჭელში, ან ფერმენტატორების ბატარეაში. დუღილის დამთავრებისა და დაწმენდის შემდეგ, ახალგაზრდა ღვინოს მოხსნიან საფუერის ნალექისაგან და აგზავნიან დასაყოფებლად ან სპეციალურ დამუშავებაზე.

*წითელი ღვინო* მზადდება დაჭყლეტილი ყურძნის დუღილით ჭაჭის მოუცილებლად კანიდან ექსტრაქტული პიგმენტური ნივთიერებების უფრო სრულად გამოყვანისათვის. ამავე მიზნით იყენებენ ჭაჭის გაცხელების მეთოდს, ახალგაზრდა ღვინით ჭაჭის ექსტრაქციას, ჭაჭის გამოწნებას დუღილის შემდეგ და სხვ.

ყურძნიდან ტკბილი უნდა გამოიწუროს მოკრეფისთანავე, რადგანაც დაყოფნების დროს წვენი იხსნება ჭაჭის მყარი ნივთიერებები; ამავე დროს უარყოფითად მოქმედებს ჰაერის ჟანგბადთან შეხებაც - ირღვევა გემოს სიწმინდე, ჩნდება სიმწარე და სიცხარე.

ტკბილის ჩამოდინების მიზანია შეძლებისდაგვარად სწრაფად მოცილდეს იგი ჭაჭას და ამის წყალობით შემცირდეს გამოსაწერი ჭაჭის მოცულობა, შემცირდეს წნეხების დატვირთვა. დაწნებით ან გამოწურვით ჭაჭიდან გამოიყვანება მასში დარჩენილი ტკბილი ან მისი ნაწილი. ტკბილის გამოსავლის გასადიდებლად ჭაჭას რამდენჯერმე წნეხენ.

დაჭყლეტით, ჩამოდინებითა და გამოწნებით გამოყოფილი ტკბილი შეიცავს ტივტივარებს – კლერტისა და კანის ნაგლეჯებს, მიწის ნაწილაკებს, პექტინოვან, ცილოვან და ლორწოვან ნივთიერებებს, საფუფერის უჯრედებს. სიმღვრივის მოსაცილებლად ტკბილს აყოვნებენ დასაწდომად, რისთვისაც წინასწარ დუღილის პროცესის 1–2 დღით შესაჩერებლად მას ამუშავებენ გოგირდის ანჰიდრიდით; 18–36 სთ-ის შემდეგ ტკბილს მოხსნიან ნალექიდან; თუმცა არიან ტკბილის დაუწმენდავად დადუღების მომხრეებიც. გაწმენდილი ტკბილი მიდის ფერმენტატორებში დასადუღებლად და ლვინომასალების მისაღებად.

*ხილ-კენკროვან მეღვინეობაში* ხილისა და კენკრის გადამუშავება ითვალისწინებს მათ ტრანსპორტირებას, დახარისხებას, სპეციალურ მანქანებში გარეცხვას, დოლებში დაჭყლეტას.

ყურძნის მეღვინეობისაგან განსხვავებით, ხილ-კენკროვანი ღვინის წარმოებაში წვენი გამოსავლის მაქსიმალურად გადიდების მიზნით, მიღებულია ჭენჭოს ან მთელი მასის დამუშავება სითბოთი, ფერმენტაციული პრეპარატებით, მაღალი სიხშირის დენებით. ზოგიერთი კენკრის წვენი მოიხსნება სადინარებზე; შემდეგ ხილის ჭენჭო იწნება ისეთსავე აპარატებზე, როგორც ჭაჭა ყურძნის მეღვინეობაში, ილექება, წვენი იწმინდება ან პასტერიზდება და დადუღდება. ღვინომასალა იფილტრება, ემატება ეთილის სპირტი, ყოვნდება, კუპაჟირდება და კვლავ ყოვნდება. მზა ღვინო მიდის ბოთლებში ჩამოსასხმელ ხაზზე.

*მეორადი მეღვინეობა* ითვალისწინებს პირველადი მეღვინეობის ქარხნებში მიღებული ღვინომასალების გადამუშავებას მაღალხარისხოვანი სამარკო ღვინოების გამოსაშვებად. ღვინომასალები ცისტერნებით ან სხვა საცავებით შემოდის ქარხანაში, გადაიტუმბება შემკრებ რეზერვუარებში დაყოვნებისა და შენახვისათვის. შემდეგ სპეციალურ აპარატებში ხდება ღვინომასალების კუპაჟირება, მათი გაწებვა, წებოზე დაყოვნება, თბური დამუშავება, რკინაბეტონის თერმოცისტრნებში დაყოვნება. გაცივების შემდეგ ღვინოს ფილტრავენ და საწნეო ავზების გავლით აგზავნიან ავტომა-

ტურ ხაზზე ჩამოსასხმელად.

შამპანური ღვინო განსხვავდება წყნარი ღვინოებისაგან ცქრიალა თვისებებით, გემოთი, თაიგულით. იგი მიიღება მაღალხარისხოვანი ღვინომასალების მეორეული დუღილის შედეგად ჰერმეტიკულ რეზერვუარებში ან ბოთლებში.

კუპაჟირებული ღვინომასალები შამპანურისათვის მიეწოდება პოლიეთილენის რგოლებით ავსებულ (საფუერის შესაკაფებლად) ბიოგენერატორში (ფერმენტატორი) და დოზირდება. ახალი საფუარი აქ მიეწოდება ცალკე დანადგარიდან; შემდეგ დეაირირებული ღვინომასალები მუშავდება თბომცვლელში 65°C-მდე გაცხელებით, ყოვნდება თერმოცისტერნაში, შემდეგ ცივდება 14°C-მდე და იფილტრება.

რეაქტორში ღვინომასალებიდან და შაქრიდან ამზადებენ 70%-იან ლიქიორს, რომელსაც ფილტრავენ და აწვდიან სარეზერვუარო და საექსპედიციო ლიქიორის ავზებში. სარეზერვუარო ლიქიორი ყოვნდება ცისტერნებში და იგზავნება საპროდუქციო ხაზში, საექსპედიციო კი - ცისტერნებში დაყოვნების შემდეგ, მიდის შამპანურიან მიმღებში.

დასადუღებელი ნარევი, რომელიც შეიცავს დეაირებულ ღვინომასალებს, სარეზერვუარო ლიქიორს და საფუარს, შედის სამადულრე ბატარეაში. ბატარეებიდან გამოსული შამპანიზებული ღვინო ჯერ გაივლის ფერმენტატორს, ცივდება -5°C-მდე, დაწდება თერმო-რეზერვუარებში და იწმინდება ფილტრზე.

მზა შამპანური როტამეტრების გავლით მიდის მიმღებ რეზერვუარებში და შემდეგ ჩამოსხმის საამქროში, მაგრამ მანამდე, ფილტრის წინ, მას ემატება საექსპედიციო ლიქიორი იმის მიხედვით, თუ რომელი შამპანური მზადდება – ნახევრად მშრალი, ნახევრად ტკბილი, ტკბილი თუ სხვა.

## 9.2. ალაოსა და ლუდის ტექნოლოგია

### 9.2.1. ალაოს წარმოება

ალაო ლუდის წარმოების ძირითადი ნედლეულია. ის აუცილებელია აგრეთვე სპირტის წარმოებაში სახამებლის ამაქრებისათვის, პურის ცხობაში მრავალი სახეობის პურის დასამზადებლად და სხვ. ლუდის წარმოებაში გამოიყენება ქერის ალაო.

ალაო არის გარკვეულ პირობებში გალივებული მარცვლეული. იგი შეიცავს ფერმენტებს, რომლებიც იწვევს მარცვლისა და კარტოფილის

სახამებლის ამაჟრებას, რაც აუცილებელია შემდგომი დუღილისათვის როგორც ლუდის, ასევე სპირტის წარმოებაში.

პურის გამოსაცხობად და ბურახის დასამზადებლად იყენებენ ჭვავის ე. წ. წითელ ალაოს.

სპირტის წარმოებაში ნედლეულის ამაჟრებისათვის იყენებენ მწვანე ალაოს და ფერმენტულ პრეპარატებს. სპირტის ქარხნებში ალაოს ამზადებენ მარცვლოვანი კულტურებიდან – ქერის, ფეტვის, შვრიისა და ზოგჯერ ჭვავისაგან.

ლუდის ალაოს მომზადების პროცესი შემდეგი სტადიებისაგან შედგება: ქერის გაწმენდა და ტრანსპორტირება, დაღობა და მარცვლის გაღივება, ღივების მოცილება და ალაოს მომწიფება.

მარცვლის მომზადება გადასამუშავებლად ადრე განვიხილეთ. აქ მოკლედ შევეხოთ მარცვლის გაწმენდის შემდგომ სტადიებს.

მარცვლის დაღობა სამი ხერხით ხდება: პერიოდული ჰაერ-წყლისა, უწყვეტ-ნაკადური (ჰაერით გაჯერებულ წყალში) და ჰაეროვან-მორწყვითი მეთოდით.

მარცვალი ირეცხება ცილინდრულ-კონუსურ დამღობ აპარატებში. ამ აპარატის ცენტრში დაყენებულია მოწყობილობა, რომელიც შედგება მილთა სისტემისაგან შეკუმშული ჰაერის მისაწოდებლად. რეცხვის დროს შეკუმშული ჰაერი წარიტაცებს ზევით ცენტრალური მილის გასწვრივ წყლისა და მარცვლების ნარევის, ის ნაწილდება ცენტრიდან პერიფერიებისაკენ რადიალურად განლაგებულ მილებში და გამოდის აპარატის კედლებთან. ტივტივარის მოცილების შემდეგ მარცვალს უტარებენ დეზინფექციას, რისთვისაც ამუშავებენ  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{CaO}$ -ს ხსნარით.

აპარატის კონუსურ ძირში დატანებულია მილოვანი ბარბოტიორები, რომლებითაც დაღობის დროს მარცვლის ფენაში უბერავენ ჰაერს. დამბალი მარცვალი ჩამოდის ძირა კონუსით, ზემოდან მიდუღებული მილით კი გამოიყვანება ჭუჭყიანი წყალი ფშუტე მარცვლებთან და მინარევებთან ერთად. ქერის დაღობის ხანგრძლივობა 3 დღე-ღამეა.

ჰაერ-წყლის მეთოდი მიჩნეულია ყველაზე პროგრესულად. დასაწყისში 20 წთ-ის განმავლობაში მარცვალს რწყავენ გაფრქვეული წყლით. ყოველ საათში 15 წთ-ის განმავლობაში ვენტილატორით ძირიდან შეიწოვება ჰაერი. შემდეგ გამრეცხ მანქანას ავსებენ წყლით და მარცვალს 8 სთ აყოვნებენ წყალში, ანიაგებენ რა ყოველ 30 წთ-ში ბარბოტიორის საშუ-



ალებით 5 წთ-ის განმავლობაში ჰაერის გატარებით. შემდეგ წყალს ჩამოუშვებენ და რწყავენ მარცვალს გაწოვასთან ერთად, სანამ მისი ტენიანობა არ მიაღწევს 42–44%-ს ღია ალაოსათვის და 45–47%-ს – მუქისათვის. დაღბობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე: 12°-ზე იგი 56 სთ-ს შეადგენს, 15°-ზე კი მცირდება 48 სთ-მდე.

დაღბობის დროს მარცვალი ჯირჯვდება, მატულობს მოცულობაში, რბილდება და ხდება ელასტიკური. ტენის მომატების გამო მკვეთრად მატულობს მარცვლის ცხოველმყოფელობა. მარცვალი თანდათან მზარდი რაოდენობით გამოყოფს CO<sub>2</sub>-ს და შთანთქავს O<sub>2</sub>-ს, ამიტომ დაღბობის დროს უნდა გვექონდეს მარცვლის სუნთქვისათვის საჭირო ნორმალური პირობები.

ქერის გაღივება აუცილებელია მასში ფერმენტების დაგროვების, გაფხვიერებისა და მარცვლის კედლების დაშლისათვის, რათა გაადვილდეს სახამებლის, ცილოვანი და სხვა ნივთიერებების გამოწვლილვა ტკბილის მომზადების დროს. გაღივების ტემპერატურა ღია ალაოსათვის 18°C-ია და მუქისათვის 24°C. მარცვლის მასაში მუდმივი ტემპერატურა შეინარჩუნება კვლების განიავებით, დამატებითი დანოტივებითა და გაფხვიერებით. გაღივებას ამთავრებენ, როცა ღივის სიგრძე მიაღწევს მარცვლის სიგრძის 2/3–3/4-ს. ამ დროისათვის ენდოსპერმის კედლები ირღვევა ციტოლიზური ფერმენტების მოქმედებით, ენდოსპერმი ფხვიერი და მყიფე ხდება. გაუღივებელ მარცვალში მხოლოდ β-ამილაზა შედის, რომელიც შლის სახამებელს მალტოზამდე, α-ამილაზა კი წარმოიქმნება გაღივების დროს და იგი შლის სახამებლის მოლეკულას დექსტრინების წარმოქმნით. გროვდება აგრეთვე პროტეინაზები და პეპტიდაზები, რომლებიც აჰიდროლიზებენ ცილებს პეპტიდებისა და ამინომჟავების წარმოქმნით.

ღია ფერის ალაოს გაღივების ხანგრძლივობა 7 დღე-ღამეა, მუქისა კი – 9, მაგრამ ფერმენტები გროვდება ძირითადად პირველ 5 დღე-ღამეში, დანარჩენი დრო კი ფერმენტაციულ ჰიდროლიზზე იხარჯება. ალაოს მზაობაზე მსჯელობენ ენდოსპერმის ფქვილოვანი ნაწილის თითებით გასრევის სიადვილის მიხედვით. კარგი ხარისხის ალაოს ქორფა კიტრის სუნი აქვს. რეჟიმის დარღვევისას სუნი ეთერისაა, კონსისტენცია კი საცხისებრი; ეს შეიმჩნევა აგრეთვე ზედმეტად დამბალ ალაოშიც.

ალაოს ამზადებენ სპეციალურ ჭურჭლებში, რომლებსაც საალაოებს უწოდებენ. იყენებენ ორი ტიპის საალაოებს: ნაკადურსა და პნევმატურს; ნაკადურები თანდათან იდევნება, როგორც მექანიზაციისათვის არაპერ-

სპექტიული. პნევმატურ საალაოებში ალაოს ფენა არის 0,6–1 მ სიმაღლის; ალაოს ფენაში ტემპერატურასა და ნახშირმჟავა აირის მოცილებას არეგულირებენ ძირიდან ისეთი ჰაერის შებერვით, რომელიც გაწმენდილია მტერისაგან, კონდიცირებულია ტენიანობის მიხედვით და ტემპერატურა გალივების რეჟიმით დადგენილზე 2–3°C-ით ნაკლები აქვს. ალაოს ფესვების ერთმანეთში გადახლართვის თავიდან ასაცილებლად იყენებენ საბრუნებლებს. ყუთების ტიპის პნევმატიკური საალაოე შედგება სწორკუთხა აგურის ან რკინაბეტონის ღია ყუთების რიგისაგან, ძირითადი ფსკერიდან 1–1,8 მ სიმაღლეზე აქვს მეორე ბადისებრი ძირი. ყუთების რაოდენობა შეესაბამება ალაოს გალივების დღე-ღამეების რაოდენობას; გალივების დაწყებიდან დამთავრებამდე ალაო ერთ ყუთში რჩება. კონდიცირებული ჰაერი შედის ბადისქვეშა სივრცეში და ძირიდან ზევით განჭოლავს ალაოს ფენას, აცივებს, ატენიანებს და გამოდევნის CO<sub>2</sub>-ს. ვერტიკალური შნეკური საბრუნებელი საგორავებიანი ურიკით მოძრაობს ყუთების გვერდითი კედლების გასწვრივ, შნეკების ბრუნვით გადაანაცვლებს ალაოს ძირა ფენას ზევით, ზედას კი - ქვევით, 2-ჯერ დღე-ღამეში.

დაღობისთანავე ალაოს ანიავებენ მშრალი ჰაერით; როცა ტემპერატურა აიწვეს 14–17°C-მდე, იწყებენ კონდიცირებული ჰაერით განიავებას და ინარჩუნებენ 17–20°C ტემპერატურას, მე-8 დღე-ღამის ბოლოს კი – 18–20°C-ს.

ალაოს შრობის მიზანია ტენის მოშორება და ექსტრაქტული, არომატული და მღებავი ნივთიერებების დაგროვება. ალაოს ტენიანობა მცირდება 42–47%-დან 2-4%-მდე სამ სტადიად. ფიზიოლოგიური ფაზის განმავლობაში გრძელდება გალივება 40°C-მდე და 30% ტენიანობამდე. ფერმენტაციული ფაზა მიმდინარეობს 40–75°C ტემპერატურასა და 20–30% ტენიანობის დროს. ღია ფერის ალაოს მისაღებად ამ ფაზის ხანგრძლივობას ამცირებენ ალაოს სინესტის 10%-მდე მიყვანით. ქიმიური ფაზა დგება 75°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე და მთავრდება ღია ფერის ალაოს შემთხვევაში 80°C-ზე, ხოლო მუქისათვის – 105°C-ზე. სინესტე შეესაბამება 3–5 და 1,5–2,5%-ს. ამ სტადიაში ამინომჟავები და პეპტიდები ურთიერთქმედებენ მარედუცირებელ შაქრებთან და წარმოიქმნება მათი კომპლექსური ნაერთები – მელანოიდინები, რომლებიც ალაოს აძლევენ სპეციფიკურ გემოს, ფერსა და არომატს. ლივების მოცილება ხდება გაშრობისთანავე, ხოლო გამომშრალი ალაო კიდევ მწიფდება 4–6 კვირის განმავლობაში

ჰაერიდან ტენის სორბციის პროცესში.

ღია ფერის ალას გამოსავალია 100 კგ-დან 78–79 კგ 3%-იანი ტენიანობით, ხოლო მუქისა – 74–76 კგ 1,5–2,5% ტენიანობით.

### 9.2.2. ლუდის წარმოება

ლუდი მცირედალკოპოლიანი სასმელია, რომელიც გაჯერებულია ნახშირმჟავა აირით, აქვს სვიის სასიამოვნო მომწარო გემო და არომატი. იგი მზადდება ქერის ალასაგან მიღებული ტკბილისა და სვიის ერთად დადულებით. ლუდი საკვები სასმელია, შეიცავს ნახშირწყლებს, ცილებს, ვიტამინებსა და ორგანულ მჟავებს. ღია ფერის ლუდის ენერგეტიკული უნარია 1700–2200 კჯ/კგ, ხოლო მუქისა – 3400 კჯ/კგ. ლუდის წარმოების ძირითადი ნედლეულია ქერი, სვია და წყალი.

ლუდის წარმოება შემდეგი სტადიებისაგან შედგება: სვიათი ტკბილის მომზადება, დუღილი, დადულება, გაწმენდა, ჩამოსხმა, პასტერიზაცია, ბოთლების დამუშავება და ლუდის შენახვა.

ლუდის ტკბილი მზადდება სახარშ განყოფილებაში. ხარშვის მიზანია ალას, სვიისა და სხვა მასალებიდან (აულოჯებელი მასალები – უფრო ხშირად სიმინდი ან ქერის ფქვილი და ღერღილი) მშრალი ექსტრაქტული ნივთიერებების უფრო სრული გამოწვლილვა და გახსნა, ხელსაყრელი პირობების შექმნა სახამებლის, ცილების, ცელულოზისა და სხვა შემადგენელი ნაწილების ფერმენტული ჰიდროლიზისათვის. ხარშვის პროცესში სარეაქციო არე მჟავური უნდა იყოს ( $\text{pH} = 5,2-5,6$ ); მაგრამ თუ წყლის მოქმედებით არე გატუტიანდა, უმატებენ რძემჟავას.

ტკბილის მომზადების პროცესი შედგება შემდეგი ოპერაციებისაგან: ალას გაპრიალება და დაფქვა, ალასა და აულოჯებელი მასალების შელესვა, ტკბილის ხარშვა და ამაქრება, ტკბილის გაფილტვრა, მისი დუღილი სვიასთან, სვიის ნამტვრევების მოცილება.

ხანგრძლივი შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს ალას ჭუჭყიანდება მტვრითა და სხვა მინარევებით, ამიტომ დაღერღვამდე იგი უნდა გაიწმინდოს. ალას აპრიალებენ მაპრიალებელ მანქანებზე (მაგალითად, CĪ – 54-ზე), რომელზედაც აცლიან ლივებს, მტვერსა და ჭუჭყს; შემდეგ ჩატვირთავენ დამლბობ აპარატში 30%-მდე დასატენიანებლად, აგზავნიან ოთხ- ან ექვსვალციან სამსხვრევზე დასაღერლად ისე, რომ მისი გარსი

მინიმალურად დაზიანდეს. გარსი, რომლითაც დაფარულია მარცვალი, ძირითადად წყალში უხსნარი ცელულოზასაგან შედგება, მაგრამ მის გარდა შეიცავს სხვა ნივთიერებებსაც; ეს ნივთიერებები წყალში იხსება და ცუდად მოქმედებს ტკბილის გემოსა და ფერზე. ამის გამო არ არის მიზანშეწონილი გარსის წმინდად დაფქვა, რადგან ამან შეიძლება გააადვილოს ლუდისათვის მანე მინარეების გამოტუტვა. სამაგიეროდ, რაც შეიძლება წმინდად უნდა დაიფქვას ალაოს მარცვლის ფქვილოვანი ნაწილი – ენდოსპერმა, რომელიც ძირითადად შეიცავს სახამებელს, სხვა ნახშირწყლებს და ცილოვან ნაერთებთან ერთად წარმოქმნის ალაოს ექსტრაქტს. ამრიგად, ალაოს დაფქვის დროს გარსი რაც შეიძლება ნაკლებად უნდა დაზიანდეს, ენდოსპერმა კი – წმინდად დაიფქვას. დაღერლილი ალაოს გრანულომეტრიული შედგენილობა არაერთგვაროვანია; იგი, დაახლოებით ასეთი შედგენილობისაა (%): ჩენჩო – 15–20, მსხვილი ღერღილი – 20–35, წვრილი ღერღილი – 25–50, ფქვილი – 15–20.

დაღერლილ ალაოს აგროვებენ ჰერმეტიკულ რკინის ბუნკერებში, რომლებიც დადგმულია შესაღეს როფებს ზემოთ. განყოფილება აღჭურვილია გამწმენდი და მაპრიალებელი მანქანებით, მაგნიტური მოწყობილობით, სასწორით და სხვ.

შელესვის პროცესის მიზანია დაღერლილი ალაოდან და სახამებლის შემცველი სხვა აულოჯებელი მასალებიდან, რომლებიც ზოგჯერ ემატება ალაოს, რაც შეიძლება მეტი კარგად ხსნადი ექსტრაქტის მიღება. შელესვა მიმდინარეობს წყლის არეში სათანადო ტემპერატურაზე.

დაღერლილი ალაოს უბრალო გამოტუტვით მიიღება მხოლოდ 10–15 % ექსტრაქტი იმ რაოდენობისა, რომელსაც ალაო შეიცავს. დანარჩენი ნივთიერებები, რომლებიც ტკბილის ექსტრაქტს შეადგენს, მიიღება მხოლოდ შელესვის დროს ფერმენტების მოქმედებით: ამილაზა უზრუნველყოფს სახამებლის დაშლას მალტოზად და დექსტრინებად, პროტეაზები შლის რთულ უხსნარ ცილოვან ნივთიერებებს მარტივ ხსნად ნაერთებად, ფიტაზა გარდაქმნის ფიტინს ინოზიტად და ფოსფატებად და სხვ.

ფერმენტების მოქმედება იწყება ჯერ კიდევ ალაოს დამზადების პროცესში და შემდეგ ჩქარდება შელესვის დროს. ამ დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს გამოყენებული წყლის ქიმიურ შედგენილობას. მაგალითად, თუ წყალს აქვს მკვეთრად გამოხატული ტუტე ხასიათი (კარბონატული), იზრდება მისი pH, რაც ანელებს სახამებლის აშაქრებას, ცილების დაშლას

და სხვ. ნელდება აგრეთვე ტკბილის ფილტრაცია და იგი მღვრიე ხდება.

შელესვის წესები სხვადასხვაგვარია; მათი შერჩევა უნდა ხდებოდეს ალაოს თვისებების გათვალისწინებით და დამზადებული ლუდის ტიპით. უპირატესად შელესვა ხორციელდება ხარშვის მეთოდით, რადგანაც ამჟამად ალაოსთან ერთად იყენებენ აულოჯებელ მასალებსაც, რომელთა გადამუშავებაც ამ მეთოდით უფრო ხელსაყრელია. ხარშვის მეთოდი იმაში მდგომარეობს, რომ შენალესის ტემპერატურის ასამაღლებლად მის ნაწილს (ნახარშს) ადუღებენ მეორე აპარატში, შემდეგ კი ნახარშში ურევენ შენალესის აუდუღებელ ნაწილს.

ნახარშების რაოდენობის მიხედვით არსებობს შელესვის ერთ-, ორ- და სამსახარშიანი ხერხები. შელესვის ხანგრძლივობა ამის მიხედვით იზრდება და შესაბამისად შეადგენს 3,5, 4-5 და 6-6,5 სთ-ს. ყივულის, მოსკოვისა და ლენინგრადის ლუდს ამზადებენ უფრო რაციონალური, ორსახარშიანი მეთოდით.

შელესვა ეწოდება ალაოს ექსტრაქტული ნივთიერებების ხსნარში გადაყვანას ფერმენტების მოქმედებით, რასაც მოჰყვება სახამებლიდან შაქრის (მალტოზის) წარმოქმნა ამილაზას ზემოქმედებით.

სახარშ განყოფილებაში დადგმულია შემდეგი დანადგარები:

1. შესალესი როფი, რომელსაც იყენებენ დაღერლილი ალაოსა და წყლის შესარევად და მასის შესანახად;
2. შესალესი ქვაბი, განკუთვნილი მასის შელესვისა და დუღილისათვის;
3. საფილტრი როფი, რომელშიც ხდება ტკბილის განცალკევება ალაოს უხსნარი ნაწილისაგან;
4. ტკბილის სახარში ქვაბი ტკბილისა და სვიის ერთად ხარშვისათვის.

ნახარშისა და ტკბილის დუღილისათვის იყენებენ ღია ცეცხლს ან ორთქლს. ორთქლით ხარშვა უფრო მოსახერხებელი და იაფია, ღია ცეცხლზე ხარშვისას კი უფრო მაღლხარისხოვანი ლუდი მიიღება.

პროცესი შემდეგ სტადიებად იყოფა:

1. დაღერლილი ალაოს წყალთან შერევა;
2. შელესვა;
3. მასის ფილტრაცია;
4. ტკბილის დუღილი სვიასთან.

შელესვის დროს აპარატში აგროვებენ 45°C-იან წყალს, 3-4 ლ-ს 1 კგ ნედლეულზე; სარევის მუშაობის პირობებში უმატებენ ალაოს, ქერს

და ფერმენტულ პრეპარატს; შერევის შემდეგ ზომავენ pH-ს და აუცილებლობის შემთხვევაში, უმატებენ რძემჟავას, დაახლოებით ჩანაყარის 0,09%-ის რაოდენობით; აყოვნებენ 40°C-ზე დაახლოებით 15 წთ, შემდეგ აცხელებენ 52°C-მდე და აკეთებენ პაუზას ცილაზე 20–30 წთ; ამ დროს ჰიდროლიზდება ცილები; კვლავ ადიდებენ ტემპერატურას 72°C-მდე და აყოვნებენ 40 წთ – სრულ აშაქრებამდე. დაწმენდილი სითხე საწრეტი მილით გადაედინება სხვა აპარატში, ჩენჩოს კი 30 წთ-ის განმავლობაში აცხელებენ დუღილამდე და ამდენივე ხანს ადუღებენ; 30 წთ-ში გადატუმბავენ მეორე აპარატში, ურევენ ადრე გადატუმბულ სითხეში და 70°C-ზე აშაქრებენ მთელ შენალესს 15–20 წთ-ის განმავლობაში.

აშაქრებულ შენალესს გადატუმბავენ ფილტრზე და ფილტრავენ თავისსავე ნალექის ფენაზე 76–78°C-ზე; თავიდან აცილებენ პირველ ტკბილს, შემდეგ კი ნალექის ფენიდან ცხელი წყლით გამოორეცხავენ მასში დარჩენილ ექსტრაქტს.

ფილტრაციის შემდეგ ტკბილს ადუღებენ ტკბილსახარში ქვაბში; ლუდის სახეობის მიხედვით, სვია შეჰყავთ ადუღების წინ მთლიანად ან 2–3 ჯერად. დუღილის ხანგრძლივობა 1,5–2 სთ-ია. შემდეგ იზომება ტკბილის მოცულობა და იგი გადაჰყავთ სვიის მომცილებელ აპარატში.

ტკბილის ხარშვა სვიასთან ერთად მიზნად ისახავს ზედმეტი წყლის მოცილებას, ლუდის ბიოლოგიური გამძლეობის შექმნას, ალას ფერმენტების დაშლას, ცილების კოაგულაციას და სვიის ძვირფასი ნივთიერებების ხსნარში გადაყვანას.

ლუდის ბიოლოგიური სისუფთავისათვის ტკბილი უნდა გათავისუფლდეს მიკროორგანიზმებისაგან. გასტერილება და სპორების მოსპობა ხდება დუღილის პროცესში 15 წთ-ის განმავლობაში. ალას ფერმენტები აუცილებლად უნდა დაიშალოს, რადგან შეუძლია გამოიწვიოს ლუდის ძვირფასი კომპონენტების შემდგომი დაშლა. ასევე საჭიროა ცილების კოაგულაცია, რადგან ისინი იწვევენ ლუდის სიმღვრივეს.

ტკბილის სვიასთან დუღილის დროს მასში გადადის სვიის მწარე ნივთიერებები. ეს ნივთიერებები განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს ლუდის გემოზე, არომატსა და ქაფწარმოქმნის უნარზე.

ტკბილსახარში ქვაბიდან სვიიანი ტკბილი თვითდინებით გადადის სვიის მომაცილებელ აპარატში. სვიის ნამსხვრევები ირეცხება და ნარეცხი წყალი გაფილტრულ ტკბილთან ერთად იგზავნება გაწმენდისა და გაცივე-

ბისათვის. გაწმენდის პროცესი ხორციელდება დაწდომით ან სეპარირებით. გაწმენდის შემდეგ ტკბილს აცივებენ “მილი-მილში” ტიპის მორწყვით თბომცვლელებსა და ფირფიტებიან თბომცვლელებში  $5-6^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურამდე, შემდეგ კი დათესლავენ სათესი საფურით.

ლუდის ტკბილის დუღილის პროცესი ხორციელდება ორ სტადიად სხვადასხვა შენობებში, სხვადასხვა პირობებსა და რეჟიმში. პირველი სტადია – მთავარი დუღილი – ტარდება სამადურე განყოფილებაში და მთავრდება ტკბილისა და საფურისაგან მწვანე ლუდის მიღებით. მეორე სტადია – დადუღება – ხორციელდება სალაგერო სარდაფში; საფურისაგან გათავისუფლებული მწვანე ლუდი გაჯერდება  $\text{CO}_2$ -ით, მომწიფდება და გარდაიქმნება მზა სასმელად.

გაწმენდილ ტკბილს ადუღებენ ლუდის ქვედა დუღილის საფურით  $6-9^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე და დაადუღებენ  $1-2^{\circ}\text{C}$ -ზე. დუღილის დამთავრებისას საფური იღექება და ლუდი იწმინდება. დაღექილ საფურს  $10-15$ -ჯერ იყენებენ, როგორც სათესს.

სადულარი აპარატები შეიძლება იყოს სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული ღია ან დახურული ტიპის; მათ ტანკებს უწოდებენ.

მთავარ დუღილს იწყებენ ტანკის გაესებით გაცივებული ტკბილითა და სათესი საფურით –  $0,5$  ლ  $100$  ლ ტკბილზე ( $0,5\%$ ). დუღილის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ტკბილის კონცენტრაციაზე და  $11-15\%$ -იანისათვის  $7-9$  დღე-ღამეს შეადგენს, უფრო მაღალი კონცენტრაცია-სათვის კი –  $9-10$  დღე-ღამეს.

ტკბილის მთავარი დუღილი იწყება საფურის შეტანის შემდეგ.  $16-20$  სთ-ის შემდეგ ტკბილის ზედაპირზე ჩნდება  $\text{CO}_2$ -ს წვრილი ბუშტები და ზედაპირი იფარება თეთრი ქაფით, რომელიც თანდათან მატულობს, სქელდება და მისი დონე მაღლდება. მეორე სტადიაზე ძლიერდება საფურის გამრავლება და მისი მოქმედება. გამოყოფილ  $\text{CO}_2$ -თან ერთად ქაფში ხვდება სვიის, ფისების, ალაოსა და საფურის კოლოიდური ნივთიერებები, რომლებიც ქაფს ყვითელ-მოყავისფრო ელფერს აძლევს. ამის შემდეგ ნახშირორჟანგის გამოყოფა ძლიერდება, ქაფი სისქეს კარგავს და მისი ფერი მუქდება საფურის ინტენსიური მოქმედების გამო, რის შედეგადაც საფურის გამრავლებისა და ტკბილის დუღილის პროცესი ნელდება და უჯრედები ძირზე იღექება.

მთავარი დუღილის უკანასკნელ პერიოდში ტკბილში საფურის

ნაწილაკები იწებება და წარმოშობს ფანტელებს. ახალგაზრდა ლუდი იძენს ტლანქ გემოს, ზედაპირი მუქდება და იგი იწყებს მომწიფებას.

დუღილის დინამიკას აკონტროლებენ ექსტრაქტის კლების მიხედვით; პროცესის ბოლოსათვის დამახასიათებელია მარედუცირებელი ნივთიერებების ნარჩენი რაოდენობა – მწვანე ლუდისათვის 1,0 გ 100 მლ-ზე. ამის შემდეგ ატარებენ ახალგაზრდა ლუდის სეპარაციას, აცივებენ და აგზავნიან სალაგერო ტანკებში.

დადუღებისა და ლუდის დაყოვნების მიზანია მისი გაჯერება CO<sub>2</sub>-ით, დაწმენდა და მომწიფება, რის შედეგადაც უმჯობესდება ლუდის გემო და არომატი. სპირტული დუღილი დადუღების დროს ისევე, როგორც მთავარი დუღილისას, ძირითადი პროცესია.

ლუდის სტანდარტულ კონცენტრაციამდე CO<sub>2</sub>-ით გასაჯერებლად (0,3–0,35%) ახალგაზრდა ლუდში დასადუღებლად ტოვებენ 1%-მდე ექსტრაქტულ ნივთიერებებს და ადიდებენ მათ ხსნადობას ტემპერატურის 0–2°C-მდე შემცირებითა და წნევის 0,03–0,07 მპა-მდე გადიდებით. დადუღების დროს დაწმენდა და უხეში სიმწარის გაქრობა ხდება დუღილის დამთავრების შემდეგ, როცა საფუარი, ილექება რა, წარიტაცებს ნალექში ცილოვან ნაწილაკებსა და სვიის ფისებს. ლუდის მომწიფების დროს მცირდება ალდეჰიდების რაოდენობა, იზრდება ეთერების, უმაღლესი სპირტებისა და მჟავების რაოდენობა. ამით მდიდრდება ლუდის გემო და არომატი.

სეპარირებული და გაცივებული მწვანე ლუდი სალაგერო ტანკში მიეწოდება ძირიდან, რათა CO<sub>2</sub>-მა გამოდევნოს ტანკში არსებული ჰაერი. დადუღებისა და დაყოვნების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ლუდის სახეობაზე; ჟიგულის ლუდს აყოვნებენ 21 დღე-ღამე, რიგისას და მოსკოვურს – 42, მარტისას და უკრაინულ ლუდს – 30, ხოლო ლენინგრადულს – 90 დღე-ღამე. მზა ლუდის გამოტვირთვისას ტანკში CO<sub>2</sub>-ით ინარჩუნებენ იმავე წნევას, რათა თავიდან აიცილონ მისი ხსნადობის დანაკარგები.

დუღილისა და დადუღების აღნიშნული ხანგრძლივობა ტრადიციად იქცა კლასიკური ტექნოლოგიისათვის, რომელიც პროცესების პერიოდულობით გამოირჩევა. ამჟამად შექმნილია ლუდის უწყვეტი წარმოების ტექნოლოგია. მაგალითად, მოსკოვის ლუდის ქარხნებში დანერგილია მთავარი დუღილისა და დადუღების უწყვეტი მეთოდი ჩვეულებრივ ტანკებში, რომლებიც გადამყვანი მილებით გაერთიანებულია ბატარეად. ჟიგულის ლუდის დუღილის მთელი პროცესი ამ მეთოდით 15 დღე-ღამეში მთავრდე-



ბა, ნაცვლად 28-ისა.

ჟიგულის ლუდის დამზადების დაჩქარებული მეთოდი დამყარებულია ტკბილის უჟანგბადო დუღილზე, ამიტომ ცოტა ალდეჰიდები წარმოიქმნება და მისი მომწიფება სწრაფად მიმდინარეობს. დადუღებას ატარებენ  $4^{\circ}\text{C}$ -ზე იზოთერმულ პირობებში. ტკბილის დაწმენდა და გაცივება მიმდინარეობს ჰერმეტიკულად დახურულ აპარატებში; ტკბილგამყვანი მილები  $\text{CO}_2$ -ით მუშავდება, სათესი საფუერის რაოდენობა გაზრდილია 0,5-დან 0,7–1,0 ლ-მდე 100 ლ ტკბილზე. ტკბილს დუღილის დროს ურევვენ  $\text{CO}_2$ -ით ერთჯერ ცვლაში, ამიტომ მთავარი დუღილი 5,5 დღე-ღამეში მთავრდება. დადუღებას  $4-5^{\circ}\text{C}$ -ზე ატარებენ და ამთავრებენ 11 დღე-ღამეში. ლუდს აყოვნებენ  $0-1^{\circ}\text{C}$ -ზე მხოლოდ მისი დაწმენდის დროს. ეს ქარხნის მწარმოებლობას 30%-მდე ზრდის.

დადუღების შემდეგ ლუდს წმენდენ დიატომიტის ფილტრებზე ან სეპარატორებში. თუ გაწმენდის შემდეგ ლუდი არ არის  $\text{CO}_2$ -ით საკმარისად გაჯერებული, მას დამატებით აჯერებენ კარბონიზატორებში, აყოვნებენ გახსნილი  $\text{CO}_2$ -ის სტაბილიზაციისათვის 2–6 სთ და აგზავნიან ჩამოსასხმელად.

### 9.3. ეთილის სპირტის წარმოება

ეთილის სპირტს ლებულობენ სახამებლის შემცველი ნედლეულიდან – მარცვლეულის, კარტოფილისა და აგრეთვე შაქრის ჭარხლის მელასისაგან. ტექნიკური მიზნებისათვის, მცირე რაოდენობით სპირტს ლებულობენ მერქნის ჰიდროლიზით. ამას გარდა, ქიმიურ მრეწველობაში ძალიან დიდი რაოდენობით ლებულობენ ეთილის სპირტს სინთეზურად ეთილენის ჰიდრატაციით. მაგრამ ეს სპირტი მოიხმარება მხოლოდ და მხოლოდ ტექნიკური მიზნებისათვის და შემდგომი გადამუშავებისათვის, მაგალითად, სინთეზური კაუჩუკის მისაღებად, ლაქსაღებავების დასამზადებლად, როგორც გამსხნელი, როგორც არე ქიმიური რეაქციებისათვის და სხვ. ასეთი სპირტის გამოყენება კვების მრეწველობაში დაუშვებელია, ამდენად ამ წარმოებებს ჩვენ არ განვიხილავთ.

კვების მრეწველობაში გამოყენებული სპირტის მისაღებად მარცვლეული ნედლეულიდან იყენებენ ხორბალს, ჭვავს, ქერს, შვრიას, ფეტვს, სიმინდს და სხვა მარცვლოვნებს. ამ ნედლეულიდან სპირტს ლებულობენ პერიოდული ან უწყვეტი მეთოდებით. ცალკეული ქარხნები დასპეციალებუ-

ლია კარტოფილისა და მარცვლეულისაგან სპირტის მიღებაზე, ზოგი იყენებს შაქრის ჭარხლის მელასას, ზოგი კი – ერთსაც და მეორესაც.

### 9.3.1. სპირტის მიღების პერიოდული მეთოდი

სპირტის წარმოების ეს მეთოდი შემდეგ ოპერაციებს მოიცავს: ნედლეულის მომზადებას მოხარშვისათვის, ასაშაქრებელი მასალების მომზადებას, სახამებელშემცველი მასალების ხარშვასა და აშაქრებას, საფუერის კულტივირებას, დუღილს, სპირტის გამოყოფას ნადუღიდან, სპირტის გაწმენდას ნადუღის გამოსახდელ და სარექტიფიკაციო აპარატებზე.

ხარშვისა და აშაქრებისათვის ნედლეულს შემდეგნაირად ამზადებენ: აწონილი მარცვალი შნეკით ნაწილდება ხარშვისწინა ბუნკერებში, სადაც მას ერევა წყალი თანაფარდობით 1:3,5, ცხელდება ორთქლით 90°C-მდე, ოდნავ იხარშება და გადადის ჩასახარშ აპარატში; აქ ნარევი ჩაიხარშება გადიდებულ წნევაზე და 135–150°C ტემპერატურაზე 90–120 წთ-ის განმავლობაში მარცვლეულის სახეობის მიხედვით. ჩახარშული მარცვალი გადაიტანება ამშაქრებელში, სადაც ცივდება 60–61°C-მდე და მუშავდება ალაოს რძით (7–8% ალაო გადასამუშავებელი მარცვლის მასის მიხედვით) 15 წთ-ის განმავლობაში, შემდეგ ტუმბოთი გადადის თბომცვლელში, სადაც ცივდება 20-25°C-მდე. აქედან ასაშაქრებელი მასა შედის სადულარ აპარატებში. აქვე სათეს საფუარს მიაწვდიან საფუერის საცავიდან აშაქრებული ტკბილის 6–8%-ის ოდენობით.

დუღილის პროცესი სამი სტადიისაგან შედგება: ადუღების (20–24 სთ), მთავარი დუღილის (24–30 სთ) და დადუღებისაგან (18–24 სთ).

ადუღების დროს საფუარი მრავლდება, მისი ბიომასა გროვდება, განიცდის გარემოსთან ადაპტაციას; მისი ტემპერატურა იზრდება 28–29°C-მდე; ამ დროს დუღდება ამოსავალი ტკბილის 20%-მდე.

მთავარი დუღილის დროს დუღდება ტკბილის ნახშირწყლების 60-65%, ნადუღში გროვდება სპირტის ძირითადი რაოდენობა, გამოიყოფა და თბომცვლელით ცილდება გლუკოზისა და მალტოზის სპირტად გარდაქმნის რეაქციის სითბო. ტემპერატურა შენარჩუნდება 30°C-ის დონეზე, ადუღებული მასა მოძრაობაშია, გამოიყოფა და დაჭირება სპირტი.

დადუღებისას დუღდება ამოსავალი შაქრების 15-20%, სპირტის შემცველობა მომწიფებულ ნადუღში აღწევს 8–9%-ს, ტემპერატურა შე-

ნარჩუნდება 28°C-ის დონეზე. დადუღებული მასა ნაკლებმოდრავია, ხოლო პროცესის ბოლოს მისი მოძრაობა წყდება. დუღილის დამთავრებას ადგენენ მასის გარეგანი სახით (როცა წყდება CO<sub>2</sub>-ის გამოყოფა), მარედუცირებული ნივთიერებებისა (ნორმა – 0,25–0,45 გ 100 მლ ნადუღის ფილტრატზე) და სპირტის შემცველობით (8-9%-მდე, მოც.).

სპირტის გამოხდის დასაწყისში მომწიფებული ნადუღი სადუღარი აპარატებიდან გროვდება გადამცემ რეზერვუარში და დეფლეგმატორის გავლით ტუმბოთი მიეწოდება ნადუღის სვეტს, სადაც სპირტი ორთქლის სახით გამოიყოფა ნადუღს, ხოლო ამ დროს მიღებული ნარჩენი – ჩენჩო – გამოიტვირთება სვეტიდან და გამოიყენება ცხოველების საკვებად. ნადუღის სვეტიდან მიღებული სპირტიანი სითხე ცივდება მაცივრებში, გათვალისწინებულია მასში არსებული სპირტის რაოდენობა და შედის ნედლი სპირტის შესანახ საცავებში.

შემდეგ ნედლი სპირტი შედის სარექტიფიკაციო სვეტის კუბში, ცხელდება ორთქლით 90–92° C-მდე და ორთქლის სახით ავსებს სარექტიფიკაციო სვეტს, სადაც ხორციელდება სპირტის რექტიფიკაციის პროცესი. დასაწყისში მოხსნიან თავის ფრაქციას ანუ ადვილმდულარე მინარევებს: ეთერებს, ალდეჰიდებს და სხვ. მთელი დატვირთვის 1 %-მდე, შემდეგ, საწყის, III და II ხარისხის სპირტს; შემდეგ, შუაგულს – I ხარისხს და შემდეგ უმაღლესი გაწმენდისასაც კი, რაც შეადგენს მთელი პროდუქციის 80%-ს. I ხარისხის სპირტის მოხსნის შემდეგ მოდის II და III ბოლო ხარისხი და სულ ბოლოს – მაღალმდულარე რახის ზეთები – უმაღლესი სპირტები 0,4%-ის ოდენობით, რომელთა შედგენილობაშია ამილის, იზოამილის, პროპილისა და სხვა უმაღლესი ერთ- და მრავალატომიანი სპირტები. II და III ხარისხის თავისა და კუდის ნახადები გამოიყენება შემდგომი დატვირთვისათვის. ზედა თეფშიდან სპირტი მიდის მაცივარში, მოწმდება და გროვდება სპირტსაცავებში, საიდანაც ეგზავნება მომხმარებელს.

#### **9.4. დაგაზიანებული უალკოჰოლო სასმელების ტექნოლოგია**

ასეთი სასმელების დანიშნულებაა წყურვილის მოკვლა. ეს კი დამოკიდებულია CO<sub>2</sub>-ით მათი გაჯერების ხარისხზე, რადგანაც მას აქვს გამახალისებელი უნარი, სიმწვავე და ორიგინალური გემო. უმევენ შემდეგი სახის სასმელებს: ბუნებრივ და ხელოვნურ მინერალურს, ბუნებრივ

და ხილის გაზიან წყლებს.

ნახშირმჟავა გაზით 0,4—0,5%-მდე გაჯერებულ წყალს გაზიანი წყალი ეწოდება.

მიწის წიაღიდან მოპოვებული ბუნებრივი მინერალური წყლები გამდიდრებულია მჟავე და ტუტე მარილებით, რადიოაქტიური და მიკროელემენტებით, გაჯერებულია აირებით. ამ წყლებს აუენებლებენ, ფილტრავენ, აცივებენ, აჯერებენ CO<sub>2</sub>-ით და ასხამენ ბოთლებში.

ხელოვნურ მინერალურ წყლებს შენდევნაირად ამზადებენ: სელტერისას – სასმელ წყალში სოდისა და ნატრიუმის, კალციუმისა და მაგნიუმის ქლორიდების გახსნით; სოდიანს – სასმელი სოდისა და ნატრიუმის ქლორიდის გახსნით; სუფრისას – სოდის, კალციუმისა და ნატრიუმის ქლორიდებისა და MgSO<sub>4</sub>-ის გახსნით, შემდგომი გაჯერებით CO<sub>2</sub>-ით და ბოთლებში ჩამოსხმით.

ხილის გაზიანი წყლები ისეთი სასმელებია, რომლებიც მიიღება სხვადასხვა ხილის სიროფების გაზიანი ან ჩვეულებრივი წყლით განზავებით, გაცივებით და მიღებული ნარევის CO<sub>2</sub>-ით გაჯერებით. ხილის წყლების ასორტიმენტი მეტად მრავალფეროვანია; ყოველი სახეობისათვის დადგენილია სიროფების შედგენილობა და რეცეპტურა. გარდა საქაროზისა და საკვები მჟავეებისა, სიროფის შემადგენლობაში შედის ხილ-კენკრის წვენები, ექსტრაქტები, მორსები, ციტრუსოვანთა ნაყოფის ქერქის ნაყენები, ეთერზეთოვანი მცენარეების ნაყენები და ესენციები, ყურძნის ღვინოები, კონიაკი და სხვ., რომლებიც სასმელს აძლევენ განსაკუთრებულ გემოსა და არომატს; უმატებენ აგრეთვე C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ვიტამინებს, მატონიზებელ ნივთიერებებს.

შაქრის სიროფს ამზადებენ შაქრის გახსნით წყალში 66–72% კონცენტრაციამდე, შემდგომი სტერილიზაციით და ბადისებრ ფილტრებზე ან ფილტრწნებზე გაფილტვრით. ორგანული მჟავეების დამატება იწვევს საქაროზის 50%-ის ინვერსიას და მიიღება ინვერტული სიროფი. გაცივებულ სიროფს ინახავენ დახურულ ემალირებულ ჭურჭლებში.

კოლერი – საქაროზის თერმული დამუშავების ყვითელი-მოყავისფრო პროდუქტი – მზადდება სასმელებისათვის ფერის მისაცემად. ჭურჭელს ნახევრამდე ავსებენ შაქრით, უმატებენ 1,5% წყალს და აცხელებენ მუდმივი მორევით შაქრის გადნობამდე; შემდეგ ადიდებენ ტემპერატურას 190°C-მდე და დაახლოებით 7 სთ-ის განმავლობაში აკარამელიზებენ მუქ

ყავისფრამდე. შემდეგ კოლერს ანზავებენ წყლით 65°C-ზე 80% კონცენტრაციამდე, გადააქვთ შემკრებში და აგზავნიან საკუპაჟე განყოფილებაში. მისი გამოსავალი შაქრის მიხედვით 104%-ია.

საკუპაჟე სიროფი არის სასმელში შემაგალი კომპონენტების ნარევი, გარდა გაზიანი წყლისა. მას ამზადებენ ცივი, ნახევრად ცხელი და ცხელი მეთოდებით. ცივი ხერხი საშუალებას იძლევა შევინარჩუნოთ ამოსავალი ნედლეულის – ნატურალური და სინთეზური ესენციების, არომატული ნაყენების, დასპირტული წველების და სხვათა არომატი და ფერი. ნახევრად ცხელ და ცხელ მეთოდებს მაშინ იყენებენ, როცა საჭიროა აორთქლებით შემცირდეს კუპაჟის მოცულობა სასმელში დაგაზიანებული წყლის წილის გასაზრდელად, ან როცა იყენებენ პექტინებისა და ცილების დიდი რაოდენობით შემცველ სიროფებს.

დაკუპაჟების თანამიმდევრობა ასეთია: პირველად შემკრებში ასხამენ შაქრის სიროფს, შემდეგ მორევით, რეცეპტურის მიხედვით, უმატებენ წვენს ან ექსტრაქტს, შემდეგ ღვინოს, მჟავების ხსნარს და საღებავს და ბოლოს, არომატულ ნაყენებსა და ესენციებს. ასე მიღებულ სიროფს გადატუმბავენ გასაფილტრავად და შემდეგ დამწნევ ავზებში ან ვერტიკალურ სახარშ აპარატებში, რომლებიც აღჭურვილია მაცივებელი პერანგებით; აქედან, 9°C-მდე გაცივების შემდეგ, იგი თვითდინებით მიემართება მადოზირებელ მანქანაში და ჩამოსხმის საზში.

## **X თავი**

### **10.1. შაქრის ტექნოლოგია**

ჭარხლის შაქრის ქარხნებში, როგორც ტიპური, მიღებულია ტექნოლოგიური სქემა სამი უტფელით (სამპროდუქტიანი) და III პროდუქტის ყვითელი შაქრის აფინაციით (გაწმენდით). ეს სქემა უზრუნველყოფს მაღალი ხარისხის თეთრი შაქრის მიღებას არა მარტო ნორმალური, არამედ მცირე კეთილხარისხოვნების წვენების გამოყენების დროსაც.

მინდვრიდან ან საწყობებიდან ჭარხალს მანქანებით ან ვაგონებით აწვდიან ქარხანას. მიწოდების დროს გათვალისწინებულია ჭარხლის ნაწილობრივი გარეცხვა, მსუბუქი და მძიმე მინარევების მოცილება და კუდებისა და ჭარხლის დამტვრეული ნაწილების მოშორება.

## 10.2. ჭარხლის ქიმიური შედგენილობა

შაქრის ჭარხლის ქიმიური შედგენილობა სხვადასხვაა; ეს დამოკიდებულია ნიადაგზე, კლიმატურ პირობებსა და სხვა ფაქტორებზე, თუმცა განსხვავება მნიშვნელოვანი არ არის და საშუალოდ იგი ასეთ სურათს გვაძლევს (%):

წყალი	75;
საქაროზა	17,5;
არააზოტოვანი ორგანული ნივთიერებები	3,4;
აზოტოვანი ორგანული ნივთიერებები	1,2;
ცელულოზა და ჰემიცელულოზა	2,3;
ნაცარი	0,6.

ჭარხლის შედგენილობაში შემაგალი ყველა ნივთიერება არ იხსნება წყალში, ამიტომ ექსტრაქციის დროს წვენი არ გადავა და ჭენჭოში დარჩება, მაგალითად, ცელულოზა. წყალში ხსნადი ნივთიერებები საქაროზასთან ერთად მოხვდება წვენი; ამასთან, მათ შორის იქნება როგორც არაშაქრები, ასევე შაქროვანი ნივთიერებებიც (ცხადია, გარდა საქაროზისა), მაგალითად, რაფინოზასა და ინვერსიული შაქრების სახით.

საქაროზას რაოდენობას, რომელსაც შეიცავს 100გ ჭარხლის წვენი, შეფარდებულს წვენის მშრალი ნივთიერებების საერთო რაოდენობასთან, გამოსახულს პროცენტებით, უწოდებენ წვენის კეთილხარისხოვნებას; იგი ახასიათებს წვენის სისუფთავის ხარისხს. რაც უფრო მაღალია წვენის კეთილხარისხოვნება, მით უფრო სუფთაა იგი. ჭარხლის წვენი შემაგალი არაშაქროვანი ნივთიერებებიდან ზოგიერთი მავნე მინარევი არ არის და ადვილად ცილდება წვენს, ზოგიერთი კი მავნე მინარევი, მათი გამოცალკევება არ ხერხდება და აძნელებს შაქრის გამოკრისტალების პროცესს. ასეთ მავნე მინარევებს მიეკუთვნება ჭარხლის ნაცროვანი ელემენტები.

## 10.3. დიფუზური წვენის მიღება

შაქრის სრული და უფრო სწრაფი ამოწვლილვისათვის ჭარხალს ჭრიან ბურბუშელად – ღარისებრი კვეთის თხელ ზოლებად, რომელთა სისქეა 0,5–1,5 მმ და სიგანე – 3–5 მმ. ამას აკეთებენ სპეციალური დანების საშუალებით. ბურბუშელა არ უნდა ეწებებოდეს ერთმანეთს, კარგად უნდა ევლებოდეს გარს დიფუზური წვენი და არ ქმნიდეს წინააღმდეგობას გაფილტვრის დროს. ძალიან თხელი ბურბუშელა არასასურველია,

რადგან იმსხვრევა სადიფუზიო აპარატების ტრანსპორტიორების მექანიზმებით და აუარესებს წვენი ცირკულაციას. მისი ხარისხი ფასდება 100 ბურბუშელის სიგრძით, რომელიც ჯანსაღი ჭარხლისათვის უნდა შეადგენდეს 25 მ-ს. გაყინული ჭარხლის ბურბუშელა უფრო გრძელია; წუნი დაიშვება 3%-მდე; წუნს მიეკუთვნება 1 სმ-ზე მოკლე და 2 მმ-ზე სქელი ნაჭრები.

ჭარხლის ბურბუშელა ჭარხლის საჭრელიდან ფოცხისებრი ტრანსპორტიორით მიეწოდება დიფუზორს ცხელი წყლით ექსტრაქციით მისგან შაქრის ამოსაწვლილად. ამჟამად სხვადასხვა ტიპის დიფუზორებს იყენებენ, მაგრამ პრინციპი ერთია – წინაღენური, ე. ი. ჭარხლის ბურბუშელა და დიფუზური წვენი გადაადგილდებიან ერთმანეთის შემხვედრად.

ჭარხლის უჯრედებიდან შაქრის გამოსაწვლილად აუცილებელია აპარატში შესვლის წინ ბურბუშელას გაცხელება; მას აცხელებენ სპეციალურ დამთუთქავში ან თვით დიფუზორში მაცხელებელი საკნების საშუალებით ან გაცხელებული რეცირკულირებული წვენი მიწოდების გზით. უწყვეტი მოქმედების აპარატებში ამ პროცესს, ჩვეულებრივ, 72–75°C ტემპერატურაზე ატარებენ.

დიფუზიის პროცესის პროდუქტებია დიფუზური წვენი და კოპტონი. დიფუზური წვენი საშუალოდ 15% შაქარს შეიცავს (ჭარხლის მასაზე გადანგარიშებით); იგი შეიცავს აგრეთვე გახსნილ პექტინოვან ნივთიერებებსა და სხვა არაშაქრებს. დიფუზური წვენი იგზავნება გასაწმენდად. კოპტონი ძირითადად შეიცავს ჭარხლის რბილობის ნივთიერებებს (ცელულოზა, ჰემიცილოზა, პექტინოვანი ნივთიერებები) და დაუჭრელი უჯრედების კოაგულირებულ ცილებს. კოპტონის შემადგენელი ყველა ნივთიერება კარგი საკვებია ცხოველებისათვის.

#### 10.4. დიფუზური წვენი გაწმენდა

დიფუზური წვენი სხვადასხვა თვისებების მქონე მთელი რიგი ნივთიერებების ნარევი, ამიტომ მის გასაწმენდად მრავალი მეთოდი შემოთავაზებული. პრაქტიკაში საყოველთაოდ მიღებული მეთოდი მისი დამუშავება კირით (რომლის ჭარბ რაოდენობასაც შემდეგ აცილებენ CO<sub>2</sub>-ით), ე. ი. დეფეკაცია და სატურაცია. წვენი შეიცავს 17%-მდე მშრალ ნივთიერებებს; აქედან დაახლოებით 15% არის საქაროზა, ხოლო 2% მოდის არაშაქრებზე, ძირითადად ორგანული ბუნების ნაერთებზე. ამრიგად, დიფუზური

წვენის სისუფთავე ამ პირობებში 88%-მდეა.

ასეთი წვენიდან კრისტალური შაქრის მისაღებად მას წმენდენ, აორთქლებენ, ე. ი. ლებულობენ სიროფს, შემდეგ აკრისტალებენ და აცენტრიფუგებენ.

პირველად წვენს წმენდენ ჭენჭოსაგან, ე. ი. ჭარხლის ბურბუშელის წვრილი ნაჭრებისაგან, რომლებიც გადის დიფუზორების ბადის ხვრელებში. ასეთი გაწმენდა ხორციელდება უწყვეტი მოქმედების ჭენჭოს დამჭერებზე. ეს ოპერაცია აუცილებელია, რადგან ჭენჭო შეიცავს პროტოპექტინს, რომელიც ტუტე არეში გადადის ხსნარში და კირით გაწმენდის სტადიაზე შეიძლება წარმოქმნას ფილტრაციის გამაძნელებელი ჟელატინური ნალექი.

დიფუზური წვენის გაწმენდის სქემა მოიცავს: დეფეკაციას, რომელიც შედგება წინასწარი და ძირითადი დეფეკაციისაგან, პირველ სატურაციას, ფილტრაციას, მეორე სატურაციასა და სულფიტაციას.

წინასწარი დეფეკაცია ჩვეულებრივ დეფეკაცია ორ ჯერად ტარდება; დასაწყისში, წინასწარი დეფეკაციის დროს, აძლევენ კირის 0,2–0,3%-ს (ჭარხლის მასაზე გადაანგარიშებით), შემდეგ კი – ძირითად დეფეკაციაზე – 2,5%-ს.

წინასწარი დეფეკაციის მიზანია ფრთხილი ზემოქმედებით, კირის საშუალებით, გავანეიტრალოთ დიფუზური წვენის თავისუფალი მჟავები, მოვახდინოთ კოლოიდურ მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებების მნიშვნელოვანი ნაწილის კოაგულირება და დავლექოთ სხვა არაშაქრები.

წინასწარი დეფეკაცია ტარდება უწყვეტი მოქმედების სპეციალურ დეფეკატორებში პროგრესული მეთოდით, ე. ი. კირი მიეცემა არა ერთბაშად, არამედ განსაზღვრული რაოდენობით ზონების მიხედვით მბრუნავი მილების საშუალებით. ჩვეულებრივ, წვენის გაწმენდა ყველაზე ეფექტურია, როცა დეფეკატორში შემავალ დიფუზურ წვენში შეჰყავთ I სატურაციის არასაკმოდ დაგაზიანებული და CaO-ს 0,3–0,5% (ჭარხლის მასაზე გადაანგარიშებით) ტუტიანობის წვენი 60–100%-ის ოდენობით, ან ნორმალურად დაგაზიანებული წვენი 150%-ის რაოდენობით და CaO-ს 0,1% ტუტიანობით. წინასწარი დეფეკაციის პროცესს 3–5 წთ-ის განმავლობაში ატარებენ.

ძირითადი დეფეკაცია. დიფუზური წვენის უფრო სრული გაკამკამებისა და უკეთესი ფილტრაციისათვის I სატურაციის წინ შემოღებულია ძირითადი დეფეკაცია. ამ ოპერაციაზე წვენს ემატება ჭარბი კირი 2,5–3%-ის ოდენობით.

წინასწარი დეფეკაციით დამუშავებული წვენი თვითდინებით შედის ძირითადი დეფეკაციის დეფეკატორში, რომელშიც ჭავლური დოზატორით ემატება კირის რძე 2–2,5%-ის ოდენობით (CaO – ჭარხლის მასაზე გადა-



თვლით). დეფეკატორი სარევიო ალჭურვილი უწყვეტი მოქმედების აპარატია. ძირითადი დეფეკაცია 8–10 წთ გრძელდება.

I სატურაცია. I სატურაციის მიზანია წვენის დამატებითი გაწმენდა ახლადწარმოქმნილი  $\text{CaCO}_3$ -ის ნაწილაკებზე ადსორბციით და კალციუმის საქარატების დაშლა.

დეფეკირებული წვენი თვითდინებით შედის უწყვეტი მოქმედების სატურატორში, სადაც მუშავდება 28–32%  $\text{CO}_2$ -ის შემცველი სატურაციული გაზით. წვენის ტემპერატურა 82–84°C უნდა იყოს, ხოლო ტუტიანობა – 1,7–2,0%  $\text{CaO}$ .  $\text{CO}_2$ -ის თავისუფალ კირზე მოქმედებით წვენის ტუტიანობა მცირდება 0,08–0,10%  $\text{CaO}$ -მდე. ამ დროს წარმოიქმნება კალციუმის კარბონატის წვრილკრისტალური ნალექი, რომელიც წვენს გამოეყოფა და ილექება.

I სატურაციის დროს წვენი ცოტათი ცივდება, ამიტომ ფილტრაციის წინ მას აცხელებენ 100°C-მდე. ფილტრაციის შემდეგ წვენი მიდის II სატურაციაზე.

II სატურაცია. II სატურაციის დანიშნულებაა წვენში კირისა და კალციუმის მარილების შემცველობის მინიმუმამდე შემცირება. ამ დროს გამოყოფილი წვრილკრისტალური  $\text{CaCO}_3$ -ის მაადასორბირებელი მოქმედება უზრუნველყოფს წვენის სისუფთავის შემდგომ გადიდებას და შეფერილობის შემცირებას.

ტიპური ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით, II სატურაცია ტარდება კირის დამატების გარეშე, თუმცა, ზოგ ქარხნებში არაშაქრების სრული მოცილების მიზნით უმატებენ 0,25%-მდე  $\text{CaO}$ -ს. II სატურაციაზე, ისევე, როგორც პირველზე, წვენში ატარებენ სატურაციულ გაზს ისეთი რაოდენობით, რომ  $\text{CaO}$ -ს რაოდენობა დავიდეს 0,015–0,02%-მდე, ან pH გახდეს 8,8–9,5. II სატურაციის ხანგრძლივობა 8–10 წთ-ია. ნორმალური რეჟიმის დროს კალციუმის მარილების შემცველობა 0,002%-ს არ უნდა აღემატებოდეს ( $\text{CaO}$ -ზე გადაანგარიშებით).

II სატურაციის წვენი დამატებითი გაცხელების გარეშე იფილტრება, რადგანაც მისი ტემპერატურა საკმაოდ მაღალია. იყენებენ სხვადასხვა ტიპის ფილტრებს. გაფილტრული წვენი იგზავნება გაწმენდის შემდეგ საფეხურზე – სულფიტაციაზე.

### 10.5. დიფუზური წვენი გაწმენდის დამატებითი მეთოდები

დეფეკაციითა და სატურაციით ძირითადი გაწმენდის გარდა იყენებენ გაწმენდის დამატებით მეთოდებსაც, რათა მიიღონ უფრო გამჭვირვალე წვენი ან შეამცირონ მისი შეფერილობა. ამ მეთოდებს მიეკუთვნება სულფიტაცია, გაფილტვრა კიზელგურის დამატებით და პოლარული ადსორბენტების – იონიტების – გამოყენება.

სულფიტაციის მიზანია წვენი გაკამკამება მღებავი ნაერთების უფრო ნივთიერებად გადაქცევის გზით, მისი სიბლანტის შემცირება ფილტრაციისა და სტერილიზაციის პირობების გაუმჯობესებისათვის. ამ ოპერაციის დროს წვენს ამუშავებენ 12–15%  $\text{SO}_2$ -ის შემცველი გოგირდოვანი აირით. სულფიტაციის წინ წვენს აცხელებენ 85–90°C-მდე.  $\text{SO}_2$ -ის გატარებისას ხსნარში წარმოიქმნება გოგირდოვანი მჟავა, რომელიც ძლიერი აღმდგენელია. იგი აღადგენს ფერად ორგანულ ნივთიერებებს და გარდაქმნის მათ უფრო ნაერთებად, რომლებიც, თუმცა რჩება წვენში, მას ფერს აღარ აძლევს. ამ გზით მიიღწევა 30%-იანი გაუფერულება. სულფიტაცია 5 წთ გრძელდება; ხარჯის ნორმა 15 კგ გოგირდი 100 ტ ჭარხალზე. ამის შემდეგ ხსნარს სუსტი ტუტე რეაქცია აქვს –  $\text{pH} = 8,5$ .

### 10.6. დიფუზური წვენი შესქელება (აორთქლება)

დიფუზური წვენიდან წყლის მოშორება ყოველთვის ორ ჯერად ხდება – ამორთქლებელ აპარატებში და ვაკუუმაპარატებში. ამორთქლებელ დანადგარებზე დიფუზურ წვენს შორდება წყლის უმეტესი ნაწილი, თითქმის 90–95% (გადასამუშავებელი ჭარხლის მასაზე გადაანგარიშებით), რაც საშუალო სიმძლავრის ქარხნებისათვის (რომლებიც 3000ტ ჭარხალს ამუშავებენ) 125ტ/სთ-ს შეადგენს. წყლის ასაორთქლებლად შაქრის ქარხნებში იყენებენ მრავალკორპუსიან ამორთქლებელ აპარატებს, რაც საშუალებას იძლევა მიმდევრობით, მრავალჯერ გამოვიყენოთ პირველ კორპუსში შემავალი ორთქლი. ამის მეშვეობით, ორთქლის ხარჯი წყლის აორთქლებაზე მცირდება 40–45%-ით.

ამორთქლებელ დანადგარზე II სატურაციის წვენი კონცენტრირდება 14–15%-დან 65–70%-მდე (მშრალი ნივთიერებები) და გარდაიქმნება სიროფად. შემდეგ ვაკუუმაპარატებში სიროფიდან კიდევ ორთქლდება წყლის 15–20% (ჭარხლის მასასთან შეფარდებით). ამ დროს წარმოიქმნება შაქრის

კრისტალები და მიიღება კრისტალთშორისი სითხე, რომელსაც მწვანე ზადაგი ეწოდება. კრისტალებისა და ზადაგის ნარევის, რომელიც 92,5–93,5% მშრალ ნივთიერებებს შეიცავს, უტფელი ეწოდება. უტფელის აორთქლება წარმოებს ვაკუუმაპარატებში 16 კპა ნარჩენი წნევის პირობებში.

ამაორთქლებელი კვანძის ტემპერატურული რეჟიმი მკაცრად უნდა იქნას დაცული. პირველ კორპუსში დუდილის ტემპერატურა 126°C-ზე მეტი არ უნდა იყოს შაქრის კარამელიზაციის თავიდან ასაცილებლად.

წყლის მოცილებასთან ერთად, წვენიში მიმდინარეობს სხვადასხვა ქიმიური რეაქციები, რომლებიც იწვევს მისი ტუტიანობის შეცვლას, ზოგიერთი ნივთიერების გამოლექვას, შაქრების დაშლას და შეფერილობის ზრდას. ეს ცვლილებები რაოდენობრივად მნიშვნელოვანი არ არის და მცირედ მოქმედებს წვენის სიწმინდეზე როგორც აორთქლებამდე, ისე მის შემდეგ.

აორთქლების დროს ხდება ტუტიანობის შემცირება ამიდეზის დაშლისა და ამიაკის, ნახშირორჟანგისა და ამონიუმის მარილების გამოყოფის შედეგად. ეს შეიძლება მოხდეს აგრეთვე მარედუცირებელი ნივთიერებების დაშლისა და საქაროზას კარამელიზაციის გამო. ტუტიანობის მეტისმეტად შემცირება არის წვენის არასაკმაოდ გაწმენდის ნიშანი.

ამაორთქლებელში წვენის შეფერილობის გამოქეება ხდება საქაროზის დაშლისა და კარამელიზაციის შედეგად; იგი დამოკიდებულია აორთქლების პროცესის ხანგრძლივობაზე, ტენპერატურასა და წვენის pH-ზე. ამაორთქლებელი კვანძიდან გამოსულ სიროფს უტარებენ სულფიტირებას, ფილტრავენ და I პროდუქტის უტფელის აორთქლებაზე აგზავნიან.

### 10.7. შაქრის სიროფის აორთქლება

მაღალხარისხოვანი შაქრის ფხვნილის მისაღებად გამოიყენება სამ-უტფელიანი პროდუქტიული მოცილების სქემა. უტფელი არის შაქრის კრისტალებისა და კრისტალთშორისი სითხის ბლანტი ნარევი. ხსნარში კრისტალების რაოდენობა დამოკიდებულია უტფელის ხარისხზე. პრაქტიკით დადგენილია, რომ I კრისტალიზაციის უტფელი შეიძლება შეიცავდეს 55%-მდე კრისტალებს, II კრისტალიზაციის უტფელი – 42–45%-ს, ხოლო III კრისტალიზაციისა – 40–50%-ს. ასეთი ბლანტი კრისტალური მასის მიღება ამაორთქლებელ აპარატებში შეუძლებელია მიღებისა და აპარატურის შაქრით გაჭედვის შესაძლებლობის გამო.

I, II და III უტფელებს ხარშავენ პერიოდული მოქმედების აპარატებში

გაიშვიათების პირობებში. ეს თავიდან გვაშორებს შაქრის კრისტალიზაციას და ხარშვის ტემპერატურას 75–80°C-მდე ამცირებს.

ვაკუუმაპარატიდან I უტფელი მიდის ცენტრიფუგაზე; მისი ბრუნთა რიცხვი 200–250 ბრ/წთ-ს შეადგენს; მასში შედის ცხელი (70°C) უტფელი. ცენტრიფუგიდან გამოსული ე. წ. მწვანე ბადაგი შედის სპეციალურ მიმღებში.

როდესაც მწვანე ბადაგის გამოყოფა შეწყდება აპარატში შეჰყავთ ცხელი წყალი (75–80°C) ბადაგის ჩამოსარეცხად და შაქრის კრისტალების გასათეთრებლად.

წყლით გარეცხვის შემდეგ ცენტრიფუგაში შეჰყავთ გადახურებული ორთქლი, რაც კიდევ უფრო ათეთრებს შაქარს და აჩქარებს მის გაშრობას. ეს ხელს უშლის კრისტალების შეწებებასაც და აადვილებს შაქრის ფხვნილის გამოტვირთვას; ფხვნილი გამოიტვირთება და იგზავნება შესანახად.

მწვანე ბადაგი გადამუშავდება შაქრის მისაღებად. მისი ხარშვით მიიღება ე. წ. II პროდუქტის უტფელი, რომელიც ანალოგიურად გადამუშავდება. მისგან მიიღება II პროდუქტის შაქარი ანუ ყვითელი შაქარი, ხოლო გამონაწერი არის წარმოების ნარჩენი ანუ მელასა, რომელსაც შავ ბადაგსაც უწოდებენ.

## **XI თავი**

### **სახამებლის ტექნოლოგია**

მშრალი და მოდიფიცირებული სახამებელი, დექსტრინები, ფართოდ გამოიყენება როგორც კვების მრეწველობაში, ასევე ტექნიკის სხვა მრავალ დარგში. სახამებლიდან მიღებული შაქროვანი ნივთიერებები (ბადაგი, სახამებლის შაქარი და კრისტალური გლუკოზა) ერთ-ერთი ძირითადი ნედლეულია საკონდიტრო, საკონსერვო, სამედიცინო და მრეწველობის სხვა დარგებისათვის. სახამებლისეული შაქროვანი ნივთიერებების გამოყენება მრეწველობის მრავალ დარგში არა მარტო აუმჯობესებს ძირითადი პროდუქტების ხარისხს, არამედ ამცირებს მათ თვითღირებულებასაც, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ამჟამად.

### 11.1. კარტოფილის სახამებლის ტექნოლოგია

კარტოფილიდან სახამებლის მიღების ძირითადი ტექნოლოგიური ოპერაციები შემდეგია:

- კარტოფილის ზედაპირის ჩამორეცხვა ტალახის, მძიმე (ქვები, სილა და სხვ.) და მსუბუქი (ფოთლები, ნაფოტები და სხვ.) მინარევების მოსაცილებლად;

- კარტოფილის წმინდად დაქუცმაცება დოლურ სახეებზე უჯრედების მაქსიმალურად დასაგლეჯად (ეს უმნიშვნელოვანესი ოპერაციაა);

- უჯრედის წვენის ძირითადი მასის გამოყოფა ფაფის დამუშავებით ცენტრიფუგაზე;

- მსხვილი ჭენჭოს გამოცალკეება და მისი ჩამორეცხვა სახამებლის მარცვლებისაგან;

- სახამებლის გამოყოფა მიღებული სუსპენზიიდან ცენტრიფუგირებით (წვენის წყლის გამოცალკეება);

- სახამებლის სუსპენზიის რაფინირება საცრებზე წვრილი ჭენჭოს მოსაცილებლად;

- სახამებლის ჩარეცხვა, ე. ი. მისი საბოლოო გაწმენდა ყველა ძირითადი ხსნადი და უხსნარი მინარევებისაგან.

### 11.2. კარტოფილის დაქუცმაცება

კარტოფილის დაქუცმაცება სახამებლის წარმოებაში უმნიშვნელოვანესი ოპერაციაა; ამ დროს ბოლქვის უჯრედების ძირითადი რაოდენობა იგლიჯება და სახამებლის მარცვლები თავისუფლდება უჯრედებიდან; გათავისუფლებულ სახამებელს ეწოდება “თავისუფალი”, ხოლო დაუგლეჯავ უჯრედებში დარჩენილს – “შებოჭილი”. დაქუცმაცების დროს ბოლქვის უჯრედების გახსნის სისრულე ხასიათდება დაქუცმაცების ხარისხით ან კოეფიციენტით, ე. ი. თავისუფალი სახამებლის რაოდენობის ფარდობით კარტოფილის მოცემულ მასაში არსებული მთელი სახამებლის რაოდენობასთან (%).

კარტოფილის დასაქუცმაცებელი მანქანებიდან ყველაზე უფრო გავრცელებულია კარტოფილსახეხი.

### 11.3. სახამებლის გამორეცხვა ჭენჭოდან

დაქუცმაცებული, გამოთავისუფლებული უჯრედის წვნიანი კარტოფილი რაც შეიძლება სწრაფად უნდა მოცილდეს წვენს. დიდ საწარმოებში ეს ხორციელდება სახეხის შემდეგ ფაფის დამუშავებით სპეციალური კონსტრუქციის ცენტრიფუგებზე, მაგრამ ეს ძვირი ოპერაციაა და უმეტეს ქარხნებში ამჟამად აღარ კეთდება.

თავისუფალი სახამებლის მოსაცილებლად ფაფა ირეცხება სხვადასხვა კონსტრუქციის საცრებზე. ბოლო დროს ინერგება უფრო მარტივი რკალური საცრები. კარგი ჩამორეცხვისათვის აუცილებელია ფაფის დამუშავება რკალურ საცრებზე მიმდევრობით 3-5-ჯერ. გარეცხილი ჭენჭო, რომელსაც არ უნდა გაჰყვეს 3%-ზე მეტი თავისუფალი სახამებელი, გამოდის წარმოებიდან და რეალიზდება როგორც ცხოველების საკვები.

### 11.4. სახამებლის გამოყოფა და სახამებლის რძის რაფინირება

მსხვილი ჭენჭოს მოცილების შემდეგ, სახამებლის რძე შეიცავს ხსნად მინარევებს და ცელულოზის წვრილ ნაწილაკებს. წვენის წყლის მოსაცილებლად იყენებენ განსაკუთრებული სახის უწყვეტი მოქმედების შნეკურ (დამლექავ) ცენტრიფუგებს, რომლებიც განაცალკეებენ წვენსა და სახამებელს.

ცენტრიფუგის შემდეგ აუცილებელია სახამებლის რაფინირება, ე. ი. მისგან წვრილი ჭენჭოს მოცილება. ამისათვის სახამებლის რძეს ცენტრიფუგირების შემდეგ ანზავებენ წყლით  $7-12^{\circ} C_A$  კონცენტრაციამდე ( $C_A$  – კონცენტრაციის გრადუსია, რომელიც არეომეტრით იზომება. იგი დაახლოებით უდრის მშრალი ნივთიერების 1%-ის შემცველობას), მიაწვდიან აბრეშუმის ან კაპრონის რხევად საცრებზე და წვრილი ჭენჭოს მოცილების შემდეგ აგზავნიან ჩარეცხვის ოპერაციაზე.

### 11.5. სახამებლის ჩარეცხვა

რაფინირების შემდეგ სახამებლის რძეში რჩება 0,5%-მდე წვრილი ჭენჭო, უჯრედის წვენის ნარჩენები და სხვა ჩანართები. მაღალხარისხოვანი ნედლი სახამებლის მისაღებად აუცილებელია დამატებითი ოპერაცია – სახამებლის ჩარეცხვა. ჩარეცხვისათვის ყველაზე თანამედროვე უწყვეტი მოქმედების აპარატურაა ჰიდროციკლონური კვანძი; ძირითადად იყენებენ მიკრო-

ციკლონებს.

გასაყოფი სუსპენზია შესასვლელი საქმენიდან ტანგენსიურად შედის ციკლონის ცილინდრულ ნაწილში 0,4—0,45 მპა წნევით. გამოსასვლელმა ხვრელებმა უნდა უზრუნველყოს პროდუქტის თავისუფალი გადასვლა რეზერვუარში ატმოსფერულ წნევაზე.

წნევათა სხვაობის გავლენით სუსპენზია იწყებს სწრაფ ბრუნვას ცილინდრულ ნაწილში, ავითარებს რა ცენტრიდანულ ძალას, რომელიც უფრო მეტია, ვიდრე ცენტრიფუგაში არსებული. სახამებლის ნაწილაკები, რომელთა ფარდობითი სიმკვრივე უფრო მეტია, ვიდრე მინარევებისა, ილექება კონუსის კედლებზე, მიიწევს მისი წვეროსაკენ და გამოდის ძირა გამოსასვლელში. ციკლონის ცენტრალურ ნაწილში ცენტრიდანული ძალის სიდიდე უმცირესია, ამიტომ აქ გროვდება მსუბუქმინარევებიანი თხევადი ფრაქცია, რომელიც ზედა ცენტრალური ხვრელიდან გამოდის. ჰიდროციკლონების ნორმალური მუშაობისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სახამებლის რძის გულმოდგინე რაფინირებას, რადგან მასში მსხვილი ნაწილაკების არსებობის შემთხვევაში შეიძლება გაიჭედოს საქმენები, საჭირო გახდეს აპარატის გაჩერება და შეკეთება.

ჰიდროციკლონებში სახამებელი მიმდევრობით მუშავდება სამჯერ. მესამე სტადიის შემდეგ სახამებელი პრაქტიკულად სუფთა გამოდის; ამის შემდეგ იგი გაუწყლოვდება და მიიღება მშრალი სახამებელი სახამებლის დასამზადებლად იყენებენ აგრეთვე სიმინდს.

## **XII თავი**

### **საფურის წარმოება**

#### **12.1 ზოგადი ცნობები**

საფური წარმოადგენს ერთუჯრედოვან სოკოს, რომელსაც აქვს მომრგვალო, კვერცხისებრი ან ოვალური ფორმა; მისი უჯრედის ზომები დამოკიდებულია სახეობაზე, ასაკზე, გამრავლებისა და განვითარების პირობებზე. უჯრედის საშუალო ზომა 5-8 მკმ-ია (1 მკმ = 0,001 მმ). იგი შედგება გარსის, პროტოპლაზმის, ბირთვის, ვაკუოლისა და უჯრედის სტრუქტურისაგან – რიბოსომისა და მიტოქონდრიისაგან. უჯრედის შიგნით სხვადასხვა საკვები ნივთიერებებია – გლიკოგენი, ვოლუტინი და სხვ.

უჯრედის გარსი ფოროვანი სტრუქტურისაა და ცელულოზისაგან შედგება. პროტოპლაზმა ძირითადად ცილებისაგან შედგება, მის შიგნით კი განლაგებულია უჯრედოვანი სტრუქტურები – რიბოსომები და მიტოქონდრიები. რიბოსომა წვრილი, მრგვალი ნაწილაკია, რომელიც ელექტრონული მიკროსკოპითაც კი ძნელი დასანახია. მათში ცილები სინთეზირდება. მიტოქონდრიები უფრო მსხვილი, მოგრძო ნაწილაკებია, რომლებიც ჩვეულებრივი ოპტიკური მიკროსკოპითაც დაიმზირება; მათში მიმდინარეობს სხვადასხვა ქიმიური რეაქციები, რომლებიც უჯრედს ენერგიას აძლევს.

საფუერის უჯრედში ბირთვი ცუდად ჩანს. იგი არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას უჯრედში, გამრავლებას და შთამომავლობითი ნიშნების გადაცემას.

ვაკუოლი წარმოადგენს ბუმბუს, რომელიც იმყოფება პროტოპლაზმაში და შევსებულია უჯრედის წვენიტ. ამ წვენიტში გახსნილია მარილები, ლითონები, შაქრები, ცხიმები და ცილები.

საფუარი მრავლდება ორი წესით – ვეგეტაციური და სქესობრივი. ვეგეტაციური წესით გამრავლება ხდება დაყოფით და დაკვირვებით. დაყოფის დროს უჯრედის შიგნით ჩნდება ტიხარი, რომლითაც უჯრედი იყოფა ორ ახალ უჯრედად. დაკვირვების დროს უჯრედზე ჩნდება პაწაწინა ნაზარდი, რომელიც თანდათან იზრდება და წარმოქმნის კვირტს, შემდეგ იგი შორდება დედა უჯრედს და დამოუკიდებლად იზრდება.

სქესობრივი გამრავლების დროს უჯრედის შიგნით წარმოიქმნება რამდენიმე სპორი, რომლებიც გამოიფანტება უჯრედიდან. ხელსაყრელ პირობებში სპორების გარსი სკდება და წარმოიშობა ახალი უჯრედი, რომელიც უერთდება ასეთსავე უჯრედს; მიღებული უჯრედი მრავლდება დაყოფით ან დაკვირვებით, ე. ი. მრავლდება ამ უჯრედისათვის დამახასიათებელი წესით.

საფუერის სპორები ჩნდება მხოლოდ არახელსაყრელ პირობებში. ისინი უძლებენ მაღალ ტემპერატურას (70–80° C) მაშინ, როცა ამ პირობებში საფუერის უჯრედები იღუპება.

თანამედროვე კლასიფიკაციით საფუერები ორ ჯგუფად იყოფა: სპოროვანი და არასპოროვანი.

სპოროვანი საფუერების ჯგუფში გაერთიანებულია საფუერის სოკოების ჯგუფი, რომლებიც არახელსაყრელ პირობებში სპორებს წარმოქმნიან. ამ ჯგუფს ეკუთვნის საქარომიცეტის შთამომავლობის საფუარი, რომელსაც იყენებენ პურის ცხობაში. ისინი აქტიურად ადულებენ შაქრებს უჟანგბა-



დოდ და მრავლდებიან 28–30°C-ზე.

არასპოროგენების ჯგუფში გაერთიანებულია საფუფერები, რომლებიც სპორებს არ იძლევა. ამ ჯგუფში შედის კანდიდა და ტორულა, რომლებსაც იყენებენ საკვები საფუფერის დასამზადებლად. ასეთი საფუფერი სუსტად ადუღებს შაქრებს უჟანგბადოდ, მაგრამ აქტიურად მრავლდება.

საფუფერის ორივე ჯგუფში შედის მთელი რიგი სახეობები. მაგალითად, ჰურის ცხობის საფუფერი ეკუთვნის საქარომიცესცერევიზეს სახეობას, ხოლო საკვები საფუფერი – კანდიდა-ტროპიკალეს და ტორულა-ლოპსის-უტილის სახეობას.

საფუფერის სახეობა ძირითადი ერთეულია, მაგრამ წარმოებაში იყენებენ უფრო პატარა ერთეულებს – ორგანიზმების რასას. რასის სხვადასხვა წარმომადგენლებს განსხვავებული თვისებები აქვს; ზოგი სუსტად ადუღებს შაქარს და ძნელად მრავლდება, ზოგი კი – პირიქით. ამიტომ ყველა პროცესში, სადაც დუღილი მიმდინარეობს, იყენებენ ამ პროცესისათვის ყველაზე გამოსადეგ საფუფერს.

ჰურის ცხობისათვის იყენებენ ისეთ საფუფერს, რომელსაც აქვს დუღილის დიდი ენერგია და კარგი აფუფების ძალა, ე. ი. ცომის მოცულობის გადიდების კარგი უნარი აირების გამოყოფის გამო. აფარის დამზადების დროს იგი ჩქარა მრავლდება.

საფუფერის ქიმიური შედგენილობა დიდ ფარგლებში მერყეობს და დამოკიდებულია საკვები არის შედგენილობასა და კულტივაციის პირობებზე (ტემპერატურა, აერაცია, pH და სხვ.). ახლადდამზადებული დაწნეხილი საფუფერი შეიცავს 75% წყალს და 25% მშრალ ნივთიერებებს.

საფუფერის საკვები არე უნდა შეიცავდეს სხვადასხვა ნივთიერებებს, რომლებიც საჭიროა უჯრედის ცხოველმოქმედებისათვის. ასეთი ნივთიერებები უნდა იყოს აუცილებლად გახსნილ მდგომარეობაში, რადგან მხოლოდ ამ დროს მიდის დიფუზია უჯრედის შიგნით. უჯრედს შეუძლია იცხოვროს როგორც აერობულ, ასევე ანაერობულ მდგომარეობაში. ანაერობულ პირობებში საფუფერის კვებისათვის საჭირო არე უნდა შეიცავდეს ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც დუღილის შედეგად წარმოქმნის სპირტს და CO<sub>2</sub>-ს. აერობულ პირობებში კი საფუფერი იყენებს სხვა ორგანულ ნივთიერებებსაც, მაგალითად, გლიცერინს, მანიტს, ორგანულ მჟავებს, ასპარგინს და სხვ.

ჰურის საფუფერი მკვეთრად გამოხატულ სპეციფიკურობას ამჟღავნებს

შაქრების დუღილის მიმართ; პენტოზები არ დუღდება, ხოლო ჰექსოზებს შორის არის მხოლოდ სამი ალდოზა, რომლებსაც ეს საფუარი ადუღებს: გლუკოზა, მანოზა და გალაქტოზა, კეტოზებიდან კი – მხოლოდ ფრუქტოზა.

ანაერობიოზის პირობებში შაქრის მთავარი მასა, რომელსაც იყენებს უჯრედი, იხარჯება დუღილზე (სპირტის, CO<sub>2</sub>-ისა და თანაური პროდუქტების წარმოქმნაზე) და მხოლოდ მისი უმცირესი ნაწილი (1-2%) ხმარდება საფუერის სხეულის აგებას.

პრაქტიკულად დადგენილია, რომ საფუერის გამრავლების პროცესი უფრო კარგად მიმდინარეობს, როცა საკვები არე შეიცავს არა ერთ, არამედ რამდენიმე ამინომჟავას.

საფუერის ნორმალური გამრავლებისათვის შაქრის მაქსიმალური რაოდენობის, მარილებისა და აზოტოვანი ნივთიერებების გარდა, საჭიროა განსაკუთრებული ნივთიერებები – ე. წ. “ბიოსი”- სტიმულატორები, რომელთა მცირე რაოდენობაც კი ძლიერ აჩქარებს საფუერის გამრავლებას. განსაკუთრებით მდიდარია “ბიოსით” მწვანე ალაო და მელასა.

საფუერის გამრავლებისათვის საჭიროა დრო, რასაც ტექნიკაში უწოდებენ გენერაციას. გამრავლების სიჩქარეზე სხვადასხვა ფაქტორები მოქმედებს: საკვები არის შედგენილობა, კონცენტრაცია, ტემპერატურა, pH, აერაციის ხარისხი და სხვ.

საფუერის წარმოებაში შეიძლება გაჩნდეს სხვადასხვა მავნე ბაქტერიები, რომლებიც წამლავს მას. ისინი შეიძლება მოხვდნენ ჰაერიდან, წყლიდან და ძირითადი ნედლეულიდან. თხევად და მყარ საკვებში შეიძლება გაჩნდეს ობის მიკროორგანიზმები, რაც თვალითაც ჩანს. ამიტომ საფუერის სუფთა კულტურის მიღება და გამრავლება სტერილურ პირობებში უნდა ჩატარდეს.

საფუერის წარმოებაში უცხო ორგანიზმების მოსასპობად კარგად უნდა ირეცხებოდეს აპარატურა და ხდებოდეს მისი დეზინფექცია. დეზინფექციისათვის იყენებენ ჩამქრალ და ქლორიან კირს, კაუსტიკური და კალცინირებული სოდის ხსნარებს; იყენებენ აგრეთვე ფორმალდეჰიდს, რომელიც მიიღება ფორმალინზე KMnO<sub>4</sub>-ის მოქმედებით.

## 12.2. პურის საფუერის წარმოება

საფუერის წარმოების პროცესი შემდეგი ეტაპებისაგან შედგება: საკვები არის მომზადება, დედახსნარის საფუერის მიღება, სასაქონლო საფუერის მიღება, საფუერის დაყალიბება, გამოშრობა და შეფუთვა.

საფუერის წარმოებისათვის ძირითად ნედლეულად გამოყენებულია მელასა (შავი ბადაგი), რომელიც შაქრის ჭარხლის გადამუშავების ნარჩენია. იგი მუქი ყავისფერი სიროფია, სიმკვრივით – 1,4 კგ/დმ<sup>3</sup>, მშრალ ნივთიერებებს შეიცავს 73–80%-მდე; აქედან, 46–52% შაქრებია, 27–28% კი – არაშაქრები. მელასის ხარისხს განსაზღვრავენ შაქრების რაოდენობის ფარდობით მშრალი ნივთიერების მთელ რაოდენობასთან. კარგი ხარისხის მელასაში იგი 60–65%-ია.

მელასის შედგენილობა ძლიერ ცვალებადია და დამოკიდებულია ჭარხლის მოყვანის პირობებსა და ნიადაგზე, შენახვის პირობებზე და სხვ. კარგად შენახული მელასა შეიცავს საფუერის საკვებ ნივთიერებებს საკმარისი რაოდენობით. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს აზოტის შემცველობას (1,3%-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს). ხარისხზე მოქმედებს აგრეთვე ნაცრის შემცველობა; თუ იგი 7,5%-ზე ნაკლებია – მელასა საფუერის დასამზადებლად არ გამოდგება.

მიკროორგანიზმების რაოდენობა 1 გ მელასაში 15000-ს არ უნდა აღემატებოდეს, pH უნდა მერყეობდეს 6,5-8,5-ის ფარგლებში. მელასის გადამუშავების დროს საფუერის გამოსავლიანობა, ჩვეულებრივ, 70–85%-ს შეადგენს.

საფუერის ზრდისა და გამრავლებისათვის, გარდა შაქრისა, საჭიროა სხვა დამხმარე მასალებიც, რომლებიც უნდა შეიცავდეს აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს, მაგნიუმსა და ზრდის ნივთიერებებს.

დამხმარე მასალების სახით იყენებენ  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ს,  $\text{NH}_3$ -ს, სუპერფოსფატს,  $\text{KCl}$ -ს,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ -ს,  $\text{MgSO}_4$ -სა და სიმინდის ექსტრაქტს.

დამხმარე მასალების სახით აუცილებელია აგრეთვე ქაფის საწინააღმდეგო ნივთიერებები, რადგანაც საფუერის ზრდის პროცესში წარმოიშობა ქაფი. ასეთი ნივთიერებების სახით იყენებენ ტექნიკურ ოლეინ-მჟავას და ცხიმის მრეწველობის ნარჩენებს.

საფუერის წარმოებაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მასალაა წყალი; იგი უნდა იყოს რბილი (0–5° სიხისტის) ან ნორმალური სიხისტის (5–7° სიხისტის) და არ უნდა შეიცავდეს 1 მლ-ში 100 ბაქტერიაზე მეტს.

საჭიროა აგრეთვე ჰაერი აერაციის პროცესისათვის. მას ასუფთავებენ სპეციალურ მადეზინფიცირებელ ფილტრებში გატარებით, რადგან შეიძლება იგი გახდეს ინფექციის წყარო.

*საკვები არის მომზადება.* საფუერის მოსამზადებლად მელასას წინასწარ წმენდენ შეტივტივებულ მდგომარეობაში მყოფი ნაწილაკების, კოლოიდების, მიკროორგანიზმებისა და სხვა მინარევებისაგან. გაწმენდა შეიძლება ქიმიური ან მექანიკური ხერხებით. ბოლო ხანებში უპირატესად მექანიკურ ხერხს იყენებენ.

მელასის მექანიკური ხერხით გასაწმენდად იყენებენ სპეციალურ აპარატებს – კლასიფიკატორებს, რომლებშიც შეტივტივებულ ნაწილაკებს აცილებენ ცენტრიდანული ძალით. ამ მეთოდის გამოყენებით იზოგება დამხმარე მასალები და ორთქლი, მცირდება გაწმენდისათვის საჭირო დრო. გაწმენდილი მელასა კლასიფიკატორიდან წნევით გადააქვთ მიმღებ აპარატებში, საიდანაც იგი გადაიტუმბება საფუერის ზრდის აპარატში. აქვე მიეწოდება საკვები მარილხსნარები – სუპერფოსფატი, სიმინდის ექსტრაქტი, ალაოს ტკბილი, ამონიუმის სულფატისა და დიამონიუმფოსფატის ხსნარები.

### **12.3. დედახსნარის საფუერისა და ბუნებრივი სუფთა კულტურის საფუერის მიღება**

ქარხნებში საფუარს ამზადებენ დიდ აპარატებში, რომელთა მოცულობა 8-დან 100 მ<sup>3</sup>-მდე შეიძლება იცვლებოდეს. ასეთ აპარატებში შეჰყავთ დედახსნარის საფუარი, რომელიც მიღებულია სინჯარაში გამრავლებული საფუერის სუფთა კულტურიდან.

სუფთა კულტურას უწოდებენ ისეთ მიკროორგანიზმებს, რომლებიც გაზრდილია ერთი უჯრედიდან. თუ მას ურევია უცხო ორგანიზმების უმნიშვნელო ნაწილიც კი, მას უწოდებენ ტექნიკურად სუფთას ან ბუნებრივად სუფთა კულტურას.

დედახსნარის საფუარი მიიღება საფუერის სუფთა კულტურისაგან, რომელიც დათესილია სინჯარაში მოთავსებულ აგარნარევ ტკბილში. გამრავლების პირველი სტადია ტარდება ქარხნის ლაბორატორიაში, შემდეგ კი სუფთა კულტურის საამქროში და ბოლოს, საფუერის გასამრავლებელ აპარატებში.

სუფთა კულტურის საამქრო აღჭურვილია მოკალეული სპილენძის

სამი აპარატით, რომელთაგან ორს იყენებენ საფუერის გასამრავლებლად, მესამეს კი - საკვები არის სტერილიზაციისათვის.

სტერილიზატორში შეჰყავთ გაწმენდილი მელასა, რომელიც განზავებულია წყლით 12%-მდე (მშრალი ნივთიერებების შემცველობის მიხედვით); უმატებენ ასეთივე კონცენტრაციის მალტოზის ბადაგს ან ალაოს ტკბილს და დიამონიუმფოსფატს. მასას ურევენ 30 წთ-ის განმავლობაში და ასტერილებენ 0,5 ატმ წნევის ორთქლით. სტერილიზებული საკვები არის 80–100ლ გადააქვთ I სტადიის აპარატში, 800–820ლ კი – II სტადიის აპარატში. I სტადიის აპარატში მყოფ საკვებ არეს ათბობენ 30°C-მდე, უმატებენ ლაბორატორიაში გამოყვანილ სუფთა კულტურას და ადულებენ 14–18 სთ-ის განმავლობაში. ყოველ ორ საათში ერთხელ მასში ატარებენ ჰაერს 8 წთ-ის განმავლობაში. ამ სტადიაზე საკვებ არეში გროვდება 0,8–1 კგ საფუარი. აქედან საკვები არე გადააქვთ II სტადიის აპარატში, მას ათბობენ 30°C-მდე და ადულებენ 8–12 საათის განმავლობაში. ჰაერს ატარებენ ყოველ საათში 10–15 წთ-ის განმავლობაში. ამ სტადიაზე გროვდება 8–12 კგ საფუარი.

დედახსნარის საფუერის გამრავლება შემდგომში ხდება სამ სტადიად.

#### 12.4 დედახსნარის სტადია

დედახსნარის აპარატში შეჰყავთ გაწმენდილი მელასა, ანზავებენ წყლით 7,5–8,0% მშრალი ნივთიერების შემცველობამდე (ამოწმებენ შაქარსაზომით), უმატებენ სუფთა კულტურის საფუარს II სტადიის აპარატიდან და ატარებენ ჰაერის ნაკადს 5-ჯერადი მოცულობით; შემდეგ უმატებენ დიამონიუმსულფატს. ამ სტადიის ხანგრძლივობა 6–8 სთ-ია, ტემპერატურა 29–30°C. პროცესის შემდეგ მშრალი ნივთიერებების შემცველობა 3,5–4,0%-ია.

*შუალედური სტადია.* შუალედურ აპარატში შეჰყავთ გაწმენდილი მელასა და წყალი. საკვებ არეში მშრალი ნივთიერებების შემცველობა უნდა იყოს 7,0%; უმატებენ დიამონიუმფოსფატს, საფუარს დედახსნარის აპარატიდან და ატარებენ ჰაერს 1 მ<sup>3</sup> საკვებ არეზე 20 მ<sup>3</sup>/სთ-ის რაოდენობით. სტადიის ხანგრძლივობა 6–8 სთ-ია, ტემპერატურა 29–30°C.

*საფუერის გამრავლების "A" სტადია.* ამ სტადიაზე პროცესი მიმდინარეობს "ჰაერმოდინების მეთოდით", როცა საფუერის გამრავლებისას მასში ატარებენ ჰაერის ნაკადს 1 მ<sup>3</sup> საკვებ არეზე 60–70 მ<sup>3</sup>/სთ-ს

და განუწყვეტლივ უმატებენ საკვებ არესა და წყალს; მათი მიწოდების სიჩქარე თანდათან მატულობს 7–11 საათის განმავლობაში; შემდეგ დედახსნარის “A” საფუარს გამოყოფენ და წნეხენ. საფუარს ფუთავენ სუფთა ყუთებში და ინახავენ მაცივრებში 2–4°C-ზე.

ზოგიერთ ქარხანაში, გარდა დაწნეხილისა, ამზადებენ აგრეთვე მშრალ საფუარს ფხვნილის სახით. მშრალი საფუარის მისაღებად დაწნეხილის ტენიანობა 75%-დან 8–10%-მდე უნდა შემცირდეს.

სტანდარტულ დაწნეხილ საფუარს უნდა ჰქონდეს ტენიანობა 75%, ცომის გაფუების ძალა არაუმეტეს 75 წთ-ისა, მჟავიანობა – 100 გ-ზე 120 მგ ძმარმჟავა დამზადების დღეს და 360 მგ 12 დღის შემდეგ (0–4°C-ზე).

მშრალი საფუარის ტენიანობა 8–10%-ია, გაფუების ძალა – 70–90 წთ, შენახვის ვადა – 5 თვე.

## **XIII თავი**

### **ცხიმების ტექნოლოგია**

ქონ-ზეთების (ცხიმების) წარმოება უზრუნველყოფს მოსახლეობასა და წარმოებას საკვები და ტექნიკური მცენარეული ზეთებით; პირველი მათგანი მოიხმარება უშუალოდ მოსახლეობის მიერ საკვებად, აგრეთვე პიდროგენიზებული ქონების, მარგარინის პროდუქციის, სამზარეულო ცხიმების, მაიონეზების, საკვები ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების დასამზადებლად; მეორე – საპნის, გამრეცხი საშუალებების, ოლიფების, ლაქების, საღებავების, ცხიმოვანი მჟავებისა და გლიცერინის, კოსმეტიკური პროდუქციის დასამზადებლად. წარმოების ნარჩენები – შროტი, ჩენჩო და სხვ. ნედლეულია საკვები ცილების დასამზადებლად, იგი გამოიყენება ცხოველების საკვებად და ჰიდროლიზურ წარმოებაში.

#### **13.1. ცხიმების თვისებები**

ცხიმები ორგანული ნაერთების ფართო კლასია, რომლებიც ნახ-შირწყლებთან და ცილებთან ერთად მონაწილეობენ მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების აგებაში. ადამიანი ცხიმებს იყენებს როგორც საკვებად, ასევე სამეურნეო მიზნებისათვის.

ცხიმები, რომლებსაც ვლებულობთ მცენარეული და ცხოველური საკვების სახით, ჩვეულებრივ, ერთგვაროვანი და ქიმიურად ინდივიდუალური ნივთიერებები არ არიან. ისინი მეტად რთული შედგენილობის ნარევებია, რომელშიც საკუთრივ ცხიმი მეტი რაოდენობითაა, ვიდრე სხვა მინარევები. ეს მინარევებია ცვილი, სტეროლები (სტერინები), ლიპოიდები, პიგმენტები, ფისები, ლორწოვანი და ცილოვანი ნივთიერებები და სხვ.

ცვილი ეკუთვნის რთულ ეთერებს, რომლებიც წარმოიქმნება ცხიმოვანი მჟავებისა და მაღალმოლეკულური ერთატომიანი სპირტებისაგან; სტეროლები რთული აღნაგობის ალკოჰოლებია; ლიპოიდები ცხიმების ანალოგებია, მხოლოდ უფრო რთული შედგენილობისა – შეიცავს გლიცერინს, ცხიმოვან მჟავებს, ფოსფორმჟავას და აზოტოვან ფუძეებს; პიგმენტებიდან გვხვდება ქლოროფილი, კაროტინი, ქსანთოფილი და სხვ.

ყველა ცხიმი წყალზე მსუბუქია და მათი კუთრი წონა 0,9–0,98-ის ფარგლებშია; ცხიმები წყალში არ იხსნება; კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში, მაგალითად, ეთერებში, გოგირდნახშირბადში, ბენზინში, ბენზოლში, ქლოროფორმში და სხვ.; ცილოვან და ლორწოვან ნივთიერებებთან წარმოქმნის ემულსიებს. ცხიმები არააქროლადი ნივთიერებებია, მაღალ ტემპერატურაზე იშლება; დაშლის ტემპერატურა დამოკიდებულია ცხიმის სახეობაზე და 250–300°C-ის ფარგლებში მერყეობს.

ცხიმი მცენარის ყველა ქსოვილშია, მაგრამ მისი დაგროვება ძირითადად ნაყოფსა და თესლში ხდება. მცენარეული ქსოვილის უჯრედში ცხიმი იმყოფება წყალთან და ცილოვან ნივთიერებებთან ერთად ემულსიის მდგომარეობაში. დაქუცმაცებული თესლის გაცხელებისას ცილოვანი ნივთიერებები კოაგულირდება და ცხიმი შეიძლება გამოიყოს.

სხვადასხვა მცენარის თესლი სხვადასხვა რაოდენობის ცხიმს შეიცავს და საშუალოდ მისი რაოდენობა (%) ასეთია:

ხორბალი	1,5;	მზესუმზირა	30–46;
სიმინდი	6,5;	სელი	30–46;
სოია	18–20;	კაკოს მარცვალი	48–50.

ცხოველების ცხიმი გროვდება ცხიმოვანი ქსოვილის სხვადასხვა ადგილას და იხარჯება ორგანიზმის კვებისათვის.

მცენარეული და ცხოველური თხევადი და მყარი ცხიმები რთული ეთერების (გლიცერიდების) რთული ნარევეია. მაშასადამე, ცხიმების ძირითადი შემადგენელი ნაწილებია ცხიმოვანი მჟავები და გლიცერინი.

ცხიმებიდან გამოყოფილია 170-ზე მეტი ორგანული მჟავა, რომელთაგან ზოგიერთი ჯერ კიდევ არ არის საკმაოდ შესწავლილი. ამ მჟავების მეტი ნაწილი ერთფუძიანია და მათი თვისებების განსხვავება დამოკიდებულია მხოლოდ რადიკალის აღნაგობასა და მისი უჯერობის ხარისხზე. ეს მჟავები მრავალგვარია, მაგრამ უფრო ხშირად გვხვდება შემდეგი ჰომოლოგიური რიგები:

ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავები –  $C_n H_{2n+1} COOH$ ; მათგან მაღალ-მოლეკულურები გვხვდება მყარ ცხიმებში, დაბალმოლეკულურები – კარაქში, ქოქოსის ზეთში და სხვ.

უჯერი ერთფუძიანი მჟავები –  $C_n H_{2n-m} COOH$ , რომლებიც შეიცავს ერთიდან ხუთამდე ორმაგ ბმას. ასეთი მჟავების გლიცერიდები თხევადი არაშრობადი მცენარეული ზეთების ძირითადი შემადგენელი ნაწილია.

ოქსიმჟავები – ნაჯერი ერთფუძიანი მონო- და დიოქსიმჟავები –  $C_n H_{2n} (OH)_m COOH$ .

ყველა გლიცერიდი სუფთა მდგომარეობაში სრულიად უფერულია. ბუნებრივი ცხიმების დამახასიათებელი ესა თუ ის შეფერილობა გამოწვეულია მათში ხსნადი პიგმენტების – ქლოროფილის, კაროტინისა და ქსანტოფილის არსებობით, რომლებიც ცხიმში ხვდება მათი წარმოქმნის პროცესში. ქლოროფილი მწვანე პიგმენტია, კაროტინი – ნარინჯისფერი, ქსანტოფილი – ყვითელი.

ცხიმისებრი ნაერთია ცვილი, მაგრამ მის წარმოქმნაში გლიცერინი არ მონაწილეობს; იგი შეიძლება იყოს ცხოველური ან მცენარეული, თხევადი ან მყარი. ზოგიერთი ცხოველური წარმოშობის ცვილი შეიძლება გამოყოფის პროდუქტი იყოს, როგორცაა ცხერის ცხიმოფილი და ფუტკრის ცვილი. ცხოველური წარმოშობის ცვილებს, რომლებიც ცხიმთან ერთად დიდი რაოდენობით გროვდება ორგანიზმში, ეკუთვნის სპერმატეტი – ცვილისებრი მასა; იგი დიდი რაოდენობით გროვდება ვეშაპის თავში.

წარმოშობის მხრივ ცხიმები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: მცენარეულ და ცხოველურ ცხიმებად. მცენარეულ ცხიმებს, რომელთა უმეტესობა თხევადია, ზეთს უწოდებენ, ხოლო ცხოველურ ცხიმებს – ქონს. თუმცა გვაქვს გამონაკლისები; მაგალითად, კაკაოს, პალმის, ქოქოსის ცხიმები მყარია, მაგრამ მათ ზეთებს უწოდებენ. ასევე, თევზის ცხიმი თხევადია, მაგრამ ტრადიციულად მას ქონს უწოდებენ. ორივე ჯგუფში მცირე რაოდენობით შედის მაღალმოლეკულური სპირტები, რომლებსაც სტეროლებს



უწოდებენ. მცენარეული ცხიმი შეიცავს ფიტოსტეროლს, ხოლო ცხოველური – მის იზომერს, ქოლესტეროლს. რადგანაც მათი კრისტალური სტრუქტურა სხვადასხვაა, მიკროსკოპული ანალიზით შეიძლება აღმოვაჩინოთ მცენარეული ცხიმის მინარევი ცხოველურში და პირიქით.

### **13.2. მცენარეული ზეთების ნედლეული**

ჩვენს ქვეყანაში ძირითადი ზეთოვანი კულტურა არის მზესუმზირა. მისი საუკეთესო ჯიშები გამოირჩევა მაღალი მოსავლიანობით (35–37 ც/ჰა) და ცხიმინობით (52–60%).

მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში ცხიმის მისაღებად სხვადასხვა ზეთმცველ კულტურებს იყენებენ, როგორცაა მზესუმზირა, ზამბის თესლი, ზეთისხილი, კედარი, სელი, მიწის თხილი, სიმინდი, სოია. ეს უკანასკნელი განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია, რამდენადაც მსოფლიოში ზეთოვანი კულტურების ნათესების 35% მასზე მოდის. ეს გამოწვეულია იმით, რომ სოიო, გარდა ზეთისა (19–22%-მდე), დიდი რაოდენობით შეიცავს ცილებს. ბოლო დროს საქართველოშიც დიდ ინტერესს იწვევს სოიოდან სხვადასხვა პროდუქტების წარმოება.

### **13.3. მცენარეული ზეთების ტექნოლოგია**

მცენარეულ ზეთებს ზეთოვანი თესლიდან ორი მეთოდით ღებულობენ: გამოწნეხით და ექსტრაქციით. პირველი წესი ძველია და თან ახლავს ზეთის დიდი დანაკარგი; მეორე – თანამედროვეა და ზეთის საგრძნობლად მეტი გამოსავლიანობით ხასიათდება. არსებობს შერეული წესიც, როცა ორივე ხერხს ერთდროულად იყენებენ.

ზეთის შემცველი ყველა თესლეული ორ ჯგუფად იყოფა: ქერქიანი და უქერქო. პირველ ჯგუფს ეკუთვნის მაგარგარსიანი თესლი. ასეთია ზეთმცველი თესლების უმრავლესობა, მაგალითად, მზესუმზირა, ზამბა, კედარი, მიწის თხილი და სხვ. მეტი და მაღალხარისხოვანი ზეთის მისაღებად მათ გარსი უნდა მოცილდეს. მეორე ჯგუფში შედის თხელგარსიანი თესლები, რომლებიც გარსის მოუმორებლად გადამუშავდება. ასეთია სელის, ხაშხაშის, ქუნჯუთის და სხვათა თესლები.

ყოფილ სსრკ-ში მუშავდებოდა მზესუმზირის, ზამბის, სელის და კანაფის თესლი. საქართველოში, კერძოდ კახეთში, ამზადებენ მზე-

სუმზირის ზეთს, თუმცა ეს წარმოებები უპირატესად მცირემასშტაბიანი და კუსტარული ხასიათისაა.

#### 13.4. მცენარეული ზეთების მიღება გამოწნებით

გამოწნების მეთოდი დიდი ხანია ცნობილია და მას ძველთაგანვე იყენებენ. მისთვის დამახასიათებელია ზეთის დიდი დანაკარგი (კოპტონში), რადგანაც წნების წნევის ძალა, რომელიც რამდენიმე ასეული ატმოსფეროა, მისი სიდიდის მიუხედავად, ვერ ახერხებს თესლში არსებული მთელი ზეთის გამოწურვას და კოპტონი წნებიდან გამოდის 6–8%-მდე ზეთის შემცველობით.

ზეთის წარმოების ყოველი მეთოდი მოითხოვს თესლის წინასწარ მომზადებას, რაც შემდეგი ოპერაციებისაგან შედგება: 1) თესლის გაწმენდა მინარევებისაგან; 2) თესლის დამსხვრევა (ქერქის ძირითადი მასის მოცილება); 3) თესლის დაქუცმაცება (ანაზელის მიღება); 4) ანაზელის დამუშავება მაყალზე (ჭენჭოს მიღება).

თესლს წმენდენ სარეველათა თესლების, მიწებებული ტალახის, მიწის ნაწილაკებისა და სხვა მინარევებისაგან. გაწმენდა ორ ჯერად ხორციელდება: თესლის შენახვისა და გადამუშავების წინ. გაწმენდისათვის იყენებენ სხვადასხვაგვარ მანქანებს, რომელთა კონსტრუქცია განისაზღვრება ერთი მხრივ მინარევების ხასიათით, მეორე მხრივ თესლების ბუნებითა და პირველ რიგში როგორც მათი, ასევე მინარევების ზომებით.

დამსხვრევა აუცილებელია ქერქიანი თესლისათვის. ეს პროცესი ადიდებს ზეთის გამოსავალს და აუმჯობესებს კოპტონის – როგორც ცხოველთა – საკვების ხარისხს; ზეთის დიდ დანაკარგს ეს პროცესი არ იწვევს, რადგანაც ქერქში ზეთი ძალიან ცოტაა.

თესლების ანატომიური აღნაგობისა და ქერქის ხასიათის მიხედვით სამსხვრევი მანქანები მრავალგვარია. მაგალითად, მზესუმზირის თესლისათვის იყენებენ შოლტიან თესლსამსხვრევს, რომელიც საცეხვ მანქანას მოგვაგონებს.

თესლიდან ზეთის გამოსაყოფად საჭიროა წინასწარ თესლის უჯრედის გარსის დარღვევა. ამისათვის თესლს აქუცმაცებენ, რის შედეგადაც მიიღება ანაზელი. დაქუცმაცების დროს ზეთოვანი თესლები დიდ წინააღმდეგობას უწევს გარე ძალების ზემოქმედებას; ამ დროს დიდი მნიშვნელობა

აქვს თესლის სინესტეს, რაც, ადიდებს რა მის პლასტიკურობასა და დაქუცმაცებისადმი წინააღმდეგობას, ხელს უშლის ანაზელის წმინდა ფზენილად გადაქცევას. ასევე ხელს უშლის დაქუცმაცებას თესლების ტემპერატურა, რაც ადიდებს პლასტიკურობას და აძნელებს თესლების დასაქუცმაცებლად გამოყენებული ვალცების მუშაობას.

დაქუცმაცებულ თესლს ამუშავებენ მაყალზე. მიღებულ პროდუქტს ჭენჭო ეწოდება. ანაზელის ჭენჭოდ გარდაქმნა ყველაზე საპასუხისმგებლო ეტაპია მცენარეული ზეთების წარმოების დროს, რადგან მასზეა დამოკიდებული ზეთის გამოსავალიცა და ხარისხიც. ეს არის ანაზელის დატენიანებისა და შედარებით მაღალ ტემპერატურაზე შემდგომი მოხალვის პროცესი. ამ პროცესს ატარებენ სპეციალურ აპარატებში – მაყლებში, რომლებიც სარევეებით აღჭურვილი ბრტყელძირა ცილინდრული ან შნეკური დანადგარებია.

ანაზელი მაყლებში ტენიანდება ფრქვევანებით (40–50°C-მდე გაცხელების შემდეგ) ან ორთქლის მიწოდებით. ეს გრძელდება ანაზელის 80°C-მდე და უფრო მეტად (100–125°C) გაცხელების პარალელურად მექანიკურ არევასთან ერთად.

ანაზელის მასის ნივთიერება ამ დროს მნიშვნელოვნად იცვლის თვისებებს. დატენიანების დროს ცილები ინტენსიურად შანთქავს ტენს, ცხიმები კი გამოიდევენება წყლით. ტემპერატურის ამაღლება ამცირებს ზეთის სიბლანტეს, რაც ასევე ხელს უწყობს მის გამოყოფას.

თუ ამგვარად დამუშავებულ ჭენჭოს დაეწნება, მასში შემავალი ზეთის ძირითადი მასა შეიძლება გამოვყოთ დგუმის შედარებით მცირე წნევით.

ბოლო დრომდე ჭენჭოს დასაწნებად იყენებდნენ პერიოდული მოქმედების ჰიდრაულიკურ წნეხებს. ამჟამად მათ ცვლიან უწყვეტი მოქმედების ავტომატური შნეკური წნეხებით, რომელთაც მრავალი უპირატესობა აქვს: ჭენჭოს უფრო სრული გათავისუფლება ცხიმისაგან (ე. ი. ნაკლები დანაკარგები), დაწნების პროცესის უწყვეტობა, სრული მექანიზაცია, შნეკის ღერძის წნევის სტაბილურობა. ასეთი წნეხების კონსტრუქციები სხვადასხვაა, შესაბამისად სხვადასხვაა მათი მუშაობის რეჟიმი და პარამეტრები. მაგალითად, მზესუმზირის თესლის გადამუშავების დროს იყენებენ ÌÏÿ-1 ტიპის შნეკ-წნეხებს, რომელთა მწარმოებლობა დღე-ღამეში 15 ტ-ს შეადგენს. წნეხზე შემავალი ჭენჭოს ტემპერატურა 120–125°C-ის საზღვრებშია, ტენიანობა – 2%-მდე, ხოლო წნეხიდან გამოსული კოპტონის ზეთიანობა

იცვლება 5,5–6,0%-ის ფარგლებში.

### 13.5. ზეთის გაწმენდა

წნეხიდან გამოსული ნედლი ზეთი ყოველთვის შეიცავს მინარევებს – ცხიმის მსგავს ფოსფორ-ორგანულ ნაერთებს, ცილოვან ნივთიერებებს, ლორწოს და მექანიკურ ჩანარებს. ზეთის პირველადი გაწმენდის დროს ცდილობენ რაც შეიძლება სრულად მოაცილონ ეს მინარევები; ამისათვის უშუალოდ წნეხიდან გამოსვლისას ზეთს ატარებენ ვიბრაციულ საცრებში, სადაც მას ცილდება მყარი ნაწილაკები; შემდეგ ზეთს ფილტრავენ ჯერ ცხლად, მერე კი – ცივად (70 და 18–20°C-ზე, შესაბამისად). ფილტრზე ნალექის სახით რჩება ფოსფატიდები, ცილები და ლორწო. ამის შემდეგ ზეთს წმენდენ ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით.

გაწმენდის ქიმიური მეთოდები გამოიყენება ცხიმისაგან თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების, ცილების, ლორწოს, ფოსფატიდების და სხვა მინარევების მოსაცილებლად. ამ მეთოდებს მიეკუთვნება ზეთების დამუშავება გოგირდმჟავით, ტუტით და წყლით.

გაწმენდის ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს მიეკუთვნება ზეთის გაუფერულება მღებავი ნივთიერებების ადსორბციის გზით და ზეთის დეზოდორაცია (არასასიამოვნო სუნის მიმცემი ნივთიერებების მოცილება).

**სარჩავი**  
**პირველი ნაწილი**

**I თავი**

1. კანონზომიერებანი, რომელთაც ეფუძნება კვების პროდუქტების ტექნოლოგია

1.1.1. რეაქციების კინეტიკა

1.1.2. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ძირითადი პირობები

1.1.3. დიფუზია და ოსმოსი

1.1.4. წყალბადიონების კონცენტრაცია

**II თავი**

2.1. კვების პროდუქტების ძირითადი შემადგენელი ნაწილები

2.1.1. საკვები და კვება

2.1.2. ცილები

2.1.3. ლიპიდები

2.1.4. ნახშირწყლები

2.1.5. ნახშირწყლების კვებითი მნიშვნელობა

2.1.6. ვიტამინები

2.1.7. ფერმენტები

2.1.8. მინერალური ნივთიერებები

**III თავი**

3.1. საკვები პროდუქტების ხარისხის ნორმირება

3.1.1. პროდუქტის ხარისხის განმსაზღვრელი ფაქტორები

**IV თავი**

4.1. კვების პროდუქტების ნედლეული

4.2. მარცვალ-ფქვილოვანი ნედლეული

4.3. ფქვილი

4.4. ხილი და ბოსტნეული

4.5. წყალი

**V თავი**

5.1 ნედლეულის შენახვა და მისი მომზადება წარმოებისათვის

5.2. დანაკარგების შემცირება

- 5.3. ნედლეული – როგორც შენახვის ობიექტი
- 5.4. შენახვის დროს კვების პროდუქტებში მიმდინარე პროცესები
- 5.5. ნედლეულის შენახვის რეჟიმები
- 5.6. ნედლეულის მომზადება გადამამუშავებისათვის

## **მეორე ნაწილი**

### **VI თავი**

- 6.1. კვების პროდუქტების ტექნოლოგიის მეცნიერული საფუძვლები
- 6.2. სამადულრე და ფიზიკურ-ქიმიურ წარმოებათა მეცნიერული საფუძვლები
  - 6.2.1. ტექნოლოგიის მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური საფუძვლები
    - 6.2.1.1. ფერმენტები და ფერმენტაცია
    - 6.2.1.2. საფუერები
    - 6.2.2. სპირტული დუღილი
    - 6.2.3. ტექნოლოგიის ფიზიკურ-ქიმიური საფუძვლები

### **VII თავი**

- 7.1. ტექნოლოგიის რეოლოგიური და თბოფიზიკური საფუძვლები
  - 7.1.1. ტექნოლოგიის რეოლოგიური საფუძვლები
  - 7.1.2. ტექნოლოგიის თბოფიზიკური საფუძვლები

## **მესამე ნაწილი**

### **VIII თავი**

- 8.1. პურის ტექნოლოგია
  - 8.1.1. ტექნოლოგიური სქემა
  - 8.1.2. ცომის მომზადება
  - 8.1.3. ცომის დუღილი
  - 8.1.4. ცომის დაყოფა
  - 8.1.5. პურის გამოცხობა
  - 8.1.6. პურის შენახვა და ტრანსპორტირება
  - 8.1.7. პურის გამოსავალი

## **IX თაპი**

- 9.1. დუღილის პროდუქტების ტექნოლოგია
  - 9.1.1. ყურძნისა და ხილ-კენკრის ღვინოების ტექნოლოგია
  - 9.1.2. ღვინოების ზოგადი კლასიფიკაცია
  - 9.1.3. ღვინის დამზადების მოკლე ტექნოლოგია
- 9.2 ალასა და ლუდის ტექნოლოგია
  - 9.2.1 ალას წარმოება
  - 9.2.2. ლუდის წარმოება
- 9.3. ეთილის სპირტის წარმოება
  - 9.3.1. სპირტის მიღების პერიოდული მეთოდი
- 9.4. დაგაზიანებული უალკოჰოლო სასმელების ტექნოლოგია

## **X თაპი**

- 10.1 შაქრის ტექნოლოგია
- 10.2. ჭარხლის ქიმიური შედგენილობა
- 10.3. დიფუზური წვენის მიღება
- 10.4. დიფუზური წვენის გაწმენდა
- 10.5 დიფუზური წვენის გაწმენდის დამატებითი მეთოდები
- 10.6. დიფუზური წვენის შესქელება (აორთქლება)
- 10.7. შაქრის სიროფის აორთქლება

## **XI თაპი**

- სახამებლის ტექნოლოგია
  - 11.1. კარტოფილის სახამებლის ტექნოლოგია
  - 11.2. კარტოფილის დაქუცმაცება
  - 11.3. სახამებლის გამორეცხვა ჭენჭოდან
  - 11.4. სახამებლის გამოყოფა და სახამებლის რძის რაფინირება
  - 11.5. სახამებლის ჩარეცხვა

## **XII თაპი**

- საფუერის წარმოება
  - 12.1. ზოგადი ცნობები
  - 12.2. პურის საფუერის წამოება
  - 12.3. დედახსნარის საფუერისა და სუფთა კულტურის საფუერის მიღება
  - 12.4. დედახსნარის სტადია

### **XIII თავი**

ცხიმების ტექნოლოგია

- 13.1. ცხიმების თვისებები
- 13.2. მცენარეული ზეთების ნედლეული
- 13.3. მცენარეული ზეთების ტექნოლოგია
- 13.4. მცენარეული ზეთების მიღება გამოწნეხვით
- 13.5 ზეთის გაწმენდა



