

რ. ხუციშვილი  
მ. შენგელია

## კურის ტექნოლოგია

სახელმძღვანელო

2006 წ.

**უპკ 644.61.011 (075)**

წიგნში სრულყოფილად არის განხილული პურის ტექნოლოგია, ძირითადი და დამხმარე ნედლეულის ქიმიური შემადგენლობა, მათი ტექნოლოგიური დანიშნულება, პურის ხარისხის გამაუმჯობესებლების აღწერა-გამოყენება, პურის წარმოების ძირითადი ეტაპები – საწარმოო პროცესებისათვის ნედლეულის მიღება-მომზადებიდან – მზა პროდუქციის გამოშვებამდე, შესაბამისი საწარმოო პროცესების, მანქანა-დანადგარებისა და ტექნოლოგიური სქემების აღწერით.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია კვების ტექნოლოგიის სპეციალობების სტუდენტთათვის და კვების წარმოების ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალისათვის.

რეცენზენტები: პროფ. თ. მეგრელიძე

დოც. მ. დოლიძე

## შ მ ს ა ვ ა ლ ი

კვების პროდუქტებს შორის პურს, როგორც მოხმარების უპირველეს, აუცილებელ საკვებს, მთავარი უკავია ადგილი.

მოზარდი ადამიანის რაციონში პურის დღიური საზრდო შეადგენს მიახლოებით 450 გრ-ს. ჯანმრთელი და ნორმალური სიცოცხლისუნარიანი ადამიანისათვის დღიური რაციონალის ენერგეტიკული ღირებულება მერყეობს ფართო ზღვრებში, მისი ასაკის, დატვირთვა-საქმიანობის და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით; დღიური საკვების ენერგეტიკული ღირებულების რიცხობრივი მნიშვნელობა შეადგენს მიახლოებით 12000 კილოჯოულს, მაშინ, როდესაც დღიური პურის საზრდოს ენერგეტიკული ღირებულების რიცხვითი მნიშვნელობა შეადგენს მიახლოებით 4100 კილოჯოულს, რასაც ძირითადად განაპირობებენ მის შემადგენლობაში შემავალი ცილოვანი ნივთიერებები, ორგანული მჟავები, ცხიმები, მინერალური ნივთიერებები, ვიტამინები.

პურის წარმოება, რომელიც საყოფაცხოვრებო პრაქტიკაში ითვლება მარტივ პროცესად, ფაქტიურად – საკმაოდ რთული კომპლექსი, ფიზიკური, კოლოიდური და ბიოქიმიური ცვლილებებისა, რომელიც მიმდინარეობს ფქვილში, ცომში და პურში.

პურის ტექნოლოგიის წარმოების ძირითადი ამოცანაა ასორტიმენტის გაზრდა, პურის ნაწარმის ხარისხის გაუმჯობესება, მოსახლეობის უზრუნველყოფა ყოველდღიურად ახალი გემრიელი, მაღალი კვებითი ღირებულების პურით, ახალი საწარმოო ხაზების დანერგვა, ნედლეულისა და მზა პროდუქციის მექანიზირებული მიღება და გაშვება, ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლება, ტექნიკური პროგრესის შესაბამისად.

## თავი I

### კვების პროდუქტების ქიმიური შედგენილობა

ყველა პროდუქტი შედგება ტენისა და მშრალი ნივთიერებებისაგან. კვების პროდუქტში მშრალი ნივთიერებები არის ორგანული და მინერალური.

ორგანული ნივთიერებები – ეს არის სხვადასხვა შენაერთი ნახშირბადისა წყალბადთან, ჟანგბადთან და სხვა ელემენტებთან. საკვები პროდუქტები თითქმის ძირითადად შეიცავენ ორგანულ ნივთიერებებს.

მინერალური ნივთიერებები ძირითადად არ შეიცავენ ნახშირბადს, მინერალური ნივთიერებების შემცველობა საკვებ პროდუქტებში სულ 0,03-2%-მდეა – მშრალ ნივთიერებებზე გადაანგარიშებით.

**წყალი.** ყველა საკვები პროდუქტი შეიცავს წყალს სხვადასხვა რაოდენობით. ხილ-ბოსტნეულში იგი მერყეობს 72-95%-ის ფარგლებში, მარცვალსა და ფქვილში 14-15%, შაქარში – 0,14% და ა.შ.

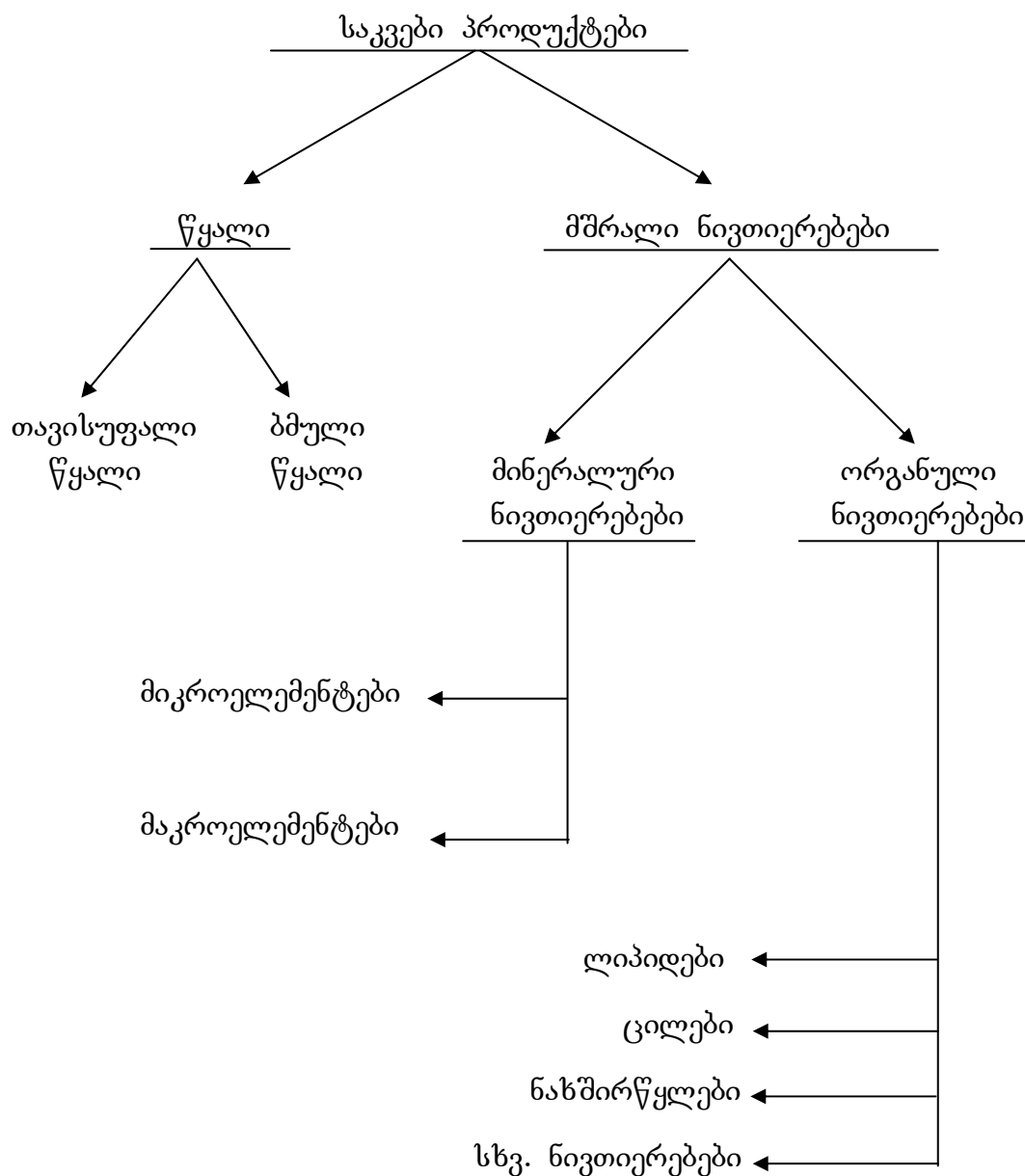
წყალი აუცილებელია ყველა ცოცხალი უჯრედის სიცოცხლისუნარიანობისათვის, მოზრდილი ადამიანი დღე-ღამეში ღებულობს 1,75-2 ლიტრამდე წყალს. ადამიანის ორგანიზმი შეიცავს 58-67% წყალს.

კვების პროდუქტებში წყალი არის თავისუფალ და ბმულ მდგომარეობაში. თავისუფალი წყალი – ეს არის წყალი სველდებადი (პროდუქტს აკრავს გარსს), კაპილარული (იმყოფება უწვრილეს კაპილარებში) და უჯრედისას წვენის შემცველი წყალი. ბმული წყალი შედის კრისტალების შემადგენლობაში ან აღსორბირებულია გაჯირჯვებული ნივთიერებებით (მაგ. ცილებით), აგრეთვე ქიმიურად არის ბმული კვების პროდუქტებთან.

თავისუფალი წყალი ადვილად ორთქლდება კვებითი პროდუქტის შრობისას, იგი იყინება 0°C-ზე.

ბმული წყალი ხასიათდება განსაკუთრებული თვისებებით, იგი არ არის გამხსნელი, მიკროორგანიზმებით არ შეითვისება, იყინება -25°C-ს დაბლა, ისპობა მხოლოდ ინტენსიური შრობის ან დანაცრების შემთხვევაში. ხილ-ბოსტნეულში

ჭარბობს თავისუფალი წყალი, ხოლო მარცვლოვან და ფქვილოვან პროდუქტებში თითქმის მთელი წყალი ბმულ ფორმაშია. ბმული და თავისუფალი წყლის ურთიერთშეფარდებით შემცველობაზე დამოკიდებულია პროდუქტის მდგომარეობა მისი შენახვისას.



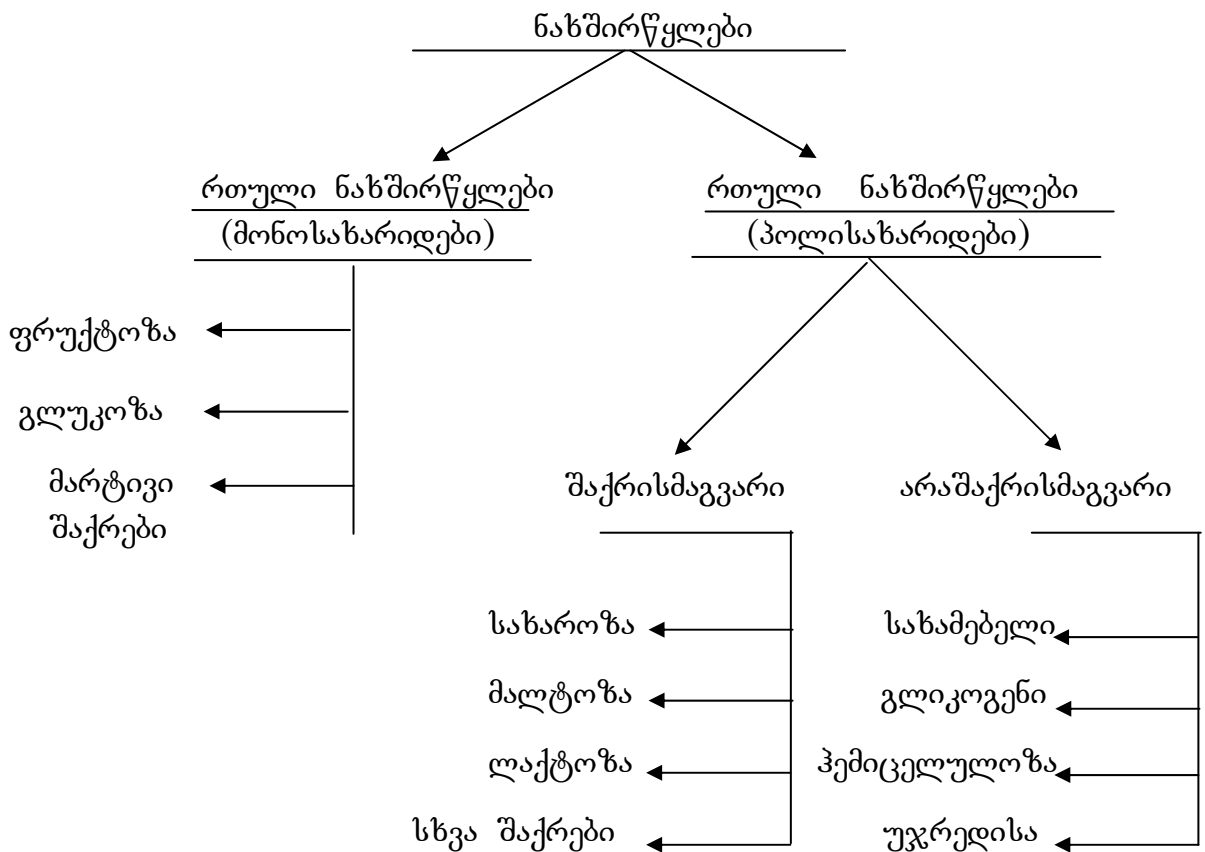
**მინერალური ნივთიერებები.** კვების პროდუქტების დაწვისას მაღალ ტემპერატურაზე ორგანული ნივთიერებები იწვიან, ხოლო მინერალური ნივთიერებები რჩება ნაცრის სახით. მინერალური ნივთიერებები შედგება მაკროელემენტებისაგან (შედარებით მეტი რაოდენობით) და მიკროელემენტებისაგან (უმნიშვნელო რაოდენობით).



კრისტალური, უფერო, ტკბილი გემოს, წყალში ადვილად ხსნადი ნივთიერებებია. მცენარეული სამყაროს შემადგენლობაში გვხვდება მონოსახარიდები გლუკოზა და ფრუქტოზა, ფორმულით  $C_6H_{12}O_6$ , აღნაგობით განსხვავებული.

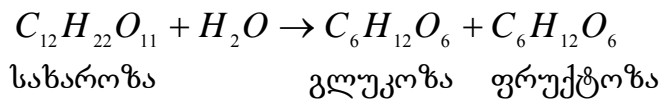
როგორც მცენარეული, ისე ცხოველურ ორგანიზმებში ნახშირწყლებს აქვთ უნარი გარდაიქმნან ცხიმებად, ამინომჟავებად, ცილებად და სხვა ნივთიერებად. სხვადასხვა სახის დუღილი (სპირტული, რძემჟაური, ლიმონმჟაური და სხვა) საშუალებას გვაძლევს ნახშირწყლებიდან მივიღოთ სპირტი, გლიცერინი, რძის მჟავა, ლიმონმჟავა და სხვა ნივთიერებები.

რთული ნახშირწყლები იყოფა შაქრისმაგვარ და არაშაქრისმაგვარ ნახშირწყლებად. შაქრისმაგვარი პოლისახარიდები ჰიდროლიზისას ქმნიან მონოსახარიდებს უმნიშვნელო რაოდენობით, ხოლო არაშაქრისმაგვარი პოლისახარიდები ჰიდროლიზისას იშლებიან ათეულ, ასეულ, ათასეულ მონოსახარიდებად.



**სახაროზა.** (შაქრის ჭარხალი) ფართოდ გამოიყენება ადამიანის კვებაში. მისი სიტკბო მიღებულია ერთი ერთეულის ტოლად. გლუკოზას სიტკბო 0,74,

ფრუქტოზასი 1,7-ია სახაროზასთან შეფარდებით. გათბობისას მჟავე არეში სახაროზა ჰიდროლიზდება (სხვა დისახარიდებიც).



სახაროზას ჰიდროლიზი ცნობილია ინვერსიის სახით. ჰიდროლიზისას სახაროზა იძლევა გლუკოზას და ფრუქტოზას ტოლი რაოდენობების ნარევს, ინვერტულ შაქარს, რომელიც ტკბილია სახაროზაზე (1,3) და უფრო ჰიდროსკოპულია, გამოიყენება საკონდიტრო წარმოებაში, აქვს კარამელიზაციის უნარი. კარამელიზაცია ხდება მისი კონცენტრირებული ხსნარის ხანგრძლივი გათბობით.

**მალტოზა.** (ალაოს შაქარი), არის ბადაგში და გადაზრდილი პურის მარცვალში, მისი სიტკბო 0,3-ია სახაროზასთან შედარებით. საფუერისა და რძემჟავა ბაქტერიების მოქმედებით განიცდის დუღილს. ჰიდროლიზდება ორ მოლეკულა გლუკოზად. მალტოზა პურის ცომის ძირითადი შაქარია.

**ლაქტოზა.** (რძის შაქარი) არის რძეში 3-5%. აქვს მოტკბო გემო. გაცხელებისას ადვილად განიცდის კარამელიზაციას და მუქდება. ჰიდროლიზით იძლევა გლუკოზასა და გალაქტოზას. ლაქტოზას აღულებს ისეთი საფუარი, რომელიც შეიცავს ფერმენტ ლაქტოზას.

მაღალი რიგის პოლისახარიდები – წყალში უხსნადი, მაღალმოლეკულური ნაერთებია, ჰიდროლიზისას (მთელი რიგი შუალედური პროდუქტების შემდეგ) იშლებიან მრავალ მოლეკულა მარტივ შაქრებად.

**სახამებელი** –  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , სადაც  $C_5H_{10}O_5$  არის გლუკოზას მოლეკულის ნაშთი, ხოლო  $n$ –არის ამ ნაშთის რაოდენობა, რომელიც რამდენიმე ათასეულია. ხორბლისა და ჭვავის მარცვალი შეიცავს 60-70% სახამებელს, კარტოფილის ბოლქვები 15-24%-ს; სახამებელი უფრო ნივთიერებაა, ცივ წყალში არ იხსნება. ბუნებრივ სახამებელში გლუკოზის ორი პოლიმერია – ამილოზა და ამილოპექტინი. ცხელ წყალში ამილოზა იხსნება და იძლევა კოლოიდურ ხსნარს, ხოლო ამილოპექტინი იჯირჯევა, ეს საშუალებას გვაძლევს განვიხილოთ სახამებლის

კლეისტერი. კლეისტერიზაციის ტემპერატურაა  $55-70^{\circ}\text{C}$ . ხსნადი სახამებელი, ჩვეულებრივისაგან განსხვავებით იხნება წყალში, ცხელ წყალთან ბუბკოს არ წარმოქმნის, გათბობისას მჟავების თანაობისას ან განსაკუთრებული ფერმენტების მოქმედებით იგი თანდათან ჰიდროლიზდება და ქმნის საბოლოო პროდუქტს-გლუკოზას.

სახამებელი  $\rightarrow$  ხსნადი სახამებელი  $\rightarrow$  დექსტრინები  $\rightarrow$  მალტოზა  $\rightarrow$  გლუკოზა.

**დექსტრინები** – სახამებლის მოლეკულის ნაწილია, რომელსაც გააჩნია უფრო მარტივი აღნაგობა, ვიდრე სახამებელს. იოდთან იძლევიან ფერად რეაქციებს: მოლურჯო-იისფერი, მოწითალო-იისფერი, ნარინჯისფერი, ყვითელი.

**გლიკოგენი** – (ცხოველური სახამებელი) გროვდება ორგანიზმში, სოკოში, საფუარში, აღნაგობით სახამებლის მსგავსია, ჰიდროლიზით მიიღება იგივე პროდუქტები, რაც სახამებლის ჰიდროლიზისას. ცხელ წყალში იხსნება, იოდთან იძლევა წითელ შეფერილობას.

**უჯრედისა (ცელულოზა)**. მცენარეული უჯრედის ძირითადი შემადგენელია, განსხვავდება სახამებლისაგან აღნაგობითა და თვისებებით, ფორმულა იგივეა რაც სახამებლის ( $C_6H_{10}O_5$ ), გამოირჩევა დიდი მექანიკური და ქიმიური მდგრადობით, წყალში არ იხსნება, არც ორგანულ გამხსნელებში, ადამიანის ორგანიზმის მიერ არ შეითვისება. ხანგრძლივი დუღილით კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან გარდაიქმნება გლუკოზად. ეს პროცესი გამოიყენება ჰიდროლიზური სპირტის წარმოებაში, სუფთა გლუკოზა უჯრედისისაგან არ მიიღება.

**ჰემიცილოზა** (ნახევრადუჯრედისა) მცენარის უჯრედის შემადგენელია, წყალში არ იხსნება, ტუტეში იხსნება, ადამიანის ორგანიზმის მიერ არ შეითვისება, ჰიდროლიზისას იძლევა მარტივ შაქრებს – გლუკოზას, არაბინოზას, გალაქტოზას.

**პექტინები** – განსაკუთრებული მაღალმოლეკულური პოლისახარიდებია, შედგება მრავალი სხვადასხვა მონოსახარიდებისაგან, ხილ-ბოსტნეულში არის 1-2,5%-მდე, აქვს ლაბის-ჟელეს წარმოქმნის უნარი, თეთრი ფერის ფხვნილია, წყალთან იძლევა კოლოიდურ ხსნარს.

**ცხიმები**. ცხიმი შედის უჯრედის სტრუქტურის შემადგენლობაში, იგი არის

ადამიანის ორგანიზმისათვის დამატებითი ენერჯის წყარო. ცხიმები წყალში არ იხსნებიან, იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში. მრავალი საკვები პროდუქტი შეიცავს ამა თუ იმ რაოდენობის ცხიმს (ფქვილი, რძე, მარცვალი და სხვა). ქიმიური შედგენილობით ცხიმები წარმოადგენენ უმაღლესი რიგის ცხიმმჟავებისა და სამატომიანი სპირტის-გლიცერინის რთული ეთერების ნარევს (გლიცერიდებს). პროდუქტის შენახვისას ხდება მასში შემავალი ცხიმების ჰიდროლიზი და ჟანგვა, რაც უარყოფითად მოქმედებს პროდუქტზე. ცხიმის ჰიდროლიზი მიმდინარეობს ფერმენტ-ლიპაზას მოქმედებით. ჰიდროლიზის პროდუქტებია გლიცერინი და თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, რომელიც განიცდის შემდგომში ჟანგვას. ადვილად იჟანგებიან უჯერი ცხიმოვანი მჟავები, სინათლისა და სითბოს მოქმედებით, ზოგიერთი მეტალის თანაობისას. ამის გამო პროდუქტს ეძლევა არასასიამოვნო სუნი და გემო. ამ პროცესის დასაბუნრუჭებლად ცხიმებს ინახავენ  $0^{\circ}\text{C}$ -ზე დაბალ ტემპერატურაზე.

**ცილები.** თავისი აგებულებით ცილები მაღალმოლეკულური ნაერთებია, შედგებიან ამინომჟავების ნაშთებისაგან; ცილები იყოფა ორ ჯგუფად, მარტივი (პროტეინები) და რთული (პროტეიდები).

პროტეინები შედგებიან მხოლოდ ამონიმჟავას ნაშთებისაგან, ხოლო პროტეიდების შემადგენლობაში შედის აგრეთვე არაცილოვანი ნივთიერებები (შაქარი, ფოსფორმჟავა და სხვა). კვების პროდუქტებში ძირითადად გვხვდება პროტეინები. პროტეინები ხსნადობის მიხედვით იყოფიან: ალბუმინებად (წყალში ხსნადი), გლობულინებად (იხსნებიან მარილთა წყალხსნარებში), პროლამინები (იხსნებიან 65-70%-იან სპიტრში) და გლუტელინები (იხსნებიან სუსტ ტუტე ხსნარში); ცილების გაცხელებისას  $60-70^{\circ}\text{C}$ -მდე, ან მათზე ძლიერი მჟავის, ტუტის ან რომელიმე მეტალის მარილის მოქმედებისას, ხდება ცილების დენატურაცია, კარგავენ წყალში ხსნადობისა და გაჯირჯვების უნარს. ცილის დულებისას მჟავებთან ხდება ცილის ჰიდროლიზი, წარმოიქმნება ამინომჟავები. ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარეობს ფერმენტატული ჰიდროლიზი. ცილებს აქვთ დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა, ისინი შედიან ჰორმონებისა და ფერმენტების

შემაღგენლობაში. ადამიანის დღიური ნორმა ცილებზე არის 70-100 გრამი.

**ფერმენტები.** ფერმენტები განსაკუთრებული ცილებია. გვევლინებიან ცოცხალ ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლის კატალიზატორებად. მათი საერთო თვისებაა მოქმედების სპეციფიურობა, მაღალი კატალიზური აქტიობა, ტემპერატურისა და მჟავე არის მიმართ მგრძობიარობა. ყოველი ფერმენტი მოქმედებს მხოლოდ ერთ ან რამოდენიმე გარკვეული სტრუქტურის მქონე ნივთიერებაზე და რომელიმე სხვაზე არ მოქმედებს. მაგ. ფერმენტი საქარაზა შლის მხოლოდ საქაროზას, ლაქტაზა-მხოლოდ ლაქტოზას. ყოველი ფერმენტისათვის არსებობს ოპტიმალური პირობები. ზოგი ფერმენტი აქტიურია მჟავე არეში, ზოგი ტუტე არეში. ფერმენტების უმრავლესობისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 30-50°C, 80°C-ზე და ზემოთ თითქმის ყველა ფერმენტი ინაქტიურდება, რაც აიხსნება მათი ცილოვანი აგებულებით. კვების მრეწველობის ბევრი წარმოება დაფუძნებულია ფერმენტატულ პროცესებზე. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ჰიდროლიტურ ფერმენტებს და მჟანგავ-აღმდგენელ ფერმენტებს. ამილასები იწვევენ – სახამებლის ჰიდროლიზს, პროტეინაზები იწვევენ ცილების დაშლას, ლიპაზები – შლიან ცხიმებს გლიცერინად და ცხიმოვან მჟავებად, რომელმაც შემდგომში შენახვისას შეიძლება გამოიწვიოს პროდუქტის გამწარება.

**ვიტამინები.** ვიტამინები დაბალმოლეკულური ორგანული ნივთიერებებია, რომელთაც აქვთ სხვადასხვა ქიმიური აგებულება, ადამიანთა და ცხოველთა საკვების აუცილებელი ნაწილია. ვიტამინები ორგანიზმში არ სინთეზირდება, ამიტომ ორგანიზმში უნდა მოხვდეს საკვებიდან. ვიტამინები ცხოველურ და მცენარეულ პროდუქტებში წარმოიშობიან რთული ბიოქიმიური პროცესების შედეგად და იყოფიან ორ ჯგუფად: ცხიმში ხსნადი (A, D, E, K) და წყალში ხსნადი (C, P, PP, B ჯგუფის: B<sub>1</sub> B<sub>2</sub> B<sub>3</sub> B<sub>6</sub> B<sub>12</sub> და სხვა).

ვიტამინები არეგულირებენ ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, სისხლის მიმოქცევას, დიდ როლს ასრულებენ უჯრედის სიცოცხლისუნარიანობაში, ამაგრებენ ორგანიზმს სხვადასხვა ინფექციური დაავადებების მიმართ და სხვა.

## თავი II

### პურის ცხობის წარმოების ძირითადი

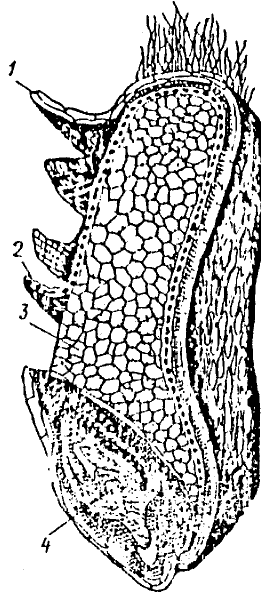
#### ნედლეული

პურის ცხობის წარმოების ძირითადი ნედლეულია ფქვილი, მარილი, საფუარი და წყალი, ხოლო დამატებითი ნედლეულია ცხიმი, შაქარი, კვერცხი, რძის ნაწარმი და სხვა.

პურის ცხობისათვის ფქვილს ღებულობენ ხორბლისა და ჭვავის მარცვლისაგან.

**ხორბლისა და ჭვავის მარცვლის დახასიათება.** ხორბლისა და ჭვავის მარცვალი შედგება გარსის, ალეირონული ფენის, ენდოსპერმისა და ჩანასახისაგან. გარსი შეიცავს უჯრედისას, მინერალურ ნივთიერებებს და პიგმენტებს, საკვები პროდუქტები მასში ძალიან მცირეა. ალეირონული ფენა შედგება ერთი რიგი უჯრედებისაგან, რომელიც უშუალოდ ეკვრის ენდოსპერმას. ამ შრეში უჯრედისასა და მინერალური ნივთიერებების გარდა არის ცილები, შაქარი, ცხიმი. ენდოსპერმა ძირითადად შეიცავს სახამებელს და ცილოვან ნივთიერებებს. ცხიმი, შაქარი, უჯრედისა და მინერალური ნივთიერებები ენდოსპერმაში ძალიან მცირეა. ენდოსპერმა მარცვლის ძვირფასი ნაწილია, მისგან ღებულობენ უმაღლესი ხარისხის ფქვილს. ჩანასახი შედგება ცოცხალი უჯრედებისაგან, მასში 13-15%- შაქარია, 15-33% ცხიმია, 35-40% ცილაა, არის აგრეთვე ვიტამინები და ფერმენტები. ცხიმი ჩანასახისა ადვილად მწარდება, რაც ფქვილის გემოზეც მოქმედებს. გარსი და ალეირონული ფენა აუარესებენ ფქვილის ფერს, ამცირებენ ფქვილის კვებით ღირებულებას, ამიტომ მარცვლის ხარისხებად დაფქვისას მას აცილებენ გარსს, ალეირონულ ფენას და ჩანასახს.

მარცვლის ძირითადი მაჩვენებლებია: ფერი, გემო, სუნი, სიმსხო, ნაცრიანობა, სინესტე, მინერალების შემცველობა, დამატებით – ხორბლის მარცვლისათვის – მინისებურება და ნედლი წებოგვარას შემცველობა.



ნახ.1. ხორბლის მარცვლის გრძივი ჭრილი  
1—გარსი, 2—ალეირონული ფენა,  
3—ჩანასახი, 4—ენდოსპერმა.

კეთილთვისებიან მარცვალს აქვს სუსტი სპეციფიური სუნი, მტკნარი გემო. მინარევებიდან მარცვალში შეიძლება შეგვხვდეს გარეშე მინარევები ან მარცვლის დამზიანებლები. მარცვლის სინესტე 14,5-15%-ია. უფრო ნესტიანი მარცვალი შენახვისას მალე ფუჭდება, მასში ვითარებიან მიკროორგანიზმები, ფერმენტები აქტიურდებიან, ძლიერდება სუნთქვის პროცესი. ნაცრიანობა დაახლოებით 2%-ია. სიმკვრივე და სიმსხო ხასიათდება 1000 მარცვლის წონით. ხორბლისათვის იგი უნდა იყოს 25-75 გრამი, ხოლო ჭვავისათვის 13-60 გრამი. მარცვლის საშუალო მინისებურება უნდა შეადგენდეს 40%-ს. ხორბლის მარცვალი უნდა შეიცავდეს არა ნაკლებ 25% წებოგვარას, არსებობს ხორბლის რბილი და მაგარი სახეები. მაგარი ხორბლისათვის დამახასიათებელია მოყვითალო-ქარვის ფერი, მაღალი მინისებურება, შეიცავს მეტი რაოდენობით ცილებს, შაქრებს, მინერალურ ნივთიერებებს, მას იყენებენ მაკარონის წარმოებაში. რბილი ხორბალი გამოიყენება პურის ცხობის წარმოებაში. აქ გვხვდება ძლიერი, სუსტი და საშუალო პურცხობისუნარი მქონე მარცვალი.

ხორბლის მარცვალში გარსს უკავია 5-8%, ენდოსპერმას — 80-84%, ალეირონულ ფენას 6-9%, ჩანასახს 1,5-3%.

ქიმიური შემადგენლობა ხორბლის მარცვლისა ასეთია: ცილა  $\approx 16\%$ , სახამებელი  $\approx 68\%$ , შაქარი  $\approx 4\%$ , უჯრედისი  $\approx 2,7\%$ , ჰემიცელულოზა  $\approx 8\%$ , ცხიმი  $\approx 2,2\%$ , ნაცარი  $\approx 2\%$ , მშრალ ნივთიერებებზე გადაანგარიშებით.

ჭვავის მარცვლის ფორმა ვიწრო და გრძელია. მისი ალვირონული ფენა იკავებს  $\approx 20\%$ -ს, ენდოსპერმა  $70\%$ -ს, ჩანასახი  $\approx 3,5\%$ -ს.

ჭვავის მარცვალში ცილები და სახამებელი ხორბალთან შედარებით მცირეა, შეიცავს მეტ შაქრებს და სხვა ნახშირწყლებს, მაგ. ფრუქტოზებს, მასში დიდი რაოდენობით არის ნახშირწყლოვანი ლორწოები ( $1,5-2,5\%$ ). ჭვავის მარცვლის ქიმიური შემადგენლობა ასეთია: სახამებელი  $\approx 62\%$ , შაქრები  $\approx 5,5\%$ , უჯრედისა  $\approx 2,5\%$ , ჰემიცელულოზა  $\approx 9\%$ , ცილები  $\approx 13,5\%$ , ცხიმი  $\approx 2\%$ , ნაცარი  $\approx 2\%$  და სხვა ნივთიერებები  $\approx 4\%$ . ჭვავის მარცვლის სახამებელი შედარებით სწრაფად კლეისტერიზდება და ჰიდროლიზდება, მისი ცილები წებოგვარას არ ქმნიან.

**ხორბლის ფქვილი.** ხორბლის ფქვილი პურის წარმოებაში შეუცვლელი ნედლეულია. ხორბლის მარცვლისაგან მზადდება: გამტკიცული, პიპკი (გამოსავლიანობით  $10\%$ ), უმაღლესი ხარისხის (გამოსავლიანობით  $30\%$ ), პირველი ხარისხის ( $70\%$ ), მეორე ხარისხის ( $85\%$ ) და ნაბეგვი ( $96\%$ ) ფქვილი. გამოსავლიანობის ქვეშ იგულისხმება ფქვილის რაოდენობა, რომელიც მიიღება  $100$  წონითი ნაწილი მარცვლისაგან.

ფქვილის ქიმიური შემადგენლობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მარცვლის ქიმიურ შედგენილობაზე, ფქვილის ხარისხზე და გამოსავლიანობაზე. მარცვლის ქიმიური შემადგენილობა თავის მხრივ დამოკიდებულია მარცვლის სახეობასა და ხარისხზე, აგრეთვე ნიადაგზე, კლიმატზე, ამინდისა და მოყვანის აგროტექნიკურ პირობებზე. სხვადასხვა ხარისხის ფქვილის ქიმიური შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში: (ცხრილი 1).

**ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი ხორბლის ფქვილში.** ხორბლის ფქვილი საშუალოდ შეიცავს  $12-16\%$  ცილებს. ცილოვანი ნივთიერებების  $80\%$  არის პროლაமிნები და გლუტელინები, დანარჩენი კი არის ალბუმინები, გლობულინები

ცხრილი 1

მაჩვენებელი		ზორბლის ფქვილი			
		უმაღლესი ხარისხის	პირველი ხარისხის	მეორე ხარისხის	ნაბეგვი
წყალი	%	14,0	14,0	14,0	14,0
ცილები	%	10,3	10,6	11,7	11,5
ცხიმები	%	1,1	1,3	1,8	2,2
მონო, და დისაქარიდები	%	0,2	0,5	0,9	1,0
სახამებელი	%	70,4	67,1	62,8	58,3
საკვები ბოჭკოები	%	3,5	5,8	7,8	11,3
ნაცარი	%	0,5	0,7	1,1	1,5
მინერალური ნივთიერებები მგ %	Na	3	4	6	7
	K	122	176	271	310
	Ca	18	24	32	39
	Mg	16	44	73	95
	P	86	115	184	336
	Fe	1,2	2,1	3,9	4,7
ვიტამინები მგ %	E	1,1	3,05	5,37	5,5
	B <sub>1</sub>	0,17	0,25	0,37	0,41
	B <sub>2</sub>	0,04	0,08	0,12	0,15
	PP	1,2	2,2	4,6	5,5
	B <sub>6</sub>	0,17	0,22	0,5	0,55
ამინო-მჟავები მგ %	ლიზინი	250	265	330	390
	მეთიონინი	153	160	170	180

და პროტეიდები, პროლამინები (გლიადინი) და გლუტელინები (გლუტელინი) ძირითადად არიან ენდოსპერმაში, ამიტომ ფქვილში მისი შემადგენლობა მეტია, ვიდრე ნაბეგვში. გლიადინისა და გლუტელინის მნიშვნელოვანი სპეციფიური თვისება

მდგომარეობს იმაში, რომ ისინი ქმნიან წებოგვარას. ნელლი წებოგვარა – ეს არის ელასტიური მასა, რომელიც შედგება წყლით გაჯირჯეული გლიადინისა და გლუტელინისაგან. ნელლი წებოგვარა შეიცავს 65-70% წყალს და 30-35% მშრალ ნივთიერებებს, წებოგვარას ხარისხისა და რაოდენობის მიხედვით მსჯელობენ ფქვილის პურცხოვისუნარიანობაზე. მარცვალსა და ფქვილში ყოველთვის არის პროტეოლიტური ფერმენტები (პროტეინაზები), ისინი მოქმედებენ ცილებზე და მათი ჰიდროლიზის პროდუქტებზე. ამ ფერმენტების აქტიობა მაღალი არ არის, ისინი მთლიანად არ შლიან ცილებს, რამდენადმე ცვლიან მათ რთულ სტრუქტურას, რის გამოც იცვლება ცილების ფიზიკური მდგომარეობა და შესაბამისად ცომისაც. განსაკუთრებით აქტიურია გადაზრდილი, და კუ-ბალლინჯოთი დაზიანებული ფქვილის პროტეინაზები. პროტეინაზების აქტიობის გაზრდა აუარესებს წებოგვარას ხარისხს, აუარესებს ელასტიურობას, გაჯირჯეების უნარს, მაგრამ პროტეინაზის გარკვეული რაოდენობა აუცილებელია წებოგვარას მომწიფებისათვის, იგი ხდება უფრო პლასტიკური, რაც აუმჯობესებს პურის მოცულობასა და ფორიანობას. პროტეინაზები აქტიურები არიან სუსტ მჟავე არეში 45-47°C-ის პირობებში. პროტეინაზის აქტიობა მნიშვნელოვნად მცირდება დამჟანგველების დამატებისას ( $KBrO_3$ -ის სახით). მარილი რამდენადმე ამცირებს პროტეინაზას აქტიობას.

**ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსი ხორბლის ფქვილში.** ფქვილი ძირითადად შეიცავს რთულ, წყალში უხსნად ნახშირწყლებს (სახამებელი, უჯრედისა, ჰემიციტულოზა, ლორწოვანი ნივთიერებები).

სახამებელი ფქვილში 80%-ია მშრალ ნივთიერებებზე გადაანგარიშებით. სახამებლის ტექნოლოგიური დანიშნულება პურის წარმოებაში დიდია. ცომის მოზელის პროცესში დამატებული წყლის დიდი ნაწილი არის შეკავშირებული სახამებლის მარცვლების ზედაპირით, ცომის გაფუების პროცესში სახამებლის ნაწილი ფერმენტ  $\beta$ -ამილაზას მოქმედებით განიცდის დამაქრებას და გადადის მალტოზაში. პურის ცხოვისას სახამებელი კლეისტერიზდება, იკავშირებს წყალს, რაც უზრუნველყოფს მშრალი ელასტიური გულის წარმოქმნას. შენახვის

პირობებში სახამებლის კლეისტერი ძველდება, გამოყოფს წყალს და პური განიცდის ხმობას.

ფერმენტები აქტიურდებიან მხოლოდ ხსნარებში, ამიტომ მშრალი ხორბლის ან ფქვილის შენახვისას მათი მოქმედება უმნიშვნელოა. ცომის მოზელის შემდეგ ხდება ფერმენტების გააქტიურება, ფერმენტების მოქმედებით აიხსნება ფქვილის ავტოლიტური აქტიობა, რაც ძირითადი მაჩვენებელია პურცხოვისუნარიანობის განსაზღვრისათვის.

ავტოლიტური ფერმენტებია  $\alpha$  და  $\beta$  ამილაზები.  $\beta$ -ამილაზა იმყოფება ფქვილის ყველა სახეობაში,  $\alpha$ -ამილაზა კი გაზრდილ და აღმოუცენებელ მარცვალში, ფერმენტი  $\alpha$ -ამილაზა მოქმედებს რა სახამებელზე, გადაყავს იგი დაბალმოლეკულურ დექსტრინებში და მცირე რაოდენობით მალტოზაში,  $\beta$ -ამილაზას გადაყავს სახამებელი მაღალმოლეკულურ დექსტრინებში და მალტოზაში. ფაზის ტემპერატურა და მჟავიანობა სხვადასხვანაირად მოქმედებენ ამილაზების აქტიურობაზე.  $\alpha$ -ამილაზა უფრო მგრძობიარეა მჟავე არის მიმართ და უფრო ნაკლებად მალალი ტემპერატურის მიმართ, ვიდრე  $\beta$ -ამილაზა.  $\beta$ -ამილაზას მოქმედების ოპტიმალური ტემპერატურაა  $50-52^{\circ}\text{C}$ , ხოლო  $\alpha$ -ამილაზასი  $65^{\circ}\text{C}$ . რაც უფრო მაღალია მჟავიანობა არესი, მით სწრაფად იშლება  $\alpha$ -ამილაზა გაცხელებისას. ხორბლის ფქვილში იგი ინაქტიურდება  $80^{\circ}\text{C}$ -ზე, ხოლო ჭვავის ფქვილის უფრო მჟავე არეში  $70^{\circ}\text{C}$ -ზე.  $\beta$ -ამილაზით გამოწვეული სახამებლის დაშაქრების პროცესი დადებითად მოქმედებს პურზე, რადგან საკუთარი შაქრები ფქვილისა საკმარისი არ არის ნახევარფაბრიკატების სრული დუღილის პროცესისათვის.  $\alpha$ -ამილაზას მნიშვნელოვანი რაოდენობა აუარესებს პურის პროდუქტების მდგომარეობას, გადაყავს რა სახამებელი დაბალმოლეკულურ დექსტრინებში, რომლებიც ცუდად შთანთქავენ წყალს. პურის გული გამოდის წებვადი და ნესტიანი, გადაზრდილი მარცვლის ფქვილის დაბალი ცხოვისუნარიანობა განპირობებულია მასში  $\alpha$ -ამილაზას სიჭარბით.

ფქვილი შეიცავს მონოსახარიდებს (გლუკოზა, ფრუქტოზა), დისახარიდებს

(მალტოზა, სახაროზა) და სხვა რთულ შაქრებს, შაქრების საერთო რაოდენობა ხორბლის ფქვილში არის 0,8-1,8%. ფქვილის საკუთარი შაქრები ადვილად დუღდება საფუერის ფერმენტებით ცომის გაფუებიდან 1,5-2 სთ-ის განმავლობაში, ამაში მდგომარეობს მათი ტექნოლოგიური მნიშვნელობის არსი.

უჯრედისა ნაბეგვ ფქვილში 2,3%-ია, ხოლო ხარისხოვანში 0,1-0,15%, შესაბამისად ჰემიციტულოზას შემცველობა 8% და 2%-ია. უჯრედისა და ჰემიციტულოზა თავისი კაპილარულ-ფოროვანი სტრუქტურის გამო ადვილად შთანთქავენ წყალს და აღიღებენ ფქვილის წყალშთანთქმის უნარს.

ნახშირწყლოვანი ლორწოს შემადგენლობა ხორბლის ფქვილში 0,8-2%-ია, მათ აქვთ გაჯირჯვების უნარი, ისინი ამაგრებენ ცომის კონსისტენციას და აღიღებენ ფქვილის წყალშთანთქმის უნარს.

**ცხიმები და ცხიმოვანი ნივთიერებები ხორბლის ფქვილში.** ხორბლის ფქვილი, მისი ხარისხის შესაბამისად, შეიცავს 0,8-2,5% ცხიმს. ძირითადად ისინი წარმოდგენილია უჯერი მჟავების ცხიმებით, ამიტომ აქვთ თხევადი კონსისტენცია. ფქვილის შენახვისას ცხიმი ადვილად იშლება, რაც იწვევს ფქვილის გაფუჭებას (გამწარებას). ცხიმოვან ნივთიერებებს ეკუთვნის ფოსფატიდები (0,4-0,7%) და სხვა. (ფოსფატიდები ცხიმოვანი მჟავების გარდა, შეიცავენ ფოსფორმჟავას).

გარდა ავტოლიტური და პროტეოლიტური ფერმენტებისა, ფქვილში გვხვდება ლიპაზა, ლიპოქსიგენაზა, პოლიფენოლოქსიდაზა.

ლიპაზა ასრულებს კატალიზატორის როლს ცხიმის გახლეჩაში. ლიპოქსიგენაზა უჯერ ცხიმოვან მჟავებს ჟანგავს ზეჟანგებამდე. პოლიფენოლოქსიდაზა ჟანგავს ფქვილის ამინომჟავებს (ტიროზინს) მელანინებამდე, რომლებიც იწვევენ ცომის გამუქებას და შესაბამისად პურის გულის გამუქებას. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით არის პოლიფენოლოქსიდაზა ჭკავის ფქვილში.

**ხორბლის ფქვილის ხარისხის ნორმები.** ფქვილის ხარისხის მაჩვენებლებია ფერი, გემო, სუნი, მეტალომაგნიტური მინარეების შემცველობა, სინესტე,

ნაცრიანობა, სიმსხო, ნელლი წებოგვარას რაოდენობა, მჟავიანობა, წყალშთანთქმის უნარი, ავტოლიტური აქტიობა.

ფქვილის ფერი უნდა განისაზღვრებოდეს სტანდარტით, მისი ხარისხის შესაბამისად, ერთი და იგივე ხარისხის სხვადასხვა პარტიის ფქვილებს შეიძლება ჰქონდეს განსხვავებული ფერი.

გემო მოტკბო, არა მომწარო, არა მჟავე, არ უნდა იგრძნობოდეს კრაწუნი.

სუნი – სუსტი სპეციფიური, გარეშე სუნი არ უნდა იგრძნობოდეს.

მეტალომაგნიტური მინარევები მტკერის სახით არა უმეტეს 0,003 გრამი - 1 კგ ფქვილზე.

სინესტე არა უმეტეს 15%-ისა, წინააღმდეგ შემთხვევაში ფქვილში ჩნდება თავისუფალი წყალი, რომელიც ფერმენტების აქტივაციისათვის ქმნის საჭირო არეს, რაც ფქვილის გაფუჭებაში გამოიხატება.

ნაცრიანობა ფქვილის ხარისხის ძირითადი მაჩვენებელია. ნაცრიანობა უმ/ხ, I/ხ და II/ხ ხორბლის ფქვილისათვის შესაბამისად ტოლია 0,55%, 0,75% და 1,25%-ის მშრალ ნივთიერებებთან შედარებით.

ფქვილის სიმსხო ხასიათდება მისი ნაწილაკების ზომით. თუ დაფქვის ხარისხი დაბალია (ფქვილის მარცვლის ზომები დიდია), მაშინ დაბალია ფქვილის პურცხოვის უნარი. ფქვილის მსხვილი ნაწილაკები ნელა იჯირჯვება, ძნელად ექვემდებარებიან ფერმენტების გავლენას.

ფქვილის მჟავიანობა განპირობებულია ფქვილში თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების არსებობით, ფოსფორმჟავას მჟავა მარილებით ( $KH_2PO_4$ ) და სხვა მჟავე რეაქციის მქონე ნივთიერებების არსებობით. ფქვილის მჟავიანობა დამოკიდებულია მარცვლის მჟავიანობაზე, ფერმენტების აქტიობაზე. დაბალი ხარისხის ფქვილში არის მეტი ცხიმი, ფერმენტები, ამიტომ მისი მჟავიანობა შედარებით მაღალია, ვიდრე მაღალი ხარისხის ფქვილისა. მჟავიანობა იზომება ნეიმანის გრადუსებში ( $^{\circ}H$ ). ეს არის მწვავე ტუტის ნორმალური ხსნარის მლ-ის რაოდენობა, რომელიც

საჭიროა 100 გრამ ფქვილში არსებული მჟავების გასანეიტრალებლად. ფქვილის სიმჟავის ნორმებია: უმ/ზ-3°H, I/ზ-3,5°H, II/ზ-4,5°H, ნაბეგვი-5,0°H.

**ხორბლის ფქვილის პურცხობისუნარიანობა.** ფქვილის პურცხობისუნარიანობაში იგულისხმება მისი უნარი მოგვცეს ამა თუ იმ ხარისხის პური. ხორბლის ფქვილის ცხობისუნარიანობა ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით: ფერით და მისი გამუქების უნარით ცხობის პროცესში; ფქვილის ძალით, რომელიც ხასიათდება წებოგვარას ან ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებებით, წყალშთანთქმის უნარით, აირწარმოქმნის უნარით, ფქვილის ავტოლიტური აქტიობით, ანუ რთული ნივთიერებების უნარით, დაიშალოს უფრო მარტივ, წყალში ხსნად ნივთიერებებად ფერმენტების მოქმედებით.

ფქვილის ფერი დამოკიდებულია ენდოსპერმისა და გარსის თანაფარდობაზე და თვით ენდოსპერმის ფერზე. გარსში არის შედარებით მეტი, ხოლო ენდოსპერმაში ნაკლები პიგმენტები, რომელთა გავლენითაც ენდოსპერმაც და შესაბამისად ფქვილიც შეიძლება იყოს მოყვითალო ფერის (მდიდარი ყვითელი პიგმენტების გამო). ზოგ შემთხვევაში ღია ფერის ფქვილის პურის გული გამოდის შედარებით მუქი ფერის, ეს უკვე აიხსნება ერთ-ერთი დამჟანგველი ფერმენტის (პოლიფენოლოქსიდაზას) აქტიობით. ფქვილის ძალას საწარმოო პრაქტიკაში საზღვრავენ წებოგვარას სტრუქტურულ-მექანიკური მაჩვენებლებით და ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებებით. წებოგვარას სტრუქტურულ-მექანიკური მაჩვენებლები ფასდება მისი ჭიმვადობის სიგრძით, რაც განაპირობებს მათ დაყოფას ჯგუფებად. I – ჯგუფის წებოგვარა ხასიათდება კარგი ელასტიურობით, 20 სმ-მდე ჭიმვადობით. ასეთი წებოგვარა თავისი ხარისხით ითვლება კარგ წებოგვარად. II – ჯგუფის წებოგვარა ხასიათდება არაადამაკმაყოფილებელი ელასტიურობით, ნაკლები ჭიმვადობით (10 სმ-ზე ნაკლები). III – ჯგუფის წებოგვარა არააადამაკმაყოფილებელია თავისი თვისებებით, წყვეტადი ან განთხევადებულია ჭიმვადობით.

ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებში იგულისხმება ისეთი მაჩვენებლები, როგორცაა: დრეკადობა ცომის თვისება თითების ზემოქმედებით დაინჩნოს გარკვეული კვალი. პლასტიკურობა - დაიბრუნოს ასეთი ზემოქმედების შედეგად თავისი მდგომარეობა, ელასტიურობა-შეიცვალოს ფორმა თავისი სტრუქტურის შეუცვლელად, სიბლანტე-ცომის თხევადი ნივთიერებების წინააღმდეგობა მასზე ზემოქმედების დროს.

წყალშთანთქმის უნარი სხვადასხვა პარტიის ერთი და იგივე ხარისხის ფქვილისათვის შეიძლება იყოს სხვადასხვა. თუ ფქვილი ცუდად იკავებს წყალს, მაშინ მისგან არ მომზადდება გარკვეული სინესტის ცომი; ცომი გამოდის წებვადი. წყლის შთანთქმის უნარი განპირობებულია მისი ქიმიური შედგენილობით, სინესტითა და ფქვილის ხარისხით. ფქვილი, რომელიც ხასიათდება ძლიერი წებოგვარათი, შთანთქავს დიდი რაოდენობით წყალს. უჯრედისა და ჰემიცელულოზა ხასიათდება რა კაპილარული სტრუქტურით, კარგად შთანთქავენ წყალს. ლორწო გაჯირჯვებისას იკავებს ბევრ წყალს, ამიტომ ფქვილი, რომელიც შეიცავს ამ ნახშირწყლებს დიდი რაოდენობით, ხასიათდება მაღალი წყალშთანთქმის უნარით. რაც მეტია ფქვილში „დაზიანებული“ სახამებელი, მით უფრო დაბალია ფქვილის ხარისხი, მით მეტია მისი წყალშთანთქმის უნარი, რამეთუ დაბალი ხარისხის ფქვილი შეიცავს უჯრედისას, ჰემიცელულოზას, ლორწოს მეტი რაოდენობით, წყალშთანთქმის უნარი ფქვილის მასასთან შედარებით უმ/ხ ფქვილისათვის  $\approx 50\%$ -ია, I/ხ -  $52\%$ , II/ხ -  $56\%$ , ნაბეგვისათვის  $\approx 60\%$ .

ფქვილის აირწარმოქმნის უნარი ხასიათდება გამოყოფილი  $CO_2$ -ის რაოდენობით (მლ), რომელიც მიიღება 100 გრამი ფქვილის, 60 მლ წყლისა და 10 გრამი დაწნეხილი საფუარისაგან მიღებული ცომის დუღილით 5 სთ-ის განმავლობაში  $30^{\circ}C$ -ტემპერატურაზე.

უმ/ხ და I/ხ ხორბლის ფქვილისათვის  $CO_2$ -ის ნორმალურ რაოდენობად ითვლება 1300-1600 მლ. აირწარმოქმნის უნარი დამოკიდებულია  $\beta$ -ამილაზას

აქტიობაზე და საკუთარი შაქრების რაოდენობაზე, სახამებლის მდგომარეობაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ხორბლის ფქვილში საკუთარი შაქრების რაოდენობა ძალიან მცირეა, მათ არ შეუძლიათ უზრუნველყონ ცომის გაფუება, გარდა ამისა, შაქრების რაოდენობის ნაწილი უნდა იყოს ცხობისათვის დაუღულებელი, რამეთუ შაქარი ცხობისას იხარჯება ქერქის შეფერვაზე და არომატული ნივთიერებების წარმოქმნაზე. ნორმალური ხარისხის პურის მომზადებისათვის საჭიროა არა ნაკლებ 6-7% შაქარი ფქვილის მასასთან შედარებით; ხარისხოვანი ხორბლის ფქვილი შეიცავს 2%-მდე შაქარს, ამიტომ ცომის ძირითად შაქრად ითვლება მალტოზა, რომელიც წარმოიქმნება სახამებლის დაშაქრებით ცომის გაფუების პროცესში.

ავტოლიტური აქტიობა ხორბლის ფქვილისათვის განისაზღვრება იმ შემთხვევაში, თუ გვაქვს გადაზრდილი, ან ყინვადაკრული მარცვლის ფქვილი, აგრეთვე საცდელი ცხობისას თუ პურის გული არის წებვადი, არაღამაკმაყოფილებელი. დადგენილია ხორბლის მარცვლისათვის ავტოლიტური აქტიობის შემდეგი ნორმები: უმ/ხ-22%, I/ხ-30%, II/ხ-30% (ეს არის წყალში ხსნადი ნივთიერებების რაოდენობა მშრალ მასასთან შედარებით).

ფქვილის პურცხობის უნარიანობის დადგენისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს საცდელი ცხობის ჩატარებას ლაბორატორიულ პირობებში. ფორმის პურისათვის განისაზღვრება აგრეთვე პურის მოცულობითი გამოსავალი (სმ<sup>3</sup>) 100 გრამი ფქვილისაგან, ხოლო ძირის პურისათვის განისაზღვრება  $H/D$ -სიდიდე (სიმაღლის შეფარდება დიამეტრთან), ეს სიდიდე =  $0,3 \div 0,45$ .

**დეფექტური ფქვილი.** თუ მარცვალი არაკონდიციურია, ე.ი. მისი პურცხობის უნარი დაქვეითებულია, როგორცაა გადაზრდილი მარცვალი, ყინვადაკრული მარცვალი, კუ-ბალდინჯოთი დაზიანებული მარცვალი, მაღალ ტემპერატურაზე გამომშრალი მარცვალი, მაშინ მისგან მიღებული ფქვილისათვის დამახასიათებელია წებოგარას თვისებების დაქვეითება, ფერმენტების აქტიობის შემცირება ან გაზრდა.

კუ-ბალლინჯოთი დაზიანებული მარცვლის ფქვილი გამოირჩევა პროტეოლიტური და ამილოლიტური ფერმენტების მაღალი აქტიობით, ასეთ ფქვილში მცირეა ნედლი წებოგვარას რაოდენობა, წებოგვარა იწელება გაჭიმვით და წებვადია. ასეთი ფქვილის წყალშთანთქმის უნარი დაქვეითებულია, ცუდად იკავებს  $CO_2$ -ს, ნაწარმი გამოდის დაბალი ფორიანობით, განთხეული ფორმის, ზედაპირისათვის დამახასიათებელია ნაპრალების გაჩენა.

გადაზრდილი მარცვლის ფქვილი ასევე ხასიათდება ფერმენტების მაღალი აქტიობით, ცილებისა და სახამებლის ნაკლები რაოდენობით, მაღალი აირწარმოქმნის და ავტოლიტური აქტიობით. წებოგვარას რაოდენობა მცირეა, ხარისხი დაბალია. ნაწარმს აქვს არათანაბარი ფორიანობა, გულში აღინიშნება სიცარიელები, პურის გული ჩვეულებრივზე მუქია.

ყინვადაკრული მარცვლის ფქვილისათვის დამახასიათებელია მუქი წებოგვარა, არაელასტიური, მოკლე სიგრძით და წყვეტადი, რაც გამოწვეულია მარცვლის დაუმწიფებლობით, ასეთი ფქვილის სინესტე ჩვეულებრივზე მაღალია.

მაღალ ტემპერატურაზე გამომშრალი მარცვლის ფქვილი ხასიათდება ფერმენტების დაბალი აქტიობით, მუქი ფერის წებოგვარათი, რომელიც მოკლებულია ჭიმვადობასა და ელასტიურობას, ცომი შეიცავს ნაკლებ შაქრებს, ნელა მიმდინარეობს ცომის გაფუება, ნაწარმი დაბალი მოცულობისაა, მუქია, წებვადი გულით, ნაკლები ფორიანობით.

დეფექტური ფქვილის გამოყენებისას წარმოებაში, საჭიროა ასეთი ფქვილის გარკვეული რაოდენობის შერევა ნორმალური ხარისხის ფქვილთან, რაც წინასწარ დგინდება საცდელი ცხობისას.

განვიხილოთ ცხრილი 2, სადაც მოცემულია ხორბლის ფქვილისათვის, მისი ხარისხის შესაბამისად ძირითადი მაჩვენებლების სიდიდეები:

## ცხრილი 2

მაჩვენებლები	უმ/ხ	I/ხ	II/ხ	ნაბეგვი
დამზადება	მარცვლის ენდოსპერმის შიგა ნაწილი გარსს არ შეიცავს	მარცვლის ენდო-სპერმა+ 3-4% გარსი	მარცვლის ენდო-სპერმა+ 8-10% გარსი	მარცვლის ენდოსპერმა+ 14-16% გარსი
ფერი	თეთრი, რძის ფერი	თეთრი, მოყვი- თალო ელფერი	თეთრი, ყვითე- ლი ან ნაცრისფერი ელფერით	თეთრი, ყვითელი ელფერი
ნაცრიანობა %	0,55	0,75	1,25	2,2
ნელი წებოვანობა % (არა ნაკლებ)	28	30	25	
მჟავიანობა (არა უმეტეს) °H	3	3,5	4,5	5
წყალშთანქობა %	50	52	56	60
ავტ. აქტიობა (არა უმეტეს)%	20-21	20-30	25-30	28-30
მოცულობა საცდელი ცხობისას სმ <sup>3</sup>	400-450	400	300-350	
<i>H/D</i>	0,45	0,4	0,35	
გამოყენება	ნაწარმის ფართო ასორტიმენტის ცხობისათვის	ნაწარმის ფართო ასორტიმენტის ცხობისათვის	პურის საცხობად	პურის საცხობად

**ჭვავის ფქვილი.** ჭვავის მარცვლისაგან მზადდება შემდეგი სახის ფქვილი: გაცრილი (63% გამოსავლიანობით), უქათო (87%) და ნაბეგვი (96%). ჭვავის მარცვლისაგან დამზადებული სხვადასხვა სახეობის ფქვილის ქიმიური შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში 3:

## ცხრილი 3

მაჩვენებელი		გაცრილი	უქატო	ნაბეგვი
წყალი %		14,0	14,0	14,0
ცილები %		6,9	8,9	10,7
ცხიმი %		1,4	1,7	1,9
მონო და დი საქარიდები %		0,7	0,9	1,1
სახამებელი %		65,6	60,9	57,4
საკვები ბოჭკოები %		10,8	12,4	13,3
ნაცარი %		0,6	1,2	1,6
მინერალური ნივთიერებები, მ/გ %	Na	1	2	3
	K	200	350	396
	Ca	19	34	43
	Mg	25	60	75
	P	129	189	256
	Fe	2,9	3,5	4,1
ვიტამინები მგ %	E	1,1	1,9	2,2
	B <sub>1</sub>	0,17	0,35	0,42
	B <sub>2</sub>	0,04	0,13	0,15
	PP	1,0	1,0	0,2
	B <sub>6</sub>	–	–	–
ამინომჟავები, მგ %	ლიზინი	660	530	690
	მეთიონინი	230	300	360

ჭვავის ფქვილისაგან დამზადებულ პურს ახასიათებს ნაკლები მოცულობა, უფრო მუქად შეფერილი გული და ქერქი, ნაკლები პროცენტული შემცველობის ფორიანობა, წებვადი გული. ყოველივე ეს განპირობებულია ჭვავის მარცვლისა და ფქვილის ნახშირწყლოვან-ამილაზური და ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის რამდენიმე სპეციფიური მაჩვენებლით.

ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსი ჭვავის ფქვილში. ჭვავის ფქვილი შეიცავს მეტი რაოდენობით საკუთარ შაქრებს, ვიდრე ხორბლისა. მისი სახამებლის კლვისტერიზაციის ტემპერატურა უფრო დაბალია, იწყება  $52-55^{\circ}\text{C}$ -ზე. ამილაზები წარმოდგენილია  $\alpha$  და  $\beta$ -ამილაზების სახით, თუმცა ხორბლის ფქვილისაგან განსხვავებით ჭვავის ნორმალური აღმოუცენებელი მარცვალი შეიცავს  $\alpha$ -ამილაზებს მეტი რაოდენობით და მისი აქტიობა აღმოცენებისას მნიშვნელოვნად იზრდება, ამიტომ ჭვავის ფქვილის შაქარწარმოქმნისა და აირწარმოქმნის უნარი ყოველთვის საჭიროზე მეტია.  $\alpha$  და  $\beta$ -ამილაზების მოქმედებით სახამებელზე, კლვისტერიზაცია მიმდინარეობს უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, ამიტომ ცომის დუღილისა და პურის ცხობის პროცესში შეიძლება მოხდეს სახამებლის მნიშვნელოვანი რაოდენობის ჰიდროლიზი, ამის შედეგად ცხობის პროცესში ჭვავის ცომის ნაშადში არსებულმა სახამებელმა შეიძლება ვერ მოახდინოს ცომის მთელი ტენის შეკავშირება, რაც იძლევა პურის გულის სისველეს; (შეუკავშირებელი თავისუფალი ტენის გამო).  $\alpha$ -ამილაზას მოქმედება, განსაკუთრებით ცომის არასაკმარისი მჟავიანობის დროს, პურის გამოცხობისას იწვევს მნიშვნელოვანი რაოდენობის დექსტრინების დაგროვებას, რომელიც აძლევს პურის გულს წებვადობას, ამის გამო ჭვავის პურის გული საერთოდ უფრო წებვადი და სველია ხორბლის გულთან შედარებით.  $\alpha$ -ამილაზას მოქმედების დამუხრუჭების მიზნით ჭვავის ცომის მჟავიანობა არის უფრო მაღალი, ვიდრე ხორბლის ცომისა. ჭვავის ფქვილის ნახშირწყლოვან-ამილაზურ კომპლექსს მიეკუთვნება წყალში ხსნადი პენტოზანები (ლორწოები) ჭვავის მარცვალში მათი შემცველობა ორჯერ მეტია, ვიდრე ხორბლის მარცვალში. ჭვავის ლორწოების წყალხსნარების სიბლანტე ბევრად მაღალია, ვიდრე იმავე კონცენტრაციის ხორბლის მარცვლის ლორწოების ხსნარებისა, ამის ძირითადი მიზეზია ჭვავის ლორწოების კომპონენტების პოლიმერიზაციის მაღალი ხარისხი. ჭვავის ლორწოები ძლიერ ჰიდროფილურნი არიან. ლორწოები მოქმედებენ ჭვავის ცომის კონსისტენზიაზე, ამცირებენ რა მის განთხევადებას დუღილის პროცესში. ჭვავის მარცვალში არის ფერმენტები,

რომელთაც შესწევთ უნარი წარმოქმნან ლორწოების კომპლექსური ნაერთი ცილოვან ნივთიერებებთან და სახამებელთან. ლორწოების შემცველობა გავლენას ახდენს პურის მოცულობაზე, გულის ფორიანობაზე, პურის დაძველების სიჩქარეზე.

**ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი ჭვავის ფქვილში.** ჭვავის ფქვილის ცილოვან ნივთიერებებს აქვთ მსგავსება ხორბლის ფქვილის ცილებთან, მაგ., ჭვავის ფქვილის ცილოვანი ნივთიერებებიდან შეიძლება გამოიყოს გლიადინისა და გლუტელინის ფრაქციები. ამინომჟავური შედგენილობით ჭვავის ცილები ახლოსაა ხორბლის ცილებთან, მაგრამ განსხვავდებიან მათგან ცალკეული, ადამიანის კვებისათვის დეფიციტური ამინომჟავების (ლიზინი, მრეთიონინი) შედარებით მაღალი შემცველობით.

ჭვავის ფქვილის ცილები ძალიან ჩქარა და განუსაზღვრელად იჯირჯვებიან, რაც მოქმედებს ცომის სიბლანტეზე, წარმოიქმნება ბლანტი, კოლოიდური ხსნარი, რომელშიც დისპერგირებულია სახამებლის მარცვლები, ზღვრამდე გაჯირჯვებული ცილის ნაწილაკები და ფქვილის ქატოს ნაწილაკები, ამ თხევად ფაზაში იმყოფებიან აგრეთვე ლორწოები და ჭვავის ცომის შემადგენელი სხვა წყალში ხსნადი ნაწილაკები.

ჭვავის ფქვილის ცილოვანი კომპლექსში მიუხედავად გლიადინისა და გლუტელინის ფრაქციების შემცველობისა, მათ არ შესწევთ უნარი წარმოქმნან ცომის დრეკადი, პლასტიკური, სივრცითი, ღრუბლისებური სტრუქტურის კარკასი. ცილოვანი შემადგენლობის 80% წყალში ხსნადი ცილებითაა წარმოდგენილი, ამიტომ ჭვავის ფქვილისაგან წებოგვარა არ მიიღება ჩვეულებრივი წესით გამორეცხვისას, თუმცა ჰესის მეთოდის მიხედვით, ჭვავის ფქვილისაგან მიღებულია პრეპარატი, ე.წ. ცილის „შუალედური“ პრეპარატი (ბენზოლისა და ქლოროფორმის მასაში ფრაქციონირებით, ცენტრიფუგირებით და შემდგომ მისი გამოშრობით), რომლისგანაც წყლისა და 2%-იანი  $NaCl$ -ის ხსნარის დამატებით მიიღებოდა ცომი, საიდანაც ირეცხებოდა წებოგვარა, თავისი თვისებებით მსგავსი ხორბლის სუსტი ფქვილისაგან გამორეცხილი წებოგვარასი. ჭვავის ფქვილში

უნდა ვერიდოთ დექსტრინების დიდ დაგროვებას, რამეთუ პურის გული გამოდის მწებავი და გამოუცხობელი;

ჭვავის ცილებზე პროტეინაზას შეტევისას ხდება ცილების ზედაგრეგაცია, იზრდება პეპტიზაციისა და კოლოიდური ხსნარის მდგომარეობაში გადასვლის უნარი. დადგენილია, რომ ჭვავის ფქვილის პროტეინაზა წარმოადგენს ფერმენტს, რომელსაც შესწევს უნარი გააქტიურდეს აღმდგენელების მოქმედებით, რომლებიც შეიცავენ ჰიდროსულფიდულ ჯგუფს და ინაქტიურდება ისეთი დამჟანგველების მოქმედებით, როგორცაა  $KBrO_3$  და წყალბადის ზეჟანგი. ჭვავის ფქვილის პროტეინაზასათვის მოქმედების ოპტიმალური პირობაა pH 4,5÷5,0;

უნდა აღინიშნოს, რომ ჭვავის ფქვილის პროტეინაზა ცომის ცილებზე და შესაბამისად ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებზე ზემოქმედებასთან ერთად აწარმოებს მეორად ზემოქმედებას ცომის ნახშირწყლოვან-ამილაზურ კომპლექსზე. რაც უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს ცომში პროტეოლიზი, მით უფრო მეტად მოხდება ცილოვანი სუბსტრაქტიდან მის მიერ ადსორბციულად შეკავშირებული ამილაზის გამოთავისუფლება და მით უფრო დამყოლია სახამებელი ამილაზების მოქმედებისადმი.

**ჭვავის ფქვილის ფერი და მისი გამუქების უნარი ცხობისას.** ჭვავის ფქვილის ფერი და მისი გამუქების უნარი ცხობისას მნიშვნელოვანია ჭვავის გაცრილი ფქვილისათვის. ჭვავის ნაბეგვი ფქვილისათვის ფქვილის ფერს არა აქვს მნიშვნელობა, ამ მარცვლის პერიფერიული ნაწილი მდიდარია პოლიფენოლოქსიდებით (ტიროზინაზა) და ტიროზინით, ამიტომ ამ ფქვილს აქვს გამუქების უნარი პურის ცხობის პროცესში. ჭვავის გაცრილი ფქვილისაგან დამზადებულ პურს აქვს შედარებით ღია შეფერილობის გული, ამიტომ მისი ფერისა და გამუქების უნარიანობის განსაზღვრა მიზანშეწონილია.

**ჭვავის ფქვილის დაფქვის ხარისხი.** ჭვავის ფქვილის ნაწილაკების ზომები, ანუ დაფქვის ხარისხი წარმოადგენს მისი პურცხობის ღირსების მნიშვნელოვან მაჩვენებელს. როგორც ჩვეულებრივი, ასევე უხეში დაფქვის გაცრილი ჭვავის

ფქვილისაგან პურის ცხობამ, რომელიც მიმდინარეობდა როგორც ლაბორატორიულ ისე საწარმოო პირობებში, დაადგინა, რომ „მსხვილი“ დაფქვის პირობებში პურის წონითი გამოსავალი მცირდება, მისი ხარისხი რამდენადმე უარესდება და შეთვისების უნარი მცირდება და პირიქით, „წვრილი“ დაფქვის შემთხვევაში იზრდება ცილების, მინერალური ნივთიერებების და უჯრედისის შეთვისების უნარი, რაც აჩვენა ფიზიოლოგიურმა გამოკვლევებმა.

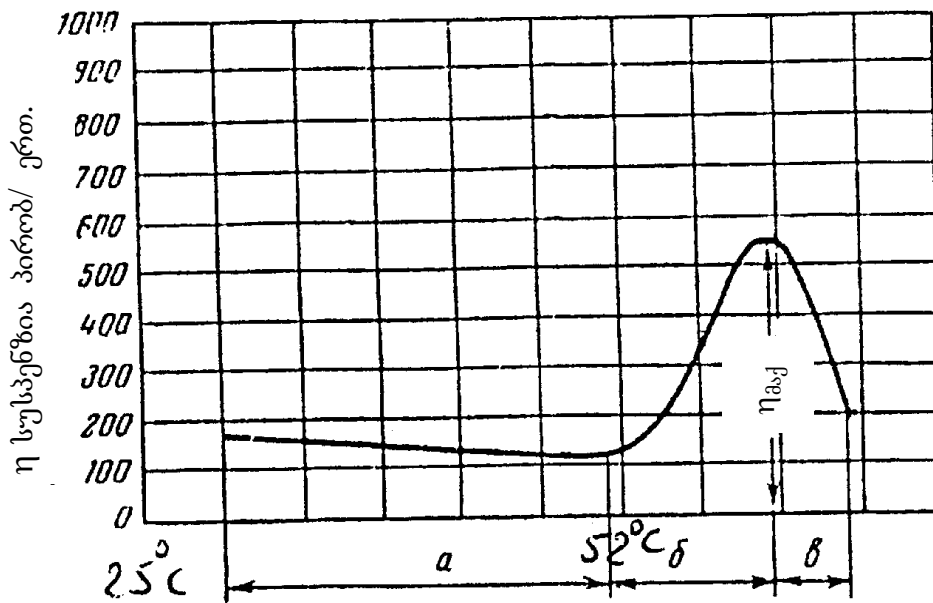
**პურცხობისუნარიანობის განსაზღვრა ჭვავის ფქვილისათვის.** ჭვავის ფქვილის პურცხობისუნარიანობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ექსპრეს-მეთოდი, რომლის თანახმადაც იზილება ცომი (50 გრამი ფქვილი + 41 მლ წყალი,  $t=17-20^{\circ}\text{C}$ ). ცომს აძლევენ ბურთულას ფორმას და აცხობენ ლაბორატორიულ ლუმელში  $200^{\circ}\text{C}$ -ზე 20 წთ-ის განმავლობაში. გამომცხვარი კოკორი გაცივების შემდეგ ისინჯება ორგანოლექტიკურად, მისი მოცულობის, ზედაპირის შეფერილობის, გულის ფერისა და მდგომარეობის და სხვა მაჩვენებლების მიხედვით.

ჭვავის ფქვილი, დაბალი ავტოლიტური აქტიობით იძლევა კოკორს ნაკლები მოცულობით, ღიად შეფერილი კანით, ნახეთქების გარეშე, მკვრივი და მშრალი გულით. ჭვავის ფქვილი საშუალო ავტოლიტური აქტიობით იძლევა კოკორს, რუხად შეფერილი კანით, უმნიშვნელო ნახეთქებით, მშრალი გულით, ხოლო ჭვავის ფქვილი მაღალი ავტოლიტური აქტიობით იძლევა განთხეული ფორმის კოკორს, გამუქებული, ნახეთქებიანი ზედაპირით, წებვადი და მუქად შეღებილი გულიტ. რაც მეტია ფქვილის ავტოლიტური აქტიობა, მით მეტია მასში წყალში ხსნადი ნივთიერებების შემცველობა. ჭვავის ფქვილის ავტოლიტური აქტიობის ობიექტური შემფასებელია გამომცხვარი კოკორის სიმაღლის ფარდობა დიამეტრთან  $H/D$ . რაც მეტია ფქვილის ავტოლიტური აქტიობა, მით  $H/D$ -სიდიდე ნაკლებია, ამასთანავე ცომის სინესტე მოცემული ფქვილისათვის უნდა იყოს მუდმივი (კერძოდ, ნაბეგვისათვის 51%, გაცრილისათვის 50%).

ჭვავის ფქვილის პურცხობისუნარიანობის განსაზღვრა შეიძლება ხელსაწყოთი – ამილოგრაფით, რომელიც წარმოადგენს როტატორულ ვისკოზომეტრს, რომელიც

გვაძლევს ფქვილი-წყლის სუსპენზიის სიბლანტის ცვალებადობის გრაფიკს, რომელსაც აფიქსირებს ხელსაწყო თვითჩამწერი.

ამილოგრაფის ჭურჭელში იტვირთება წყალ-ფქვილის სუსპენზია (80 გრამი ფქვილი + 450 მლ წყალი), რომელიც ჭურჭლის უწყვეტი ნჯღრევისას თბება საწყისი  $25^{\circ}\text{C}$ -დან მუდმივი სიჩქარით  $1,5^{\circ}\text{C}$ -ით 1 წთ-ში. თვითჩამწერის კალამი გვაძლევს გრაფიკს, რომელიც გამოხატავს სუსპენზიის სიბლანტის დამოკიდებულებას ტემპერატურისაგან. ჰორიზონტალურ ღერძზე აზომილია დრო, ხოლო ვერტიკალურზე – სიბლანტე. ჩვენს მიერ წარმოდგენილ გრაფიკზე ნათლად ჩანს სიბლანტის ცვლილება (ამილოგრამა) ჭვავის ფქვილის გამოცდისას ამილოგრაფზე მუშაობის პროცესში.



ნახ. 2. ამილოგრამის სქემა ჭვავის ფქვილისათვის

ამილოგრამაზე გამოირჩევა სამი ნაწილი: *a*-მრუდის ნაწილი, რომელიც ხასიათდება სიბლანტის ცვალებადობით სახამებლის კლეისტერიზაციის პროცესის დაწყებამდე  $25^{\circ}\text{C}$ -ტემპერატურიდან კლეისტერიზაციის ტემპერატურამდე (ჭვავის ფქვილისათვის  $52-55^{\circ}\text{C}$ ). ამ დროის განმავლობაში საკვლევი წყალ-ფქვილის სუსპენზიაში მიმდინარე პროცესები სხვადასხვაგვარად მოქმედებენ მის სიბლანტეზე. ტემპერატურის მომატება და ამით გამოწვეული ფერმენტების დეზაგრეგაცია და

ჰიდროლიტური მოქმედება ამცირებენ სუსპენზიის სიბლანტეს, ხოლო ფქვილის კოლოიდური ნივთიერებების გაჯირჯვებისა და პეპტიზაციის პროცესები, პირველ რიგში ცილების, ლორწოებისა და დექსტრინებისა, ადიდებენ სუსპენზიის სიბლანტეს, ჩვეულებრივ, ის ფაქტორები უფრო ავლენენ თავს, რომლებიც დაბლა სწევენ სუსპენზიის სიბლანტეს, ამიტომ ამ ეტაპზე მრუდისათვის დამახასიათებელია სიბლანტის შემცირებით გამოწვეული ცვალებადობა.

მრუდის 6 ნაწილი შეესაბამება ფქვილის სახამებლის კლეისტერიზაციის პროცესის დაწყებას, ვიდრე სუსპენზიის სიბლანტე არ მიაღწევს მაქსიმუმს. ამ ეტაპზე აღინიშნება სუსპენზიის სიბლანტის სწრაფი ზრდა, რომელიც გამოწვეულია სახამებლის კლეისტერიზაციით, რომელიც იწყება მისი მარცვლების ინტენსიური გაჯირჯვებით და იწვევს მისი სტრუქტურის რღვევას, წყალ-ფქვილის სუსპენზია გარდაიქმნება უფრო სქელ, ბლანტ მასად. სახამებლის კლეისტერის შემდგომი გათბობით ხდება სახამებლის მარცვლების სრული რღვევა, რაც იწვევს სუსპენზიის სიბლანტის შემდგომ დაცემას, რასაც შეესაბამება მრუდის 6-ნაწილი.

კლეისტერიზაციის პროცესში სიბლანტის ზრდაზე დიდ გავლენას ახდენს ფქვილის ავტოლიტური ფერმენტი  $\alpha$ -ამილაზა, რომელიც ახდენს სახამებლის კლეისტერის განთხევადებას. რაც მეტია  $H_{\text{აკ}}$ -ის რიცხვითი მნიშვნელობა, მით ნაკლებია ავტოლიტური აქტიობა.

არსებობს ჭვავის ფქვილის პურცხობისუნარიანობის შეფასებისათვის სხვა მრავალი მეთოდი: „ვარდნის რიცხვით“, „მალტოზური რიცხვით“, რაც აღწერილია სათანადო სტანდარტებში. რაც მეტია ფქვილის ავტოლიტური აქტიობა, მით მეტია მისი შაქარწარმოქმნის უნარი. დადგენილია აგრეთვე, რომ რაც მეტია ჭვავის ცომის ბურთულას (100 გრამი ცომი) განთხევადების კონტური 3 სთ-ის განმავლობაში  $30^{\circ}\text{C}$ -ზე, მით მეტია ჭვავის ფქვილის ავტოლიტური აქტიობა.

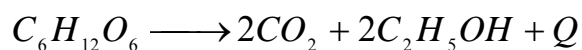
შემუშავებულია აგრეთვე ლაბორატორიული საცდელი ცხობის ჩატარება – ცომი მზადდება საფუარზე – საკვები რძის დამატებით ისეთი რაოდენობით, რომ შენარჩუნებული იყოს ცომის საბოლოო სტანდარტული მჟავიანობა.

ჭვავის ფქვილისათვის, მისი ხარისხის შესაბამისად ძირითადი მაჩვენებლების სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 4:

ცხრილი 4

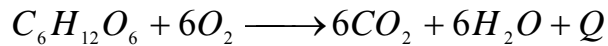
მაჩვენებელი	გაცრილი (63%)	უქატო (87%)	ნაბეგვი (96%)
დამზადება	ენდოსპერმა + გარსი 4%	ენდოსპერმა + 10% გარსი	ენდოსპერმა + 25% გარსი
ფერი	თეთრი-მოცისფრო	თეთრი- მოყავისფრო	ნაცრისფერი მოყავისფრო
ნაცრიანობა %	0,75	1,45	2
მჟავიანობა °H	4	5	5,5
ავტოლიტური აქტიობა, %	50	50	55
გამოყენება	ზოგიერთი სახის პურის წარმოე- ბაში	ზოგიერთი სახის პურის წარმოე- ბაში	ჭვავის პურის სხვადასხვა ასორტიმენტის წარმოებაში

**საფუარი.** საფუარი ერთუჯრედიანი მიკროორგანიზმია, მრავლდება შაქრიან არეში, შეიცავს 75% წყალს. მშრალი ნივთიერებების 44-67% ცილებია, 6-8% – მინერალური ნივთიერებებია, 30% – ნახშირწყლებია, შეიცავენ აგრეთვე სხვადასხვა ვიტამინებსა და ფერმენტებს. ანაერობულ პირობებში (ჟანგბადის არსებობის გარეშე) საფუარის ფერმენტები იწვევენ შაქრების სპირტულ დუღილს. ეს არის რთული, მრავალსაფეხურიანი პროცესი, რომელიც გაივლის თერთმეტ სტადიას მრავალრიცხოვანი ფერმენტებისა და ფოსფორმჟავას გავლენით და ბოლო საფეხურზე წარმოიქმნება ეთილის სპირტი და ნახშირორჟანგი.



ცომსა და სხვა ნახევარფაბრიკატებში ჟანგბადი ძალიან მცირე რაოდენობითაა, ამიტომ საფუარი იწვევს სპირტულ დუღილს. გამოყოფილი  $CO_2$  აფუებს ცომს და ანიჭებს ნაწარმს ფორიანობას. ჟანგბადის თანაარსებობისას (აერობულ პირობებში)

საფუარი საკვებ არეს შლის წყლისა და ნახშორორჟანგის წარმოქმნით, ამ დროს 23-ჯერ მეტი ენერგია გამოიყოფა, ვიდრე სპირტული დუღილისას, ამიტომ ასეთ პირობებში საფუარის უჯრედები ინტენსიურად მრავლდება აქ შაქრების დაშლა მიმდინარეობს ასეთი სქემით:



საფუარის გამრავლებისათვის საჭიროა თხევადი ფაზა, რომელიც შეიცავს საკვებ ნივთიერებებს, აგრეთვე შესაბამისი ტემპერატურა და არე. ეს საკვები ნივთიერებებია წყალში ხსნადი ნივთიერებები: შაქარი, აზოტოვანი ნივთიერებები, მინერალური ნივთიერებები. საფუარი კარგად ითვისებს მხოლოდ მარტივ შაქრებს, (გლუკოზას, ფრუქტოზას), რთული შაქრები (სახაროზა, მალტოზა) საფუარის ფერმენტების მოქმედებით გადადიან მარტივ შაქრებში. აზოტოვანი ნივთიერებებიდან საფუარი კარგად ითვისებს ცილების ჰიდროლიზის პროდუქტებს (ამინომჟავებს, პოლიპეპტიდებს), აგრეთვე მინერალურ მარილებს  $(NH_4)_2SO_4$  –ს. საფუარის გამრავლებისათვის კარგი საკვები არეა – განზავებული მელასა (შაქრის ჭარხლის წარმოების ნარჩენი). საფუარის თხევადი ფაზა უნდა იყოს სუსტი მჟავე. ტუტე არე ახშობს საფუარის უჯრედებს, მაღალ ტუტე არეში საფუარი კვდება. საფუარის გამრავლებისათვის ხელსაყრელია 26-28°C ტემპერატურა. სპირტული დუღილი მიმდინარეობს 30-35°C-ზე. 40-55°C-ზე საფუარის უჯრედები კვდება. დაბალი ტემპერატურა ამუხრუჭებს საფუარის სიცოცხლისუნარიანობას. ამ პირობებში შეიძლება მისი შენახვა გაფუჭების გარეშე. გაყინული საფუარის თანდათანობით გათბობისას 6-8°C-ზე ისინი ინარჩუნებენ თავის თვისებებს.

პურის წარმოებაში ძირითადად იყენებენ დაწნეხილ საფუარს, საფუარის რძეს, მშრალ ან თხევად საფუარს.

**დაწნეხილი საფუარი** წარმოადგენს საფუარის უჯრედების დაწნეხილ გროვას, რომელიც გამოყოფილია კულტურალური არედან (ანუ იმ თხევადი ფაზიდან, სადაც ხდება საფუარის კულტივირება). სტანდარტული ხარისხის დაწნეხილი საფუარი ხასიათდება ღია-ყვითელი ფერით, მკვრივი კონსისტენციით,

სპეციფიური სუნითა და გემოთი, სინესტე არ უნდა აღემატებოდეს 75%-ს, ამწევი ძალა 70 წთ (ეს არის საფუარის თვისება გააფუოს ცომი 70 მმ სიმაღლეზე, რომელიც მომზადებულია 280 გრამი ფქვილი + 160 მლ 2,5%-იანი მარილის ხსნარი + 5 გრამი საფუარი და 35°C-ზე თავსდება განსაზღვრული ზომის ფორმაში).

**საფუარის რძე** – ეს არის თხევადი სუსპენზია, მიიღება მელასის არის ორჯერადი სეპარირებით, მასში საფუარის გამრავლების შემდეგ. ეს სუსპენზია შეიცავს 400-500 გრამ საფუარს 1 ლ ფაზაზე. საფუარის რძეს უნდა ჰქონდეს ისეთივე ამწევი ძალა და სიმჟავე, როგორც დაწნეხილ საფუარს. რძე უფრო ხელსაყრელია, რამეთუ ამ არეში საფუარის უჯრედები უფრო აქტიურია.

**მშრალი საფუარი** მიიღება დაწნეხილი საფუარის დაწილადებითა და შემდგომ მისი გამოშრობით. შრობის ტემპერატურა დასაწყისში 45-48°C-ია, ხოლო ბოლოს 30-32°C. შრობა მიმდინარეობს 3 სთ-ის განმავლობაში. მშრალ საფუარს აქვს ღია-ყვითელი ან ღია-მოყავისფრო იერი, მისი ამწევი ძალა არის 70-90 წთ, სინესტე 8-10%.

**მარილი.** არსებობს სამზარეულო მარილის შემდეგი სახეები: ექსტრა, უმ/ხ, I/ხ და II/ხ, მათში  $NaCl$ -ის შემცველობა 97-99,7%-ია. პურის წარმოებაში ძირითადად გამოიყენება I/ხ და II/ხ მარილი. I/ხ მარილი შეიცავს  $\approx 0,45\%$ , ხოლო II/ხ მარილი 0,85% წყალში უხსნად ნივთიერებებს. მარილი აუმჯობესებს ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებს და გემოს. წებოგვარა ხდება უფრო მკვრივი, პროტეოლიტური ფერმენტების აქტიობა რამდენადმე მცირდება. მარილი რამდენადმე ახშობს საფუარისა და რძემჟავა ბაქტერიების მოქმედებას და შესაბამისად ნახევარფაბრიკატებში სპირტულ და რძემჟაურ ღუღილს. მარილი შედის ყველა პურის ნაწარმის რეცეპტურაში 1-1,2%-ის ოდენობით ფქვილის მასასთან შედარებით.

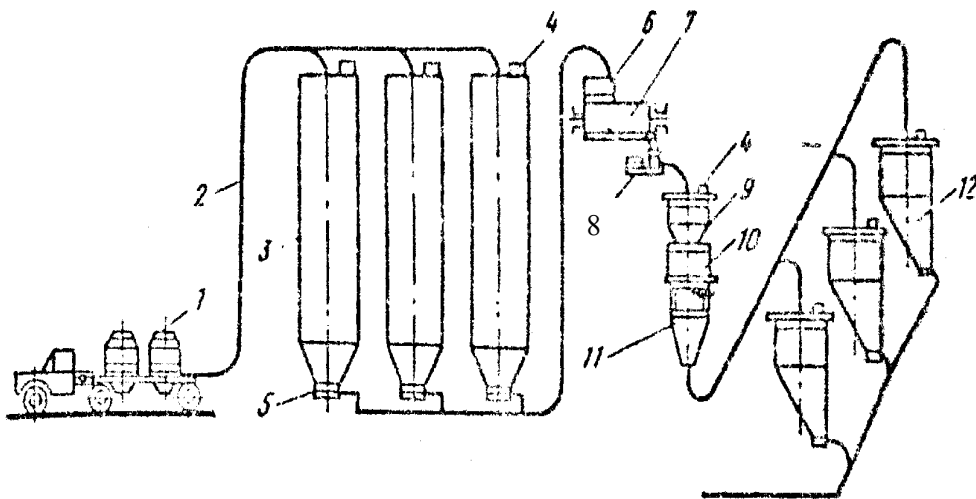
**წყალი.** წყალი პურის წარმოებაში ერთ-ერთი ნედლეულია. ცომის მომზადებას სჭირდება 40-70 ლ წყალი ყოველ 100 კგ ფქვილზე. წარმოებაში ტექნოლოგიური და სამეურნეო მიზნებისათვის იხარჯება წყალი – სასმელი, რომელიც პასუხობს

სტანდარტებს. მავნე ნივთიერებების არსებობა (ღარიშხანი, აზოტოვანი ნივთიერებები, სელენი და სხვა) არ დაიშვება. დადგენილია ქლორის, რკინის, მანგანუმის, ალუმინის, სპილენძის დასაშვები რაოდენობა. სასმელი წყლის სიხისტე არ უნდა აღემატებოდეს 7 მგ.ეკვ/ლ. წყლის მაღალი სიხისტე არასასურველია წყლის ქვაბებისათვის, ხოლო ცომისათვის ასეთი წყალი არ არის საზიანო, პირიქით *Ca*-ისა და *Mg*-ის მარილები რამდენადმე ამაგრებენ წებოგვარას, რაც დადებით გავლენას ახდენს პურის ხარისხზე, როცა ის მზადდება სუსტი ფქვილისაგან. ასევე წყალი უნდა პასუხობდეს ბაქტერიოლოგიურ ნორმებს.

### თავი III




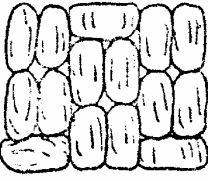
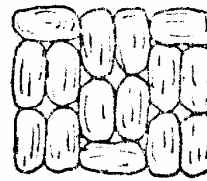

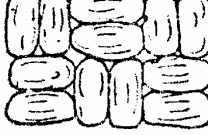
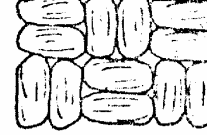
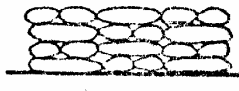
#### წელეულის მიღება, შენახვა და მომზადება საწარმოო ხაზისათვის

ახლად დაფქვილი ფქვილი ცხობისათვის არ გამოიყენება. პურის წარმოებაში ფქვილი უნდა ინახებოდეს 5-7 დღე-ღამის განმავლობაში, წისქვილკომბინატში 7 დღე-ღამე. ფქვილი წისქვილიდან სათანადო პასპორტის (ლაბორატორიული მონაცემები) თანხლებით შემოდის წარმოებაში უტაროდ – ავტოფქვილმზიდებით ან ტარით (ტომრებით). ფქვილი ინახება უტაროდ ბუნკერებში ან ტარით – ფქვილსაცავებში თითოეული ხარისხის ფქვილისათვის განსაზღვრულია არა ნაკლები ორი ბუნკერი, ერთი გამოიყენება ფქვილის მისაღებად, ხოლო მეორე წარმოებაში გასაშვებად. ფქვილის ტრანსპორტირება ერთი ბუნკერიდან (სასაწყობო) მეორე (საწარმოო) ბუნკერში ხდება პრევნატური ტრანსპორტირებით. ფქვილის აერაციისას ხდება ფქვილის გაჯერება ჰაერით და გათბობა. ეს აუძვობესებს მის პურცხობისუნარიანობას და ამცირებს ფქვილის მავნებლების გავრცელებას. თითოეულ საწყობში უნდა იყოს ორი ხაზი გაწმენდის, გაცრის აწონვისა და ტრანსპორტირებისა საწარმოო ბუნკერებამდე. (ნახ. 3).



ნახ. 3. ფქვილის უტაროდ შენახვისა და მომზადების ხაზი  
 1 – ავტოფქვილმზიდი, 2 – ფქვილის გამტარი, 3 – სილოსები  
 ფქვილისათვის, 4 – ფილტრი, 5 – როტორული მკვებავი,  
 6 – მოცულობა გაცრამდე, 7 – საცერი, 8 – მკვებავი,  
 9 – შუალედური მოცულობა, 10 – ავტომატური სასწორი,  
 11 – ბუნკერი, 12 – საწარმოო ბუნკერები.

ტარიანი შენახვის საწყობში იატაკიდან 15 სმ სიმაღლეზე კეთდება ხის სტელაჟები და მასზე ეწყობა ტომრები სიმაღლეში 12-რიგად დაწყობილ შტაბელებს შორის უნდა იყოს გასასვლელი 0,75 მ, შტაბელის დაშორება კედლიდან კი არა ნაკლებ 0,5 მ. ტომრების დაწყობა შეიძლება მოხდეს ქვემოთ მოყვანილი სქემის მიხედვით.

	კენტი რიგი	დაწყვილებული რიგი	გვერდხედი
ა			
ბ			
ბ			

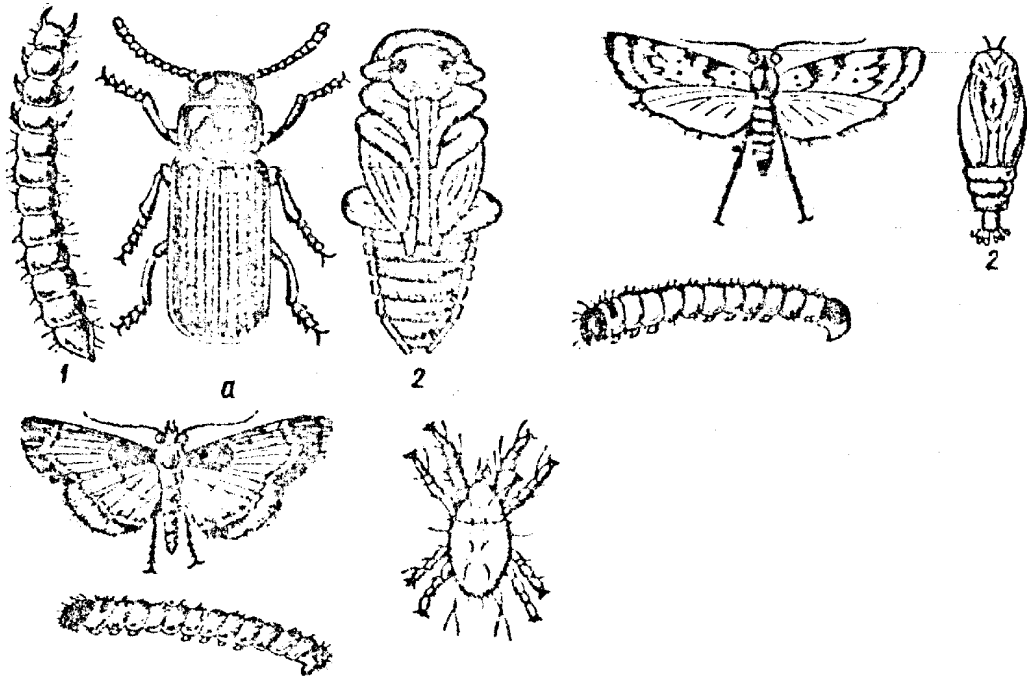
ნახ. 4. ფქვილიანი ტომრების დაწყობის სქემა შტაბელებზე

ფქვილის საცავებში ტემპერატურა უნდა იყოს 20°C, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა 75-80%.

ფქვილის დიდი ხნით შენახვისას არახელსაყრელ პირობებში შეიძლება მოხდეს მისი გაფუჭება, თვითგატობობა, დაობება. გამწარება, მავნებლებით დანაგვიანება და სხვა.

ფქვილის მავნებლებისაგან თავის დასაცავად კარგ შედეგს იძლევა ტემპერატურის დაწვევა, 8-10°C-ზე მავნებლები არ მრავლდებიან. საჭიროა მოწყობილობების, სილოსების, სასაწყობო მეურნეობის გასუფთავება თვეში

ერთხელ, სასწრაფო ზომებიდან – მიღებულია საწყობის სველი მეთოდით ან აირით დამუშავება ქიმიური ნივთიერებების გამოყენებით წელიწადში ერთხელ.



ნახ. 5. ფქვილის მავნებლები

ფქვილის შენახვისას არახელსაყრელი პირობებია ტემპერატურის გაზრდა, ჰაერის ტენიანობის მომატება, ანტისანიტარული მდგომარეობა და სხვა, ფქვილის დიდი ხნით შენახვისას და მასში დიდი ცხიმის არსებობისას იწყება ფქვილის გამწარება. ის აიხსნება თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების შემდგომი ღრმა დაშლით, აქროლადი ნივთიერებების წარმოქმნით, (ალდეჰიდები, მეორეული პროდუქტები), რაც ხასიათდება არასასიამოვნო სუნითა და გემოთი. თვითგათობა ფქვილისა მიმდინარეობს მისი სუნთქვის პროცესში, როცა მიკროორგანიზმებისათვის არის სასურველი გარემო, როცა ტემპერატურა 50-60°C-მდე იზრდება, ფქვილი ღებულობს არასასიამოვნო სუნს. ფქვილის დაობება იწყება, როცა ფქვილი დიდ ხანს ინახება თბილ და ნესტიან გარემოში. გაფუჭებული ფქვილი უნდა იქნეს იზოლირებული, გაცრილი და ნარჩენი უნდა დაიწვას.

ფქვილის დამწიფება – ეს არის ფქვილის პურცხოვისუნარიანობის გაუმჯობესება მისი შენახვისას. ახლადდაფქვილი ფქვილი ახლადღებულის მარცვლისაგან ხასიათდება

ფერმენტების ამაღლებული აქტივაციით, შესაბამისად სუსტი წებოგვართი, ხასიათდება წყალშთანთქმის დაბალი უნარით. ახლადდაფქვილი დაუმწიფებელი ფქვილისაგან მიიღება განთხეული ფორმის პური წებვადი გულით, ნაკლები ფორიანობით. ასეთი ფქვილის შენახვისას უმჯობესდება მისი პურცხოვისუნარიანობა.

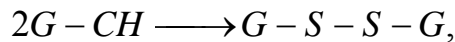
ჭკავის ფქვილიც შენახვისას მწიფდება, სახამებელი ხდება უფრო მდგრადი ამილაზების მოქმედებისადმი, მცირდება ცილების ხსნადობა და ფერმენტების აქტიობა; ყოველივე ამას მივყავართ პურის ხარისხის გაუმჯობესებასთან, თუმცა დამწიფების ეფექტი უფრო შესამჩნევია ხორბლის ფქვილისათვის.

რაც უფრო მაღალია ფქვილის ხარისხი, მით ნელა მიმდინარეობს მისი დამწიფება. ჩვეულებრივ პირობებში შენახვისას ხორბლის ხარისხოვანი ფქვილი მწიფდება 45-60 დღის განმავლობაში, ხოლო ნაბეკვი – 20-30 დღის განმავლობაში. დამწიფება ჩქარდება ტემპერატურის აწვეისას და ფქვილის აერაციისას. ფქვილის პრეემოტრანსპორტირება, რომლის დროსაც ფქვილი თბება და ხდება მისი გაჯერება ჰაერით, ხელს უწყობს ფქვილის დამწიფებას. ზოგიერთი გამაუმჯობესებლები აჩქარებენ ფქვილის დამწიფებას და აუმჯობესებენ ნაწარმის ხარისხს. დამწიფების პროცესი იწყება მარცვალში და გრძელდება ფქვილში.

პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს ფქვილში შენახვისას და რომელიც იწვევს მის „მომწიფებას“ განპირობებულია ძირითადად ფერმენტებით, ჰაერის ჟანგბადით, სინესტიით და სხვა. ამ პროცესების არსი შემდეგია: ცხიმი ნაწილობრივ იხლიჩება ფერმენტ ლიპაზას მოქმედებით გლიცერინად და თავისუფალ ცხიმოვან მჟავად, წარმოქმნილი უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ნაწილი ჰაერის ჟანგბადისა და ფერმენტ-ლიპოქსიგენაზას გავლენით განიცდის ჟანგვას, წარმოიქმნებიან ზეჟანგები, რომლებიც არიან ძლიერი დამჟანგველები, რის გამოც პროტეოლიტური ფერმენტების აქტიობა მცირდება; წებოგვარა ხდება ძლიერი, რაც ახდენს გავლენას ფქვილის ძალაზე. ძლიერდება რა წებოგვარა, იზრდება წყალშთანთქმის უნარი, ცხიმოვანი მჟავების მომატება ზრდის ფქვილის სიმჟავის, ფქვილის ფერი ღიადება, ვინაიდან ფქვილის პიგმენტები ჟანგვისას უფერულდება, თუმცა ეს

პროცესი ძალიან ნელა მიმდინარეობს. ფქვილის ტენიანობა ჰაერის ტენიანობასთან თანაბარწონასწორულ მნიშვნელობას აღწევს. მიუხედავად ამ პროცესებისა ფქვილის დამწიფების არსი მაინც მისი ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის ცვლილებაში მდგომარეობს, რომელიც დამწიფების პროცესში იცვლება ჟანგვითი პროცესების შედეგად. შენახვისას იცვლება – *SH* ჯგუფების შემცველობა (მცირდება), რაც გამოწვეულია მისი ჟანგვით, რის შედეგადაც მიიღება –*S–S–* კავშირები, ეს უკანასკნელი იწვევს ცილოვანი სტრუქტურის შემჭიდროვებას. სულფიდური ჯგუფების ჟანგვა მიმდინარეობს პროტეინაზას მოლეკულაში, რაც იწვევს მის ინაქტივაციას. დადგენილია, რომ ფქვილის, მარცვლისა და ცომის ცილები შეიცავენ როგორც –*SH* ჯგუფებს, ასევე –*S–S–* კავშირებს, ამასთან –*S–S–* კავშირები ბევრად მეტია –*SH* ჯგუფებთან შედარებით. –*SH* ჯგუფები ძირითადად მოთავსებულია მარცვლის პერიფერიებში. აღმოცენების დროს აღმდგენელი გლუტათიონის შემცველობა იზრდება, ამიტომ პროტეოლიტური აქტიობა ამ დროს შესამჩნევად მატულობს – დამჟანგველების მოქმედებით (ჰაერის ჟანგბადი,  $KBrO_3$ ,  $H_2O_2$ ).

*G–SH* გლუტათიონის ჟანგვა-აღდგენითი გარდაქმნა ასე მიმდინარეობს:

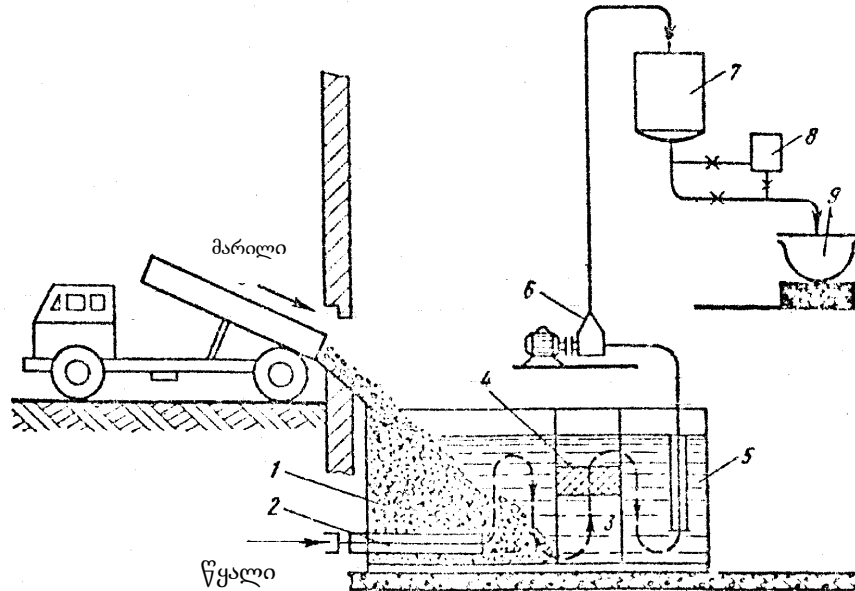


ასეთ მდგომარეობაში ის ვეღარ ახდენს პროტეოლიზს.

ამრიგად, ფქვილის, როგორც ძირითადი ნედლეულისა პურის წარმოებაში, მომზადებაში საწარმოო ხაზისათვის, იგულისხმება, მისი მიღება, მომწიფება, გაცრა, მაგნიტური მინარევებისაგან გათავისუფლება და ერთი და იგივე ხარისხის სხვადასხვა პარტიების ფქვილის ერთმანეთთან შერევა სხვადასხვა პროპორციით, როგორც დაადგენს საცდელი ცხობა. შერევა შეიძლება მოხდეს მუქი და გამუქების უნარის მქონე ფქვილისა ღია და არაგამუქებად ფქვილთან, სუსტი ფქვილისა ძლიერ ფქვილთან, დაბალი აირწარმოქმნის უნარის მქონე ფქვილისა ფქვილთან, რომელსაც აქვს აირწარმოქმნის დიდი უნარი და ა.შ.

მარილი თანამედროვე წარმოებაში ინახება სველ მდგომარეობაში, ითვალისწინებენ მარილის 15-დღიან მარაგს.

დაწნეხილი საფუარი ინახება ყუთებით მაცივარში  $4-8^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე არა უმეტეს 70% ფარდობითი ტენიანობისას 3 დღე-ღამის განმავლობაში. საწარმოო ხაზზე გამოყენების წინ საჭიროა მისი დაქუცმაცება და ერთგვაროვანი სუსპენზიის მომზადება  $30-35^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის წყალში.



ნახ. 6. მარილის სველად შენახვის სქემა.

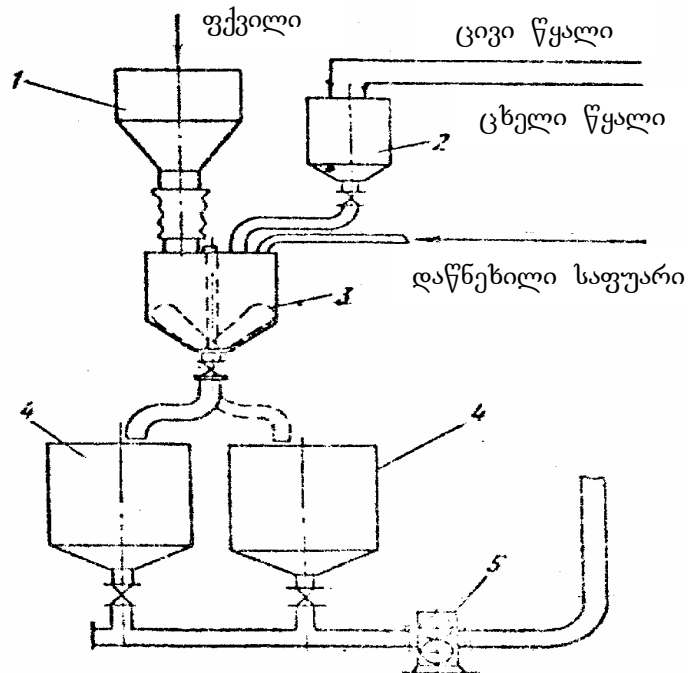
- 1 – მარილის გასახსნელი მოცულობა, 2 – წყლის მილები,  
 3 – ხსნარის დამაყოვნებელი, 4 – ფილტრი, 5 – სუფთა  
 ხსნარის სექცია, 6 – ტუმბო, 7 – სახარჯავი ავზი,  
 8 – ხსნარის ღოზატორი, 9 – ღეფი.

საფუარის რძე ინახება სპეციალურ თერმოიზოლირებულ ცისტერნებში, რომელიც აღჭურვილია გამაცივებელი პერანგით და სარეველათი, ინახება  $0-10^{\circ}\text{C}$ -ზე 72 სთ-ის განმავლობაში.

მშრალი საფუარი, რომლის სინესტა 8-10% ინახება  $10^{\circ}\text{C}$ -ზე 5-12 თვის განმავლობაში.

პურის ბევრ წარმოებაში დაწნეხილ და განსაკუთრებით კი მშრალ საფუარს წინასწარ ააქტიურებენ. საფუარი იტვირთება თხევად მკვებავ ფაზაში, რომელიც შედგება ფქვილის, წყლისა და სხვადასხვა დანამატისაგან, დაყოვნება ხდება 2-3 სთ. აქტივაციის პროცესში საფუარი არ მრავლდება; იგი გამოდის ანაბიოზის

მდგომარეობიდან (დაბალ ტემპერატურაზე შენახვისას ხდება მისი გადასვლა ანაბიოზის მდგომარეობაში) და ხდება სიცოცხლისუნარიანი. საფუარის უჯრედები ეგუებიან ახალ გარემოს და სუნთქვის პროცესიდან გადადიან ღუღილის პროცესში; საფუარის აქტივაცია აუძღობესებს პურის ნაწარმის თვისებებს, რამეთუ ისინი შეიცავენ არომატულ ნივთიერებებს და მჟავებს. საფუარის აქტივაციისათვის მკვებავ არეს ხშირად ამზადებენ ფქვილის, წყლისა და მცირე რაოდენობის შაქრისაგან, ხშირად მკვებავ არეს უმატებენ ამილორიზინს (0,1 გრამი – 1 კგ ფქვილზე) ამონიუმის სულფატს (0,5 გრამი – 1 კგ ფქვილზე) და რძის შრატს. ამილორიზინი კარგად ამაქრებს სახამებელს, ამონიუმის სულფატი კარგი აზოტოვანი მკვებავია საფუარისათვის, ხოლო შრატი შეიცავს სასარგებლო მინერალურ მარილებს და ხსნად ცილებს. ასეთი დანამატები განსაკუთრებით საჭიროა მშრალი საფუარის გამოყენებისას.



ნახ. 7. საფუარის აქტივაციის სქემა

- 1 – ავტოფქვილმზომი, 2 – წყლის მზომი ავზი, 3 – შემრევი,  
4 – მოცულობა საფუარის გასააქტიურებლად, 5 – ტუმბო

ხშირად მკვებავ არედ იყენებენ ფქვილის, წყლისა და ალალს შემადგენლობით. მშრალი საფუარის აქტივაცია უფრო ხანგრძლივია (2-6 სთ).

აქტივირებული საფუარი ხასიათდება სქელი ქაფით, სპეციფიკური სუნით, ტექნო-ქიმიური მაჩვენებლები: ამწევი ძალა 8-10 წთ, მჟავიანობა (3-4)<sup>o</sup>H, შესაბამისად I/ხ და II/ხ ფქვილისათვის (ხორბლის).

საკვები ფაზის ტემპერატურა 30-32<sup>o</sup>C, სინესტე 75-78%.

## თავი IV

### ხორბლის ცომის მომზადება

ხორბლის ცომი მზადდება ფქვილის, წყლის საფუარის, მარილის, შაქრის, ცხიმის და სხვა დამატებითი ნედლეულისაგან – პურის ასორტიმენტზე დამოკიდებულებით.

განსაზღვრული ხასიათის პურის წარმოებისათვის გამოყენებული ნედლეულის დასახელებასა და რაოდენობრივ შეფარდებას ეწოდება რეცეპტურა.

ცნობილია ხორბლოს მომზადების ორი ძირითადი მეთოდი: აფრული და უაფრო.

აფრული მეთოდი ორ ფაზიანია: აფრის მომზადება – ცომის მომზადება აფრაზე. აფრის მომზადების დროს გამოიყენება ფქვილის საერთო რაოდენობის დაახლოებით ნახევარი, ორ მესამედამდე წყალი და საფუარის მთლიანი რაოდენობა. აფრის საწყისი ტემპერატურაა  $28-32^{\circ}\text{C}$ , გაფუების ხანგრძლიობა 3-4,5 სთ. მზა აფარზე იზილება ცომი, რისთვისაც აფარში ემატება ფქვილის დარჩენილი ნაწილი და რეცეპტურით გათვალისწინებული კომპონენტები, ცომის ტემპერატურაა  $28-30^{\circ}\text{C}$ , ცომის გაფუების ხანგრძლივობაა 1-1,5 სთ. უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს ქვეყანაში ცომის მომზადება ხდება არა მხოლოდ ზემოთ აღწერილი აფრული მეთოდით, არამედ თხევადი, სქელი და დიდი სქელი აფრული მეთოდიდაც, ასეთი აფრის სინესტეები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან, რაც დამოკიდებულია ფქვილის მასაზე, რომელიც გამოიყენება აფრის მოსამზადებლად.

უაფრო მეთოდი ერთფაზიანია. ამ დროს ხდება რეცეპტურით გათვალისწინებული ყველა კომპონენტის შერევა. იმისათვის, რომ არ მოხდეს ცომის გაფუების დამუხრუჭება, შაქრისა და ცხიმის დიდი რაოდენობის დამატება ხდება არა ცომის მოზელის დროს, არამედ გაფუების დაწყებიდან გარკვეული დროის შემდეგ. გაფუებული ცომის  $t=29-30^{\circ}\text{C}$ , გაფუების ხანგრძლიობაა 2-4 სთ. ცომის მოზელის პირველ და აუცილებელ მიზანს წარმოადგენს რეცეპტურით

გათვალისწინებული ნედლეულის შერევა და მთელ მოცულობაში ერთგვაროვანი მასის წარმოქმნა.

**ცომის მოზელის დროს მიმდინარე პროცესები.** ფქვილის გარდაქმნა ძლიერ ჰიდრატირებულ, შეკავშირებულ, ერთგვაროვან ცომის მასად წარმოებს წყლის ზემოქმედების შედეგად მარცვლის ენდოსპერმის ყველა კომპონენტზე. ფქვილის ნაწილაკები სწრაფად შთანთქავენ წყალს, იჯირჯეებიან. გაჯირჯეებული ნაწილაკების ურთიერთშეწებებით წარმოიქმნება ერთგვაროვანი მასა, რომელიც მექანიკური ზემოქმედების შედეგად გარდაიქმნება ცომად. ცომის წარმოქმნაში გადამწყვეტი როლი ენიჭება ცილებს. წყალში უხსნადი ცილები, რომლებიც ქმნიან წებოგვარას, ცომში იკავშირებენ წყალს არა მარტო ადსორბციულად, არამედ ოსმოსურადაც. ოსმოსურად შეკავშირებული წყალი იწვევს ცილის გაჯირჯევას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ბადისებური, სივრცული კარკასი, ეს ანიჭებს ცომს დრეკადობასა და ჭიმვადობას. ცომის ცილოვანი ნივთიერებები შთანთქავენ და იკავშირებენ 2-ჯერ მეტ წყალს თავის მასასთან შედარებით. ამ რაოდენობის მეოთხედი შეკავშირებულია ადსორბციულად, ხოლო დანარჩენი შთანთქმება ოსმოსურად, რასაც მიყვავართ ცილების მასის გაზრდასთან.

დაფქვისას ფქვილის სახამებლის მარცვლების ნაწილი (15%) დაზიანებულია. თუ ფქვილის სახამებლის მარცვლები შთანთქავენ მისი მასის 44% წყალს, „დაზიანებული“ მარცვლები სახამებლისა შთანთქავენ 200%-მდე წყალს. სახამებლის მთლიანი მარცვლები წყალს შთანთქავენ ადსორბციულად, ამიტომ მათი მოცულობის მატება ცომში უმნიშვნელოა. ნაბეგვი ფქვილისათვის გარსაცმის ნაწილაკების მიერ წყლის შთანთქმა ხდება მრავალრიცხოვანი კაპილარების საშუალებით, ადსორბციულად. ამიტომ ასეთი ფქვილისათვის სინესტე მაღალია. სახამებლის მარცვლები და გარსაცმის ნაწილაკები ანიჭებენ პლასტიკურობას. ასე იქმნება ცომის მყარი ფაზა: სახამებლის მარცვლები, გარსაცმის ნაწილაკები და გაჯირჯეებულ წყალში უხსნადი ცილები.

ცომის წყლის ნაწილში არის გახსნილი ფქვილის მინერალური და ორგანული

ნივთიერებები (ცილები, ლექსტრინები, შაქარი, მარილი), ამ ფაზაშია აგრეთვე ძლიერ გაჯირჯვებული პენტოზანებიც; ეს ფაზა წარმოადგენს ცომის „თხევად“ ფაზას, რომელიც შესაძლებელია შეკავშირებული იყოს გაჯირჯვებულ ცილებთან ოსმოსურად.

ცომში აღინიშნება აგრეთვე „აირადი“ ფაზა, რომელიც ცომში წარმოიქმნება ცომის გაფუების პროცესში –  $CO_2$ -ის ბუშტულაკების წარმოქმნით, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ეს „აირადი“ ფაზა იქმნება ცომის გაფუებადღე, ცომის მიერ ჰაერის ჟანგბადის დაჭერით იმ ატმოსფეროდან, სადაც ხდება მისი მოზელა.

ამრიგად, ცომი დისპერსული სისტემაა, რომელიც შედგება თხევადი, მყარი და აირადი ფაზებისაგან. ამ ფაზების თანაფარდობაზე არის დამოკიდებული ცომის ფიზიკური თვისებები. თხევადი და აირადი ფაზების მომატება „ასუსტებს“ ცომს, იგი ხდება თხევადი. ცომის მოზელის პროცესში აღნიშნულ ფიზიკურ და კოლოიდურ პროცესებთან ერთად მიმდინარეობს ბიოქიმიური პროცესებიც, რომელიც აიხსნება ფერმენტების ჰიდროლიტური მოქმედებით ცომზე, რაც იწვევს ცილის, სახამებლის და სხვათა დეზაგრეგაციას და გახლეჩას, წარმოქმნილი პროდუქტები გადადიან თხევად ფაზაში, ამას კი მივყავართ ცომის ფიზიკური თვისებების გაუარესებისაკენ.

ცომის მოზელის პირველ სტადიაზე მექანიკური ზემოქმედება ცომს ანიჭებს ერთგვარონებას, ფქვილის გაჯირჯვებული ნაწილაკების შეწებებას შემდგომი გადაზელა აჩქარებს ცომში ცილების გაჯირჯვებას და ბადისებური, წებოგვარული ცომის წარმოქმნას, ხოლო შემდგომ სტადიაზე ცომის გადაზელამ შეიძლება გამოიწვიოს მისი ფიზიკური თვისებების გაუარესება, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს წებოგვარული სისტემის რღვევით – მექანიკური ზემოქმედების შედეგად. ეს განსაკუთრებით შესაძინეია „სუსტი“ ფქვილისაგან მოზელილი ცომისათვის.

**ცომის დუღილის დროს მიმდინარე პროცესები.** ცომის დუღილი იწყება ცომის მოზელის მომენტიდან და გრძელდება დაყოფა-დაგუნდავების, დაყოვნების და ცხობის პირველ ეტაპზე. იმ პროცესთა ერთობლიობას, რომლის დროსაც ცომი

იძენს დაყალიბებისა და ცხოვისათვის ოპტიმალურ თვისებებს, ცომის „დამწიფება“ ეწოდება. ცომის „დამწიფებას“ განაპირობებენ მთელი რიგი პროცესები:

ა) **სპირტული დუღილი.** პურის ცხობაში გამოყენებული საფუერის საშუალებით ხდება ცომის ყველა ძირითადი შაქრის – გლუკოზას, ფრუქტოზას, საქაროზას, მალტოზას დადუღება. საფუარიან ცომში ამ პროცესის სიჩქარე ძალიან დიდია. სპირტული დუღილის პროცესი მიმდინარეობს შემდეგნაირად:



ცომის ტემპერატურის გაზრდა 25°C-დან 35°C-მდე აორმაგებს დუღილის პროცესის სიჩქარეს, შესაბამისად აირწარმოქმნის უნარსაც. გაფუებისა და საფუერის სუნთქვის ოპტიმალური პირობაა მჟავე სარეაქციო არე  $pH = 4 \div 6$ . სპირტული დუღილის პროცესზე დადებითად მოქმედებს აგრეთვე მთელი რიგი ვიტამინების არსებობა. განსაკუთრებით აღსანიშნავია თიამინი და ბიოთინი, რომლებიც კვებავენ საფუარის უჯრედებს, მარილები –  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $NH_4Cl$ ,  $CaSO_4$  და სხვა. დუღილის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს აგრეთვე აზოტშემცველი ნივთიერებები, რომლებიც კარგად შეითვისება საფუერის მიერ.

დიდი გამოსავლიანობის ფქვილში (III/ზ, ნაბეგვი) აზოტშემცველი ნივთიერებები საკმარისია, ხოლო მცირე გამოსავლიანობის ფქვილისათვის მიზანშეწონილია ამონიუმის მარილების დამატება  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $NH_4Cl$ , როგორც დამატებითი მკვებავი არე.

ბ) **ცომის მჟავიანობის ცვალებადობა.** ცომის გაფუების პროცესში მიმდინარეობს ცომისა და აფრის მჟავიანობის მატება, რაც გამოწვეულია მთელი რიგი ორგანული მჟავების წარმოქმნითა და დაგროვებით. გაფუებულ ცომში არის რძის, ძმრის, ქარვის, ვაშლის, ღვინის, ლიმონის, ჭიანჭველის და სხვა ორგანული მჟავები. ძირითადად ხორბლის ცომში გროვდება რძის მჟავა და ძმარმჟავა, რაც გამოწვეულია რძემჟავა ბაქტერიების მოქმედებით. მჟავიანობის ცვალებადობაში გარკვეულ როლს თამაშობენ აგრეთვე არათერმოფილური ბაქტერიები, რომელთა ტემპერატურული ოპტიმუმი 35°C-ია, ხოლო თერმოფილური რძემჟავა ბაქტერიები (დელბრიუკის), რომელთა

ტემპერატურული ოპტიმუმი  $48-54^{\circ}\text{C}$ , აფრისა და ცომის ტემპერატურის პირობებში არ ასრულებენ განსაკუთრებულ როლს. I/ხ ხორბლის ფქვილისათვის აფრის საწყისი და საბოლოო მჟავიანობაა  $1,5\pm 3^{\circ}\text{H}$ , ცომისა  $2,0-3,5^{\circ}\text{H}$ . II/ხ ხორბლის ფქვილისათვის აფრის საწყისი და საბოლოო მჟავიანობაა  $2,8-5^{\circ}\text{H}$ , ცომისა  $3,0-5,0^{\circ}\text{H}$ . ნაბეგვი ფქვილისათვის აფრის საწყისი და საბოლოო მჟავიანობაა  $3,5-6,0^{\circ}\text{H}$ , ხოლო ცომისა  $4,5-6,5^{\circ}\text{H}$ . პურის გემო და არომატი მნიშვნელოვანწილად განპირობებულია ცომში მჟავებისა და მათი სხვა ნივთიერებებთან ურთიერთქმედების პროდუქტების დაგროვებით. რძის მჟავა ანიჭებს პურს სასიამოვნო სუნს, ხოლო ძმრის მჟავა და სხვა აქროლადი მჟავები ანიჭებენ პურს არასასიამოვნო გემოს.

გ) **კოლოიდური და ფიზიკური პროცესები.** კოლოიდური პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს ცომში მოხელისას, გრძელდება გაფუების პროცესშიც, გრძელდება ცომის ცილების გაჯირჯება, რის გამოც თხევადი ფაზის რაოდენობა მცირდება, რაც იწვევს ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესებას, უსაზღვრო გაჯირჯება და პეპტიზაცია კი იწვევს პირიქით, ნივთიერებების გადასვლას თხევად ფაზაში, გახსნას, რაც იწვევს თხევადი ფაზის ზრდას და ცომის მექანიკურ-სტრუქტურული თვისებების გაუარესებას.

დ) **ბიოქიმიური პროცესები.** ცომის გაფუებისას მიმდინარე სპირტული და რძემჟაური დუდილი განპირობებულია საფუერის ფერმენტების, ფქვილის ფერმენტებისა და ცომის მჟავაწარმოქმნელი ბაქტერიების მოქმედებით. ამ დროს ხდება ცომიდან ბაქტერიებისათვის (საფუარის) ხსნადი პროდუქტების შეღწევა, რაც აუცილებელია მათი სიცოცხლისუნარიანობისათვის (დუდილი, სუნთქვა, გამრავლება). უჯრედიდან კი ცომში გადადის დუდილის ძირითადი და მეორეული პროდუქტები.

ე) დუდილის პროცესში განუწყვეტლივ იცვლება ცომის ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსი. ფქვილის საკუთარი შაქრები სწრაფად დალუდება საფუერის მიერ. ამავე დროს ამილაზების მოქმედებით სახამებლიდან განუწყვეტლივ წარმოიქმნება მალტოზა. ამ ორი პროცესის შეფარდებაზე დამოკიდებულია შაქრების რაოდენობის

შემცირება ან გაზრდა ცომში. ცომის გაფუების დამთავრებისათვის შაქრების რაოდენობა ცომში უნდა იყოს  $\approx 3\%$  დადუღებული შაქრების მასიდან, რომელიც აუცილებელია ცხობის დროს ქერქის შეფერილობისათვის,

ვ) ცომის ცილები დუღილის პროცესში განიცდიან არა მარტო კოლოიდური მდგომარეობის ცვლილებას (პეპტიზაციას, გაჯირჯვებას), არამედ პროტეოლიზსაც. ეს პროცესი უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს საფუვრიან ცომში, რამეთუ საფუარი შეიცავს გლუტათიონს, რომელიც საფუვრის უჯრედიდან გადადის ცომის არეში. გლუტათიონი აღდგენილ მდგომარეობაში აქტიურად მოქმედებს ფქვილის პროტეინაზაზე, მისი მოქმედებით ხდება ცილების დეზაგრეგაცია, უსაზღვრო გაჯირჯვება და პეპტიზაცია, ეს კი უარყოფითად მოქმედებს პურის ფორმაზე. ამის გამო სუსტი და საშუალო სიძლიერის ფქვილის ცომში სასურველია პროტეოლიზის დამუხრუჭება დამჟანგველების შეყვანით. პროტეოლიზის დამუხრუჭების ეფექტური მეთოდია სუფრის მარილის დამატება დუღილის პროცესში.

**“ცომის „დამწიფების“ დაჩქარების მეთოდები.** ცომის „დამწიფების“ პროცესის დაჩქარება შეიძლება განხორციელდეს შემდეგი მეთოდების გამოყენებით:

1. დაწნეხილი ან თხევადი საფუარის რაოდენობის გაზრდით;
2. დაწნეხილი საფუარის წინასწარი აქტივაციით;
3. დაწნეხილი საფუარის ნაცვლად უფრო აქტიური გამაფუებლის – საფუარის რძის გამოყენებით;
4. აქტიური მადულარა მიკროორგანიზმების შემცველი კულტურის შერჩევით;
5. ცომში საფუარის უჯრედების კვებისათვის საჭირო მინერალური მარილების გათვალისწინებით რეცეპტურაში.
6. დუღილის პროცესის დაჩქარებისათვის ტემპერატურის მომატებით.
7. მექანიკური ზემოქმედებით, რაც შეიძლება განხორციელდეს ცომსაზელი დანადგარის მუშა ორგანოს ბრუნვის რიცხვის გაზრდით დროის ერთეულში. ასეთ შემთხვევაში ჟანგვითი პროცესები სწრაფად მიმდინარეობს, ეს კი ხელს უწყობს ცომის გაფუების ინტენსიობას.

8. ქიმიური ზემოქმედებით, რაც ხდება აღმდგენი და დამჟანგავი მოქმედების გამაუმჯობესებლების ერთდროული გამოყენებით – ცომში გაზრდილი რაოდენობის საფუართან ერთად. ცომში ორგანული მჟავის გამოყენებით, ცხიმის ან ზ.ა.ნ.-ების გამოყენებით. ცომის გაფუება ხდება სხვადასხვა აირების ხარჯზე, რომლებიც გამოიყოფიან ქიმიური გამაფუებლების დაშლის ხარჯზე.
9. ფიზიკური ზემოქმედებით, რაც ითვალისწინებს ცომის „დამწიფების“ დაჩქარებას  $O_2$ -ით, ცომს სპეციალურ მილგაყვანილობით წნევის ქვეშ მიეწოდება  $O_2$ .

**ცომის გადაზელვა.** ცომის გადაზელვა არის ხანმოკლე 1,5-2,5 წთ-იანი განმეორებითი მოხელა. ეს პროცესი აუმჯობესებს ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებს, იგი წარმოებს გაფუების დაწყებიდან 1,5 სთ-ის შემდეგ, მეორე გადაზელა კი 2-2,5 სთ-ის შემდეგ. ცომის გადაზელას ძირითადად აწარმოებენ პერიოდული მოქმედების ცომსაზელ აგრეგატებში – მისაგორებელი დეჟებით.

**ცომის მზადყოფნა.** საწარმოში ცომის მზადყოფნა დასაყალიბებლად განისაზღვრება ტიტრული მჟავიანობით, ტემპერატურით, ამწევი ძალით, სინესტით და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებით.

**წყალი, როგორც ცომის კომპონენტი.** ხორბლის ცომში წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია პურის სახეობაზე, ფქვილის გამოსავლიანობაზე, ფქვილის ტენიანობაზე, ცომში დასამატებელი შაქრისა და ცხიმის რაოდენობაზე, ცომის მომზადების რეჟიმზე, დანამატების რაოდენობაზე და სხვა.

რაც მეტია ფქვილის გამოსავალი, მით მეტია ცომის სინესტე. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მარცვლის გარსის ნაწილაკები შთანთქავენ მეტ წყალს, ვიდრე ენდოსპერმისა. რაც მშრალია ფქვილი, მით მეტ წყალს შთანთქავს ის მოხელისას; რაც მეტია ფქვილში (ცომში) შაქრისა და ცხიმის რაოდენობა, მით ნაკლებია დასამატებელი წყლის რაოდენობა. შაქარს აქვს დეჰიდრატაციული მოქმედების უნარი, იგი ართმევს წყალს გაჯირჯვებულ ცილებს (ოსმოსურად შეკავშირებულს), რის გამოც ცომის „თხევადი“ ფაზის რაოდენობა იზრდება, ამიტომ მცირდება დასამატებელი წყლის რაოდენობა. ასევე ცხმიც „ათხევადებს“

ცომს, ამიტომ ამ შემთხვევაში მცირდება წყლის რაოდენობა, ცომში წყლის რაოდენობის გაზრდა იწვევს ფერმენტების აქტიობის დაჩქარებას, ამიტომ საჭიროა ცომის სინესტეზე სისტემატიური კონტროლი.

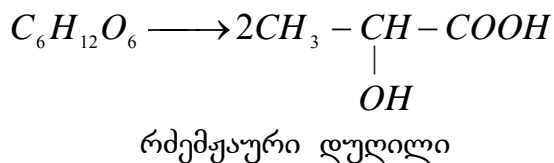
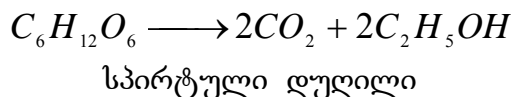
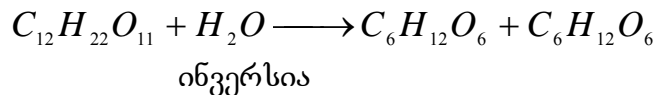
**საფუარი, როგორც ცომის კომპონენტი.** რაც უფრო დაბალია საფუარის ამწევი ძალა, მით მეტია მისი ხარჯი. პროცესის დაჩქარება შეიძლება საფუარის ხარჯის გაზრდით. ცნობილია, რომ უაფრო ცომში 1% საფუარის დამატება ფქვილის მასასთან შედარებით ცომს აფუებს 3,5-4 სთ-ის განმავლობაში, მაშინ, როცა საფუარის 3-4%-ის დამატება, პროცესს ორ საათში ასრულებს. რაც მეტია ცომში შაქრის ხარჯი, მით ნაკლებია საფუარის ხარჯი. მაგრამ თუ შაქარი ემატება დიდი რაოდენობით, 3%-ზე მეტი ფქვილის მასასთან შედარებით, მაშინ ითრგუნება საფუარის მოქმედება. ცხიმი თრგუნავს საფუარის მოქმედებას. იგი გარსს ეკვრის უჯრედის ზედაპირს, რაც ხელს უშლის ხსნადი საკვების გატარებას უჯრედში, ეს კი თრგუნავს საფუარის სიცოცხლისუნარიანობას.

**მარილი, როგორც ცომის კომპონენტი.** მარილი ცომში ემატება 0-2,5%-მდე. უმარილოდ მზადდება დიეტური პური. მარილი ემატება ცომში, როგორც გემოვნებითი დანამატი, მაგრამ ამავე დროს ის გავლენას ახდენს ცომში მიმდინარე პროცესებზე. მარილი ზრდის სახამებლის კლეისტერიზაციის ტემპერატურას. დიდი კონცენტრაციით მარილი ამუხრუჭებს სპირტულ დუღილს. 5% და მეტი რაოდენობის მარილის შეტანის შემთხვევაში სპირტული დუღილი ცომში პრაქტიკულად აღარ მიმდინარეობს. უმარილო ცომში დუღილი მიმდინარეობს ინტენსიურად, მაგრამ დუღილის დამთავრებისათვის მასში რჩება ძალიან მცირე რაოდენობის დაუდუღებელი შაქრები. ცომის ფიზიკური თვისებები ინტენსიური პროტეოლიზის გამო უარესდება, ცომი თხევადდება, ცომს აქვს დაბალი აირდამჭერისა და ფორმამდეგობის უნარი,  $H/D$ -დაბალია, პურის კანი უფერულია, ვინაიდან რჩება მცირე რაოდენობის დაუდუღებელი შაქრები. ორმაგი კონცენტრაციის მარილიან ცომში დუღილი მიმდინარეობს ორჯერ ნაკლები ინტენსიობით, ცომის დაყოფისას ცომი რჩება „მაგარი“, რჩება ბევრი დაუდუღებელი შაქრები, პური

მუქად შეფერილია და უჩნდება ცხობისას ნახეთქები.

**ცხიმი, როგორც ცომის კომპონენტი.** ხორბლის ფქვილი შეიცავს 2%-მდე მონო, დი- და ტრი- გლიცერიდებს, ცხიმოვან მჟავებს, ფოსფოლიპიდებს. ცომის მოზელისას იზრდება ცხიმის წილი ცომში. ცილების, სახამებლისა და ცომის მყარი ფაზის სხვა კომპონენტების მიერ ხდება ფქვილის ლიპიდების შეკავშირება, ცომში შეყვანილი ცხიმის შეკავშირება, ნაწილი რჩება თხევად ფაზაში ემულსიის სახით. ცხიმი ანიჭებს ცომს პლასტიკურობას. ცხიმების დამატება იწვევს ცომში ჟანგვითი რეაქციების გაძლიერებას, დამჟანგველების როლში გამოდიან პეროქსიდული ნაერთები, რომლებიც წარმოიქმნება ფქვილის ცხიმოვან მჟავებზე ლიპოქსიგენაზას მოქმედებით, მიმდინარეობს ცილოვან-პროტეონაზულ კომპლექსში ჰიდროსილფიდური ჯგუფების ჟანგვა, რაც აუმჯობესებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებს.

**შაქარი, როგორც ცომის კომპონენტი.** 10%-მდე შაქრის დამატება იწვევს ცომის დუღილის ოპტიმიზაციას. შაქარი განიცდის ინვერსიას ცომში გლუკოზასა და ფრუქტოზას წარმოქმნით, რომლებიც მონაწილეობენ სპირტულ და რძემჟაურ დუღილში.



დიდი რაოდენობით შაქრის დამატება (30%) მნიშვნელოვნად ამცირებს აირწარმოქმნას, ხოლო 40-50%-ის დამატებისას პრაქტიკულად წყდება.

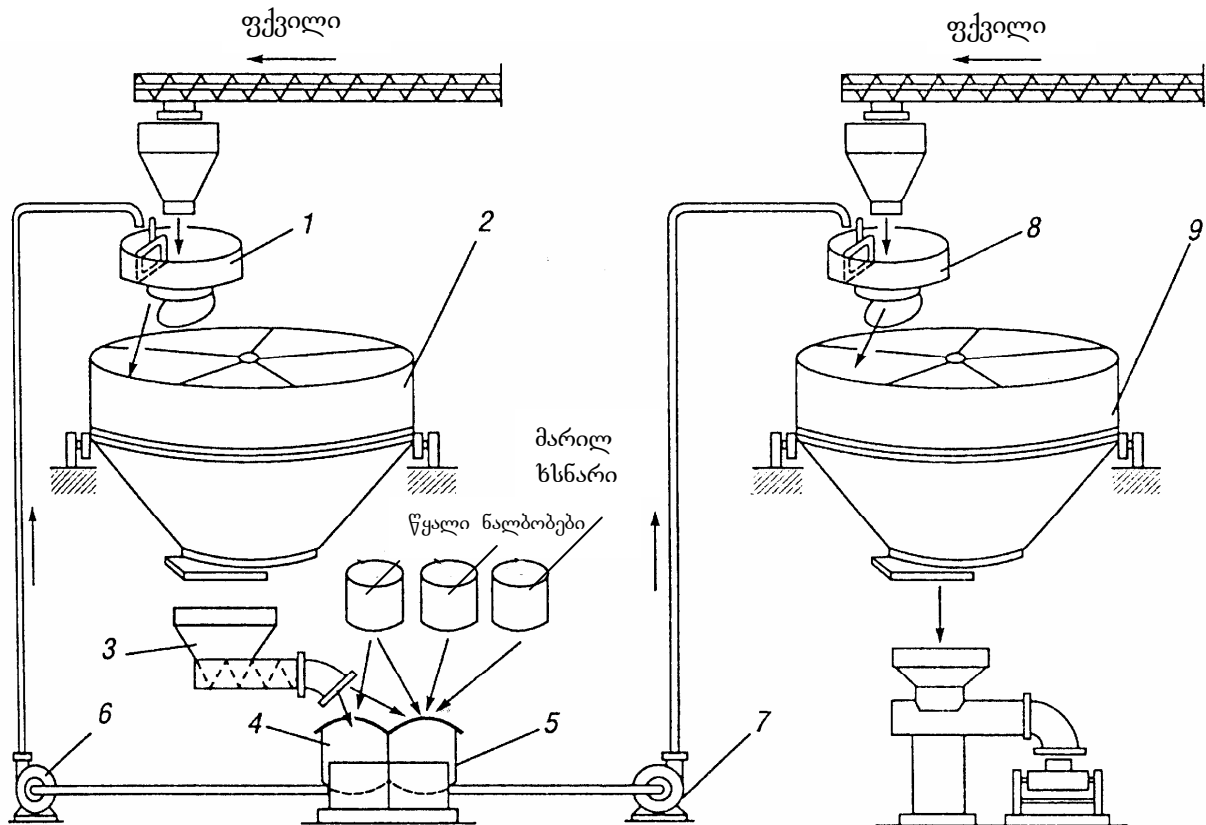
შაქარი ახდენს დეჰიდრატაციულ მოქმედებას გაჯირჯვებულ ცილებზე, რის გამოც ცომი თხევადდება, ამიტომ შაქრისა და ცხიმის დამატებისას იცვლება რეცეპტურით ფქვილისა და წყლის რაოდენობა. ცომში შაქრისა და ცხიმის

დამატება გარკვეული რაოდენობით, აუმჯობესებს პურის გულის სტრუქტურას და რეოლოგიურ თვისებებს.

ცომის მომზადება „სქელ“ აფარზე და „დიდ სქელ“ აფარზე. როგორც ვიცით, აფრული მეთოდით ცომის მომზადებისა ორ საფეხურიანია: აფარი-ცომი. აფარი არსებობს თხელი (30% ფქვილი), სქელი (50% ფქვილი) და დიდი სქელი (70% ფქვილი).

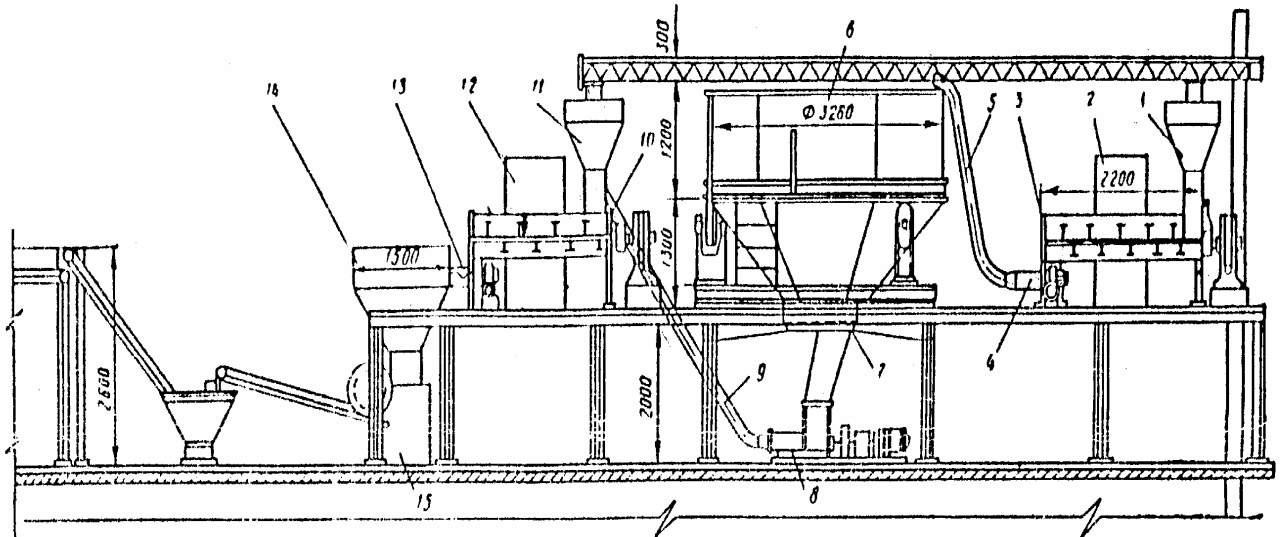
„სქელ“ და „დიდ სქელ“ აფარზე ცომის მოსამზადებლად გამოიყენება პერიოდული და უწყვეტი ქმედების აგრეგატები

გატილინის სისტემის პერიოდული ქმედების ცომსაზელი აგრეგატი გამოიყენება როგორც ხორბლის, ასევე ჭვავის პურის დასამზადებლად.



ნახ. 8. გატილინის ბუნკერული ცომსაზელი აგრეგატის სქემა (პერიოდული ქმედების)  
1,8 – ცომსაზელები, 2 – 9 – ბუნკერები, 3 – დოზატორი,  
4,5 – შემრევები, 6, 7 – ტუმბოები.

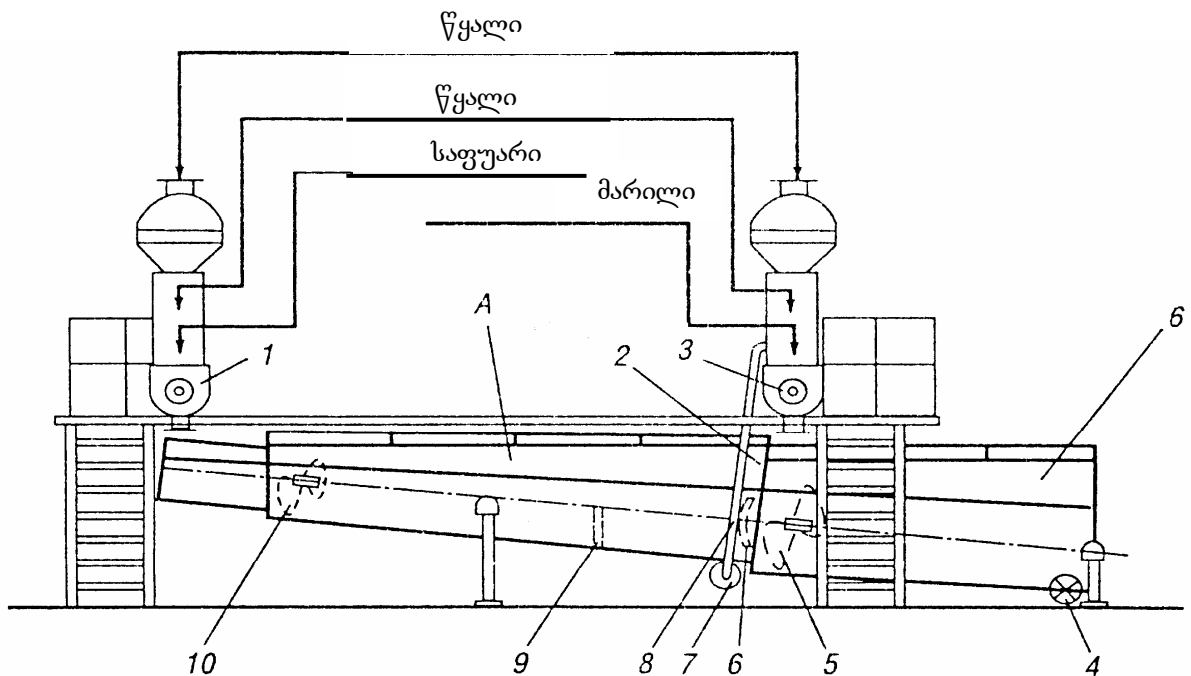
განვიხილოთ უწყვეტი ქმედების ცომსაზელი აგრეგატი, რომელიც მუშაობს „სქელ“ აფარზე.



ნახ. 9. უწყვეტი ქმედების ბუნკერული ცომსაზელი აგრეგატი

- 1 – ფქვილის დოზატორი, 2 – მაღოზირებელი სადგური საფუარისა და წყლისათვის,
- 3 – აფრის საზელი მანქანა, 4 – შნეკ-ტუმბო, 5 – მილი, 6 – სექციებიანი ბუნკერი აფრისათვის,
- 7 – აფრის გამოსაშვები სარქველი, 8 – შნეკ-ტუმბო, 9 – მილი,
- 10 – ცომსაზელი, 11 – ფქვილის დოზატორი, 12 – მაღოზირებელი სადგური წყლისათვის, მარილხსნარისათვის და შაქრის ხსნარისათვის, 13 – შნეკი ცომისათვის,
- 14 – ბუნკერი ცომდამყოფის თავზე, 15 – ცომდამყოფი.

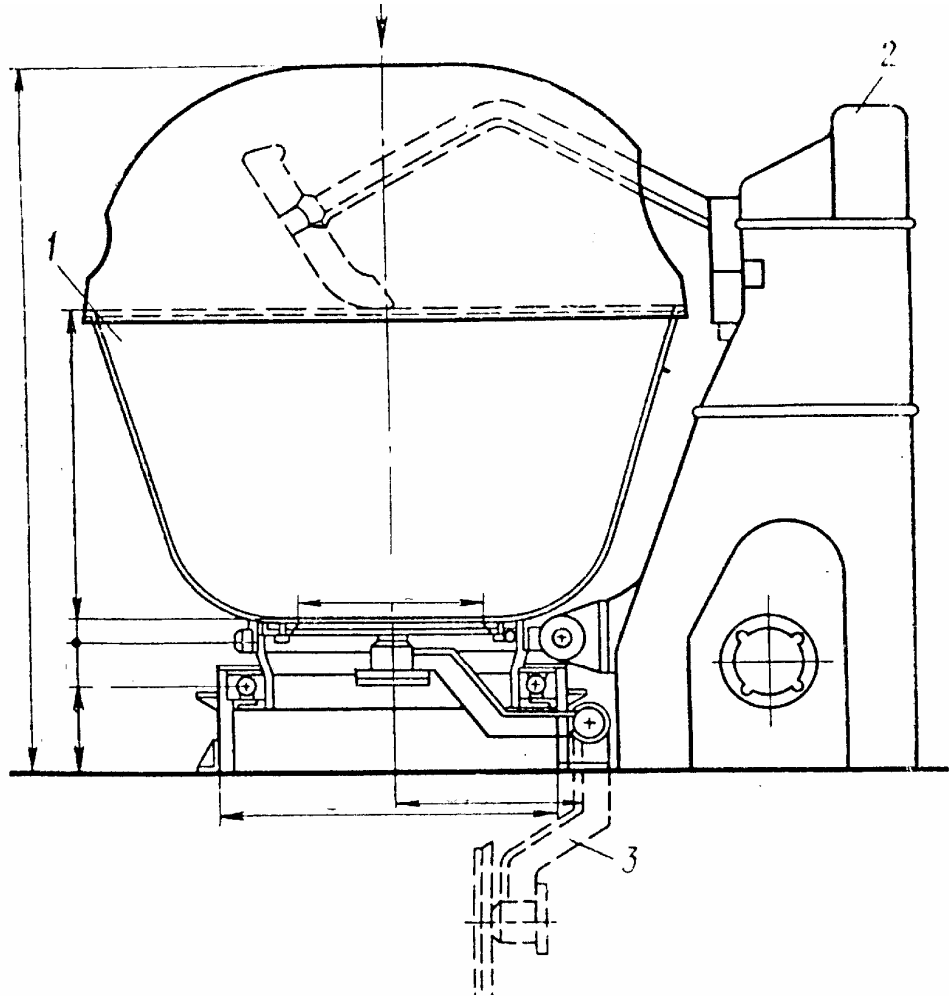
განვიხილოთ უწყვეტი ქმედების ცომსაზელი აგრეგატის სქემა. რაბინოვიჩის სისტემის გასაფუებული როფით.



ნახ. 10. ცომსაზელი აგრეგატი აფრისა და ცომის მოსაზელად (უწყვეტი ქმედების)

- 1-ცომსაზელი, 2-ყრუ კედელი (A და B ნაწილებს ყოფს), 5-9-სარეველები,
- 6 – შნეკ-ტუმბო, 7 – მილი, 8 – ცომსაზელი, 10 – მარეგულირებელი საჭე
- A – ნაწილი – აფრის გასაფუებული, B – ნაწილი – ცომის გასაფუებული

განვიხილოთ პერიოდული ქმედების ცომსაზელი აგრეგატი მისაგორებელი დეჟებით, გამოიყენება „სქელი“ და „დიდი სქელი“ აფრისა და ცომის მოსაზელად.



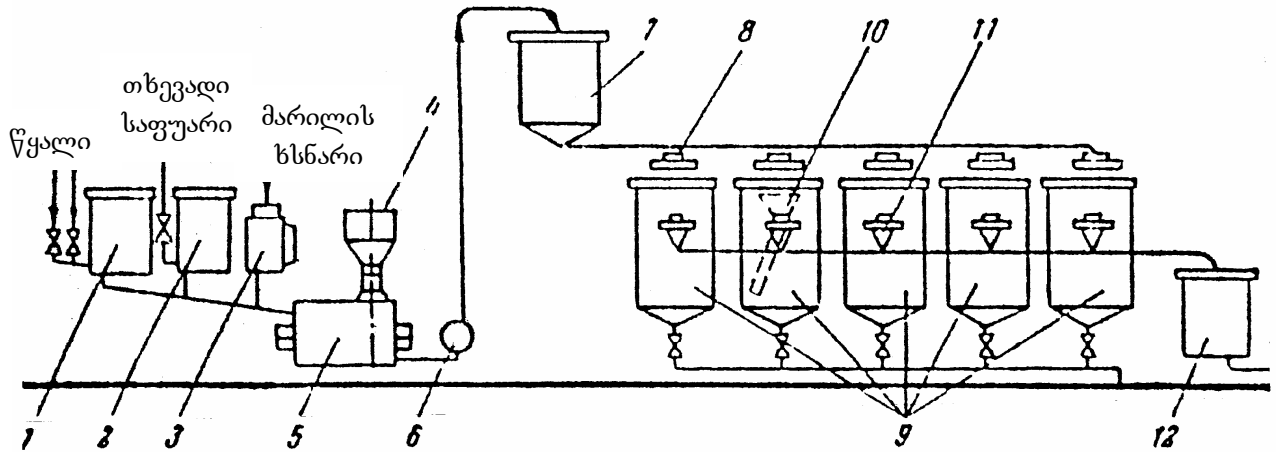
ნახ. 11. პერიოდული ქმედების ცომსაზელი დეჟით.

1 – დეჟი, 2 – ცომსაზელი მანქანა,

3 – ჩასამაგრებელი მოწყობილობა დეჟისათვის.

ცომის მომზადება თხევად აფარზე (ფაზაზე) და თხევად მარილიან ფაზაზე. თხევადი აფრები მზადდება საერთო ფქვილის 25-30% რაოდენობის, საფუარისა და წყლისაგან, სინესტე 68-74%-ია. თხევადი მარილიანი აფრის მომზადებისას აფარში ემატება მარილის ნაწილიც, აფრის დუდილის ხანგრძლიობაა 3,5-4 სთ.

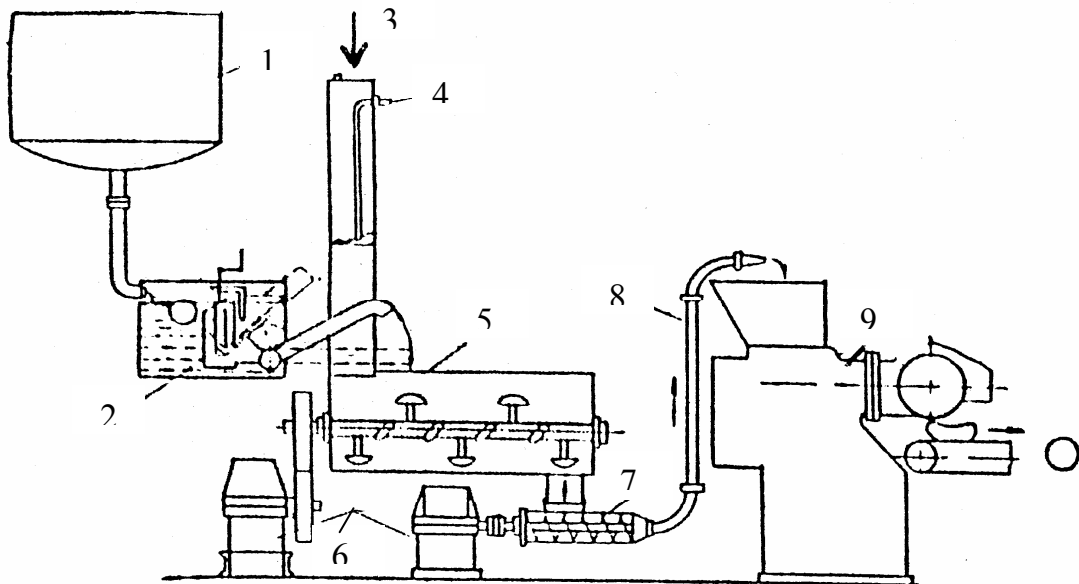
განვიხილოთ თხევადი ფაზის მომზადების სქემა.



ნახ. 12. თხევადი მარილიანი ფაზის მოსამზადებელი აპარატურული სქემა

1,2,3 - დოზატორები, 4 - ავტოფეკილმზომი, 5 - აფრის მოსაზელი მანქანა, 6 - ტუმბო, 7 - შუალედური ჩანი ახლადმოზეილი აფრისათვის, 8 - მარეგულირებელი, 9 - აფრის გასაფუებული ჩანები, 10 - ძაბრი მილით ახალი აფრის გადასაყვანად ჩანის ქვედა ნაწილში, 11 - მილყელი ძაბრით-გაფუებული აფრის ასაღებად - საანალიზოდ, 12 - გასაფუებული აფრის შემკრები ჩანი.

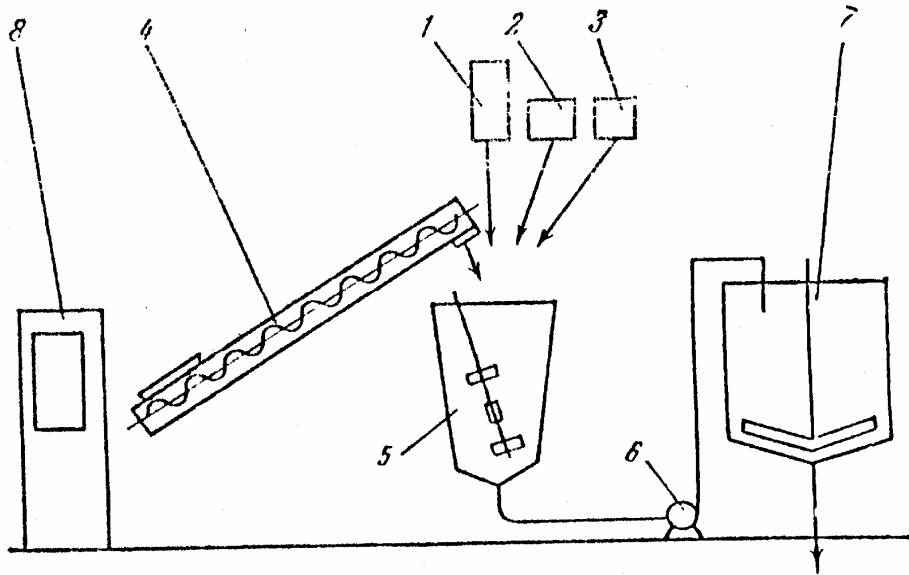
განვიხილოთ დონჩენკოს სისტემის უწყვეტი ქმედების, თხევად ფაზაზე და თხევად მარილიან ფაზაზე მომუშავე ცომსაზელი აგრეგატი.



ნახ. 13. ცომსაზომელი აგრეგატის სქემა

1 - თხევადი ნახევარფაბრიკატის შემკრები, 2 - ჩამჩიანი დოზატორი, 3 - ფეკილის მისაწოდებელი ხაზი, 4 - ფეკილის მარეგულირებელი, 5 - ცომსაზელი მანქანა, 6 - რელუქტორი, 7 - შნეკ-ტუმბო, 8 - მილგაყვანილობა ცომისათვის, 9 - ცომდამყოფი.

ცომის მომზადება თხევად დამჟანგველ ფაზაზე. აღნიშნული სქემით ცომის მომზადება წარმოებს სამ სტადიად: ა) დამჟანგველი ფაზის მომზადება, ბ) მომზადებული ფაზის შეტანა თხევად ფაზაში, გ) ცომის მომზადება. აღნიშნულ ტექნოლოგიას მიმართავენ ძირითადად სუსტი ფქვილების გამოყენებისას.



ნახ. 14. თხევადი დამჟანგველი ფაზის დანადგარის სქემა  
 1 – წყლის შემრევი-დოზატორი, 2 – სოიოს ფქვილის დოზატორი, 3 – ემულსიის დოზატორი, 4 – შნეკ-დოზატორი ხორბლის ფქვილისათვის, 5 – სწრაფმავალი შემრევი თხევადი დამჟანგველი ფაზის მოსამზადებლად, 6 – ტუმბო, 7 – თხევადი დამუშავებული ფაზის შექცევა, 8 – მართვის პულტი

ა) დამჟანგველი ფაზის მოსამზადებლად გამოიყენება ახლადდაფქვილი, ცხიმგამოცლილი სოიოს ფქვილი, მცენარეული ზეთი და ფოსფორტიდური პრეპარატი ემულსიის სახით. ამ ფაზაში დამჟანგველის როლს თამაშობს ლიპოქსიგენაზა. იგი ჟანგავს ზეთსა და ფოსფორტიდური პრეპარატის შემცველ უჯერ ცხიმოვან მჟავებს, წარმოიქმნება ჰიდროზეფანგები. მეორე ბ) ეტაპზე, როცა ხდება ამ თხევადი დამჟანგველი ფაზის შერევა ხორბლის ფქვილთან, წარმოქმნილი ზეფანგები ჟანგავენ ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზულ კომპლექსის ჰიდროსულფიდურ ჯგუფებს, ამის შემდეგ თხევად დამჟანგველ ფაზაზე ხდება გ) ცომის მომზადება. მომზადებული ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები, პურის აირ და ფორმა მდგრადობის უნარი

უმჯობესდება, ფქვილის კაროტინოიდული პიგმენტები უფერულდება და ფქვილი შესამჩნევად უფრო ღია ფერის ხდება. დამჟანგველი ფაზა მზადდება შემდეგი რეცეპტურით: წყალი 50-75% – წყლის მთლიანი რაოდენობიდან, 0,3%- სოიოს ფქვილი ხორბლის ფქვილის საერთო რაოდენობიდან, ემულსია – 10%-იანი (90% წყალი + 5% ზეთი მცენარეული + 5% ფოსფორი კონცენტრატი). ემულსია იხარჯება 0,05%-ის ოდენობით ფქვილის მთლიანი რაოდენობიდან, ხორბლის ფქვილი 20-25%-ის ოდენობით ფქვილის მთლიანი რაოდენობიდან. თხევადი დამჟანგველი ფაზა მზადდება ერთი ცვლის ან ორი ცვლის მარაგით.  $t$ -ფაზისა 30-32°C-ია, ტენიანობა 70-80%-ია.

**ცომის მომზადება თხევად რძიან ფაზაზე.** რძიან ფაზაში ნაწილი წყლისა შეცვლილია ნატურალური რძის შრატით. შრატის შემადგენლობა ასეთია: წყალი 95%, შაქარი. ლაქტოზა – 4%, წყალში ხსნადი ცილები 0,2-0,4%, ცხიმი 0,1-0,2%, მინერალური მარილები 0,5%. ეს მეთოდი მიზანშეწონილია სუსტი ფქვილების გამოყენებისას. ამ შემთხვევაში დამჟანგველებად გამოიყენება ქიმიური დამჟანგველები – ასკორბინის მჟავა, კალიუმის ბრომატი, ისინი ემატება 0,001-0,002%-ის ოდენობით ფქვილის მასასთან შედარებით.

რძიანი ფაზა მზადდება კომპონენტების შემდეგი შეფარდებით: რძის შრატი – 50% ან მთლიანად წყლის ნაცვლად, ფქვილი 20-30%. ფაზის დუღილის ტემპერატურაა 28°C, დუღილის ხანგრძლიობაა 2,5-3 სთ. მზა ფაზაზე იზილება ცომი, რომლის გაფუების ხანგრძლიობაა 20 წთ.

**ცომის მომზადება გაყინული ნახევარფაბრიკატებით.** უკანასკნელ წლებში საზღვარგარეთ და რუსეთის რესპუბლიკაში დიდი გავრცელება ჰპოვა პურპროდუქტების ცხობაში გაყინული მზა ნახევარფაბრიკატების გამოყენებამ. ამ მეთოდის რეალიზაციისათვის ცომის მომზადების მეთოდიკა განსხვავებულია ტრადიციული მეთოდებისაგან. ცომის ოპტიმალური რეოლოგიური თვისებების შენარჩუნების მიზნით, ცომის მომზადების საბოლოო ტემპერატურა უნდა იყოს 18-21°C.

გამოიყენება ცივი წყალი, ცომის დუღილის ხანგრძლივობა დაყოფა გაყინვამდე გრძელდება არა უმეტეს 40-45 წთ. გაყინვა ხორციელდება  $(-35)-(-38)^{\circ}\text{C}$ , რაც აუცილებელია, რათა ცომის ნამზადის ცენტრში იყოს  $(-7)-(-10)^{\circ}\text{C}$ , გაყინვის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მასაზე, ფორმაზე, რეცეპტურაზე და სხვა ფაქტორებზე. გაყინული ნახევარფაბრიკატის შენახვა ხორციელდება  $(-18)-(-14)^{\circ}\text{C}$ -ზე 4-18 კვირის განმავლობაში, ხოლო  $0-3^{\circ}\text{C}$ -ზე 10-12 სთ;  $18-20^{\circ}\text{C}$ -ზე 60-90 წთ-ში ხდება მისი გაყინვის მდგომარეობიდან გამოსვლა; დაყოვნება ხდება  $35-38^{\circ}\text{C}$ -ზე დაყოვნების ხანგრძლივობის 2,5-3-ჯერ მეტი დროით – ტრადიციულ მეთოდთან შედარებით. გაყინვის მეთოდის გამოყენებისას ცომის ნამზადისათვის ფქვილში ნელი წებოგვარას შემცველობა უნდა იყოს 28-30%, ხარისხით უნდა ეკუთვნოდეს I-ჯგუფს, საფუარი უნდა იყოს მდგრადი, დუღილის დაბალი ტემპერატურით. ეს არის შტამი, გამოყვანილი კულტივირების ოპტიმალურ არეში, ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობით საფუარის უჯრედში, ფოსფოლიპიდებისა და სტეროიდების მაღალი შემცველობით, მშრალი ნივთიერებებისა და ცილების მაღალი შემცველობით. საფუარი გამოიყენება მომატებული რაოდენობით (4-8%).

უნდა აღინიშნოს, რომ ცომის მომზადების ნებისმიერი ინტენსიფიცირებული მეთოდის გამოყენებისას, პური უნდა იყოს არა მარტო დამაკმაყოფილებლად გაფუებული, ჰქონდეს კარგი ფორმა, დიდი მოცულობა, თხელკედლიანი, წვრილი, თანაბარი ფორიანობა, არამედ გემოთი და არომატით მაღალფასოვანი და არ უნდა ჩამოუვარდებოდეს ტრადიციული მეთოდებით დამზადებულს.

## თავი V

### ჭვავისა და ჭვავ-ხორბლის ცომის მომზადება

ჭვავის ფქვილის თავისებურებებიდან გამომდინარე ჭვავის ცომს არ გააჩნია წებოგვარა, მოკლებულია ელასტიურობასა და დრეკადობას, ხასიათდება მაღალი სიბლანტით; ცილების მნიშვნელოვანი რაოდენობა ცომში უსაზღვროდ იჯირჯვება, განიცდის პეპტიზაციას და გადადის ბლანტი, კოლოიდური ხსნარის მდგომარეობაში, სახამებელი ადვილად ჰიდროლიზდება და კლეისტერიზდება. ჭვავის ფქვილში ყოველთვის არის  $\alpha$ -ამილაზა, ამიტომ მისი ცომის მჟავიანობა უნდა იყოს მაღალი ( $10-12^{\circ}\text{H}$ ); ჭვავის ცომში მაღალი ჰიდრატაციული უნარის მქონე პენტოზანები წარმოქმნიან თხევად, ბლანტ ფაზას, ამ ფაზაში იმყოფებიან უხსნადი ცილის სუსპენზირებული ნაწილაკები, ხსნადი ცილები, ამიტომ ჭვავის ცომი ხასიათდება მცირე ჭიმვადობითა და ელასტიურობით, მაღალი რაოდენობით წყლის შთანთქმის უნარით.

ჭვავის პურისათვის ცომის მომზადება ხდება „ხაშზე“ (მომწიფებელი ცომი). ხაში შეიძლება იყოს „სქელი“, სინესტით  $\approx 50\%$ , „ნაკლებად სქელი“, სინესტით  $\approx 60\%$  და თხელი, სინესტით  $70-80\%$ . ხაში შეიცავს დიდი რაოდენობით რძემჟავა-ბაქტერიებს და საფუარს. რძემჟავა ბაქტერიები უზრუნველყოფენ მჟავიანობის გაზრდას, არომატული ნივთიერებების დაგროვებას. ცომის მოსამზადებლად სქელი ხაშის გამოყვანა ხდება ოთხ სტადიად: (ცხრ. 5)

ცომის მომზადების უწყვეტი რეჟიმისას უწყვეტად ხდება საწარმოო ხაშის მომზადება, ნაწილის ართმევა ხდება განახლებისათვის, ხოლო დანარჩენი გამოიყენება ცომის მოსამზადებლად.

ცომის მომზადების პერიოდული რეჟიმისას დეჟებში მოთავსებულ საწარმოო ხაშს ყოფენ 3-4 ნაწილად,  $1/3$  ან  $1/4$  ნაწილი გამოიყენება ახალი ულუფა ხაშის მოსამზადებლად, ხოლო დანარჩენი ცომის მოსაზეღად.

## ცხრილი 5

რეცეპტურა და რეჟიმი	ხაში			
	საფუარიანი	შუალედური	ძირითადი	საწარმოო
საწარმოო ხაში წინა მომზადებიდან	1,0	–	–	–
საფუარიანი ხაში	–	6,5	–	–
შუალედური ხაში	–	–	18,0	–
ძირითადი ხაში	–	–	–	56,0
ფქვილი	2,8	6,5	22,2	68
წყალი	2,6	5,0	15,8	45,5-46
დაწნეხილი საფუარი	0,1	–	–	–
საწყ. ტემპ. °C	25-26	26-27	27-28	28-30
დუღილის ხანგრძლიობა, სთ	3,5-4,5	4-4,5	4-4,5	3,5-4
საბოლოო მჟავიანობა, °H	9-1	11-13	13-15	13-16

„სქელი ხაშის“ გამოყენებით ცომის მომზადების რეცეპტურა ჭვავის პურისათვის ასეთია: (ცხრ. 6)

## ცხრილი 6

რეცეპტურა და რეჟიმი	საწარმოო ხაში	ცომი
საწარმოო სქელი ხაში, კგ	15	46
ფქვილი, კგ	18	74
წყალი, კგ	13	ანგარიშით
მარილი, კგ	–	1,5
საწყისი ტემპერატურა °C	28-29	30-31
დუღილის ხანგრძლიობა, სთ	3,5-4,0	1,5-1,75
საბოლოო მჟავიანობა, °H	13-16	10-12

ნაკლებად სქელი ხაშის მომზადება ჭვავის ცომისათვის ხდება სამი სტადიით: საფუარიანი ხაში – ნახევრად ხაში მესამე – ხაში.

სქელი ხაშის გამოყვანის რეცეპტურა 100 კგ ფქვილზე გადაანგარიშებით ასეთია: (ცხრ.7)

ცხრილი 7

რეცეპტურა და რეჟიმი	გასამრავლებელი ხაშის ციკლი		
	საფუარიანი	ნახევრად- ხაში	ხაში
საწარმოო ხაში წინა მომზადებიდან, კგ	2,0	–	–
საფუარიანი ხაში, კგ	–	15,0	–
ნახევრადხაში, კგ	–	–	50
ფქვილი, კგ	7,0	20,0	72,0
წყალი, კგ	6,0	15,0	54,0
დაწნეხილი საფუარი, კგ	0,15	–	–
საწყისი ტემპერატურა °C	27-28	27-28	28-29
დუღილის ხანგრძლიობა, სთ	4-4,5	3,5-4	3,0-3,5
საბოლოო მჟავიანობა, °H	10	10-11	11-12

საწარმოო ციკლში საბოლოო ხაშის 2/3 გამოიყენება ცომის მოსამზადებლად, ხოლო 1/3-ხაშის გასაახლებლად.

„ნაკლებად სქელი ხაშის“ გამოყენებით ცომის მომზადების რეცეპტურა ასეთია: (ცხრ. 8).

მთელ რიგ წარმოებებში ჭვავის პურისათვის ცომი მზადდება სპეციალურ მილგაყვანილობაში უფრო ტრანსპორტირებად, დენად თხევად ხაშზე.

თხევადი ხაშის მოსამზადებლად იყენებენ საფუარისა და რძემჟავა ბაქტერიების გარკვეულ შტამებს. საფუარისა და რძემჟავა ბაქტერიების თანაფარდობა უნდა იყოს 1:60. ხაშის ტემპერატურაა 30-32°C. ტემპერატურის გაზრდა გამოიწვევს რძემჟავა ბაქტერიების გამრავლებას და მჟავიანობის გაზრდას, მაგრამ, საპირისპიროდ, გამოიწვევს საფუარის გამრავლების პროცესის ჩახშობას.

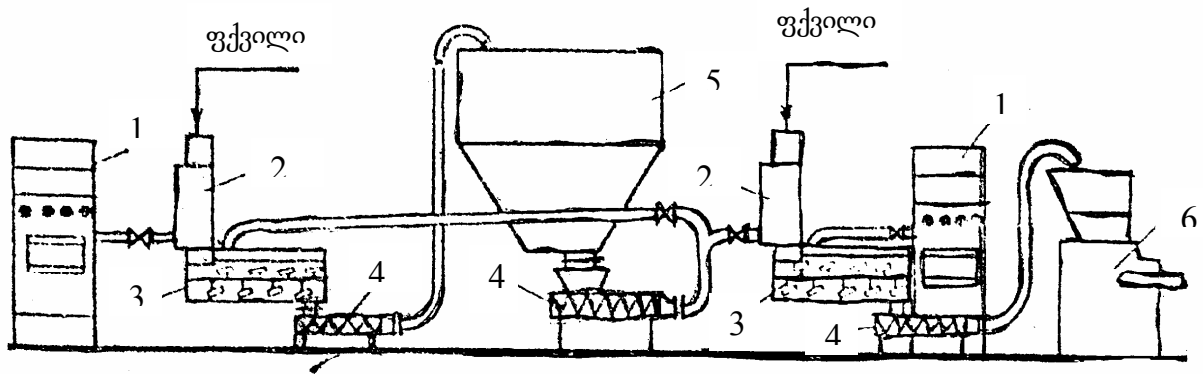
## ცხრილი 8

რეცეპტურა და რეჟიმი	საწარმოო ხაში	ცომი
საწარმოო ხაში, კგ	20,0	76,0
ფქვილი, კგ	32,0	56,0
წყალი, კგ	24,0	ანგარიშით
მარილი, კგ	–	1,5
საწყისი ტემპერატურა °C	28-29	28-30
დუღილის ხანგრძლიობა, სთ	3-3,5	0,8-1,2
საბოლოო მჟავიანობა, °H	11-12	9-12

ხაშის საკვებია ფქვილისა და წყლის ნარევი ან ნახარში. ხაშის ხარისხის გამაუმჯობესებელია რძის შრატი, პურის ნალბობი, ამილორიზინი (0,006%). ამილორიზინი ზრდის შაქრების რაოდენობას და ამინომჟავების რაოდენობას, აუმჯობესებს ხაშის ამწვევ ძალას. რძის შრატი შეიცავს წყალში ხსნად ცილებს, მინერალურ ნივთიერებებს, რომელიც შეითვისება საფუარის მიერ. პურის ნალბობი შეიცავს სახამებელს, რომელიც სწრაფად შაქრდება. თუ ხაშის ამწვევი ძალა გაუარესდა, საჭიროა ტემპერატურის დაწვევა, განზავება ცივი წყლით, დაბალი მჟავიანობის შემთხვევაში უნდა გავზარდოთ ტემპერატურა და შევამციროთ სინესტე. თხევად ხაშზე ცომი მზადდება ორ ფაზად: ხაში - ცომი ან სამ ფაზად: ხაში - აფარი - ცომი. ცომის დუღილის ხანგრძლივობაა 2-3 სთ.

უნდა აღინიშნოს, რომ რიგი კვლევითი ინსტიტუტების ერთობლივი მუშაობით მიღებულია მშრალი ლაქტობაქტერიის პრეპარატი, რომელიც მიღებულია რძემჟავა ბაქტერიების ლენინგრადის შტამების გამოშრობით, იგი გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის ხაშის დასამზადებლად, გამოცემის ფორმა აბებია, ინახება  $\approx 12$  თვე  $4-8^{\circ}\text{C}$ -ზე.

განვიხილოთ უწყვეტი ქმედებების ცომსაზელი აგრეგატი И8-ХАГ-6, რომელიც გამოიყენება ჭვავის ცომის მოსამზადებლად.



ნახ. 15 ჭვავის ცომის მომზადების სქემა უწყვეტი ცომსაზელი აგრეგატის, გამოყენებით  
 1 – მადოზირებელი სადგური, 2 – ფქვილის დოზატორი,  
 3 – ცომსაზელი მანქანები, 4 – შნეკი, 5 – ხაშის დასაყოფნებელი ბუნკერი, 6 – ცომდამყოფი

**ცომის მომზადება ხაშსა და ნახარშზე.** ჭვავის პურის ზოგიერთი ასორტიმენტისათვის გათვალისწინებულია ცომის მომზადებისას ხაშისა და ნახარშის ერთდროული გამოყენება (მაგ. ბოროდინოს პური, მოსკოვური პური). რეცეპტურაში შედის აგრეთვე წითელი ალაო, არომატიზატორები. ცომი მზადდება სქემით: ნახარში → ცომი ← ხაში. ხაშს გააჩნია სქელი კონსისტენცია. ნახარშის მოსამზადებლად იღებენ ალაოს, 90-95% ფქვილს და უწყვეტი მორევით უმატებენ 95-98°C-იან წყალს. ნახარშის თავდაპირველი ტემპერატურაა 63-65°C. ეს ტემპერატურა ოპტიმალურია სახამებლის კლეისტერიზაციისათვის და ამილოლიტური ფერმენტების მოქმედებისათვის. ცხელი წყალი რამდენადმე ამცირებს ამილაზას მოქმედებას, ამიტომ რეკომენდირებულია განზავებულ ნახარშს დაემატოს დანარჩენი 5-10% ფქვილი, რაც აჩქარებს მასის დაშაქრების პროცესს, რამდენადაც დამატებულ ფქვილში არის უფრო აქტიური ფერმენტები (ვიდრე მოხარშულში). დაშაქრების პროცესი მიმდინარეობს 1,5-2,5 სთ. ამ დროში  $\alpha$  და  $\beta$  ამილაზების მოქმედებით კლეისტერიზებული სახამებელი გადადის მალტოზაში, რომლის შემცველობაც ნახარშში აღწევს 30-35%-ს. ეს ნახარში აუმჯობესებს პურის გემოსა და არომატს; ნახარშის ტემპერატურა ცომში დამატებისას 30-35°C-ია. დეჟში ათავსებენ ულუფა ნახარშს, ხაშს, უმატებენ მარილის ხსნარს,

სხვა დანარჩენ ნედლეულს და ფქვილს რეცეპტურისა და ინსტრუქციის შესაბამისად. ცომი გაფუების ხანგრძლივობაა 1,5 სთ, ცომის საწყისი ტემპერატურაა 29-30°C.

**ცომის მომზადება ჭვავ-ხორბლის ფქვილისაგან.** ზოგიერთი ცომის მოსამზადებლად (მაგ. უკრაინული პურისათვის, სუფრის პურისათვის) საჭიროა ორივე სახის ფქვილის გამოყენება სხვადასხვა წონითი თანაფარდობით. ასეთი პურის ცომი შეიძლება მომზადდეს როგორც თხევად, ასევე სქელ ხაშზე. ხაშის მოსამზადებლად იყენებენ ჭვავის ფქვილს, ხოლო ცომისათვის – ხორბლის ფქვილს.

სქელ და თხელ ხაშზე ცომის მომზადებას აქვს თავისი დადებითი და უარყოფითი მარკენებლები. სქელ ხაშზე მომზადებისას ხაში შეიცავს მეტი რაოდენობით მჟავა წარმომქმნელ ბაქტერიებს და მჟავებს. ამის გამო მჟავები აუძვობსებენ ჭვავის ცომის სტრუქტურას და ამუხრუჭებენ სახამებლის დექსტრინიზაციას, ადვილია პურის მიღება მშრალი, ელასტიური გულით, მაგრამ სქელ ხაშზე ტექნოლოგიური პროცესის წარმართვა უფრო რთულია, ძნელია სქელი ხაშის დაკონსერვება შესვენებების დროს, უფრო რთული აპარატურაა საჭირო, ვიდრე თხევადი ხაშის გამოყენებისას.

## თავი VI

### ბანსაკუთრებული შემთხვევები ცომის მომზადებისას

წარმოებაში ხშირად გვხვდება ისეთი შემთხვევები, როცა საჭიროა დეფექტური პურის უკან დაბრუნება. დაბრუნებული ნარჩენები გამოიყენება პურის ნალბობად, პურის ფხვნილის ან ორცხობილას ფქვილის დასამზადებლად.

პურის ნალბობი – ეს ერთგვაროვანი მასაა, რომელიც მიიღება დასველებული და გახეხილი პურისაგან, სინესტე მისი  $\approx 75-80\%$ -ია. აქ ერთ წილ პურზე აიღება ორი წილი წყალი, შერევა ხდება სპეციალურ მანქანაში, ამის შემდეგ ხდება საცერში გატარება. რბილობი ადვილად მჟავდება, ამიტომ მას იყენებენ ერთ ცვლაში. იგი ემატება თხევად ხაშს, შეიცავს წყალში ხსნად ნივთიერებებს, მჟავებს, მისი გამოყენება აუქობებს ჭვავის ფქვილისაგან დამზადებული ნაწარმის ხარისხს.

პურის ფხვნილი – ეს არის წვრილად დაფქვილი ნაწარმი, მისი დასველების გარეშე.

ორცხობილის ფქვილი მიიღება გამხმარი პურის დაფქვით, გამოყენების წინ იგი უნდა გაიცრას. იგი ემატება აფარს, რათა მოასწროს ფხვნილის ნაწილაკებმა გაჯირჯვება და არ გამოჩნდეს ნაწარმის გულში.

როგორც ვიცით, დეფექტური ფქვილისაგან, როგორც არის კუ-ბალდინჯოთი დაავადებული ფქვილი, იზილება ცომი, რომელიც ძნელად ექვემდებარება დაყოფას, ადვილად-განთხევადებას. ასეთ შემთხვევაში ხდება სუსტი ფქვილისა და ძლიერის შერევა; ამასთანავე ძლიერი ფქვილი გამოიყენება აფრისათვის, ხოლო სუსტი – ცომისათვის. ტექნოლოგიურმა რეჟიმმა უნდა დაამუხრუჭოს პროტეოლიტური ფერმენტების მოქმედება და გააუქმოს წებოგვარას ფიზიკური თვისებები, ამიტომ აფრის სინესტე უნდა დაეცეს 2-3%-ით, ხოლო ცომისა 1%-ით, ნახევარფაბრიკატების ტემპერატურა უნდა შემცირდეს 2-3°C-ით, საფუარის რაოდენობა უნდა გაიზარდოს 50%-ით, ნახევარფაბრიკატის სიმჟავე უნდა

გაიზარდოს 1-2°H-ით; აფარში რეკომენდირებულია მარილის დამატება, მისი ხარჯი იზრდება 1,8-2%-ით. ცომს უმატებენ  $KBrO_3$ -ის ხსნარს 0,001-0,004%-ის ოდენობით ცომში ფქვილის მასასთან შედარებით.

გადაზრდილი მარცვლით დამზადებული ფქვილი გამოირჩევა ამილოლიტური და პროტეოლიტური ფერმენტების მაღალი აქტიობით, წყალში ხსნადი ნივთიერებების დიდი რაოდენობით, გადამუშავების პროცესში ფერის შეცვლით, გამუქებით. ფერმენტების აქტიობის შემცირების მიზნით, ასეთ ფქვილს ურევენ დაბალი ავტოლიტური აქტიობის ფქვილთან, აღიღებენ ცომის მჟავიანობას, ამცირებენ ცომის გაფუების ხანგრძლიობას, ზრდიან საფუარის ხარჯს.

მოყინული მარცვლის ფქვილი ხასიათდება ამილოლიტური ფერმენტების მაღალი აქტიობით. აფარში ფქვილის რაოდენობას ზრდიან 60-70%-მდე, ზრდიან აფრის სინესტესა და მჟავიანობას, ახანგრძლივებენ ცომის გაფუების დროს, რეკომენდირებულია აფარში ემულგატორების დამატება, რომელიც უზრუნველყოფს წებოგვარას ელასტიურობას და ჭიმვადობას.

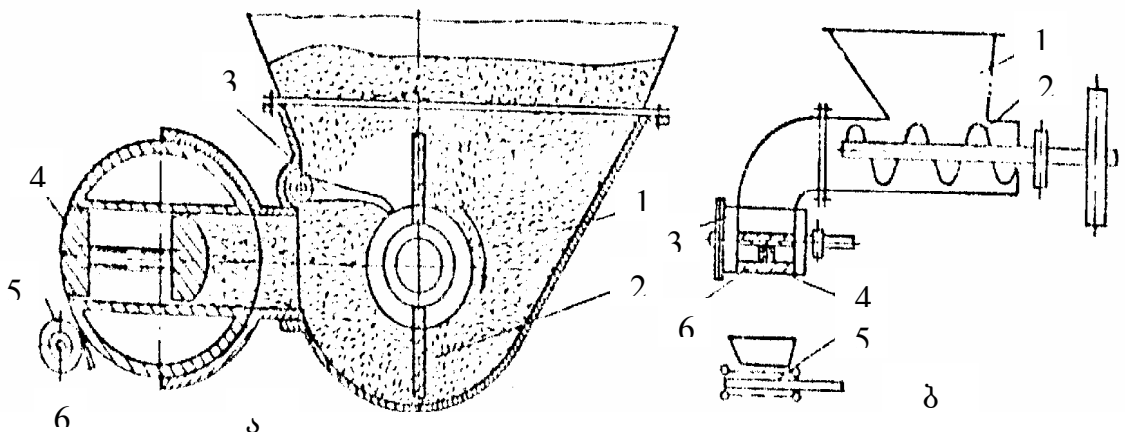
მაღალ ტემპერატურაზე დაფქვილი ხორბლის მარცვალის ფქვილი გამოირჩევა ფერმენტების დაბალი აქტიობით; ასეთ შემთხვევაში უნდა მიღებულ იქნას ზომები, რათა გაძლიერდეს სახამებლის დაშქარების პროცესი, ცილების გაჯირფვების პროცესი. უნდა მოხდეს შერევა მაღალი ავტოლიტური აქტიობის ფქვილთან. რეკომენდირებულია აფარში ღია ფერის ალაოს დამატება 0,5-0,7%-მდე ფქვილის მასასთან შედარებით, ან ამილორიზინის (0,015%) დამატება, სასარგებლოა აგრეთვე აფარში თხევადი საფუარისა და ხაშის დამატება, უნდა გაიზარდოს ფქვილის რაოდენობა აფარში, უნდა გაიზარდოს სინესტე, დაემატოს ემულგატორები.

ხშირად გვხვდება I/ხ ან II/ხ ხორბლის ფქვილი გამუქების მაღალი აქტიობით. ასეთი ფქვილი ხასიათდება ფერმენტ-პოლიფენოლოქსიდაზას აქტიობით. რეკომენდირებულია ცომის მჟავიანობის გაზრდა, რაც ამუხრუჭებს ამ ფერმენტების მოქმედებას, ამავე მიზნით შეიძლება საფუარის ხარჯის გაზრდა, გამაუმჯობესებლების –  $KBrO_3$ -ის ან ემულგატორების გამოყენება.

## თავი VII

### ცომის დაყოფა, დაბუნდავება, ფორმირება, წინასწარი და საბოლოო დაყოფება

ცომის დაყოფა ნაჭრებად. გაფუებული ცომი გადადის ცომდამყოფის ძაბრში. იგი იტევს ცომის 30-40 წთ-ის მარაგს. აქ ხდება წინასწარი დაყოფენება ცომისა, რაც ითვალისწინებს წებოგვარას სტრუქტურის აღდგენას; ეს აუბჯობებს ნაწარმის ფორიანობას და მოცულობას. ცომის დასაყოფად გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის ცომდამყოფები; „Kuzნacc“, ХДФМ, А2-ХТН და სხვა. საშუალოდ ცომის მასა უნდა იყოს გაცივებული ნაწარმის მასაზე 10-12%-ით მეტი (ვითვალისწინებთ ცხობისა და შრობის დანაკარგს).

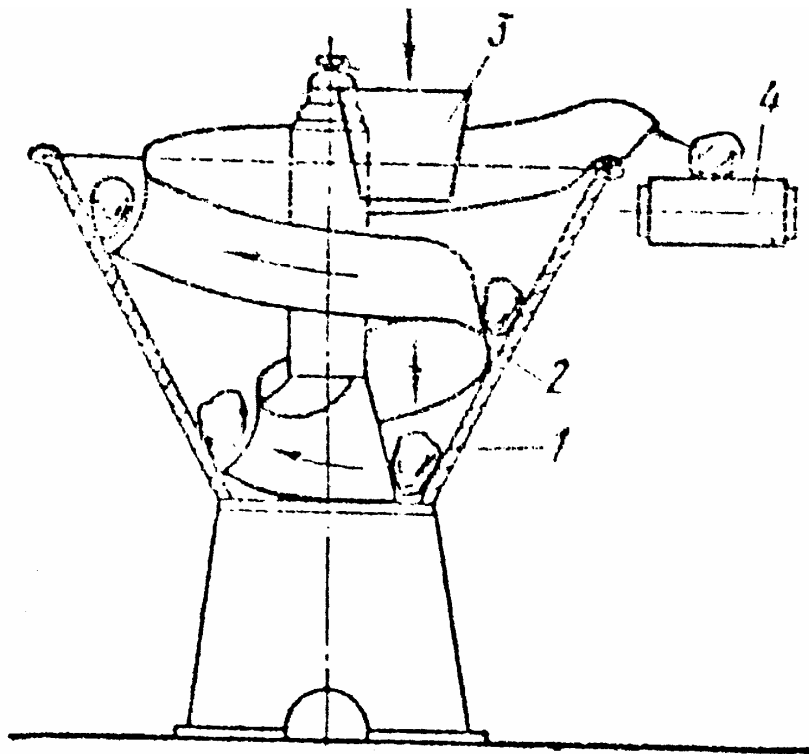


ნახ. 16. ცომდამყოფები

- ა - ცომდამყოფი А2-ХТН. 1 - ცომის საკანი, 2 - მბრუნავი ფრთა ცომის შესაკუმშად, 3 -სარქველი, 4 - გამყოფი თავი, 5 - ცომის გადმომგდები, 6 - დანა, ბ - ცომდამყოფი „კუზნასი“. 1 - მიმღები ძაბრი, 2 - შნეკი, 3 - დამყოფი თავი, 4 - მცურავი ღეუმი, 5 - ტრანსპორტიორი, 6 - მარეგულირებელი.

თითოეული ცომსაზელი აღჭურვილია მარეგულირებელი სისტემით, რაც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ ცომის სასურველი წონა.

ცომის გუნდების დამრგვალება. ცომის ნაჭრების დასამრგვალებლად გამოიყენება სპეციალური მანქანები. ცომის ნაჭრების დამრგვალება აუბჯობებს მის ფორმას, ზედაპირის მდგომარეობას.



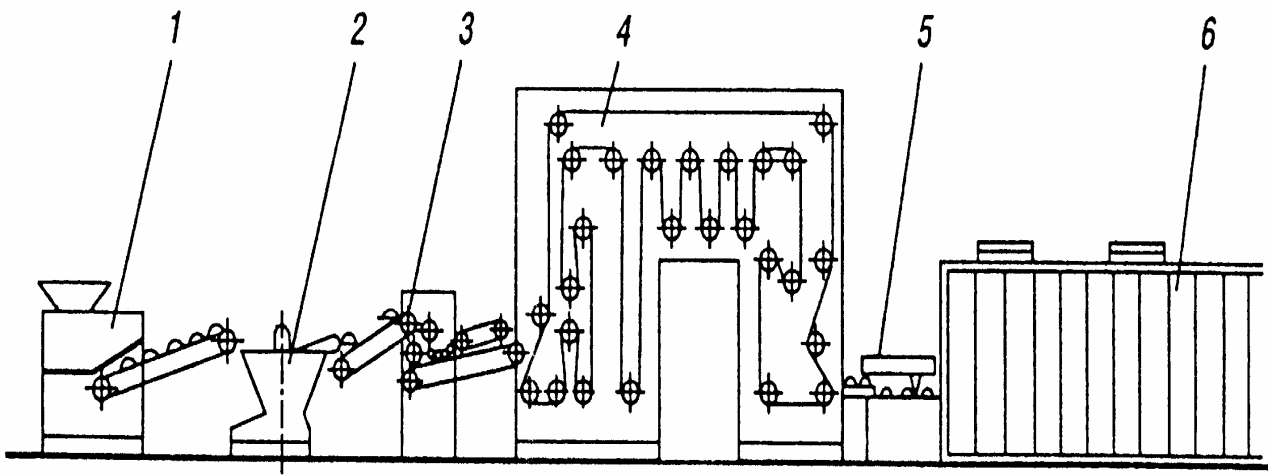
ნახ. 17. ცომის დამგუნდავებელი XTO

- 1 – მოძრავი კონუსური ჭიქა, 2 – სპირალური ტრანსპორტიორი,  
3 – ჩასატვირთი სარქველი, 4 – ტრანსპორტიორი.

**ცომის ნაწარმის ფორმირება.** ფორმირების მეთოდი დამოკიდებულია ნაწარმის სახეზე. ფორმის პურისათვის ცომის ფორმირება ხდება მეტალურ ფორმებში (გარკვეული ზომის და კონფიგურაციის), სხვა ნაწარმი ფორმირდება სპეციალურ ცომის გასაბრტყელებელ დანადგარებზე და მიეცემა გარკვეული, ამ ნაწარმისათვის დამახასიათებელი ფორმა.

**ცომის საბოლოო დაყოვნება.** ცომის საბოლოო დაყოვნება ხდება ცხობამდე, დაყოფის, დამრგვალებისა და ფორმირების შემდეგ. ამ სტადიებზე ცომის ფოროვანი სტრუქტურა ირღვევა და თითქმის მთლიანად იკარგება  $CO_2$ . ცომის დაყოვნებისას ნაწარმი ინტენსიურად იზრდება მოცულობაში, ზედაპირი ხდება სწორი და ელასტიური, რაც უზრუნველყოფს მის კარგ ფორიანობას. დაყოვნება მიმდინარეობს  $35-40^{\circ}C$ -ზე  $75-85\%$  ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. ასეთი

ტენიანობის პირობებში ცომის ზედაპირი ადვილად იჭიმება  $CO_2$ -ის მოქმედებით – ნახეთქების გარეშე. ოპტიმალური პირობების შესანარჩუნებლად დამაყოვნებელ კარდას მიეწოდება წყლის ორთქლი დაბალი წნევით. დაყოვნების ხანგრძლიობა დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე, კონკრეტულად კი ფქვილის პურცხობის უნარზე, საფუარის რაოდენობასა და ხარისხზე, ნაწარმის ფორმაზე, ფქვილის ხარისხზე და სახეობაზე, ნაწარმის რეცეპტურაზე, ცომის ტემპერატურაზე და ტენიანობაზე, პურის გამაუმჯობესებლებზე, პაერის ტემპერატურაზე და სხვა. დასაყოვნებელ კარდასში  $45^{\circ}C$ -ზე მაღალი ტემპერატურა უარყოფითად მოქმედებს საფუარზე;  $85\%$ -ზე მაღალი ფარდობითი ტენიანობა იწვევს ცომის დაწებებას ფორმებზე. დასაყოვნებელი კარდასის წარმადობა უნდა შეესაბამებოდეს საცხობი ღუმელის წარმადობას.



ნახ. 18. ხორბლის ფქვილისაგან დამზადებული ბატონების წარმოების მექანიზირებული ხაზის ცომდამყოფი ნაწილი

1 – ცომდამყოფი მანქანა, 2 – ცომის დასამრგვალებელი, 3 – ცომის დასაფორმებელი მანქანა, 4 – ცომის დასაყოვნებელი კონვეიერი, 5 – ნაჭდევების ჩასაჭრელი დანადგარი, 6 – ჩიხური ტიპის ღუმელი.

## თავი VIII

### ც ხ ო ბ ა

პურის ნაწარმის გამოცხობა ხდება საცხობ საკანში  $200-280^{\circ}\text{C}$ . 1 კგ პურის გამოცხობას სჭირდება  $\approx 290-540$  კჯ (70-130 კკალ) სითბო, ეს სითბო ძირითადად იხარჯება ცომიდან ნესტის აორთქლებაზე და მის გასაცხელებლად ნაწარმის ცენტრში  $96-97^{\circ}\text{C}$ -მდე.

ცომი თბება თანდათანობით, ყველა პროცესი, რომელსაც ადგილი აქვს ცხობისას, იწყება ზედაპირიდან და მიმდინარეობს არა ერთდროულად მის მასაში, არამედ ფენებად, თავიდან გარე ფენებში, შემდეგ კი გადაინაცვლებს თანდათან ცენტრისაკენ.

**ქერქის წარმოქმნა.** პურის მკვრივი ქერქის წარმოქმნა ხდება ცომის ზედაპირის გარე შრის გაუწყლოების შედეგად. ცომის მკვრივი ქერქი წყვეტს პურის მოცულობის ზრდას, ამიტომ ქერქი უნდა წარმოიქმნას არა უცებ, არამედ თანდათანობით, 6-8 წთ-ის შემდეგ ცხობის დაწყებიდან, როცა ცომის მოცულობა მაქსიმუმს მიაღწევს. საცხობი საკნის პირველ ზონაში აწვდიან წყლის ორთქლს, რომლის კონდენსაცია ნაწარმის ზედაპირზე ამუხრუჭებს გარე ფენის გაუწყლოებას და ქერქის წარმოქმნას. რამოდენიმე წთ-ის შემდეგ ზედა ფენა, გაცხელებული  $100^{\circ}\text{C}$ -მდე, იწყებს ნესტის დაკარგვას და  $110-112^{\circ}\text{C}$ -ზე გარდაიქმნება თხელ ფენად, რომელიც შემდგომში თანდათან სქელდება ქერქის გაუწყლოების შედეგად. ნესტის ნაწილი (50%) ორთქლდება გარემომცველ გარემოში, ხოლო ნაწილი გადაინაცვლებს ცომის გულისაკენ, რამდენადაც ნესტი გათბობისას (სხვადასხვა ნაწარმისათვის) ყოველთვის გადადის უფრო ცხელი ნაწილიდან (ქერქიდან) უფრო ნაკლებად გამთბარი ნაწილისაკენ (გულისაკენ), ამიტომ გულის სინესტე ამ გადაინაცვლებისას იზრდება 1,5-2,5%-ით; ქერქის სინესტე ცხობის დასასრულისათვის შეადგენს მხოლოდ 5-7%-ს, ანუ ქერქი ფაქტიურად გაუწყლოებულია. ქერქის ტემპერატურა ცხობის დასასრულს  $\approx 160-180^{\circ}\text{C}$ -ია, ამაზე მაღალ ტემპერატურას

ქერქი ვერ აღწევს, რამდენადაც გადაცემული სითბო იხარჯება პურის გუნდში ნესტის აორთქლებაზე და მიღებული ორთქლის გათბობაზე;

პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს გარე შრეში და ქერქში, მდგომარეობს სახამებლის კლეისტერიზაციასა და დექსტრინიზაციაში, ცილების დენატურაციაში, არომატული და მუქად შეღებილი ნივთიერებების წარმოქმნასა და ორთქლის გაქრობაში ცხობის პირველ ეტაპზე ორთქლის კონდენსაციის შედეგად სახამებელი ცომის ზედაპირზე განიცდის კლეისტერიზაციას, ნაწილობრივ გადადის ხსნადი სახამებლის მდგომარეობაში და დექსტრინებში, ეს თხევადი მასა ავსებს ზედაპირის ფორებს, ავსებს ქერქის უსწორმასწორო ზედაპირს და გაუწყლოების შედეგად ანიჭებს მას სიკრიალეს. ცილების დენატურაცია ნაწარმის ზედაპირზე მიმდინარეობს 70-90°C-ზე, იგი უზრუნველყოფს მკვრივი, არაელასტიური ქერქის წარმოქმნას. ქერქის გაშუქება ღია-ყავისფრად ან ყავისფრად აისხნება შაქრების კარამელიზაციით, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ყავისფერი პროდუქტები (კარამელი), ამინომჟავებსა და შაქრებს შორის რეაქციით გროვდება არომატული და მუქად შეღებილი მელანოიდები. ქერქის შეფერილობა დამოკიდებულია ცომში ამინომჟავებისა და შაქრების რაოდენობაზე, ცხობის ხანგრძლიობაზე და საცხობი საკნის ტემპერატურაზე. ქერქის ნორმალური შეფერილობისათვის საჭიროა ცომში (ცხობის მომენტში) იყოს არა ნაკლებ 2-3% შაქარი (ფქვილის მასასთან შედარებით). არომატული ნივთიერებები (ძირითადად ალდეჰიდები) ქერქიდან გადაინაცვლებენ გულისაკენ, რაც აუმჯობესებს ნაწარმის გემოვნებით ხარისხს. ქერქის ხვედრითი მასა (ნაწარმის მასასთან შედარებით) შეადგენს 20-40%-ს. რაც ნაკლებია ნაწარმის მასა, მით მეტია ქერქის მასური წილი პურში.

**გულის წარმოქმნა.** ცხობის პროცესში ცომის ნაწარმში იხშობა მადულარა მიკროფლორა, იცვლება ფერმენტების აქტიობა, წარმოებს სახამებლის კლეისტერიზაცია და ცილების დენატურაცია, იცვლება სინესტე, იცვლება ცომისა და პურის შიგა ფენების ტემპერატურა; საფუარისა და ბაქტერიების სიცოცხლისუნარიანობა ცხობის პირველ ეტაპზე იზრდება, რის გამოც აქტიურად

მიმდინარეობს სპირტული და რძემჟაური დუღილი. 55-60°C-ზე კვდება საფუარი და არათერმოფილური რძემჟავა ბაქტერიები, ხოლო 80°C-ზე კვდებიან თერმოფილური ბაქტერიებიც. ცხობის დასაწყისში იზრდება სპირტის, CO<sub>2</sub>-ის და მჟავების რაოდენობა, ეს დადებითად მოქმედებს პურის ხარისხზე.

ჭკავის ცომში, რომელსაც აქვს მაღალი მჟავიანობა, α-ამილაზა იშლება 70°C-ზე, ხოლო ხორბლის ცომში 80°C-ზე. თუ ცომი შეიცავს დიდი რაოდენობით α-ამილაზას, მაშინ იგი სახამებლის მნიშვნელოვან რაოდენობას გადაიყვანს დექსტრინებში, რაც უარყოფითად მოქმედებს პურის გულზე. ცომისა და პურის პროტეოლიტური ფერმენტები ინაქტიურდებიან 85°C-ზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ძირითადი პროცესი, რომელიც ცომს გადაიყვანს პურის მდგომარეობაში, არის სახამებლისა და ცილოვანი ნივთიერებების მდგომარეობის ერთდროული ცვლილება. სახამებლის მარცვლები 55-60°C ტემპერატურიდან განიცდიან კლეისტერიზაციას, მარცვლებში იქმნება ნაპრალები, რომელშიც შეაღწევს სინესტე, რის გამოც მისი მოცულობა იზრდება. კლეისტერიზაციისას სახამებელი შთანთქმავს როგორც თავისუფალ წყალს, ასევე ცილების დენატურაციით წარმოქმნილ წყალს, სახამებლის კლეისტერიზაცია მიმდინარეობს წყლის ნაკლებობის პირობებში, თავისუფალი წყალი ცომში უკვე აღარ რჩება, ამიტომ პურის გული ხდება მშრალი და შეხებისას არაწებვადი.

გულის სინესტე ცხელი პურისათვის იზრდება ცომის სინესტესთან შედარებით 1,5-2,5%-ით. ეს გამოწვეულია იმ სინესტის ხარჯზე, რომელიც გადაეცემა პურის გულს გარე ფენებიდან. ნესტის უკმარისობის გამო სახამებლის კლეისტერიზაცია მიმდინარეობა ნელა და მთავრდება მხოლოდ ცომის ცენტრალური ფენის გათბობით 96-98°C-მდე. ცენტრის ტემპერატურა ამაზე ზევით ვეღარ აღწევს, რადგანაც ცომის გული შეიცავს დიდი რაოდენობით ნესტს და გადაცემული სითბო იხარჯება მის აორთქლებაზე და არა მასის გათბობაზე.

ჭკავის ცომის ცხობისას მიმდინარეობს არა მარტო კლეისტერიზაცია, არამედ, სახამებლის გარკვეული რაოდენობის მჟაური ჰიდროლიზიც, რაც ზრდის

დექსტრინებისა და შაქრების რაოდენობას ცომსა და პურში. სახამებლის ზომიერი ჰიდროლიზი აუმჯობესებს პურის ხარისხს.

ცილის მდგომარეობის ცვალებადობა იწყება  $50-70^{\circ}\text{C}$ -ზე და მთავრდება  $\approx 90^{\circ}\text{C}$ -ზე. ცხობის პროცესში ცილოვანი ნივთიერებები განიცდიან თბურ დენატურაციას, რის გამოც ისინი მკვრივდებიან და გამოყოფენ წყალს, რომელსაც ცომი შთანთქავს. გამკვრივებული ცილები ამაგრებენ გულის ფოროვან სტრუქტურას და ნაწარმის ფორმას, წარმოიქმნება ცილოვანი კარკასი, რომელშიც ჩამჯდარია სახამებლის გაჯირჯეებული მარცვლები. თბური დენატურაციის შედეგად წყდება ნაწარმის მოცულობასი ზრდა.

**ნაწარმის მოცულობაში ზრდა.** გამომცხვარი ნაწარმის მოცულობა 10-30%-ით მეტია ვიდრე ცომისა ლუმელში მოთავსების წინ. მოცულობის ზრდა მიმდინარეობს ცხობის პირველსავე წუთებში სპირტული დუღილის ხარჯზე –  $79^{\circ}\text{C}$ -ზე, როცა სპირტი გადადის აირად მდგომარეობაში, აგრეთვე ცომში აირებისა და ორთქლის თბური გაფართოების ხარჯზე. საკმარისად მაღალი ტემპერატურა ქვედისა – ლუმელის პირველ ზონაში ( $200^{\circ}\text{C}$ ) იწვევს ორთქლისა და აირების ინტენსიურ წარმოქმნას ცომის ქვედა ფენაში, რომელიც სწრაფად მიიწვეს ზევითკენ. ეს ადიდება ნაწარმის მოცულობას.

მზა ნაწარმის ძირითადი მაჩვენებელია ტემპერატურა (გულის ცენტრში ცხობის დასასრულს ტემპერატურა უნდა იყოს  $95-97^{\circ}\text{C}$ ) და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები – ქერქის ფერი, პურის მოცულობა, პურის გულის მდგომარეობა.

**ცხობის დანაკარგი.** ცხობის დანაკარგი არის სხვაობა ცომის მასასა და ცხელ პურს შორის. იგი გამოისახება %-ით. ამ დანაკარგის მიზეზია ნესტის აორთქლება, ნაწილობრივ სპირტის, აქროლადი მჟავების და  $\text{CO}_2$ -ის დაკარგვა. ცხობის დანაკარგი ყველაზე დიდი დანაკარგია პურის წარმოებაში. მისი მნიშვნელობა ცომის მასასთან შედარებით 6-12%-ია და დამოკიდებულია ცომის ნაწარმის ფორმასა და მასაზე, აგრეთვე ცხობის მეთოდზე, რაც ნაკლებია ნაწარმის მასა, მით მეტია ცხობის დანაკარგი, რადგანაც ცხობის დანაკარგი

ძირითადად ქერქის წარმოქმნით არის განპირობებული და ქერქის %-ული შემადგენლობა კი წვრილფუნთუშეულისათვის მეტია, ვიდრე მსხვილისათვის. ფორმის პურისათვის ცხობის დანაკარგი ნაკლებია, რადგანაც ისინი კარგავენ სინესტეს ზედა ქერქის ხარჯზე. რაც მეტად ინამება ნაწარმი ცხობისას, მით გვიან წარმოიქმნება ქერქი და მით უფრო ნაკლები იქნება ცხობის დანაკარგი.

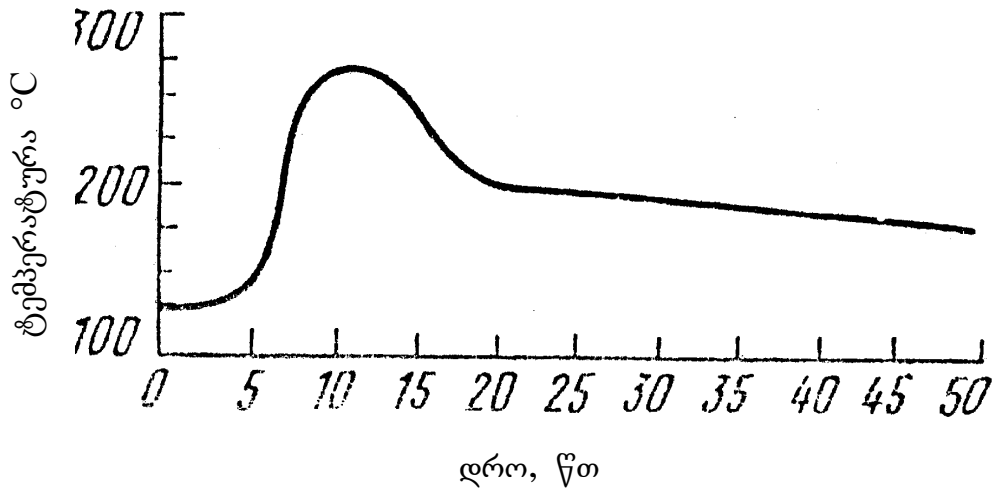
**ცხობის რეჟიმი.** ცხობის რეჟიმის ქვეშ იგულისხმება ცხობის დრო, ტემპერატურა და ტენიანობა.

დატენიანების ზონაში უნდა იყოს  $\approx 80\%$  ფარდობითი ტენიანობა და  $160^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურა. ამაზე მაღალი ტემპერატურა შეაჩერებს ორთქლის კონდენსაციას. ორთქლის კონდენსაცია აჩქარებს ცომის გაცხელებას, ადიდებს ნაწარმის მოცულობას, აუმჯობესებს გემოს, არომატს, ზედაპირის მდგომარეობას. 1-ტონა ფუნთუშეულის ცხობაზე ორთქლის თეორიული ხარჯი  $\approx 40$  კგ-ია, ხოლო პრაქტიკული 200-300 კგ. დატენიანების ზონაში პური უნდა იმყოფებოდეს 2-5 წთ; ნაწარმი მატულობს მოცულობაში, თბება  $35-40^{\circ}\text{C}$ -მდე ცენტრში და  $70-80^{\circ}\text{C}$ -მდე ზედაპირზე.

მაღალი ტემპერატურის ზონაში ( $270-280^{\circ}\text{C}$ ) საცხობი საკნის არე არ ტენიანდება. აქ მოხვედრილი ცომი თავიდანვე ინტენსიურად იზრდება მოცულობაში, რაც გამოწვეულია სპირტის ორთქლადქცევისა და აირების და ორთქლის თბური გაფართოებით, ყალიბდება ქერქი; ქერქის ტემპერატურა აღწევს  $100-110^{\circ}\text{C}$ , ხოლო გულის ცენტრში  $50-60^{\circ}\text{C}$ . ამ ეტაპზე იხარჯება ცხობის მთლიანი დროის 15-22%.

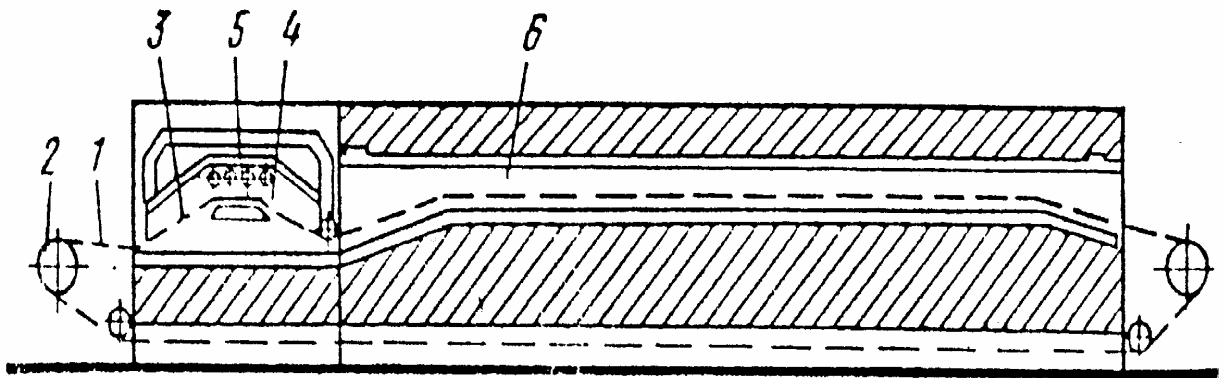
დაბალი ტემპერატურის ზონაში ( $180^{\circ}-220^{\circ}\text{C}$ ) ხდება ძირითადად ცხობა. აქ გრძელდება და მთავრდება ქერქის ჩამოყალიბება. საკნის ტემპერატურისაგან დამოუკიდებლად ქერქის ტემპერატურა არ აღწევს  $160-180^{\circ}\text{C}$ -ზე მაღლა.

განვიხილოთ საცხობი საკნის ტემპერატურული რეჟიმის გრაფიკი:



ნახ. 19. ტემპერატურული რეჟიმის გრაფიკი საცხობ საკანში

განვიხილოთ გამჭოლი ტიპის საცხობი ღუმელის სქემა. დატენიანების ზონა გამოტანილია საცხობი საკნის გარეთ. ცხობის ხანგრძლიობა რეგულირდება კონვეირის სიჩქარით.



ნახ. 20. ღუმელის სქემა

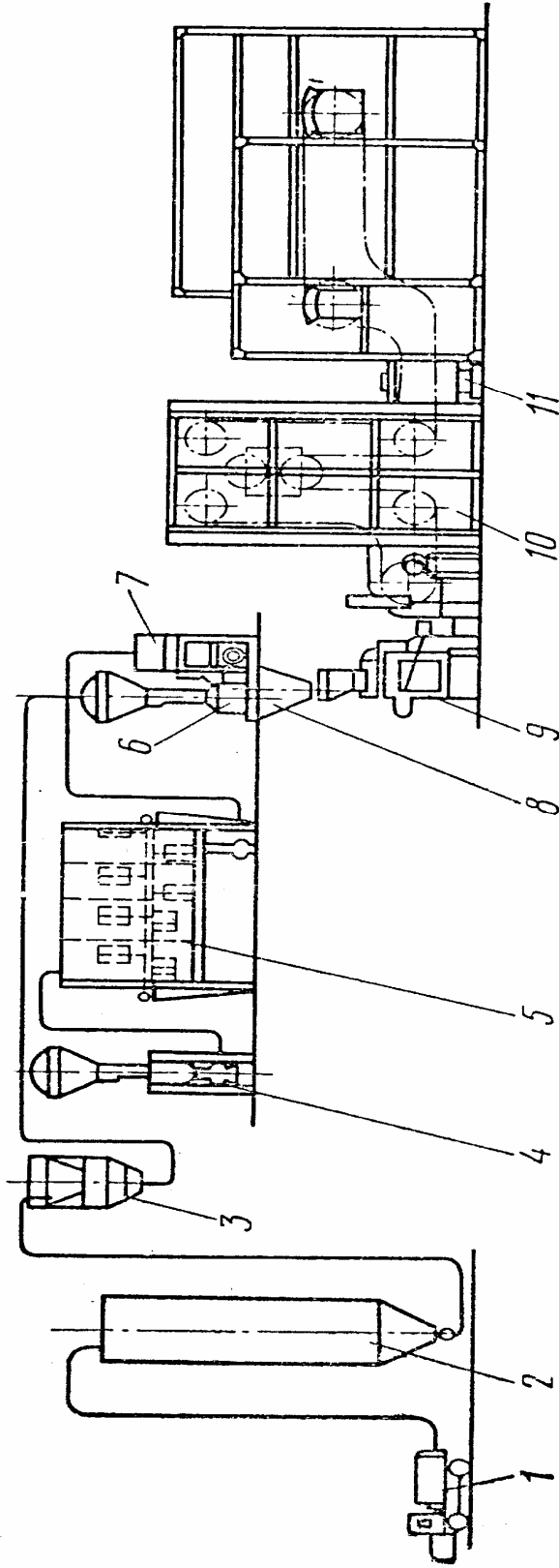
- 1 – ღუმელის ჩასატვირთი ნაწილი, 2 – ღუმელის ლილვი, 3 – ლენტური ბადისებური ქვედი, 4 – ნაწარმის ჰიდროთერმული დამუშავების საკანი, 5 – მილები ორთქლის მოსაწოდებლად, 6 – საცხობი საკანი

ჭვავის ფორმის პური ცხვება დაუტენიანებულ საცხობ საკანში. ფორმის პურის ცომს აქვს მაღალი ტენიანობა, ნაწარმი მოცულობაში იმატებს უმნიშვნელოდ, სპეციალური დატენიანება ცომს არ სჭირდება. საცხობი საკნის არე ტენიანდება ცომიდან აორთქლებული წყლით. პირველ ზონაში ჭვავის პურისათვის

ტემპერატურა  $260-280^{\circ}\text{C}$ -ია, ხოლო მეორე ზონაში  $200-190^{\circ}\text{C}$ . ჭვავის ფორმის პურისათვის (1 კგ) ცხობის ხანგრძლიობა 60-61 წთ-ია, ხოლო ჭვავ-ხორბლის პურისათვის 57-58 წთ. ღუმელიდან გამოსვლისას პური უნდა დაინამოს წყლის წვეთებით, ეს აუქმბებს მისი ზედაპირის მდგომარეობას, ამცირებს ცხობისა და შრობის დანაკარგს.

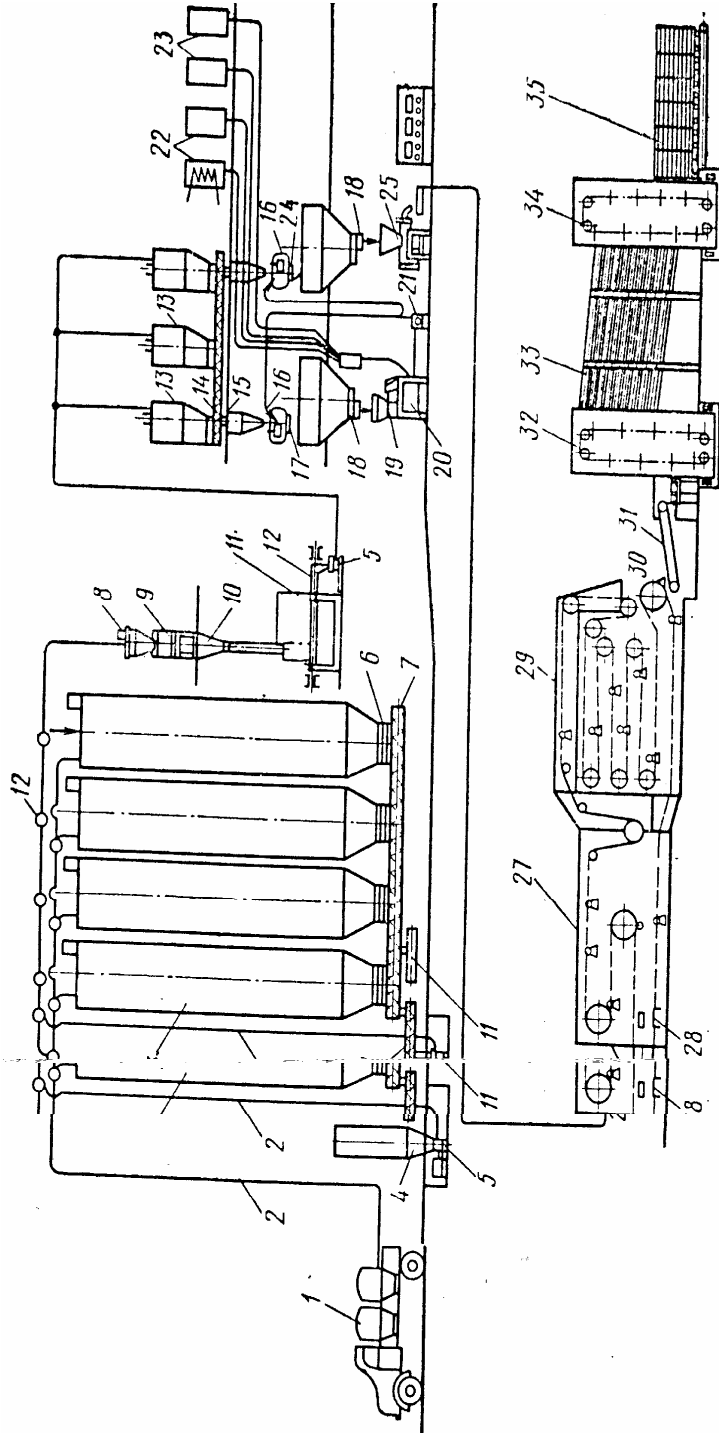
ზოგიერთი ძირის პურისათვის (რიგის პური, მინსკის პური, უკრაინული პური) ჭვავის ფქვილისაგან მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას ცომის ნამზადის წინასწარი „შებრაწვა“, რაც ხდება საცხობ საკანში  $320-350^{\circ}\text{C}$ -ზე, 4-5 წთ-ის განმავლობაში, ამის შემდეგ ხდება მათი დანამვა და გარკვეული დაყოვნების შემდეგ ცხობა  $230^{\circ}\text{C}$ -ზე. ასეთი მეთოდით გამომცხვარ პურს აქვს სპეციფიური სუნი და არომატი, გაუმჯობესებული ფორმა. ასეთი სახის ნაწარმისათვის მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას გამჭოლი ტიპის ღუმელები სპეციალური დასაბრაწი საკნებით.

განვიხილოთ პურის წარმოების ტექნოლოგიური სქემები (ნახ. 21, 22, 23).



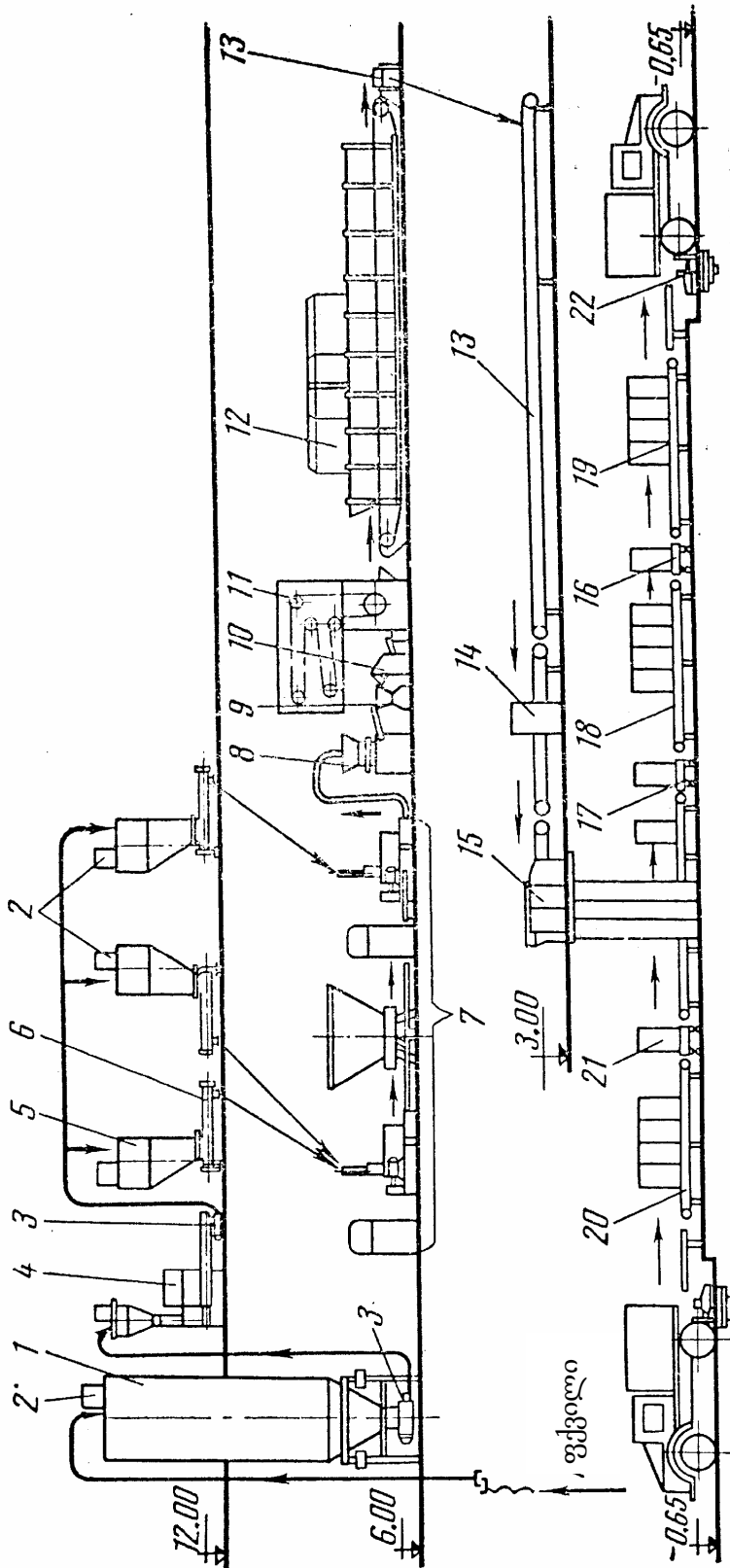
ნახ. 21. პურის წარმოების სქემა

- 1 - ავტოფექცილმზიდი; 2 - ფექცილის შესანახი სილოსი; 3 - ფექცილის საცრელი დანადგარი; 4 - უწყვეტი ქმედების ფაზის შემრევი მანქანა; 5 - ფაზის დასაყოვნებელი დანადგარი; 6 - ცომსაზული მანქანა; 7 - მაღოზირებელი სადგური; 8 - ბუნკერი ცომისათვის; 9 - ცომდამყოფი; 10 - დამყოფებელ საცხობი აგრეგატი; 11 - პურის გადმოსატვირთი მექანიზმი



ნახ. 22. პურის წარმოების სქემა

1 – ავტოფექელმზიდი; 2 – მილგაცვანდობა აეროზოლოური ტრანსპორტირებისათვის; 3 – სილოსები; 4 – ტომრებიდან ფეკილის მიმღები; 5 – პერუმბები; 6 – სილოსქემა დოზატორი; 7 – შნეკი; 8 – შუალედური ბუნკერი; 9 – ავტომატური სასწორი; 10 – მიმღები ბუნკერი; 11 – საცერი; 12 – შნეკი; 13 – საწარმო სილოსები; 14 – მკვებავი შნეკი; 15 – ავტოფექილმზიდი; 16 – მარეგულირებელი ქმედების კომსაზღელი; 17 – ხუთსექციანი მბრუნავი ბუნკერი აფრისა და ხაშისათვის; 18 – მარეგულირებელი ფარი; 19 – აფრის, ხაშის დოზატორი; 20 – შმ-რევი; 21 – გავირჯეგებული მასის გადასაქანი ტუმბო; 22 – ცხელი და ცივი წყლის მოცულობები; 23 – მოცულობები მარილხსნარისა და სხვა ნახევარფაბრიკატები; 24 – ხუთსექციანი მბრუნავი ბუნკერი კომისათვის; 25 – ცომ-დამყოფი; 26 – დამყოფებელ კარადაში ცომის ნაწარმის ჩამტვირთავი მექანიზმი; 27 – დასაყოფებელი კარადა (აკვებიანი) ჯაჭვიური კონვეიერ-ლემელთა დამაკავშირებელი; 28 – ფორმების შმზუთავი; 29 – ავტომატური პურსაცხობი ლუმელი ჯაჭვიური კონვეიერი; 30 – მზა ნაწარმის გადმოტვირთი; 31 – პურის დამწვობი მექანიზმი; 32-34 – აკვებიანი ელექტორი; 33 – თაროები პურისათვის; 35 – კონტეინერი.



ნახ. 23. პურის წარმოების სქემა

1 – სილოსი ფქვილისათვის; 2 – ფქვილის მკვებავი; 3 – ფქვილის მკვებავი; 4 – ფქვილის გამტარი; 5 – საწარმო სილოსი ფქვილისათვის; 6 – მკვებავი შუი; 7 – ცომსაზღვრი აგრეგატი; 8 – ცომდამყოფი; 9 – ცომის დამფუნდავებელი მანქანა; 10 – ცომის შემფარაველი მანქანა; 11 – დამაყოფებელი კარადა; 12 – პურის საცხობი გამჭოლი ლუმელი; 13 – კონვეიერი; 14 – პურის დამასარისებელი მექანიზმი; 15 – პურის დამწვობი აგრეგატი; 16,17 – სატრანსპორტო კონვეიერი; 18 – შემკრები კონვეიერი; 19 – ჩამტვირთავი კონვეიერი; 20 – ცარიელი კონტეინერების შემტვირთველი კონვეიერი; 21 – ცარიელი კონტეინერების გადასაბმელი მექანიზმი; 22 – ცარიელი კონტეინერების შემტვირთველი მექანიზმი.

## თავი IX

### პურის ნაწარმის შრობა და ხმოვა

**პურის ნაწარმის შრობა.** მზა ნაწარმი გარკვეული დროის განმავლობაში იმყოფება საწარმოს პურსაცავში, შემდეგ კი იგზავნება ექსპედიციაში. პურსაცავში ხდება პურის გამოშრობა. შრობის დანაკარგი არის წონათა სხვაობა ცხელ და ცივ პურს შორის, გამოსახული %-ში, წარმოებაში მისი მნიშვნელობა  $\approx 3-4\%$ -ია, ცხელი პურის მასასთან შედარებით. შრობა გამოწვეულია იმით, რომ შენახვისას პურის ნაწარმიდან ტენი პურის გულიდან გადაადგილდება ქერქისაკენ და მისი ზედაპირიდან ორთქლდება. ტენის გადაადგილება აიხსნება ქერქისა და გულის ტემპერატურული სხვაობით და ტენის სხვადასხვა კონცენტრაციით ქერქსა და გულში. ქერქი უფრო მალე ცივდება, ვიდრე გული, ამიტომ 2-3 სთ-ის შემდეგ გულის ტემპერატურა ისევ მაღალი იქნება ქერქის ტემპერატურაზე, რაც იწვევს ინტენსიურ თბურ გადაადგილებას გულიდან ქერქისაკენ. რაც უფრო დაბალია ჰაერის ტენიანობა პურსაცავში და რაც მეტია ჰაერის ტემპერატურა პურსაცავში მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს შრობა.

**პურის ნაწარმის ხმოვა.** ცხობიდან 8-10 სთ-ის შემდეგ პური იწყებს ხმობას. მისი გული ამ დროს კარგავს ელასტიურობას, ხდება ფხვიერი, ქვეითდება არომატი და გემო, მსხვრევადი ქერქი გადადის რბილ, ელასტიურ მდგომარეობაში. ყოველივე ეს ძირითადად გამოწვეულია სახამებლის სტრუქტურის ცვლილებით. კლვისტერიზებული სახამებელი შენახვისას დროთა განმავლობაში გამოყოფს ცხობის პროცესში შთანთქმულ ტენს და გადადის ფქვილის სახამებლისათვის დამახასიათებელ მდგომარეობაში. სახამებლის მარცვლები ამ დროს მჭიდროვდება და მოცულობაში იკლებს. გამოყოფილი ტენი სახამებლიდან შთანთქმება ცილებით, ნაწილი კი ორთქლდება. პურის ნაწარმის ხმოვაზე გავლენას ახდენს ფქვილის ხარისხი, რეცეპტურა და ნაწარმის დამზადების ტექნოლოგია. სხვადასხვა ფქვილის სახამებლის კლვისტერიზაცია და დაძველება მიმდინარეობს არათანაბრად. ჭკავის

ფქვილის სახამებელი ადვილად კლეისტერიზდება. მასში ბევრია წყალში ხსნადი ნივთიერებები და მეტია ორგანული მჟავების რაოდენობა, ეს ამუხრუჭებს ნაწარმის ხმობას. აფრისა და ცომის ინტენსიური მოზელა ანელებს ხმობის პროცესს. პრაქტიკულად დადგენილია, რომ შესამჩნევად ამცირებს ხმობის პროცესს გამაუმჯობესებლების გამოყენება, აგრეთვე აფრისა და ცომის მოზელისას ფქვილის ნახარშის, თხევადი საფუარის გამოყენება, ცხობის დროის გაზრდა, როგორც ჭვავის, ასევე ხორბლის ცომში. პური დიდი ხნით ინარჩუნებს სიახლეს, თუ მას შეინახავენ შეფუთულ მდგომარეობაში მაღალ ტემპერატურაზე და მაღალი ტენიანობის გარემოში. დადგენილია, რომ 7-20°C-ზე შენახული პური უფრო მალე ხმება, ხოლო პური შენახული 60°C-ზე ან გაყინულ მდგომარეობაში პრაქტიკულად არ ხმება, მაგრამ პური არ ინახება 60°C-ზე, რადგან ეს მეთოდი უარყოფითად მოქმედებს მის ხარისხზე. წარმოებაში პური ინახება 4-6 სთ-ის განმავლობაში 27-30°C-ზე ჰაერის ფარდობითი ტენიანობით 80-85%. ნაწარმის გაყინვა (განსაკუთრებით წვრილი-ცალობითი ნაწარმი) ხდება (-18)-(-20)°C-მდე 2-3 სთ, ხოლო (-15)-(-20)°C-ზე რამოდენიმე დღის განმავლობაში (10-15 დღე). რეალიზაციის წინ უნდა მოხდეს მისი მოთავსება 50°C-იან საკანში, ნაწარმის გაყინვა ეფექტური ხერხია პურის სიახლის შენარჩუნებისათვის, მაგრამ საკმაოდ რთული და ძვირადღირებული მეთოდია.

## თაზი X

### პურის დაავადებები

**კარტოფილის დაავადება.** კარტოფილის დაავადებისას პურის გული მიკროორგანიზმების მოქმედების შედეგად ხდება ძაფისებური, წებვადი, მეტად არასასიამოვნო სუნითა და გემოთი. ამ დაავადების გამომწვევია სპორების წარმომქმნელი ბაქტერიები – თივის ჩხირები, ეს მიკროორგანიზმები ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში (ჰაერში, ნიადაგში). ისინი ქმნიან სპორებს, რომლებიც მდგრადია ტემპერატურის მომატებისას. დადგენილია, რომ 100°C-ზე იღუპებიან 6 სთ-ის შემდეგ, 113°C-ზე 45 წთ-ის შემდეგ, 125°C-ზე 10 წთ-ის შემდეგ, ხოლო 130°C-ზე მომენტალურად. ამიტომ ეს სპორები პურის ცხობისას, პურის გულში ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას. თივის ჩხირის გავრცელების ოპტიმალური ტემპერატურაა 35°C-დან 50°C-მდე მგრძობიარეა მჟავე არეში, მისთვის ოპტიმალური არეა pH 5-დან 10-მდე; ძირითადად პურის დაავადება თივის ჩხირით ხდება ზაფხულში.

დადგენილია, რომ პურსაცავში ტემპერატურის 37°C-დან 25°C-მდე დაცემისას 24-30 სთ-ის განმავლობაში დამუხრუჭებული იყო ეს დაავადება, ხოლო 16°C-ის ტემპერატურის პირობებში კი პრაქტიკულად შეწყდა. პურის სინესტის მომატება აჩქარებს პურის დაავადების პროცესს.

თივის ჩხირი, რომელიც იწვევს კარტოფილის დაავადებას, წარმოადგენს აქტიური ამილოლიტური და პროტეოლიტური ფერმენტების კომპლექსს, რომელთა მოქმედებაც იწვევს სპეციფიურ ცვლილებებს პურის გულში. სპეციფიური სუნი და გემო პურში გამოწვეულია პურის გულის ცილოვანი ნივთიერებების ღრმა პროტეოლიზით. თივის ჩხირის პროტეინაზა აქტიურია დიაპაზონში pH 5-10-მდე და აქტიურობის მაქსიმუმს აღწევს pH 7-9 დიაპაზონში. ცომში სიმჟავის მომატება არის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მეთოდი ამ დაავადების წინააღმდეგ ბრძოლისა. pH 4,5–5 დიაპაზონში დაავადება პურისა პრაქტიკულად არ

წარმოიშობა. ჭვავის პურში, რომლის მჟავიანობა  $12^{\circ}\text{H}$ , კარტოფილის დაავადება პრაქტიკულად არ შემჩნეულა. თუ პურის გულს აქვს დაავადების ნიშნები, მაშინ ფქვილი ითვლება საშიშად, ასეთ შემთხვევაში ფქვილს იყენებენ ორცხობილას წარმოებაში; თავდაცვის მიზნით, ცომის სიმჟავის მომატება ხდება ცომში ძმარმჟავას ან ძმარმჟავაკალციუმის დამატებით  $0,1-0,2\%$  ფქვილის მასასთან შედარებით, ან შეიძლება ცომის სიმჟავის აწევა თხევადი საფუარის დამატებით. კარტოფილის ჩხირით დაავადებული პური უნდა გადამუშავდეს და გამოშრეს  $100^{\circ}\text{C}$ -ზე, ეს ამუხრუჭებს მათ გამრავლებას. დაავადების გავრცელებისას პური უნდა განადგურდეს, მოხდეს დანადგარებისა და შენობის დეზინფექცია, ჭურჭლის დამუშავება  $3\%$ -იანი ქლორიანი კირით, ცხელი წყლით და სხვა, წისქვილებსა და ქარხნებში შემოწმება ხდება შემდეგნაირად: აცხობენ უაფრო წესით პურის კოკორს, ახვევენ ტენიან ქალაღში და ათავსებენ  $37-40^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე თერმოსტატში 24 სთ-ის განმავლობაში, შემდეგ ჭრიან; თუ პურის გულს აქვს დაავადების ნიშნები, მაშინ ფქვილი ითვლება საშიშად და ღებულობენ შესაბამის ზომებს. შემოწმება ძირითადად ხდება ცხელი ზაფხულის პერიოდში.

**სასწაული ჩხირით გამოწვეული დაავადება.** ეს დაავადება გვხვდება იშვიათად. სასწაული ჩხირი არის ბაქტერია სპორის გარეშე, ქმნის წითელი ფერის პიგმენტს. მისი ზრდის ოპტიმალური ტემპერატურაა  $25-30^{\circ}\text{C}$ . იგი გვხვდება მიწაზე, წყალში. მოხვდება რა პურში გარე სამყაროდან, აწითლებს პურის გულს, აშაქრებს სახამებელს და შლის პურის ცილებს, ცვლის პურის სასაქონლო სახეს.  $40^{\circ}\text{C}$ -ზე იგი იღუპება, ამიტომ ამ დაავადების აფეთქების თავიდან ასაცილებლად საჭიროა შენობა, ჭურჭელი და დანადგარები დამუშავდეს მღუღარე წყლით.

**ცარცის დაავადება.** ამ დაავადებას იწვევს საფუერისმაგვარი სოკოები, რომელიც პურში ხვდება ფქვილიდან. მათი გამრავლებისას პურის ქერქსა და გულში წარმოიქმნება თეთრი მშრალი ლაქები, რომელიც ცარცს გვაგონებს. ეს

დაავადება გვხვდება იშვიათად, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის არ არის საშიში, მომხმარებლისათვის ითვლება დეფექტურ პურად.

**ობის დაავადება.** ობი წარმოიქმნება პურის ხანგრძლივი დროით შენახვისას, იგი ვითარდება გარე სამყაროდან ობის სოკოების მოხვედრისას პურში. მისი განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურაა  $25-35^{\circ}\text{C}$ , ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა 70-80%. ეს სოკოები ანადგურებენ პურის ქერქს და მიიწევენ გულისაკენ. დაობებული პური არ ექვემდებარება არც რეალიზაციას და არც მეორად გადამუშავებას, მისი თავიდან ასაცილებლად საჭიროა პური დამუშავდეს ეთილის სპირტით, ან შეიძლება ცომში შევიყვანოთ ქიმიური კონსერვატები (ძმარმჟავა კალციუმი). ასეთ შემთხვევაში პური ინახება რამოდენიმე თვის განმავლობაში.

## თავი XI

### პურის ხარისხის გასაუმჯობესებელი

მრავალი ქვეყნის რიგ საწარმოებში პრაქტიკაშია ცომში ისეთი დამატების შეყვანა, რომელიც აუმჯობესებს ნაწარმის ხარისხს – მოცულობას, ფორმას, გულის სტრუქტურას, გემოსა და არომატს. ეს გამაუმჯობესებლები მათი მოქმედების ხასიათით პირობითად შეიძლება იყოს დამჟანგველი ან აღმდგენელი მოქმედების, ფერმენტული პრეპარატები, ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, სხვა გასაუმჯობესებლები, მათ შორის კომბინირებულნიც.

**დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლები.** დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებელია ჟანგბადი, წყალბადის პეროქსიდი, კალიუმის ბრომატი, კალიუმის იოდატი, ამონიუმის პერსულფატი, ასკორბინის მჟავა, ქლორის დიოქსიდი, აცეტონის პეროქსიდი, იზოდიკარბონამიდი, კალციუმის პეროქსიდი და სხვა. უნდა აღინიშნოს, რომ მთელ რიგ ქვეყნებში სანიტარულ-ჰიგიენური ინსპექციები სხვადასხვანაირად უდგებიან ამ საკითხს. მაგ. აშშ-სა და მთელ რიგ ქვეყნებში ამ ჩამონათვალთან ზოგიერთის გამოყენება ნებადართულია შესაბამისი დოზით, სხვა ქვეყნებში ნებადართულია მხოლოდ ასკორბინის მჟავის გამოყენება, ხოლო ზოგ ქვეყანაში კი სასტიკად აკრძალულია ნებისმიერი ქიმიური მეთოდების გამოყენება ფქვილის გადამუშავებისას და შესაბამისად, ნებისმიერი ქიმიური ნაერთის გამოყენება დანამატისა და გამაუმჯობესებლის სახით.

ჰაერის ჟანგბადი ჩვენგან დამოუკიდებლად მონაწილეობს, როგორც დამჟანგველი ფქვილის მომწიფების პროცესში, ცომის მოზელის პროცესში, ცომის დუღილის პროცესში. მრავალ კვლევებში ნაჩვენებია, რომ ცომის მოზელისას ჟანგბადით მდიდარ ჰაერის ატმოსფეროში დამჟანგველი მოქმედება აუმჯობესებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებს.

წყალბადის პეროქსიდი –  $H_2O_2$ . ძლიერი დამჟანგველია, მთელ რიგ შრომებში აღწერილია მისი გამოყენება ხორბლის პურის ცხობაში, თუმცა

პრაქტიკულად ამ მეთოდმა გამოყენება ვერ ჰპოვა.

კალიუმის ბრომატი  $KBrO_3$  და კალიუმის იოდატის- $KIO_3$  გამოყენება ცნობილია ჯერ კიდევ 1930 წლიდან. კალიუმის ბრომატი შეყავთ ცომში 0,001-0,004%-ის ოდენობით, ხოლო კალიუმის იოდატი 0,0004-0,0008%, ფქვილის მასასთან შედარებით. მათი გამოყენება აუმჯობესებს პურის მოცულობას 10-40%-ით, ფორიანობას ზრდის და აუმჯობესებს გულის სტრუქტურას. პურის გული ხდება უფრო ღია, ხოლო კანი უფრო შეფერილი. აშშ-ში დამუხანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლის სახით გამოიყენება კალიუმის ბრომატისა და იოდატის ნარევი შეფარდებით 4:1.

ამონიუმის თიოსულფატის, როგორც გამაუმჯობესებლის, გამოყენება ფქვილში პრაქტიკაშია ჯერ კიდევ 1911 წლიდან ( $(NH_4)_2S_2O_3$ ), გამოიყენება 0,01-0,02% ფქვილის მასასთან შედარებით.

ასკორბინის მჟავას (C-ვიტამინი) გამოყენება დაშვებულია ისეთ ქვეყნებშიც კი, სადაც ნებისმიერი ქიმიური გამაუმჯობესებლის გამოყენება აკრძალულია. იგი შეიძლება დაემატოს ფქვილს მშრალ მდგომარეობაში, ან ცომში, გამოიყენება 0,001-0,003%-ის ოდენობით ხორბლის უმ/ხ და I/ხ ფქვილში და 0,003-0,005%-ის ოდენობით ხორბლის II/ხ ფქვილში.

**აღმდგენელი მოქმედების გამაუმჯობესებლები.** ასეთი გამაუმჯობესებლის გამოყენება მიზანშეწონილია, როცა გვაქვს ცომი ძლიერი წებოგვარათი, ამ მიზნით გამოიყენება ნატრიუმის თიოსულფატი ( $Na_2S_2O_3$ ) 0,001-0,002% ფქვილის მასასთან შედარებით.

**ფერმენტული პრეპარატები.** ფერმენტული პრეპარატები თამაშობენ მნიშვნელოვან როლს პურის წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესში. ასეთია ამილოლიტური და პროტეოლიტური პრეპარატები, რომლებიც უზრუნველყოფენ აირწარმოქმნას ცომის დუღილისას და აუმჯობესებს ცომის აირდაჭერისა და ფორმამედგობის თვისებებს.

**მარცვლოვანი ალაო და ალაოს პრეპარატები.** არსებობს ასეთი ალაოს ორი სახე: ჭვავის მშრალი ფერმენტული ალაო და არაფერმენტული.

ჭვავის მშრალი ფერმენტული ალაო (წითელი) მიიღება ჭვავის მარცვლის გადაზრდით, ფერმენტაციით, გაშრობითა და დაფქვით.

ჭვავის მშრალი არაფერმენტული ალაო (ღია) მიიღება იმავე გზით, ფერმენტაციის გარეშე. ფერმენტაციის პროცესში იგულისხმება გადაზრდილი მარცვლის დაყოვნება მაღალ ტემპერატურაზე. ფერმენტული ალაოს შრობაც მიმდინარეობს მაღალ ტემპერატურაზე. ამ დროს ინტენსიურად მიმდინარეობს მელანოიდინების წარმოქმნის პროცესი, რომელიც ანიჭებს ალაოს წითელ ფერს და სპეციფიკურ გემოსა და არომატს. ასეთი ალაოს (ფერმენტულის) ფერმენტების აქტიობა დაბალია, რამოდენიმეჯერ ნაკლები, ვიდრე ჭვავის უქათო ფქვილისა, ამიტომ მისი დამატება უნდა განვიხილოთ არა როგორც ფერმენტული პრეპარატისა, არამედ როგორც გულის ფერის, გემოსა და არომატის გამაუმჯობესებლისა.

ფერმენტული (წითელი) ჭვავის ალაო გამოიყენება ნახარშების მომზადებისას ჭვავის ცომისათვის.

ჭვავის მშრალი არაფერმენტული ალაო, განსხვავებით ფერმენტულისაგან, გადაზრდის შემდეგ ექვემდებარება შრობას, რომელიც ხორციელდება დაბალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში, რამეთუ ამილოლიტურმა და პროტეოლიტურმა ფერმენტებმა, რომელთა აქტიობა მარცვლის გადაზრდისას მნიშვნელოვნად იზრდება, შეინარჩუნოს ეს აქტიობა შრობის შემდეგაც. გამოიყენება, როგორც გამაუმჯობესებელი, ისეთი ფქვილების გამოყენებისას, რომლებიც ხასიათდებიან დაბალი შაქრისა და აირწარმოქმნის უნარით.

**სოიოს ფქვილი.** ლიპოქსიგენაზას აქტიობა სოიოს ფქვილში 10-15-ჯერ მეტია, ვიდრე სხვა მარცვლეულში, ამიტომ მისი გამოყენება მიზანშეწონილია პურის ცხობაში, როგორც დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლისა. ამ ფქვილის ლიპოქსიგენაზა ჟანგავს ჰიდროსულფიდურ ჯგუფებს, აუმჯობესებს ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზულ კომპლექსს, ადიდება ფქვილის ძალას, აუმჯობესებს ცილის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებს.

**კარტოფილის უჯრედის წვენი** – წარმოადგენს კარტოფილ-სახამებლის

წარმოების ნარჩენს. როგორც ცნობილია ნახშირწყლების, ცილების, მინერალური ნივთიერებების და ვიტამინების გარდა შეიცავს აქტიურ ლიპოქსიგენაზას, ამიტომ მისი გამოყენება აუმჯობესებს პურის ხარისხს.

**ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები.** ცომის მომზადებისას პრაქტიკაში მიღებულია ზოგიერთი ზედაპირულად აქტიური ნივთიერების (ზან) გამოყენება დანამატის სახით, რაც დადებითად მოქმედებს ცომისა და პურის თვისებებზე. პურის ცხობაში სპეციალური ზან-ის გამოყენება ხდება ჯანმრთელობისა და სანიტარულ-ჰიგიენური ინსპექციის მკაცრი კონტროლით. ფკ – ფისფოტიდური კონცენტრატები, მგ და ღგ შესაბამისად მონო და დიგლიცერიდები ცხიმოვანი მჟავების, მგს – მონოგლიცერიდი სტეარინის მჟავის, ეს ზან გამოიყენება ძირითადად პურის წარმოებაში, ზან-ის გამოყენება ხდება მისი ემულსიის სახით წყალში, საწარმოო პრაქტიკით დადგენილია, რომ ზან-ის გამოყენება აკმაყოფილებს პურის მოცულობის, ანელებს ხმობის პროცესს, მოქმედებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე, აუმჯობესებს აირწარმოქმნის უნარს.

**მოდიფიცირებული სახამებელი** – გამოიყენება პურის ხარისხის ასამაღლებლად ზოგიერთ ქვეყანაში; ეს სახამებელი (მდს) მიიღება სიმინდის ფქვილის ჟანგვისას – კალიუმის ბრომატით, კალიუმის პერმანგანატით ან კალციუმის ჰიპოქლორიტით. მისი გამოყენება ადიდებს ფქვილის ჰიდროფილურობას, აუმჯობესებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებს, ადიდებს პურის მოცულობას, აუმჯობესებს პურის გულს და ახანგრძლივებს პურის გულის სიახლეს. მათი გამოყენების ნორმაა 0,3-0,5% ფქვილის მასასთან შედარებით. გამოიყენება სხვა სახის მოდიფიცირებული სახამებელიც. ასეთია მაგალითად – სახამებელი, გაჯირჯვების უნარის მქონე. ეს არის ფხვნილისებური, გარკვეული ხარისხით კლეისტერიზებული სახამებელი. მისი გამოყენება ცომში ისეთივე ეფექტს იძლევა, როგორსაც ფქვილის ნახარში, უმჯობესებს მოცულობას, გულის მდგომარეობას, ახანგრძლივებს ხმობის პროცესს.

**კომბინირებული გამაუმჯობესებლები.** ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ცალკეული

გამაუმჯობესებლების ერთობლივი გამოყენება. ისინი შეიძლება დაჯგუფდეს შემდეგი სახის კომბინირებულ გამაუმჯობესებლად:

- დამჟანგველი და აღმდგენელი მოქმედების გამაუმჯობესებლები, არეგულირებს ბიოქიმიურ და კოლოიდურ პროცესებს ცომში.
- სხვადასხვა მოქმედების ფერმენტული პრეპარატები, არეგულირებენ სპირტულ დუღილს, აუმჯობესებენ ქერქის ფერსა და ცომის წყალშთანთქმის უნარს.
- ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, როგორც ემულგატორები-ცომის თვისებებისა და ანტიხმობის რეგულატორები.
- მოდიფიცირებული სახამებლები-ცომის თვისებების, სტრუქტურისა და გულის ფერის გამაუმჯობესებლები.
- ორგანული მჟავები (ლიმონის, ძმრის, რძის, ღვინის ქვის და სხვა)-ცომისა და პურის გულის მჟავიანობის მარეგულირებლები.
- მინერალური მარილები, რომლებიც შეიცავენ კალციუმს, მაგნიუმს, ფოსფორს, ნატრიუმს, მანგანუმს და სხვა-საფუარის უჯრედების სიცოცხლის-უნარიანობის გამაქტივებელნი.

ასეთი კომპლექსური გამაუმჯობესებლების გამოყენების ნორმაა 0,01-3,5% ფქვილის მასასთან შედარებით.

ასეთი კომბინირებული დამანატების წარმოებით მუშაობს ფირმები „Амилокс“, „Фортуна“, „Шанс“, „БИК“, „Глютехс“ – რუსეთის ფედერაციულ რესპუბლიკაში, „Пуратос“ – ბელგიაში, „Лесафр“ – საფრანგეთში, „Ирекс“ (გერმანიაში), Бакалдрии (ავსტრიაში) და სხვა.

## Ў О Ё Ё Ё Ё Ё Ё Ё

1. Ауэрман Л.Я. – Технология хлебопекарного производства, Профессия. Санкт-Петербург. 2003.
2. Гатилин Н.Ф. – Проектирование хлебзаводов. Москва. Пищевая промышленность. 1975.
3. Зверева Л.Ф. – Техно-химический контроль хлебопекарного производства. Москва. Пищевая промышленность. 1979.
4. Ройтер Н.М.. – Сборник хлебопекарного производства. Москва. Пищевая промышленность. 1977.
5. Михелев А.А.. –Справочник хлебопекарного производства. Пищепромиздат. 1979.
6. Хабарова А.В. – Сборник задач по технологии хлебопекарного производства. Москва. 1982.
7. Пучкова А.И. – Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. Москва. «Легкая и пищевая промышленность», 1982.

## ს ა რ ჩ მ ვ ი

**შენსაკვალლი** .....

**თავი I. კვების პროდუქტების ქიმიური შემდგენილობა:**

წყალი .....

მინერალური ნივთიერებები .....

ნახშირწყლები .....

სახაროზა .....

მალტოზა .....

ლაქტოზა. (რძის შაქარი) .....

სახამებელი .....

დექსტრინები .....

გლიკოგენი .....

უჯრედისა (ცელულოზა) .....

ჰემიცილოზა .....

პექტინები .....

ცხიმები .....

ცილები .....

ფერმენტები .....

ვიტამინები .....

**თავი II. პურის ცხობის წარმოების ძირითადი**

**ნედლეული** .....

ხორბლისა და ჭვავის მარცვლის დახასიათება .....

ხორბლის ფქვილი .....

ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი ხორბლის ფქვილში .....

ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსი ხორბლის ფქვილში .....

ცხიმები და ცხიმოვანი ნივთიერებები ხორბლის ფქვილში .....

ხორბლის ფქვილის ხარისხის ნორმები .....

ხორბლის ფქვილის პურცხობისუნარიანობა .....

დეფექტური ფქვილი .....

ჭვავის ფქვილი .....

ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსი ჭვავის ფქვილში .....

ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი ჭვავის ფქვილში .....

ჭვავის ფქვილის ფერი და მისი გამუქების უნარი ცხობისას ...	
ჭვავის ფქვილის დაფქვის ხარისხი .....	
პურცხობისუნარიანობის განსაზღვრა ჭვავის ფქვილისათვის .....	
საფუარი .....	
დაწნეხილი საფუარი .....	
საფუარის რძე .....	
მშრალი საფუარი .....	
მარილი .....	
წყალი .....	

### თავი III. ნელეულის მიღება, შენახვა და მომზადება

საწარმოო ხაზისათვის .....	
ხორბლის ცომის მომზადება .....	
ცომის მოხელის დროს მიმდინარე პროცესები .....	
ცომის „დამწიფების“ დაჩქარების მეთოდები .....	
ცომის გადახელვა .....	
ცომის მზადყოფნა .....	
წყალი, როგორც ცომის კომპონენტი .....	
საფუარი, როგორც ცომის კომპონენტი .....	
მარილი, როგორც ცომის კომპონენტი .....	
ცხიმი, როგორც ცომის კომპონენტი .....	
შაქარი, როგორც ცომის კომპონენტი .....	
ცომის მომზადება სქელ აფარზე და დიდ აფარზე .....	
ცომის მომზადება თხევად აფარზე (ფაზაზე) და თხევად მარილიან ფაზაზე .....	
ცომის მომზადება თხევად დამყანგველ ფაზაზე .....	
ცომის მომზადება თხევად რძიან ფაზაზე .....	
ცომის მომზადება გაყინული ნახევარფაბრიკატებით .....	

**თავი V. ჭვავისა და ჭვავ-ხორბლის ცომის მომზადება ..**

ცომის მომზადება ხაშსა და ნახარშზე .....

ცომის მომზადება ჭვავ-ხორბლის ფქვილისაგან .....

**თავი VI. განსაკუთრებული უმითხვევები ცომის**

**მომზადებისას .....**

**თავი VII. ცომის დაყოფა, დაგუნდავება, ფორმირება,**

**წინასწარი და საბოლოო დაყოვნება .....**

ცომის დაყოფა ნაჭრებად .....

ცომის გუნდების დამრგვალება .....

ცომის ნამზადის ფორმირება .....

ცომის საბოლოო დაყოვნება .....

**თავი VIII. ცხობა .....**

ქერქის წარმოქმნა .....

გულის წარმოქმნა .....

ნაწარმის მოცულობის ზრდა .....

ცხობის დანაკარგი .....

ცხობის რეჟიმი .....

პურის წარმოების ტექნოლოგიური სქემები .....

**თავი IX. პურის ნაწარმის შრობა და ხმობა .....**

**თავი X. პურის დაავადებები .....**

კარტოფილის დაავადება .....

სასწაული ჩხირით გამოწვეული დაავადება .....

ცარცის დაავადება .....

ობის დაავადება .....

**თავი XI. პურის ხარისხის განსაუმჯობესებლები .....**

დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლები .....

აღმდგენელი მოქმედების გამაუმჯობესებლები .....

ფერმენტული პრეპარატები .....	
მარცვლოვანი ალაო და ალაოს პრეპარატები .....	
სოიოს ფქვილი .....	
კარტოფილის უჯრედის წვენი .....	
ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები .....	
მოდულიცირებული სახამებელი .....	
კომბინირებული გამაუმჯობესებლები .....	
<b>ლიტერატურა</b> .....	