

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო

მარია სილაგაძე
ელიზა ფრუიძე

პურის ცხოვრების
ტექნოლოგია

ქუთაისი 2018

სახელმძღვანელოში განხილულია პურის წარმოების პროცესების მეცნიერული საფუძვლები და არსი, გავრცობილია მეცნიერების მიღწევები და საწარმოო გამოცდილების შედეგები.

განხილულია პურის ცხობის ნედლეულის თვისებები, მისი შენახვის პირობები. მეცნიერულად ახსნილია ხორბლისა და ჭვავის ცომის მომზადების თეორიული საფუძვლები. ღრმად არის გაანალიზებული პურის ცხობის დროს ნამზადში მიმდინარე პროცესები და პურის დაბეჭდების არსი. განხილულია პურის დეფექტები და დაავადებები; მზა ნაწარმის ხარისხის გამაუმჯობესებლები, პურის კვებითი ღირებულება და მისი როლი ადამიანის კვებაში.

რეცენზენტი: ტ.მ.დ. პროფესორი შოთა რუხაძე

ISBN 978-9941-432-91-0

© 2018, მარია სილაგაძე, ელიზა ფრუიძე

თავი პირველი

შესავალი

პური დღეს მსოფლიოში ყველაზე მოთხოვნილი პროდუქტია. მისი წარმოშობის ისტორია სულ მცირე 30 000 წელს ითვლის. მეცნიერული კვლევები ადასტურებს, რომ ადამიანებმა ჯერ კიდევ პრეისტორიულ ხანაში დაიწყეს წყლით და უხეშად დაფქვილი მარცვლეულის შერევით მიღებული მასის გახურებულ ქვებზე მომზადება. მსოფლიო ისტორიაში უცნობია, კონკრეტულად ვინ და როდის გამოიყენა პირველად ხელოვნური საფუარი, თუმცა მის ფართოდ გამოყენებას ანტიკური ეგვიპტის მცხოვრებლებამდე მიეყვართ. სამრეწველო საფუარი დღეს ფართოდ გამოიყენება პურფუნთუშეულის მწარმოებელ კომპანიებში.

თხუთმეტიათასი წლის წინ ადამიანი საკვებად იყენებდა ველური ჯიშის მარცვლეულს. ეს იყო ქვის ხანის ადამიანი, რომელიც იყო ძლიერი და მარჯვე მონადირე. ისინი აგროვებდნენ მარცვლებს და მიირთმევდნენ უმად. ადამიანი მიეჩვია მარცვლის გასრესვას და შეიქმნა ქვის გამხეხები. პური პირველად შეიქმნა ფქვილისა და წყალის ნარევის სახით. ასე მიირთმევდნენ აღმოსავლეთისა და აფრიკის ქვეყნებში. ველური მარცვალი ძნელად სცილდება თავთავს. ისინი მიხვდნენ, რომ გათბობის შედეგად ადვილია მარცვლის თავთავიდან მოცილება. ამ მიზნით ათავსებდნენ ორმოში. მაგრამ მოხდა გადახურება და მიხვნენ, რომ სულაც არ არის ცუდი. შემდეგ ხალავდნენ, ფქვავდნენ და ისე ამზადებდნენ ფაფას, რომელიც იყო უფრო გემრიელი. თანდათან ფაფა გარდაიქმნა პურად.

მარცვლიდან ფქვილის მიღების შემდეგ ჩვენმა წინაპრებმა მალე შეძლეს მისგან ცომის მომზადება და კვერების გამოცხოვა გახურებულ ქვაზე. მეცნიერები თვლიან, რომ ასეთი პრიმიტიული პური გაჩნდა დაახლოებით 8-9 ათასი წლის წინათ.

პური "სიცოცხლის სათავეა", რომელიც ადამიანმა "ბედის დასაზღვრით" მიიღო ღვთაებისაგან. "პურ" ფუძიანი სიტყვები ინდო-

ევროპულში ავლენს მსგავსება-იდენტურობას ხორბლის ქართულ სახელწოდებასთან. ინდოევროპულში "პურ" ფუძიანი სიტყვები ნიშნავს სუფთას, განწმენდილს, შეურყენელს, დაუსვრელს, ნათელს, შეურეველს, წაუბილწავს, უმწიკვლოს, გამჭვირვალეს; ძველბერძნულში კი - ცეცხლს, ციურ ცეცხლს, ალს, სამგლოვიარო ცეცხლს და ასევე - ხორბალს, ხორბლის მარცვალს.

სიტყვა „პური“ ძველი ბერძნული წარმოშობისაა. უძველესი ბერძნები ხორბალს პელაზგებისგან (ბალკანეთის ნახევარკუნძულისა და ეგეოსის ზღვის აუზის მაცხოვრებლები) ეზიარნენ, ხოლო პურის ცხოვის ხელოვნება ეგვიპტელებისგან შეითვისეს. ძველი ბერძნები პურს აცხოვდნენ სპეციალურ ქოთნებში "ქლიბანოსში". აქედანაა წარმოშობილი ძველგოთური სიტყვა "ქლაიბი", რომელიც მათგან მიიღეს ძველმა გერმანელებმა ("ხლაიბ") და სხვა ხალხმა (ესტონელებმა - "ლეიბ"), მათ შორის რუსებმა "ხლებ". პურის ცხოვის საქმე რომაელებმა ბერძნებისგან შეითვისეს, შემდეგ მისი გავრცელება მოხდა ჩრდილოეთით.

პურის ცხოვის ხელოვნებაში დიდ წარმატებებს მიაღწიეს ეგვიპტეში. უძველეს დროში მათ უწოდებდნენ „პურის მჭამელებს“. ძველმა ბერძნებმა იგოდნენ ცომის აფუების საიდუმლო ჯერ კიდევ 5-6 ათასი წლის წინათ. ეს ხელოვნება მათგან გადავიდა ბერძნებში. ძველ საბერძნეში გაფუებული პური ითვლებოდა დელიკატესად. ბურახისთვის ბერძნები იყენებდნენ ფქვილისა და დადუღებული ყურძნის წვენი გაშრალ ნარევს. ძველ საბერძნეთში პურს ეპყრობოდნენ მოკრძალებით. საკვების მიღება პურის გარეშე ითვლებოდა დიდ ცოდვად.

ამასთანავე ეს რწმენა გავრცელდა ერთ-ერთ კანონად ძველ ინდოეთში. ამ დროს ინდოელები დარწმუნებული იყვნენ, რომ ის ვინც არ ჭამდა პურს, ექნებოდათ ცუდი ჯანმრთელობა და უიღბლო ბედი. პურისცხოვის შემდგომ ხელოვნებას დაეუფლნენ უძველეს რომში, სადაც პურისმცხოველების შრომას ძალიან აფასებდნენ. რომში იყო განსაკუთრებული თანამდებობა „ედიპი“. მათ მოვალეობაში შე-

დიოდა პურის ცხობის პროცესის და ხარისხის გაკონტროლება. საინტერესოა შემდეგი ისტორიული ფაქტი- რომში დღემდე დგას 13 მეტრიანი მარკუ ვერგილ ევრისაკის ძეგლი – მცხოვრების და პურით მოვაჭრის. ამ ძეგლის მემორიალურ დაფაზე კი გამოსახულია თვით ევრისაკი, მისი ცოლი, მცხოვრებლები და პურის ცხობის მთელი პროცესი.

შუა საუკუნეების აზიის მრავალ ქალაქში ძველი პური ითვლებოდა უფრო სრულფასოვნად, ვიდრე ახალი გამომცხვარი.

ფრანგმა მეფემ ჰენრიხ IV პურს ხალხის ცხოვრებაში განსაკუთრებული როლი მიანიჭა და ყველა მის ტიტულს მიემატა კიდევ ერთი „პურის მეფე“.

პურის აუცილებლობის გათვალისწინებით, ჯერ კიდევ X საუკუნეში, ევროპის ქალაქებში შეიქმნა სპეციალური დაწესებულებები, რომლებიც ფლობდნენ პურის საქმეს და მცხოვრებლების მიერ გამოშვებულ პურს აკონტროლებდნენ წონისა და ხარისხის მიხედვით. ძირითადი მოთხოვნების დარღვევის შემთხვევაში მცხოვრებლები ისჯებოდა. მცხოვრები ისჯებოდა დიდი ფულადი ჯარიმით პურის წონის დარღვევის ან სხვადასხვა მარცვლეულის ფქვილების გამოყენების შემთხვევაში. მაგალითად, გერმანიაში სასამართლოს გადაწყვეტილებით ფუნთუშის ერთ-ერთ მცხოვრელს მოაჭრეს ორივე ყური იმიტომ, რომ მან თვითნებურად შეამცირა პურის წონა. თანამონაწილეობისათვის ასეთივე სასჯელი მიიღეს მისმა მცხოვრებლებმა.

ჩვენს ქვეყანაში პური ყოველთვის წარმოადგენდა მისი სიმდიდრის წყაროს. პურის როლი ჩვენი ხალხის ცხოვრებაში იმდენად დიდია, რომ მოუსავლიანობის წლებში ქვეყანაში იწყებოდა შიმშილი. პური თილისმას როლს ასრულებდა. მაგალითად: მას დებდნენ ახალდაბადებულის საწოლში; მიჰქონდათ თან, როცა სადმე მიემგზავრებოდნენ, რათა მას დაეცვა მათი გზა; დებდნენ იმ ადგილას, სადაც იწვა მიცვალებული, რათა პურმა გაიმარჯვოს სიკვდილზე და მიცვალებულმა არ წაიღოს თან მოსავალი; გამოჰქონდათ ქუზაში ჭეჭა-ქუხილის მოახლოებისას და ა.შ. გარდა ამისა, პურითა და მარი-

ლით ხვდებოდნენ სტუმარს, ქორწილზე მათ ლოცავდნენ პურით, ხელის მოწერისას ისინი ხელს დებდნენ პურზე.

საქართველო ხორბლეული კულტურების მოშენებისა და პურის ცხოვრების ერთ-ერთი უძველესი კერაა. შეიძლება ითქვას, რომ საქართველო პურის და ღვინის ქვეყანაა. პური საქართველოში ოდითგანვე ცხვებოდა. ამას 2012 წელს კასპის რაიონის სოფელ ხოვლეში აღმოჩენილი უძველესი პურის თონე და ჩარხი ადასტურებს. ჩვენთან, საქართველოში და არა მხოლოდ აქ, პური უმთავრეს საკვებ პროდუქტს წარმოადგენს. მან საუკუნეთა განმავლობაში საკულტო დატვირთვაც მიიღო. ძნელად იპოვნით ქართულ ხალხურ ზღაპარს, პურს განსაკუთრებული მოწიწებით რომ არ მოიხსენიებდნენ. იმის თქმაც კი კმარა, რომ პური და ღვინო ზიარებისას სიმბოლურად მაცხოვრის ხორცსა და სისხლს განასახიერებს.

საქართველო მდებარეობს ველური ხორბლის წარმოშობის არეალში. ეს უძველესი მცენარე ჩვენს ტერიტორიაზე ჯერ კიდევ ნეოლითისა და ენეოლითის ხანაში იყო გავრცელებული. როგორც ცნობილია, ხორბლის ისეთი სახეობები, რომლებიც ევოლუციით სწორედ ველურ სახეობებთან დგანან ძალიან ახლოს, დღემდე მხოლოდ საქართველოშია შემონახული.

პურის ცხოვრების დიდი ხელოვნებით გამოირჩეოდნენ მონასტრების მცხოვრებლები. ზედამხედველებს გააჩნდათ ძალიან დიდი უფლებამოსილება. მონასტრებისა და სამეფოს მცხოვრებლებიც არ იყვნენ თავისუფალნი მათი კონტროლისაგან. პურის ცხოვრების ტექნოლოგიის დარღვევის გამოვლენისა და დაბალი ხარისხის პურის გამოშვებისას მცხოვრებლები მკაცრად ისჯებოდნენ.

ხორბლის ფქვილი გამოიყენებოდა პროსფორებისა (პური, გამოყენებული ევქარისტის საიდუმლოებაზე) და კალაჩების მოსამზადებლად, რომლებსაც უბრალო ხალხი იყენებდა სადღესასწაულო დღეებში.

საუკეთესო პურად, რომელსაც მთავრად მდიდრების მაგიდაზე, ითვლებოდა ე.წ. გამტკიცული – თეთრი პური საუკეთესო

სოდ დამუშავებული ფქვილიდან.

პურის მცხოვრების ხელოსნობა თანდათანობით ვითარდებოდა. მექანიზირებული საცხობების მშენებლობა დაწყებული იქნა მხოლოდ პირველი მსოფლიო ომის წლებში.

ამჟამად პურის წარმოება წარმოადგენს კვების მრეწველობის ერთ-ერთ უმსხვილეს დარგს. საგრძნობლად გაფართოვდა პურის ასორტიმენტი.

უკანასკნელ წლებში ეკოლოგიური გარემოს გაუარესებამ, გეოპოლიტიკურმა კატაკლიზმებმა, სოციალურმა ფონმა ხელი შეუწყო ცივილიზაციის დაავადებების განვითარებას. რამაც განაპირობა პურისათვის დამატებითი ფუნქციური თვისებების მინიჭების აუცილებლობა. ამჟამად, მთელ მსოფლიოში, მათ შორის საქართველოში, მეცნიერული კვლევები მიმართულია პურფუნქციური ნაწარმის ასორტიმენტის გაუმჯობესებისა და გაფართოებისაკენ ახალი დიეტური და სამკურნალო პურის წარმოების მიზნით. აუცილებელი გახდა ახალი სანედლეულო რესურსების, მათ შორის არატრადიციულის მოძიება, კვლევა და მათი გამოყენებით ახალი პროდუქციის პროექტირება და ინოვაციური ტექნოლოგიების დამუშავება. პურის წარმოების ახალი ინტენსიფიცირებული ტექნოლოგიური პროცესების შემუშავებამ აუცილებელი გახდა არა მარტო ტექნოლოგიური, არამედ ქიმიური, ბიოქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური, თბომასაცვლის კვლევების ჩატარება.

თავი მეორე

პურფუნთუშეული ნაწარმის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის ეტაპები

პურის და ფუნთუშეულის წარმოების პროცესი შედგება შემდეგი ეტაპებისაგან:

1. ნედლეულის მიღება და შენახვა;
2. ნედლეულის მომზადება წარმოებაში გასაშვებად;
3. ცომის მომზადება;
4. ცომის დაყოფა და დაყალიბება;
5. გამოცხობა;
6. გამომცხვარი ნაწარმის შენახვა.

თითოეული ეტაპი თავის მხრივ შედგება ცალკეული საწარმოო ოპერაციებისა და პროცესებისაგან.

ნედლეულის მიღება და შენახვა

პურის წარმოების ძირითად ნედლეულს მიეკუთვნება ფქვილი, საფუარი, მარილი, წყალი. ხოლო დამხმარე ნედლეულში შედის შაქარი, ცხიმ-პროდუქტები, კვერცხი და სხვა.

ლაბორატორიაში ხდება ყველა პარტიის ფქვილის და საფუარის ანალიზი ხარისხის შესაბამისი ნორმატივების მიხედვით.

ნედლეულის მომზადება წარმოებაში გასაშვებად

ლაბორატორიაში მიღებული ფქვილის ანალიზის შედეგების შესაბამისად ხდება სხვადასხვა პურის ცხობის თვისებების მქონე ფქვილების შერევა სპციალურ შემრეველებში, საიდანაც ფქვილი მიეწოდება საკონტროლო საცერს და მაგნიტურ გამწმენდს. შემდეგ ფქვილი თავსდება სახარჯ სილოსში, საიდანაც მოთხოვნილების მი-

ხედვით მიეწოდება ცომის მოსამზადებლად.

წყალი ინახება ცხელი და ცივი წყლის სპეციალურ ავზებში, საიდანაც მიეწოდება წყლის დოზატორს ისეთი შეფარდებით, რომ უზრუნველყოს ცომის მოსამზადებლად საჭირო ტემპერატურა.

მარილი წინასწარ იხსნება წყალში და ხსნარი იფილტრება. მოცემული კონცენტრაციის ხსნარი მიეწოდება ცომის მოსამზადებლად.

დაწნეხილი საფუარი- წინასწარ ხდება მისი დაქუცმაცება და შემრევებში მზადდება სუსპენზია წყლის დამატებით. ცომის მოსამზადებლად მიეწოდება სუსპენზიის სახით.

ცომის მომზადება

ხორბლის ცომის მოსამზადებლად გამოიყენება ორი ხერხი: ერთფაზიანი მეთოდი (უაფრო მეთოდი) და ორფაზიანი მეთოდი (აფრული მეთოდი).

ორფაზიანი მეთოდით ცომის მომზადების დროს პირველ ფაზაში აფარში ემატება ფქვილის და წყლის ნაწილი, საფუარი, ხოლო მეორე ფაზაში ცომში გაფუებული აფარი და ფქვილისა და წყლის დარჩენილი ნაწილი, მარილი და რეცეპტურით გათვალისწინებული სხვა კომპონენტები.

უაფრო მეთოდით ცომის მომზადება შედგება შემდეგი ოპერაციებისა და პროცესებისაგან: ნედლეულის დოზირება; შესაბამისი მადოზირებელი მოწყობილობების საშუალებით ნედლეულის აუცილებელი რაოდენობა მიეწოდება ცომსაზელ მანქანაში.

ცომის მოზელა. ნედლეულის დოზირების შემდეგ ცომსაზელ მანქანის მუშა ორგანოს მიერ ხდება ცომის მოზელა.

ფხვიერი ნედლეულის და მისგან ცომის მომზადება ხდება წყლის დამატებით, ამიტომ მოზელის პროცესი უნდა ჩატარდეს გულმოდგინედ.

ცომის მოზელისას დეჟებში იტვირთება წყალი, შემდეგ მარილ-ხსნარი, საფუარის სუსპენზია და ბოლოს ფქვილი. მოზელვისათვის

განკუთვნილი წყლის ტემპერატურა ტოლია 40°C , რადგან მოზელვის შემდეგ ცომს ქონდეს $28-30^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურა.

ცომის მოზელვის ხანგრძლივობა შეადგენს დაახლოებით 20 წუთს. ნაზავი რეცეპტურის ცომის მოზელვის შემთხვევაში კი 40 წთს. მოზელვის შედეგად მიღებული ცომი წარმოადგენს სამფაზოვან ჰეტეროგენულ კოლოიდურ სისტემას.

ცომისა და აფარის გაფუება წარმოადგენს ყველაზე ხანგრძლივ ტექნოლოგიურ პროცესს. მას მეორენაირად უწოდებენ ცომის ან აფარის დამწიფებას. გაფუების პროცესი გრძელდება 3-4,5 სთ, აქედან აფარის გაფუებაზე მოდის 3-4 სთ, ხოლო ცომის - 0,5 – 1,5 სთ, ცომის ერთფაზად მომზადების დროს გაფუების ხანგრძლივობა 2,5 სთს შეადგენს.

გაფუების დროს ხდება ცომის მოცულობაში მომატება, რაც გამოწვეულია მასში საფუარის უჯრედების მოქმედებით (სპირტული დუდილის შედეგად გაოყოფილი ნახშირორჟანგისა და ეთილის სპირტის დაგროვებით). ცომის რეოლოგიური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით გაფუების დროს ხდება ერთჯერადი ან მრავალჯერადი გადაზელება.

ცომის დაყოფა და დაყალიბება

ამ ოპერაციის მიზანია ცომის დაყოფა სასურველი მასის მიხედვით და შესაბამისი ფორმის მინიჭება.

ცომის დასაჭრელად გამოყენებულია ძირითადად ცომდამჭრელი მანქანები. აქედან ცომის ნაჭერი მიეწოდება დამგუნდავებელს და დაგუნდავების შედეგად ცომის ნაჭერს ენიჭება მრგვალი ფორმა, ხოლო მოგრძო – ოვალური ფორმის მისანიჭებლად გამოიყენება შემგრაგნელი მანქანა.

დაყალიბებისას ცომი კარგავს მოცულობას. მოცულობისა და რეოლოგიური თვისებების აღსადგენად ტექნოლოგიურ პროცესში გა-

მოიყენება ცომის ნაჭრების დაყოვნება, რომელიც შეიძლება ჩატარდეს რამდენიმე ეტაპად. თუ ცომის რეცეპტურა მარტივია, საკმარისია ერთი დაყოვნება. ნაზავი ცომი კი საჭიროებს რამდენჯერმე დაყოვნებას, რადგან ხდება ამ ცომის მრავალჯერადი გადაზელება. დაყოვნების ხანგრძლივობა ასორტიმენტის შესაბამისად იცვლება 30-90 წთ.

გამოცხობა

პურის გამოცხობა ხდება პურის საცხობ ღუმელებში 240-280°C ტემპერატურის პირობებში. ცხობის ხანგრძლივობა იცვლება ასორტიმენტის მიხედვით. ამ დროს მიმდინარე თბო-ფიზიკური, კოლოიდური და ბიოქიმიური პროცესების შედეგად ცომი გარდაიქმნება გამომცხვარ მზა ნაწარმად.

აღნიშნული პროცესების არსი განხილული იქნება შესაბამის ნაწილებში.

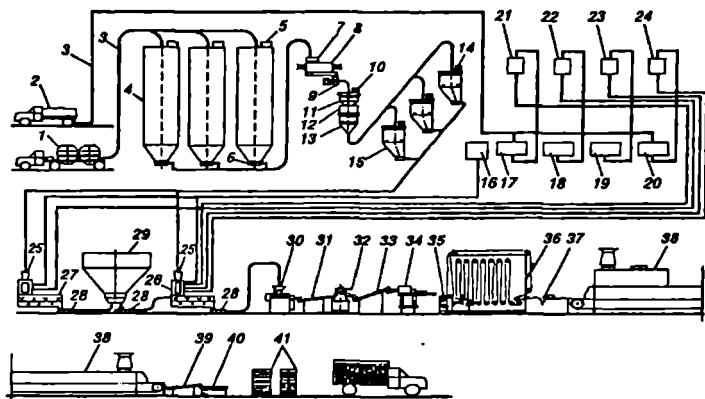
პურის გაცივება და შენახვა

მიზანშეწონილია ღუმელიდან გამოსული პურის სწრაფი გაცივება. ამ მიზნით უკანასკნელ წლებში შეიქმნა კონვეირული გამაცივებელი კარადები, სადაც შექმნილია ოპტიმალური რეჟიმი. კერძოდ ტემპერატურა შეადგენს 8-10°C, ხოლო ტენიანობა არა უმეტეს 60-70 %-ისა. ასეთ კარადებში გაცივების ხანგრძლივობა არის 45-60 წუთი, ხოლო საწარმოს პირობებში იგი შეადგენს 2 საათს.

უკანასკნელ პერიოდში პურის ტრანსპორტირება და შენახვა ხდება მაცივრის ტიპის კონტეინერებით.

პურის წარმოების აპარატურული სქემა

თანამედროვე კომპლექსურ მექანიზირებულ საწარმოში პურის წარმოების ზოგადი აპარატური სქემა მოცემულია ნახაზზე 1.



ნახ.1 პურის წარმოების სქემა

1-ავტოფეკილ მზიდი; 2-დამატებითი ნედლეულის უტარო გადაზიდვის ავტომობილი; 3-ნედლეულის მიმწოდებელი მილები; 4- ფეკილის შესანახი სილოსი; 6- როტაციული მკვებავი; 5,10,14-ფილტრები; 7-ფეკილის შესანახი გაცრის წინ; 8-საცერი; 9-შნეკური მკვებავი; 15 საშვალედო ზუნკერი; 16- წყლის შოში ავზი; 17-მარილის ხსნარის შემკრები, 18-საფურის რბის შემკრები; 19- შაქრის ხსნარის შემკრები; 20- ცხიმის შემკრები; 21- მარილ ხსნარის მუდმივი დონის შესანარჩუნებელი ავზი; 22- თხევადი ააფურის მუდმივი დონის შესანარჩუნებელი ავზი; 23- შაქრის ხსნარის მუდმივი დონის შესანარჩუნებელი ავზი; 24 ცხიმის მუდმივი დონის შესანარჩუნებელი ავზი; 25- გამტირთი ფილტრი; 26- ფეკილისა და დამატებითი ნედლეულის დოზატორი; 27- უწყვეტი ქმედების ცომ საზელი მანქანა; 28 -აფრისა და ცომის მიმწოდებელი შნეკური მკვებავი; 29 - უწყვეტი ქმედების ზუნკერული ცომსაზელი აგრეგატი; 30-ცომ დამყოფი; 31,33 ტრანსპორტიორი; 32 - დამგუნდაცებელი; 34-შემგრაველი მანქანა; 35- დამყოფელი კარადაში; ცომის ნაზადის მიმწოდებელი მექანიზმი; 36-ვერტიკალური ტიპის დამყოფელი კარადა; 37- ცომის ნაზადის ლუმე-ლის ქვედზე მიმწოდებელი ტრანსპორტიორი; 38- საცხობი ლუმელი; 39- პურის მიმწოდებელი ტრანსპორტიორი; 40- საცერკულაციო კონვეიერი; 41- პურის შესანახი კონტეინერი;

აღნიშნული სქემა იძლევა ზოგად წარმოდგენას პურის მომზადების პროცესისი ცალკეული სტადიებისა და ოპერაციების თანმიმდევრობაზე. ტექნოლოგიური პროცესის და მეთოდების არსი განხილულია შესაბამის თავებში.

თავი მესამე
პურის ცხოვრის წარმოებაში გამოყენებული
ძირითადი ნედლეულის თვისებები

პურის ცხოვრის წარმოების ძირითად ნედლეულს მიეკუთვნება ფქვილი, საფუარი, წყალი და მარილი.

პურის ცხოვრის წარმოებაში გამოყენებული ფქვილი,
მისი ქიმიური შედგენილობა

პურის ცხოვრებაში გამოიყენება ხორბლისა და კვავის სხვადასხვა ხარისხის ფქვილი. სიმინდის, შვრიის, სელის, გერცვისა და სხვა ფქვილები გამოიყენება დანამატის სახით. ბოლო პერიოდში აქტუალური გახდა ტრიტიკალეს მარცვლიდან მიღებული ფქვილის გამოყენება.

ხორბლის ფქვილი პურის ცხოვრებაში შეუცვლელი ნედლეულია. ხორბლის მარცვლიდან მზადდება პურის ცხოვრებაში გამოყენებული შემდეგი ხარისხის ფქვილი – პიპკი (გამოსავლიანობით 10%), უმაღლესი ხარისხის (30%), პირველი ხარისხის (72%), მეორე ხარისხის (85%), ცეხილი (96%).

კვავის მარცვლიდან მზადდება შემდეგი ხარისხის ფქვილი: გაცრილი (63%), კანგაცლილი (87%), ცეხილი (96%).

გამოსავლიანობის ქვეშ იგულისხმება 100 წონითი ერთეული მარცვლიდან მიღებული ფქვილის რაოდენობა.

უმაღლესი ხარისხის ფქვილი მიიღება ხარისხოვანი დაფქვის შედეგად, დანარჩენი კი მზადდება ერთხარისხოვანი დაფქვით.

ხორბლის დაფქვის სახეები, ნორმები და პროდუქციის გამოსავლიანობა მოცემულია ცხრილში 1.

ხორბლის, პურის ცხობის დაფქვის სახეები და პროდუქციის
გამოსავლიანობის ნორმები %-ში

დაფქვის პროდუქტები	გაშლილი ტექნოლოგიური სქემის დაფქვა									შემცირებული ტექნოლოგიური სქემით დაფქვა			ნაბეჭდი დაფქვა
	სამხარისხოვანი			ორხარისხოვანი			ერთხარისხოვანი		ორხარისხოვანი		ერთხარისხოვანი		
ფქვილი სულ	73	75	78	73	75	78	72	75	75	78	85	-	
მათ შორის													
უმ/ხარისხის	30-55	25-50	15-40	35-45	30-40	55-65	72	75	-	-	-	-	
პირველი ხარისხი	15-40	20-45	20-50	28-38	35-45	-	-	-	55-65	40-50	-	-	
მეორე ხარისხი	5-მდე	5-10	13-18	-	-	13-23	-	-	10-20	28-38	85	-	
ცეხვილი	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	
მეორადი პროდუქტები													
საფურავე ფქვილი	5	3	-	5	3	-	6	3	3	-	-	-	
ქაბო	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	12,1	1,0	
საფურავე მარცვლის პროდუქტები	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	
მექანიკურად დაზიანებული ნარჩენები	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
შეშრობა	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	
ჯამი	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

ფქვილის ქიმიური შედგენილობა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მარცვლის ქიმიურ შემადგენლობაზე, ფქვილის ხარისხსა და გამოსავლიანობაზე. მარცვლის ქიმიური შედგენილობა კი თავის მხრივ დამოკიდებულია სახეობასა და ხარისხზე. აგრეთვე ნიადაგ-

ზე, კლიმატზე, ამინდის და მოყვანის აგროტექნიკურ პირობებზე.

სხვადასხვა ხარისხის ფქვილის ქიმიური შედგენილობა მოცემულია ცხრილებში 2 და 3.

ცხრილი 2.

სხვადასხვა ხარისხის ფქვილის ქიმიური შემადგენლობა

პურისცხოვის ფქვილი	საკვები ნივთიერებები %						
	წყალი	ცილები	ცხიმები	მონო და დი საქარიდები	სახამებელი	საკვები ბოჭკოები	ნაცარი
ხორბლის, ხარისხი:							
უმაღლესი	14,0	10,3	1,1	0,2	70,4	3,5	0,5
პირველი	14,0	10,6	1,3	0,5	67,1	5,8	0,7
მეორე	14,0	11,7	1,8	0,9	62,8	7,7	1,1
ცეხვილი	14,0	11,5	2,2	1,0	58,3	11,3	1,5
კვავის, ხარისხი:							
გაცილი	14,0	6,9	1,4	0,7	65,6	10,8	0,6
კანგაცილი	14,0	8,9	1,7	0,9	60,9	12,4	1,2
ცეხვილი	14,0	10,7	1,9	1,1	57,4	13,3	1,6

ცხრილებში მოცემული მონაცემები შესაძლებლობას იძლევა აღვნიშნოთ, რომ ფქვილის კვებითი ღირებულების განმსაზღვრელი ისეთი საკვები ნივთიერებები, როგორიცაა ცილები, დეფიციტური ამინომჟავები, მინერალური ნივთიერებები, ვიტამინები, კანონზომიერად დაკავშირებულია ცალკეული ხარისხის ფქვილის გამოსავლიანობასთან. კერძოდ, რაც მეტია ფქვილის გამოსავლიანობა, მით მეტია მასში ამ ნივთიერებების შემცველობა.

სხვადასხვა ხარისხის ფქვილის ქიმიური შედგენილობა

პურის ცხოხის ფქვილი	საკვები ნივთიერებები												
	მინერალური ნივთიერებები, მგ%					ვიტამინები, მლ%						ამინომჟავები, მგ %	
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	E	B ₁	B ₂	PP	B ₆	ლიზინი	მეთიონი
ხორბლის ფქვილი, ხარისხი													
უმაღლესი	3	122	18	16	86	1,2	1,1	0,17	0,04	1,2	0,17	250	153
პირველი	4	176	24	44	115	2,1	3,05	0,25	0,08	2,2	0,22	265	160
მეორე	6	251	32	73	184	3,9	5,37	0,37	0,12	4,6	0,5	330	170
ცხვილი	7	310	39	94	336	4,7	5,5	0,41	0,15	5,5	0,55	390	180
ქვავის ფქვილი, ხარისხი													
გაცრილი	1	200	9	25	129	2,9	1,1	0,17	0,04	1,0	-	660	230
კანგაცილილი	2	350	34	60	189	3,5	1,9	0,35	0,13	1,0	-	530	300
ცხვილი	3	396	43	75	256	4,1	2,2	0,42	0,15	0,2	-	690	360

ნორმატიული დოკუმენტაციის მიხედვით განისაზღვრება ფქვილის ხარისხის შემდეგი მაჩვენებლები: სუნი, გემო, ხრაშუნი, ფერი, მავნებლებით დაბინძურება, მეტალომინარეების შემცველობა, ტენიანობა, მჟავიანობა, ნაცრიანობა და ავტოლიზური აქტივობა. ხორბლის ფქვილისათვის გათვალისწინებულია აგრეთვე წებოგვარას შემცველობა და ხარისხი, სანიმუშო ლაბორატორიული ცხოვების ჩატარება.

**ფქვილის შემადგენელი ნაწილების
მოკლე დახასიათება**

ფქვილის ძირითად შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს სახამებელი. ფქვილში შეიძლება იყოს სახამებლის დაზიანებული მარცვლები, რომლის დაზიანების ხარისხი დიდ გავლენას ახდენს ცომის მომზადების პროცესის მიმდინარეობაზე. კერძოდ, რაც უფრო მეტადაა დაზიანებული სახამებლის მარცვალი, მით უფრო ხელმი-

საწვდომია ის ფერმენტების მოქმედებისათვის და მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს შაქრის წარმოქმნა ცომის მომზადების პროცესში. ხორბლის სახამებლის მარცვალში შედგება ორი პოლისაქარიდისაგან-ამილოზისა და ამილოპექტინისაგან, რომლებიც განსხვავდება ერთმანეთისაგან ჯაჭვის კონფიგურაციით. ამილოზას სწორხაზოვანი ჯაჭვი განაპირობებს მაღალ წყლის შთანთქმის უნარიანობას და ტექნოლოგიურ პროცესში მაღალი ტემპერატურის პირობებში ამილოზასაგან მიიღება სახამებლის კლეისტერი. ამილოპექტინს აქვს განშტოებული ჯაჭვი. ნაკლებად მონაწილეობს გაჯირჯეების პროცესში, წარმოადგენს სახამებლის მარცვლის დამცავ გარსს.

ფქვილში სახამებელი წარმოადგენს შაქრების წყაროს. სახამებლის გარდა ნახშირწყლებიდან ფქვილში გვხვდება მარტივი და რთული შაქრები: პენტოზები, ჰექსოზები. ჰექსოზებიდან აღსანიშნავია მარედუცირებელი შაქრები – გლუკოზა და ფრუქტოზა, რომლებიც უშუალოდ მონაწილეობენ დუდილის რეაქციებში. დისაქარიდებიდან აღსანიშნავია საქაროზა, მალტოზა, მცირე რაოდენობით ლაქტოზა, ჰემიცელულოზა. პენტოზანები, ცელულოზა და ჰემიცელულოზა არის დაბალი ხარისხის ფქვილში, ისინი წარმოადგენენ ბალასტურ ნივთიერებებს.

ფქვილის ცილები წარმოადგენილია წყალში ხსნადი და წყალში უხსნადი ცილებით. მათი შემცველობა იცვლება ფქვილის ხარისხისა და გამოსავლიანობის შესაბამისად. წყალში ხსნადი ცილები კონცენტრირებულია მარცვლის ენდოსპერმაში, უხსნადი ცილები კი ალერიონის შრესა და პერიფერიულ ნაწილში.

წყალში ხსნადი ცილებიდან აღსანიშნავია ალბუმინები, გლობულინები. უხსნად ცილებს უწოდებენ წებოგვარულ ცილებს და მათ მიეკუთვნება გლიადინი, გლუტენინი.

ხორბლის ფქვილის პურის ცხობის თვისებები

კარგი ხარისხის ხორბლის პურს უნდა ქონდეს კარგი მოცულობა, სწორი ფორმა, ქერქი ნახეთქების გარეშე, ელასტიური პურის გული, წვრილი და თანაბრად განაწილებული ფორებით. პური უნდა იყოს გემრიელი და არომატული.

კარგი პურის ცხობის თვისებების მქონე ხორბლის ფქვილი ტექნოლოგიური პროცესის სწორად წარმართვის დროს იძლევა პურს, ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა მაჩვენებლებით.

ფქვილის პურის ცხობის თვისებები ძირითადად განისაზღვრება შემდეგი მაჩვენებლებით:

- 1) აირწარმოქმნის უნარი;
- 2) უნარი წარმოქმნას ცომი, განსაზღვრული რეოლოგიური თვისებებით - ფქვილის ძალა;
- 3) ფქვილის ფერი და მისი გამუქების უნარი პურის მომზადების პროცესში;
- 4) ფქვილის ნაწილაკების სიმსხო.

ფქვილის აირწარმოქმნის უნარი

ფქვილის აირწარმოქმნის უნარის მაჩვენებელი არის ნახშიროჟანგის ის რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 100 გრ ფქვილის, 60 მლ წყლის, 10 გრ დაწნეხილი საფუარისაგან მოზედილი ცომის 5 საათიანი დუღილის დროს 28-32°C ტემპერატურის პირობებში.

ფქვილის აირწარმოქმნის უნარის განმსაზღვრელი ფაქტორები

ფქვილის აირწარმოქმნის უნარს განაპირობებს მასში შემცველი საკუთარი შაქრები და შაქრის წარმოქმნის უნარი, რომელიც თავის მხრივ დამოკიდებულია ფქვილში ამილოლიზური ფერმენტების შემცველობასა და სახამებელზე მათ მოქმედებაზე. აქედან გამომდინარე

ნარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ფქვილის აირწარმოქმნის უნარიანობა განპირობებულია ძირითადად მისი ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსით.

ფქვილში შაქრების შემცველობა არის შემდეგი: გლუკოზა 0,01 – 0,05, ფრუქტოზა 0,015-0,05, მალტოზა 0,005-0,05, საქაროზა 0,1-0,55 (%-ში მშრალ ნივთიერებებზე გადანაგარიშებით). გარდა აღნიშნულისა ხორბლის მარცვალი და ფქვილი შეიცავს შემდეგ შაქრებს: რაფინოზები, მელიბიოზები, გლუკო-ფრუქტოზანა. მათი საერთო შემცველობა იცვლება 0,5-დან 1,1%-მდე.

ამრიგად, ფქვილში ისეთი შაქრების შემცველობა, რომლებიც საფუარის უჯრედების საშუალებით განიცდიან დუღილს, გამოსავლიანობისა და ხორბლის შედგენილობისაგან დამოკიდებულებით შეადგენს 0,7-1,8%.

ცომის გაფუების პროცესში, დაყვნებისა და ცხობის პირველ ეტაპზე მიმდინარეობს მარედუცირებელი შაქრების სპირტული და მეავური დუღილი. ფქვილის საკუთარი შაქრები დუღილის პროცესში იხარჯება პირველი ორი საათის განმავლობაში, ამიტომ აირწარმოქმნის უნარს ცომში განსაზღვრავს ფქვილის შაქრის წარმოქმნის უნარი.

ფქვილის შაქრის წარმოქმნის უნარი განისაზღვრება მალტოზას რაოდენობით მილიგრამებში, რომელიც გროვდება 10გ ფქვილისა და 50მლ წყლისაგან მომზადებულ წყალფქვილოვან ნარევეში 1 საათიანი დაყვნების შედეგად 27°C ტემპერატურის პირობებში.

ფქვილში შაქრის წარმოქმნის უნარს განაპირობებს ამილოლიზური ფერმენტების მოქმედება სახამებელზე, რომელიც დამოკიდებულია α-და β-ამილაზების რაოდენობაზე, ფქვილის ნაწილაკებისა და მასში არსებული სახამებლის მარცვლების ზომებზე, ხასიათსა და მდგრადობაზე.

ნორმალური აღმოუცენებელი ხორბლის მარცვალი შეიცავს მხოლოდ β-ამილაზას, ხოლო აღმოცენებულ მარცვალში β-ამილაზასთან ერთად არის α-ამილაზაც.

ცნობილია, რომ სახამებელზე β -ამილაზას მოქმედებით მიიღება ძირითადად მალტოზა და მასთან ერთად წარმოიქმნება მცირე რაოდენობით მაღალმოლეკულური დექსტრინები. α -ამილაზას საშუალებით სახამებლის ჰიდროლიზის ძირითად პროდუქტს წარმოადგენს დაბალმოლეკულური დექსტრინები და უმნიშვნელო რაოდენობით მალტოზა. აღსანიშნავია, რომ ორივე ფერმენტის ერთდროული მოქმედება უზრუნველყოფს სახამებლის ძლიერ დაშაქრებას.

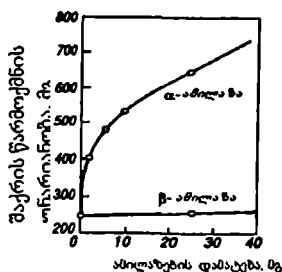
α და β -ამილაზები განსხვავდებიან ტემპერატურისა და არეს რეაქციისადმი დამოკიდებულებით. α -ამილაზას მოქმედების ოპტიმუმი და ინაქტივაციის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე β -ამილაზასი. ამასთან α -ამილაზა უფრო მდგრადია მჟავიანობის მიმართ. ერთიდაიგივე მჟავიანობის პირობებში β -ამილაზას მოქმედების ოპტიმუმი არის $62-64^{\circ}\text{C}$, ხოლო α -ამილაზასი - $80-84^{\circ}\text{C}$. β -ამილაზა სრულ ინაქტივაციას განიცდის $82-84^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. აღსანიშნავია, რომ ზოგჯერ α -ამილაზა გამომცხვარი პურის გულშიც ინარჩუნებს აქტივობას.

ამილაზების თერმომედეგობაზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს არეს მჟავიანობა. კერძოდ, მჟავიანობის მომატება იწვევს ფერმენტის ინაქტივაციის ტემპერატურის შემცირებას. ინაქტივაციის ტემპერატურის შემცირება განსაკუთრებით შესამჩნევია α -ამილაზასათვის. აგრეთვე დადგენილია, რომ ამილაზების მოქმედების ოპტიმუმი და ინაქტივაციის ტემპერატურა დამოკიდებულია იმ სუბსტრატის ხასიათსა და კონცენტრაციაზე, რომელშიც მოქმედებენ აღნიშნული ფერმენტები. კერძოდ, რაც მეტია ტენიანობა და მცირეა სუბსტრატის კონცენტრაცია, მით ნაკლებია ამილაზების მოქმედების ოპტიმუმი და ინაქტივაციის ტემპერატურა.

როგორც აღვნიშნეთ, ნორმალური აღმოუცენებელი ხორბლის მარცვალი შეიცავს აქტიურ მდგომარეობაში მხოლოდ β -ამილაზას, რომლის რაოდენობაც საკმარისზე მეტია. ამიტომ ნორმალური ხორბლის ფქვილის შაქარწარმოქმნის უნარი დამოკიდებულია არა β -ა-

მილაზას რაოდენობაზე, არამედ თუ რამდენად მისაწვდომია მისთვის სუბსტრატი და დამყოლია მისი მოქმედებისადმი ფქვილის სახამებელი. ფერმენტის მოქმედებისადმი სუბსტრატის დამყოლუნარიანობას ეწოდება სახამებლის „შემტევუნარიანობა“.

სახამებლის „შემტევუნარიანობა“ ძირითადად დამოკიდებულია ფქვილის ნაწილაკების ზომაზე, სახამებლის მარცვლების ზომებსა და მათი მექანიკური დაზიანების ხარისხზე. ე.ი. იმ მარცვლის თავისუფალი ზედაპირის სიდიდეზე, რომელზეც მოქმედებს β -ამილაზა. რაც უფრო მცირე ზომისაა ფქვილის ნაწილაკები და სახამებლის



ნახ. 2 α - და β -ამილაზასაგაღვლენა ხორბლის ფქვილის შაქრის წარმოქმნის უნარზე

მარცვლები, მით უფრო მეტადაა ისინი დაზიანებული და მით უფრო მეტია ასეთი სუბსტრატის შემტევუნარიანობა β -ამილაზათი.

დადგენილია, რომ სახამებლის ამილოზასა და ამილოპექტინის თანაფარდება (25 და 75%) პრაქტიკულად არ მოქმედებს ხორბლის ფქვილის პურისცხოვის თვისებებზე. სახამებლის მარცვლის მექანიკური დაზიანების ხარისხი გავლენას ახდენს ფქვილის პურის ცხოვის თვისებებზე. ამ

თვალსაზრისით ოპტიმალურად ითვლება საშუალოდ დაზიანებული სახამებლის მარცვალი. ძლიერ დაზიანებული სახამებლის მარცვალი უარყოფითად მოქმედებს პურის ცხოვის თვისებებზე.

β -ამილაზა უფრო ადვილად მოქმედებს დექსტრინებზე და კლეისტერიზებულ სახამებელზე. აქედან გამომდინარე ნათლად ჩანს, რომ β -ამილაზას მოქმედება უფრო ეფექტურია α -ამილაზასთან ერთად. α -ამილაზა წინასწარ ამზადებს სუბსტრატს β -ამილაზას მოქმედებისათვის. ტექნოლოგიურ პროცესებში ზოგ შემთხვევაში გამოიყენება ალაოს პრეპარატები, როგორც α -ამილაზას წყარო, რათა გაძლიერდეს ფქვილის საკუთარი ფერმენტის β -ამილაზას მოქმედება.

ნახაზზე 2 მოცემული გრაფიკი ასახავს α - და β -ამილაზას დამატების გავლენას ხორბლის ფქვილის შაქრის წარმოქმნის უნარზე (ფქვილის შაქრის წარმოქმნის უნარი ტოლია 245 მგ მალტოზა 10 გრ ფქვილზე). β -ამილაზას დამატება იწვევს ფქვილის შაქრის წარმოქმნის უნარის უმნიშვნელოდ გაზრდას, რაც ადასტურებს იმას, რომ თვით ფქვილი β -ამილაზას შეიცავს ჭარბი რაოდენობით. იგივე რაოდენობის α -ამილაზას დამატება კი პრეპარატის რაოდენობის პროპორციულად ზრდის ფქვილის შაქრის წარმოქმნის უნარს. რაც აიხსნება იმით, რომ α -ამილაზა იწვევს სახამებლის ჰიდროლიზს დაბალ მოლეკულურ დექსტრინებად. ეს უკანასკნელი კი β -ამილაზას მოქმედებით ადვილად გარდაიქმნება მალტოზად.

ფქვილის აირწარმოქმნის უნარის განსაზღვრისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ხელსაწყოები, რომლებიც შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: ხელსაწყოები, რომელთა საშუალებით გამოყოფილი ნახშირორჟანგი განისაზღვრება ვოლულომეტრული (მოცულობითი) მეთოდით და ხელსაწყოები, რომელთა გამოყენებით გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა განისაზღვრება წნევის მიხედვით (მანომეტრული).

ფქვილის აირწარმოქმნის უნარს აქვს დიდი ტექნოლოგიური მნიშვნელობა ისეთი პურის წარმოებისათვის, რომლის რეცეპტურაში არ არის გათვალისწინებული შაქარი.

აირწარმოქმნის უნარი გავლენას ახდენს ქერქის შეფერილობაზე. დაბალი აირწარმოქმნის უნარის მქონე ფქვილის გადამუშავების დროს, გაფუების პროცესის დასრულებისას ცომი შაქრებს შეიცავს მცირე რაოდენობით. ეს კი ვერ უზრუნველყოფს დაყოვნების და გამოცხობის პირველ ეტაპზე ცომის ნორმალურ გაფუებას. ამიტომ ასეთი ფქვილისაგან მიღებული პური იქნება მცირე მოცულობისა და ცუდად გაფუებული.

პურის ქერქის ფერი მნიშვნელოვნად განპირობებულია ცომში დაუდუღებელი შაქრების რაოდენობით. გამოცხობის დროს გახურების შედეგად ქერქში არსებული მარტივი შაქრები შედიან რეაქცი-

ებში ცილების დაშლის შედეგად მიღებულ პროდუქტებთან და წარმოქმნიან მუქი ყავისფერი შეფერილობის ნივთიერებას-მელანოიდებს, რომლებიც ქერქს აძლევენ სპეციფიურ ოქროსფერ-მოყავისფრო შეფერილობას. ცხობის წინ ცომში დაუდუღებელი მარტივი შაქრების შემცველობა უნდა იყოს არა ნაკლებ 2-3%-სა, რათა ინტენსიურად წარიმართოს ზემოაღწერილი პროცესები და პურის ქერქს ქონდეს სპეციფიური სასიამოვნო შეფერილობა.

რაც მეტია ფქვილის გამოსავლიანობა, მით მეტია მასში საკუთარი შაქრების შემცველობა და ფერმენტული აქტივობა, რის შედეგადაც უფრო მაღალია აირწარმოქმნის უნარიანობა.

ხორბლის ფქვილის ძალა

პურის წარმოების პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს ცომის რეოლოგიურ თვისებებს, კერძოდ მასზეა დამოკიდებული ცომდამყოფი და დამფორმებელი მანქანების მუშაობა. ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები განაპირობებს დაფორმებული ცომის ნაჭრებში ნახშირორჟანგის დაჭერის უნარს და ცომის ფორმის შენარჩუნებას დაყოვნებისა და გამოცხობის პირველ ეტაპზე. ცომის რეოლოგიური თვისებები მნიშვნელოვნად განაპირობებს მზა ნაწარმის ხარისხს-მოცულობას, ფორმას, პურის გულის ფორიანობას და სტრუქტურას.

ფქვილის ძალა არის უნარი წარმოქმნას ისეთი ცომი, რომელსაც მოზელვის, გაფუებისა და დაყოვნების შემდეგ ექნება განსაზღვრული რეოლოგიური თვისებები. ხორბლის ფქვილი პირობითად იყოფა: ძალიან სუსტი, სუსტი, საშუალო, ძლიერი და ძალიან ძლიერი.

ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი

ფქვილის ძალა ძირითადად განისაზღვრება მისი ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსით. თუმცა მასზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სხვა ფაქტორებიც. დადგენილია, რომ ფქვილის ძალა დამოკიდებულია მასში სახამებლის შემცველობაზე, თვისებებსა და მასზე მოქმედ ფერმენტებზე-ამილაზებზე, მაღალმოლეკულურ პერტოზანებზე, ლიპიდებსა და მასზე მოქმედ ფერმენტებზე, ლიპოპროტეიდებსა და გლიკოპროტეიდებზე. მარცვლის, ფქვილის ან ცომის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი აერთიანებს ცილოვან ნივთიერებებს, პროტეოლიზურ ფერმენტებსა და მის აქტივატორებსა და ინჰიბიტორებს.

ფქვილის ცილოვანი ნივთიერებები

მარცვლისა და ფქვილის ცილოვანი შედგენილობა განსაზღვრავს არა მარტო კვებით ღირებულებას, არამედ მის ტექნოლოგიურ თვისებებსაც. ხორბლის ფქვილის ისეთი რეოლოგიური თვისება, როგორიცაა ელასტიურობა, დრეკადობა და სიბლანტე, განპირობებულია ცილოვანი ნივთიერებებით. ცილოვანი ნივთიერებების შემცველობა ხორბლის მარცვალში დამოკიდებულია მარცვლის ხარისხზე, აგრო-კლიმატურ პირობებზე და შეადგენს 7-26%. ხორბლისა და ფქვილის ცილოვანი ნივთიერებები წარმოდგენილია პროტეინებით. მცირე რაოდენობით შეიცავს ცილების შენაერთებს არაცილოვან ნივთიერებებთან – პროტეიდებს (ლიპოპროტეიდები, გლიკოპროტეიდები და ნუკლეოპროტეიდები).

ოსბორნის კლასიფიკაციის თანახმად ხორბლის მარცვლისა და ფქვილის ცილები წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

ალბუმინები – წყალში ხსნადი ცილები. მაგალითად, ლეიკოზინი - ხორბლის ჩანასახის ცილა, ლეგუმელინი - მწვანე ბარდას მარცვლის ცილა, ოვალბუმინი - კვერცხის ცილა.

გლობულინები - მარილხსნარში ხსნადი ცილები. მაგალითად, ლე-გუმინი - მწვანე ბარდას ცილა, ლაქტოგლობულინი - რძის ცილა და სხვ.

პროლაமிნები - იხსნებიან 70% -იან ეთილის სპირტში. მათ მიეკუთვნება: გლიადინი - ხორბლისა და ჭვავის ცილა, გორდეინი-ქერის ცილა, ზეინი-სიმინდის ცილა და სხვ.

გლუტელინები - იხსნებიან 0,1-0,2% -იან ტუტეებში. მათ მიეკუთვნება გლუტენინი- ხორბლისა და ჭვავის ცილა, ორიზენინი-ბრინჯის ცილა და სხვ.

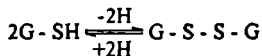
რამდენიმე წლის წინ მარცვალში შემავალი ალბუმინი, გლობულინი, გლიადინი, გლუტენინი განიხილებოდა როგორც ინდივიდუალური ცილა. შემდეგი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ოთხივე ნივთიერება მრავალ კომპონენტურია და შესაბამისი მეთოდების გამოყენებით თითოეული მათგანი შეიძლება დაყოფილ იქნას მრავალ კომპონენტად (სუბერთეულად), რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან მოლეკულური მასით, სტრუქტურით და სხვა თვისებებით. ამიტომ მართებულია ხორბლისა და ჭვავის მარცვალში შემავალი გლობულინი, გლიადინი, გლუტენინი განხილული იქნას როგორც მარცვლიდან ხელოვნურად გამოყოფილი ცილის მრავალკომპონენტური ფრაქცია.

ფქვილის წყალში უხსნადი ცილებია გლიადინი და გლუტენინი, ამიტომ ისინი წარმოადგენენ ფქვილიდან გამორეცხილი წებოვარას ძირითად კომპონენტებს. მათ ხშირად უწოდებენ წებოვარულ ცილებს. გლიადინი და გლუტენინი თავმოყრილია მარცვლის ენდოსპერმის ცილაში, ალბუმინი და გლობულინი კი - ჩანასახისა და ალეირონის შრის ცილაში. ამიტომ მაღალი გამოსავლიანობის ფქვილებში ალბუმინებისა და გლობულინების ფრაქციები უფრო მეტია, ვიდრე დაბალი გამოსავლიანობის ფქვილებში. მარცვლის ცილების 2/3 - 3/4 ნაწილი წარმოდგენილია გლიადინის და გლუტენინის ფრაქციებით. ამასთან გლიადინის ფრაქცია უფრო მეტია ვიდრე გლუტენინის.

ფქვილის პროტეოლიზური ფერმენტები მათი აქტივატორები და ინჰიბიტორები

ფერმენტებს, რომლებიც იწვევენ ცილების ჰიდროლიზურ დაშლას პეპტიდურ კავშირებად ეწოდებათ პროტეინაზები. მათი საშუალებით ცილების ჰიდროლიზის შედეგად მიიღება პეპტონები, პოლიპეპტიდები და ამინომჟავები. ხორბლის და ჭვავის მარცვალი შეიცავს ფერმენტ პროტეინაზას, რომელიც მიეკუთვნება პაპაინის ჯგუფის პროტეოლიზურ ფერმენტებს. ამ ჯგუფის ფერმენტების აქტივაცია შესაძლებელია პროტეოლიზის აქტივატორებით, რომელთაც მიეკუთვნებიან -SH ჯგუფების შემცველი აღმდგენელი მოქმედების შენაერთები (ცისტეინი და გლუტათიონი). დამჟანგველების მოქმედებით პროტეოლიზური ფერმენტები განიცდიან ინაქტივაციას და მათ ეწოდებათ პროტეოლიზის ინჰიბიტორები (KBrO₃, KIO₃, H₂O₂ და სხვ.).

ფერმენტი აქტიურ მდგომარეობაშია მხოლოდ აღდგენილ ფორმაში, როდესაც მის სტრუქტურაში არის -SH ჯგუფები. თუ აღვნიშნავთ გლუტათიონის მოლეკულას G-SH, მაშინ მისი ჟანგვა-აღდგენითი გარდაქმნა ხდება შემდეგნაირად:



დაჟანგულ მდგომარეობაში გლუტათიონს აღარ აქვს უნარი მოახდინოს პროტეოლიზის აქტივაცია.

დადგენილია, რომ მარცვლის, ფქვილისა და ცომის ცილები შეიცავს როგორც -SH ჯგუფებს, ასევე -S-S-კავშირებს. ამასთან -S-S-კავშირები ბევრად აღემატება -SH ჯგუფებს. -SH ჯგუფები ძირითადად მოთავსებულია მარცვლის პერიფერიულ ნაწილების ცილებში. აღმოცენების დროს აღმდგენელი გლუტათიონის შემცველობა იზრდება, ამიტომ პროტეოლიზური აქტივობა ამ დროს შესამჩნევად მატულობს. დადგენილია, რომ -SH ჯგუფების მცირე რაოდენობა არის ფარული და პრაქტიკულად არ მონაწილეობს ჟანგვა-აღდგე-

ნით რეაქციებში.

მარცვლისა და ფქვილის ცილოვანი სტრუქტურა შეიცავს –SH და –S –S – კავშირებს, რადგან მასში არის ამინომჟავები, ცისტეინი და ცისტინი.

დისულფიდკავშირები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ცილოვანი ნივთიერების მესამე და მეოთხე სტრუქტურებში. მათი წარმოქმნა ამაგრებს ცილის შიგამოლეკულურ მიკროსტრუქტურას, რის შედეგად ის ხდება მკვრივი და მტკიცე. ამ კავშირების რღვევა კი იწვევს ცილის მოლეკულის სტრუქტურის შესუსტებას, რის შედეგადაც ის ხდება უფრო ფხვიერი და ადვილად გადასადგილებელი.

წყალბადური ბმები გარკვეულ როლს თამაშობენ ცილის სტრუქტურის ჩამოყალიბებაში. ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ წყალბადური ბმები გავლენას ახდენენ წებოგვარას და ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე.

წებოგვარას და ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე გავლენას ახდენენ გლიკოპროტეიდები (ცილების შენაერთი აღმდგენელ შაქრებთან) და ლიპოპროტეიდები (ცილების შენაერთები ცხიმებთან). ისინი წარმოქმნიან დამატებით კავშირებს, რის შედეგადაც ცილის სტრუქტურა ხდება უფრო მკვრივი.

მარცვალი და ფქვილი შეიცავს ფერმენტ ლიპოქსიგენაზას, ის წარმოქმნის ცხიმოვანი მჟავების ზეჟანგებს, რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ ცილის – SH ჯგუფების ჟანგვით რეაქციებში.

ფქვილის სახამებელი და წყალში ხსნადი პენტოზანების გავლენა ფქვილის ძალაზე

ფქვილის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია სახამებელი, ამიტომ არ შეიძლება სახამებლის შემცველობამ და თვისებებმა არ იმოქმედოს ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე და აქედან გამომდინარე ფქვილის ძალაზე.

რაც მეტია ფქვილში სახამებლის შემცველობა, მით ნაკლებია

მასში ცილოვანი ნივთიერებები და შესაბამისად ფქვილი არის უფრო სუსტი; რაც უფრო წვრილია სახამებლის მარცვლები, მით მეტია ხვედრითი ზედაპირი და მით უფრო მეტი წყლის შთანთქმა ხდება ადსორბციულად. შესაბამისად ცომი ამ დროს ხდება უფრო სქელი კონსისტენციის. დაფქვის დროს დაზიანებული სახამებლის მარცვლის მიერ ხდება შედარებით მეტი წყლის შთანთქმა, ვიდრე დაუზიანებელი მარცვლისა. ფქვილის ძალაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს აგრეთვე α -ამილაზა.

განსაზღვრულ გავლენას ფქვილის ძალაზე ახდენს წყალში ხსნადი პენტოზანები, რომლებსაც უწოდებენ ლორწოვან ნივთიერებებს. ფქვილის პენტოზანები ოთახის ტემპერატურაზე ადვილად იჯირჯეებიან და იხსნებიან, უფრო სწორად კი განიცდიან პეპტიზაციას. ამ დროს წარმოქმნიან ბლანტ ლორწოს მსგავს ხსნარებს. წყალში ხსნად პენტოზანებს მაღალი ჰიდროფილური თვისებები გააჩნია, ამიტომ ისინი დიდ როლს თამაშობენ ცომის რეოლოგიური თვისებების ჩამოყალიბებაში.

ლიპიდები და მათი გავლენა ფქვილის ძალაზე

ფქვილის ძალაზე გავლენას ახდენს ლიპიდები. ისინი იყოფიან ორ ჯგუფად: მარტივი და რთული. მარტივი ლიპიდები არ შეიცავენ აზოტსა და ფოსფორს. რთული ლიპიდების ჯგუფში შედიან ფოსფოლიპიდები, გლიკოლიპიდები, ლიპოპროტეიდები. მარცვალი და ფქვილი შეიცავს როგორც მარტივ, ისე რთულ ლიპიდებს. ლიპიდების შემცველობა ფქვილში ნაკლებია, ვიდრე მარცვალში. ლიპიდები მეტი რაოდენობით არის მარცვლის ჩანასახში და შედარებით მცირე კი გარსში. დაბალი გამოსავლიანობის ფქვილში ლიპიდების რაოდენობა ნაკლებია.

ლიპიდების შედგენლობაში ცხიმოვანი მჟავების რაოდენობას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს, რადგან მარცვალი და ფქვილი შეიცავს ფერმენტებს ლიპაზასა და ლიპოქსიგენაზას.

ლიპაზა ჰიდროლიზურად შლის ლიპიდების ტრიგლიცერიდებს, ამ დროს წარმოიქმნება გლიცერინი და თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, მათ შორის პოლიუჯერი. ლიპოქსიგენაზა კი აჩქარებს ჰაერის ჟანგბადით უჯერი ცხიმოვანი მჟავების დაჟანგვას და მიიღება ჰიდროზუქსანგები, რომლებიც შეიძლება თვითონ იყოს აქტიური დამჟანგველები. ამიტომ მათ შეუძლიათ გამოიწვიონ პროტეინაზების, გლუტათიონის და ცილის პეპტიდურ ჯაჭვში შემცველი ცისტეინის - SH ჯგუფების დაჟანგვა. შედეგად ცილის სტრუქტურა ხდება მკვრივი და მტკიცე.

ფოსფოლიპიდების შემცველობა მარცვალსა და ფქვილში არის მცირე, მაგრამ ისინი უშუალო გავლენას ახდენენ ცომისა და წებოგვარას რეოლოგიურ თვისებებზე. ფქვილში ფოსფოლიპიდებიდან გვხვდება ლეციტინი.

გლიკოლიპიდები წებოგვარული ცილების გლიადინის ფრაქციას უერთდებიან ჰიდროფილური კავშირებით, ხოლო გლუტენინის ფრაქციას კი ჰიდროფობული კავშირებით. ეს კავშირი განიხილება, როგორც წებოგვარას სტრუქტურული ელემენტი, რომელიც განაპირობებს მის აირის შეკავების უნარს.

წებოგვარა და ფქვილის ძალა

წყალში უხსნადი ცილების გლიადინისა და გლუტენინის ფრაქციები წარმოქმნის მკვრივ, დრეკად, პლასტიკურ, ჭიმვად მასას, რომელიც ძირითადად განაპირობებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებს. ამიტომ ხორბლის ფქვილში წებოგვარას შემცველობა და მისი თვისებები არის ფქვილის ძალის ძირითადი მაჩვენებელი. ნედლი წებოგვარას შემცველობაში არის განსაზღვრული რაოდენობის წყალი. რაც მეტია წებოგვარას ტენშემცველობა, მით სუსტია რეოლოგიურ თვისებები.

წებოგვარას წარმოქმნიან წყალში უხსნადი ცილები, მაგრამ მის შედგენილობაში შედის აგრეთვე სხვადასხვა ნივთიერებები. ასე მა-

გალითად, წებოგვარას შემცველობაში 75-90% არის ცილა, დანარჩენი 10-25% კი არის ნაცარი (სახამებელი, უჯრედის გარსის ნაწილაკები) და წებოგვარას მიერ შეკავშირებული შაქრები და ლიპიდები.

ნახაზზე 3 ილუსტრირებულია ერთი და იგივე ფქვილისათვის ცილის ჰიდრატირებული გლუტენინის და გლიადინის ფრაქციის და ნედლი წებოგვარას რეოლოგიურ თვისებებს შორის სხვაობა.



ნახ. 3. რეოლოგიური თვისებების განსხვავების დემონსტრაცია
ა-გლუტენინი; ბ-გლიადინი; გ-წებოგვარა.

ჰიდრატირებული გლუტენინი (ნახ. 3 ა) წარმოადგენს რეზინისმაგვარ მოკლედ ჭიმვად, დრეკად და შედარებით მკვრივ მასას.

ჰიდრატირებული გლიადინის მასა (ნახ. 3 ბ) კონსისტენციის მიხედვით არის თხევადი, ძლიერ ჭიმვადი, ზღანტი და არა დრეკადი.

ნედლი წებოგვარა კი (ნახ. 3 გ) აერთიანებს გლიადინისა და გლუტენინის ფრაქციების რეოლოგიურ თვისებებს და უჭირავს შუალედური მდგომარეობა.

მარცვალსა და ფქვილში ცილებისა და ნედლი წებოგვარას შემცველობას შორის არის პირდაპირი კავშირი. რაც მეტია ცილების შემცველობა, მით მეტია ფქვილიდან გამორეცხილი ნედლი წებოგვარას რაოდენობა. რაც მეტია წებოგვარას შემცველობა და რაც კარგია მისი რეოლოგიური თვისებები, მით ძლიერია ფქვილი.

ფქვილის ძალას აქვს დიდი ტექნოლოგიური მნიშვნელობა. ფქვილის ძალა განსაზღვრავს ნორმალური რეოლოგიური თვისებების ცომის მიღებისათვის საჭირო წყლის რაოდენობას, ის განაპირობებს ცომის აირის შეკავების უნარს და ფქვილის აირწარმოქმნის

უნართან ერთად განსაზღვრავს მზა ნაწარმის მოცულობას, ძირის პურის სიმაღლისა და დიამეტრის ფარდობას, გულის ფორიანობის სტრუქტურას.

ფქვილის ძალა შეიძლება განისაზღვროს, როგორც მასში წებოგვარას შემცველობით და მისი ხარისხით, ასევე ცომის რეოლოგიური თვისებების შეფასებით. ამ მიზნით გამოიყენება ფარინოგრაფი, პლასტომეტრი, რეოტესტი და სხვ.

ფქვილის ფერი და მისი გამუქების უნარი

ფქვილის ფერი განპირობებულია მარცვლის ქსანტოფილური და კაროტინოიდული პიგმენტებით, რომლებიც ძირითადად მოთავსებულია მარცვლის პერიფერიულ ნაწილებში. რაც მეტია ფქვილის გამოსავლიანობა, მით უფრო მუქია ის.

ფქვილი ოპტიმალური რეჟიმის პირობებში ტექნოლოგიური გადამუშავებისას შეიძლება გამუქდეს. მიიღება აღნიშნული ასორტიმენტისათვის არასასურველი შეფერილობის მზა ნაწარმი, რაც საბოლოო ჯამში უარყოფით გავლენას ახდენს მის ორგანოლექტიკურ თვისებებზე.

აღნიშნული დეფექტის გამომწვევი მიზეზი შემდეგია: ფქვილში, კერძოდ ხორბლის ფქვილში, ყოველთვის თავისუფალ მდგომარეობაში საკმაო რაოდენობით არის ამინომჟავა თიროზინი, რომლის რაოდენობამ პურის მომზადების სხვადასხვა ეტაპზე შეიძლება მოიმატოს (ცილების ხარჯზე). მეორეს მხრივ აღსანიშნავია, რომ ნორმალურ პირობებში საღი მარცვლიდან დამზადებული ფქვილი პრაქტიკულად არ შეიცავს ფერმენტ პოლიფენოლოქსიდაზას (თიროზინაზა). დეფექტური ფქვილები საკმაო რაოდენობით შეიცავს აღნიშნულ ფერმენტს, რომელიც ამინომჟავა თიროზინს ჟანგავს და მიიღება მუქად შეფერილი ნივთიერებები – მელანინები. ისინი ცომს ანიჭებს მუქ შეფერილობას და იწვევს პურის გულის გამუქებას.

პურის ცხოვრების პრაქტიკაში დეფექტის თავიდან ასაცილებლად ყველაზე რადიკალურ ხერხად ითვლება ნახევარფაბრიკატის გაფუების პროცესში მუავიანობის გაზრდა.

ფქვილის წყლის შთანთქმის უნარიანობა, ანუ მის დაფქვის სიმსხო

წყლის შთანთქმის უნარიანობის ქვეშ იგულისხმება ფქვილის თვისება, მოზელვის პროცესში შეიკავშიროს წყლის გარკვეული რაოდენობა. ცილებისა და სახამებლის მდგომარეობის გარდა ფქვილის წყლის შთანთქმის უნარზე გავლენას ახდენს ფქვილის დაფქვის ხარისხიც. რაც ნაკლებია ფქვილის გამოსავლიანობა, მით ნაკლებია წყლის შთანთქმის უნარიანობა. რაც უფრო წვრილია ნაწილაკების სიმსხო, მით მეტია ფქვილის წყალთან შეხების ჯამური ზედაპირი და მით მეტი იქნება წყლის შთანთქმის უნარი.

აღნიშნულ თვისებას დიდი მნიშვნელობა აქვს უპირველეს ყოვლისა ეკონომიკურ ასპექტში, ვინაიდან ეს უნარი განსაზღვრავს პურის გამოსავლიანობას.

მეორეს მხრივ ფქვილის წყლის შთანთქმის უნარიანობა პირდაპირ კავშირშია ფქვილის ძალასთან. ძლიერი ფქვილის წყლის დაქერის უნარი არის მაღალი.

ხორბლის ფქვილის პურის ცხოვრების თვისებების განსაზღვრისათვის ფართოდ გამოიყენება სანიმუშო ცხოვრებები.

ჭვავის ფქვილის პურის ცხოვრების თვისებები

ჭვავის პურის ხარისხი, ისევე როგორც ხორბლის პურის, განისაზღვრება გემოთი, არომატით, ფორმით, მოცულობით, შეფერილობით და ქერქის მდგომარეობით. თუმცა ჭვავის და ხორბლის პურის ხარისხის შეფასებისას ცალკეული მაჩვენებლების მნიშვნელობა

განსხვავებულია. მაგალითად, მოცულობა და გულის ფორიანობის სტრუქტურა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ხორბლის ფქვილის თვისებებზე, განსხვავებით ჭვავის ფქვილისაგან. ამიტომ ისინი წარმოადგენენ ხორბლის ფქვილის პურის ცხობის თვისებების მეტად მნიშვნელოვან მაჩვენებლებს. ჭვავის ფქვილის პურის ცხობის თვისებების შეფასების დროს კი პურის ხარისხის აღნიშნული მაჩვენებლები პრაქტიკულად მეორეხარისხოვანია. ამავე დროს ჭვავის პურში დიდი მნიშვნელობა აქვს გულის რეოლოგიურ თვისებებს – მისი წებვადობის ხარისხს, შეხებისას სიმშრალეს ან სისველეს.

ხორბლის ფქვილის პურის ცხობის თვისებების შეფასებისას ძალიან მნიშვნელოვანია ფქვილის ფერი ან მისი გამუქების უნარი პურის წარმოების პროცესში, რომელიც განაპირობებს პურის გულის ფერს. ჭვავის ფქვილისათვის ეს მაჩვენებლები მნიშვნელოვანია მხოლოდ გაცრილი ფქვილის ხარისხის შეფასებისას.

ხორბლის პურისაგან განსხვავებით ჭვავის პურს, განსაკუთრებით კანგაცლილი და ცეხვილი ფქვილისაგან, ახასიათებს მცირე მოცულობა, უფრო მუქად შეფერილი გული და ქერქი, ნაკლები ფორიანობა და წებვადი გული.

ჭვავის პურის ხარისხი განპირობებულია ჭვავის მარცვლისა და ფქვილის ნახშირწყლოვან-ამილაზური და ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის სპეციფიკურობით.

ჭვავის ფქვილის ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსი

ჭვავის მარცვლისა და ფქვილის ნახშირწყლოვან-ამილაზურ კომპლექსს აქვს რამდენიმე სპეციფიკური თავისებურება.

ჭვავის ფქვილი შეიცავს მეტი რაოდენობით საკუთარ შაქრებს, ვიდრე ხორბლის. ამასთან ერთად, ჭვავის ფქვილი შეიცავს გაცილებით მეტ ლევულოზანებს და წყალში ხსნად კოლოიდურ საქარიდ-პოლიფრუქტოზიდებს, რომელთა ჰიდროლიზის დროს შეიძლება

წარმოიქმნას ფრუქტოზა (ლევულოზა).

ჰეპატის ფქვილის სახამებლის კლეისტერიზაცია იწყება უფრო დაბალ ტემპერატურაზე ($52-55^{\circ}\text{C}$), ვიდრე ხორბლის ფქვილის სახამებლის ($60-67^{\circ}\text{C}$).

ჰეპატის ფქვილის სახამებლის შემტევუნარიანობა ამილოლიზური ფერმენტების მოქმედებისას რამდენადმე უფრო მაღალია ხორბლის ფქვილის სახამებელთან შედარებით. ამას ხელს უწყობს ისიც, რომ ჰეპატის სახამებლის კლეისტერიზაციის პროცესი, რომელიც ძლიერ ამაღლებს მის შემტევუნარიანობას, იწყება უფრო ადრე და იმ ტემპერატურაზე, რომელზეც მიუხედავად მაღალი მჟავიანობისა β -ამილაზა ჯერ კიდევ არ არის ინაქტივირებული, ხოლო α -ამილაზა იმყოფება მოქმედების ოპტიმალურ ტემპერატურულ ზონაში.

ჰეპატის მარცვალსა და ფქვილში ამილაზები წარმოდგენილია α -და β -ამილაზებით. ხორბლის მარცვლისაგან განსხვავებით, ჰეპატის ნორმალური აღმოუცენებელი მარცვალი შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით აქტიურ ამილაზებს. ჰეპატის აღმოცენებისას α -ამილაზას აქტივობა, ისევე როგორც ხორბლის მარცვალში რამდენიმეჯერ იზრდება.

ამრიგად, ჰეპატის ფქვილი ხორბლის ფქვილთან შედარებით ხასიათდება საკუთარი შაქრების უფრო მეტი შემცველობით, სახამებლის კლეისტერიზაციის უფრო დაბალი ტემპერატურით, მისი მეტი შემტევუნარიანობით და აღმოუცენებელი მარცვლისაგან დამზადებულ ფქვილში მნიშვნელოვანი რაოდენობის α -ამილაზას შემცველობით. ამასთან დაკავშირებით ჰეპატის ფქვილის შაქრისა და აირწარმოქმნის უნარიანობა ყოველთვის საკმარისზე მეტია.

ჰეპატის ფქვილის ზემოთაღნიშნულ სპეციფიკურ თავისებურებებს აქვს დიდი ტექნოლოგიური მნიშვნელობა.

ცომის დუღილისა და პურის გამოცხობის პროცესში ჰეპატის ფქვილში არსებული α -და β -ამილაზების სახამებელზე მოქმედების შედეგად შეიძლება მოხდეს სახამებლის მნიშვნელოვანი რაოდენობის ჰიდროლიზი. რის გამოც გამოცხობის პროცესში ჰეპატის ცომის

ნამზადში სახამებლის მიერ შეიძლება ვერ მოხდეს ცომის მთელი ტენის შეკავშირება და თავისუფალი ტენი იწვევს პურის გულის სისველეს. α-ამილაზას არსებობა კი, განსაკუთრებით ცომის არასაკმარისი მჟავიანობის დროს, პურის გამოცხოვისას იწვევს მნიშვნელოვანი რაოდენობით დექსტრინების დაგროვებას, რომელიც ამლევს პურის გულს წებვადობას. ამის გამო ჭვავის პურის გული საერთოდ უფრო წებვადი და სველია ხორბლის პურის გულთან შედარებით. α-ამილაზას მოქმედების დამუხრუჭების მიზნით ჭვავის ცომის მჟავიანობა უფრო მაღალია, ვიდრე ხორბლის ცომისა.

ჭვავის ფქვილის ნახშირწყლოვან კომპლექსს მიეკუთვნება წყალში ხსნადი პენტოზანებიც („ლორწოები“). პენტოზანების დაახლოებით თანაბარი რაოდენობის პირობებში წყალში ხსნადი პენტოზანების შემცველობა ჭვავის მარცვალში ორჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე ხორბალში.

ჭვავის ფქვილის ლორწოები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ხორბლის ფქვილის ლორწოებისაგან სხვა მაჩვენებლებითაც. ჭვავის ლორწოების წყალხსნარების სიბლანტე ბევრად უფრო ნაკლებია ვიდრე იმავე კონცენტრაციის ხორბლის ლორწოების ხსნარებისა. ამის ძირითად მიზეზს წარმოადგენს ჭვავის ლორწოების კომპონენტების პოლიმერიზაციის მაღალი ხარისხი. დადგენილია, რომ ჭვავის ლორწოები ძლიერ ჰიდროფილურები არის, ჰიდრატიციის დროს მათი მოცულობა იზრდება 80%-ით. ლორწოები მოქმედებს ჭვავის ცომის კონსისტენციაზე, ამცირებს რა მის გათხევადებას დუღილის პროცესში.

ჭვავის მარცვალში არის ფერმენტები, რომელთაც შეუძლიათ ლორწოების მაღალმოლეკულური კომპონენტების დეზაგრეგაცია. ამ ფერმენტების აქტივობა მნიშვნელოვნად იზრდება ჭვავის მარცვლის აღმოცენებისას. განშტოებული არაბინოქსილის ფრაქციის არსებობა და მათი პოლიმერიზაციის მაღალი ხარისხი ხელს უწყობს ჭვავის ცომში ლორწოების კომპლექსური შენაერთების წარმოქმნას ცილოვან ნივთიერებებთან და სახამებელთან. ლორწოები

მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ჭვავის ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე, მის კონსისტენციასა და აირდამჭერ უნარიანობაზე, სახამებლის კლეისტერიზაციაზე პურის გამოცხოვის პროცესში. შედეგად ისინი მოქმედებს პურის ხარისხის ისეთ მაჩვენებლებზე, როგორებიცაა მოცულობა, გულის ფორიანობა და რეოლოგიური თვისებები, პურის დაძველების სიჩქარე.

ჭვავის ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი

ზოგიერთი მკვლევარის აზრით ჭვავის ფქვილის ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსის თავისებურებანი განსაზღვრავენ მისი პურის ცხოვის თვისებებს. ამის გამო ფართოდაა გავრცელებული მოსაზრება, რომ ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი ჭვავის ფქვილის პურის ცხოვის ღირსებაზე არ ახდენს არსებით გავლენას, რაც აშკარად მცდარია. ჭვავის ფქვილის პურის ცხოვის თვისებების განსაზღვრისას დიდი მნიშვნელობა აქვს მის ცილოვან-პროტეინაზულ კომპლექსს.

ჭვავის ფქვილის ცილოვანი ნივთიერებებიდან შესაძლებელია გლიადინისა და გლუტენინის ფრაქციების გამოყოფა ხორბლის ფქვილის ცილების მსგავსად.

ამინომჟავური შედგენილობით ჭვავის ცილები ახლოსაა ხორბლის ცილებთან. მაგრამ განსხვავდებიან მათგან დეფიციტური ამინომჟავების (ლიზინი და თრეონინი) შედარებით მაღალი შემცველობით.

ჭვავის ფქვილის ცილოვანი ნივთიერებების არსებით განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს მათი სწრაფი და ინტენსიური გაჯირჯვების უნარი. ამასთან ცილის მნიშვნელოვანი რაოდენობა იჯირჯება უსაზღვროდ და განიცდის პეპტიზაციას, წარმოქმნის ბლანტ კოლოიდურ ხსნარს.

ჭვავის ფქვილის ცილების ხსნადობაზე ცომში დიდ გავლენას

ახდენს არეს მჟავიანობა. ჭვავის ცომში ცილების პეპტიზირებული ნაწილი წარმოქმნის ბლანტ, თხევად ფაზას, რომელშიც დისპერგირებულია სახამებლის მარცვლები, ზღვრულად გაჯირჯეებული ცილის და ფქვილის ქატოს ნაწილაკები. თხევად ფაზაში აგრეთვე არის ლორწოები და ჭვავის ცომის შემადგენელი წყალში ხსნადი სხვა ნივთიერებები. ამიტომ ჭვავის ცომის რეოლოგიური თვისებები მნიშვნელოვან წილად დამოკიდებულია ფქვილის ცილების პეპტიზაციის უნარზე, რის შედეგადაც ის გადადის კოლოიდური ხსნარის მდგომარეობაში.

ჭვავის ფქვილის ცილების ძალიან სუსტი პეპტიზაციის შედეგადაც კი უარესდება ცომის რეოლოგიური თვისებები, ამიტომ მისგან მიიღება დაბალი ხარისხის პური.

ჭვავის ფქვილის ცილების მეორე განმასხვავებელ თვისებურებას წარმოადგენს ის, რომ გლიადინის და გლუტენინის ფრაქციებს არ შესწევთ უნარი წარმოქმნან ცომის დრეკად-პლასტიკური, სივრცითი ღრუბლისებური სტრუქტურული კარკასი. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ჭვავის ფქვილისაგან ჩვეულებრივი მეთოდით წებოგვარას გამორეცხვა შეუძლებელია. ჯერ კიდევ 1919 წელს ფელენბერგი ამ ფაქტს იმით ხსნიდა, რომ ჭვავის ფქვილში წყალში გაჯირჯეებული ლორწოები გარს ეკვრიან ცილებს, რაც ხელს უშლის ცომიდან წებოგვარას წარმოქმნას.

ჭვავის ფქვილიდან წებოგვარას გამოყოფა შესაძლებელია სპეციალურ მეთოდის გამოყენებით. ყველაზე ეფექტურია ჰესის მეთოდი (ბენზოლისა და ქლოროფორმის ნარევიში სიბრტყეზე ფრაქციონირებით, ცენტრიფიგურებით და შემდგომ გამოშრობით), რომლის დროსაც მიიღება ე.წ. ჭვავის “შუალედური” ცილის პრეპარატი. ამ პროდუქტიდან წყლის ან 5%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის დამატებით მოზეული ცომიდან წყლით ადვილად გამოირეცხება წებოგვარა, რომელიც თავისი თვისებებით ძალიან ახლოსაა სუსტი ხორბლის ფქვილიდან გამორეცხილ წებოგვარასთან.

დადგენილია აგრეთვე, რომ ჭვავის ცილებს გააჩნიათ უნარი მათ ხსნარებში წარმოქმნას კომპლექსური შენაერთები ჭვავის ლორ-

წობთან. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ამ კომპლექსების წარმოქმნის გამო შეუძლებელია ჭვავის ცომიდან წებოგვარას გამოვარება და წებოგვარული კარკასის წარმოქმნა ჭვავის ცომში.

ჭვავის ცომში წებოგვარული კარკასის არსებობა და ცილების მნიშვნელოვანი ნაწილის პეპტიზაცია განაპირობებენ ჭვავის ცომის რეოლოგიური თვისებების სპეციფიკურობას.

ჭვავის ცომისათვის დამახასიათებელია მაღალი სიბლანტე და დრეკადი დეფორმაციის მნიშვნელოვნად შემცირებული სიდიდე.

ჭვავის ფქვილში ცილოვანი ნივთიერებების რაოდენობა გავლენას ახდენს მის პურის ცხოვრის თვისებებზე. ჭვავის ფქვილში ცილოვანი ნივთიერებების ძალიან მაღალი ან ძალიან დაბალი შემცველობა უარყოფით გავლენას ახდენს პურის ხარისხზე. ჭვავის ფქვილში ცილოვანი ნივთიერებების ძლიერ გაზრდილი შემცველობა იწვევს მცირე მოცულობის პურის მიღებას, არასაკმარისად განვითარებული, სქელკედლიანი და უხეში ფორმით.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ზემოთ აღნიშნული თავისებურების შედეგად ჭვავის ფქვილის ცილების პროტეოლიზი ხდება უფრო ადვილად.

დადგენილია, რომ ჭვავის ფქვილის პროტეინაზა წარმოადგენს პაპაინის ტიპის ფერმენტს, რომელსაც შესწევს უნარი გააქტიურდეს აღმდგენელების მოქმედებით და ინაქტივირდეს დამყანგველებით.

ჭვავის ფქვილის პროტეინაზას მოქმედების ოპტიმუმია pH 4,0-5,0. ჭვავის ფქვილის პროტეინაზა ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული დეზაგრეგაციული მოქმედებით, ამიტომ მისი როლი ჭვავის ცომის ცილების ცვლილებებში არსებითია. ჭვავის ცომის ცილების დეზაგრეგაცია პროტეინაზათი ზრდის პეპტიზაციისა და კოლოიდური ხსნარის მდგომარეობაში მათი გადასვლის უნარს.

ჭვავის ფქვილის პურის ცხოვრის თვისებების განსაზღვრისას წამყვანი როლი ეკუთვნის მის ნახშირწყლოვან-ამილაზურ კომპლექსს, თუმცა მნიშვნელოვანია მისი ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსიც.

ჰევის ფქვილის ფერი და მისი გამუქების უნარი პურის მომზადების პროცესში

ფქვილის ფერი და მისი გამუქების უნარი პურის მომზადების პროცესში წარმოადგენს მხოლოდ გაცრილი ჰევის ფქვილის ხარისხის მაჩვენებელს. ჰევის კანგაცლილი და ცეხილი ფქვილი იძლევა საკმაოდ ინტენსიურად შეფერილ პურს. ეს განპირობებულია არა ფქვილის ფერით, არამედ მისი გაზრდილი გამუქების უნარიანობით პურის მომზადების პროცესში. ჰევის მარცვლის პერიფერიული ნაწილები მდიდარია პოლიფენოლოქსიდაზათი (თიროზინაზა) და თიროზინით. მათი ურთიერთქმედებით წარმოიქმნება მელანინები, ამიტომ აღნიშნული ხარისხის ჰევის ფქვილის ფერს პრაქტიკულად არ აქვს მნიშვნელობა.

სხვაგვარადაა საქმე ჰევის გაცრილი ფქვილის შემთხვევაში, მისგან დამზადებულ პურს აქვს შედარებით ღია შეფერილობის გული. ამიტომ გაცრილი ფქვილის ფერისა და მისი გამუქების უნარიანობის განსაზღვრა აუცილებელი და მიზანშეწონილია.

გაცრილი ფქვილის ამ მაჩვენებლების განსაზღვრისას რეკომენდირებულია იგივე მეთოდების გამოყენება, რაც ხორბლის ფქვილის შემთხვევაში.

ჰევის ფქვილის დაფქვის ხარისხი

ჰევის ფქვილის ნაწილაკების ზომები, ანუ დაფქვის ხარისხი წარმოადგენს მისი პურის ცხობის ღირსების მნიშვნელოვან მაჩვენებელს.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ჰევის გაცრილი ფქვილის დაფქვის ხარისხს. კერძოდ, მსხვილი ნაწილაკების შემთხვევაში პურის წონითი გამოსავალი მცირდება, უარესდება მისი ხარისხი და მცირდება შეთვისების უნარი. უფრო წვრილად დაფქვილი გაცრილი ფქვილის შემთხვევაში კი იზრდება პურის ცილების, მინერა-

ლური ნივთიერებებისა და უჯრედისას შეთვისების უნარი.

ფიზიოლოგიურმა ცდებით დადგენილია, რომ გაცილ ფქვილზე დაქუცმაცებული ქატოს დამატება იწვევს პურის ცილოვანი ნივთიერებების შეთვისების უნარის ამაღლებას დაახლოებით 10%-ით.

ჭვავის ფქვილის პურის ცხობის თვისებების განსაზღვრის მეთოდები

ჭვავის მარცვლი ადვილად აღმოცენდება, რასაც თან ახლავს მისი ფერმენტების პროტეინაზას და განსაკუთრებით კი ამილაზას მნიშვნელოვანი აქტივაცია. ასეთი ფქვილისაგან მომზადებული ცომი სწრაფად და ძლიერ განთხევადდება დუღილის პროცესში. პურს აქვს ინტენსიურად შეფერილი ქერქი და წებვადი გული.

მარცვლის აღმოცენება ფერმენტების აქტივაციის შედეგად განაპირობებს აგრეთვე მისგან მიღებული ფქვილის ავტოლიტური აქტივობის შესაბამის ზრდას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ფერმენტების აქტივობა, რომელიც იმყოფება აღმოცენებისათვის ხელსაყრელ პირობებში, მნიშვნელოვნად იზრდება მარცვალზე ხილული აღმონაცენების წარმოქმნამდე.

ჭვავის ფქვილის პურის ცხობის თვისებების დადგენის უმეტეს მეთოდებს საფუძვლად უდევს ცალკეული კომპონენტების განსაზღვრა, რომლებიც განაპირობებენ მის ავტოლიტურ აქტივობას.

ტრიტიკალეს მარცვლიდან მიღებული ფქვილი

მრავალი ქვეყნის სელექციონერების მიერ გასული საუკუნის ბოლოს ხორბლისა და ჭვავის შეჯვარებით შეიქმნა ახალი მარცვლოვანი კულტურა ტრიტიკალე. სახელწოდება ტრიტიკალე წარმოიშვა ხორბლისა (Tritikum) და ჭვავის (Secale) ლათინური სახელწოდებიდან.

ხორბლისა და ჭვავის შეჯვარებისას მეცნიერები ითვალისწინებდნენ მათ საუკეთესო თვისებებს. კერძოდ, ხორბლიდან საჭირო იყო ისეთი თვისებების აღება როგორიცაა მოსავლიანობა და ცილების მაღალი შემცველობა. ჭვავიდან კი ნაკლები მოთხოვნები ნიადაგის, ამინდის და კლიმატური პირობებისადმი, დავადებებისადმი გამძლეობა და ცილების საუკეთესო ამინომჟავური შედგენილობა.

აღნიშნულ მოთხოვნებს ყველაზე მეტად აკმაყოფილებს უკრაინელი მეცნიერების მიერ მიღებული ჯიში AD-206, რომელიც პერსპექტიულია პურის ცხოვრის მრეწველობისათვის. აღნიშნული ჯიში ხასიათდება უფრო მაღალი მოსავლიანობით და ცილის მაღალი შემცველობით ვიდრე ხორბალი. ჭვავიდან აღებული აქვს ზამთრის პირობებისა და დავადებებისადმი გამძლეობა. ტრიტიკალეს მარცვლის ცილაში დეფიციტური ამინომჟავების ლიზინისა და მეთიონინის შემცველობა მნიშვნელოვნად მაღალია ვიდრე ხორბალში და რამდენჯერმე ნაკლები ვიდრე ჭვავში.

პურის ცხოვრის თვისებების ისეთი მაჩვენებლებით, როგორიცაა ავტოლიტური აქტივობა, ამილოგრამის ხასიათი, ვარდნის რიცხვი, აღნიშნული სახეობა უფრო ახლოსაა ჭვავთან, წებოვარა სიმღიერის მიხედვით არის "სუსტი". ტრიტიკალეს აღნიშნული სახეობიდან პურის მიღების ტექნოლოგია შეიმუშავეს მეცნიერებმა ე.ი. ვედერნიკოვამ, ლ.ი. აუერმანმა, თ.ი. ჩუმაკმა, ნ.პ. კოზმინამ და სხვ.

ბოლო წლებში რუსეთის ფედერაციაში სელექციონერების მიერ მიღებული იქნა ტრიტიკალეს ახალი სახეობები, რომლებიც განსხვავდებოდნენ ტექნოლოგიური და ბიოქიმიური თვისებებით იმის მიხედვით, თუ რომელი გენომი იყო უპირატესი - ჭვავის თუ ხორბლის.

ტრიტიკალეს მარცვლის ახალი სახეობები შესწავლილი იქნა რ.კ. ერკინბაევას, რ.დ. პალანდოვას და სხვათა მიერ.

მარილი

პურის ცხობის მრეწველობაში გამოიყენება საკვები მარილი, რომელიც უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტით წაყენებულ მოთხოვნებს. აღნიშნული სტანდარტით გათვალისწინებულია ოთხი ხარისხის მარილის გამოშვება: ექსტრა, უმაღლესი, I და II ხარისხის. პურის ცხობის მრეწველობაში ძირითადად გამოიყენება I და II ხარისხის მარილი, რომლის შედგენილობა მშრალ ნივთიერებებზე გადაანგარიშებით არის შემდეგი: ტენი არა უმეტეს 4-5%, ნატრიუმის ქლორიდი არანაკლებ 97,7- 97% , წყალში უხსნადი ნივთიერებები 0,45- 0,85%.

წყალი

პურის ცხობის მრეწველობაში გამოყენებული წყალი უნდა აკმაყოფილებდეს სასმელი წყლისადმი წაყენებულ სტანდარტით გათვალისწინებულ ყველა მოთხოვნებს.

წყლის ტექნოლოგიური შეფასებისათვის მნიშვნელოვანია მისი სიხისტე, რომელიც განისაზღვრება კალციუმის და მაგნიუმის მარილების შემცველობით. ხისტი წყლის გამოყენება იწვევს სუსტი ფქვილის წებოგვარას რეოლოგიური თვისებების გაუმჯობესებას.

ქლორირებული წყლის გამოყენების დროს მნიშვნელოვანია ნარჩენი ქლორის შემცველობა, რომელსაც აქვს დამჟანგველი მოქმედება და აგრეთვე იწვევს სუსტი წებოგვარას გაუმჯობესებას.

საფუარი

პურის ცხობის მრეწველობაში გამოიყენება დაწნეხილი და მშრალი საფუარი, საფუარის რძე, თხევადი საფუარი, რომელიც მზადდება წარმოებაში.

დაწნეხილი საფუარი უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტით წაყენებულ მოთხოვნებს. დაწნეხილი საფუარი წარმოადგენს საფუა-

რის სოკოების საქარომიცეტების ტექნიკურ სუფთა კულტურას.

სტანდარტით გათვალისწინებულია ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა: ფერი, კონსისტენცია, სუნი და გემო.

საფუარის ხარისხის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები არის შემდეგი: ტენიანობა უნდა იყოს არაუმეტეს 75% და ამწევი ძალა (ცომის აწევა 70მლ-მდე, რომლის ხანგრძლივობაც არ უნდა აღემატებოდეს 70 წთ-ს), მუავიანობა და შენახვის პერიოდში მდგრადობა.

მშრალი საფუარი. მშრალი საფუარის გამოყენება პურის ცხობის საწარმოებში მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, როცა შეუძლებელია დაწნეხილი საფუარის შემოტანა და შენახვა. მშრალი საფუარი სტანდარტის მიხედვით არის უმაღლესი და I ხარისხის.

უმაღლესი ხარისხის მშრალი საფუარის ტენიანობა არის არაუმეტეს 8%-სა, ამწევი ძალა 70წთ-მდე. შენახვის ხანგრძლივობა 12 თვე.

II ხარისხის მშრალი საფუარის ტენიანობა არის არა უმეტეს 10%-სა, ამწევი ძალა 90 წთ-მდე. შენახვის ხანგრძლივობა 50 თვე.

თავი მეოთხე **პურის ცხობის მრეწველობაში გამოყენებული** **ნედლეულის მიღება, შენახვა და მომზადება**

წარმოებაში შემოსული ფქვილი და სხვა ნედლეული ინახება გარკვეული პერიოდის განმავლობაში. პურის ცხობის ნედლეულის ნაწილი უნდა მომზადდეს ხაზზე გაშვების წინ.

ფქვილის შენახვა

ფქვილიანი ტომრები საწყობში ეწყობა შტაბელებად და აუცილებლად თაროებზე. ხელით დაწყობის შემთხვევაში ტომრები ეწყობა რვა რიგად, ავტოტვირთიდან დატვირთვისას კი 12 რიგად. დაპროექტების შემთხვევაში გათვალისწინებულია ფქვილის 7 დღიანი მარაგი. ფქვილის დიდი საწყობიდან გამოყოფილი უნდა იყოს მცირე ზომის სახარკი საწყობი ფქვილის ორდღიანი მარაგისათვის.

დიდ საწარმოებში ფართოდ გამოიყენება ფქვილის უტაროდ შენახვა. ამ მიზნით გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის სილოსები და ფქვილის ტრანსპორტირება ხდება პნევმოტრანსპორტით.

ფქვილის შენახვის დროს მიმდინარე პროცესები

ახლად დაფქვილი ფქვილი ცხობისათვის არ გამოიყენება. პურის საწარმოში ფქვილი უნდა ინახებოდეს 7 დღე-ღამის განმავლობაში, ხოლო 7 დღე-ღამის განმავლობაში ინახება წისქვილკომბინატში. შენახვის დროს ჰაერის ტემპერატურა არის 20°C , ხოლო ფარდობითი ტენიანობა 75-80%.

ფქვილის შენახვის დროს მასში მიმდინარეობს მთელი რიგი პროცესები, რომლებიც იწვევენ მისი სარისხის ცვლილებას.

დაფქვის შემდეგ ხელსაყრელ პირობებში შენახვისას ფქვილის პურის ცხობისთვის უმჯობესდება. ეს პროცესი ცნობილია

„ფქვილის დამწიფების“ სახელწოდებით. პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობენ ფქვილის არახელსაყრელ პირობებში შენახვისას, იწვევენ მისი ხარისხის გაუარესებას და ზოგჯერ ფქვილის გაფუჭებასაც კი.

ხორბლის ფქვილის დამწიფება

ახლად დაფქვილი ფქვილის მოზელთით მიიღება წებვადი ცომი, რომელიც სწრაფად განთხევადდება. ასეთი ფქვილისაგან ნორმალური კონსისტენციის ცომის მისაღებად საჭიროა ნაკლები რაოდენობის წყლის დამატება. პური მიიღება მცირე მოცულობის, ქერქზე ხშირად შეინიშნება ბზარები, პურის გამოსავალი არის დაბალი.

ნორმალურ პირობებში შენახვისას გარკვეული დროის შემდეგ ახლადდაფქვილი ფქვილის პურის ცხობის თვისებები უმჯობესდება.

განვიხილოთ ფქვილის ხარისხის ცალკეული მაჩვენებლების ცვლილება შენახვის დროს.

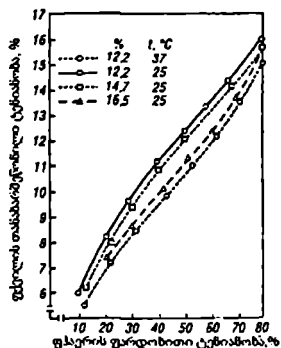
ფქვილის ტენიანობის ცვლილება

შენახვის პროცესში ფქვილის ტენიანობა იცვლება საწყობის ჰაერის ტენიანობის წონასწორულ მნიშვნელობამდე. ძირითად პარამეტრს, რომელიც განსაზღვრავს ფქვილის წონასწორული ტენიანობის სიდიდეს, წარმოადგენს ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა. გარკვეულ ზეგავლენას ახდენს აგრეთვე ჰაერის ტემპერატურა.

ნახაზზე 4-ზე მოცემულია გრაფიკი, რომელიც ასახავს ფქვილის თანაბარშეწონილი ტენიანობის დამოკიდებულებას ჰაერის ფარდობით ტენიანობასა და ტემპერატურაზე.

შენახვისას ფქვილის ტენიანობა შეიძლება გაიზარდოს ან შემცირდეს, რაც დამოკიდებულია ფქვილის საწყის ტენიანობასა და ჰაერის პარამეტრებზე.

თუ საწყობში შემოსული ფქვილის ტენიანობა ნაკლებია საწყობში არსებული ჰაერის შესაბამის წონასწორობ ტენიანობაზე, მაშინ შენახვისას ფქვილის ტენიანობა გაიზრდება, წინააღმდეგ შემთხვევაში შემცირდება.



ნახ. 4 ფქვილის თანასწორობითი ტენიანობის დამოკიდებულება ჰაერის ტენიანობასა და ტემპერატურაზე

როდესაც ფქვილი ინახება ტომრებში შტაბელუბად დაწყობილი, მისი ტენიანობა ნელა იცვლება. ფქვილის ტენიანობა მნიშვნელოვნად იცვლება მხოლოდ ფქვილის ხანგრძლივად შენახვისას.

ფქვილის ფერის ცვლილება

შენახვისას ხდება ფქვილის გაღიაფერება. ამის მიზეზია ფქვილში არსებული კაროტინოიდული და ქსანტოფილური პიგმენტების დაჟანგვა. ტომრებში შენახვისას ფქვილის გაღიაფერება მიმდინარეობს საკმაოდ ნელა და პრაქტიკულად შეიძლება შევამჩნიოთ მხოლოდ ხანგრძლივი შენახვისას.

საუკეთესო ფერს ფქვილი იძენს 3 წლის განმავლობაში შენახვის შემდეგ. შემდგომი შენახვისას ფქვილის ფერის ცვლილება შესამჩნევი აღარ ხდება.

წისქვილებსა და პურის საწარმოებში ფქვილის პნევმოტრანსპორტიორის გამოყენება აჩქარებს მის გაღიაფერებას.

ფქვილის მჟავიანობის ცვლილება

ფქვილის მჟავიანობა განპირობებულია ცხიმოვანი მჟავების (ფქვილის ცხიმების ჰიდროლიზური დაშლის პროდუქტების), მჟავე ფოსფატების (ფოსფორორგანული ნაერთების დაშლის პროდუქტების)

ბის) შემცველობით, ძალიან უმნიშველოდ ცილების ჰიდროლიზის შედეგად მიღებული პროდუქტებისა და ორგანული მჟავების (რემ-ჟავა, ძმარმჟავა, მჟაუნმჟავა და სხვა) არსებობით.

ცხრილში 4 მოცემულია ნ. პ. კოზმინას მიერ მიღებული მონაცემები, რომელიც ასახავს ფქვილის შენახვის ხანგრძლივობის გავლენას მჟავიანობის ცვლილებაზე. დაფქვის შემდეგ შენახვისას ფქვილის ტიტრული და აქტიური მჟავიანობა იზრდება. ფქვილის ტიტრული მჟავიანობის ზრდა განსაკუთრებით ინტენსიურად მიმდინარეობს დაფქვიდან პირველი 15-20 დღის განმავლობაში. ფქვილის შემდგომი შენახვისას მისი მჟავიანობა იზრდება უმნიშვნელოდ და ძალიან ნელა. ფქვილის ტიტრული მჟავიანობის ზრდა მით უფრო სწრაფად და ინტენსიურად მიმდინარეობს, რაც მეტია ფქვილის გამოსავალი და ტენიანობა, რაც მაღალია მისი შენახვის ტემპერატურა.

ცხრილი 4. – ფქვილის მჟავიანობის ცვლილება შენახვის დროს

ფქვილის საწყისი ტენიანობა, %	შენახვის ხანგრძლივობა დაფქვის შემდეგ, დღე	ტიტრული მჟავიანობა (გრადუსი) სხვადასხვა ტემპერატურაზე შენახვის დროს, °C	
		15	45
13.5	0	4.1	4.1
	24	4.2	4.6
	63	4.2	4.8
15.0	0	4.1	4.1
	24	4.2	5.2
	63	4.3	5.3

ფქვილის ცხიმის ცვლილება

ფქვილის შენახვის პროცესში ცხიმოვანი მჟავების დაგროვება გამოწვეულია ცხიმზე ფერმენტ ლიპაზას მოქმედებით, რომელიც იწვევს ცხიმის ჰიდროლიზურ დაშლას გლიცერინად და თავისუფალ ცხიმოვან მჟავებად.

მარცვალში ცხიმის შემცველობა არის დაახლოებით 1,5-2%, რომელიც ძირითადად კონცენტრირებულია ჩანასახში. ჩანასახის ცხიმი შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით უჯერ ცხიმოვან მჟავებს – ლინოლისა და ოლეინის მჟავას და უფრო მცირე რაოდენობით ლინოლენის მჟავას.

ცხიმის ჰიდროლიზის შედეგად თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების დაგროვების გამო ფქვილის ცხიმის მჟავური რიცხვი შენახვისას იზრდება.

ფქვილის ცხიმის ჰიდროლიზი მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, რაც მეტია ფქვილის ტენიანობა და მისი შენახვის ტემპერატურა.

ცხრილში 5. მოცემულია ცხიმის მჟავური რიცხვის ზრდა სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში შენახვისას.

ცხრილი 5. – ცხიმის მჟავური რიცხვის ცვლილება

შენახვის ხანგრძლივობა, დღე	ფქვილის ცხიმის მჟავური რიცხვი სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში შენახვისას	
	15	35
0	17.0	17.0
10	19.3	28.5
20	20.0	35.0
30	22.0	52.0

შენახვისას ფქვილის ცხიმის ცვლილება არ შემოისაზღვრება მხოლოდ მისი ჰიდროლიზური დაშლით და ამ დროს თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების გამოყოფით. თავისუფალი უჯერი ცხიმოვანი მჟავები ადვილად იჟანგებიან.

ფქვილის ლიპოქსიგენაზას მოქმედებით უჯერი ცხიმოვანი მჟავები წარმოქმნიან შუალედურ ზეჟანგურ ნაერთებს, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი დამჟანგველი აქტივობით. შენახვისას ფქვილის გაღიაფერება კაროტინოიდული და ქსანტოფილური პიგმენტების დაჟანგვის შედეგად, უთუოდ დაკავშირებულია შუალედური

ზეჟანგების დამჟანგველ მოქმედებასთან.

ლიპოქსიგენაზა და მის მიერ წარმოებული უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ზეჟანგები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ფქვილის ცხიმოვანი ფრაქციის დამდაღებაში. ცხიმის უფრო ღრმა დაჟანგვისას წარმოქმნილი ალდეჰიდები და სხვა მეორეული პროდუქტები ფქვილს აძლევენ არასასიამოვნო გემოსა და სუნს.

ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის ცვლილება

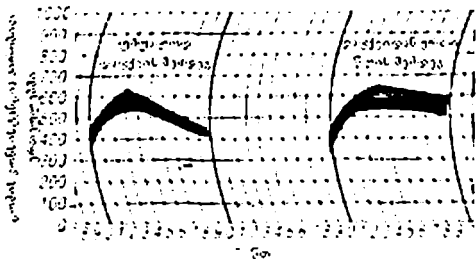
აზოტშემცველი ნივთიერებების საერთო რაოდენობა ფქვილის შენახვისას პრაქტიკულად უცვლელი რჩება. შენახვის პროცესში ფქვილიდან გამორეცხილი ნედლი წებოგვარას რაოდენობა და ტენშემცველობა მცირდება.

ხორბლის ფქვილის შენახვისას წებოგვარას რეოლოგიური თვისებები იცვლება. კერძოდ, მცირდება ჭიმვადობა და განთხევადება, იზრდება დრეკადობა და დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობა. შენახვისას ფქვილის წებოგვარა ხდება უფრო ძლიერი. ფიზიკური თვისებების მკვეთრად გაუმჯობესება უფრო შესამჩნევია სუსტი წებოგვარას ფქვილებისთვის.

ფქვილის შენახვისას იცვლება მისგან მოზედილი ცომის რეოლოგიური თვისებები. ნორმალური კონსისტენციის ცომის მისაღებად დასამატებელი წყლის რაოდენობა იზრდება. ცომის განთხევადების ხარისხი მოზედილისა და დუდილის პროცესში მცირდება. ასევე მცირდება ცომის წებვადობა და იზრდება დრეკადობა.

შენახვისას განსაკუთრებით მკვეთრად უმჯობესდება იმ ფქვილისაგან მოზედილი ცომის რეოლოგიური თვისებები, რომელიც უშუალოდ დაფქვის შემდეგ არის ძალიან სუსტი ან სუსტი. ნახაზზე 5 მოცემულია წყლისა და ფქვილისაგან მოზედილი ცომის ორი ფარინოგრამა. პირველი ფარინოგრამა ასახავს ძალიან სუსტი წებოგვარას შემცველი ფქვილისაგან უშუალოდ დაფქვის შემდეგ მოზედილი ცომის რეოლოგიურ თვისებებს, ხოლო მეორე კი ერთი წლის შე-

ნახვის შემდეგ იგივე ფქვილისაგან მოზედილი ცომის რეოლოგიურ თვისებებს. ეს მიუთითებს, რომ შენახვის პროცესში ფქვილი ხდება უფრო ძლიერი, რაც განპირობებულია ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის შესაბამისი ცვლილებებით. დადგენილია, რომ ხორბლის ფქვილის შენახვისას მცირდება მისი ცილოვანი ნივთიერებების ფერმენტაციული შემტევუნარიანობა, მცირდება პროტეოლიზის აქტივატორების შემცველობა და პროტეინაზას აქტივობა.



ნახ. 5. ხორბლის ფქვილის ფარინოგრამები მიღებული უშუალოდ დაფქვისა და ერთი წლის შემდეგ

ფქვილის ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსის ცვლილება

ფქვილში საკუთარი შაქრების შემცველობა შენახვისას პრაქტიკულად უცვლელი რჩება. ექსპერიმენტალური მონაცემების უმრავლესობა მოწმობს, რომ შენახვის პროცესში ფქვილის შაქრის- და აირ-წარმოქმნის უნარი ან უცვლელი რჩება, ან მცირდება უმნიშვნელოდ. ეს შეიძლება აიხსნას ფქვილის სახამებლის მიცელარული სტრუქტურის შემჭიდროვების გამო ფერმენტაციული შემტევუნარიანობის შემცირებით და ცილოვან-პროტეინაზულ კომპლექსში მიმდინარე პროცესების გავლენით ფქვილის ამილაზას აქტივობაზე.

პურის ხარისხის ცვლილება

დამწიფების შედეგად ხორბლის ფქვილი ხდება უფრო ძლიერი. ამის შესაბამისად იცვლება პურის ხარისხის მაჩვენებლებიც – იზრდება პურის მოცულობა, იზრდება და უმჯობესდება გულის ფორიანობა და მცირდება ძირის ნაწარმის განთხევადება.

შენახვისას ძლიერი ფქვილი ხდება უფრო ძლიერი, ხოლო ხანგრძლივი შენახვისას კი ძალიან ძლიერი. შესაბამისად მიიღება უფრო დაბალი მოცულობის მზა ნაწარმი.

ფქვილის დამწიფების პროცესის არსი

როგორც უკვე იყო აღნიშნული, შენახვის დროს ხდება ფქვილის დამწიფება, რომლის არსი მდგომარეობს შემდეგში:

- 1) ფქვილის ტენიანობა აღწევს ჰაერის პარამეტრების შესაბამის თანაბარშეწონილი ტენიანობის მნიშვნელობას;
- 2) ხდება ფქვილის გაღიაფერება, მღებავი პიგმენტების დაჟანგვის გამო;
- 3) მჟავიანობა იზრდება თავისუფალი, უპირატესად უჯერი ცხიმოვანი მჟავების დაგროვების ხარჯზე;
- 4) მცირდება პროტეოლიზური აქტივობა, ცილოვანი ნივთიერებების შემტევუნარიანობა და პროტეოლიზური აქტივატორების რაოდენობა. შედეგად უმჯობესდება ცომის და წებოვკარას რეოლოგიური თვისებები. იზრდება ფქვილის წყლის შთანთქმის უნარიანობა და ფქვილი ხდება უფრო ძლიერი;
- 5) შაქარ- და აირწარმოქმნის უნარიანობა პრაქტიკულად არ იცვლება, ან შემცირდეს უმნიშვნელოდ;

ფქვილის ტენიანობის, ფერისა და მჟავიანობის ცვლილება არ შეიძლება იყოს პურის ხარისხის გაუმჯობესების მიზეზი. ფქვილის დამწიფების არსი მდგომარეობს მისი ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის ცვლილებაში, კერძოდ ფქვილი ხდება უფრო ძლიერი.

როგორც გამოკვლევები გვიჩვენებენ, დამწიფების შედეგად ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი იცვლება დამჟანგველი ნივთიერებების მოქმედების შედეგად. ჯერ კიდევ 1924 წელს კენტ ჯონსონმა დაადგინა, უჟანგბადო არეში შენახვისას არ იცვლებოდა ფქვილის ფერი და პურისცხოების თვისებები. ცნობილია, რომ ახლადდაფქვილი ფქვილის თვისებების გაუმჯობესება შესაძლებელია ხელოვნურადაც – დამჟანგველი გამაუმჯობესებლების დამატებით ფქვილსა თუ ცომში.

მთელი რიგი დამჟანგველების (აზოტის ჟანგის, ქლორის, სამ-ქლოროვანი აზოტისა და სხვ.) მოქმედებით ფქვილის გათეთრება და ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის ცვლილება ხდება მომენტალურად. ასეთივე ეფექტი მიიღება ცომის მოზელისას მასში უმნიშვნელო რაოდენობით ისეთი დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლის დამატებით, როგორიცაა ნატრიუმის ბრომატი (NaBrO_3) ან კალიუმის იოდატი (KIO_3), ან ჟანგბადის არეში ცომის მოზელით.

დადგენილია, რომ შენახვის დროს $-\text{SH}$ ჯგუფების შემცველობა მცირდება, რაც გამოწვეულია მისი დაჟანგვით ცილოვანი-პროტეინაზული კომპლექსის ყველა კომპონენტში. $-\text{SH}$ ჯგუფების დაჟანგვის შედეგად მიიღება $-\text{S}-\text{S}-$ კავშირები, რაც იწვევს ცილოვანი სტრუქტურის შემჭიდროებას, ცილის სტრუქტურის მოწესრიგებას და პროტეოლიზის დამყოლუნარიანობის შემცირებას. მიმდინარეობს აგრეთვე $-\text{SH}$ ჯგუფების დაჟანგვა პროტეოლიზის აქტივატორში – ფქვილის გლუტათიონში. სულფიდური ჯგუფების დაჟანგვა მიმდინარეობს პროტეინაზას მოლეკულაში რაც იწვევს მის ინაქტივაციას.

ხორბლის ფქვილის დამწიფების პროცესზე მოქმედი ფაქტორები და მისი დაჩქარების გზები

ხორბლის ფქვილის შენახვის ხანგრძლივობა. ფქვილის დაწიფების პროცესის ხანგრძლივობა განისაზღვრება შენახვის დროით, რომელიც აუცილებელია ფქვილის ოპტიმალური პურისცხოვის თვისებების მიღწევისთვის. ფქვილის დამწიფების პროცესის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე.

ყველაზე ხანგრძლივი დაყოვნება ესაჭიროება ახლადმოყვანილი ხორბლიდან დაფქვილ ფქვილს. ამიტომ აუცილებელია ახალი მოსავლის მარცვლიდან დაფქვილი ფქვილის უფრო ხანგრძლივი შენახვა. დაყოვნების ხანგრძლივობაზე მოქმედებს ფქვილის ხარისხი (გამოსავლიანობა), რაც მეტია ფქვილის გამოსავლიანობა, მით ნაკლებია მისი შენახვის ხანგრძლივობა. დიდ როლს თამაშობს ფქვილის ტენიანობა. რაც მეტია ფქვილის ტენიანობა, მით უფრო სწრაფად ხდება დამწიფება. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დაფქვის შემდეგ შენახვის ტემპერატურულ პირობებს. რაც მეტია შესანახ განყოფილებაში ტემპერატურა, მით უფრო სწრაფად ხდება მისი დამწიფება. ყინვაში, გათბობის გარეშე საწყობებში შენახვისას დამწიფების პროცესი ფქვილში მთლიანად წყდება.

ამრიგად, ფქვილის გამოსავლიანობის, შენახვის ტემპერატურისა და ტენიანობის მომატება იწვევს დამწიფების პროცესის დაჩქარებას. ეს აიხსნება იმით, რომ ამ დროს იქმნება ჟანგვითი პროცესებისათვის სასურველი პრობები.

ტარით ფქვილის შენახვისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ტომრების შტაბელუბად დაწყობას, ზომებსა და სიმჭიდროვეს. რაც უფრო კარგად ხდება ჰაერის შემოვლა ტომრებზე, მით უფრო ჩქარა მიმდინარეობს დამწიფების პროცესი.

სხვადასხვა სიძლიერის ფქვილის შენახვის ხანგრძლივობა და პირობები არის სხვადასხვა. ძლიერი ფქვილი არ უნდა ინახებოდეს ხანგრძლივად მაღალი ტემპერატურის პირობებში, სუსტი ფქვილი

კი - პირიქით. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ სხვადასხვა ხარისხის საშუალო სიძლიერის ფქვილის შენახვის ხანგრძლივობა აღწევს 1,5-2 თვეს.

ხორბლის ფქვილის დამწიფების პროცესის დაჩქარების გზები. ფქვილის პნევმატური შერევა წისქვილებსა თუ პურის საწარმოებში იძლევა ხორბლის ფქვილის დამწიფების პროცესის დაჩქარების საშუალებას.

დამწიფების პროცესის უფრო მეტად დაჩქარება შესაძლებელია პნევმატურ ტრანსპორტიორში ცხელი ჰაერის შებერვით ფქვილის ტრანსპორტირებისას.

როგორც მეცნიერებმა დაადგინეს დამწიფების პროცესის დაჩქარებას ასევე იწვევს ფქვილის გათბობა ინფრაწითელი სხივებით.

მრავალ ქვეყანაში აპრობირებულია ხელოვნური გათეთრება დამუანგველი მოქმედების აიროვანი შენაერთებით (აზოტის ჟანგით, ქლორის დიოქსიდით და სხვ.) იწვევს ფქვილის არა მარტო გათეთრებას, არამედ ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის ცვლილებას. კერძოდ, ფქვილი ხდება უფრო ძლიერი.

აღსანიშნავია, რომ ზოგ ქვეყნებში ფქვილის ხელოვნური გათეთრება აკრძალულია კანონმდებლობით და ჯანდაცვის ორგანოების მიერ.

დამუანგველი მოქმედების ქიმიური გამაუმჯობესებლების გამოყენებით ხდება ცომის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესება:

ჟანგვით პროცესებში, რომელიც იწვევს ფქვილის დამწიფებას, მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ლიპოქსიგენაზა.

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ძალიან ხანგრძლივი შენახვისას ფქვილის პურის ცხობის თვისებების გაუმჯობესების ნაცვლად შეიძლება მოხდეს მისი გაუარესება. ფქვილი ხდება ძალიან ძლიერი. ფქვილის აირდამჭერი უნარი და პურის მოცულობა მცირდება.

ფქვილის მჟავიანობა მნიშვნელოვნად იზრდება, რომელმაც შეიძლება მიაღწიოს ისეთ მნიშვნელობას, რომლის დროსაც შეუძლებელი იქნება სტანდარტული მჟავიანობის პურის მიღება.

ჭვავის ფქვილის დამწიფება

დამწიფების მიზნით ჭვავის ფქვილი, ისევე როგორც ხორბლის ფქვილი, საჭიროებს დაყოვნებას. შულერუდის გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ჭვავის ფქვილის დაყოვნების ხანგრძლიობა უფრო ნაკლებია, ვიდრე ხორბლის ფქვილის. აღნიშნული კვლევებით ასევე დადგენილია, რომ ჭვავის ფქვილის შენახვისას მცირდება ამილოლიზური ფერმენტების აქტივობა და იზრდება სახამებლის მდგრადობა ამილაზების მოქმედებისადმი, იზრდება სახამებლის კლეისტერიზაციის დაწყების ტემპერატურა, გროვდება უჯერი ცხიმოვანი მჟავები, რაც იწვევს ცომის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებას.

ვ. ა. მისკოვამ შეისწავლა ჭვავის გაცრილი და ცეხვილი ფქვილის დამწიფების პროცესი. გაცრილი ფქვილის შენახვისას მნიშვნელოვნად უმჯობესდება ცომის რეოლოგიური თვისებები. კომპლექსურად იქნა შესწავლილი ჭვავის ფქვილის შენახვისას მისი ხარისხის ბიოქიმიური, კოლოიდური და ტექნოლოგიური მაჩვენებლების ცვლილება და აღნიშნულ მაჩვენებლებზე ჭვავის მარცვლის დამწიფების ხარისხის გავლენა. დადგინდა, რომ დაფქვის შემდეგ ჭვავის ცეხვილი ფქვილი არ საჭიროებს დაყოვნებას.

ჭვავის კანგაცლილი, ცეხვილი და გაცრილი ფქვილების დამწიფების პროცესის შესწავლისას დადგინდა, რომ ნორმალური ჭვავის მარცვლიდან მიღებულ ფქვილში კანონზომიერად ხდება მჟავიანობის მომატება, გაცრილი ფქვილის გაღიაფერება, სახამებლის შემტევუნარიანობისა და α -ამილაზას აქტივობის მნიშვნელოვანი შემცირება. ასევე მცირდება ცილების შემტევუნარიანობა და პროტეინაზას აქტივობა.

ფქვილის გაფუჭების აღმოფხვრა შენახვის დროს

ფქვილის ხანგრძლივი შენახვისას გარკვეულ პირობებში შეიძლება მოხდეს მისი გაფუჭება.

შენახვისას ფქვილში ჰაერის ჟანგბადის ხარჯზე მიმდინარეობს მონოსაქარიდების დაჟანგვისა და მიკროორგანიზმების „სუნთქვის“ პროცესი, რომლის დროსაც გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, სითბო და ტენი. ჰაერის ჟანგბადის შთანთქმით ხდება უჯერი ცხიმოვანი მჟავებისა და ფქვილის პიგმენტების დაჟანგვა.

შენახვის დროს ფქვილის სუნთქვის პროცესი მით უფრო ძლიერია, რაც მეტია მისი ტენიანობა, ტემპერატურა და მასში მიკროორგანიზმების რაოდენობა. აღნიშნული პროცესების ინტენსიური განვითარება იწვევს ფქვილის თვითჩახურებას, რომელსაც თან ახლავს ფქვილის კოშტებად შეკვრა, მისი დაობება და არასასიამოვნო სუნის წარმოქმნა.

არახელსაყრელ პირობებში ფქვილის ხანგრძლივი შენახვისას უჯერი ცხიმოვანი მჟავების დაგროვების გამო ფქვილი შეიძლება დამძაღდეს, რაც გამოწვეულია ცხიმის ჰიდროლიზური დაშლის შედეგად მიღებული პროდუქტებით. პროცესი მიმდინარეობს მით უფრო სწრაფად, რაც უფრო მაღალია ფქვილის ტემპერატურა და ჰაერთან შეხება უფრო ხელმისაწვდომია.

ფქვილის მომზადება ხაზზე გაშვების წინ

ფქვილის მომზადება ითვალისწინებს სხვადასხვა პარტიის ფქვილის შერევას, გაცრას და მაგნიტური მინარევებისაგან გაწმენდას.

ერთი და იგივე ხარისხის სხვადასხვა პარტიის ფქვილს შეიძლება ქონდეს განსხვავებული პურისცხოვის თვისებები. ამ მიზნით წარმოებაში გაშვების წინ უნდა მომზადდეს სხვადასხვა პარტიის ფქვილის ნარევი, რომელშიც ერთი პარტიის ფქვილის უარყოფითი

თვისება კომპენსირდება მეორე-პარტიის ფქვილით. ნარევის შედგენის მიზნით ლაბორატორიაში უნდა შემოწმდეს ფქვილის პურისცხოვის თვისებები, განსაკუთრებით კი მისი ძალა და აირწარმოქმნის უნარი. ნარევის მოზადების მიზნით ქარხნებში გათვალისწინებულია სპეციალური შემრევები.

ხაზზე გაშვების წინ ფქვილი უნდა გაიცრას, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური საცრები. ფქვილიდან მეტალური მინარევების მოსაცილებლად ფქვილის მოსამზადებელ ხაზში გათალისწინებულია მაგნიტური დამკერები.

მარილის, შაქრის, დაწნებილი საფუარის და სხვა დამხმარე ნედლეულის შენახვა და მომზადება

მარილი : მარილის შესანახი სათავსო უნდა იტევდეს 15 დღის მარაგს, მარილი ინახება თავსახურიან ხის ყუთებში. გამოიყენება აგრეთვე მარილის შენახვის სველი ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს მის შენახვას ხსნად მდგომარეობაში (უტაროდ). მარილის გახსნისა და გაფილტვრისათვის უნდა იყოს გათვალისწინებული მოწყობილობა, აგრეთვე ტუმბო და მილგაყვანილობა ხსნარის მისაწოდებლად სახარჯ ავზებში.

შაქარი: პურის საწარმოებში უნდა იყოს შაქრის 15 დღე-ღამის მარაგი. გათვალისწინებულია დანადგარები შაქრის გასახსნელად, ტუმბო და მილგაყვანილობა შაქრის ხსნარის მისაწოდებლად სახარჯ ავზებში.

შაქრის სიროფი: შაქრის ხსნარი ზოგიერ შემთხვევაში შემოდის ქარხნებში ავტოცისტერნებით და ინახება 30°C ტემპერატურაზე. ხსნარის კონცენტრაცია ტოლია 63%.

მცენარეული ზეთი: საწარმოებში, რომელთა დღე-ღამური წარმადობა 45 ტ და მეტია, მცენარეული ზეთი ინახება მეტალურ საცავებში (ცისტერნებში).

მარგარინი, ცხოველური ცხიმები ცომში დამატების წინ უნდა

გალღვეს. ცხიმის მოქმედების ეფექტის გაძლიერება შესაძლებელია წყალ-ცხიმოვანი ემულსიის გამოყენებით. ემულსია უნდა იყოს წვრილდისპერსიული, მდგრადი და ტრანსპორტაბელური. ემულსიის მოსამზადებლად გამოიყენება დანადგარები ჰიდროდინამიკური ვიბრატორებით, რომლებიც ქმნიან ნარევი ბგერითი და ნაწილობრივ ულტრაბგერით სიხშირის რხევებს.

ემულსია მზადდება შემდეგი რეცეპტურის მიხედვით (ემულსია შეიცავს ცხიმს 5% ან მასზე მეტს).

რეცეპტურა

	5% ცხიმი პურის რეცეპტურაში	5%-ზე მეტი
ცხიმი	42,5 – 45	62,5 – 65
ფოსფატიდური კონცენტრატი	7,5 – 5	7,5 – 5
წყალი	50	30

50°C გაცხელებულ (შემთბარ) ცხიმს ემატება ფოსფატიდური კონცენტრატი და ირევა ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე. შემდეგ ნარევი თავსდება ემულგატორში, ემატება 40-60°C ტემპერატურის წყალი და ხდება ემულგირება. პროცესის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მასის რაოდენობასა და წნევაზე (რაც ნაკლებია მასა და მეტია წნევა, მით სწრაფად ხდება ემულგირება). კარგ ეფექტს იძლევა ემულსიის გამოყენება დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესლებთან ერთად.

უწყლო ცხიმი პურის მრეწველობაში: ეს ცხიმი წარმოადგენს კომპოზიციას, რომელიც შედგება მცენარეული ზეთისა (85%), ბამბის მყარი სალომასისა (12%) და საკვები ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებებისაგან (13%).

საფუარი

საფუარი პურის ცხობის ტექნოლოგიაში გამოიყენება როგორც გამაფუებელი აგენტი. ეს არის ცოცხალი მიკროორგანიზმი. გამოიყე-

ნება სამი სახის საფუარი: დაწნეხილი, მშრალი და თხევადი.

დაწნეხილი საფუარი წარმოებაში შემოდის ძელაკების სახით. მისი ტენიანობაა 75-76%, ამწევი ძალა - 85 წთ. სტანდარტით გათვალისწინებულია საფუარის ფერმენტაციული აქტივობაც. ზიმაზური აქტივობა 70 წთ. მალტაზური კი -180 წთ.

მშრალი საფუარი. ბოლო პერიოდში გამოიყენება მშრალი საფუარი. მისი ტენიანობა 8%-ია. შენახვის ხანგრძლივობა არის 1 წელი. მშრალი საფუარის დამზადების მიზანია ხანგრძლივი მარაგის შექმნა.

თხევადი საფუარი. მზადდება პურის საწარმოებში, სპეციალურ განყოფილებაში.

თავი მეხუთე ხორბლის ცომის მომზადება

ხორბლის პურის მომზადების ტექნოლოგიურ პროცესში ერთ-ერთი ძირითადი რგოლია ცომის მომზადება. დაყოფის წინ ცომის თვისებები მნიშვნელოვნად განაპირობებს დაფორმების, დაყოფნების და ცხობის პროცესში მის მდგომარეობას და ამის გამო მზა ნაწარმის ხარისხსაც.

ხორბლის ცომის რეცეპტურა და მომზადების ხერხები

ხორბლის ცომი მზადდება ფქვილის, წყლის, მარილის, საფუარის, შაქრისა და სხვა ნედლეულისაგან. განსაზღვრული ხასიათის პურის წარმოებისათვის გამოყენებული ნედლეულის დასახელებასა და რაოდენობრივ შეფარდებას ეწოდება რეცეპტურა.

პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის რეცეპტურაში მიღებულია წყლის, საფუარის, მარილის და დამხმარე ნედლეულის რაოდენობა გამოი-სახოს კგ-ებში 100 კგ ფქვილზე.

ძირითადი პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის რეცეპტურა არის შემდეგი (კგ):

ფქვილი – 100

წყალი – 50-70

დაწნეხილი საფუარი – 0,5-2,5

მარილი – 1,3-2,3

შაქარი – 0 -20

ცხიმი – 0-13

ზოგიერთი პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის რეცეპტურა ითვალისწინებს სხვა დამატებით ნედლეულს (კვერცხი, ქიშმიში, რძე, რძის შრატი და სხვ.). სხვადასხვა სახის ნაწარმის ცომის რეცეპტურაში ნედლეულის ჩამონათვალი და თანაფარდობა არის განსხვავებული. ფქვილი, წყალი, მარილი და საფუარი შედის ყველა სახის პურ-

ფუნთუშეულის შედგენილობაში, ამიტომაც მიეკუთვნება ძირითადი ნედლეულის კატეგორიას.

პურის საწარმოებში ცომის მომზადება ხდება პერიოდულად (ულუფებად) ან უწყვეტად. პერიოდულად ცომის მომზადების დროს გამოიყენება პერიოდული ქმედების ცომსაზელი მანქანები. ცომის გაფუებაც მიმდინარეობს აღნიშნულ მანქანებში. უწყვეტად ცომის მომზადების დროს კი გამოიყენება ნედლეულის უწყვეტი დოზირება და მოზელა.

განვიხილოთ ულუფებად ცომის მომზადება და ამ დროს მიმდინარე პროცესები. გზადაგზა შევხებით უწყვეტად ცომის მომზადების პროცესებსაც.

ცნობილია ცომის მოზელის ორი ძირითადი ხერხი: უაფრო და აფრული.

უაფრო მეთოდი ერთფაზიანია. ამ დროს ხდება რეცეპტურით გათვალისწინებული ყველა კომპონენტის შერევა. გაფუების ტემპერატურაა $28-30^{\circ}\text{C}$, ხოლო ხანგრძლივობა 2-4 სთ. ხარისხოვანი ფქვილიდან ცომის მომზადების დროს ხდება ცომის ერთი - ან ორჯერადი გადაზელა.

ცომის მომზადება ითვალისწინებს შემდეგ ოპერაციებს და პროცესებს: მომზადებული ნედლეულის დოზირება, აფრის ან ცომის მოზელა, აფრის ან ცომის გაფუება, ცომის გადაზელა.

ცომის მომზადების აფრული მეთოდი. აფრული მეთოდი ითვალისწინებს ცომის მომზადებას ორ ფაზად: პირველი-აფარის მომზადება და მეორე-ცომის მომზადება.

აფარის მომზადების დროს გამოიყენება ფქვილის საერთო რაოდენობის ნაწილი და ცომის მოსაზელად საჭირო საფუარი მთლიანი რაოდენობით. აფარის საწყისი ტემპერატურაა $28-32^{\circ}\text{C}$, ხოლო გაფუების ხანგრძლივობა 3-4,5 სთ. აფრული წესით ცომის მომზადებისას დაწნეხილი საფუარის ხარჯი შეადგენს ფქვილის საერთო რაოდენობის 1%-ს

მზა აფარზე იზილება ცომი, რისთვისაც აფარში ემატება ფქვი-

ლის დარჩეხილი ხაწილი, ძარილი, წყალი. რეცეპტურით გათვალისწინებული ცხიმი და შაქარი ემატება ცომში. ცომის ტემპერატურაა 28-32°C, ხოლო გაფუების ხანგრძლივობა 1-1,5 სთ.

ცომი შეიძლება მოიზილოს თხევად, სქელ, დიდ სქელ აფარზე და თხევად მარილიან ფაზაზე.

სქელი აფარის ტენიანობაა 50%. აფარის მოსამზადებლად აიღება ფქვილის საერთო რაოდენობის 50%, წყალი მთლიანად და საფუარი მთლიანად.

დიდი სქელი აფარის ტენიანობაა 43%. აფარის მოსამზადებლად აიღება ფქვილის საერთო რაოდენობის 70%, წყალი მთლიანად და საფუარი მთლიანად.

თხელი აფარის ტენიანობაა 65-70%. აფარის მოსამზადებლად აიღება ფქვილის საერთო რაოდენობის 30%, წყალი მთლიანად და საფუარი მთლიანად.

თხევად მარილიან ფაზას მომზადებისთვის რეცეპტურით გათვალისწინებული მარილი მთლიანად ან ნაწილი ემატება თხელ აფარში. ტენიანობაა 65-70%. აფარის მოსამზადებლად აიღება ფქვილის საერთო რაოდენობის 30%, წყალი მთლიანად და საფუარი მთლიანად.

ხორბლის ცომის მომზადება დამჟანგველ ფაზაზე. აღნიშნული სქემით ცომის მომზადება წარმოებს სამ სტადიად:

1. დამჟანგველი ფაზის მომზადება;
2. მომზადებული I ფაზის შეტანა თხევად აფარში;
3. ცომის მომზადება.

აღნიშნული ტექნოლოგია გამოიყენება მირითადად სუსტი ფქვილების გადამუშავებისას.

დამჟანგველი ფაზის მოსამზადებლად გამოიყენება წყალი (ცომში დასამატებელი წყლის 50-75%, აფრული წესით მომზადებისას კი აფარში დასამატებელი მთლიანი წყლის რაოდენობა), ახლად-დაფქვილი, ცხიმგაუცლელი სოიოს ფქვილი, როგორც აქტიური ლიპოქსიგენაზას მატარებელი (0,3% საერთო ფქვილიდან), წყალის და

მცენარეული ზეთის ემულსია და ფქვილი (2-25% საერთო ფქვილიდან). ემულგატორებად გამოიყენება ფოსფატიდური კონცენტრატი. დამჟანგველ ფაზაში ემულსია გამოყენება როგორც ცხიმოვანი სუბსტრატი და მზადდება ჰიდროდინამიურ ვიბრატორიან დანადგარზე. 10%-იანი კონცენტრაციის ემულსიის შედგენილობაში შედის წყალი 90%, მცენარეული ზეთი 5% და ფოსფატიდური კონცენტრატი 5%.

შედგენების პროცესში ფქვილიდან გამოდის დამჟანგველი მოქმედების ფერმენტი ლიპოქსიგენაზა. წარმოიქმნება აღნიშნული ცხიმოვანი მჟავების ზეჟანგური შენაერთები (ძირითადად ჰიდროზეჟანგები), რომელიც არის თხევადი დამჟანგველი ფაზის მომზადების პირველი ეტაპის ძირითადი მიზანი.

მეორე ეტაპზე ფაზაში ემატება ხორბლის ფქვილი და 4 წუთის განმავლობაში გრძელდება თხევადი დამჟანგველი ფაზის არევა. ამით მთავრდება თხევადი დამჟანგავი ფაზის მომზადება. მეორე ეტაპზე ცხიმოვანი მჟავების ზეჟანგური შენაერთები ჟანგავს ხორბლის ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის სულფიდურ ჯგუფებს, შედეგად თხევად დამჟანგველ ფაზაზე მომზადებული ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები უმჯობესდება. აქედან გამომდინარე უმჯობესდება პურის აირისა და ფორმის დაჭერის უნარი, ფორმა და მოცულობა, პურის გულის სტრუქტურა.

ცხიმოვანი მჟავების ზეჟანგური შენაერთებით იჟანგება და უფერულდება ფქვილის კაროტინოიდული პიგმენტები, ამიტომ პურის გული ხდება შესამჩნევად უფრო ღია ფერის.

ცომის მომზადება თხევად რძიან ფაზაზე. წყლის ნაწილი შეცვლილია ნატურალური რძის შრატით, რომელიც არის რძის გადამუშავების მეორადი პროდუქტი. შრატი არის ორი სახის: ხაჭოს შრატი და ყველის შრატი. ხაჭოსა და ყველის შრატი განსხვავდება ერთმანეთისაგან მჟავიანობით. ხაჭოს შრატის მჟავიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 72°T -ს, ყველის შრატის მჟავიანობა $30-40^{\circ}\text{T}$ -ს. შრატის შედგენილობა არის შემდეგი: წყალი 95%; შაქარი ლაქტოზა 4%,

წყალში ხსნადი ცილები 0,2 – 0,4%, გბიმი 0,1-0,2% და მინერალური მარილები 0,5%. აღნიშნული ტექნოლოგიური სქემები გამოყენებულია სუსტი ფქვილების გადამუშავებისათვის. უმაღლესი და პირველი ხარისხის ფქვილებიდან პურფუნთუშეული ნაწარმის წარმოებისას გამოიყენება საერთო ფქვილის 10-20% შრავი. დამუანგველებად გამოიყენება ქიმიური დამუანგველები.

პურფუნთუშეული ნაწარმის მომზადება გაყინული ნახევარფაბრიკატებიდან. უკანასკნელ წლებში დიდი გავრცელება ჰპოვა გაყინული ნახევარფაბრიკატებიდან (ცომის ნამზადიდან) პურფუნთუშეული ნაწარმის მომზადებამ.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შემუშავებულია გაყინული ნახევარფაბრიკატებიდან ნაწარმის მომზადების თეორიული საფუძვლები.

დადგენილია როგორც დაყოფის და დაფორმების შემდეგ, ასევე არასრული დაყოვნებისა და არასრული ცხობის შემდეგ ცომის ნამზადების გაყინვის მიზანშეწონილობა. აღნიშნული მეთოდის რეალიზაციის მიზნით ცომის მომზადების ტექნოლოგია განსხვავდება ტრადიციულისაგან. მოზელის შემდეგ ცომის ტემპერატურაა 18-21°C, მოსაზელად გამოიყენება გაციებული წყალი და ყინული. გაყინვამდე გაფუებისა და დაყოფის ხანგრძლიობა არ უნდა აღემატებოდეს 40-45 წთ-ს.

ცომის ნამზადის გაყინვა ხორციელდება (-35)-(-38)°C პირობებში იმ დრომდე, სანამ ნამზადის ცენტრში ტემპერატურა არ მიიღწევს (-7)-(-10)°C. ცომის ნამზადის გაყინვის ხანგრძლიობა დამოკიდებულია მასაზე, ფორმაზე, რეცეპტურაზე, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარესა და სხვა ფაქტორებზე. გაყინული ნახევარფაბრიკატები ინახება (-18)-(-14)°C ტემპერატურის პრიობებში 4-18 კვირის განმავლობაში. ცომის ნამზადის გაღობა ხდება 0-3°C ტემპერატურის პირობებში 10-12 სთ-ის განმავლობაში, 18-20°C ტემპერატურის პირობებში კი 60-90 წთ. დაყოვნების ტემპერატურაა 35-38°C, ხანგრძლივობა კი იზრდება 250-300%-ით ჩვეულებრივთან შედარებით. ნამზადის გაყინვა-შე-

ნახვა-ლღობის პირობები მოქმედებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე, ცომის ნამზადების აირის დაჭერის უნარზე, წებოგვარას თვისებებსა და გამომცხვარ ნაწარმის ხარისხზე.

ნაწარმის ცომის ნამზადის გაყინვით მომზადებისას გამოყენებული ფქვილის წებოგვარას შემცველობაა 28-30%-ია, ძლიერი ხარისხით. საფუარი უნდა იყოს გამძლე დაბალი ტემპერატურის პირობებში დუღილისათვის.

ესენი არის ისეთი შტამები და გვარები, რომლებიც შეიცავენ დიდი რაოდენობით ტრეპალოზებს, გამოირჩევიან ფოსფატების და სტეროიდების, მშრალი ნივთიერებისა და ცილების მაღალი შემცველობით. საფუარი გამოიყენება გაზრდილი რაოდენობით (4-8%).

შემუშავებულია პურფუნთუშეული ნაწარმის მომზადების ტექნოლოგია სხვადასხვა გამაუმჯობესებლებისა და გაყინული ნახევარფაბრიკატების გამოყენებით.

ცომისა და აფარის მოზელა

აფრის მომზადება ხდება ცომსაზელ მანქანებში ან გამარტივებულ კონსტრუქციის შემრევებში.

აფრის მოზელის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ფქვილის, წყლისა და საფუარის შერევით ერთგვაროვანი მასის მიღება. აფრის მოზელის ხანგრძლივობა და ინტენსივობა გავლენას ახდენს პურის ხარისხზე. თუმცა ხორბლის პურის მომზადების ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობასა და მზა ნაწარმის ხარისხზე მნიშვნელოვნად გავლენას ახდენს ცომის მოზელა. ამიტომ განხილული იქნება ცომის მოზელა უაფრო მეთოდით, რადგან ამ დროს ცომში ემატება ყველა ძირითადი ნედლეული.

ცომის მოზელის პირველ და აუცილებელ მიზანს წარმოადგენს რეცეპტურით გათვალისწინებული ნედლეულის შერევა და მთლიან მოცულობაში ერთგვაროვანი მასის მიღება.

მშრალი ფხვნილისმაგვარი პროდუქტის - ფქვილის გარდაქმნა

ძლიერ ჰიდრატირებულ შეკავშირებულ ცომის მასად წარმოებს წყლის ზემოქმედების შედეგად მარცვლის დაქუცმაცებული ენდოსპერმის ყველა კომპონენტზე. ჰიდრატაციის სიჩქარე და შთანთქმული ტენიის რაოდენობა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია როგორც ფქვილის ნაწილაკების ზომებზე, ასევე მთლიანად ფქვილის მორფოლოგიურ სტრუქტურაზე (აგებულებაზე) და ქიმიურ შედგენილობაზე. მოზელის დასაწყისში ფქვილი შეხებაში მოდის წყალთან, საფუართან და მარილთან, რის გამოც იწყება მთელი რიგი პროცესები, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანია ფიზიკურ-მექანიკური, კოლოიდური და ბიოქიმიური. რაც შეეხება მიკრობიოლოგიურ პროცესებს, რომლებიც დაკავშირებულია საფუარის უჯრედის და ფქვილის მჟავაწარმოქმნელ ბაქტერიების ცხოველქმედებასთან, ცომის მოზელის დროს ჯერ კიდევ ვერ აღწევნის ისეთ ინტენსიურ მოქმედებას, რომ მათ პრაქტიკული ზემოქმედება მოახდინონ ცომის ხარისხზე.

ხორბლის ფქვილი შედგება შემდეგი სტრუქტურული ელემენტებისაგან:

1. ცილის ნაწილაკებისაგან (შუალედური ცილის), რომლებიც წარმოადგენენ ენდოსპერმის უჯრედების ცილოვანი მატრიცის ფრაგმენტებს (ხარისხოვანი დაფქვის ფქვილებში ისინი შეადგენს არაუმეტეს 5-8%). აღნიშნული ცილის რაოდენობა შეიძლება ძლიერ გაიზარდოს სპეციალურ მანქანებზე ფქვილის დამატებითი დაქუცმაცებით.

2. სახამებლის უმცირესი (არაუმეტეს 220 მკმ ზომის) მარცვლებისაგან, აგრეთვე ენდოსპერმის უჯრედების ფრაგმენტებისაგან, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ ცილოვანი მატრიცის მთლიანობა და მასში ჩართულია სახამებლის მარცვლები.

3. სახამებლის საშუალო და დიდი ზომის მარცვლებისა და ენდოსპერმის უჯრედთა ჯგუფებისაგან.

აღნიშნული კომპონენტები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ზომებითა და ქიმიური შედგენილობით. მათი რაოდენობრივი თანა-

ფარდობა იცვლება ფართო ზღვრებში.

ხორბლის ფქვილის მიერ წყლის შთანთქმა პირველ რიგში ხდება შუალედური ცილის ნაწილაკებით, შემდეგ კი ცალკე არსებული სახამებლის მარცვალზე მოთავსებული ცილით და ბოლოს ენდოსპერმის უჯრედების მცირე და დიდი ზომის კონგლომერატების ცილით.

აღნიშნული კონგლომერატების სიღრმეში წყლის შეღწევას ხელს უწყობს მთლიანი მასის მუდმივი არევა ცომსაზელი მანქანის მუშა ორგანოებით. ჰიდრატაცია განაპირობებს ცილის მოცულობის მნიშვნელოვან ზრდას, ხოლო მიზიდულობის ძალების ზემოქმედების შედეგად წარმოებს ცომის უწყვეტი სტრუქტურის წარმოქმნა.

ცომის ფორმირებაში წამყვანი ადგილი ეკუთვნის ფქვილის ცილოვან ნივთიერებებს, რომლებიც ცომს ანიჭებს დრეკად, პლასტიკურ და ბლანტ თვისებებს. წყალში უხსნადი ცილები, რომლებიც წარმოქმნიან წებოგვარას, წყალს იკავშირებენ არა მარტი ადსორბციულად, არამედ ოსმოსურადაც. ოსმოსურად შეკავშირებული წყალი იწვევს მის გაჯირკვებას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება სივრცული ბადისებრი უწყვეტი სტრუქტურის კარკასი. ის ხორბლის ცომს ანიჭებს ისეთ სპეციფიკურ ფიზიკურ თვისებებს, როგორიცაა ჰიმეადობა და დრეკადობა. ცომის ცილოვან კარკასში ჩართული არის სახამებლის მარცვლები და მარცვლის მსგავსი ნაწილაკები. წებოგვარას ცილა ოსმოსურად შთანთქავს არა მარტო წყალს, არამედ თხევად ფაზაში გახსნილ და პეპტიზირებულ ფქვილის ნაწილაკებს. გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ მოზელვის პროცესი ცილოვანი ნივთიერებების ჰიდრატაციასთან ერთად განაპირობებს ამ უკანასკნელთა მოლეკულებზე დრმა ზემოქმედებას.

ცომში წყალში უხსნადი ცილოვანი ნივთიერებების მდგომარეობაზე გავლენას ახდენს შაქრები, მარილები, მათ შორის სუფრის მარილი და მჟავები.

კვლევებით დადგენილია, რომ ცომის მოზელის პროცესში როგორც დამუანგველების (იოდატები), ასევე აღმდგენელების (სულფი-

ტები) დამატებით იზრდება ცილების ხსნადობა. ცოშში სუფრის მარილის დამატება მნიშვნელოვნად ამცირებს ცილების ხსნადობას, ე.ი. მოქმედებს საწინააღმდეგო მიმართულებით.

ზოგიერთი მკვლევარის მიერ შესწავლილია მოზელის ზემოქმედება წებოგვარული ცილის მაკრომოლეკულის ცვლილებაზე. გამოთქმული ჰიპოთეზები ამტკიცებს შემდეგს:

1. მოზელის პროცესში ცილის აგრეგატები იწელებიან და წყდებიან, წარმოქმნიან წებოგვარას თხელ ფენებს, რომლებიც წარმოადგენს ცომის ძირითად შემადგენელ ნაწილს. შედეგად ცილა ხდება უფრო დამყოლი ძმარმჟავას მოქმედების მიმართ.
2. წარმოქმნილი წებოგვარას უწყვეტი ფუძე შეიძლება დაიშალოს წყალბადური, ჰიდროფობული და მარილების ხიდების არაკოვალენტური კავშირების გახლეჩის გზით.
3. წებოგვარას მოლეკულების დეჰიდრატაცია ხორციელდება პექტიდურ ჯაჭვებს შორის არსებული დისულფიდური კავშირების გახლეჩის გზით.

მოზელის დროს ჰაერის ბუშტუკების ოკლუზიას არსებითი ტექნოლოგიური მნიშვნელობა აქვს: მცირდება ცომის სიმკვრივე, დუდილის შედეგად გამოყოფილი სახშირორჟანგი დიფუნდირებს ჰაერის მასაში, რაც განაპირობებს ცომის შემდგომ გაფუებას.

მნიშვნელოვანია ჰაერის ჟანგბადის როლი ცომის კომპონენტების, პირველ რიგში კი ლიპიდების დაჟანგვის პროცესში.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ჰაერის ჟანგბადი მოზელის პროცესში შთაინთქმება არა მარტო ლიპიდების ფრაქციით და სულფჰიდრინული ჯგუფებით, არამედ აგრეთვე ცომის სხვა კომპონენტებით. უნდა აღინიშნოს, რომ ცხიმოვანი მჟავების ჰიდროზეჟანგებს შეუძლიათ დაჟანგონ სახამებელი პოლიალდეჰიდების წარმოქმნით, რომლებიც მეტად სპეციფიურ გავლენას ახდენენ ცილოვან ნივთიერებებზე.

ცომის დაფორმებისას ფქვილის ცილოვან ნივთიერებებთან ერთად პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა ენიჭება სახამებელს. რა-

ოდენობრივად ფქვილის სახამებელი წარმოდგენს ცომის ძირითად ნაწილს. ცომში სახამებლის მარცვალის დიდი ნაწილი (დაახლოებით 15%) არის დაზიანებული. დადგენილია, რომ მთლიანი სახამებლის მარცვალი შთანთქავს წყლის რაოდენობის 44%-ს მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით, დაზიანებულა მარცვალი კი – 200%-ს. დაუზიანებელი სახამებლის მარცვალი წყალს შთანთქავს ძირითადად ადსორბციულად და ამიტომ ცომში მათი მოცულობაში მომატება ძალიან უმნიშვნელოა.

მაღალი გამოსავლიანობის ფქვილში წყლის შთანთქმის უნარიანობაზე დიდ გავლენას ახდენს მარცვლის გარსის ნაწილაკები, რომლებიც კაპილარული სტრუქტურის გამო წყალს შთანთქავენ ადსორბციულად. ამიტომ მაღალი გამოსავლიანობის ფქვილის წყლის შთანთქმის უნარი გაზრდილია. სახამებლის მარცვლები, გარსის ნაწილაკები და გაჯირჯვებული უხსნადი ცილები წარმოქმნიან ცომის “მყარ” ფაზას.

სახამებლის მარცვლები და გარსის ნაწილაკები ცილებისაგან განსხვავებით ცომს ანიჭებენ პლასტიკურ თვისებებს.

მოზელის პროცესში არსებით როლს ასრულებენ წყალში ხსნადი და წყალში უხსნად პენტოზანები. წყალში ხსნადი პენტოზანების სიბლანტე მნიშვნელოვნად აღემატება იგივე კონცენტრაციის ცილოვანი ნივთიერებების ხსნარების სიბლანტეს. წყალში უხსნადი პენტოზანები კი ხასიათდებიან მაღალი ჰიდროფილურობით. გაჯირჯვების დროს შთანთქავენ თავის მასაზე ათჯერ მეტ წყალს.

მყარ ფაზასთან ერთად ცომში არის თხევადი ფაზაც. წყლის იმ ნაწილში, რომელიც არ არის ადსორბციულად შეკავშირებული სახამებელთან, ცილებთან და მარცვლის გარსის ნაწილაკებთან, გახსნილი არის წყალში ხსნადი მინერალური და ორგანული (წყალში ხსნადი ცილები, დექსტრინები, შაქრები, მარილები და სხვა) ნივთიერებები. აღნიშნულ ფაზაში რასაკვირველია აგრეთვე არის ძლიერ გაჯირჯვებული პენტოზანები (ლორწოები).

ცილების ნაწილი ჩვეულებრივად წყალში იჯირჯვება ზღვრუ-

ლად, თუმცა გარკვეულ პირობებში შეიძლება დაიწყოს მათი უსაზღვრო გაჯირჯება. შედეგად მოხდება მისი პეპტიზაცია და გადასვლა ბლანტ კოლოიდურ ხსნარში.

გაჯირჯებული ცილების დეზაგრეგაცია შეიძლება მოხდეს ცილების ინტენსიური პროტეოლიზის, ძლიერი მექანიკური გადაზელის ან სხვა ფაქტორებით. აღნიშნული ცვლილებები შეიძლება მოხდეს სუსტი ფქვილიდან ცომის მოზელის დროს.

თხევადი ფაზის ძირითადი ნაწილი, რომელიც შეიცავს შედარებით დაბალმოლეკულურ ნივთიერებებს, შეიძლება ოსმოსურად იქნას შთანთქმული ცილის მიერ.

გაფუებისა და გამოცხობის დროს ჰიდროლიზური პროცესების მიმდინარეობისათვის აუცილებელია ცომში თავისუფალი წყლის არსებობა.

დიელექტრიკული თვისებების განსაზღვრის მეთოდმა აჩვენა, რომ ნორმალური კონსისტენციის ხორბლის ცომში არის 0,29 გ ბმული წყალი ერთ გრამ მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით. ეს შეესაბამება ცომში არსებული მთელი წყლის დაახლოებით 35%-ს. მაგნიტურ-რეზონანსული მეთოდის გამოყენებით ნაჩვენებია იქნა, რომ ბმული წყლის რაოდენობა (არ იყინება -50°C ტემპერატურაზე) 24,0% ტენიანობის წყალ-ფქვილოვან ნარევი შეადგენს 0,3 გ-ს ერთ გრამ მშრალ ნივთიერებაზე გაანგარიშებით. ნარევის სინესტის შემდგომი გაზრდისას 59,5%-მდე ბმული წყლის რაოდენობა რჩება უცვლელი. სხვანაირად რომ ვთქვათ, სინესტის გაზრდასთან ერთად ცომში იზრდება თავისუფალი წყლის რაოდენობა. შემდგომმა გამოკვლევებმა დაადასტურეს ზემოთთქმული და გვიჩვენეს, რომ ბმული წყლის რაოდენობა ცომში დამოკიდებულია ფქვილის ძალაზე.

ხორბლის ფქვილისაგან მომზადებულ ნორმალური ტენიანობის ცომში წყლის დაახლოებით 70% იმყოფება თავისუფალ მდგომარეობაში, ე.ი. შეუძლია მონაწილეობა მიიღოს ბიოქიმიურ რეაქციებში.

ცომში მყარ და თხევად ფაზასთან ერთად არის აიროვანი ფაზა. ჩვეულებრივად თვლიან, რომ აიროვანი ფაზა ცომში წარმოიქმნება დუღილის პროცესის შედეგად. დადგენილია, რომ მოზელის დროს ხდება ცომის მიერ ჰაერის შთანთქმა და მისი დაჭერა (ოკლუზია). ხანგრძლივი მოზელის დროს აიროვანი ფაზა შეიძლება გახდეს ცომის მთლიანი მოცულობის 20%. ცომის ნორმალური მოზელის დროს მის მოცულობაში აიროვანი ფაზა შეიძლება იყოს 10%. ჰაერის ნაწილი ცომში ხვდება ფქვილთან ერთად, უმნიშვნელო ნაწილი კი - წყალთან ერთად.

მოზელის დროს შთანთქმული ჰაერის ბუმტუკების ნაწილი იმყოფება თხევად ფაზაში ემულსიის სახით, ნაწილი კი ჩართული არის ცილოვან კარკასში.

ცომში დამატებული ცხიმში შეიძლება იყოს როგორც თხევად ფაზაში ემულსიის სახით, ასევე ცომის მყარი ფაზის ზედაპირზე ადსორბირებული ფენის სახით.

ამრიგად, მოზელის შემდეგ ცომი შეიძლება განვიხილოთ როგორც დისპერსიული სისტემა, რომელიც შედგება მყარი, თხევადი და აიროვანი ფაზებისაგან.

ცალკეული ფაზების შეფარდება განსაზღვრავს ცომის რეოლოგიურ თვისებებს. თხევადი და აიროვანი ფაზის წილის გაზრდით ცომი ხდება უფრო სუსტი, თხევადი და უფრო დენადი. თავისუფალი თხევადი ფაზის გაზრდა იწვევს ცომის წებვადობას.

მოზელის დროს ფიზიკურ-მექანიკურ და კოლოიდურ პროცესებთან ერთდროულად ფქვილის ფერმენტებისა და საფუარის მოქმედებით მიმდინარეობს ბიოქიმიური პროცესებიც.

ხანმოკლე მოზელის პირობებში უფრო მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება პროტეოლიზის პროცესებს, ვიდრე ამილოლიზურს. განსაზღვრული როლი შეიძლება ითამაშოს ფქვილის პენტოზანების ფერმენტულმა გახლეჩვამ.

ცომში ფერმენტების ჰიდროლიზური მოქმედება იწვევს მაღალმოლეკულური ნივთიერებების დეზაგრეგაციას და დაშლას დაბალ-

მოლეკულურ ნივთიერებებად, რომლებიც გადადიან თხევად ფაზაში. რის გამოც იცვლება ცომის რეოლოგიური თვისებები. მოზელის დროს ჰაერის ჟანგბადთან ცომის შეხება მნიშვნელოვნად მოქმედებს მასში პროტეოლიზის პროცესზე.

დადგენილ იქნა, რომ აზოტის, ჰაერის და ჟანგბადის არეში მოზელისას მიღება სხვადასხვა რეოლოგიური თვისებების ცომი. საუკეთესო რეოლოგიური თვისებების ცომი მიიღება ჟანგბადის არეში მოზელისას, უფრო ნაკლები – ჰაერის თანაობისას და მნიშვნელოვნად ცუდი აზოტის თანაობისას. აღნიშნული მოვლენა აიხსნება ცომის ცილოვან-პროტეინაზულ კომპლექსზე ჟანგბადის დამჟანგველი მოქმედებით.

მოზელის სხვადასხვა სტადიაზე მექანიკური ზემოქმედება ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე მოქმედებს არაერთგვაროვნად. მოზელის დასაწყისში მექანიკური ზემოქმედების შედეგად ხდება ცომის კომპონენტების შერევა და ერთგვაროვანი მასის მიღება. ამიტომ აღნიშნულ სტადიაზე მექანიკური ზემოქმედება იწვევს პროცესის დაჩქარებას. მოზელის შემდგომი გაგრძელებით ცილების გაჯირჯეების და ცომში ღრუბლისებრი წებოვარული სტრუქტურული ჩონჩხების წარმოქმნის გამო შეიძლება მოხდეს ცომის თვისებების გაუმჯობესება. მექანიკური ზემოქმედების გაზრდით ცომის თვისებების გაუმჯობესების ნაცვლად შეიძლება მოხდეს მისი გაუარესება, რაც გამოწვეულია ცომის ცილოვანი ჩონჩხების რღვევით. რაც განსაკუთრებით შესამჩნევია სუსტი ფქვილის მოზელის დროს.

ცომის მოზელისას ტემპერატურა რამდენადმე იზრდება, რომელიც გამოწვეულია ფქვილის ნაწილაკების მიერ ჰიდრატაციის სითბოს გამოყოფით და მექანიკური ენერგიის თბურ ენერგიაში გადასვლით. მოზელის პირველ პერიოდში ტემპერატურის მომატებით ხდება პროცესის დაჩქარება და ცომი მიიღება ოპტიმალური რეოლოგიური თვისებებით. ტემპერატურის შემდგომი მომატება იწვევს ფერმენტების ჰიდროლიზური მოქმედების ინტენსიფიკაციას და ცომის სიბლანტის შემცირებას, შეიძლება მოხდეს ცომის რეოლოგი-

ური თვისებების გაუარესება.

ზემოთ აღწერილი ფიზიკურ-მექანიკური, კოლოიდური და ბიოქიმიური პროცესები ცომის მოხელისას მიმდინარეობს ერთდროულად და ურთიერთქმედებენ ერთმანეთზე. ცალკეული პროცესების მოქმედება ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე არის განსხვავებული.

პროცესები, რომლებიც ხელს უწყობენ ტენის ადსორბციულად, განსაკუთრებით კი ოსმოსურად შეკავშირებას და ცომის კოლოიდების გაჯირჯვებას განაპირობებს მყარი ფაზის რაოდენობისა და მოცულობის გაზრდას. რაც აუმჯობესებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებს, ცომი ხდება უფრო სქელი კოსისტენციის და ელასტიური.

პროცესები, რომლებიც ხელს უწყობენ ფქვილის შემადგენელი ნაწილაკების დეზაგრეგაციას, შეუზღუდავ გაჯირჯვებას, პეპტიზაციას და გახსნას, იწვევს ცომში თხევადი ფაზის გაზრდას, რაც აუარესებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებს, ცომი ხდება უფრო თხელი, უფრო წელვადი და წებვადი.

სუსტი ფქვილიდან მიღებულ ცომის თვისებებს ძალიან ხანგრძლივი და ინტენსიური ცომის მოხელა უფრო აუარესებს. ამიტომ ძლიერი ფქვილიდან ცომის მოხელის ხანგრძლივობა უფრო მეტია, ვიდრე სუსტი ფქვილიდან.

ცომის გაფუება (დამწიფება)

ცომის გაფუება იწყება მოხელიდან და გრძელდება მისი დამუშავების ყველა შემდგომ ეტაპზე – დაყოფის, დაგუნდავების, დაფორმების, დაყოვნებისა და გამოცხობის პირველ სტადიაზეც. საწარმოო პრაქტიკაში ტერმინი ცომის გაფუება მოიცავს პერიოდს ცომის მოხელიდან მის დაყალიბებამდე.

აფრისა და ცომის გაფუების მიზანია დაყალიბებისა და გამოცხობისათვის საუკეთესო აირწარმოქმნის უნარისა და რეოლოგიური თვისებების ცომის მიღება. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ცომში

იმ ნივთიერებების დაგროვება, რომლებიც განაპირობებს კარგად გაფუჭებული ცომისაგან გამომცხვარი პურის გემოსა და არომატს.

პროცესთა ერთობლიობას, რომლის დროსაც ცომი იძენს დაყალიბებისა და ცხობისათვის ოპტიმალურ თვისებებს, ცომის დამწიფება ეწოდება.

კარგად დამწიფებული ცომი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. დაყალიბებულ ცომში დაყოვნების წინ საკმაო ინტენსიურობით უნდა მიმდინარეობდეს აირწარმოქმნის პროცესი;
2. ცომის რეოლოგიური თვისებები უნდა იყოს ოპტიმალური დაყოფის, დაგუნდავებისა და შეგრაგნისათვის, ასევე ნაშაღში აირის დაჭერისა და ფორმის შენარჩუნებისათვის საბოლოო დაყოვნებისა და ცხობის დროს;
3. პურის ქერქის ნორმალური შეფერილობის მისაღწევად ცომში გამოცხობის წინ უნდა იყოს დაუდუღებელი შაქრებისა და ცილების ჰიდროლიზური დაშლის პროდუქტების საკმარისი რაოდენობა;
4. ცომში უნდა წარმოიქმნას და შეიცავდეს პურის გემოსა და არომატის ჩამოყალიბებისათვის აუცილებელი ნივთიერებების საჭირო რაოდენობას.

ცომის აღნიშნულ თვისებებს განაპირობებს მთელი რიგი კომპლექსური პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს ერთდროულად და ურთიერთქმედებენ.

სპირტული დუღილი: ცნობილია, რომ საფუარის ფერმენტების ზიმაზური კომპლექსი უზრუნველყოფს მონოსაქარიდების (ჰექსოზას) გარდაქმნას ორ მოლეკულა ეთილის სპირტად და ორ მოლეკულა ნახშირორჟანგად. პურის ცხობაში გამოყენებული საფუარის საშუალებით ხდება ცომის ყველა ძირითადი შაქრის გლუკოზის, ფრუქტოზის, საქაროზას და მალტოზას დადუღება. გლუკოზა და ფრუქტოზა სპირტულ დუღილში უშუალოდ მონაწილეობს. საქაროზა ფერმენტ საქარაზას მეშვეობით წინასწარ გარდაიქმნება გლუკოზად და ფრუქტოზად. ეს პროცესი ცომში მიმდინარეობს ძალიან

სწრაფად. კერძოდ, ცომის მოხელის მომენტიდან რამდენიმე წუთის შემდეგ საქაროზა მთლიანად (ისიც კი თუ რეცეპტურის თანახმად ცომში დამატებულია 7,5%-მდე) გარდაიქმნება გლუკოზად და ფრუქტოზად. მალტოზას მოლეკულა საფუარის ფერმენტ მალტაზას მოქმედებით დაიშლება ორ მოლეკულა გლუკოზად.

აფარსა თუ ცომში საფუარების მოქმედებით დუღილს განიცდის შემდეგი შაქრები: ფქვილის საკუთარი შაქრები; მალტოზა, რომელიც წარმოიქმნება ცომში სახამებლიდან მასზე ამილოლიზური ფერმენტების მოქმედების შედეგად; შაქარი, რომელიც ემატება ცომში გასამდიდრებლად.

ფქვილის საკუთარი შაქრებისა და მალტოზას როლი დუღილის პროცესში განხილულია თავში „ფქვილის პურის ცხობის თვისებები“.

აღსანიშნავია, რომ საკუთარი შაქრები განსაკუთრებულ როლს თამაშობენ ცომის გაფუების (დუღილის) საწყის ეტაპზე. თუ ცომში ერთდროულად იმყოფება გლუკოზა, ფრუქტოზა და მალტოზა, ჯერ დადუღდება გლუკოზა და ფრუქტოზა, შემდეგ კი მალტოზა. მალტოზა დუღილს იწყებს გლუკოზისა და ფრუქტოზის მთლიანად დადუღდების შემდეგ. მალტოზას დუღილის პროცესში ჩართვისთვის საჭიროა საფუარის უჯრედის ფერმენტაციული აპარატის გარკვეულ გადართვა. ამ პერიოდში აირწარმოქმნის სიჩქარე დროებით მცირდება.

ცომში საქაროზას დამატებაც დროებით იწვევს მალტოზას დუღილის დამუხრუჭებას. საქაროზას დიდი კონცენტრაციის შემთხვევაში პრაქტიკულად წყდება მალტოზას დუღილი.

აფრული მეთოდით ცომის მომზადებისას საფუარები აფარში უკვე მომზადებულია მალტოზას დასადუღებლად. ამიტომ აფრული მეთოდით ცომის მომზადებისას, მასში გლუკოზისა და ფრუქტოზის ახალი რაოდენობის წარმოქმნის მიუხედავად, მალტოზას დუღილის მკვეთრი შემცირება არ შეიმჩნევა.

საფუარის გამრავლება: დადგენილია, რომ რაც ნაკლებია ცომ-

ში საფუარის საწყისი რაოდენობა, მით უკეთ ხდება მისი გამრავლება. მაგალითად, 6 საათის დუდილის შედეგად ცომში საფუარის გამრავლების სურათი არის შემდეგი:

ცომში დამატებული საფუარის

რაოდენობა %-ში,

ფქვილის მასასთან შეფარდებით	0,5	1,0	1,5	2,0
საფუარის უჯრედების მატება %-ში	88	58	49	29

ცომში 2% საფუარის შემცველობისას გაფუების ხანგრძლივობა ბევრად ნაკლებია 6 სთ-ზე. 2%-ზე მეტი რაოდენობით საფუარის დამატებისას, გაფუების ჩველებრივი ხანგრძლივობის პირობებში, ცომში საფუარის გამრავლება პრაქტიკულად არ ხდება.

აღსანიშნავია, რომ 1გ დაწნეხილი საფუარი შეიცავს 10 მილიარდ საფუარის უჯრედს. აქედან გამომდინარე, 60% წყლით, 1,5 % მარილით და 2% დაწნეხილი საფუარით უაფრო მეთოდით მომზადებულ ხორბლის ცომში, საფუარის უჯრედების საწყისი შემცველობა შეადგენს დაახლოებით 120 მილიონს 1გ ცომში.

საფუარის უჯრედების გამრავლების დაჩქარება შეიძლება სპეცები არეს გამდიდრებით ვიტამინებით და მინერალური მარილებით. მაგალითად, ამონიუმის ქლორიდით, გოგრდმჟავა კალიუმით. სუფრის მარილის მცირე რაოდენობაც იწვევს საფუარის გამრავლების სტიმულირებას.

ცომის მჟავიანობის სტიმულირება. ცომის გაფუების პროცესში იზრდება აფარისა და ცომის მჟავიანობა, რაც განპირობებულია მასში მჟავე რეაქციის მქონე პროდუქტების დაგროვებით. აფარისა და ცომის ტიტრული მჟავიანობა იზრდება, pH კი გადაინაცვლებს არეს მჟავე რეაქციისაკენ. ხორბლის ცომის დუდილის პროცესში pH იცვლება 6-დან 5-მდე. მჟავიანობის მატება გამოწვეულია რიგი მჟავების წარმოქმნითა და დაგროვებით.

გაფუებულ ცომში არის რძემჟავა, ვაშლმჟა, ჰიანჰველმჟავა, ლი-

მონმუავა და სხვა ორგანული მჟავები. ძირითადად ხორბლის ცომში გროვდება რძემჟავა და ძმარმჟავა. სხვა მჟავების რაოდენობა კი შეადგენს 10% (ცომის მჟავიანობიდან). რძემჟავასა და ძმარმჟავას დაგროვება დუღილის პროცესში გამოწვეულია ჰეტეროფერმენტაციული რძემჟავა ბაქტერიებით. ამ სახის ბაქტერიები ხვდებიან ცომში ფქვილთან ერთად. აღსანიშნავია, რომ სასაქონლო დაწეხილი საფუარები შეიცავენ მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიების გარკვეულ რაოდენობას.

ჩვეულებრივ ტემპერატურულ პირობებში (28-30°C) ცომის მომზადებისას მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიებიდან ძირითად როლს თამაშობს არათერმოფილური ბაქტერიები, რომელთა ტემპერატურული ოპტიმუმი დაახლოებით 35°C-ია.

ფქვილში არსებული თერმოფილური დელბრიუკის ტიპის რძემჟავა ბაქტერიები, რომელთა ტემპერატურული ოპტიმუმი 48-54°C, აფარისა და ცომის ჩვეულებრივი ტემპერატურის პირობებში მნიშვნელოვან როლს არ თამაშობს

ცხრილში მოყვანილია სხვადასხვა ხარისხის ფქვილისაგან მოხედილი აფარისა და ცომის ტიტრული მჟავიანობის ცვლილება.

ცხრილი 6. – ნახევარფაბრიკატის მჟავიანობის ცვლილება

ფქვილი	აფარის მჟავიანობა, გრად		ცომის მჟავიანობა, გრად	
	საწყისი	საბოლოო	საწყისი	საბოლოო
I ხარისხის	1,5-2,0	2,5-3,2	2,0-2,5	3,0-3,5
II ხარისხის	2,8-3,2	4,5-5,0	3,0-4,5	4,5-5,0
ცეხვილი	3,5-4,0	5,5-6,0	4,5-5,0	5,5-6,5

როგორც ცხრილიდან ჩანს, რაც მეტია ფქვილის გამოსავლიანობა, მით მეტია აფარისა და ცომის საწყისი და საბოლოო მჟავიანობა. ეს აიხსნება იმით, რომ გამოსავლიანობის გაზრდით იზრდება ფქვილის მჟავიანობა და მასში მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიები.

დუღილის დროს ხორბლის ცომის მჟავიანობის ცვლილებას

დიდი მნიშვნელობა აქვს. მჟავიანობის მატება იწვევს ცილოვანი ნივთიერებების გაჯირჯვებისა და პეპტიზაციის პროცესების დაჩქარებას. ცომის მჟავიანობა აგრეთვე გავლენას ახდენს ფერმენტების მოქმედებაზე.

პურის გემო და არომატი მნიშვნელოვნადაა განპირობებული ცომში მჟავებისა და მათი სხვა ნაერთებთან ურთიერთქმედების პროდუქტების დაგროვებით (მაგალითად სპირტებთან).

ამიტომ შემთხვევითი არ არის, რომ აფარისა და ცომის საბოლოო მჟავიანობა ითვლება ცომის მზადყოფნის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მაჩვენებლად. მჟავიანობა კი პურის ხარისხის მაჩვენებლად, რომელიც შეტანილია პურის სტანდარტში.

პურის გემოს თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია არა მარტო მჟავების რაოდენობა არამედ მისი შედგენილობა. რძემჟავა ანიჭებს პურს ხორბლის პურისათვის დამახასიათებელ სასიამოვნო სუნს, ძმარმჟავა და სხვა ორგანული მჟავები კი მკვეთრად გამოხატულ მჟავე გემოს.

კოლოიდური და ფიზიკური პროცესები. მოზელისას ცომში მიმდინარე კოლოიდური პროცესები გრძელდება გაფუების (დუღილის) დროსაც. ცილის, სახამებლისა და ქატოს ნაწილაკების მიერ ადსორბციულად წყლის შთანთქმა შეიძლება ჩაითვალოს დამთავრებულად მოზელის ბოლოს, თუმცა აღნიშნული პროცესებიც კი გრძელდება ცომის გაფუებისას. ცილების ოსმოსურად გაჯირჯება და პროტეინაზათი მათი დეზაგრეგაცია იწვევს ცომის ცილების სტრუქტურის სიმკვრივის შემცირებას. შედეგად იზრდება ცილების იმ ზედაპირის ფართი, რომელსაც შეუძლია ტენის შეკავშირება ადსორბციულად. გაფუების პროცესში გრძელდება კოლოიდების ინტენსიური გაჯირჯვების პროცესები, მათ შორის ცომის ცილებისა და ლორწოების უსაზღვრო გაჯირჯება და პეპტიზაცია.

ცომში მჟავიანობის მატება და სპირტის დაგროვება იწვევს ცომის კოლოიდების ჰიდროფილური თვისებების გაზრდას. ცომში ცილების ზღვრული გაჯირჯვების შედეგად თხევადი ფაზის რაოდე-

ნობა მცირდება. რაც თავის მხრივ იწვევს ცომის რეოლოგიური თვისებების გაუმჯობესებას. უსაზღვრო გაჯირჯება და პეპტიზაცია კი პირიქით იწვევს ნივთიერებების გადასვლას ცომის თხევად ფაზაში, რაც აუარესებს მის რეოლოგიურ თვისებებს. სუსტი ფქვილიდან მიღებულ ცომში ცილების ზღვრული გაჯირჯება მიმდინარეობს გაცილებით სწრაფად, ამიტომ სწრაფად ხდება უსაზღვრო გაჯირჯება და პეპტიზაცია. მატულობს თხევადი ფაზის რაოდენობა, რაც იწვევს ცომის გათხევადებას.

გაფუების პროცესში მექანიკური ზემოქმედება გადაზელვისას ხელს უწყობს ძლიერი ფქვილიდან მიღებული ცომის ცილების გაჯირჯებას და ამიტომ უმჯობესდება ცომის რეოლოგიური თვისებები. სუსტი ფქვილიდან მიღებული ცომის ძლიერი გადაზელვა აჩქარებს ისედაც შესუსტებული ცილოვანი სტრუქტურის რღვევას, რაც დამატებით აჩქარებს ცილების პეპტიზაციას და ცომის რეოლოგიური თვისებები უარესდება.

გაფუების პროცესში სპირტული დუდილის შედეგად გამოყოფილი ნახშირორჟანგი იწვევს ცომის (აფრის) მოცულობაში მომატებას. ამ დროს ხდება ფქვილის გაჯირჯებული ნაწილების ცილოვანი აფსკების დაჭიმვა. შემდგომი მექანიკური ზემოქმედება უზრუნველყოფს ცომში ღრუბლისებრი სტრუქტურული ცილოვანი ჩონჩხედის ჩამოყალიბებას, რაც განაპირობებს დაყოვნებისა და ცხობისას ფორმისა და აირის შენარჩუნების უნარს. შედეგად მიიღება მაღალი ხარისხის პური, რომლის გული არის წვრილი, თხელკედლიანი და თანაბრად განაწილებული ფორებით.

გაფუების პროცესში ცომის ტემპერატურა საწყისთან შედარებით იზრდება $1-2^{\circ}\text{C}$ -ით, რადგან დუდილის პროცესი არის ეგზოთერმული და წყლის ადსორბციული შეკავშირებისას აგრეთვე ხდება სითბოს გამოყოფა.

ბიოქიმიური პროცესები. ცომის გაფუებისას მიმდინარე სპირტული და მეავური დუდილი წარმოადგენს რთული ბიოქიმიური პროცესების ჯაჭვს, რომლებიც განპირობებულია საფუარის ფერმენ-

ტების კომპლექსით, ცომის მყავაწარმოქმნელი ბაქტერიებისა და ფქვილის ფერმენტების ურთიერთქმედებით. ამ დროს ცომში წყლისა და მყავას წარმოქმნელი ბაქტერიების უჯრედში შედგენილი მათი ცხოველყოფილობისათვის აუცილებელი (დუდილის, სუნთქვის, გამრავლებისათვის) ხსნადი პროდუქტები. უჯრედიდან კი ცომში გადადის დუდილის ძირითადი და მეორადი პროდუქტები. დუდილის პროცესში განუწყვეტლივ იცვლება ცომის შედგენილობა და თვისებები.

განუწყვეტლივ განიცდის ცვლილებებს ცომის ნახშირწყლოვან-ამილაზური კომპლექსი. ფქვილის საკუთარი შექრები საფუარის მოქმედებით საკმაოდ სწრაფად დადუღდება. ამავე დროს ამილაზების მოქმედებით სახამებლიდან განუწყვეტლივ წარმოიქმნება მალტოზა (აღმოუცენებელი მარცვლიდან დაფქვილ ფქვილში პრაქტიკულად მოქმედებს მხოლოდ β -ამილაზა). ამრიგად, გაფუების პროცესის წარმართვისას მუდმივი მოთხოვნილებაა შაქრებზე და ამგვაროულად ხდება მისი შევსება მალტოზათი (სახამებლის ამილოლიზის შედეგად). აღნიშნული ორი პროცესის ინტენსიობა განაპირობებს ცომში საერთო შაქრების შემცველობის შემცირებას ან გაზრდას გაფუების დროს.

ფქვილის მაღალმოლეკულური პენტოზანები მნიშვნელოვნად განიცდის ჰიდროლიზს შესაბამისი ფერმენტების მოქმედებით.

დუდილის პროცესში ცომის ცილები მონაწილეობენ არა მარტო კოლოიდურ პროცესებში (გაჯირჯება, პეპტიზაცია), არამედ ხდება მათი პროტეოლიზი.

არაერთხელ იყო აღნიშნული, რომ საფუარიან ცომში აღინიშნება უფრო ინტენსიური პროტეოლიზი, ვიდრე უსაფუაროში. ეს აიხსნება იმით, რომ საფუარი შეიცავს გლუტათიონის დიდ რაოდენობას, რომელიც აღდგენილი ფორმით იწვევს ფქვილის პროტეინაზას მოქმედების აქტივაციას. აღსანიშნავია ისიც, რომ მნიშვნელობა ენიჭება არა გლუტათიონის საერთო რაოდენობას, არამედ იმ გლუტათიონს, რომელსაც შეუძლია საფუარის უჯრედიდან გარემო არეში

გადასვლა. ასეთი გლუტათიონის რაოდენობა მატულობს არასასურველ პირობებში საფუარის შენახვის დროს.

ხორბლის ცომში მიმდინარე პროტეოლიზი ძირითადად საჭიროა არა ცილების დაშლის საბოლოო პროდუქტების მიღებისათვის, არამედ მათი დეზაგრეგაციისათვის.

ძლიერი ფქვილიდან მიღებული ცომის პროტეოლიზი აუცილებელია, რათა მიღებულ იქნეს საუკეთესო რეოლოგიური თვისებების ცომი.

ხორბლის პურის ქერქის ფერი განპირობებულია მელანოიდებით, რომელიც მიიღება აღმდგენელი შაქრებისა და ცილების პროტეოლიზური დაშლის პროდუქტების ურთიერთქმედებით. ამ თვალსაზრისითაც ცილების გარკვეული დოზით პროტეოლიზი არის აუცილებელი.

ცილების პროტეოლიზი აუცილებელია ხორბლის პურის გულის კარგი სტრუქტურის მისაღებად. თუმცა ცომში ცილების პროტეოლიზის ინტენსივობა არ უნდა აღემატებოდეს ოპტიმალურს, რომელიც დამოკიდებულია ფქვილის ძალასა და სხვა ფაქტორებზე. ჭარბი პროტეოლიზი იწვევს ცილების მნიშვნელოვან დეზაგრეგაციას, რაც იწვევს ცილების უსაზღვრო გაჯირგებასა და პეპტიზაციას, რის შედეგადაც მიიღება არასასურველი ფორმის მზა ნაწარმი.

დუდილის პროცესში პროტეოლიზის დამუხრუჭების ეფექტურ მეთოდად ითვლება სუფრის მარილის დამატება ცომში, დამუხრუჭებული მოქმედების გამაუმჯობესებლის გამოყენება.

ცომის დამწიფების პროცესის დაჩქარება

ცომის ან აფარის გაფუება მიმდინარეობს რამდენიმე საათი და პურის მომზადების ტექნოლოგიურ პროცესში ყველაზე ხანგრძლივია. ამიტომ, დამწიფების პროცესის ფორსირება აქტუალურია და შეიძლება მიღწეულ იქნეს გაფუების პროცესის დაჩქარებით, მექანიკური ზემოქმედების გაძლიერებით და სხვადასხვა სპეციალური

დანამატების გამოყენებით. ამ მიზნით გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი:

1. საფუარის რაოდენობის გაზრდა;
2. დაწნეხილი საფუარის წინასწარი აქტივაცია;
3. დაწნეხილი საფუარის ნაცვლად უფრო აქტიური გაფუების უნარის მქონე საფუარის რძის (საფუარის კონცენტრატის) გამოყენება;
4. თხევადი საფუარის ან ნახარშის გამოყენების შემთხვევაში მადულარი მიკროორგანიზმების უფრო აქტიური შტამების შერჩევა და გამოყენება;
5. რეცეპტურაში იმ მინერალური მარილების გამოყენება, რომლებიც აუცილებელია საფუარის უჯრედის საკვებად;
6. ტემპერატურის მომატება დუღილის პროცესის დაჩქარებისათვის.

მოზელვის დროს ცომზე მექანიკური ზემოქმედების გაძლიერება

მრავალი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შედეგების განხილვამ ცხადყო, რომ ცომზე მექანიკური ზემოქმედების გაძლიერებით შესაძლებელია ცომის დამწიფების პროცესის დაჩქარება. ამ დროს ცომში უფრო სწრაფად მიმდინარეობს დამჟანგვითი პროცესები, რომლებიც ხელს უწყობენ ცომის გაფუების ინტენსიობის გაზრდას. აღსანიშნავია ისიც, რომ მექანიკური ზემოქმედება უფრო კარგ შედეგს იძლევა სხვადასხვა დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლბთან ერთად.

ბოლო პერიოდში პურის ცხობის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის განვითარებისათვის დამახასიათებელია ცომის მომზადების ისეთი უწყვეტ-ნაკადური და დაჩქარებული მეთოდების შემუშავება, რომლის დროსაც გამორიცხულია ან მკვეთრად არის შემცირებული გაფუების პროცესი. შემუშავებულია ცომის მოზელის ინტენსიფიკაციის მეთოდები და დადგენილია ოპტიმალური რეჟიმები.

ცომის დამწიფების პროცესის დაჩქარება ქიმიური მეთოდით

ცომის დამწიფების დაჩქარების ქიმიური მეთოდი გამოიყენება ორი მიმართულებით:

1. მოზელვის დროს დახარჯული ხვედრითი ენერგიის შემცირება, რაც მიიღწევა ერთდროულად აღმდგენელი და დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლების გამოყენებით. მათი ერთდროული მოქმედების შედეგად ხდება ცომის სწრაფი გაფუება.
2. ცომში გაზრდილი რაოდენობის საფუართან (2-3%) ერთად ორგანული მჟავის დამატება, მისი გაძლიერებული გადაზელება და ტემპერატურის მომატება (32-33°C). ცომის დაყოფა, დაფორმება, დაყოვნება და გამოცხობა ხდება უშუალოდ მოზელის შემდეგ.

დამწიფების პროცესის დასაჩქარებლად ცომში შეიძლება დამატებული იქნას ცხიმები და საკვები ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები.

ცომის გაფუება ქიმიური გზით

ცომის გაფუება ქიმიური ხერხით გამოიყენება ნაზავი ცომის მომზადებისას (ცხიმებისა და შაქრის დიდი შემცველობით). ასეთ ცომში ითრგუნება საფუარის ცხოველქმედება. ცომის გაფუების აღნიშნული ხერხი გამოიყენება საკონდიტრო ცომის მომზადებისას. ცომის გაფუება ხდება სხვადასხვა აირების ხარჯზე, რომლებიც გამოიყოფა ქიმიური ნაერთების (გამაფუებლის) დაშლის შედეგად. პრაქტიკაში დიდი გამოყენება აქვს სასმელ სოდას ანუ ნატრიუმის ბიკარბონატს და ამონიუმის კარბონატს. აღნიშნული ნაერთები იშლებიან ცხობის პროცესში და წარმოქმნიან აირებს (CO_2 ან NH_3), რომელიც იწვევს ცომის გაფხვიერებას.

1856 წელს ინგლისში ცომის გასაფუებად შემუშავებულ იქნა ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს ცომის გაჯერებას ნახშირორჟანგით (ნახშირბადის დიოქსიდით) წნევის ქვეშ. ცომის მოზელა წარმოებს სპეციალური კონსტრუქციის ცომსაზელ მანქანაში, ჰერმეტიკულად დახურული საზელი საკნით, რომელშიც მიღგაყვანილობით ნახშირორჟანგი მიეწოდება წნევის ქვეშ.

აღნიშნული ხერხი გამოიყენება მხოლოდ ხორბლის ცომის მოსამზადებლად დიდი მასის ასორტიმენტისათვის. აღნიშნულმა მეთოდმა ვერ ნახა ფართო პრაქტიკული გამოყენება.

ცნობილია აღნიშნული ხერხის მეორე ვარიანტიც, რომელიც ითვალისწინებს ცომის შედღეებას. ეს ხერხი მდგომარეობს შემდეგში: ცომის ნაწილი სპეციალურ სადღეებ მანქანებში იდღეიება 5 წთის განმავლობაში. გარკვეული შესვენების შემდეგ შედღეებილი მასა ჩამოედინება ჩვეულებრივ საზელ მანქანაში, რომელშიც იზილება ცომი. მოზელილი ცომი მიემართება დასაყალიბებლად და გამოსაცხობად. ცომის გადაზელვა ხანმოკლე (1,5 – 2,5 წუთიანი) განმეორებითი მოზელაა. გადაზელვის მიზანია ცომის სტრუქტურის გაუმჯობესება, რათა მიღებულ იქნეს პური, რომლის გული იქნება წვრილი, თხელკედლიანი, თანაბარ-განვითარებული ფორიანობით. ჩვეულებრივ ხდება ხორბლის ცომის ერთი-ორი გადაზელვა. გადაზელის რაოდენობა და ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ფქვილის “ძალა”-სა და ცომის გაფუების ხანგრძლივობაზე.

პირველ გადაზელას აწარმოებენ ძირითადად გაფუების დაწყებიდან 1,5 საათის, მეორე გადაზელას კი 2-2,5 საათის შემდეგ. თანამედროვე დაჩქარებულ ტექნოლოგიურ სქემებში და ნაკადურ ხაზებზე გადაზელის პროცესი გამორიცხულია. გადაზელვას ძირითადად ატარებენ პერიოდული ქმედების ცომსაზელ მანქანაზე მისამაგორებელი დეჟებით.

ცომის მზადყოფნის განსაზღვრა

დაყოფისათვის დადუღებულ და დამწიფებულ მზა ცომს უნდა ქონდეს ტექნოლოგიურის სქემის მომდევნო სტადიებისათვის (დაყოფა-ცხოზა) ოპტიმალური თვისებები და მისგან მიღებულ მზა ნაწარმს უნდა ქონდეს საუკეთესო ხარისხი.

საწარმოში ცომის მზადყოფნა დასაყალიბებლად განისაზღვრება ტიტრული მჟავიანობით, ამწევი ძალითა და მისი რეოლოგიური თვისებებით.

ცომის მჟავიანობა, როგორც ადრე აღვნიშნეთ, მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია, მაგრამ არა ერთადერთი მისი მზადყოფნის დადგენისათვის.

კარგად გაფუებულ და დამწიფებულ ცომში კიდევ უნდა გრძელდებოდეს აირწარმოქმნის პროცესი და შეიცავდეს დაუდუღებელი შაქრების საჭირო რაოდენობას. ცომის რეოლოგიური თვისებები უნდა უზრუნველყოფდეს ნამზადის კარგ ფორმის შენარუნების უნარს.

პურის ქერქის ნორმალური შეფერილობის მისაღწევად დადუღებულ ცომში უნდა იყოს დაგროვილი პროტეოლიზის პროდუქტების გარკვეული რაოდენობა, საჭირო რაოდენობით მასში უნდა იყოს დაგროვილი აგრეთვე სპირტული და მჟავური დუდილების ძირითადი და მეორადი პროდუქტები, რომელებიც განაპირობებენ პურის სპეციფიკურ გემოსა და არომატს.

ცომში ცალკეული ნედლეულის შეფარდება და როლი

სხვადასხვა ნედლეულის რაოდენობა ცომში გამოსახება პროცენტებში ფქვილის მასასთან შეფარდებით. განვიხილოთ წყლის, საფუარის, მარილის, შაქრისა და ცხიმის როლი ცომის თვისებების ჩამოყალიბებაში, მათი გავლენა პურის ხარისხზე.

წყალი, როგორც ცომის კომპონენტი. ხორბლის ცომში (პურისა და პურფუნთუშეული ნაწარმის სხვადასხვა ასორტიმენტისათვის) წყლის რაოდენობა მერყეობს ზღვრებში 35-40%-დან 72-75%-მდე ფქვილზე გადაანგარიშებით. ხორბლის ცომში წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე: პურის სახეობაზე, ფქვილის გამოსავლიანობაზე, ფქვილის ტენიანობაზე, ცომში შაქრისა და ცხიმის რაოდენობაზე, ფქვილის ძალაზე, ცომის მომზადების მეთოდზე და რეჟიმებზე, დანამატებზე.

პურის ცალკეული ასორტიმენტისათვის სახელმწიფო სტანდარტით დადგენილია პურის დასაშვები ტენიანობა. ეს ნორმა ასორტიმენტისათვის განსაზღვრავს ცომის მაქსიმალურ ტენიანობას და აქედან გამომდინარე 100 კგ ფქვილზე დასამატებელი წყლის რაოდენობას.

ფქვილის ტენიანობა გავლენას ახდენს ფქვილისა და წყლის შეფარდებაზე ცომში. რაც უფრო დაბალია ფქვილის ტენიანობა, მით მეტ წყალს შთანთქავს ის მოზელისას. ამიტომ პურის გამოსავლიანობის ნორმები დადგენილია ფქვილის “საბაზისო” ტენიანობის (14,5%) პირობებში და კორექტირდება შესაბამის (ფაქტიური) ტენიანობის მიხედვით.

ცხიმისა და შაქრის დამატება ცომში მნიშვნელოვნად ცვლის დასამატებელი წყლის რაოდენობას. რაც მეტია ცომში შაქრისა და ცხიმის რაოდენობა, მით ნაკლებია წყლის შემცველობა.

შაქარი, რომელიც შეიცავს წყლის მცირე რაოდენობას და შესაბამისად ის უფრო “მშრალია” ვიდრე ფქვილი, მაინც იწვევს ცომის გათხევადებას, რის გამოც მცირდება მოსაზღვრად საჭირო წყლის რაოდენობა. ეს აიხსნება შაქრის დეჰიდრატაციული მოქმედებით, რაც გამოიხატება შემდეგში: შაქარი წყალს ართმევს გაჯირჯეულ ცილის უჯრედს, რის გამოც იზრდება ცომის თხევადი ფაზა და შესაბამისად ცომი თხევადდება. შაქრის დეჰიდრატაციული მოქმედება ცომის კოლოიდებზე ექსპერიმენტულად ნაჩვენები იყო კულმანის მიერ.

ცხიმის დამატება აგრეთვე ათხევადებს ცომს, ამიტომ ცხიმის დამატების შესაბამისად მცირდება წყლის რაოდენობა.

თუ რეცეპტურით ცომში გათვალისწინებულია რძის, კვერცხის დამატება საჭირო ხდება დასამატებელი წყლის რაოდენობის შემცირება.

ფქვილის ძალა განაპირობებს ცომის რეოლოგიური თვისებებს. სუსტი ფქვილების გადამუშავებისას მკვეთრად უარესდება ცომის თვისებები გაფუების პროცესში, ამიტომ მცირდება დასამატებელი წყლის რაოდენობა და ცომი მზადდება დასაშვებზე ნაკლები ტენიანობით.

დიდი წყლის რაოდენობის გავლენა იმ პროცესებზე, რომლებიც მიმდინარეობს ცომში მოზელის, გაფუებისა და შემდგომ სტადიებზე. რაც მეტია წყლის რაოდენობა ცომში, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს ცილების გაჯირჯება და პეპტიზაცია, მით მეტია ცომში თხევადი ფაზა და უფრო სწრაფად განთხევადდება ის.

ცომში წყლის რაოდენობის გაზრდა იწვევს ფერმენტების მოქმედების დაჩქარებას. წყლის რაოდენობა გავლენას ახდენს მიკროორგანიზმების ცხოველქმედებაზე, დუღილის ინტენსიურობასა და საფუარის გამრავლების სიჩქარეზე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე საჭიროა ცომში ტენიანობის სისტემური კონტროლი, რადგან ცომის ტენიანობა განსაზღვრავს პურის გულის ტენიანობას. ეს უკანანსკნელი კი რეგლამენტირებულია სტანდარტით.

საფუარი, როგორც ცომის კომპონენტი. პურფუნთუშეული ნაწარმის რეცეპტურაში დაწნეხილი საფუარი შეადგენს 0,5-3%-ს ფქვილის მასაზე გადაანგარიშებით. თანამედროვე პირობებში ცომის მომზადების პროცესის დაჩქარების მიზნით ცომში ემატება 5%-მდე დაწნეხილი საფუარი. რაც უფრო დაბალია საფუარის ამწევი ძალა, მით მეტია მისი ხარჯი.

მეცნიერების მიერ დადგენილი იქნა კავშირი საფუარის ამწევ ძალასა და ცომში აირწარმოქმნის პროცესს შორის. ცომი მზადდებოდა

შემდეგი რეცეპტურით: ფქვილი 100%; წყალი – 60%; მარილი – 1,5%; დაწნეხილი საფუარი 1%. შედეგი მოცემულია ცხრილში 7.

საფუარის ხარისხის გაუარესების დროს ცომში აირწარმოქმნა მცირდება, ამიტომ დაბალი ამწევი ძალის საფუარის დასამატებელი რაოდენობა იზრდება.

ცხრილი 7. – ცომის გაფუების პროცესი

ცომის გაფუების ხანგრძლივობა, წთ	ცომში გამოყოფილი CO ₂ -ის რაოდენობა (მლ-ში), საფუარის ამწევი ძალის სხვადასხვა მნიშვნელობის პირობებში		
	75	110	150
60	40	18	10
120	140	72	39
180	289	170	66
240	504	310	137
300	781	530	237
360	1041	814	378

გაფუების ხანგრძლივობა მჭიდრო კავშირშია საფუარი რაოდენობასთან. ცნობილია, რომ პროცესის დაჩქარების მიზნით საჭიროა მეტი საფუარის დამატება. უფრო ცომი 1% საფუარის დამატებით ნორმალურად გაფუვდება 3,5 – 4,0 საათში, მაშინ როდესაც 3-4% საფუარის დამატებით პროცესი დასრულდება 2 საათში.

ცომში საფუარის რაოდენობა დამოკიდებულია ფქვილის აირწარმოქმნის უნარზე, ცომის მომზადების ხერხზე, ცომში დამატებული შაქრისა და ცხიმის რაოდენობაზე. მაგალითად, უფრო ცომს ესაჭიროება უფრო მეტი საფუარი, ვიდრე აფრული წესით მომზადებულ ცომს (პირველ შემთხვევაში ემატება 1,5 – 3%, მეორეში 0,5 – 1%).

აღსანიშნავია, რომ პურის მომზადების თანამედროვე დაჩქარებული ტექნოლოგიური პროცესები ითვალისწინებს ცომში დიდი რაოდენობის საფუარის დამატებას.

რაც მეტია ცომში შაქრისა და ცხიმის რაოდენობა, მით მეტია საფუარის ხარჯი, რადგან საფუარის მოქმედება ითრგუნება. შეიმ-
ლება მოხდეს მისი უჯრედის პლაზმოლიზიც კი.

ცხიმი თრგუნავს საფუარის მოქმედებას. ის გარშემო ეკვრის უჯრედის ზედაპირს ადსორბირებული აფსკით, რაც ართულებს ხსნა-
დი საკვები ნივთიერებების გატარებას უჯრედში.

საზღვარგარეთის ქვეყნებში პრაქტიკაში მიღებულია საფუარის დამატება ცომში მეტი რაოდენობით, ვიდრე ჩვენთან. დასავლეთ ევ-
როპის ქვეყნებში ცომის რეცეპტურაში გათვალისწინებულია 3 –6%
დაწნეხილი საფუარი (უბრალო ცომში), ნახავში კი 6-8%. ეს იძლევა
დაბალ ტემპერატურაზე (23 – 26°C) ცომის მომზადების საშუალებას,
გაფუების ხაზგრძლივობის შემცირებით.

მარილი ცომის კომპონენტი: მარილი ცომში ემატება 0-2,5%-
მდე ფქვილზე გადაანგარიშებით. უმარილოდ მზადდება აქლორი-
დული პური თირკმლებით დაავადებულთათვის. ძირითადი პურ-
ფუნთუშეული ნაწარმის ცომში მარილი ემატება 1,25-1,5% რაოდენ-
ობით. ზოგიერთ სპეციალური ნაწარმის ცომში კი 2,5%-მდე.

მარილი ემატება ცომში, როგორც გემოვნებითი დანამატი.
თუმცა მარილის დამატება ცომში გავლენას ახდენს მასში მიმდინა-
რე ბიოქიმიურ, კოლოიდურ და მიკრობიოლოგიურ პროცესებზე.

მარილი გავლენას ახდენს ცომის რეოლოგიური თვისებებზე,
აირის წარმოქმნასა და მჟავას დაგროვებაზე, მზა ნაწარმის ხარისხზე
– მის ფორმაზე, მოცულობაზე, ზედაპირის შეფერილობაზე.

მარილი გავლენას ახდენს ფქვილის ნახშირწყლოვან-ამილა-
ზურ კომპლექსზე. მარილი ზრდის სახამებლის კლეისტერიზაციის
ტემპერატურას. ჩატარებული კვლევებით დადგენილია, რომ მარი-
ლის დამატებით მცირედ მატულობს ამილაზების აქტიობა, როცა
pH ტოლია 8-დან 7-მდე და პირიქით, მარილის დამატებით ამილა-
ზას აქტიობა მცირდება, როცა pH შეადგენს 6-დან 4-მდე.

რიგი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მარილის მცირე რაოდენ-
ობით დამატებისას (1,5-2%-მდე ფქვილზე გადაანგარიშებით)

მატულობს წებოგვარას ტენშემცველობა და ნედლი წებოგვარას რაოდენობა (შესაბამისი კონცენტრაციის მარილხსნარით ცომიდან გამორეცხვის შემთხვევაში). რეოლოგიური თვისებების მიხედვით წებოგვარა ხდება უფრო სუსტი. მარილის აღნიშნული კონცენტრაციის დროს იზრდება წებოგვარული ცილების ჰიდრატაცია და გაჯირჯება, რაც იწვევს მათი რეოლოგიური თვისებების შესუსტებას.

მარილის უფრო მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში ადგილი აქვს შებრუნებულ პროცესს – მცირდება წებოგვარული ცილების ჰიდრატაცია და გამორეცხილი ნედლი წებოგვარას რაოდენობა, წებოგვარას რეოლოგიური თვისებები ხდება უფრო ძლიერი. მარილის უფრო მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში ხდება წებოგვარული ცილების დეჰიდრატაცია.

ცომსა და აფარში მარილის დამატებით ხდება პროტეოლიზის დამუხრუჭება.

როგორც საწარმოო პრაქტიკით, ასევე კვლევითი სამუშაოებით დადგენილია მარილის გავლენა ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე.

ნახაზზე 6 მოცემულია ცომის 4 საათი გაფუების ფარინოგრამები. ცომის რეცეპტურა არის შემდეგი: ფქვილი 100%, წყალი 57,7%, საფუარი 3%, მარილი 0,1 და 5%.

როგორც ფარინოგრამებიდან ჩანს ცომში 1% მარილის დამატებით და მისი დოზირების გაზრდით 5%-მდე შეინიშნება:

1. მოზელისა და გაფუების პირველ პერიოდში ცომის კონსისტენციის შემცირება, ხოლო გაფუების ბოლოს კონსისტენციის მკვეთრი ზრდა;
2. როგორც მოზელისა და გადაზელვის, ისე ცდის მთლიან პერიოდში მაქსიმალური



ნახ.6 ცომის დუღილის ფარინოგრამები

- ა. ფქვილი, წყალი და საფუარი
- ბ. ფქვილი, წყალი, საფუარი და 1% მარილი
- გ. ფქვილი, წყალი, საფუარი და 5% მარილი

ლურ და საბოლოო კონცენტრაციებს შორის სხვაობის მკვეთრი შემცირება;

3. ცომის ელასტიურობის მომატება განსაკუთრებით შესამჩნევია ცომის გაფუების ხანგრძლივობის გაზრდით;

4. ცომის მაქსიმალური კონსისტენციისა და ელასტიურობის მიღწევის შენელება.

ამრიგად, ცომის გაფუების ბოლოს, ე.ი. დაყოფისათვის ცომის მიწოდების მომენტში, მისი რეოლოგიური თვისებები უმჯობესდება.

მნიშვნელოვანია მარილის გავლენა ცომის მადულარ მიკროფლორაზე. მარილი თრგუნავს საფუარის ცხოველქმედებას, რის შედეგადაც ხდება გაფუების პროცესის დამუხრუჭება. ეს უკანასკნელი განპირობებულია იმით, რომ რაც მეტია მარილის კონცენტრაცია თხევად ფაზაში, მით მეტია მასში ოსმოსური წნევა და მით უფრო სწრაფად ხდება საფუარის უჯრედის პლაზმოლიზი. ცომში 5% მარილის კონცენტრაციის დროს სპირტული დუღილი მთლიანად წყდება.

უმარილო ცომში დუღილი მიმდინარეობს შესამჩნევად ინტენსიურად, რის გამოც დუღილის ბოლოს მასში რჩება დაუდუღებელი შაქრების უმნიშვნელო რაოდენობა. უმარილო ცომის რეოლოგიური თვისებები უარესდება ინტენსიური პროტეოლიზის გამო. ასეთი ცომის შემდგომი დამუშავება არის რთული, მცირდება ცომის აირის და ფორმის დაჭერის უნარი, ხდება ცომის მიწებება დანადგარებზე და მიიღება ბრტყელი (სიმალლის გარეშე) ძირის პური (ნახ.7). იმის გამო, რომ ცომში არ არის დაუდუღებელი შაქრები მზა ნაწარმის შეფერილობა არის ღია.



ნახ.7 სხვადასხვა შემცველობის ცომისაგან მიღებული ძირის პური
ა. - 0%; ბ - 1,5%; გ - 3%.

მარილის გაორმაგებული რაოდენობით დამატებისას დუღილი მიმდინარეობს ორჯერ ნაკლები ინტენსივობით. გაფუების დროს მცირედ იცვლება ცომის რეოლოგიური თვისებები. ცომის შემდგომი დამუშავება ხდება შედარებით უკეთესად. დაყოვნება მიმდინარეობს ძალიან ნელა და მიიღება მზა ნაწარმი მრგვალი, ხშირად გვერდიდან ნახეთქებით. ცომში არის დაუდუღებელი შაქრების დიდი რაოდენობა და მზა ნაწარმს აქვს მუქი შეფერილობა.

ნახაზზე 7 მოცემულია ძირის პურის სურათი, რომელიც მიიღება ცომიდან მარილის გარეშე, 1,5 და 3% მარილის დამატებით.

ცხიმი, როგორც ცომის კომპონენტი. პურის, ფუნთუშეული ნაწარმის, ორცხოზილასა და ბლითების ცალკეულ ასორტიმენტში ცხიმი ემატება 0-დან 20-30 % ოდენობით. უმრავლეს შემთხვევაში გამოიყენება მარგარინი, ცალკეულ ასორტიმენტში კი ცხოველური ცხიმი, მცენარეული ზეთები (მდოგვის ზეთი და სხვ.).

აღნიშნული ცხიმების გარდა შექმნილია და საწარმოო გამოყენება ჰპოვა თხევადმა ცხიმმა.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში, ინგლისსა და სხვა სახელმწიფოებში პურისა და ზოგიერთი საკონდიტრო ნაწარმის დამზადებისას გამოიყენება სპეციალური პლასტიკური ცხიმები, ე.წ. შორტენინგები (Shortenings).

ცხიმი გავლენას ახდენს როგორც ნაწარმისა და ნახევარფაბრიკატების თვისებებზე, ასევე მზა ნაწარმის კვებით და სამომხმარებლო ღირებულებაზე. ცილებსა და ნახშირწყლებთან შედარებით ცხიმებს ახასიათებთ ორჯერ მეტი მაღალი ენერგეტიკული ღირებულება. ცხიმი ანიჭებს ნაწარმს ნაზავი პურისათვის დამახასიათებელ სპეციფიკურ გემოსა და არომატს. უმჯობესდება პურის მოცულობა, პურის გულის სტრუქტურა, პური დაფარდება ხდება ნელა.

ხორბლის ფქვილი შეიცავს 22%-მდე მონო, დი და ტრიგლიცერიდებს, ცხიმოვან მჟავებს, ფოსფილიპიდებს და გლიკოლიპიდებს. შეკავშირებულ მდგომარეობაში იმყოფება 2-დან 30%-მდე ლიპიდები. აღნიშნული შეკავშირებული ლიპიდები, პირველ რიგში კი წე-

ბოგვარული ცილების მაკროსტრუქტურაში შემავალი ფოსფოლიპიდები, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ წებოგვარასა და ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე. შესაბამისად ფქვილის პურის ცხობის თვისებებსა და პურის ხარისხზე.

აღსანიშნავია ისიც, რომ მარცვლეულის (ხორბლის) ლიპიდების ცხიმოვანი მჟავების დაახლოებით სამი მეოთხედი წარმოდგენილია უჯერი ცხიმოვანი მჟავებით, მათ შორის დაახლოებით ნახევარს შეადგენს ლინოლენი მჟავა.

დადგენილია, რომ ცომის მოზელა მკვეთრად ზრდის შეკავშირებული (ბმული) ლიპიდების წილს ცომში (დაახლოებით 30%-დან ფქვილში, 90%-მდე ცომში). ამ დროს წებოგვარული ცილების მიერ პირველ რიგში შეკავშირდება ფოსფოლიპიდები.

განვიხილოთ ცხიმების გავლენა ცომში მიმდინარე პროცესებზე. უპირველეს ყოვლისა უნდა აღინიშნოს, რომ ცილების, სახამებლის და ცომის მყარი ფაზის სხვა კომპონენტების მიერ შეკავშირდება არა მარტო ფქვილის ლიპიდები, არამედ ცხიმებიც, რომელიც შეგვაქვს ცომში მოზელისას. ნაწილი ცხიმებისა, რომელიც იმყოფება ცომში თხევად მდგომარეობაში, წარმოდგენილია უმცირესი ცხიმოვანი წვეთების სახით ცომის თხევად ფაზაში ემულსიის მდგომარეობაში. ცალკეულ სამუშაოებში აღინიშნება, რომ ცხიმები ან ცხიმოვანი პროდუქტების მყარი ფრაქცია (რომლის ლღობის ტემპერატურა მეტია ცომის ტემპერატურაზე) არ შეკავშირდება ცომის მყარი ფრაქციის კომპონენტების მიერ, არამედ რჩება მასში მყარი ნაწილაკების სახით, რომელიც ლღობას იწყებს ცომის ნაშაადის ცხობის დროს.

ცხიმი ანიჭებს ცომს პლასტიკურობას, სირბილეს. პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობის ცხიმების დამატება ცომში იწვევს ჟანგვითი რეაქციების გაძლიერებას. დამჟანგველების როლში გამოდის ზეჟანგური ნაერთები, რომლებიც წარმოიქმნება ფქვილის ცხიმოვან მჟავებზე ფერმენტ ლიპოქსიგენაზას მოქმედებით. ზეჟანგური ნაერთები იწვევს ფქვილის ცილოვან-

პროტეინაზული კომპლექსის სულფიდრული ჯგუფების დაჟანგვას, შედეგად უმჯობესდება ცომის რეოლოგიური თვისებები.

შაქარი, როგორც ცომის კომპონენტი. სხვადასხვა ასორტიმენტისათვის გათვალისწინებულია შაქრის დამატება 0-დან 30%-მდე. 10%-მდე შაქრის დამატება იწვევს ცომის დუდილის ოპტიმიზაციას, ეს აიხსნება იმით, რომ შაქარი ადვილად განიცდის ინვერსიას ცომში გლუკოზასა და ფრუქტოზას წარმოქმნით, რომელიც მონაწილეობს სპირტულ და მჟავურ დუდილეებში. შაქრის დიდი რაოდენობით დამატებისას (30%-მდე) აირწარმოქმნა მცირდება და ხშირად მთლიანად ჩერდება (40-50%).

გაჯირჯვებულ ცილებზე შაქარი ახდენს დეჰიდრატაციულ გავლენას, რის შედეგად ცომი რბილდება. შაქარი ცომს ანიჭებს პლასტიკურობას. შაქრისა და ცხიმის დამატებით ცომი ხდება უფრო თხელი, ამიტომ მცირდება დასამატებელი წყლის რაოდენობა.

ცომის ტემპერატურა. ტემპერატურა წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს, რომლის დახმარებითაც ტექნოლოგი არეგულირებს ცომის მომზადების ტექნოლოგიური პროცესების მიმდინარეობას. ტემპერატურის ცვლილება მოქმედებს აფარსა და ცომში მიმდინარე ფერმენტაციულ, მიკრობიოლოგიური და კოლოიდურ პროცესებზე.

აფრისა და ცომის ტემპერატურა დიდ გავლენას ახდენს ცომის მიკროფლორასა და მის ცხოველქმედებაზე.

აფრისა და ცომის დუდილის ინტენსიობა და მათში მჟავების დაგროვება დამოკიდებულია მათ ტემპერატურაზე.

ცომში მიმდინარე კოლოიდური პროცესების სიჩქარე აგრეთვე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მის ტემპერატურაზე.

აფარისა და ცომის ტემპერატურის გავლენა მიკროორგანიზმებზე. უნდა აღინიშნოს, რომ პურისცხოვის საფუარების გამრავლების ოპტიმალური ტემპერატურა არის 25°C, ამავე დროს სპირტული დუდილის ოპტიმალური ტემპერატურა არის 35°C. ტემპერატურის გავლენა აფარში და უაფრო ცომში აირწარმოქმნის ცვლილების დინა-

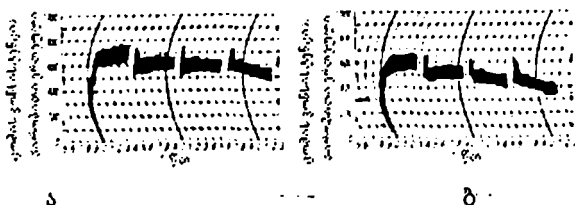
მიკაზე მოცემულია ცხრილში 8.

ცხრილი 8. – ტემპერატურის გავლენა აირწარმოქმნის დინამიკაზე აფარსა და უაფრო ცომში

დუდილის ხანგრძლი- ვობა, სთ	აირწარმოქმნა, მლ							
	აფარში (ფქვილი 80%, წყა- ლი, საფუარი 1%) ტემპერა- ტურა, °C				ცომში (ფქვილი 60%, წყა- ლი, საფუარი 3%, მარილი 1,25%) ტემპერატურა °C			
	25	30	35	40	25	30	35	40
1	20	50	125	130	40	85	130	120
2	50	110	245	190	90	180	230	200
3	95	180	325	240	170	30	310	260
4	165	310	405	280	–	–	–	–
5	240	460	475	320	–	–	–	–

ტემპერატურის გაზრდა 25-35°C ზღვრებში იწვევს ცომის რეოლოგიური თვისებების გაუარესებას.

ნახაზზე 8 წარმოდგენილია ცომის (ფქვილი, წყალი, 1% მარილი, 2% საფუარი) ფარინოგრამები 4 საათიანი დუდილის პროცესში. როგორც ფარინოგრამებიდან ჩანს ტემპერატურის მომატებით მკვეთრად უარესდება ცომის რეოლოგიური თვისებები. მცირდება ცომის როგორც მაქსიმალური საწყისი, ასევე საბოლოო კონსისტენცია და ცომი ხდება უფრო თხევადი.



ნახ. 8 ცომის დუდილის ფარინოგრამები
ა. – 25°C ტემპერატურაზე; ბ – 35°C ტემპერატურაზე

ამრიგად, ცომის ტემპერატურის მომატება იწვევს მისი წებოგვარას შესუსტებას, შემცირება კი აძლიერებს წებოგვარას. რაც აიხსნება იმით, რომ ტემპერატურის მომატებით იზრდება ფქვილის კოლოიდების გაჯირჯვება და პეპტიზაციის პროცესების სიჩქარე. იზრდება აგრეთვე ცომის ფერმენტების აქტიოზა. ამიტომ ტემპერატურის მომატება შეიძლება რეკომენდირებული იქნას მხოლოდ ძლიერი ფქვილისათვის. სუსტი ფქვილიდან ცომის მომზადება უნდა მოხდეს შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე.

ცომის ტემპერატურის მომატება (35°C -მდე) იწვევს აგრეთვე სპირტული და მჟავური დუღილის ფორმირებას.

ცომის გაფუების სხვადასხვა ხერხების უპირატესობა და ნაკლი ქიმიური, ფიზიკური და მექანიკური მეთოდები

პურფუნთუშეული ნაწარმის გულის კარგად განვითარებული ფოროვანი სტრუქტურის ჩამოყალიბების მიზნით გამოიყენება ცომის გაფუების სხვადასხვა ხერხი.

პურფუნთუშეული ნაწარმისათვის ცომის გაფუების ერთ-ერთ ძირითად მეთოდს წარმოადგენს დუღილი. აღნიშნული მეთოდის ძირითადი უპირატესობა არის ის, რომ პური მიიღება არა მარტო კარგად გაფუებული გულით, არამედ განსაკუთრებული სპეციფიკური სასიამოვნო გემოთი და არომატით. პურის გემოსა და არომატის ჩამოყალიბებაში არსებით როლს თამაშობს სპირტული და მჟავური დუღილის დროს მიღებული ძირითადი და მეორადი პროდუქტები და მათი ურთიერთქმედებით მიღებული ნივთიერებები.

ქიმიური, ფიზიკური და მექანიკური მეთოდით გაფუების დროს მიიღება კარგად გაფუებული პური. თუმცა ასეთ პურს არ ექნება კარგად დადუღებული ცომიდან მიღებული პურისათვის დამახასიათებელი სპეციფიკური გემო და არომატი. ამიტომ პურფუნთუშეუ-

ლი ნაწარმის მომზადების დროს ცომის გაფუების ძირითადი მეთო-
დი არის დუღილი. ამასთან დუღილით გაფუებას აქვს რიგი არსები-
თი ნაკლოვანებები:

1. ცომის დუღილის პროცესი, განსაკუთრებით კი უაფრო მეთო-
დით ცომის მომზადებისას, არის ხანგრძლივი (4-5 სთ) და უკავშირ-
დება ფქვილის მშრალი ნივთიერებების დაკარგვასთან.

2. ცომში ცხიმისა და შაქრის მნიშვნელოვანი რაოდენობის დამა-
ტებისას დუღილის პროცესი მიმდინარეობს საკმაოდ შენელებუ-
ლად, ხოლო შაქრისა და ცხიმის დიდი კონცენტრაციის შემთხვევაში
დუღილი პრაქტიკულად არ ხდება.

ამის გამო რიგი საკონდიტრო ფქვილოვანი ნაწარმის მომზადე-
ბისას, დიდი რაოდენობის შაქრისა და ცხიმის გამოყენების გამო,
ცომის გაფუება ხდება ქიმიური გამაფუებლებით ან მექანიკური გა-
ფუებით, კვერცხის ცილის შედღევით.

ცომის გაფუების პროცესის განხილვის დროს აღნიშნული იქნა
მისი ფორსირების მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევა შეამ-
ციროს ან მთლიანად ამოიღოს ცომის მოზელასა და დაყოფას შორის
პერიოდი. აღნიშნულმა მეთოდებმა მართალია ჰპოვეს პრაქტიკული
გამოყენება, მაგრამ არცერთი მათგანი არ ითვალისწინებს საფუარის
ამოღებას რეცეპტურიდან. პირიქით ამ მეთოდების უმრავლესობა
მოითხოვს დასამატებელი საფუარის რაოდენობის გაზრდას.

დაწნეხილი საფუარის წინასწარი აქტივაცია

აფრული და უაფრო მეთოდით დაწნეხილ საფუარზე ცომის
მომზადებისას დანაკარგების შემცირება შესაძლებელია საფუარის
წინასწარი აქტივაციის გზით.

დაწნეხილი საფუარის წარმოების დროს საფუარის უჯრედების
გამრავლება ხდება საკვები არეს ძლიერი აერაციის პირობებში. ამის
გამო საფუარის შიგა სტრუქტურა და მასთან დაკავშირებული ფერ-

მენტული კომპლექსის კულტივირება მოსახერხებელია აერობულ პირობებში. ამ პირობებში დუღილი თითქმის არ მიმდინარეობს. აფარსა და ცოშში საფუარი ხვდება ანაერობულ პირობებში, ამიტომ ხდება სუნთქვიდან დუღილზე გადართვა. ასევე იცვლება ფერმენტული კომპლექსი და ეგუება ახალ პირობებს. საფუარის უჯრედის სუნთქვიდან გადართვა დუღილზე საჭიროებს გარკვეულ დროს და შესაბამის პირობებს.

აფრისა და ცომის გაფუების დაჩქარების მიზნით აღნიშნული გადართვა მიზანშეწონილია მოხდეს წინასწარ მცირე რაოდენობის საკვებ არეზე, რომლის შედგენილობა ოპტიმალურია მოცემული პროცესისათვის.

აფრისა და უაფრო ცომის მომზადებას წინ უსწრებს ფაზის მომზადება, სადაც ხდება დაწნეხილი საფუარის აქტივაცია დუღილის წარმართვის უნარის მინიჭების მიზნით. ამ დროს საფუარში იზრდება მალტაზური აქტივობა.

როგორც გამოკვლევებმა აჩვენეს საფუარის წინასწარი აქტივაციის შედეგად ხდება დაწნეხილი საფუარის ხარჯის შემცირება 25-40%-ით, ამავე დროს მცირდება აფრის დუღილის პროცესის ხანგრძლივობა 30 წთ-ით. დადგენილია, რომ აქტივაციის ფაზაში საფუარის გამრავლება არ მიმდინარეობს.

რაც ნაკლებია ცოშში საფუარის რაოდენობა და დაბალია მისი ამწევი ძალა, მით უფრო ეფექტურია აქტივაცია. უაფრო მეთოდით ცომის მომზადებისას საფუარის აქტივაციის პროცესი უფრო ეფექტურია.

დადგენილია, რომ დაწნეხილი საფუარის მადულარი აქტივობა შეიძლება გაიზარდოს მისი წყლიანი სუსპენზიის ჰიდროდინამიკური ვიზრაციით და ულტრაბგერითი სიხშირით დამუშავებით.

თხევადი საფუარის, ნახარშებისა და შემჟავებული ნახარშების მიღება და გამოყენება

თხევადი საფუარები მზადდება პურის ქარხნებში სპეციალურ განყოფილებაში. გამოიყენება რემჟავა ბაქტერიები და საფუარის სუფთა კულტურა "Sacharomices cerevisie".

წარმოებაში ფართო გავრცელება პოვა თხევადი საფუარის მომზადების ორმა სქემამ: 1. რაციონალური ანუ ოსტროვსკის და 2. ლენინგრადული II-4.

ოსტროვსკის სქემა გამოიყენება ხორბლის ხარისხოვანი და ჭვავის გაცილი ფქვილისათვის.

ლენინგრადული სქემით დამზადებული საფუარი გამოიყენება მაღალი გამოსავლიანობის ხორბლის და ჭვავის ფქვილების გადამუშავების შემთხვევაში.

თხევადი საფუარის მომზადება რაციონალური სქემით

აღნიშნული მეთოდი მოიცავს ორ ციკლს: 1. განზავების და 2. საწარმოო ციკლს. საწარმოო ციკლი შედგება შემდეგი ეტაპისაგან: 1. ტკბილი ნახარშის მომზადება, 2. ტკბილი ნახარშის შემჟავება, 3. შემჟავებულ ნახარშზე საფუარის სუფთა კულტურის გამრავლება.

საფუარგამრავლებული ნახარში ყოველ 2 საათში აერთმევა და მიეწოდება საწარმოო ციკლს. როფში კი ართმეული ნაწილის შევსება ხდება მჟავე ნახარშის ახალი ულუფით. ეს პროცესი მიმდინარეობს განუწყვეტლივ (ყოველ 2 საათში ართმევით).

ტკბილი ნახარშის მომზადება

ნახარში არის მდუღარე (97-98°C ტემპერატურის) წყლით დამუშავებული ფქვილის მასა. ფქვილის მოხარშული მასის ტემპერატურა კი 70-80°C-ია. ნახარშის მომზადების მიზანს წარმოადგენს

ფქვილის სახამებლის კლეისტერიზაცია, რათა შემდგომში წარმოიქმნას სუბსტრატი, რომელიც უფრო დამყოლია ფერმენტების მოქმედებისადმი. ნახარშის მომზადება წარმოებს ნახარშის მოსამზადებელ სპეციალურ აგრეგატში. იგი შედგება ორი ნაწილისაგან: 1. საზელი ნაწილი, 2. ორმაგკედლიანი მატემპერირებელი შემკრები ავზი.

მზელი მანქანა წარმოადგენს ჰორიზონტალურ ლითონის ავზს, რომელზეც დამონტაჟებულია სხვადასხვა კონფიგურაციის ლითონის ფრთები. ის მიეკუთვნება ნელმავალ ცომსაზელ მანქანებს, რომლის ლილვის ბრუნვის სიჩქარეა 70-80 ბრ/წთ. კომპონენტების მიწოდება წარმოებს მანქანის ზედა ნაწილში მოთავსებული მიმღები ძაბრიდან.

ნახარშის მოსამზადებლად გამოიყენება წყალი და ფქვილი. ნებისმიერი ასორტიმენტის მომზადებისას გამოიყენება მეორე ხარისხის ხორბლის ფქვილი. მეორე ხარისხის ხორბლის ფქვილი შეიცავს მეტი რაოდენობით საკუთარ შაქრებს და მასში უფრო აქტიურია ამილოლიზური ფერმენტები. ნახარშის მომზადება ხდება 15-20 წთის განმავლობაში. მომზადებული ნახარში ჩაედინება მანქანის ქვედა ნაწილში, სადაც ყოვნდება 2 სთ დაშაქრების მიზნით. ნახარშს ეწოდება ტკბილი, ვინაიდან ამ 2 სთ-ის განმავლობაში ადგილი აქვს სახამებლის დაშაქრებას ამილაზებით. მანქანის მატემპერირებელ შემკრებს აქვს სპეციალური ფრთა, რომლის საშუალებითაც დროდადრო ხდება ტკბილი ნახარშის შერევა. მატემპერირებელიდან ნახარშის გამოსვლისას მისი ტემპერატურაა 52-54°C. შემყავების მიზნით ტკბილ ნახარშში ხდება თერმოფილური რემენჯავა ბაქტერიების (დელბრიუკის ჩხირი) სუფთა კულტურის გამრავლება, რომლის მოქმედების ოპტიმუმია 52-54°C. ნახარშის მომზადების ხანგრძლივობაა 12-14 სთ. ნახარშის მზადყოფნა განისაზღვრება მჟავიანობის მიხედვით, რომელიც არის მაღალი, რათა არ მოხდეს არასასურველი მიკროფლორის გავრცელება. საფუარის უჯრედების გამრავლება და მისი აქტივაცია მიმდინარეობს 7-8 სთ, რაც იწვევს ნახარშის დუ-

დილს. მზა საფუარის 1/3 ნაწილი ყოველ 2 საათში აერთმევა და გადაიტანება შუალედურ ავზში. ისევ შეივსება ნახარშით და ა.შ. პროცესი მიმდინარეობს უწყვეტად.

მზა თხევადი საფუარის ტენიანობაა 86-88 %, ტიტრული მჟავიანობაა 10-12 გრად. და ამწევი ძალა 15-25 წთ. თხევადი საფუარის ბაქტერიალური ფლორა წარმოდგენილია თითქმის მხოლოდ დელბრიუკის თერმოფილური ბაქტერიებით, რადგან ის შეიცავს დაახლოებით 0,6 % რმეჟავას. ეს ქმნის სასურველ პირობებს, რომლის დროსაც თხევად საფუარის რმეჟავა აუმჯობესებს ცომის რეოლოგიურ თვისებებსა და მზა ნაწარმის ხარისხს, ამასთან, ცომის მჟავიანობა არ აღემატება თხევად ნახარშზე მომზადებული ცომის მჟავიანობას. ეს აიხსნება იმით, რომ თხევადი საფუარის ბაქტერიალური მიკროფლორის თერმოფილური რმეჟავა ბაქტერიები ცომის გაფუების ტემპერატურაზე მჟავას არ წარმოქმნიან.

თხევადი საფუარის მომზადება JI-4 სქემით

JI-4 სქემით საფუარის მომზადებისას გამოიყენება რმეჟავა ბაქტერიების სუფთა კულტურა, რომლის მოქმედების ოპტიმუმი 35°C. მზადდება ტკბილი ნახარში და გადაიტანება როფში, სადაც ემატება რმეჟავა ბაქტერიები და საფუარები ერთდროულად. პროცესი მიმდინარეობს 6-8 სთ. შემდეგ იწყება საწარმოო ციკლი. ლენინგრადის სქემისათვის დამახასიათებელია ის, რომ ერთდროულად ხდება საფუარის სუფთა კულტურის და არათერმოფილური მჟავას წარმომქმნელი ბაქტერიების გამრავლება (თხევადი საფუარის მომზადების პროცესი წარმოებს 28-30°C პირობებში)

ამ სქემით მომზადებული საფუარები ცომში იწვევს ინტენსიურ სპირტულ და მჟავურ დუღილებს. ეს დადებითი ფაქტორია ცეხვილი ფქვილების გადამუშავების შემთხვევაში, ვინაიდან საჭიროა მაღალი საბოლოო მჟავიანობის მიღწევა.

ნახარშები და მათი გამოყენება ხორბლის ცომის მომზადების პროცესში

ფქვილის სახამებელი კლეისტერიზებულ მდგომარეობაში ძალიან იოლად და სწრაფად შაქრდება ამილოლიზური ფერმენტებით. ამიტომ პურის ცხობაში გამოიყენება ნახარშები, რომლებიც წარმოადგენს წყლისა და ფქვილის ნარევს და მასში სახამებელი ნაწილობრივ კლეისტერიზებულია. პურისცხობაში ნახარშები გამოიყენება თხევადი საფუარებისა და ხორბლის თხევადი ნახარშის მოსამზადებლად. ისინი წარმოადგენს საკვებ არეს საფუარებისა და მჟავას წარმომქმნელი ბაქტერიების გასამრავლებლად. ნახარშები ემატება აფარში ან ცომში პურის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით, განსაკუთრებით კი დაბალი აირისა და შაქრის წარმოქმნის უნარის ფქვილის გადამუშავების შემთხვევაში. ცალკეული სახეობის პურის რეცეპტურა ითვალისწინებს ნახარშების გამოყენებას აუცილებლობას.

ნახარშების მომზადების ხერხები

ნახარშების მომზადებისას ძირითადად გამოიყენება ფქვილისა და წყლის ნარევი თანაფარდობით 1:3-დან 1:2-მდე.

პურის ხარისხის გასაუმჯობესებლად ნახარშის გამოყენების შემთხვევაში ნახარში აიღება ცომის მომზადებაზე დახარჯული ფქვილის საერთო რაოდენობის 3-5% (მაქსიმუმ 10%).

ფქვილისა და წყლის შერევა, ნარევის შეხარშვა და მისი შემდგომი გაცივება წარმოებს ნახარშის მოსამზადებელი აპარატის ჰორიზონტალურ ცილინდრულ საკანში, რომელშიც მოთავსებულია ჰორიზონტალური ლილვი შემრევი ფრთებით. საკანს აქვს წყლის პერანგი. მოსახარში ნარევის გასაცხელებლად საკანში მიეწოდება ორთქლი. ნახარშის ტემპერატურა კონტროლდება თერმომეტრით.

ერთი ულუფა ნახარშის მომზადების ხანგრძლივობაა 90 წთ.,

აქედან 50-60 წთ იხარჯება ნახარშის გაცივებაზე.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ ელექტროკონტაქტური გაცხელებით მომზადებული დელბრიუკის თერმოფილური ბაქტერიებით შემყავებული ნახარშები განსხვავდებიან ჩვეულებრივი წესით მომზადებული ნახარშებისაგან წყალში ხსნადი აზოტის უფრო მაღალი შემცველობითა და ჟანგბადის დაგროვების მეტი ინტენსივობით. ელექტროკონტაქტური გაცხელების გზით მიღებული ნახარშების გამოყენებით მომზადებული თხევადი საფუარები მაღალი და სტაბილური ხარისხით გამოირჩევიან.

ნახარშის სახეები

არსებობს შემდეგი სახის ნახარშები:

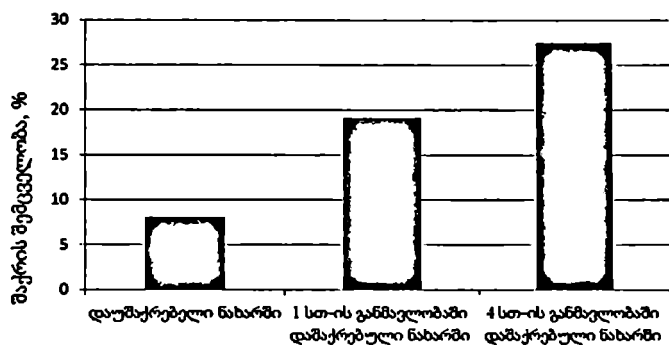
1) ტკბილი (დაშაქრებული) ნახარში, 2) დაუშაქრებელი ნახარში, 3) მარილიანი ნახარში, 4) აფუებული ან შემყავებული ნახარში. პურის წარმოებაში უმეტესწილად გამოიყენება დაშაქრებული და დაუშაქრებელი ნახარშები.

დაშაქრებული ნახარშები მიიღებიან ფქვილის შედგენილობაში შემავალი კლეისტერიზებული სახამებლის ამილოლიზით. არსებობს თავისთავად დაშაქრებული ნახარშები, რომლებშიც სახამებლის ამილოლიზი ხდება შესახარში ფქვილის ამილოლიზური ფერმენტების მოქმედებით და ნახარშები, რომლებშიც ამილოლიზის ფორსირების მიზნით ნახარშში შეაქვთ ფერმენტაციულად აქტიური თეთრი ალაოს ან ამილოლიზური ფერმენტული პრეპარატების გარკვეული რაოდენობა.

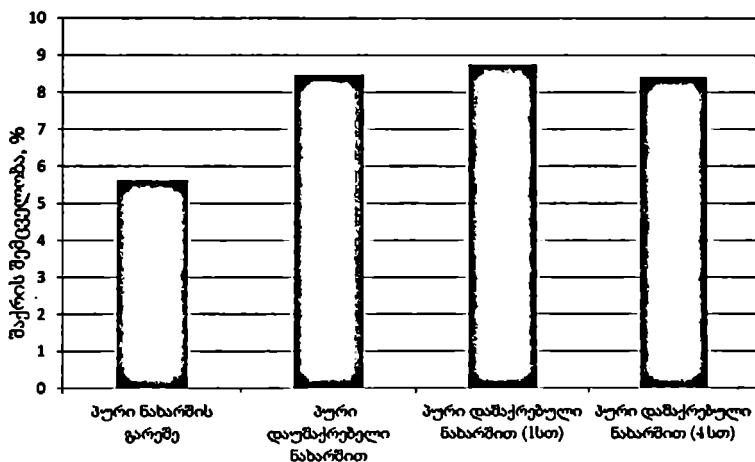
თანამედროვე მეთოდით ნახარშების მომზადებისას დაშაქრება მიმდინარეობს ოპტიმალური ტემპერატურის (62-65°C) შენარჩუნებით 2-4 სთ-ის განმავლობაში. მხოლოდ ნახარშის დაშაქრების პერიოდის დასრულების შემდეგ ხდება მისი სწრაფი გაცივება.

ნახაზზე 9 ნაჩვენები დიაგრამა მოწმობს, რომ დაუშაქრებელ და დაშაქრებულ ნახარშებზე მომზადებულ პურში შაქრის რაოდენობა

პრაქტიკულად ერთნაირია. ეს იმით აიხსნება, რომ ცომის გაფუები-
სას და ცხობისას შეხარშული ფქვილის კლეისტერიზებული სახამე-
ბელი ნახარში დაშაქრების გარეშეც საკმაოდ იოლად შაქრდება
ფქვილის ამილაზებით.



ა)



ბ)

ნახ. 9 ნახარშის გაელენა შაქრის შემცველობაზე ნახარში (ა) და პურში (ბ)

პურის ხარისხის გამაუმჯობესებელი დაუშაქრებელი ნახარში
მზადდება ცომში ფქვილის საერთო რაოდენობის 3-10%-დან. ნახარ-

შის მოსამზადებლად წყალი აიღება 2,5-3-ჯერ მეტი შესახარში ფქვილის რაოდენობასთან შედარებით.

როგორც ჩატარებული ცდები უჩვენებს, შესახარში მასის ტემპერატურა ხარისხოვანი ხორბლის ფქვილის შემთხვევაში ტოლია 63-65°C, ხოლო ხორბლის ცეხილი ფქვილის შემთხვევაში - 70-73°C.

შეხარშული და კარგად შერეული ნახარშის მასა ცივდება 35°C-მდე, რის შემდეგაც შესაძლებელია მისი გამოყენება აფარისა და ცომის მოსამზადებლად.

ჩატარებული გამოკვლევებიდან გამომდინარე, ხორბლის პურის მომზადებისას ნახარშების გამოყენების ეფექტურობაზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. თხევადი საფუარებისა და ხორბლის თხევადი შემჟავებული ნახარშის გამოყენებით ცომის მომზადებისას ნახარშები წარმოადგენს აუცილებელ კომპონენტს (საკვებ არეს).
2. ცომში შეტანილი როგორც დაშაქრებული, ისე დაუშაქრებელი ნახარშის გამოყენება ზრდის პურში შაქრების შემცველობას, რის გამოც ნაწარმი ხდება უფრო ტკილი და პურის ქერქში მელანოიდინების წარმოქმნა მიმდინარეობს ინტენსიურად. მელანოიდინების წარმოქმნის ინტენსიურად მიმდინარეობის გამო პურის ქერქი ხდება უფრო მუქი, ხოლო გემო და არომატი - უფრო მკვეთრი. ამისათვის საკმარისია ცომის მოსამზადებლად ფქვილის საერთო რაოდენობის 5-10% ნახარშის გამოყენება. ნახარშის მეტი რაოდენობით გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს პურის გულის სისველე და წებვალობა, ასევე მისი მოცულობის შემცირება, ე.ი. ამ მაჩვენებლებით პურის ხარისხის გაუარესება.
3. ნახარშის გამოყენებით მომზადებული ცომიდან გამომდინარე პური დიდხანს ინარჩუნებს სიახლეს.
4. ნახარშების გამოყენებით პურის გამოსავლიანობის გაზრდა შესაძლებელია ნაწარმის ხარისხის გაუარესებისა და მოცულობის შემცირების ხარჯზე. შემჟავებული და გაფუებული ნახარშების გამოყენება ზრდის რა პურის მოცულობას და აუმჯობესებს მის

გემოსა და არომატს, იმავდროულად ზრდის შეცხოებისა და შემრობის დანაკარგებს.

5. ადამიანებზე ჩატარებული ფიზიოლოგიური ცდებით დადგენილია, რომ ნახარშების გამოყენებით მომზადებული პურის საკვები ნივთიერებების შეთვისების უნარის მნიშვნელოვანი ცვლილება არ შეიმჩნევა, გამოიკვეთა ცილების შეთვისების შემცირების ტენდენცია.

ამრიგად, ხორბლის პურის წარმოებაში ნახარშების გამოყენება მიზანშეწონილია მისი ხარისხის ამაღლების მიზნით.

თავი მეექვსე ჭვავის ცომის მომზადება

ჭვავის ცომის მომზადების თავისებურებანი

ჭვავის ფქვილის თავისებურებები განაპირობებს ჭვავის ცომის სპეციფიკურ თვისებებს. ჭვავის წებოგვარული ცილები არ წარმოქმნის ხორბლის წებოგვარული ცილების მსგავს შეკავშირებულ წებოგვარულ ბადეს, მიუხედავად იმისა, რომ წყლის დამატებით ჭვავის წებოგვარული ცილები იჯირჯეებიან. ჭვავის ფქვილში მნიშვნელოვნად უფრო მაღალია პენტოზანების შემცველობა, ვიდრე ხორბლის ფქვილში. ნორმალურ ჭვავის ფქვილში მაღალი ჰიდრატაციული უნარის მქონე პენტოზანები წარმოქმნიან ბლანტ თხევად ფაზას, რომელშიც გახსნილია ხსნადი ცილები, ხოლო უხსნადი ცილები არის სუსპენზირებული ნაწილაკების სახით. ხსნადი ცილების შემცველობა ჭვავის მარცვალში ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე ხორბალში.

ჭვავის ცომი ხასიათდება ძალიან მაღალი სიბლანტით და პლასტიკურობით, მცირე ჭიმვადობითა და ელასტიკურობით, რაც განსაზღვრავს ნახევარფაბრიკატის ტექნოლოგიურ თვისებებს. ჰიდროფილური კოლოიდების, კერძოდ პენტოზანების, მაღალი შემცველობა განაპირობებს ჭვავის ფქვილის გაცილებით უფრო მაღალ წყლის შთანთქმის უნარიანობას იგივე გამოსავლიანობის ხორბლის ფქვილთან შედარებით.

ჭვავის ცომის ფორმირების სიჩქარე მაღალია, ვიდრე ხორბლისა, თუმცა ნაკლებად მდგრადია მოზელვის პროცესში. ერთიანი წებოგვარული ბადის არარსებობა განაპირობებს ჭვავის ცომის მეტ პლასტიკურობას, მცირე ელასტიკურობას და დრეკადობას, მაღალ სიბლანტეს ხორბლის ცომთან შედარებით.

ჭვავის ფქვილის სახამებელი უფრო დამყოლია ამილოლიზური ფერმენტების მოქმედების მიმართ, ვიდრე ხორბლის ფქვილის სახა-

მებელი. ჭვავის ფქვილი შეიცავს 22-23% ძლიერი გაჟირებული ნივთიერების მქონე მაღალმოლეკულურ პენტოზანებს – ლორწოებს, ნახშირ, ა-ამილაზას გარკვეული რაოდენობა ყოველთვის არის პქტიური მარეობაში და სახამებლის კლეისტერიზაცია მიმდინარეობს გარკვეულ დროით დაბალ ტემპერატურაზე, ვიდრე ხორბლისა. მეტად სწრაფად ფიქსირდება ჭვავის ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი, ჭვავის ფქვილის ცილები ცომში განიცდიან პეპტიზაციას და მეტწილად გადადიან ბლანტ კოლოიდურ ხსნარში.

ზემოაღნიშნული თავისებურებები განაპირობებს ჭვავის ცომის მომზადების სპეციფიკურობას.

ჭვავის ცომს არ გააჩნია ისეთი ღრუბლისებური წებოვარული კარკასი, როგორიც ხორბლის ცომს, რომელიც მას ანიჭებს დრეკად და ელასტიურ თვისებებს. ჭვავის ფქვილის ცილების მნიშვნელოვანი ნაწილი ცომში იჯირჯება უსაზღვროდ, განიცდის პეპტიზაციას და გადადის ბლანტი კოლოიდური ხსნარის მდგომარეობაში. ჭვავის ცომის თხევად ფაზაში არის პეპტიზირებული ლორწოები, ხსნადი დექსტრინები, შაქრები, მარილი და ფქვილის სხვა წყალში ხსნადი ნივთიერებები. ამის გარდა, თხევად ფაზაში განაწილებულია ჭვავის ცომის მყარი ფაზის ელემენტები – სახამებლის მარცვალი, ცილების ზღვრულად გაჟირებული ნაწილი და ფქვილის ქატოს ნაწილაკები.

ჭვავის ცომის რეოლოგიურ თვისებებს განაპირობებს მისი ბლანტი თხევადი ფაზა. ჭვავის ცომისათვის დამახასიათებელია მაღალი სიბლანტე, პლასტიკურობა, გაჭიმვის მცირე უნარი, დაბალი დრეკადობა. ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებზე დიდ გავლენას ახდენს ცომში პეპტიზირებული და ზღვრულად გაჟირებული ცილების რაოდენობა.

ცილების პეპტიზაციაზე მოქმედებს ცომის მჟავიანობა, პირველ რიგში კი რემჟავა. მჟავიანობის ამაღლება (pH 4,4 – 4,2) ხელს უწყობს ცილების პეპტიზაციას და ზღვრულად გაჟირებული ცილების რეოლოგიური თვისებების გაუმჯობესებას. მჟავიანობის

შემდგომმა ზრდამ შეიძლება გამოიწვიოს პეპტიზაციის შენელება. ამიტომ, რომ ჭვავის ცომის მაღალი მჟავიანობა, განსაკუთრებით მასში რძემჟავას შემცველობა, დადებით გავლენას ახდენს ცომის რეოლოგიურ თვისებებზე. ცილების ძლიერი პეპტიზაცია არასასურველია, რადგან ცომმა შეიძლება ვერ შეინარჩუნოს ფორმა. მარილის დამატებით ცომის რეოლოგიური თვისებები უმჯობესდება, რადგან იზრდება სახამებლის კლეისტერიზაციის ტემპერატურა და მცირდება ამილოლიზი.

ჭვავის ცომის მომზადების პროცესში რაც შეიძლება მალე უნდა მოხდეს მჟავას დაგროვება. ჭვავის ცომში მჟავას წარმომქმნელი ბაქტერიების რაოდენობა ბევრად (60-80-ჯერ) უნდა აღემატებოდეს საფუარის უჯრედების რაოდენობას. საფუარებისა და მჟავას წარმომქმნელი ბაქტერიების აღნიშნული თანაფარდობა შეიძლება მიღწეული იქნეს ფქვილისა და წყლის ნარევიში სპონტანური დუდილის პირობებშიც. აღნიშნული წესით დუდილის წარმოება ძალიან ხანგრძლივია. ამიტომ ჭვავის ცომის მომზადებისას საჭიროა პროცესის დასაწყისში სპეციფიური საფუარებისა და მჟავას წარმომქმნელი ბაქტერიების შეტანა.

ყველაზე მარტივი იქნებოდა ჭვავის ცომის ერთფაზიანი მომზადება. ამ დროს მოზელის დასაწყისში ცომში ემატება დუდილის გამომწვევი საფუარები და შესაბამისი სახეობის და გვარის მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიები აუცილებელი თანაფარდობით, რომელიც მიიღწევა ცომის მომზადებით შემჟავებულ ნახარშზე.

ჭვავის ცომის საწარმოო პირობებში მომზადებისას შემჟავებული ნახარში ეწოდება ფაზას, რომელიც იხარჯება და განახლება უწყვეტად. შემჟავებული ნახარშის სახეობა: სქელი, ნაკლებად სქელი და თხევადი. ჭვავის ცომის მოსაზელად ნახარშის ნაწილი გამოიყენება, როგორც სპეციფიური მადუღარი მიკროფლორისა და მჟავას შემცველი პროდუქტი, დანარჩენ (მცირე რაოდენობით) შემჟავებულ ნახარშზე ფქვილისა და წყლის დამატებით მზადდება ნახარშის ახალი ულუფა. დუდილის გარკვეული პერიოდის შემდეგ შემჟავებუ-

ლი ნახარში აღიდგენს მყავიანობასა და მადულარ. მიკროფლორას. მისი ნაწილი ისევ გამოიყენება ცომის ახალი ულუფის მოსაზეღად. მცირე ნაწილზე კი ისევ განახლდება ნახარშის ახალი ულუფა და ა.შ.

ასეთ, შედარებით მარტივ შემჟავებული ნახარშის მუდმივად განახლებად ორფაზიან ციკლს (ნახარში - ცომი) ეწოდება ჭვავის ცომის მომზადების მოკლე საწარმოო ციკლი.

მოკლე საწარმოო ციკლით ჭვავის ცომის მომზადება შეიძლება იყოს სამფაზიანი. შემჟავებული ნახარშის ცალკეულ ულუფებზე ჯერ შეიძლება მოიზილოს აფარი; მისი გაფუების შემდეგ კი მასზე მზადდება ცომი.

ორ ან სამფაზიანი საწარმოო ციკლით ცომის მომზადებისას აუცილებელია იყოს მზა შემჟავებული ნახარშის გარკვეული რაოდენობა. თავიდან საწარმოო ნახარშის მომზადება შედგება სამი ფაზისაგან.

განზავების ციკლის პირველ ფაზაში ფქვილის მცირე რაოდენობა და წყალი იზილება წინა მომზადებული ნახარშიდან აღებული საწარმოო შემჟავებული ნახარშის მცირე რაოდენობასთან ერთად. ხშირად ამ დროს ემატება მცირე რაოდენობის დაწნეხილი საფუარი. რამდენიმე საათიანი დუღილის შემდეგ პირველი ნახარში ემატება გაზრდილი რაოდენობის ფქვილი და მიიღება მეორე შემჟავებული ნახარში. რამდენიმე საათიანი დუღილის შემდეგ ხდება მისი განახლება გარკვეული რაოდენობის წყლისა და ფქვილის დამატებით. მესამე შემჟავებული ნახარში რამდენიმე საათის დუღილის შემდეგ წარმოადგენს საწარმოო ნახარშს, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას საწარმოო ციკლში. ამრიგად, ჭვავის ცომის მომზადების განზავებული ციკლი შედგება 4 ფაზისაგან: პირველი შემჟავებული ნახარში; მეორე შემჟავებული ნახარში; მესამე შემჟავებული ნახარში (შემდგომში – საწარმოო შემჟავებული ნახარში) და ცომი.

საწარმოო შემჟავებული ნახარშის მიღების შემდეგ განსაზღვრული პერიოდის განმავლობაში მუშაობა მიდის მოკლე საწარმოო ციკლით, ჩვეულებრივად ორ ფაზად: ნახარში – ცომი.

საწარმოო შემუავებული ნახარშისა (მცირდება მჟავას დაგროვების სიჩქარე ან ამწევი ძალა) ან პურის გემოსა და არომატის გაუარესების შემთხვევაში ცომის მომზადება საწარმოო ნახარშზე წყდება და საწარმოო ნახარში მზადდება თავიდან სრული განზავებული ციკლით.

განზავების ციკლის პირველი ფაზის მომზადებისას შეიძლება გამოყენებულ იქნას საფუარის და მჟავაწარმომქმნელი ბაქტერიების სუფთა კულტურა.

ჭვავის ხაშისა და ცომის მიკროორგანიზმები

ჭვავის ხაშისა (მჟავე ცომი) და ცომის მადულარი მიკროფლორა წარმოდგენილია საფუარებითა და მჟავას წარმომქმნელი ბაქტერიებით. საფუარები ცომში ხვდება ჰაერიდან ფქვილთან და წყალთან ერთად, ამიტომ ისინი საფუარის დამატების გარეშე მოხელილ ჭვავის ცომშიც კი გვხვდება.

ჭვავის ცომის მადულარი მიკროფლორა შესწავლილია მრავალი მეცნიერის მიერ. მათ შორის აღსანიშნავია შულცი, კნუდსენი, სელიბერი და სხვა. ჭვავის ცომში *"Saccharomyces cerevisiae"*-ს ოჯახის საფუარების გარდა გვხვდება *"Saccharomyces minor"*-ი, რომელთა გამრავლების ოპტიმუმია 25°C , მჟავიანობა $-9-12^{\circ}\text{H}$. შულცმა ჭვავის ცომიდან გამოყო 35 შტამი, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანია P-14.

კნუდსენის კლასიფიკაციის მიხედვით ჭვავის ცომის მჟავას წარმომქმნელი სპეციფიური ბაქტერიები დაჯგუფებულია ორ ჯგუფად:

I ჯგუფი – ჰომოფერმენტაციული რძემჟავა ბაქტერიები, რომლებიც ძირითად პროდუქტად წარმოქმნის რძემჟავას. თუმცა რძემჟავასთან ერთად წარმოქმნის უმნიშვნელო რაოდენობით სხვა აქროლად მჟავებს (ძირითადად მმარმჟავას), არ გააჩნია აირის წარმოქმნის უნარი. ამ ჯგუფის ბაქტერიები იყოფა ორ ქვეჯგუფად:

1. *Lactobacillus plantarum*. არის მეზოფილური, ტემპერატურული ოპტიმუმი 25-35°C
2. *Thermobacterium* (F ჯგუფი). არის თერმოფილური, ტემპერატურული ოპტიმუმი 40-55°C

II ჯგუფი-ჰეტეროფერმენტაციული რძემჟავა ბაქტერიები, რომლებიც რძემჟავასთან ერთად წარმოქმნიან სხვა აქროლად მჟავებსაც (ძირითადად მმარმჟავას) და აირს (ძირითადად ნახშირორჟანგს), უმნიშვნელო რაოდენობით სპირტს. ამ ჯგუფის ბაქტერიების ტემპერატურული ოპტიმუმი 30-35°C. ისინი მჟავასთან ერთად წარმოქმნის აირს, რომელიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ცომის გაფუებაში.

3. *Betabacterium* – α
4. *Betabacterium* – β
5. *Betabacterium* – γ

სელიბერის მიერ შემოთავაზებული კლასიფიკაცია ძირითადად ემყარება კნუდსენის კლასიფიკაციას. ამ კლასიფიკაციის თანახმად მჟავას წარმოქმნელი ბაქტერიები დაყოფილია შემდეგ ჯგუფებად:

1. ჯგუფი A ბაქტერიები (*Streptobacterium plantarum*)
2. ჯგუფი B ბაქტერიები (*Betabacterium*);
3. ჯგუფი C ბაქტერიები (*Thermobacterium*);
4. ჯგუფი D ბაქტერიები (ძოკლე და წვრილი ჩხირები);
5. ჯგუფი E ბაქტერიები (კოკისმაგვარი ჩხირები);
6. ჯგუფი F ბაქტერიები (*Bacterium levans*).

A ჯგუფის ბაქტერიები ძირითადად წარმოქმნის რძემჟავას. ცალკეული შტამები მცირე რაოდენობით წარმოქმნის მმარმჟავას. ისინი არ წარმოქმნის აირებს. განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურაა 25-30°C.

B ჯგუფის ბაქტერიები რძემჟავასთან ერთად დიდი რაოდენობით წარმოქმნის აქროლად მჟავებს და აირს, მცირე რაოდენობით კი სპირტს. რძემჟავას რაოდენობა შეადგენს საერთო მჟავიანობის 18,5-

38,7%-ს. ციკლური შტამები წარმოქმნის CO₂ –ს მნიშვნელოვანი რაოდენობით. ოპტიმალური ტემპერატურაა 30-35 °C.

C ჯგუფის ბაქტერიები წარმოქმნის მხოლოდ რძემჟავას. ტემპერატურული ოპტიმუმი 40-48°C.

E ჯგუფის ბაქტერიები წარმოქმნის რძემჟავას, 6-25% მმარმჟავას, ტემპერატურული ოპტიმუმი 25°C.

F ჯგუფის ბაქტერიები არის სპონტანური დუდილის პირველი სტადიის ბაქტერიული ფლორისა ტიპური წარმომადგენელი. ახლოსაა col- ჯგუფის ბაქტერიებთან და რძემჟავასთან ერთად მნიშვნელოვანი რაოდენობით წარმოქმნის აქროლად მჟავებს, სპირტს, ნახშირორჟანგს, წყალბადს, მცირე რაოდენობით აზოტს.

ბიოქიმიური თვისებების საფუძველზე შპიხერის მიერ ჭვავის ცომის რძემჟავა ბაქტერიები კლასიფიცირებულია შემდეგნაირად:

ჰომოფერმენტაციული

ჰეტეროფერმენტაციული

Lactobacillus Delbrueckii

Lactobacillus brevis

Lactobacillus leichmannii

Lactobacillus fermenti

Lactobacillus plantarum

Lactobacillus pastorianum

Lactobacillus casei

Lactobacillus buchneri

ჰომოფერმენტაციულ და ჰეტეროფერმენტაციულ რძემჟავა ბაქტერიებთან ერთად ჭვავის ცომი გარკვეული რაოდენობით შეიცავს სხვა ჯგუფის ბაქტერიებსაც, რომელიც მმარმჟავასთან ერთად წარმოქმნის მნიშვნელოვანი რაოდენობის სხვა აქროლად მჟავებს და აირს (წყალბადს, აზოტს და ნახშირორჟანგს). თუმცა ისინი ცომისა და ხაშისათვის არ წარმოადგენს სპეციფიურს, ხშირი განახლების პირობებში ის ითრგუნება პირველი ორი ჯგუფის ბაქტერიების მიერ.

ცომის დაყოფა

პურისა და ფუნთუშეული ნაწარმის ცომის დაყოფა მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს: ცომის დაჭრა ნაჭრებად; ნაჭრების დაგუნდავება;

წინასწარი ანუ შუალედური დოკუმენტა; ნაშაადის საბოლოო ფორმირება და საბოლოო დაყოვნება.

ქვეყნის ცომის დაყოფა მოიცავს: ცომის დაჭრას ნაჭრებად; დაფორმება და ერთი საბოლოო დაყოვნება.

ცომის დაჭრა ნაჭრებად ხორციელდება ცომსაკრელი მანქანით. ნაჭრის ზომის დადგენა ხდება მზა ნაწარმის მასიდან გამომდინარე. ამ დროს გათვალისწინებულ უნდა იქნას ნაშაადის მასის შემცირება ცხობისა და შენახვის დროს.

ცომის ნაჭრების დაგუნდავება, ასეუ მისთვის მრგვალი ფორმის მინიჭება ხდება უშუალოდ დაჭრის შემდეგ. მრგვალი ნაწარმის მომზადებისას აღნიშნული ოპერაცია წარმოადგენს საბოლოო ფორმის მიცემას, რომლის შემდეგ მიეწოდება საბოლოო დაყოვნებისათვის.

სხვადასხვა პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის წარმოებისას დაგუნდავება წარმოადგენს პირველ შუალედურ დაფორმების სტადიას, რომლის შემდეგ აუცილებელია წინასწარი დაყოვნება.

დაგუნდავების მიზანია ცომის სტრუქტურის გაუმჯობესება. ხელს უწყობს წვრილფოროვანი, თხელკედლიანი და თანაბრად განაწილებული ფორების პურის გულის სტრუქტურის მიღებას.

დაგუნდავებისა და საბოლოო დაფორმებას შორის ხდება ხორბლის ცომის ნაჭრების წინასწარი დაყოვნება 5-8 წთ-ის განმავლობაში.

დაჭრისა და დაგუნდავების დროს ცომის ნაჭრებში წარმოიქმნება შინაგანი დაძაბულობა და ნაწილობრივ ირღვევა წებოვარულ სტრუქტურული ჩონჩხეთის ცალკეული კვანძები. ამ დროს უმჯობესდება ცომის რეოლოგიური თვისებები, მისი სტრუქტურა და აირის შეკავშირების უნარი. ეს კი იწვევს მზა ნაწარმის მოცულობის მომატებას, პურის გულის სტრუქტურისა და ფორიანობის გაუმჯობესებას.

გაფუების პროცესი ამ დროს არ ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას ცომის თვისებებზე. ამიტომ არ არის აუცილებელი ტემპერატურის დაცვა და დატენიანება.

ნამზადის საბოლოო დაფორმება ხდება მზა ნაწარმის ფორმის შესაბამისად. ამისათვის გამოიყენება შემგრაგნელი მანქანა.

საბოლოო დაყოვნება. ცომის ნამზადის დაფორმების დროს მთლიანად ხდება მისგან ნახშირორჟანგის გამოდევნა. კარგი ფორვანი სტრუქტურის ნაწარმის მისაღებად აუცილებელია ნამზადის საბოლოო დაყოვნება.

საბოლოო დაყოვნების დროს ცომის ნამზადში მიდინარეობს დუდილის პროცესი. ამ დროს გამოყოფილი ნახშირორჟანგი იწვევს ცომის მოცულობის მომატებასა და გაფუებას.

წინასწარი დაყოვნებისაგან განსხვავებით საბოლოო დაყოვნება უნდა წარიმართოს 35-40°C ტემპერატურისა და 75-85% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

ტემპერატურის მომატება აჩქარებს გაფუების პროცესს, ხოლო მაღალი ფარდობითი ტენიანობა აუცილებელია იმისათვის, რომ ნამზადზე არ მოხდეს აფსკის წარმოქმნა. დაყოვნების დროს ნამზადის მზადყოფნის განსაზღვრა ხდება ორგანოლექტიკურად. როგორც არასაკმარისი, ასევე ხანგრძლივი დაყოვნება აუარესებს მზა ნაწარმის ხარისხს. საბოლოო დაყოვნება ასორტიმენტისაგან დამოკიდებულებით გრძელდება 25-120 წთ.

თავი მეშვიდე პურის გამოცხობა

გამოცხობა არის დაყოვნებული ცომის ნაჭრების გახურების პროცესი, რომლის დროსაც ხდება მისი გადასვლა ცომის მდგომარეობიდან პურის მდგომარეობაში.

ბიოქიმიური პროცესების ციკლი, რომელიც იწყება ფქვილზე წყლის დამატებისას და გრძელდება რამდენიმე საათი, მთავრდება ცხობის მოკლე პერიოდით. ცხობის შედეგად მიმდინარეობს კოლოიდების (ცილების და ნახშირწყლების) ღრმა ცვლილება მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით. ამასთან ერთად ცომის ნამზადის სიღრმეში და მის ზედაპირზე მიმდინარეობს კომპონენტების ფერმენტაციული და არაფერმანტაციული გარდაქმნის რთული კომპლექსი, რომელიც განაპირობებს მზა ნაწარმის დამახასიათებელ თავისებურებებს, მის ფერს, გემოს და არომატს. ცხობის ტექნოლოგიური დანიშნულებაა ცომის გაფუების დროს პურის გულის ფოროვანი სტრუქტურის შენარჩუნება და კარგი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების ნაწარმის მიღება. ცხობა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს პროდუქტის კვებითი ღირებულების განსაზღვრაში. პურის გულის ფორიანობა და მაღალი დრეკადობა განაპირობებს მზა ნაწარმის ცილებისა და ნახშირწყლების კარგ შეთვისებას.

პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის გამოსაცხობად ჩვეულებრივ გამოიყენება ღუმელები, რომლებშიც სითბო ცომის ნაჭრებს გადაეცემა თერმოგამოსხივებით და კონვექციით. ამ დროს თბოგადამცემი ზედაპირის ტემპერატურა არის 300-400°C, ხოლო საცხობი საკნის ჰერის ტემპერატურა 200-250°C. სითბოს ნაწილი მიეწოდება სითბოგამტარობით გახურებული ღუმელის ქვედიდან. აღსანიშნავია, რომ გამოსხივების სითბო 2-3,5-ჯერ აღემატება კონვექციურ სითბოცვლას.

ჩვეულებრივ საცხობ ღუმელებში გამოცხობის პროცესი ძირითადად განიხილება როგორც ცომის ნაჭრების გახურების რადიაციულ-კონვექციური პროცესი.

გამოცხობის დროს ცომის ნაჭერში მიმდინარე პროცესები

ცხობის პროცესზე გარეგნული თვალით ხილვადი ცვლილებებით შეიმჩნევა, რომ ღუმელში მოთავსების მომენტიდან იწყება ცომის მოცულობის სწრაფი მომატება. გარკვეული დროის გავლის შემდეგ მოცულობის მატება მკვეთრად ნელდება და შემდეგ კი წყდება. ამ მომენტისათვის ჩამოყალიბებული მოცულობა და ფორმა პრაქტიკულად უცვლელია ცხობის ბოლომდე.

ღუმელში მოთავსების შემდეგ ცომის ზედაპირზე ჩნდება თხელი გაუწყლობეული აფსკი, რომელიც თანდათანობით გარდაიქმნება ქერქად. ქერქის შეფერილობა ცხობის პროცესში განუწყვეტლივ იცვლება, კერძოდ უფრო და უფრო მუქდება.

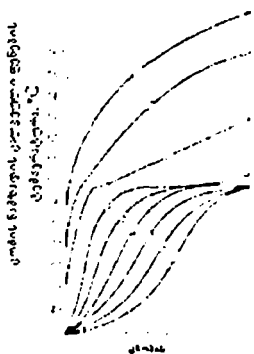
ქერქის ქვეშ შეიმჩნევა დრეკადი, მშრალი პურის გულის წარმოქმნა, რომელსაც ახასიათებს სტრუქტურის შენარჩუნების უნარი. პურის გული წარმოიქმნება თანდათანობით, გამოცხობის დასასრულს კი ნაზხადის ცენტრში ცომის მდგომარეობიდან გადადის პურის მდგომარეობაში.

გამოცხობის პროცესში პურის ელასტიურობა, სტრუქტურის მდგრადობა, სიმშრალე შეიმჩნევა თავდაპირველად ქერქთან ახლომდებარე ფენებში, შემდეგ კი თანდათანობით გადადის პურის გულის ცენტრში. ცვლილებები, რომლებიც ასახავს გამოცხობის პროცესში ცომის გარდაქმნას პურად განპირობებულია ცომში კომპლექსურად მიმდინარე პროცესებით-ფიზიკური, მიკრობიოლოგიური, კოლოიდურ-ქიმიური და ბიოქიმიური.

პურის გამოცხობა ტექნოლოგიურ პროცესში არის დასკვნითი ეტაპი. გამოცხობა გაფუების შემდეგ ყველაზე ხანგრძლივი პროცესია.

თანამედროვე ღუმელებში ტემპერატურის რეგულირება ხდება დისტანციურად თერმორეგულატორების საშუალებით. ღუმელები აღჭურვილია დისტანციური ტემპერატურის მზომი ხელსაწყოებით, რომლის საშუალებითაც ხდება პურის გულის ტემპერატურის

განსაზღვრა ცხოვისას, პურის მზადყოფნის დადგენის მიზნით. ცხოვის დასასრულს გამომცხვარი პურის გულის ტემპერატურა არ აღემატება 100°C .



ნახ. 10. ცომის ნაშაადის ცალკეული ფენების

ტემპერატურის ცვლილების გრაფიკი ცხოვის პროცესში ტემპერატურის მრუდები 1-ნაშაადის ზედაპირი; 2,3,4- ნაშაადის ფენები ცხოვის ბოლოს ზედაპირიდან სისქის $1/4$ მანძილით დაცილებით; 5- ფენა ცხოვის ბოლოს გარე ფენასა და პურის გულის შორის; 6,7,8 - ნაშაადის ფენები ცხოვის ბოლოს ზედაპირიდან გულის ცენტრამდე; 9- ცხოვის ბოლოს პურის გულის ტემპერატურა.

ცომის ნაჭრების სხვადასხვა ფენების ტემპერატურის ცვლილება განაპირობებს იმ პროცესების მიმდინარეობას, რომლებიც იწვევს ცომის მდგომარეობიდან პურის მდგომარეობაში გადასვლას. ამიტომ ტემპერატურის ცვლილება ფენების მიხედვით შესწავლილი იქნა მრავალი მეცნიერის მიერ. გამოცხოვის პროცესში ტემპერატურის ცვლილების შესწავლის შედეგად შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. ცომის ნაშაადის ჩამოყალიბებული პურის გულის ნებისმიერი ფენის (მრუდები 6,7,8,9) ტემპერატურა გამოცხოვის ბოლოს არ აღემატება 100°C -ს; ცენტრალურ ნაწილში კი მხოლოდ ცხოვის ბოლო მომენტში უახლოვდება ამ მნიშვნელობას;

2. ცომის ნაშაადის ზედაპირის (მრუდი 1) ტემპერატურა ძალიან სწრაფად აღწევს 100°C , შემდეგ კი თანდათან იზრდება და ცხოვის დამთავრებისას აღწევს 180°C .

იმ ფენებისათვის, რომელიც წარმოქმნის პურის ქერქს (მრუდები 2,3,4), დამახასიათებელია გათბობა 100°C -მდე და გარკვეულ მომენტამდე ამ ტემპერატურის შენარჩუნება. შემდეგ ტემპერატურა იზრდება. ქერქთან მიკრული ფენების ტემპერატურა უფრო სწრაფად იცვლება და პურის გამოცხოვის მომენტში შედარებით მაღალია.

3. პურის ქერქისა და გულის გამყოფი ფენის ტემპერატურა აღ-

წევს 100°C და რჩება უცვლელი გამოცხობის დამთავრებამდე.

4. პურის ქერქის გარე და შიგა ფენებს შორის ტემპერატურათა სხვაობა იზრდება და აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას ცხობის დამთავრების მომენტში.

5. ქერქთან მიკრული ფენისა და ცენტრალური ნაწილის ტემპერატურათა შორის სხვაობა იზრდება ცხობის პროცესის პირველ სტადიაზე, შემდეგ თანდათან მცირდება და აღწევს ნულს ცხობის დამთავრებისას.

როგორც უკვე იყო აღნიშნული პურის გულის ტემპერატურა არ აღემატება 100°C-ს, მაშინ როცა ქერქის ტემპერატურა მეტია 100°C-ზე. ეს აიხნება იმით, რომ ცომის ნამზადის გათბობა, ტენის გადაადგილება და აორთქლება ურთიერთკავშირშია. დაუტენიანებელ საკანში, სადაც ტემპერატურა 250°C-ია, ცომის ნამზადის ზედაპირის ტემპერატურა ინტენსიურად იზრდება, რის შედეგადაც ის სწრაფად კარგავს ტენს. 1-2 წუთის შემდეგ ზედაპირული ფენები პრაქტიკულად მთლიან კარგავს ტენს და უტოლდება თანაბარშეწონილი ტენიანობას, რომელიც თავის მხრივ დამოკიდებულია გარემოს ფარდობით ტენიანობასა და ტემპერატურაზე. მთლიანი ტენის აორთქლების გამო ზედაპირის ტემპერატურა სწრაფად იზრდება 100°C-ზე მაღლა (მრუდი 1). ცომის დაბალი ტენგამტარობის, ზედაპირისა და მასთან მიახლოებულ ფენებს შორის ტემპერატურათა დიდი სხვაობის გამო ზედაპირზე ტენის მიწოდების პროცესი ჩამორჩება გაუწყალობის ინტენსივობას. რის გამო აორთქლების ზონები თანდათან გადაინაცვლებს პურის გულისაკენ. ორთქლადქცევის პროცესი კი მიმდინარეობს 100°C ტემპერატურაზე.

ორთქლადქცევის ზონაში წარმოქმნილი ორთქლის ძირითადი ნაწილი გაუწყლობებული ზედაპირის ფორების გავლით გამოდის საცხობ საკანში, ხოლო ნაწილი გადის ქერქთან მიკრული ცომის ფენების (პურის გულის) ფორებში.

პურის გულის ფოროვანი სტრუქტურა ჩამოყალიბდება იმის გამო, რომ ცხობის დროს ცომის ნამზადში წყლის აორთქლების

მსგავსი ორთქლადქცევის ზედაპირები კი არ არის, არამედ არის პურის გულში გავრცელებული ორთქლად ქცევის ზონები, რომლებიც თანდათან გადაინაცვლებს ცენტრისაკენ.

ამრიგად, პურში ტენის აორთქლება ხდება 100°C ტემპერატურის პირობებში, მხოლოდ ორთქლადქცევის ზონაში, რომელიც მოთავსებულია ქერქსა და გულს შორის; ქერქი წარმოადგენს პრაქტიკულად გაუწყლოებული გულის გარე ფენას, რომლის გავლით ცენტრალური ნაწილიდან ტენი გამოდის ორთქლის სახით. ორთქლადქცევის პროცესის ასეთი მექანიზმის გამო პურის გულის ტემპერატურა არასოდეს არ აღემატება 100°C-ს. ცხობის ხანგრძლივობის მიუხედავად ქერქის ტემპერატურა მნიშვნელოვნად ნაკლებია საცხობი საკნის ტემპერატურაზე, რადგან გარედან მიღებული სითბოს ნაწილი იხარჯება ორთქლადქცევის ზონიდან გამოსული ორთქლის გადახურებაზე.

ქერქზე მიკრული შიგა ფენების ტემპერატურა ტოლია 100°C, ხოლო ქერქის ზედაპირზე ტემპერატურა რამდენჯერმე მაღალია და დამოკიდებულია საცხობი საკნის ტემპერატურასა და ქერქის სისქეზე. რაც მეტია საცხობი საკნის ტემპერატურა და სქელია ქერქი, მით მეტია ქერქის ზედაპირის ტემპერატურა.

ქერქის ზედაპირის ტემპერატურა რამდენადმე ნაკლებია საცხობი საკნის ტემპერატურაზე, რადგან გარედან მიღებული სითბოს ნაწილი იხარჯება ცენტრიდან ფორების გავლით გამოსული წყლის ორთქლის გადახურებაზე. ქერქის საბოლოო ტემპერატურა ტოლია 180°C, განსაკუთრებულ შემთხვევაში კი შეიძლება ის გაუტოლდეს 200°C.

ქერქის შუა ნაწილის ტემპერატურას ბუნებრივია აქვს შუალედური მნიშვნელობა, ხოლო ქერქის საშუალო ტემპერატურა ($T_{\text{საშ.}}$) ტექნიკური გაანგარიშებისათვის ტოლია (°C):

$$T_{\text{საშ.}} = (100 + T_{\text{გარ.}}) / 2$$

სადაც $T_{\text{გარ.}}$ – არის ქერქის ზედაპირის ტემპერატურა, °C.

ცომის ნამზადის ქერქის წარმომქმნელი ფენების ტემპერატურის

შენარჩუნება 100°C -ზე აიხსნება იმით, რომ ქერქის წარმოქმნამდე ეს ფენები წარმოადგენს აორთქლების ზონებს.

ცომის ნაშადის ზედაპირის გაუწყლოება მიმდინარეობს ისე სწრაფად, რომ ზედაპირის (მრუდი 1) ტემპერატურა მყისიერად იზრდება 100°C -ზე ზევით. ქერქზე მიკრული ფენის (მრუდი 2) ტემპერატურის დამუხრუჭება პრაქტიკულად შეუძლებელია. ქერქიდან დაშორებული ცომის ნაშადის ფენები უფრო დიდ ხანს ინარჩუნებს ტემპერატურას 100°C -ზე. მრუდი 5 ახასიათებს იმ ფენის ტემპერატურის ცვლილებას, რომელიც ცხობის დამთავრების წინ ცხობის ბოლომდე აორთქლების ზონაშია, ამიტომ ბოლომდე ინარჩუნებს 100°C ტემპერატურას.

ცომის ნაჭერის გახურების პროცესზე დიდ გავლენას ახდენს საცხობი საკნის თბოფიზიკური მაჩვენებლები (სითბოს გამცემი ზედაპირის ტემპერატურა, ორთქლიანი ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა, გადაადგილების სიჩქარე), ცომის ნაშადის მასა, ფორმა, ტენიანობა, ფორიანობა და სხვ.

საცხობი საკნის ორთქლიანი ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ცომის ნაშადის გაცხელებაზე მრავალი მეცნიერის მიერ იქნა შესწავლილი. ილუსტრაციისათვის მოყვანილია ცომის ნაშადის ცენტრალურ ნაწილში (წერტილი 9) გათბობის გრაფიკი (ნახ.11).

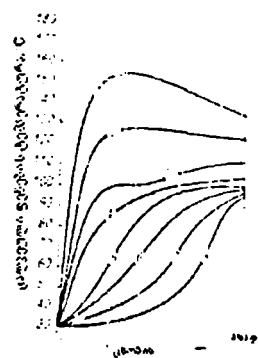


ნახ.11. ცომის ნაშადის წერტილ 9-ში (იხ.ნახ.14) ტემპერატურის ცვლილების გრაფიკი საცხობის საკნის სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში.

მრუდები: I- 250°C ტემპერატურის პირობებში; II- 230°C ტემპერატურის პირობებში; III- 210°C ტემპერატურის პირობებში

ცხობა მიმდინარეობს 250 , 230 და 210°C ტემპერატურის პირობებში (შესაბამისი მრუდები I, II, III). ცხობის დროს საკნის ტემპერა-

ტურა მუდმივია. რაც მეტია საცხოვრებელი საკნის ტემპერატურა, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს ნამზადის ცენტრალური ნაწილის გათბობა. სამრეწველო საცხოვრებელ ღუმელებში პრაქტიკულად ცხობა მიმდინარეობს საცხოვრებელ საკანში ტემპერატურის თანდათანობითი შემცირებით. აღნიშნულიდან გამომდინარე მეცნიერების მიერ შესწავლილი იქნა ცხობის პროცესის ტემპერატურული ველი საცხოვრებელ საკნის ცვლადი ტემპერატურის პირობებში. ცომის ნამზადის ტემპერატურული ველის ცვლილების გრაფიკი მოცემულია ნახაზზე¹².



ნახ.12 ცომის ნამზადის ცალკეული ფენების ტემპერატურის ცვლილება

ცალკეული მრუდების ციფრული აღნიშვნა იგივეა, რაც ნახაზზე 10-ზე გამოსახულ გრაფიკზე. ცალკეული ფენების ტემპერატურული მრუდების შედარებისას შეიძლება აღვნიშნოთ შემდეგი: ცვლადი ტემპერატურის პირობებში ცხობისას ყველაზე მეტად იცვლება ზედაპირული ფენის ტემპერატურის ცვლილების ხასიათი (მრუდი 1), შედარებით ნაკლებად მეორე ფენის (მრუდი 2), კიდევ უფრო ნაკლებად მესამე (მრუდი 3) და მეოთხე (მრუდი 4) ფენების. ყველა აღნიშნული ფენები ცხობის დამთავრებისას წარმოქმნის მზა ნაწარმის ქერქს.

მრუდები 1 და 2 ტემპერატურის მაქსიმუმს აღწევს არა ცხობის ბოლოს, ისე როგორც მე-10 ნახაზზეა ნაჩვენები, არამედ ცხობიდან მესამედი დროს გავლის შემდეგ (მრუდი 7) ან ცხობის პერიოდის 40%-ის გასვლის შემდეგ. აღნიშნული ფენების მაქსიმალური ტემპერატურა შესამჩნევად ნაკლებია, ვიდრე ნახაზზე 10 ნაჩვენები.

საცხოვრებელ საკნის ტემპერატურის შემცირებით ხდება 1 და 2 ფენის ტემპერატურის შემცირება, ამასთან მნიშვნელოვნად ზედაპირულ ფენაზე 1. ზემოაღნიშნული ცვლილებები შეიმჩნევა ფენაში 3 ძალიან უმნიშვნელოდ, ხოლო ფენაში 4 პრაქტიკულად ცვლილება არ ხდება.



ნახ.13. ცომის ნაშადის ცალკეული ფენების ტემპერატურის ცვლილება დატენიანებულ და დაუტენიანებულ საკანში ცხობის დროს

ცხობის ბოლოს ცომის ნაშადის 5, 6, 7 და 8 მრუდების მნიშვნელოვანი განსხვავება ნახაზე 10 მოცემულ მრუდებისაგან არ შეიმჩნევა.

ორთქლიანი ჰაერის და საცხობი საკანის ტენიანობის გავლენა.

საცხობი ღუმელის საკანის დატენიანება მნიშვნელოვნად განაპირობებს პურის შეცხოვას და ღუმელში პურის მოცულობაში მატებას, მზა ნაწარმის ფორმასა და ქერქის ზედაპირის მდგომარეობას.

საცხობი ღუმელში მოთავსებისას ნაშადის ზედაპირზე მომენტალურად იწყება ორთქლის კონდენსაცია, რადგან დატე-

ნიანებულ და გახურებულ საკანში თავსდება ცივი ცომის ნაშადი (მისი ზედაპირის ტემპერატურა ნამის ტემპერატურაზე დაბალია და ტოლია 30-35°C-ის). ცომის ფოროვანი სტრუქტურის გამო ორთქლის სორბცია და კონდენსაცია მიმდინარეობს არა მარტო ცომის ნაშადის ზედაპირზე, არამედ ცომის ზედაპირულ ფენებშიც. ბუნებრივია ტენის კონდენსაცია მიმდინარეობს მანამდე, სანამ ნაშადის ზედაპირის ტემპერატურა არ გადააჭარბებს ნამის წერტილის ტემპერატურას, რომელიც შეესაბამება საცხობი საკანის პარამეტრებს.

ცხობის დროს ხდება ტენის ცვლილება ცომის ნაშადებსა და საცხობი საკანის აიროვან არეს შორის, ტენის შინაგანი გადაადგილება ცომის ნაშადში. აღნიშნული პროცესები მიმდინარეობს ერთდროულად და ურთიერთკავშირში.

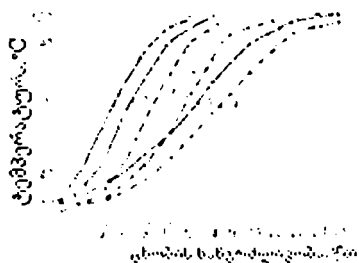
ცომის ნაშადის ზედაპირზე ორთქლის კონდენსაცია გავლენას ახდენს არა მარტო მზა ნაწარმის მოცულობაზე, ზედაპირის ფერსა და მდგომარეობაზე, არამედ მნიშვნელოვანია მისი მოქმედება ნაშადზე სითბოს გადაცემაზე და შესაბამისად მის გათბობაზე. ეს აიხსნება იმით, რომ ორთქლის კონდენსაციის დროს გამოიყოფა ორ-

თქლადქცევის ფარული სითბო.

საკნის დატენიანების გავლენა ნამზადის გათბობის ხასიათზე მოცემულია ნახაზზე 13, საიდანაც ჩანს, რომ დატენიანება აჩქარებს ცომის ნამზადის ზედაპირისა და ქერქის გათბობას. მნიშვნელოვანია ის, რომ არა მარტო აჩქარებს ქერქზე მიკრული გულის ფენების გათბობას, არამედ ცვლის ამ ფენების ტემპერატურული მრუდების ხასიათს.

ამრიგად, აუცილებლად უნდა იქნეს მხედველობაში მიღებული დატენიანებული საკნის გავლენა ცომის ნამზადის გათბობის ხასიათზე.

ცომის ნამზადის ზომა და მასა გავლენას ახდენს ცხობის დროს გათბობის სიჩქარეზე. დადგენილია, რომ რაც მეტია მასა, მით ნელა თბება ნამზადის ცენტრალური ნაწილები და მით ხანგრძლივია ცხობის პროცესი.



ნახ. 14. ტემპერატურის ცვლილება:

1— 100 გრ; 2— 200 გრ; 3— 400 გრ

— ბატონის ფორმის;

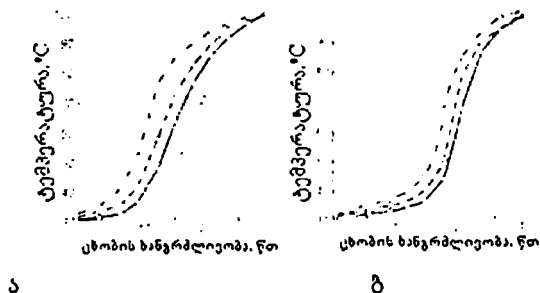
----- მრგვალი პური

ნამზადის ზომისა და ფორმის გავლენა მის გათბობაზე მოცემულია ნახაზზე 14. მრუდებიდან ჩანს, რომ ბატონის ფორმის ხორბლის პურის გულის ცენტრის გათბობა ხდება მნიშვნელოვნად ჩქარა, ვიდრე იგივე მასის მრგვალი პურის გულის ცენტრის. ეს უკანასკნელი აიხსნება იმით, რომ მრგვალი პურის შემთხვევაში ცენტრსა და ზედაპირს შორის მანძილი უფრო დიდია, ვიდრე

ბატონის შემთხვევაში. ბატონის ხვედრითი ზედაპირი უფრო დიდია, ვიდრე მრგვალი პურის, ეს კიდევ აჩქარებს ბატონის ნამზადის გათბობას, ორთქლის კონდენსაციის დროს გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე.

ცომის ტენიანობის გავლენა ნამზადის გაცხელებაზე ილუსტრირებულია ნახაზზე 15. მოცემული გრაფიკებიდან ჩანს, რომ ცომის

ტენიანობის მომატება აჩქარებს ნაშადის გათბობას ცხობის დროს, ხოლო შემცირება ანელებს. რაც მეტია ცომის ტენიანობა, მით მაღალია მისი სითბოგამტარობა. რაც ახლოს არის ცომის ფენა ზედაპირთან, მით უფრო სწრაფად ხდება მისი გაცხელება. ზემოთ თქმულიდან არ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ ცომის ტენიანობის გაზრდა მიზანშეწონილია ნაშადის გათბობის დასაჩქარებლად. ცომის ზღვრული დასაშვები ტენიანობა ნორმირებულია იმ ნაწარმისათვის, რისთვისაც ის მზადდება.



ნახ.15. სხვადასხვა ტენიანობის ცომის ნაშადის გათბობის გრაფიკი:

ა- ზედაპირიდან 2 სმ-ით დაცილებულ წერტილში; ბ- ნაშადის ცენტრში.

1- ნორმალური ტენიანობის; 2- 10%-ით ნაკლები ტენიანობით; 3- 10%-ით მეტი ტენიანობით

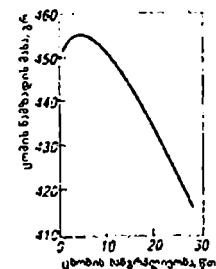
ფორიანობის ხასიათი გავლენას ახდენს პურის გულის სიღრმეში ტენის გადაადგილებაზე და ამიტომ არ შეიძლება არ მოახდინოს გავლენა პურის გულის გათბობაზე.

ქერქის სისქე დაბალი სითბო- და ტენგამტარობის გამო გავლენას ახდენს გათბობის სიჩქარეზე.

ცხოვრების დროს ცომის ნამზადსა და საცხობ საკანის გარემოს შორის ტენცვლა და ტენის შინაგანი გადანაწილება

ცხოვრების დროს ნამზადსა და საცხობ საკანს შორის მიმდინარეობს ტენის ცვლა, ასევე ნამზადში ხდება ტენის გადაადგილება. აღნიშნული პროცესები მიმდინარეობს ერთდროულად და ურთიერთქმედებს.

დატენიანებულ საკანში გამოცხობის პირველ სტადიაზე ხდება გარემოდან ტენის შთანთქმა ცომის ნამზადის ზედაპირზე ორთქლის კონდენსაციისა და სორბციის გამო ინტენსივობა მით მეტია, რაც მაღალია გარემოს ტენშემცველობა, დაბალია როგორც გარემოს ისე ნამზადის ზედაპირის ტემპერატურა. როგორც კი გარემოს ტემპერატურა გახდება ნამის წერტილის ტემპერატურაზე მაღალი წყდება ნამზადის ზე-



ნახ.16. ცომის ნამზადის მასის ცვლილება ცხობის პირველ სტადიაზე დატენიანებული საკანში ცხობის დროს

დაპირზე ტენის კონდენსაცია და იწყება ტენის აორთქლების პროცესი ჯერ ზედაპირიდან, შემდეგ კი შიდა ფენებიდან.

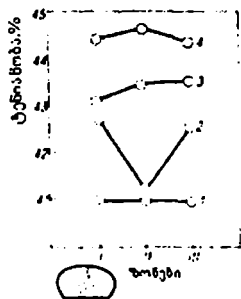
საცხობი საკანის ზედმეტად დატენიანების დროს შეიძლება მოხდეს ნამზადის მასაში მომატება ტენის შთანთქმის გამო.

აღნიშნული დებულების ილუსტრაციის მიზნით ნახაზზე 16 მოცემულია ნამზადის მასის ცვლილების გრაფიკი ცხობის დროს. ამ დროს საკანი დატენიანებულია ინტენსიურად. ნამზადის მასის მომატების მაქსიმალური მნიშვნელობა მიიღწევა ცხობის დაწყებიდან 3-5 წთ-ის შემდეგ და აღწევს ნამზადის მასის 1,3%-ს.

ცომის ნამზადში ტენის შიგა გადანაწილება

გამოცხობის დროს ცომის ნამზადის შიგა ფენების ტენიანობა იცვლება. ქერქი არის უფრო მკვრივი და ნაკლებად ფოროვანი, ვიდ-

რე გული. შიგა ფენებიდან აორთქლებული ტენის გარემოში გამოსვლას ქერქი უწევს წინააღმდეგობას, ამიტომ ორთქლის ნაწილი ქერქიდან მიემართება გულის შიდა ფენებისაკენ. როდესაც მიაღწევს ცენტრთან მიკრულ ფენებს, სადაც ტემპერატურა შედარებით დაბალია, ხდება ორთქლის კონდენსაცია, რაც იწვევს გულის ტენიანობის მომატებას. ეს ფენა წარმოადგენს შიგა კონდენსაციის ზონას, რომლის განლაგებაც შეესაბამება იზოთერმული ზედაპირების მდგომარეობას. როგორც ცნობილია, ტენის შიგა გადაადგილებისათვის აუცილებელია გადატანის პოტენციალებს შორის სხვაობა. მათ მიეკუთვნება ცომის ნაშზადების სხვადასხვა მოცულობებში ტენიანობის კონცენტრაციისა და ტემპერატურათა სხვაობა. კონცენტრაციათა სხვაობით გამოწვეული გადაადგილება არის კონცენტრაციული დიფუზია. ტემპერატურათა სხვაობით გამოწვეული გადაადგილება არის თერმოტენგამტარიანობა.



ნახ. 17 ცომის ნაშზადის ზონების (I, II, III) ტენიანობის ცვლილება ცხობის დროს.
1- 0; 2-5 წთ; 3-10 წთ; 4-30 წთ

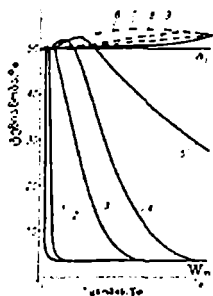
როგორც მრავალრიცხოვანმა მეცნიერულმა გამოკვლევებმა დაადასტურეს, პურის გამოცხობის დროს ცენტრსა და ქერქს შორის ტემპერატურათა სხვაობის გამო ტენი ზედაპირიდან გადაადგილდება ცენტრისკენ.

ცხობის პროცესში ცომის ნაშზადის ცალკეული ფენების ტენის ცვლილების გრაფიკი (ნახ.17) გვიჩვენებს, რომ ცხობის ბოლოს პურის გულის ტენიანობა 2%-ით მეტია ცომის ტენიანობაზე. გარე ფენებში ტენიანობა უფრო სწრაფად იზრდება ცხობის პროცესის საწყის პერიოდში, რაც აიხსნება თერმოტენგამ-

ტარიანობის დიდი როლით ცხობის აღნიშნულ პერიოდში. ეს უკანასკნელი კი გამოწვეულია პურის გულში ტემპერატურის მნიშვნელოვან გრადიენტით.

ცომის ნამზადის ტენიანობის ცვლილება ცხობის პროცესში

სხვადასხვა მეცნიერების მიერ ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია ცომის ნამზადის ფენებს შორის ტენის განაწილების კანონზომიერება (ნახ.18). ექსპერიმენტი ჩატარებულია ცხობის მუდმივი ტემპერატურის პირობებში და დაუტენიანებელ საკანში.



ნახ.18. ცომის ნამზადის ცალკეულ ფენებში ტენიანობის ცვლილება (მრუდების შემოყრისა იგივეა რაც ნახ.10-ში)

როგორც გრაფიკიდან ჩანს ცომის ნამზადის ზედაპირულ ფენებში ტენი სწრაფად მცირდება და როგორც მრუდი 1 გვიჩვენებს სწრაფად აღწევს თანაბარშეწონილი ტენიანობის მნიშვნელობას (W_0). რაც განპირობებულია საკნის ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობით. უფრო ღრმად მოთავსებული ფენების ტენიანობა, რომლებიც უფრო გვიან გარდაიქმნება ქერქში (მრუდები 2, 3 და 4) შედარებით ნელა აღწევს თანაბარშეწონილი ტენიანობის მნიშვნელობას.

აღსანიშნავია, რომ ცხობის პირველ პერიოდში იზრდება ნამზადის იმ ფენების ტენიანობა, რომლებიც წარმოქმნის ქერქს (მრუდები 2, 3 და 4). აღნიშნული ნამატი მით უფრო დიდია რაც უფრო ღრმად არის მოთავსებული ის ფენები, რომლებიც ჯერ გარდაიქმნება პურის გულად, შემდეგ ჩამოყალიბდება ქერქი.

მრუდი 5 ახასიათებს ცხობის პროცესში ნამზადის ორთქლად-ქცევის ზონაში მოთავსებული ფენების ტენიანობის ცვლილებას ცხობის ბოლოს.

აღნიშნული ფენის შიგა ზედაპირის საბოლოო ტენიანობა დაახლოებით ტოლია ცომის საწყისი ტენიანობისა (W_0) და შიგა გადაადგილების შედეგად ტენის ნამატის (ΔW) ჯამის ($W_0 + \Delta W$). აღნიშნული ფენის გარე ზედაპირის (ქერქზე მიკრული) ტენიანობა კი ტო-

ლია თანაბარშეწონილი ტენიანობის. აქედან გამომდინარე გრაფიკ-ზე მოცემული ფენისათვის საბოლოო ტენიანობის მნიშვნელობა არის საშუალო ($W_o + \Delta W$) და (W_o) შორის.

პურის გულის ცალკეული ფენების ტენიანობა (მრუდები 6, 7, 8 და 9) აგრეთვე იზრდება ცხოვრების პროცესში. ამასთან ტენიანობის მომატება პირველად შეიმჩნევა ნამზადის შიგა ფენებში, ხოლო შემდეგ კი- სიღრმეში მოთავსებულ ფენებშიც.

ტენის თბური გადაადგილების შედეგად ორთქლადქცევის ზონებთან ახლოს მდებარე პურის გულის გარე ფენების ტენიანობა იწყებს უმნიშვნელოდ შემცირებას, უკვე მიღწეულ მაქსიმალურ მნიშვნელობასთან შედარებით. ამასთან, აღნიშნული ფენების საბოლოო ტენიანობა უფრო მაღალია ცომის საწყის ტენიანობაზე ცხოვრების დაწყების მომენტში. პურის გულის ცენტრში (მრუდი 9) ტენიანობა ყველაზე ნელა იზრდება და საბოლოო ტენიანობა შეიძლება რამდენჯერმე ნაკლები იყოს გულის ცენტრთან მიკრული ფენების ტენიანობაზე.

გამოცხობის დამთავრების მომენტში მთლიანად გულის ტენიანობა იზრდება 1,5-2,5%-ით ცომის საწყის ტენიანობასთან შედარებით.

მაღულარი მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა ცხოვრების დროს

ცომის ნამზადის გათბობასთან ერთად იცვლება ცომის მიკროორგანიზმების ცხოველქმედება. 35°C ტემპერატურამდე ცომის ნამზადის გათბობისას საფუარის უჯრედის მოქმედებით ხდება დუღილისა და აირწარმოქმნის პროცესების დაჩქარება. დაახლოებით 40°C ტემპერატურაზე ცომის საფუარების ცხოველქმედება კიდევ უფრო ინტენსიურია. 45°C ტემპერატურის პირობებში კი აირწარმოქმნა მკვეთრად მცირდება. ზეგას წარმოქმნილი ბაქტერიების ცხოველქმედება ტემპერატურული ოპტიმუმისაგან დამოკიდებულებით ცომის გათბობასთან ერთად ჩქარდება, ხოლო ოპტიმუმზე მაღალი

ტემპერატურის პირობებში ნელდება და ბოლოს კი სრულიად წყდება. ტემპერატურული ოპტიმუმი მეზოფილური ბექტერიებისათვის არის 35°C, ხოლო თერმოფილური ბექტერიებისათვის 48-54°C. საფუარების უჯრედები 50°C ტემპერატურაზე იღუპება, ხოლო მჟავაწარმოქმნელი ბაქტერიები კი - 60°C-ზე. კვლევებით დადგენილია, რომ პურის გულში ნაწილი მიკროორგანიზმების ცხოველქმედება შენარჩუნდება, რაც აიხსნება იმით, რომ ამ დროს პურის გულში ძალიან მცირეა თავისუფალი წყალის შემცველობა და 90°C -ზე ზევით ტემპერატურის მომატება ხდება მყისიერად.

დელბრიუკის ტიპის თერმოფილური ბაქტერიების აქტიურია შედარებით მაღალი ტემპერატურის პირობებში (75-80°C).

ცომის ნამზადის გათბობის კინეტიკიდან გამომდინარე მაღლარი მიკროორგანიზმების ცხოველქმედების ცვლილება ხდება თანდათან, ზედაპირიდან ცენტრალური ნაწილისაკენ. ცხობის დასაწყისში ნამზადის ზედაპირზე მიკროორგანიზმების ცხოველქმედება მყისიერად წყდება, მაშინ როდესაც უფრო ღრმა ფენებში მათი მოქმედებისათვის არის ოპტიმალური პირობები, ხოლო ცენტრალურ ნაწილში აღნიშნული ოპტიმალური პირობები ჯერ კიდევ არ არის მიღწეული.

ცხობის დროს ცომის ნამზადში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესები

ნამზადის ცომში, შემდეგ კი მისგან ჩამოყალიბებულ პურის გულში მიმდინარეობს შემდეგი ბიოქიმიური პროცესები და ცვლილებები.

დუღილის გრძელდება მანამდე სანამ ნამზადის ცალკეული შრეების ტემპერატურა ცხობისას არ მიაღწევს იმ ნიშნულამდე, რომლის დროსაც აღნიშნული პროცესის გამომწვევი საფუარებისა და მჟავაწარმოქმნელი ბაქტერიების ცხოველქმედება წყდება. ცხობის დასაწყისში ნამზადის ცომსა და პურის გულში გრძელდება უმნიშ-

ვნელო რაოდენობით სპირტის, CO_2 -ის, რემეჩავასა, მმარმეავას და დუდილის სხვა პროდუქტების დაგროვება. 45°C -ზე მეტი ტემპერატურის პირობებში საფუარები იწყებს კვდომას და შესაბამისად გომში წყდება სპირტული დუდილი, რაც იწვევს აირის გამოყოფის შემცირებას. დაახლოებით იგივე ტემპერატურის პირობებში მთავრდება მჟავური დუდილიც, რადგანაც ხდება მჟავის წარმომქმნელი ბაქტერიების კვდომა. დუდილის პროდუქტების ხარჯზე ცხოვის პროცესში პურის ტიტრული მჟავიანობა მატულობს მჟავიანობის 1° -ით. დუდილის რეაქციებთან ერთად გამოცხოვის პროცესში აღსანიშნავია სხვადასხვა მაღალმოლეკულური ნაერთების ჰიდროლიზი, აგრეთვე სახამებლის დაშაქრება და სხვ. ვინაიდან პურის გული და ქერქი სხვადასხვა ტემპერატურულ რეჟიმში იმყოფება, შესაბამისად მათში მიმდინარეობს სხვადასხვა გარდაქმნები. პურის გულში ცხოვის პროცესში მიმდინარეობს ცილების ღრმა დაშლა, დაშლას განიცდის ცხიმები ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნით. აღნიშნული მჟავები სხვა ორგანულ მჟავებთან ერთად განაპირობებენ ტიტრული მჟავიანობის გაზრდას, მეორეს მხრივ ისინი მონაწილეობენ ეთერიფიკაციის რეაქციებში. გამოცხოვის პროცესში პურის გულში მიდის ღრმა კოლოიდური გარდაქმნები რაც განაპირობებს გომის მდგომარეობიდან პურის მდგომარეობაში გარდაქმნას.

გომის ნამზადში შემავალი სახამებელი, რომელსაც გავლილი აქვს კლეისტერიზაციის პირველი სტადია ცხოვის დრო განიცდის ნაწილობრივ ჰიდროლიზს. შედეგად ნამზადში სახამებლის შემცველობა მცირდება.

გომის ნამზადის ტემპერატურის მომატებასთან ერთად ხდება ფქვილში შემცველი სახამებლის ჰიდროლიზი მანამდე, ვიდრე არ მოხდება ამილაზების ინაქტივაცია. ამილაზებით სახამებლის შემტევუნარიანობა იზრდება. ეს აიხსნება იმით, რომ ნაწილობრივ კლეისტერიზებული სახამებლის ჰიდროლიზი β -ამილაზათი უფრო ადვილია. სახამებლის ჰიდროლიზის შედეგად მიღებული შაქრის ნაწილი გამოცხოვის პირველ სტადიაზე იხარჯება სპირტულ დუ-

დილზე.

გამოცხობის პროცესში იზრდება პურში შემცველი წყალში ხსნადი ნივთიერებები. ასევე იცვლება ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი. გარკვეულ ტემპერატურამდე გათბობისას მიმდინარეობს პროტეოლიზი. სხვადასხვა მეცნიერების მონაცემების მიხედვით პროტეინაზას მოქმედების ოპტიმუმი არის სხვადასხვა. კერძოდ, ადრე ცნობილი იყო, რომ ცომის pH 4-დან 5,5-მდე ინტერვალში ტემპერატურული ოპტიმუმი არის 45°C, ხოლო 1962-64 წლებში დადგენილ იქნა, რომ 48% ტენიანობის ცომის pH 5-8-ის პირობებში წყალში ხსნადი აზოტის დაგროვების ტემპერატურული ოპტიმუმი არის უფრო მაღალი. ხანგრძლივი გაცხელების დროს ის შეადგენს 60°C, ხოლო 15 წთ. გაცხელებისას 70°C.

ქერქში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესები გარკვეულ გავლენას ახდენენ პურის ხარისხზე. ქერქი შეიცავს დიდი რაოდენობით წყალში ხსნად ნივთიერებებს და დექსტრინებს, რომლებიც გროვდება სახამებლის თერმიული დექსტრინიზაციის შედეგად. სახამებლის ფერმენტული ჰიდროლიზი კი ამ დროს ნაკლებ როლს თამაშობს, რადგან ქერქის ტემპერატურა იმატებს სწრაფად და ხდება ფერმენტების ინაქტივაცია.

პურის ხარისხის განსაზღვრაში მნიშვნელობა ენიჭება ქერქის ფერს. ცხობის დასაწყისში ცომის ნაშაადში დაუდუღებელი მარტივი შაქრების შემცველობა არ უნდა იყოს 2-3%-ზე ნაკლები. ქერქის შეფერილობა განპირობებულია მელანოიდების წარმოქმნით, ანუ მაიერის რეაქციით. ამ დროს რეაქციაში შედის მარტივი შაქრები და ცილების ჰიდროლიზის შედეგად მიღებული ამინომჟავები. ასევე ფერის ჩამოყალიბებაში გარკვეულ როლს თამაშობს შაქრების კარამელიზაცია.

მელანოიდინების წარმოქმნის რეაქცია გარკვეულ როლს თამაშობს აგრეთვე პურის გემოსა და არომატის ჩამოყალიბებაში. ამ დროს წარმოიქმნება შუალედური პროდუქტები, მათ შორის ალდეჰიდები, აგრეთვე ფურფუროლი და ოქსიმეთილფურფუროლი. მე-

ლანოიდინების წარმოქმნა მიმდინარეობს ძალიან სწრაფად, ამიტომ ქერქში ხდება ძირითადად გემოსა და არომატის ჩამოყალიბება. პურის გულის არომატს განაპირობებს ცხობის პროცესში წარმოქმნილი მჟავების და სპირტების ურთიერთქმედებით მიღებული ეთერები.

ცხობის დროს ცომის ნაშადში მიმდინარე კოლოიდური პროცესები

ცომის ნაშადში ცხობის დროს მიმდინარე კოლოიდური პროცესები განაპირობებს ცომის მდგომარეობიდან პურის გულის ჩამოყალიბებას. ცომის ნაშადში კოლოიდური პროცესების მიმდინარეობაზე გავლენას ახდენს ტემპერატურის ცვლილება. ა. კულმანის მონაცემებით ცომის წებოგვარას მაქსიმალური გაჯირჯება ხდება დაახლოებით 30°C ტემპერატურაზე. ტემპერატურის შემდგომი მომატება იწვევს გაჯირჯების შემცირებას. დაახლოებით $60-70^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურულ ინტერვალში ცომის ცილოვანი ნივთიერებები განიცდის დენატურაციას, რის შედეგადაც გამონთავისუფლდება გაჯირჯების დროს შთანთქმული წყალი.

ტემპერატურის მომატებით სახამებლის გაჯირჯების უნარი იზრდება. განსაკუთრებით ინტენსიური გაჯირჯება მიმდინარეობს $40-60^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. გაჯირჯებასთან ერთად აღნიშნულ ტემპერატურაზე ხდება სახამებლის კლეისტერიზაცია. კლეისტერიზაციის პროცესი არის რთული. ვ. ნაზაროვი სახამებლის კლეისტერიზაციაზე არსებული წარმოდგენების ანალიზისა და ექსპერიმენტის შედეგების საფუძველზე მივიდა დასკვნამდე, რომ კლეისტერიზაციის გაიგივება არ შეიძლება გაჯირჯების პროცესთან. კლეისტერიზაცია შემოფარგლულია იმ იყოს მხოლოდ გაჯირჯებით, მაშინ პროცესის თხური ეფექტი იქნებოდა დადებითი. თუმცა ნაზაროვის მიერ ჩატარებული კვლევები ადასტურებს, რომ კლეისტერიზაციის პროცესი არის აშკარა ენდოთერმული. ავტორის აზრით ამ დროს სითბო იხარჯება სახამებლის შიგა მიცელარული სტრუქტურის რღვევასა

და უფრო მსხვილი მიცელარული აგრეგატების წარმოქმნაზე. აღნიშნული მოვლენის შედეგად სახამებლის მარცვლის შიგნით ოსმოსური წნევის ზრდა იწვევს წყლის ინტენსიურ შეღწევას მასში. ხდება სახამებლის მარცვლის გარსის გახლჩქვა და მისი სრული რღვევა.

პურის ცხოვრისა და დამცელების პროცესში მ. კატცის მიერ ჩატარებულმა სახამებლის ცვლილების რენტგენოგრაფიულმა კვლევამ აჩვენა, რომ 2-ჯერ და მეტი წყლის თანაობისას კლეისტერიზებულ სახამებელს აქვს ამორფული სხეულისათვის დამახასიათებელი რენტგენოგრამა. პურის სახამებელი კი, რომელიც კლეისტერიზირებულია წყლის შეზღუდული რაოდენობით, იძლევა კრისტალური მდგომარეობისათვის დამახასიათებელ რენტგენოგრამას. თუმცა ის რამდენადმე განსხვავებულია ფქვილის სახამებლის კრისტალური მდგომარეობის რენტგენოგრამისაგან. აღნიშნული დადასტურა პურის მიკროსკოპულმა კვლევამ.

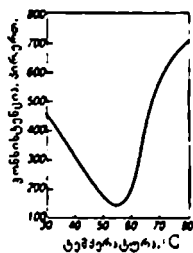
მიკროფოტოგრაფიის მეთოდის გამოყენებით პურის მიკროსტრუქტურის შესწავლამ დაამტკიცა, რომ პურში სახამებლის მარცვლები რჩება ნახევრადკლეისტერიზებულ მდგომარეობაში და მას ნაწილობრივ შენარჩუნებული აქვს თავისი კრისტალური სტრუქტურა. 50-70°C ტემპერატურულ ინტერვალში ერთდროულად მიმდინარეობს ცილების თერმიული კოაგულაციისა და სახამებლის კლეისტერიზაციის პროცესები. ცილების გაჯირჯევისას შთანთქმული წყლის ძირითადი ნაწილი გადადის კლეისტერიზებულ სახამებელში.

სახამებლის კლეისტერიზაციისა და ცილების კოაგულაციის პროცესები განაპირობებს ნაშადის ცომის მდგომარეობიდან პურის გულის მდგომარეობაში გადასვლას. ამ დროს მკვეთრად იცვლება ცომის რეოლოგიური თვისებები და ხდება ამ მომენტისათვის არსებული ფოროვანი სტრუქტურის ფიქსაცია.

ცომის მდგომარეობიდან პურის მდგომარეობაში გადასვლა არ ხდება ცომის ნაშადის მთლიან მოცულობაში ერთდროულად, არამედ იწყება ზედაპირიდან და ტემპერატურის მომატებასთან ერთად

ვრცელდება ცენტრისაკენ. თუ ცხოვის დაწყებიდან ნახევარი დროის გასვლის შემდეგ ღუმელიდან გამოვიღებთ ნამზადს შევნიშნავთ, რომ ცენტრალური ნაწილი არის უცვლელი ცომი და მას გარს ეკვრის უკვე წარმოქმნილი პურის გული. პურის გულსა და ნამზადის ცომს შორის საზღვარი არის იზოთერმული ზედაპირი, რომლის ტემპერატურა დაახლოებით 69°C -ია.

ცომის რეოლოგიური თვისებების ცვლილება $30\text{--}80^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურულ ინტერვალში შესწავლილი იქნა ფარინოგრაფის მეშვეობით. ცომის კონსისტენციისა და ტემპერატურას შორის დამოკიდებულება მოცემულია ნახაზზე 19.



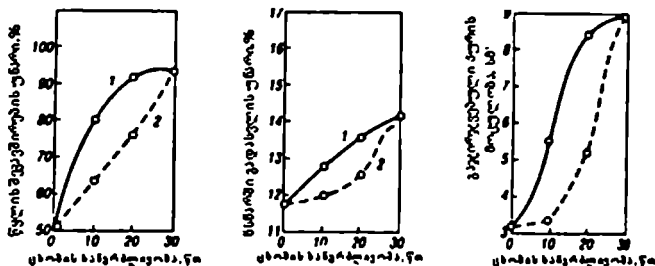
ნახ. 19 ცომის კონსისტენციის ცვლილება ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით

ტემპერატურის მომატებისას ცომის კონსისტენცია საეწყის მომენტში მკვეთრად ეცემა (ფიზიკური და ფერმენტაციული პროცესების შედეგად) მინიმუმს აღწევს დაახლოებით 57°C ტემპერატურაზე. $60\text{--}70^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურულ ინტერვალში შემდგომი გაცხელებით ცომის კონსისტენცია იცვლება სახამებლის კლეისტერიზაციისა და ცილის კოაგულაციის შედეგად და ჩა-

მოყალიბდება პურის გული. პურის გულის ჩამოყალიბება 69°C ტემპერატურაზე ჯერ კიდევ არ მთავრდება. რადგან არასაკმარისი წყლის პირობებში (რაც დამახასიათებელი ხორბლის პურისთვის) სახამებლის კლეისტერიზაცია (მისი პირველი სტადია) გრძელდება მნიშვნელოვნად მაღალი ტემპერატურის პირობებში (100°C). აქედან გამომდინარე, მშრალი და ელასტიური პურის გულის მისაღებად საცხობი ღუმელიდან გამოღების მომენტში პურის გულის ტემპერატურა უნდა იყოს $92\text{--}98^{\circ}\text{C}$.

ა. კულმანმა ცხოვის პროცესის კოლოიდური ცვლილებების კვლევისას დადგინა, რომ კოლოიდების ჰიდროფილური თვისებები მკვეთრად იცვლება ნამზადის გათბობით. შედეგები მოცემულია ნახაზზე 20. როგორც გრაფიკებიდან ჩანს ცომის ნამზადის კოლოი-

დების ჰიდროფილობა მკვეთრად იმატებს. იზრდება პურის გულის წყლის შთანთქმის და გაჯირჯების უნარი, მის გარკვეულ ნაწილს შეუძლია ხსნარში გადასვლა.



ნახ.20. ცხობის დროს ცომის ნაშზადის ჰიდროფილური თვისებების მახასიათებლების ცვლილება.

1. ცომის ნაშზადის პერიფერიული ზონა;
2. ცომის ნაშზადის ცენტრალური ზონა

როგორც მოსალოდნელი იყო ცხობის პროცესში პურის გულის პერიფერიული და ცენტრალური ნაწილის აღნიშნული მაჩვენებლების ცვლილებების მრუდები პურის გულის გათბობის მრუდების ანალოგიურია. ეს კიდევ ერთხელ ამტკიცებს, რომ ყველა ცვლილებების ძირითადი მიზეზი არის გათბობა.

გამომცხვარი პურის გული წარმოადგენს კლეისტერიზებულ სახამებელს, რომელშიც განაწილებულია დენატურიზებული ცილის ნაწილაკები.

ცხობის დროს ცომის ნაშზადის მოცულობაში მომატება

საცხობ ღუმელში მოთავსებული ცომის ნაშზადი მყისიერად იწყებს მოცულობაში მომატებას. მოცულობაში მატება თანდათან ნელდება და ბოლოს სრულიად წყდება. ამ დროს მიღწეული ნაშზადის ფორმა და მოცულობა პრაქტიკულად არ იცვლება ცხობის დამთავრებამდე. აღნიშნული ცვლილებები გამოწვეულია ცომის ნაშზა-

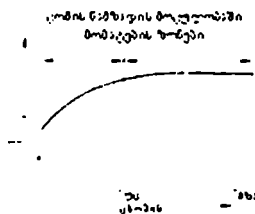
დის გათბობისას მასში მიმდინარე ფიზიკური, მიკრობიოლოგიური და კოლოიდური პროცესებით.

ცომის ნამზადის მოცულობაში მომატება მეტად მნიშვნელოვანია ტექნოლოგიური თვალსაზრისით. რადგან ის განაპირობებს პურის გულის ფორიანობას და ფორმას.

აღსანიშნავია ის, რომ ცომი წარმოადგენს ძლიერ გაჯირჯებულ კოლოიდს, რომელშიც სითბოს გადანაცვლება ხდება ნელა. ცხობის დასაწყისში ცომის ტემპერატურის მატებასთან ერთად ($35-40^{\circ}\text{C}$) მაქსიმალურად აქტიურდება ცომის მიკროორგანიზმების ფერმენტები, რაც იწვევს ინტენსიურ სპირტულ და მჟავურ დუღილს. ამ დროს გამოყოფილი ნახშირორჟანგი განაპირობებს პურის მოცულობაში მომატებას. მოცულობაში მომატებას ხელს უწყობს ჰაერის და ნახშირორჟანგის ბუშტულაკების თბური გაფართოება. ცხობის სწყის ეტაპზე ხდება მოცულობის საბოლოო ჩამოყალიბება.

ცომის ნამზადის ცალკეული ფენების გათბობისას 79°C -მდე იწყება სპირტის ინტენსიური გადასვლა ორთქლის მდგომარეობაში და მისი შემდგომი თბური გაფართოებით, რაც ხელს უწყობს ნამზადის მოცულობაში მომატებას.

ზემოთ ჩამოთვლილი პროცესები ზრდის აიროვანი პროდუქტების რაოდენობას და შესაბამისად ნამზადის შიგნით წნევას. ამის შედეგად აიროვანი პროდუქტების ნაწილი პირველად გადის თხელ გაუწყლოებული აფსკის ფენაში, შემდეგ კი ქერქის გავლით გამოდის საცხობ საკანში.



ნახ.21. ცომის ნამზადის მოცულობის ცვლილება ცხობის დროს

ცომის ნამზადის მოცულობაში მომატების კინეტიკა მოცემულია ნახაზზე 21. საიდანაც ჩანს, რომ ცომის ნამზადის მოცულობაში მატება თავიდან არის ძალიან სწრაფი, შემდეგ ნელდება და ბოლოს კი რჩება უცვლელი ($\tau_{\text{ახ}}$). შესაბამისად ცხობის პროცესი იყოფა ორ პერიოდად: I – მოცულობის ცვლილების პერიოდი და

II- მუდმივი მოცულობის პერიოდი.

როგორც ცნობილია I პერიოდში ტენის ართმევის სიჩქარე ცვლიდა (ის იზრდება), ხოლო II პერიოდში ის რჩება უცვლელი.

რამდენიმე ნამზადის მოცულობის მატების შენელება და შეწყვეტა გამოწვეულია მის ზედაპირზე ქერქის წარმოქმნით, ხოლო ქერქის ქვეშ გასქელებული შრით. რეოლოგიური თვისებებით ქერქი და პურის გული მკვეთრად განსხვავდება ცომისაგან.

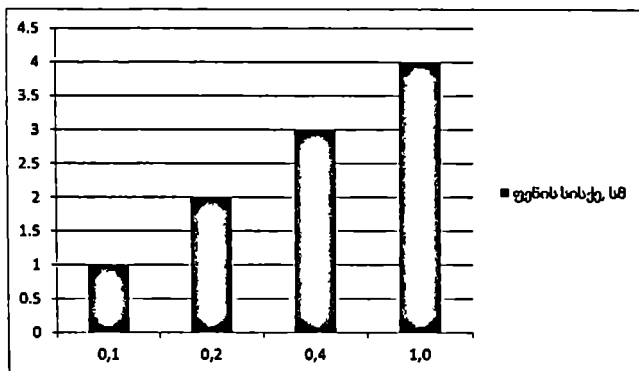
ცხობის დაწყებიდან ქერქი ძალიან სწრაფად კარგავს ჰიმვადობის უნარს, ამიტომ ის წარმოადგენს ნამზადის მოცულობაში მომატების ძირითად წინააღმდეგობას.

გათბობისას ცომის სახამებლის კლეისტერიზაციისა და ცილების კოაგულაციის შედეგად წარმოქმნილი პურის გულის ფენებს ცომთან შედარებით გააჩნიათ მოცულობაში მატებისა და სტრუქტურის ცვლილების მნიშვნელოვნად დაბალი უნარი. ამიტომ ჩამოყალიბებული პურის გულის შრის სისქე არის მიზეზი ნამზადის მოცულობაში მატების შენელების და ბოლოს შეწყვეტის.

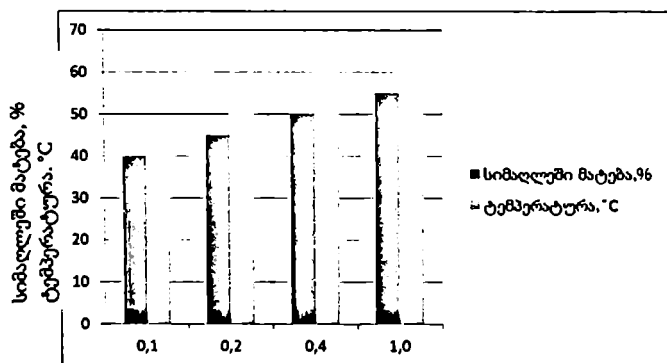
ცომის ნამზადის მოცულობის ცვლილების ძალიან სწრაფი შეწყვეტა გამოიწვევს ისეთ პური მიღებას, რომელსაც ექნება მცირე მოცულობა და ნახეთქებიანი ზედაპირი. მოცულობის ცვლილების პერიოდის გაზრდა აუარესებს პურის გულის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებებს და ძირის პური მიიღება დაბალი სიმძლავრით.

ნამზადის მასა გავლენას ახდენს ძირის პურის აწევის სიმძლავრეზე, უკვე ჩამოყალიბებული პურის გულის ფენის სისქესა და ცენტრში იმ ტემპერატურის მიღწევაზე, როცა წყდება ნამზადის მოცულობაში მატება.

ცდების შედეგების საშუალო მონაცემები გრაფიკების სახით მოცემულია ნახაზზე 22.



ა)



ბ) და გ)

მასა, კგ

ნახ.22. პირის პურის მასის გავლენა პურის გულის ფენის სისქეზე (ა), ტემპერატურაზე (ბ) და პურის სიმაღლეში ზრდაზე (გ)

აღნიშნული გრაფიკები ამტკიცებს: ა) მოცულობაში მატების შეწყვეტის მომენტში პურის გულის ფენის სისქე მით მეტია, რაც მეტია მისი მასა; ბ) ცომის ნაშადის მოცულობაში მატება მით მეტია, რაც მეტია მისი მასა; გ) ცომის ნაშადის მოცულობაში მომატების შეწყვეტის მომენტში პურის გულის ცენტრში ტემპერატურა მით ნაკლებია, რაც მეტია ნაშადის მასა.

დასაყოვნებელი კარადიდან მოცულობაში თითქმის ჩამოყალიბებული 30°C ტემპერატურის მქონე ცომის ნაჭერი თავსდება საცხობი ღუმელის საკანში. ამ დროს ხდება მწვავე ორთქლის მიწოდება, რაც განპირობებულია იმ გარემოებით, რომ ცხობის დასაწყისში ცომის ზედაპირი იყოს პლასტიკური, ადვილად ემორჩილებოდეს მოცულობაში მატებას. დაუნოტივებელ საკანში გამომცხვარი პურის ქერქი ხასიათდება ღია შეფერილობით და დამსკდარი ზედაპირით, რაც წარმოადგენს პურის დეფექტს.

ცომის ნამზადის მოცულობაში მომატებას ხელს უწყობს საცხობი საკნის დატენიანება. დადგენილია, რომ დატენიანება ანელებს ქერქის წარმოქმნას და ამცირებს მის სისქეს, შესაბამისად ხელს უწყობს მოცულობაში მატებას.

გამოცხობის ხანგრძლივობა და პურის მზადყოფნის განსაზღვრა

პურისა და ფუნთუშეული ნაწარმის გამოცხობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე, მათ შორის:

1. ნაწარმის მასასა და ფორმაზე;
2. ცხობის სითბოს მიწოდების მეთოდებსა და თბურ რეჟიმზე;
3. გამოცხობის ხარისხზე - ფორმებში ან ქვედებზე;
4. ცომის ნაჭრების დაწყობის სიხშირეზე;
5. ცომის თვისებებზე.

ცხობის ხანგრძლივობა განაპირობებს საცხობი ღუმელების წარმადობას.

დადგენილია, რომ ხორბლის პურის ცხობის პროცესის გახანგრძლივება მკვეთრად ზრდის ქერქში არომატის წარმომქმნელი ნივთიერებების დაგროვებას. დიფუზიის შედეგად ქერქიდან მისი შემცველობა გადადის ქერქზე მიკრულ ფენებში. პურში ქერქის სისქის და შესაბამისად ქერქის წილის გაზრდა იწვევს მასში არა მარტო გემოსა და არომატის წარმომქმნელი ნივთიერებები, არამედ მშრალი კვები-

თი ნივთიერებების მომატებას. თუმცა ცხოვის გახანგრძლივება არარაციონალურია.

გამოცხოვის პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს პურის მზადყოფნის განსაზღვრას, რომელზედაც დამოკიდებულია პურის ხარისხი: ქერქის სისქე და შეფერილობა, პურის გულის თვისებები, მისი ელასტიურობა და სიმშრალე.

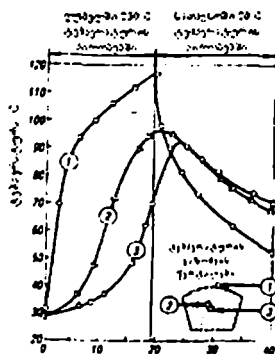
პრაქტიკულად პურის მზადყოფნის განსაზღვრა ხდება ორგანოლექტიკურად. ყველაზე საიმედოა გამომცხვარი პურის გულის დრეკადობის განსაზღვრა თითის დაჭერით. თუმცა აღნიშნული მეთოდი არის სუბიექტური. ამჟამად პურის ცხოვის პრაქტიკაში ყველაზე საიმედოდ ითვლება პურის მზადყოფნის დადგენა პურის გულის ტემპერატურის მიხედვით, რომელიც სხვადასხვა ასორტიმენტისათვის შეადგენს 93-97°C-ს.

პურის მზადყოფნის დადგენის მიზნით ყველაზე მართებულია გულის ტემპერატურის განსაზღვრა. ამ მიზნით ჩატარებული იყო კვლევები. პურის გულის ტემპერატურის გაზომვა ხდებოდა საცხოვი საკნიდან გამოღების მომენტში. ცდები ჩატარებული იყო 400გ მასის ძირისა და ფორმის ხორბლის პურზე. მზადყოფნის განსაზღვრა ხდებოდა ორგანოლექტიკურად (ელასტიურობა, შეხებისას პურის გულის სიმშრალე).

დადგენილი იქნა, რომ პურის კარგად გამოცხოვის მიზნით ფორმის პურისათვის ცენტრში ტემპერატურა უნდა იყოს 70-75°C, მრგვალი ძირის პურისათვის კი 85°C.

მას შემდეგ რაც პური გამოღებული იქნა ღუმელიდან ცენტრში ტემპერატურა იყო 92-94°C, რომელმაც უზრუნველყო გაციებული პურის ნორმალური მდგომარეობა.

როგორც ცდები გვიჩვენებს (ნახ.23) ღუმელიდან გამოღების შემდეგ პურის გულის ცენტრში ტემპერატურის ზრდა განპირობებულია სითბოს გადანაწილებით, მაღალი ტემპერატურის ფენებიდან დაბალი ტემპერატურის ფენებში.



ნახ.23. ცომის ნაშადის ტემპერატურული ველი ცხოვის მომენტში და ღუმელიდან გამოღების შემდეგ

ცხოვის დანაკლისი. მისი განმსაზღვრელი ფაქტორები

ცხოვის დანაკლისი ეწოდება მასათა სხვაობას ცომის ნაჭერსა და გამომცხვარ პურს შორის და გამოისახება პროცენტებში ცომის ნაჭრის მასათან შეფარდებით. ცხოვის დანაკლისი განპირობებულია წყლის, სპირტის უმნიშვნელო რაოდენობის, ნახშირორჟანგის, აქროლადი მჟავების და სხვა აქროლადი ნივთიერებების აორთქლებით.

შერბატენკოსა და ლოღობერიძის მიერ დადგენილია, რომ ჭვავის პურის გამოცხოვისას ცხოვის დანაკლისს განპირობებს შემდეგი ნივთიერებები: წყალი-94,8%, სპირტი-1,46%, ნახშირორჟანგი - 3,27%, აქროლადი მჟავები - 0,31%, ალდეჰიდები - 0,08%.

ცხოვის დანაკლისი დამოკიდებულია პურის სახეობაზე, ფორმასა და მასაზე, აგრეთვე ცხოვის რეჟიმზე და ის შეადგენს 6-14%.

ცხოვის დანაკლისი წარმოადგენს ცომის ზედაპირის გაუწყლოების შედეგს, თუმცა ამ დროს ტენი მთლიანად არ აორთქლდება საცხობ საკანში. ნაწილი ორთქლისა თერმოტენგამტარიანობის გამო გადაინაცვლებს პურის გულში. ცხოვის დასაწყისში ქერქის წარმოქმნა ხდება ძირითადად თერმოტენგამტარიანობის ხარჯზე. ცხოვის

დასაწყისში დანოტივებულ არეში შეინიშნება ნამზადის მასის მომატება მის ზედაპირზე ორთქლის კონდენსაციის გამო. ცხოვრების ძირითადი ნაწილი მოდის ცხოვრების მეორე პერიოდზე, როდესაც წარმოიქმნება ქერქი ზედაპირიდან ტენის აორთქლების გამო.

აქედან გამომდინარე, ცხოვრების დანაკლისის შემცირების მიზნით მიზანშეწონილია ცხოვრება დასრულდეს საცხოვრებელი საკნის დაბალი ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში.

ცხოვრების დანაკლისი პურის მომზადების პროცესში ითვლება ერთ-ერთ ძირითად დანაკარგად, თუმცა მის გარეშე წარმოუდგენელია ქერქის წარმოქმნა.

პურის ცალკეული ასორტიმენტი უნდა შეიცავდეს გარკვეული სისქის ქერქს, ამიტომ ცხოვრების დანაკლისის სიდიდეც უნდა იყოს ოპტიმალური აღნიშნული ასორტიმენტისათვის.

ცხოვრების დანაკლისი დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე: რაც მეტია ცომის მასა, მით ნაკლებია ცხოვრების დანაკლისი; თანაბარი მასის შემთხვევაში, ცხოვრების დანაკლისი მით მეტია, რაც მეტია პურის ხვედრითი ზედაპირი; ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს ცომის ღია, ანუ აქტიურ ზედაპირს. ძირის პურისთვის აქტიურია მთელი ზედაპირი ქვედა ნაწილის გამოკლებით. ფორმის პურისათვის კი აქტიურია ის ზედაპირი, რომელიც არ ეხება ყალიბს. ცხოვრების დანაკლისზე დიდ გავლენას ახდენს პურის კონფიგურაცია.

ცხოვრების დანაკლისზე დიდ გავლენას ახდენს საცხოვრებელი საკნის ტემპერატურა ცხოვრების მეორე პერიოდში. რაც მეტია ამ დროს თბური დამაბულობა, მით მეტია ცხოვრების დანაკლისი.

საცხოვრებელი საკნის დასანოტივებელი არეს ფარდობითი ტენიანობის მატება ამცირებს ცხოვრების დანაკლისს. რაც მეტია პურის მოცულობა, თანაბარ პირობებში, მით მეტია ცხოვრების დანაკლისი.

პურის გამოცხობა სხვადასხვა ტიპის ღუმელებში გამოცხობის ახალი მეთოდები

პურის შეწვა (დაბრაწვა). ჰკავის პურის ზოგიერთი ასორტიმენტის გამოცხობისას (მაგალითად, რიგული პური, მინსკის, უკრაინული) გამოიყენება ცომის ნამზადის წინასწარი შეწვა, ანუ დაბრაწვა საცხობ საკანში $320-350^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე 4-5 წუთის განმავლობაში. ამ პერიოდში ცომის ნამზადის ზედაპირზე ჩნდება თხელი აფსკი-ქერქი. დაბრაწვის (შეწვის) შემდეგ ხდება ცომის ნაჭრების გამოლევა ღუმელიდან და ზედაპირის დასველება წყლით. გარკვეული პერიოდით დაყოვნების შემდეგ თავსდება ღუმელში ცხობის დასასრულებლად. საცხობი საკნის ტემპერატურაა 320°C .

აღნიშნული მეთოდით გამომცხვარი პური ხასიათდება გაცილებით სქელი ქერქით და სპეციფიური სასიამოვნო სურნელით, გემოთი და არომატით. შეწვით პურის გამოცხობა ამცირებს ცხობის ხანგრძლივობას.

ჩვეულებრივ საცხობ ღუმელებში რადიაციულ-კონვექტიური ცხობის გარდა შეიძლება გამოვიყენოთ გამოცხობის სხვა ხერხებიც.

სითბოს მიწოდების ან გენერაციის თვალსაზრისით გამოცხობის ყველა ცნობილი ხერხი კლასიფიცირებულია შემდეგნაირად:

I. ხერხები, რომლის დროსაც სითბო ნამზადს მიეწოდება გარედან:

- 1) რადიაციულ-კონვექტიული ცხობა ჩვეულებრივ ღუმელებში.
- 2) ცხობა საცხობ ღუმელებში ინფრაწითელი გენერატორებით (ИК) მოკლელტალღოვანი გამოსხივებით.

3) გამოცხობა ჩაკეტილ საკნებში ორთქლის ატმოსფეროში.

ა) ნაჯერი ორთქლის ატმოსფეროში.

ბ) ცხობის დაწყება ნაჯერი ორთქლის ატმოსფეროში, ცხობის დასრულება გადახურებული ორთქლის ატმოსფეროში.

II. ხერხები, რომლის დროსაც სითბო გამოიყოფა თვით ცომის ნამზადში:

- 1) გამოცხობა ელექტრო-კონტაქტური გახურების გამოყენებით.

2) გამოცხობა მაღალი ან ზემადალი სიხშირის ელექტრომაგნიტურ ველში.

III. გამოცხობის კომბინირებული ხერხები:

1) გამოცხობა ღუმელებში|მაღალი სიხშირის ან ინფრაწითელი ხერხების ერთდროული გამოყენებით.

2) გამოცხობა, რომელიც მიმდინარეობს თავდაპირველად მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტურ ველში, შემდგომ კი სრულდება ინფრაწითელი გახურებით.

3) გამოცხობა ინფრაწითელი ან ელექტროკონტაქტური გათბობის ერთდროული გამოყენებით.

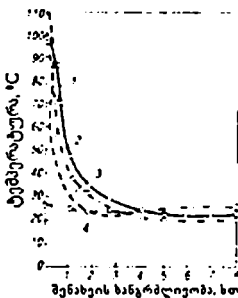
4) გამოცხობა თანმიმდევრული გახურებით – ჯერ ელექტროკონტაქტური, შემდეგ კი ინფრაწითელი.

აღსანიშნავია, რომ პრაქტიკულად პურისა და ბურფუნთუშეული ნაწარმის გამოსაცხობად გამოიყენება რადიაციულ-კონვექციური ცხობის მეთოდი.

თავი მერვე პურის შენახვა

ღუმელიდან გამოღებული პური ცივდება. შეშრობის გამო კარგავს მასას (იკლებს წონაში). პურის შენახვისას იცვლება მისი ხარისხიც.

ღუმელიდან გამოსვლის მომენტი პურის ქერქის ტემპერატურა ზედაპირზე ტოლია 180°C , პურის გულისა ქერქის საზღვარზე- 100°C . საშუალოდ კი- 130°C . ამ დროს ქერქის ტენიანობა ნულის ტოლია. პურის გულის ტემპერატურა უახლოვდება 100°C , ტენიანობა კი 1-2%-ით აღემატება ცომის საწყის ტენიანობას.



ნახ.24.გაცივების პროცესში ტემპერატურის ცვლილება პურის სხვადასხვა ფენებში

1. გულის ცენტრში
2. ქერქთან ახლომდებარე პურის გულში; 3. ქერქის; 4. სათესლოს.

პურის გაცივება, შეშრობის დანაკლისი. პურის შესანახ განყოფილებაში მოხვედრის მომენტიდან, სადაც ტემპერატურა უდრის $18-25^{\circ}\text{C}$, პური სწრაფად ცივდება და შეშრობის შედეგად იკლებს მასაში. პურის გაცივება იწყება პურის ზე-

დაპირული ფენებიდან და თანდათანობით გადაინაცვლებს ცენტრისკენ.

ნახაზზე 24 ნაჩვენებია $24-26^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის პირობებში შენახვისას I ხარისხის ხორბლის ფქვილიდან გამომცხვარი ბატონის ტემპერატურის ცვლილება. როგორც გრაფიკიდან ჩანს ყველაზე სწრაფად ცივდება ქერქი.

ღუმელიდან გამოღებისას ნაწარმის ტემპერატურა მყისიერად მცირდება 110°C -მდე. ქერქის ქვედა ფენის ტემპერატურა ტოლია 96°C , პურის გულის ცენტრში კი - 98°C . ერთსაათიანი გაცივების შემდეგ ბატონის გულის ცენტრში ტემპერატურა დაახლოებით 13°C -

ით აღმატება ქერქის ქვედა ფენის ტემპერატურას, ხოლო ქერქის ტემპერატურას – 16°C -ით. ტემპერატურული გრადიენტი 2 სთ-იანი შენახვისას თანდათან მცირდება.

პურის ქერქსა და გულს შორის ტემპერატურული გრადიენტი ღუმელიდან გამოსვლისას არის მაღალი და ეცემა ნულამდე პურის გაცივების პროცესში. ტენიანობის გრადიენტი მნიშვნელოვნად იცვლება გაცივების პირველ წუთებში, შემდეგ კი ცვლილება არის უმნიშვნელო.

ღუმელიდან პურის გამოღების მომენტიდან ტენის ნაწილისა და აქროლადი ნივთიერებების აორთქლების ხარჯზე იწყება შეშრობა. ამასთან ერთად მიმდინარეობს ტენის გადანაწილება მზა ნაწარმის მთლიან მოცულობაში. ღუმელიდან გამოსვლისას პურის ქერქი პრაქტიკულად გაუწყლოებულია. ის სწრაფად ცივდება, შიგა და გარე ფენებს შორის ტემპერატურის და კონცენტრაციის სხვაობის შედეგად ტენი პურის გულიდან გადაადგილდება ქერქისკენ.

ქერქის გაცივება და დატენიანება დამოკიდებულია პურის შესახი სათავსოს ტემპერატურაზე, მზა ნაწარმის მასაზე და დაწყობის პირობებზე. პურის გულის ტენიანობა თანდათან მცირდება.

პურის ინტენსიური შეშრობის ერთ-ერთ ძირითად განმაპირობებელ ფაქტორს წარმოადგენს პურის გულის მაღალი ტემპერატურა, რომელიც ქმნის ტემპერატურულ გრადიენტს ქერქსა და გულს შორის. ეს გრადიენტი კი იწვევს ტენის გადანაცვლებას ქერქისკენ.

სათავსოს ტემპერატურამდე პურის გაცივების შემდეგ ტემპერატურული გრადიენტი უტოლდება ნულს, წყდება ტენის თერმოდინამიკა და პურის ინტენსიური შეშრობა.

პურის შეშრობის სიჩქარეს განსაზღვრავს ღუმელიდან გამოსული პურის ტემპერატურა. რაც დაბალია პურის ტემპერატურა ღუმელიდან გამოსვლისას, მით ნაკლებია შეშრობის დანაკლისი.

ამრიგად, ღუმელიდან გამოღებული პურის გაცივების პროცესი არის ფაქტორი, რომელიც განაპირობებს ზედაპირიდან ტენის აორთქლებას (გარე დინამიკა) და პურის შიგნით ტენის გადანაწილებას

(თბური და კონცენტრაციული დიფუზია), შესაბამისად განსაზღვრავს პურის შემორობის სიჩქარეს.

პურის საერთო მასა (გაუ) შედგება აბსოლუტურად მშრალი ნივთიერებების (გშ) და ტენის მასისაგან (გტ). პურის ტენიანობა (W) გამოისახება %-ში:

$$W_{\text{აუ}} = (\text{გტ} / \text{გაუ}) \times 100$$

შრობის თეორიაში მიღებულია საშრობი მასალის ჯამური (ინტეგრალური) ტენიანობა (W_x). W^0 არის ნივთიერებაში ტენის შემცველობის ფარდობა მასში აბსოლუტურად მშრალი ნივთიერებების შემცველობასთან, გამოისახება %-ში

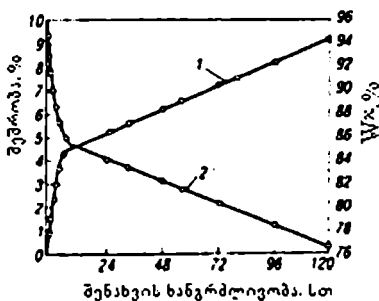
პურის ბუნებრივ შემორობის დროს მიღებულია $W_{x_{\text{აუ}}} = (\text{გტ} / \text{გშ}) \times 100$

გამოსაშრობი მასალისათვის ჯამური ტენიანობა (W_x) მნიშვნელოვნად მაღალია ნაწარმის ტენიანობაზე W.

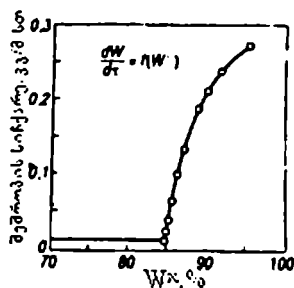
ურთიერთგადაანგარიშებისათვის გამოიყენება ფორმულა

$$W = W_x / (100 + W_x) \times 100\% \quad \text{ან} \quad W_x = W / (100 - W) \times 100\%.$$

დუმელიდან გამოსვლის შემდეგ შენახვისას პურის შემორობის პროცესი გრაფიკულად მოცემულია ნახაზებზე 25 და 26.



ნახ. 25. პურის შემორობის (1) და შრობის (2) მრუდები



ნახ. 26. პურის შრობის სიჩქარის მრუდი

შემორობის მრუდები (ნახ. 25) ასახავს პურის ჯამური ტენიანობის (1) და მასის (2) ცვლილებას შენახვის ხანგრძლივობიდან დამოკი-

დებულებით.

პურის შრობის სიჩქარის მრუდები ახასიათებს ჯამური ტენიანობის ცვლილების სიჩქარეს dW_x/dt , როგორც W_x -ის ფუნქცია.

პურის ბუნებრივი შემშრობისას დგება ისეთი მომენტი როცა შემშრობის სიჩქარე სწრაფად მცირდება პურის გაცივებასთან ერთად და ხდება პრაქტიკულად მუდმივი. განსაკუთრებულად მკაფიოდ ეს მომენტი შეესაბამება $W_x=85\%$ ჯამურ ტენიანობას (ნახ.26).

ამრიგად, პურის შემშრობა შეიძლება გავყოთ ორ პერიოდად: I- პურის შემშრობის ცვლადი სიჩქარის პერიოდი და II- პურის შემშრობის მუდმივი სიჩქარის პერიოდი.

როგორც ნახაზებიდან 25 და 26 ჩანს პურის შემშრობის სიჩქარე ყველაზე მაღალია პირველ პერიოდში და შედარებით დაბალია მეორე პერიოდში. ამიტომ შემშრობის დანაკლისის შემცირების მიზნით მიზანშეწონილია პირველი პერიოდის შემცირება.

პირველი პერიოდის შემცირების ყველაზე ეფექტური ხერხია ღუმელიდან გამოღებული პურის სწრაფი გაცივება.

შემშრობის დანაკლისზე მოქმედი ფაქტორები

შემშრობაზე გავლენას ახდენს: ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და სიჩქარე, პურის ტენიანობა, ცხობის დანაკლისი, პურის გამოცხობის ხერხი (ფორმაში თუ ქვედზე), პურის მოცულობა და მასა, პურის შენახვის პირობები.

რაც დაბალია შესაძლოა განყოფილების ტემპერატურა, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს პურის გაცივება და მით ნაკლებია შემშრობის დანაკლისი. აღსანიშნავია, რომ ყველაზე მცირე შემშრობის დანაკლისი არის პურის გაყინულ მდგომარეობაში შენახვისას. რაც მაღალია ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, მით უფრო ნელა მიმდინარეობს შემშრობა.

მეცნიერული კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ რაც მეტია პურის ტენიანობა, მით მეტია შემშრობის დანაკარგები.

როგორც ცნობილია ფორმის პურის ცხობის დანაკლისი ნაკლებია, ძირის პურისაზე. შესაბამისად შეშრობის დანაკლისი ფორმის პურისა უფრო მეტია, ვიდრე ძირის პურის.

პურის დაფაშრება (დაბეღება)

პურის შენახვისას ჩვეულებრივ ტემპერატურულ პირობებში (15-25°C) დაახლოებით 10-12 საათის შემდეგ შეიმჩნევა დაფაშრების ნიშნები, რომელიც ძლიერდება შენახვის ხანგრძლივობის შესაბამისად.

მომხმარებელმა ორგანოლეპტიკურად შეიძლება შეიგრძნოს და გამოავლინოს პურის თვისებების შემდეგი ცვლილებები:

1) პურის გულის რეოლოგიური თვისებები: ახალი გამომცხვარი პურის გული არის რბილი, ნაკლებად ფხვიერი, კუმშვადი. შენახვის დროს პურის გული ხდება მაგარი, ცუდად კუმშვადი, ფშვნადი.

2) ქერქის რეოლოგიური თვისებები: გლუვი, მაგარი და მსხვრევადი პურის ქერქი შენახვის დროს ხდება რბილი, ელასტიური, ზოგჯერ ნაოჭდება კიდეც.

3) პურის არომატი და გემო: ახლად გამომცხვარ პურს აქვს მკვეთრად გამოხატული სასიამოვნო გემო და არომატი, რომელიც შენახვის პროცესში თანდათანობით ქრება. ხანგრძლივი შენახვის შემდეგ პური იძენს ძველი პურისათვის დამახასიათებელ სპეციფიკურ არომატსა და გემოს.

გემოს და არომატის დაკარგვა განპირობებულია აქროლადი ნივთიერებების შემცირებით. შესაძლებელია, რომ გარკვეულ როლს თამაშობს არომატის წარმომქმნელი ნივთიერებების ცალკეული კომპონენტების დაჟანგვის პროცესები.

გამომცხვარი პურის შენახვისას ქერქის არომატული და გემოვნებითი ნივთიერებები ნაწილობრივ გადაინაცვლებს პურის გულში ისე როგორც ცხობის პროცესში.

პურის დაფაშრების პროცესის არსი. მიუხედავად იმისა, რომ პუ-

რის დაფაშრების პროცესს მეცნიერები სწავლობენ 100 წელზე მეტია, ამ პროცესის მექანიზმი ჯერ კიდევ არ არის სრულად ახსნილი. პურის დაფაშრება არ არის შემრობის შედეგი. დადგენილია, რომ პურის დაფაშრება შეიძლება მოხდეს ტენის დაკარგვის გარეშეც. პურის დაძველებისას პურის გულის რეოლოგიური თვისებების ცვლილება არის არა მიზეზი, არამედ დაძველების შედეგი. დადგენილია, რომ დაძველებისას ადგილი აქვს პურის გულის მიკროსტრუქტურის ცვლილებას.

როგორც ცნობილია პურის გული წარმოადგენს კოაგულირებულ ცილას, რომელზეც გადაკრული არის ნაწილობრივ კლეისტერიზირებული სახამებელი. ახლად გამომაცხვარ პურში სახამებლის მარცვლები მთლიანად არის მიკრული ცილის ზედაპირზე, მათ შორის გამყოფი ზღვარი არ შეიმჩნევა.

დაძველებულ პურში ნაწილობრივ კლეისტერიზირებული სახამებლის მარცვლები ჩანს უფრო მკვეთრად, რადგან მისი ზედაპირის ირგვლივ წარმოიქმნება თხელი ჰაერის შრე. რაც ძველია პური მით მკვეთრია ჰაერის ფენა, რაც ამტკიცებს სახამებლის მარცვლის მოცულობის შემცირებას.

პურის დაძველებისას ფორებს შორის კედლების ცილის სტრუქტურებში რაიმე ცვლილებები პრაქტიკულად არ შეიმჩნევა.

დაძველების დროს მცირდება პურის გულის ჰიდროფილური თვისებები. მცირდება გულის გაჯირჯვების უნარი, მცირდება გულის წყლიანი სუსპენზიის სიბლანტე. აღნიშნული ცვლილებები იწვევს რეოლოგიური თვისებების ცვლილებებს. აღნიშნული ცვლილებები არის შედეგი იმ საწყისი ცვლილებებისა, რომლებიც მიმდინარეობენ პურის დაძველების დროს.

პურის დაფაშრება აიხსნება სახამებლის რეტროგრადაციით. ცხობის პროცესში კოაგულირებული ცილებიდან გამონთავისუფლებული წყლის შთანთქმის ხარჯზე სახამებელი განიცდის ნაწილობრივ კლეისტერიზაციას. რის შედეგად სახამებელი გადადის საწყის კრისტალური მდგომარეობიდან ამორფულში. გამომცხვარი

პურის შენახვისას კი პურის გულში მიმდინარეობს შებრუნებული პროცესი-სახამებლის ამორფული მდგომარეობიდან კრისტალურ მდგომარეობაში გადასვლა, რომელსაც ეწოდება სახამებლის რეტროგრადაცია. ამ დროს სახამებლის სტრუქტურა ხდება უფრო მკვრივი, მცირდება წყალში ხსნადობა და გამოიყოფა კლეისტერიზაციის დროს შთანთქმული წყლის ნაწილი.

კატცის გამოკვლევების მიხედვით პურის გულის სახამებელი წარმოადგენს ორი ფორმის (α და β ფორმის) თერმოდინამიურად შეწონასწორებულ სისტემას. სახამებლის α ფორმა არის ადვილად ხსნადი და დამახასიათებელია ახალი პურისათვის. β ფორმა კი დამახასიათებელია დაძველებული პურისათვის. α ფორმა მდგრადია 60°C -ზე მაღალ ტემპერატურაზე. ამიტომ ამ დროს სახამებლის რეტროგრადაცია და დაფაშრება არ მიმდინარეობს. უფრო დაბალ ტემპერატურაზე (დაახლოებით -2°C) α ფორმა გადადის β ფორმაში, რომელიც არის დამახასიათებელი დაფაშრებული პურისათვის. რაც უფრო დადბანს ინახება პური α ფორმის უფრო მეტი სახამებელი გადადის β ფორმაში.

უკანასკნელი გამოკვლევების შედეგების მიხედვით სახამებლის რეტროგრადაცია განიხილება როგორც მისი სტრუქტურული ელემენტების აგრეგაციის პროცესი. კერძოდ სხვადასხვა მეცნიერები ამტკიცებენ, რომ ამ დროს ხდება როგორც ამილოზის ასევე ამილოპექტინის ფრაქციების სტრუქტურული ცვლილებები. დაფაშრების პროცესი განიხილება, როგორც კლეისტერიზირებული სახამებლის სინერეზისი.

დაძველების დროს პურის გულის ცილების ცვლილება არის იმდენად უმნიშვნელო, რომ პრაქტიკულად არ განიხილება. აღნიშნავენ მხოლოდ, რომ სახამებლიდან გამოყოფილი წყალი შთანთქმება ცილების მიერ. გამოკვლევების შედეგად დადგენილია, რომ რაც მეტია პურში ცილის შემცველობა მით ნაკლებად მიმდინარეობს დაძველების პროცესი. დაძველების პროცესში წამყვანი როლი მოდის სახამებელზე, რადგან ცილებში ცვლილებები მიმდინარეობს ნელა სახამებელთან შედარებით.

თავი მეცხრე პურის გამოსავლიანობა და ასორტიმენტი

ყველა სახის პურ-ფუნთუშეულ ნაწარმზე მტკიცდება რეცეპტურა. რეცეპტურა ეწოდება ნედლეულის დასახელებას და რაოდენობას, რომელიც ემატება ყოველ 100 კგ ფქვილზე. დასამატებელი წყლის რაოდენობა იანგარიშება მზა ნაწარმის და ნედლეულის სინესტეების მიხედვით. პურ-ფუნთუშეულის წარმოებაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება პურის გამოსავლიანობას.

პურის გამოსავლიანობა არის 100 კგ ფქვილისა და რეცეპტურით გათვალისწინებული ნედლეულისაგან მიღებული პურის რაოდენობა კგ-ში.

გამოსავლიანობა იანგარიშება ფორმულით:

$$Q_{\text{პურ-ფუნდ}} = \frac{(100 - W_{\text{ნედ}})}{100 - W_{\text{ც}}} \cdot (1 - 0,01\Delta G_{\text{დუღ}}) (1 - 0,01\Delta G_{\text{ცხ}}) (1 - 0,01\Delta G_{\text{შეშ}})$$

სადაც, $Q_{\text{ფუნდ}}$ - ნედლეულის საერთო რაოდენობაა, კგ

$W_{\text{ნედ}}$ - ნედლეულის საშუალო შეწონილი ტენიანობა, %

$W_{\text{ც}}$ - ცომის ტენიანობა, % $W_{\text{საშ}}$

$\Delta G_{\text{დუღ}}$ - დანაკარგები დუღილზე, % (1-3%)

$\Delta G_{\text{ცხ}}$ - ცხობის დანაკლისი, % (6-14%)

$\Delta G_{\text{შეშ}}$ - შემრობის დანაკლისი, % (22-3%)

$$W_{\text{ც}} = W_{\text{ა}} + n$$

სადაც - $W_{\text{ა}}$ პურის სტანდარტული ტენიანობა, (%)

n - სხვაობა ცომისა და პურის ტენიანობას შორის, %; აიღება 0,5- 2.

ცომის გამოსავლიანობა გამოიანგარიშება შემდეგნაირად, %

$$Q_{\text{ცომ-ფუნდ}} = \frac{100 - W_{\text{საშ}}}{100 - W_{\text{ც}}}$$

პურის გამოსავლიანობა საშუალოდ ტოლია 120-200%, ასორტიმენტის მიხედვით.

პურის გამოსავლიანობაზე გავლენას ახდენს ფქვილის ტენიანობა და მისი პურის ცხობის თვისებები, ცომის ტენიანობა, დამატე-

ბითი ნედლეულის რაოდენობა, ტექნოლოგიური დანაკარგები და სხვა ტექნოლოგიური ფაქტორები.

რაც ნაკლებია ფქვილის ტენიანობა, მით მეტი შეიძლება იყოს დასამატებელი წყლის რაოდენობა. გამოსავლიანობა იანგარიშება ფქვილის საბაზისო ტენიანობიდან, რომელიც ტოლია 14,5%.

ცუდი პურის ცხოვის თვისებების ფქვილიდან პრაქტიკულად შეუძლებელია ნორმალური გამოსავლიანობის პურის მიღება ხარისხის გაუარესების გარეშე.

რაც მეტია რეცეპტურით გათვალისწინებული დასამატებელი ნედლეულის რაოდენობა მით მეტია პურის გამოსავლიანობა.

რაც მეტია ცომის ტენიანობა, მით მეტია პურის გამოსავლიანობა. ცომის ტენიანობის გაზრდით გამოსავლიანობა იზრდება, ხოლო ხარისხი უარესდება, ამიტომ პურის ტენიანობა არის სტანდარტით მკაცრად რეგლამენტირებული.

პურის ასორტიმენტი

პურის მრეწველობაში პროდუქციის ასორტიმენტში შედის: სხვადასხვა სახის პური, პურ-ფუნთუშეული, ნაზავი ნაწარმი, ორცხობილა, ბლითი, ეროვნული, სამკურნალო და დიეტური პურის ნაწარმი.

ჩამოთვლილი ჯგუფები შეიცავს ასობით დასახელებებს და სახეობებს, რომელთა მახასიათებლები მოცემული არის შესაბამის ლიტერატურაში.

აქ განვიხილოთ მხოლოდ პურის ცალკეული ასორტიმენტი.

ჭვავის პური ცეხილი ფქვილისაგან: მზადდება ფორმის ან ძირის, წონითი ან ცალობითი. უბრალო ჭვავის მოხარშული პური, რომლის რეცეპტურაშია 5% ფერმენტირებული (წითელი) ჭვავის ალაო და 0,11% კვლიავი. ჭვავის მოსკოვური პური - ემატება 7% წითელი ჭვავის ალაო, 0,1% კვლიავი. ბოროდინოს პური მზადდება 80% ჭვავის ცეხილი ფქვილისა და 15% ხორბლის II ხარისხის ფქვილისაგან, ემატება 5% წითელი ჭვავის ალაო, 6% შაქარი, 4% ბადაგი და

0,5% კორიანდრი. ჭვავის პური მზადდება აგრეთვე უქატოო და გაცრილი ფქვილისაგან.

ჭვავის პური ცეხილი ფქვილისაგან მზადდება შემდეგი რეცეპტურით: ჭვავის ცეხილი ფქვილი- 100კგ, მარილი - 1,5კგ, მცენარეული ზეთი (ფორმების დასაზეთად)-0,15კგ, დაწნეხილი საფუარი - 0,03კგ.

ჭვავის პურის მომზადება ხორციელდება ორი მეთოდით: 1) საფუარზე ე.ი. ტრადიციული მეთოდით - 4 სტადიით (საფუარიანი თავი ცომი, შუალედური, საწყისი თავი ცომი, ცომი) და 2) ხაშზე (ხაში, ცომი). გამოცხოვის მეთოდის მიხედვით შეიძლება იყოს ფორმის წონითი და ძირის.

ცეხილი ფქვილისაგან ჭვავის პურის მომზადება ითვალისწინებს შემდეგ ოპერაციებს: 1) ცომის მომზადება 2) ცომის დაყოფა, 3) დაყოფილი ცომის დაყოვნება 4) გამოცხოვა 6) გაცივება.

საცხობ ღუმელში ტემპერატურა ცხობის პირველ სტადიაზე უნდა იყოს დაახლოებით 300°C, შემდეგ სტადიებზე 250 და 230°C. გამოცხოვის დასრულების შემდეგ ხდება პურის გაცივება. ხარისხობრივი მაჩვენებლები:

ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები - სწორი ფორმა, ზედაპირი პრიალა, ნაპრალების და ნახეთქების გარეშე, ფერი - ყავისფერი, პურის გული - საკმაოდ ელასტიური.

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები: ტენიანობა -51%, ფორიანობა-42%, მჟავიანობა-12%.



ჭვავის პური ცეხილი ფქვილისაგან

ჭვავ-ხორბლის ან ხორბალ-ჭვავის პური ცეხილი ფქვილისაგან – მზადდება ძირისა და ფორმის, წონითი და ცალობითი, 60% ჭვავის ფქვილისა და 40% ხორბლის ცეხილი ფქვილისაგან, ან პირიქით.

რეცეპტურაში ითვალისწინებენ მოხარშული პურის მომზადებასაც 5% წითელი ჭვავის ალაოს დამატებით.



ხორბლის პური. ხორბლის პური გამოდის უამრავი სახეობისა და დასახელების, ფორმის და ძირის, წონითი და ცალობითი. გამოიყენება უმაღლესი, I და II ხარისხის, ცხვილი ხორბლის ფქვილი.

პური I ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან ცხვება ქვედის და ფორმის. ცომი მზადდება აფრული მეთოდით შემდეგი რეცეპტურით: ფქვილი - 100კგ, საფუარი - 0,7კგ, მარილი - 1,3კგ, მცენარეული ზეთი - 0,15კგ.

ხარისხობრივი მაჩვენებლები:

ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები - სწორი ფორმა, ზედაპირი პრილა, ოქროსფერი-მოყვითალო ფერის, გული კარგად გამომცხვარი, გემო და არომატი ამ სახის პურისათვის დამახასიათებელი.

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები: ფორმის პურის გულის ტენიანობა არაუმეტეს 44%, ფორიანობა - 68%, ქვედის პურისათვის - ტენიანობა 45%, მჟავიანობა - 3°. ფორიანობა - 70%.



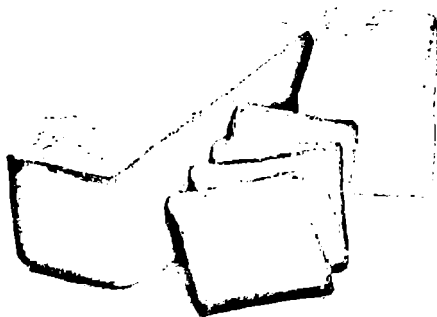
პური I ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან

საბუტერბროდ ფორმის პური I ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან ცხვება წონით 0,5კგ. პურის ცომი მზადდება აფრული მეთოდით შემდეგი რეცეპტურით: ფქვილი- 100კგ, მარილი-1,5კგ, დაწნეხილი საფუარი-2,0კგ, შაქარი-1,0კგ, მარგარინი-0,5კგ, მცენარეული ზეთი – 0,25კგ, წყალი ანგარიშით.

ხარისხობრივი მაჩვენებლები:

ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები- ფორმა სწორკუთხოვანი, სიმეტრიული. ქერქი ნაზი, სწორი, ღია ყვითელი ფერის. გული ელასტიური (ხელის დაჭერის შემდეგ პური აღიდგენს საწყის ფორმას და არ განიცადის დეფორმაცია).

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები: პურის გულის ტენიანობა-43,5% ფორიანობა 70%, მჟავიანობა-3°.



საბუტერბროდ ფორმის პური I ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან

ფუნთუშეული ნაწარმი. ფუნთუშეულ ნაწარმს მიეკუთვნება ძირის ცალობითი ნაწარმი – ბატონი, ფუნთუშა, დაწნილი, დახვეული ნაწარმი, კალაჩი და სხვა 500გ-ზე ნაკლები მასის, რომელთა რეცეპტურაში შედის 7%-ზე ნაკლები შაქარი და 7%-ზე ნაკლები ცხიმი (100 კგ ფქვილზე გადაანგარიშებით).

ზოგიერთი ფუნთუშეული ნაწარმი (მაგალითად უბრალო და ქალაქური ბატონი) რეცეპტურაში სრულიად არ შეიცავს შაქარსა და ცხიმს.

დასერილი ბატონი I ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან ცხვება წონითი – 0,4-0,8კგ. ცომი მზადდება აფრული მეთოდით. ღუმელში

მოთავსებისას ხდება დანამვა წყლით და დასერვა განივზე 4-6 ადგილას. გამოცხოვა ხდება 240-250°C ტემპერატურის პირობებში მწვავე ორთქლის მიწოდებით.

რეცეპტურა: ფქვილი-100კგ, მარილი-1,5კგ, დაწნეხილი საფუარი-1,0კგ, შაქარი-5,0კგ, მცენარეული ზეთი-0,15კგ, მარგარინი-1,0კგ, წყალი.

ხარისხობრივი მაჩვენებლები:

ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები- წაგრძელებული ფორმის მომრგვალებული ბოლოებით, ქერქი ყვითელი ფერის.

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები: პურის გულის ტენიანობა- 43%, ფორიანობა-68%, მჟავიანობა - 3°.



დასერილი ბატონი I ხარისხის ხორბლის ფქვილისაგან

მცირე წონის სხვადასხვა ფორმის ფუნთუშეული ნაწარმს მიეკუთვნება სხვადასხვა ფორმის ნაწარმი: ხვეულები, კვერები, ფუნთუშა ხაშხაშით, ვარდები და სხვ. ნაწარმი მზადდება ხორბლის უმაღლესი, I და II ხარისხის ფქვილისგან აფრული და უაფრო მეთოდით.

ნაწარმის საუკეთესო ფერისა და ნაზი ქერქის ჩამოყალიბების მიზნით გამოცხოვის წინ ნამზადის ზედაპირზე უსვამენ ათქვეფილ კვერცხს ან ტკბილ წყალს. კვერცხის წასმის შემთხვევაში ნაწარმი ცხვება ორთქლის გარეშე, ხოლო ტკბილი წყლით დანამვის შემთხვევაში - ორთქლის არეში.

II ხარისხის ფქვილისაგან დამზადებული მცირე წონის ნაწარმის რეცეპტურა: ფქვილი-100კგ, მარილი-1,5კგ, დაწნეხილი საფუარი-

1,0კგ, შაქარი-5,0კგ, მცენარეული ზეთი -1,0კგ, მარგარინი -1,25კგ, კვერცხი -20ცალი (0,8კგ), წყალი.

I ხარისხის ფქვილისაგან დამზადებული მცირე წონის ნაწარმის რეცეპტურა: ფქვილი-100კგ, მარილი-1,5კგ, დაწნეხილი საფუარი-1,0კგ, შაქარი-6,0კგ, მარგარინი - 3,0კგ, ცხოვველური ცხიმო-1,0კგ, ზეთი-0,15კგ, ხაშხაში-0,5კგ, კვერცხი-20ცალი (0,8კგ), წყალი.

ხარისხობრივი მაჩვენებლები:

ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები: ფორმა სწორი, ქერქი მოყვითალო-მოყავისფერო, გული კარგად გამომცხვარი, ელასტიური, თანაბარი ფორიანობის, არომატი - ნორმალური, გემო - მოტკბო.E

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები: გულის ტენიანობა არა უმეტეს-38-40%, მჟავიანობა -3-3,5°.



მცირე წონის სხვადასხვა ფორმის ფუნთუშეული ნაწარმი

ბლითის ნაწარმი. ბლითის ნაწარმს რგოლის ფორმა აქვს და მრგვალი კვეთი. ბლითი გამოდის სხვადასხვა წონის (6,7 - 11,8 გ ერთი ცალის წონა.) 25-40გ. 50-დან 100-მდე. ბლითის ნაწარმი დაბალი ტენიანობის გამო (9-27%) დიდხანს ინახება და წარმოადგენს თავისებურ პურის კონსერვს.

ბლითის რეგეტურა

ნედლეულის დასახელება	უკრაინული I ხარისხ. ფქვილი ისაგან	ჩვეულებრივი		კვლიაჯით		ხაშხაშით	
		I ხარისხის ფქვილი	უმ. ხარისხის ფქვილი	I ხარისხის ფქვილი	უმ. ხარისხის ფქვილი	I ხარისხის ფქვილი	უმალ. ხარისხ. ფქვილს
		რაოდენობა 1 კგ-ში და ნედლეული (კგ)					
	20	20	20	10-20	20	20	20
ხორბლის ფქვილი	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
დაწნეხილი საფუარი	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
მარილი	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
შაქარი	12,0	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0
მარგარინი	8,0	--	--	--	--	--	--
ხაშხაში	1,5	--	--	--	--	1,0	1,0
მცენარეული ზეთი	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
კვლიაჯი	--	--	--	1,0	1,0	--	--
ბადაგი	--	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
წყალი	--	--	--	--	--	--	--

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები:

ერთი ცალის წონა, გ	მეავიანობა, გრად.	ტენიანობა, %	გაჯირჯება, წთ
100	3	25	10
50	3	22	8

ნაციონალური პური და პურფუნთუშეული ნაწარმი. ცალკეულ რეგიონებში აწარმოებენ პურის “ადგილობრივ” ნაციონალურ სახეობებს. ეს ასორტიმენტი ითვისისწინებს მოსახლეობის ისტორიულად დამკვიდრებულ ჩვევებს. ეროვნული ასორტიმენტი გამოირჩევა ფორმის თავისებურებებით, გარეგნობით, გემოვნებითი და არომატული თვისებებით.

საქართველოში გამოდის: ქართული პური, “მრგვალი”, “შოთი”, “ტრაქტინულ”, “მადაური”, „კუთხიანი“, „ლაზური“ და სხვ. მასით 0,5-1 კგ. ხორბლის უმაღლესი, I ან II ხარისხის ფქვილებისაგან. ჩა:

მოთვლილ ასორტიმენტს რეცეპტურა აქვთ ერთნაირი. განსხვავებაა მხოლოდ ფორმაში.

ნაციონალურის გარდა მზადდება მრავალი სახის დიეტური და სამკურნალო ასორტიმენტი.



ქართული პური

თავი მეთუ პურის ხარისხის გამაუმჯობესებლები

თანამედროვე პურის ცხოებაში გამოიყენება საკვები დანამატები და ხარისხის გამაუმჯობესებლები, რომლებსაც აქვს მოქმედების სხვადასხვა პრინციპი. მათი გამოყენება განპირობებულია შემდეგი ფაქტორებით:

- ფქვილის არასტაბილური ხარისხი;
- გამოყენებული ნედლეულის სახეობისა და ხარისხის მრავალფეროვნება (მათ შორის არატრადიციული);
- შეცვლილი ქიმიური შედგენილობის პურფუნთუშეული ნაწარმის ასორტიმენტის გაფართოება; შენახვის ხანგრძლიობის გაზრდა;
- ტექნოლოგიის გაუმჯობესება (სრულყოფა)-ცომის მომზადების დაჩქარებული და „ცივი“ მეთოდების გამოყენება;
- ცომის მოზელის დროს ინტენსიური მექანიკური ზემოქმედების ახალი მოწყობილობების გამოყენება.

პურის ცხოებაში გამაუმჯობესებლები გამოიყენება ცომის თვისებებისა და მზა ნაწარმის ხარისხის ამაღლების მიზნით. საკვები დანამატები არის ქიმიური ან ბუნებრივი ნივთიერება, რომელიც სუფთა სახით არ გამოიყენება საკვებად და საკვების ტიპიურ ინგრედიენტად. მისი მიზანმიმართული დამატება ხდება როგორც დამატებითი კომპონენტი საკვებ პროდუქტის დამუშავების, გადამუშავების, წარმოების, შენახვის და ტრანსპორტირების დროს. ის საკვებ პროდუქტზე ახდენს პირდაპირ ან ირიბ ზემოქმედებას.

რამდენიმე ათეული წელია სხვადასხვა ქვეყნებში პურის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით გამოიყენება სპეციალური დანამატები. მათი გამოყენებით იზრდება პურის მოცულობა, უმჯობესდება პურის გულის სტრუქტურა და თვისებები, გემო და არომატი. პურის ცხოებაში გამოყენებული დანამატ-გამაუმჯობესებლები იყოფა შემდეგ ჯგუფად:

- დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლები;

- აღმდგენელი მოქმედების გამაუმჯობესებლები;
- ფერმენტული პრეპარატები;
- ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები;
- მოდიფიცირებული სახამებელი;
- მინერალური მარილები;
- კონსერვანტები;
- ხორბლის მშრალი წებოგვარა;
- მშრალი შემჟავებული ნახარშები;
- არომატული და გემოვნებითი დანამატები;
- კომპლექსური გამაუმჯობესებლები.

დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლები

დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლები ფქვილის წარმოებაში გამოიყენება ფქვილის დამწიფების პროცესის დაჩქარებისა და მისი გათეთრების მიზნით; პურის წარმოებაში-სუსტი ფქვილის გადამუშავების დროს, კერძოდ პურის ხარისხის გაუმჯობესებისა და პურის გულის გაღიაფერების მიზნით.

დამჟანგველი აგენტები პირობითად შეიძლება მიკუთვნებული იქნას სამ ჯგუფს- A, B და C.

ჯგუფი A — მათეთრებელი მოქმედების: ათეთრებს და გავლენას არ ახდენს ფქვილის დამწიფების პროცესზე (ბენზოლის ზეჟანგი, ცხიმოვანი მჟავების ზეჟანგები, სხვა ორგანული ზეჟანგები, ფერმენტული პრეპარატები და სხვ.).

ჯგუფი B — გამაძლიერებელი მოქმედება: ზრდის მოცულობას, აუმჯობესებს პურის გულის სტრუქტურას და ფერს (არა ფქვილის ფერს) (ასკორბინის, ქარვის, რძის მჟავები, აზოდისკარბონამიდი, კალციუმის ზეჟანგი და სხვ.).

ჯგუფი C — ერთრდროულად როგორც მათეთრებელი, ისე გამაძლიერებელი მოქმედება: ათეთრებს ფქვილს და აჩქარებს მისი დამწიფების პროცესს (ჟანგბადი, ოზონი, აზოტის ჟანგი, აზოტისა

და ქლორის ორჟანგი და სხვ.

დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლები იწვევს ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის და „ლორწოების“ ცვლილებას. კერძოდ, ფქვილი ხდება უფრო ძლიერი, უმჯობესდება ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები, იზრდება მისი აირის დაჭერის და ფორმის შენარჩუნების უნარი, იზრდება ხვედრითი მოცულობა, მცირდება ძირის პურის განთხევადება.

პურის ცხობის ტექნოლოგიაში გამოიყენება შემდეგი გამაუმჯობესებლები: ასკორბინის მჟავა (E300), კალციუმის ზეჟანგი (E930), აზოდიკარბონამიდი (E927), ბენზოლის ზეჟანგი (E938), კალციუმის სულფატი (E516), პროდუქტები ლიპოქსიგენაზას აქტივობით (სოიოს ფქვილი და სხვ.), დამჟანგველი მოქმედების ფერმენტები (ოქსიდაზები, პეროქსიდაზები და სხვ.).

კალიუმის ბრომატი $KBrO_3$ აღდგენისას წარმოქმნის KBr -ს; კალიუმის იოდატი KIO_3 კი შესაბამისად KI -ს. ხშირ შემთხვევაში მათ იყენებენ წყალხსნარების სახით ცომის მოზელის დროს. კალიუმის ბრომატი ემატება 0,001 – 0,004% ოდენობით (ფქვილის მასაზე გადაანგარიშებით) II ფაზაში – ცომში, კალიუმის იოდატის რაოდენობა შეადგენს 0,0004 – 0,0008%. ბოლო პერიოდში აღნიშნული გამაუმჯობესებლების გამოყენება აკრძალულია ჯანმრთელობის დაცვის ორგანიზაციების მიერ.

ასკორბინის მჟავა (ვიტამინი C) წარმოადგენს უნიკალურ დანამატს კვების ჰიგიენისა და ფიზიოლოგიის თვალსაზრისით. ცომისა და პურის ხარისხზე ასკორბინის მჟავას გამაუმჯობესებელი მოქმედება პირველად შეამჩნია დანიელმა მკვლევარმა იორგენსენმა. ამ გამაუმჯობესებლის მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად. ფქვილში არის ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტული სისტემა, რომელიც შეიცავს ასკორბინის მჟავას ოქსიდაზას (ასკორბინატოქსიდაზა) და დეჰიდრო-ასკორბინატრედუქტაზას.

პირველ სტადიაზე ასკორბინატოქსიდაზა აკატალიზებს ასკორბინის მჟავას დაჟანგვას და გარდაქმნის მას დეჰიდრო-ასკორბინ-

მყავად.

დეჰიდრო-ასკორბინმყავას მოქმედება იწვევს პურის ხარისხის გაუმჯობესებას. მეორე სტადიაზე ფერმენტი დეჰიდროასკორბინატრედუქტაზა ფქვილის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსის -SH შემცველი კომპონენტების თანაობისას (აღვნიშნოთ ისინი როგორც R-SH) აკატალიზებს დეჰიდრო-ასკორბინის მყავას აღდგენას ასკორბინის მყავად. ამ დროს $2R-SH$ გარდაიქმნება $R-S-S-R$ -ად, რის შედეგადაც მოხდება თვით პროტეინაზასა და პროტეოლიზის აქტივაციის (მაგალითად გლუტათიონის) ინაქტივაცია. აგრეთვე ცილის სტრუქტურის გამკვრივება ბისულფიტური ხიდების "შეერთების" ხარჯზე. ამ დროს უმჯობესდება ცომის რეოლოგიური თვისებები, მისი აირი დაჭერისა და ფორმის შენარჩუნების უნარი, რის გამოც მატულობს მოცულობა.

აღმდგენელი მოქმედების გამაუმჯობესებლები

ცომის ფიზიკურ თვისებებზე აღმდგენელი მოქმედების გამაუმჯობესებლების მოქმედების პრინციპი დამყარებულია გამაუმჯობესებლების მოქმედების საპირისპიროა. აღმდგენლების მოქმედებით იზრდება წებოგვარას ჭიმვადობა და მცირდება დრეკადობა, ხდება ცომის დამწიფების დაჩქარება და უმჯობესდება ძალიან ძლიერი ფქვილისაგან მომზადებული პურის ხარისხი. აღნიშნულ ჯგუფს მიეკუთვნება ნატრიუმის თიოსულფატი ($E539$), L-ცისტეინი და მისი კალიუმისა და ნატრიუმის მარილები ($E920$), გლუტათიონი (მისი აღდგენითი ფორმა), ფერმენტული პრეპარატები (აქვს აღმდგენელი მოქმედების უნარი), დესტრუქტურიზებული წებოგვარას რამდენიმე სახეობა, დამუშავებული პურის საფუარის მშრალი ექსტრაქტები.

ფერმენტული პრეპარატები

ფერმენტული პრეპარატების გამოყენებას პურის მრეწველობაში მრავალსაუკუნოვანი ისტორია აქვს. მათი დანიშნულებაა პურის მომზადების სხვადასხვა ეტაპზე პრეპარატში შემავალი ფერმენტების კატალიზური მოქმედებით ბიოქიმიური პროცესების ფორსირება. ამ პროცესის დაჩქარების საბოლოო მიზანია ტექნოლოგიური პროცესების ინტენსიფიკაცია, პურის ხარისხის გაუმჯობესება, ბიოლოგიური ღირსების ამაღლება.

მეტად მნიშვნელოვანია ამილოლიზური და პროტეოლიზური ფერმენტები, რომლებიც განაპირობებენ გაფუების პროცესში ცომის აირის დაჭერისა და ფორმის შენარჩუნების უნარს. მეტად მნიშვნელოვანია ლიპოქსიგენაზა, რომელიც დიდ როლს თამაშობს ფქვილის დამწიფების პროცესში, ცომის რეოლოგიური თვისებებისა და პურის გულის ფერზე მოქმედი ჟანგვით პროცესებში.

გამოიყენება შემდეგი ფერმენტული პრეპარატები: ალაო (α -ამილაზას, პროტეოლიზური და სხვა ფერმენტების წყარო), პრეპარატები, რომლებშიც აქტიურია α -ამილაზა, გლუკოამილაზა (ლაქტაზა), ციტოლიზური და ცელულოზური ფერმენტები (პენტოზანა, ჰემი-ცელულაზა, α -გლუკანაზა და სხვ.) და სხვა.

ასე მაგალითად, α -ამილაზა და ჰემიცილულაზა მონაწილეობს სახამებლის დაშლაში მარტივ შაქრებამდე. მარტივი შაქრები კი აუცილებელია საფუარის უჯრედების საკვებად, ცომის წყლის შთანთქმისა და აირის წარმოქმნის უნარის გაზრდისათვის, ცომის ნაშადის სტაბილური ფორმის უზრუნველყოფისათვის.

ფერმენტების გამოყენება ხელს უწყობს პურის კარგი მოცულობის ჩამოყალიბებას, თხელი ქერქის მიღებას, დაძველების პროცესის შენელებას, პურის გულის ელასტიურობის გაზრდასა და ფოროვანი სტრუქტურის გაუმჯობესებას.

სუსტი ფქვილის გადამუშავების შემთხვევაში ფერმენტულ პრეპარატებთან ერთად საჭიროა დამჟანგველი აგენტების გამოყენება,

რადგან ფერმენტული პრეპარატები შეიძლება შეიცავდეს პროტეაზას, რომელიც მნიშვნელოვნად ასუსტებს წებოგვარას. ფერმენტაციული პროცესების ხანგრძლივად მიმდინარეობის გამო ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება მიზნშეწონილია აფარში ან ნახარშში.

ალაო და ალაოს პრეპარატები. მრეწველობა აწარმოებს ჭვავის ფერმენტირებულ და არაფერმენტირებულ ალაოს. ჭვავის წითელი ფერმენტირებული ალაო მიიღება ჭვავის მარცვლის აღმოცენებით, მისი ფერმენტაციის (ღნობა), შრობითა და დაფქვით. არაფერმენტირებული ალაო (ღია ფერის, ღნობის გარეშე) კი მიიღება იგივე გზით, მხოლოდ ფერმენტაციის გარეშე.

ფერმენტირებულ ალაოში ფერმენტების აქტივობა უმნიშვნელოა, ამიტომ ფერმენტირებული ალაო უნდა განვიხილოთ არა როგორც ფერმენტული პრეპარატი, არამედ ჭვავის პურის გულის ფერის, გემოსა და არომატის გამაუმჯობესებელი დანამატი. ფერმენტირებულ ალაოს ხშირ შემთხვევაში უმატებენ ნახარშში.

ფერმენტირებული ალაოს მომზადების კლასიკური მეთოდი ძალიან შრომატევადი და ხანგრძლივია (10-12 დღე-ღამე), დაკავშირებულია მშრალი ნივთიერებების დიდ დანაკარგთან (20%-მდე). შემუშავებულა ამ პროდუქტის მომზადების ახალი ტექნოლოგია, რომლის თანახმად თავდაპირველად ჭვავის ფქვილისაგან მზადდება ნახარში, შემდეგ ხდება მისი დაშაქრება ობის სოკოს ფერმენტული პრეპარატით და დაშაქრებული ნახარშის ღნობა 110-115°C ტემპერატურის პირობებში (ჭარბი წნევის ქვეშ). ამ დროს მიმდინარეობს მელანოიდური რეაქცია. დამზადების ხანგრძლივობა შეადგენს 12 საათს ნაცვლად 10-12 დღე-ღამისა. მშრალი ნივთიერებების დანაკარგი შეადგენს 2,5-3%-ს.

მიკრობიოლოგიური ფერმენტული პრეპარატები. ფერმენტების პროდუცენტ მიკროორგანიზმების ბუნების მიხედვით ფერმენტული პრეპარატები კლასიფიცირებულია ორ ჯგუფად: I. სოკოვანი წარმოშობის ფერმენტულ პრეპარატები, რომელიც მიღებულია ობის

სოკოებიდან, საფუარის მაგვარი მიკროორგანიზმებიდან (*Aspergillus oryzae*, *A. niger*, *A. awamori*; *Endomycopsis* sp., *Endomycopsis fibuliger* და სხვა); II. ბაქტერიული წარმოშობის ფერმენტული პრეპარატები - სხვადასხვა ბაქტერიებიდან, მაგალითად, *B. subtilis*, *B. mesentericus* და სხვა ბაქტერიებიდან.

ფერმენტული პრეპარატების სახელწოდება წარმოადგენს მასში შემავალი ფერმენტისა და მიკროორგანიზმ-პროდუცენტის შემოკლებული დასახელების ერთობლიობას. მაგალითად, ფერმენტული პრეპარატები, რომელშიც ძირითადი ფერმენტია ამილაზა და მიღებულია *A. Oryzae*-ს კულტივირებით, ეწოდება ამილორიზინი. ხოლო თუ პროდუცენტი ასეთი პრეპარატისა არის *B. subtilis*, მაშინ ფერმენტულ პრეპარატებს ეწოდება ამილოსუბტილინი. დასახელების შემდეგ არის ინდექსები Π3X, Π10X, Π15X, Π20X, Γ3X, Γ3X, Γ10X, Γ15X, Γ20X. პირველი ასო აღნიშნავს მიკროორგანიზმების კულტივირების ხარხს. კერძოდ, Π-ზედაპირული კულტივირება მყარ საკვებ არეზე, ხოლო Γ- თხევად საკვებ არეში სიდრმული კულტივირება გამოყვანა. 3X, 10X და ა.შ. აღნიშნავს ფერმენტული პრეპარატის გაწმენდის ხარისხსა და კონცენტრაციას.

მიკროორგანიზმების (სოკოსა და ბაქტერიულურ) კულტურები შეიცავს მრავალი ფერმენტს: ამილოლიზური (α- და β ამილაზა, გლუკოამილაზა და სხვ.), პროტეოლიზური (პროტეინაზები, ენდო და ეგზოპოლიპეპტიდაზები, პროტეაზები და სხვ.), პექტოლიზური, ცელულოზური და სხვ. მონოფერმენტული კულტურა ბუნებაში არ არის. მონოფერმენტის მიღება არის ძალიან ძვირი და ამიტომ გამოიყენება მხოლოდ კვლევითი სამუშაოებისათვის. პრაქტიკულად გამოიყენება ისეთი ფერმენტული პრეპარატი, რომელშიც არის გაზრდილი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფერმენტის აქტივობა.

მეცნიერული კვლევების საფუძველზე მიზანშეწონილი იქნა პურის ცხობაში ფერმენტული პრეპარატების კომპლექსის გამოყენება, რომელსაც ეწოდება მულტიენზიმური კომპოზიცია. რეკომენდებული იქნა ასეთი გამაუმჯობესებლების ორი ტიპი. ტიპი I-ორ-

კომპონენტებიანი მულტიენზიმური კომპოზიცია, რომლის შედგენილობაში შედის ამილორიზინი $\Pi 10X$ და ამოლოსუბტილინი $\Gamma 10X$ შეფარდებით 100:3; ტიპი II – სამკომპონენტიანი, რომელიც შეიცავს ამილორიზინ $\Pi 10X$, ამილოსუბტილინ $\Gamma 10X$ და პროტოსუბტილინ $\Gamma 10X$, შეფარდებით 100:2:6. მეორე ტიპის გამაუმჯობესებელი გამოიყენება მცირე ჰიპეადობის წებოგვარას შემცველი ფქვილების გადამუშავებისას.

ლიპოქსიგენაზური აქტივობის მქონე პრეპარატების გამოყენება პურის წარმოებაში. ფერმენტ ლიპოქსიგენაზას აქტივობა ხორბლის მარცვალსა და ფქვილში მეტად დაბალია. ამიტომ რიგ ქვეყნებში პურის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით გამოიყენება მაღალი ლიპოქსიგენაზური აქტივობის პროდუქტები ან პრეპარატები. მათი გამოყენებით იზრდება პურის მოცულობა, უმჯობესდება პურის გულის სტრუქტურა და რეოლოგიური თვისებები. პურის გული ხდება უფრო ღია ფერის, ქერქი კი იძენს სიკრიალესა. მნიშვნელოვნად მცირდება ძირის პურის განთხევადება.

სოიოს ფქვილი. ხორბლის ფქვილთან შედარებით სოიოს ფქვილის ლიპოქსიგენაზური აქტივობა 10-15 –ჯერ მეტია, ამიტომ ცხიმგაუცლელი სოიოს ფქვილი ითვლება აქტიური ლიპოქსიგენაზას ბუნებრივ პრეპარატად. აღნიშნული ფქვილი ხასიათდება დამუანგველი მოქმედებით და გამოიყენება სუსტი ფქვილების გაუმჯობესების მიზნით. პურის წარმოებაში სოიოს ფქვილი გამოიყენება 0,3 –0,5% რაოდენობით. აქტიურ ლიპოქსიგენაზას შეიცავს აგრეთვე კარტოფილის უჯრედოვანი წვენი – სახამებლის წარმოების ნარჩენი. კარტოფილის წვენი ნახშირწყლების, ცილების, მინერალური მარილებისა და ვიტამინების გარდა შეიცავს აქტიურ ლიპოქსიგენაზას და პროტეოლიზის ინჰიბიტორებს.

ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები

უპირველეს ყოვლისა ისინი გამოიყენება პურის ცხოვარში როგორც ემულგატორები. გარდა ამისა მათ სხვა დანიშნულებაც აქვთ.

ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების თვისებები. ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებებს ახასიათებს ორი ფაზის გამყოფ ზედაპირზე ადსორბციის უნარი, რის გამოც მცირდება ზედაპირული დაჭიმულობა. პურის ცხოვარში ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები ასრულებს ორ ფუნქციას: I. ემულგატორის- ცომში დამატებული ცხიმის ემულგირებისათვის მთლიან მასაში მისი თანაბრად განაწილებისა და პურის შეთვისების უნარის ამაღლების მიზნით; II. პურის ცხოვრის გამაუმჯობესებელი—დუღილის პროცესის სტიმულირების მიზნით.

ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებს აქვს ჰიდროფილური და ჰიდროფობული (ლიპოფილური) ნაწილები. ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები თავიანთი ჰიდროფილური ნაწილით მიმართული იქნებიან წყლის ზედაპირისაკენ, ლიპოფილურით კი ცხიმის ზედაპირისაკენ, ამიტომ ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების მოლეკულების ადსორბცია ფაზების გაყოფის ზედაპირზე ყოველთვის მოწესრიგებულია. ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების ეს თვისება, განაპირობებს მათი გამოყენების ეფექტურობას წყალ-ცხიმოვანი ემულსიების მომზადებისას.

იონოგენურობის ნიშანთვისების, ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებებსა და მაზა ნაწარმის ხარისხზე მოქმედების ხასიათიდან დამოკიდებულებით ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

- 1) ანიონაქტიური ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, რომლებიც წყალხსნარებში დისოცირდებიან უარყოფითი მუხტის მატარებელი იონების წარმოქმნით (მაგალითად, სტეაროილრემეჟავა, სტეაროილრემეჟავას ნატრიუმისა და კალციუმის მარილები). ისინი იწვევს წებოგვარას გაძლიერება.

- 2) არაიონოგენური ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, რომლებიც არ დისოცირდებიან იონებად. ამ ჯგუფს მიეკუთვნებიან, მაგალითად, ცხიმოვანი მჟავების მონო- და დიგლიცერინები, ან მათი ნარევები; საქაროზას სტერატები და სხვა. ისინი ხელს უწყობს ნაწარმის გულის ოპტიმალური სტრუქტურული თვისებების ჩამოყალიბებას (არაიონოგენური და ამფოლიტური).
- 3) ამფოლიტური ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების შერეული იონოგენური ფუნქციით (ანიონ და კათიონაქტიური). ამ ჯგუფს მიეკუთვნებიან ფოსფოლიპიდები (ლეციტინი, ფოსფატიდები და ფოსფატიდური კონცენტრატები).

ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების გავლენა პურის ხარისხზე. პურის ხარისხის გაუმჯობესების მნიშვნელოვანი ეფექტი მიიღწევა იმ ასორტიმენტისათვის, რომელშიც ცხიმში ცომში ემატება წყალთან ემულსიის სახით.

ცხიმის შეტანა ცომში ემულსიის სახით ხელს უწყობს ცხიმის თანაბარ განაწილებას ცომის მასაში და პურის ხარისხის მნიშვნელოვნად უმჯობესდება.

საწარმოო პრაქტიკით დადგენილია, რომ ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების შეტანა ცომში იწვევს არა მარტო მზა ნაწარმის მოცულობის ზრდას, არამედ არბილებს პურის გულს. დადგენილია, რომ ასეთი პურის გული შენახვის პროცესში დიდხანს ინარჩუნებს სირბილეს, რაც მიუთითებს დაფაშრების შენელებაზე.

მოდIFIცირებული სახამებლები

პურის ცხობაში მოდიფიცირებული სახამებელი გამოიყენება ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესებისა და პურის დაძველების პროცესის შენელების მიზნით. პურის ცხობაში ფართოდ გამოიყენება მოდიფიცირებული სახამებელი, რომელიც მიღებული არის მჟავური ან ფერმენტული ჰიდროლიზით და დაჟანგვით. არსებობს 19 სხვადასხვა დასახელების მოდიფიცირებული

სახამებელი (E1400...E1405, E1410...E1414, E1420...E1423, E1440, E1442, E1443, E1450). მოდიფიცირებული სახამებელი გამოიყენება ხარის-ხოვანი ფქვილების გადამუშავების დროს. მოდიფიცირებული სახამებელი აუმჯობესებს ფქვილის ჰიდროფილურ და ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებსა და მზა ნაწარმის ხარისხს.

ხორბლის მშრალი წებოგვარა

ხორბლის მშრალი წებოგვარა არის ხორბლის ცომიდან წყლით გამორეცხილი დრეკად-პლასტიკური თვისებების მქონე ცილოვანი სტრუქტურა. ის წარმოადგენს წყალში უხსნადი ცილების (გლიადინისა და გლუტენინის) გაჯირჯეველ ფრაქციას, რომელიც განაპირობებს ცომის ფიზიკურ თვისებებსა და ფქვილის ძალას. საშუალოდ წებოგვარა შედგება შემდეგი კომპონენტებისაგან (% წებოგვარას მშრალ ნივთიერებებზე): ცილები -- 80-85; ცხიმი — 2-4; მინერალური მარილები — 1-2; უჯრედისა — 1-2; ნახშირწყლები (უჯრედისა გარეშე) — 7-9. ამას გარდა წებოგვარა შეიცავს ფქვილის ფერმენტებს, ვიტამინებს და სხვ.

მშრალი წებოგვარა მიიღება სპეციალურ საწარმოებში ან ხორბლიდან სახამებლის წარმოებისას, როგორც ნარჩენი პროდუქტი. ხორბლის მშრალი წებოგვარა გამოიყენება წებოგვარას დაბალი შემცველობისა და სუსტი ფქვილების პურის ცხობის თვისებების გაუმჯობესების მიზნით. მშრალ წებოგვარას ახასიათებს კარგი ადსორბციის უნარი, სტაბილური სტრუქტურის წარმოქმნა და 85°C ტემპერატურამდე თერმომედეგობა. მშრალი წებოგვარას დამატებით იზრდება ცომის წყლის შთანთქმის უნარი, უმჯობესდება ნახევარფაბრიკატების სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები და მზა ნაწარმის ხარისხი, პროდუქტის დამკვლემა მიმდინარეობს ნელა, გამოსავლიანობა იზრდება 2-8%-ით. მშრალი წებოგვარას ოპტიმალური დოზირება შეადგენს 2-4%-ს ფქვილის მასაზე გადაანგარიშებით, ამასთან ცომის ტენიანობა უნდა გაიზარდოს 1-3%-ით.

მინერალური მარილები

მინერალურ დანამატებს მიეკუთვნება ქიმიური ელემენტები, რომელთა გამოყენებას შეუძლია ფქვილის პურის ცხობის თვისებების გაუმჯობესება და ნახევარფაბრიკატების გაფუების პროცესის ინტენსიფიკაცია. ასეთი ქიმიური ელემენტებია ნატრიუმი, მაგნიუმი, ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, კალციუმი, რკინა, სპილენძი, თუთია, მანგანუმი. მინერალური მარილების გარკვეულ ჯგუფს შეუძლია, საფუარის უჯრედის სასიცოცხლო პროცესების რეგულირება და ისინი გავლენას ახდენს ცომის თვისებებზე. მათ მიეკუთვნება: ამონიუმის ფოსფორმეჟა მარილი, კალიუმის ფოსფორმეჟა მარილი, მაგნიუმის ფოსფორმეჟა მარილი, კალციუმის ქლორიდი, კალციუმის გლიკონატი და ლაქტატი და სხვ.

კონსერვანტები

პურფუნთუშეული ნაწარმის სიახლის შენარჩუნების პრობლემა უკავშირდება მზა ნაწარმის დაფაშრების პროცესის შენელებას, ტენიანობის სტაბილიზაციას და მიკრობიოლოგიური გაფუჭების აღმოფხვრას. პურფუნთუშეული ნაწარმის კონსერვაცია არის ტექნოლოგიური ღონისძიებების ერთობლიობა, რომელიც ხორციელდება შენახვის დროს მზა ნაწარმის სამომხმარებლო თვისებების შენარჩუნების მიზნით. კონსერვაცია შესაძლებელია შეფუთვის წინ მზა ნაწარმის ზედაპირის სპირტით დამუშავებით, შეფუთული ნაწარმის თბური დამუშავებით და სტერილიზაციით (ნაწარმის რეცეპტურაში კონსერვატის დამატებით).

ბაქტერიების, ობის სოკოებისა და საფუარების გამრავლების აღმოფხვრის მიზნით გამოიყენება კონსერვატები — ბენზოლისა და სორბინის მჟავები და მათი მარილები, მმარმეჟა, პროპიონმეჟა და სხვ.

სანელებლები

პურფუნთუშეული ნაწარმისთვის სპეციფიური არომატის მინიჭების მიზნით გამოიყენება მცენარეული სანელებლები, რომელთა გემოს და არომატს განაპირობებს მათში შემავალი ეთერები, გლუკოზიდები და ალკალოიდები. სანელებლებად გამოიყენება მცენარეების სხვადასხვა ნაწილი: ნაყოფები (კვლიავი, ქინძი, კორიანდრი, ილი); თესლები (ყაყაჩო, სეზამი, მუსკატი); ყვავილი (შაფრანი, მიხაკი); ძირი (დარიჩინი). მათი გამოყენება შესაძლებელია ცომში მოზელების დროს, ნაწარმის ზედაპირზე მოყრა ან გულსართში დამატება.. **არომატიზატორები.** საკვები პროდუქტისთვის სასიამოვნო გემოსა და არომატის მინიჭების მიზნით გამოიყენება საკვები არომატიზატორი, რომელიც წაროადგენს საგემოვნო და არომატულ ნივთიერებას.

კომპლექსური მოქმედების გამაუმჯობესებლები

კომპლექსური მოქმედების გამაუმჯობესებლები წარმოადგენს ფქვილში თანაბრად განაწილებულ ნატურალური კომპონენტების ნარევს (დამჟანგველების, აღმდგენელების, ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების, ფერმენტული პრეპარატების და სხვ.), რომელსაც დამატებული აქვს შემავსებლები (სახამებელი, ხორბლის მშრალი წებოგვარა, სოიოს ფქვილი, მშრალი რძის შრატი და სხვ.). ზოგიერთი შემავსებელი შეიძლება იყოს ფუნქციური დანამატი (სოიოს ფქვილი, ხორბლის მშრალი წებოგვარა და სხვ.) კომპლექსური გამაუმჯობესებლები ერთდროულად მოქმედებს ცილებსა და სახამებელზე. იზრდება მათი მოქმედებების ეფექტი და შესაძლებელი ხდება ძვირადღირებული გამაუმჯობესებლების დოზირების შემცირება.

თავი მეთერთმეტე

პურის კვებითი ღირებულება და მისი ხარისხი

საკვები პროდუქტების კვებითი ღირებულება არის თვისებათა ერთობლიობა, რომელიც აკმაყოფილებს ადამიანის ფიზიოლოგიურ მოთხოვნილებებს და ორგანიზმს უზრუნველყოფს ენერგიითა და ძირითადი საკვები ნივთიერებებით. ის განისაზღვრება პროდუქტის ქიმიური შედგენილობითა და მისი შეთვისებით. საკვებ პროდუქტებში შემავალი ნივთიერებები იყოფა ორ ჯგუფად: ორგანული (ცილები, ნახშირწყლები, ცხიმები, საკვები მჟავები, ვიტამინები, ფერმენტები) და მინერალური (წყალი, მაკრო-და მიკროელემენტები). მათ რიცხვში არის ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც განსაზღვრავს კვებით ღირებულებას, მათ შორის ენერგეტიკულს და ბიოლოგიურს, და მონაწილეობს მზა ნაწარმის სტრუქტურის, გემოს, არომატის და ფერის ჩამოყალიბებაში. კვებითი ღირებულება განისაზღვრება არა მარტო ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ნუტრიენტების) შემცველობით, არამედ მათი თანაფარდობით, შეთვისებით და კარგი ხარისხით.

მოსახლეობის კეთილდღეობის ამაღლების ერთ-ერთ ამოცანას წარმოადგენს ცალკეული საკვები ნივთიერებების შემცველობით, მისი ფიზიოლოგიური და ენერგეტიკული ღირებულებით ოპტიმალურად დაბალანსებული მაღალხარისხოვანი კვება.

პური და პურფუნთუშეული ნაწარმი პირველხარისხოვანი მნიშვნელობის საკვებია. ამიტომ მეცნიერები დიდ ყურადღებას უთმობენ პურის კვებითი ღირებულების გამოკვლევას და მისი მნიშვნელობის დადგენას საკვებ რაციონში.

ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის ადამიანის საკვები უნდა შეიცავდეს აუცილებელ ნივთიერებებს: წყალი, ცილები, ნახშირწყლები, ცხიმები, მინერალური ნივთიერებები, ვიტამინები, ბალასტური ნივთიერებები და სხვ. საკვები არის ადამიანის ორ-

განიზმისათვის საჭირო ენერგიის წყარო.

ზრდასრული ადამიანის დღიური ნორმაა 300-500გ პური, მძიმე სამუშაოთი დაკავებული კონტინგენტისათვის კი-700გ, ბავშვებისთვის 150-400გ. ცნობილია, რომ ენერგიის ნახევარს ადამიანი იღებს პურით.

პურის კვებით ღირებულებაში მოიაზრება მისი ენერგეტიკული ღირებულება, ცილოვანი ღირებულება, ნახშირწყლების შემცველობა, მისი გემო და არომატი.

პურის ენერგეტიკული ღირებულება და ენერგიაზე ადამიანის დღიური მოთხოვნილების დაკმაყოფილების დონე პურფუნთუშეული ნაწარმით

ადამიანის ჯანმრთელობისა და ნორმალური შრომისუნარიანობისათვის დღიური რაციონის აუცილებელი ენერგეტიკული ღირებულება შეადგენს 5542,8-18840კჯ-ს და დამოკიდებულია ასაკზე, სქესზე, ფიზიკურ დატვირთვაზე და სხვა ფაქტორებზე. ზრდასრული ასაკის ადამიანის რაციონის ენერგეტიკული ღირებულების დღიური მოთხოვნილება შეადგენს 11932 კჯ-ს. ენერგეტიკული ღირებულება იანგარიშება ენერგიის იმ რაოდენობით, რომელიც გამოიყოფა ადამიანის ორგანიზმში 100გ პურის საკვები ნივთიერებების დაჟანგვის შედეგად.

პურფუნთუშეული ნაწარმის ენერგეტიკული ღირებულება დამოკიდებულია მშრალი ნივთიერებების, ცილების, ცხიმების და შეთვისებადი ნახშირწყლების შემცველობასა და მათი შეთვისების უნარზე. რაც მეტია წყლის შემცველობა მით ნაკლებია ენერგეტიკული ღირებულება. ცილებს, ცხიმებს და ნახშირწყლებს აქვს განსხვავებული როგორც წვის სითბო, ისე ადამიანის ორგანიზმში გამოყოფს სხვადასხვა ენერგიას, რადგან მათი შეთვისების უნარი განსხვავებულია.

წვის სითბო და ენერგეტიკული ღირებულება ყველაზე მაღალია

ცხიმებისათვის, ამიტომ რაც მეტია ნაწარმში ცხიმების შემცველობა მით მაღალია მისი ენერგეტიკული ღირებულება. მეორე ადგილზე არის ეთილის სპირტი, თუმცა მისი შემცველობა იმდენად მცირეა პურფუნთუშეულში, რომ არ ახდენს გავლენას ენერგეტიკულ ღირებულებაზე.

ადამიანის ორგანიზმის მიერ ენერგიის შეთვისების კოეფიციენტი ყველაზე დაბალი აქვს ცილებს (0,71), მნიშვნელოვნად მაღალი ცხიმებს (0,96) და ყველაზე მაღალი შეთვისებად ნახშირწყლებს (1,0).

ენერგიაზე ადამიანის დღიური მოთხოვნილების 34% ივარება პურფუნთუშეული ნაწარმით

პურის ცილოვანი ღირებულება და პურფუნთუშეული ნაწარმის მნიშვნელობა ადამიანის კვების ცილოვან ბალანსში

ცილოვანი ნივთიერებები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ადამიანის კვებაში. ის წარმოადგენს ორგანიზმის უჯრედებისა და ქსოვილების აღდგენისა და განახლების წყაროს. ცილოვანი ნივთიერებები უჯრედის პროტოპლაზმის შემადგენელი ნაწილია, რომელშიც ერთდროულად მიმდინარეობს ცილის დაშლის და მისი სინთეზის პროცესი საკვები ცილის ხარჯზე. ცილა აგრეთვე ბირთვის და უჯრედის სხვა ორგანოების შემადგენელი ნაწილია. სპეციფიური ცილები შედის აგრეთვე ფერმენტების, ჰორმონების შედგენილობაში, რომლებიც ორგანიზმში ასრულებს მეტად მნიშვნელოვან ფუნქციებს.

საკვები პროდუქტების ცილოვანი ღირებულება განისაზღვრება არა მარტო ცილების საერთო რაოდენობით, არამედ მისი ბიოლოგიური და კვებითი ღირებულებით. ცილების ბიოლოგიურ ღირებულებას განაპირობებს მასი ამინომჟავური შედგენილობა.

საკვების ცილებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მათ ამინომჟავურ შედგენილობას. 20-დან 8 ამინომჟა არის შეუცვლელი, რადგან ადამიანის ორგანიზმს არ შეუძლია მათი სინთეზი, ამიტომ ისინი

ადამიანმა უნდა მიიღოს საკვებიდან. შეუცვლელი ამინომჟავებიდან ლიზინი ითვლება ყველაზე მნიშვნელოვნად. მისი ნაკლებობა ორგანიზმში იწვევს სისხლის წარმოქმნის დარღვევას, სისხლში ერიტროციტების და ჰემოგლობინის შემცირებას. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ტრიფტოფანსა და მეთიონინს.

ცხრილში 9 მოყვანილია პურში ცილებისა და ამინომჟავების შემცველობა. როგორც ცხრილიდან ჩანს 450გ პურის მოხმარების შემთხვევაში ზრდასრული ადამიანის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება ცილებზე ხდება 38%-ით, ხოლო მცენარეულ ცილებზე-85,5%-ით. ცალკეული ამინომჟავებით დაკმაყოფილება ხდება 23,1-დან 58,1%-მდე.

მკვეთრად არასაკმარისია ამინომჟავა ლიზინზე მოთხოვნის დაკმაყოფილების დონე (23,1%).

ცხრილი 9. – პურის ცილოვანი შედგენილობა

საკვები ნივთიერებები	საშუალო დღიური ნორმა	შემცველო- ბა 450გ პურში	მოთხოვნი- ლების და- ფარვა %
ცილები, გ			
საერთო ცილები (სულ)	90	34,2	38,0
მცენარეული	40	34,2	85,0
ამინომჟავები , მგ			
იზოლეიცინი	3500	1309,5	37,4
ლეიცინი	5000	2334,0	46,7
ლიზინი	4000	922,5	23,1
მეთიონინი	3000	556,0	18,5
მეთიონინი+ცისტინი	3500	1353,0	24,6
ფენილალანინი+თიროზინი	6500	2757,0	42,4
ტრიფტოფანი	1000	401,5	40,2
თრეონინი	2500	1092,0	43,7
ვალინი	35000	1559,5	45,1

პურფუნთუშეული ნაწარმის ცილოვანი და ბიოლოგიური ღირებულების ამაღლების მიზნით მიზანშეწონილია ნაწარმის რეცეპტურაში ცილებითა და დეფიციტური ამინომჟავებით მდიდარი ნედლეულისა და დანამატების შეტანა.

ნახშირწყლების როლი ადამიანის კვებაში და მათზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილების დონე პურფუნთუშეული ნაწარმით

ნახშირწყლები ორგანიზმში იჟანგება როგორც აერობულად, ასევე ანაერობულად და წარმოადგენს ენერგიის ერთ-ერთ წყაროს. ნახშირწყლები შედის ორგანიზმის უჯრედებისა და ქსოვილების შედგენილობაში და განუწყვეტლივ იხარჯება ენერგეტიკული მიზნებისათვის. ნახშირწყლები და მათი მეტაბოლიტები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნუკლეინის მჟავების, ამინომჟავების, გლიკოპროტეიდების, კოენზიმებისა და სხვა მნიშვნელოვანი ნივთიერებების სინთეზში.

ცალკეული ნახშირწყლები ხასიათდებიან ბიოლოგიური აქტივობით. მაგალითად, ასკორბინის მჟავა ხასიათდება C-ვიტამინური თვისებებით, ჰეპარინი ეწინააღმდეგება მარღვებში სისხლის შედედებას.

ისეთი ნახშირწყლები, როგორიცაა შაქრები, იწვევს სიტკბოს შეგრძნებას საკვებ პროდუქტებში.

ნახშირწყლები მჭიდროდაა დაკავშირებული ორგანიზმში ცხიმოვან ცვლასთან.

ნახშირწყლები იყოფა შეთვისებად (შაქრები, სახამებელი, დექსტრინები, გლიკოგენი) და არაშეთვისებად (ინულინი, მანანი, ცელულოზა, ჰემიცელულოზა, გუმბ-ნივთიერებები და ლორწოები) ნახშირწყლებად. ენერგეტიკულ ღირებულებას განსაზღვრავს მხოლოდ შეთვისებადი ნახშირწყლები. თუმცა არაშეთვისებადი ნახ-

შირწყლები მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ადამიანის ორგანიზმში. კერძოდ, დადებითად მოქმედებს კუჭ-ნაწლავის მოტორულ ფუნქციებზე და მათში სასარგებლო მიკროფლორის ცხოველქმედებაზე.

რაც მეტია ფქვნილის გამოსავლიანობა, მით მეტია მასში გარსის ნაწილაკები და შესაბამისად მაღალია საკვები ბოჭკოს შემცველობა.

რაციონში რაციონალურად ბალანსირებული ნახშირწყლების წილი არის შემდეგი: სახამებელი-75%, შაქრები-20%, პექტინური ნივთიერებები-3% და უჯრედისა-2%.

ადამიანის დაკმაყოფილება ნახშირწყლებით ძირითადად ხდება მცენარეული საკვებით.

ცხრილში 10 მოყვანილია ნახშირწყლებით ორგანიზმის დაკმაყოფილება 450 გ პურის მოხმარების შემთხვევაში.

ცხრილი 10. – ნახშირწყლებით ადამიანის უზრუნველყოფა

საკვები ნივთიერებები	საშუალო დღიური ნორმა	შემცველო- ბა 450გ პურში	მოთხოვნი- ლების და- ფარვა %
სახამებელი და დექსტრინები, გ	425	174,15	41
მოწო და დისაქარიდები, გ	75	13,08	17,4
საკვები ბოჭკოები, გ	25	14,3	57,2

პურფუნთუშეული ნაწარმი ადამიანის ნახშირწყლების მოთხოვნილების დაკმაყოფილების მნიშვნელოვანი წყაროა.

ცხიმების როლი ადამიანის კვებაში და მათზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილების დონე პურფუნთუშეული ნაწარმით

როგორც უკვე აღვნიშნეთ ცხიმებს აქვს მაღალი ენერგეტიკული ღირებულება.

ცხიმების ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა განპირობებულია იმით, რომ ისინი წარმოადგენს ქსოვილების სტრუქტურულ ნა-

წილს, მათ შორის ნერვული ქსოვილების. ცხიმები წარმოადგენს A და D ვიტამინების გამხსნელებს და ხელს უწყობს მათ შეთვისებას. ცხიმების შედგენილობაში შედის პოლიუჯერი მჟავები, ფოსფოლიპიდები და ბიოლოგიური აქტივობის სხვა ნივთიერებები.

ცხიმების როგორც არასაკმარისი ისე ზედმეტი რაოდენობა უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

450 გ პურის მოხმარების შემთხვევაში ცხიმებზე ზრდასრული ადამიანის დღე-ღამური მოთხოვნილების დაკმაყოფილება შესაძლებელია 8,9%-ით, პოლიუჯერ მჟავებზე-62,0%-ით, ფოსფატიდებზე-23,4%-ით.

მინერალური ნივთიერებების როლი ადამიანის კვებაში და მათზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილების დონე პურფუნთუშეული ნაწარმით

მინერალური ნივთიერებები წარმოადგენს ადამიანის განვითარებისა და ნორმალური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელ კომპონენტებს. ისინი სხვა საკვებ ნივთიერებებთან ერთად მონაწილეობს ორგანიზმის ბიოლოგიურ პროცესებში, გააჩნიათ სპეციფიური აქტიურობა და ითვლება ჭეშმარიტ ბიოელემენტებად.

მინერალური ნივთიერებების ფუნქცია მრავალმხრივია. კალციუმი, ფოსფორი და მაგნიუმი უზრუნველყოფს ჩონჩხის ქსოვილების აგებულებას და მდგომარეობას; გტორი აუცილებელია კბილების კარიესის წინააღმდეგ ემალის მდგრადობისთვის; რკინა და თუთია ასრულებს ჟანგბადის გადატანის ფუნქციას; ნატრიუმი და კალიუმი უზრუნველყოფს სისხლის უჯრედის ნორმალურ ოსმოსურ არეს; ქლორი აუცილებელია საჭმლის მომნელებელი სპეციფიური წვენის გამოსამუშავებლად; კობალტი შედის B₁₂-ის შედგენილობაში, იოდის ნაკლებობა იწვევს ჩიყვის ჯირყვლის ენდემურ დაავადებას და ა.შ.

საკვებში ზოგიერთი მინერალური ნივთიერების (ფოსფორი, მაგ-

ნიუმის, ქლორიდების) ჭარბმა რაოდენობამ შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს ადამიანის ორგანიზმზე. ზრდასრული ადამიანის მიერ მინერალური ნივთიერებების დღიური მოხმარების ნორმებში მოცემულია 15 ელემენტი და შენაერთი. ზევნ შემთხვევაში შემოვიფარგლებით პურფუნთულ ნაწარმში შემავალი მხოლოდ 4 მინერალური ნივთიერებით. ესენია: კალციუმი, ფოსფორი, მაგნიუმი (ადამიანის ძვლოვან ქსოვილებზე მოქმედი) და რკინა (ჰემოგლობინის შედგენილობაში შემავალი). ორგანიზმში რკინის ნაკლებობა იწვევს ანემიას.

450 გ პურის მოხმარების შემთხვევაში მინერალურ ნივთიერებებზე ადამიანის მოთხოვნილების დაკმაყოფილების დონე არის შემდეგი: კალციუმზე-11,5%, ფოსფორზე-45,6%, მაგნიუმზე-43,1%, რკინაზე-84,7%. ამრიგად პურფუნთუშეულ ნაწარმში ყველაზე დეფიციტურია კალციუმი.

ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით კალციუმისა და ფოსფორის ოპტიმალური თანაფარდობის მაქსიმალური მნიშვნელობაა 1:2, ხოლო კალციუმისა და მაგნიუმის კი-1:0,7. პურფუნთუშეულ ნაწარმში ეს თანაფარდობა კი არის შესაბამისად 1:5,5 და 1:2,3. ფოსფორის შემცველობა კალციუმთან შედარებით ბევრად აღემატება ოპტიმალურს. ასევე მაღალია მაგნიუმის შემცველობა კალციუმთან შედარებით. ეს კი იწვევს ისედაც მცირე რაოდენობის კალციუმის შეთვისების შემცირებას. მიზანშეწონილია პურფუნთუშეული ნაწარმის გაზოგადება კალციუმითა და რკინით. ამასთან კალციუმი უნდა იყოს ადვილად შესათვისებელი შენაერთის სახით (მაგალითად კალციუმის ლაქტატი).

ვიტამინების როლი ადამიანის კვებაში და მათზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილების დონე პურფუნთუშეული ნაწარმით

ვიტამინების როლი ადამიანის კვებაში ძალიან დიდია, რადგან ისინი აუცილებელია ბიოქიმიური რეაქციების ნორმალური წარ-

მართვისათვის, სხვა საკვები ნივთიერების შეთვისებისათვის, ადამიანის უჯრედების და ქსოვილების ზრდისა და აღდგენისათვის. ვიტამინები ასრულებს კოფერმენტების როლს და ამ გზით მონაწილეობს ორგანიზმში ფერმენტული სისტემების წარმოქმნასა და ფუნქციონირებაში.

საკვებ რაციონში ვიტამინების მნიშვნელოვანი დეფიციტი იწვევს ავიატამინოზს, რომელიც ზოგჯერ ვლინდება მძიმე ფორმით.

მარცვალი, ფქვილი და პური A, C და D ვიტამინებს საერთოდ არ შეიცავს. თუმცა ეს პროდუქტები შეიცავს კაროტინოიდებს, რომლებიც შესაძლებელია ორგანიზმში გარდაიქმნას A ვიტამინად. მცენარეული პროდუქტები, მათ შორის პური, პრაქტიკულად არ შეიცვს B₁₂ ვიტამინს.

მარცვალში ვიტამინები განაწილებული არის არათანაბრად. მათი რაოდენობა ყველაზე მცირეა მარცვლის ენდოსპერმის ცენტრალურ ნაწილში და მნიშვნელოვნად მაღალია ჩანასახსა და გარსში. ამიტომ რაც მაღალია ფქვილის გამოსავლიანობა, მით მეტია მასში გარსის ნაწილაკები და მაღალია ფქვილსა და პურში ვიტამინების შემცველობა. შედარებით მაღალია ვიტამინების შემცველობა საფუარში.

გამოცხობისას რამდენიმე ნაკლებად თერმომედეგი ვიტამინი (B₁, B₂ და E) ნაწილობრივ კარგავს თავიანთ აქტივობას. ეს მიმდინარეობს ძირითადად ქერქში და მნიშვნელოვნად ნაკლებად პურის გულში. ყველაზე თერმომედეგია ვიტამინი PP.

პურფუნთუშეული ნაწარმი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ზრდასრული ადამიანის მოთხოვნილების დაკმაყოფილებაში შემდეგ ვიტამინებზე: E, B₁, PP, B₆ და B₉. მოთხოვნა B₆ ვიტამინზე კმაყოფილდება 1/4-ით. პურფუნთუშეული ნაწარმში ყველაზე დეფიციტურია B₁₂-რიბოფლავინი. ამიტომ დანამატების შერჩევისას კვებითი ღირებულების ამაღლების მიზნით გათვალისწინებული უნდა იქნას მათში რიბოფლავინის მაღალი შემცველობა.

პურფუნთუშეული ნაწარმის კვებით ღირებულებაზე გავლენას ახდენს მისი ორგანოლეპტიკური თვისებები, რომლებსაც სენსორულად აღიქვამს მომხმარებელი. ორგანოლეპტიკურად ხასიათდება გემო, არომატი, ტექსტურა, გარეგნული იერი - ფორმა, ქერქის ზედაპირის შეფერილობის ხარისხი, პურის გულის ფერი, ფორიანობის სტრუქტურა.

საკვების მიღების პროცესში ორგანოლეპტიკური თვისებები გავლენას ახდენენ ადამიანის მადაზე. რაც მეტია მადა, მით მეტია პურის შეთვისებაც და ორგანიზმში გამოყოფილი ენერგია.

ორგანოლეპტიკურად გამოირჩევა ოთხი ძირითადი გემო - ტკბილი, მჟავე, მარილიანი და მწარე.

პურის სიტკბო განპირობებულია მასში ნარჩენი (დაუდუღებელი) შაქრებით, რომელთა რაოდენობა დამოკიდებულია ფქვილის აირწარმოქმნის უნარზე, ცომში მადულარი მიკროფლორის რაოდენობასა და აქტივობაზე, ცომის მომზადების ხერხზე და პარამეტრებზე, რეცეპტურით გათვალისწინებული დასამატებელი შაქრის რაოდენობაზე. ამილოლიზური ფერმენტული პრეპარატების გამოყენების შემთხვევაში პურში შაქრების რაოდენობა და შესაბამისად სიტკბო მატულობს. პურის სიტკბო მატულობს რძის პროდუქტების და ფერმენტ გალაქტოზიდაზას ერთდროული გამოყენებისას.

პურის სიმჟავე განპირობებულია მასში მჟავების შედგენლობითა და რაოდენობით. დადგენილია, რომ რაც მეტია პურში მმარმჟავას რაოდენობა, მით მეტია პურის მჟავე გემოს შეგრძნება.

მარილიან გემოს განსაზღვრავს დამატებული მარილის რაოდენობა. მწარე გემო პურში ჩვეულებრივად არ შეიმჩნევა. მისი გაჩენის მიზეზია დეფექტური ფქვილის გამოყენება (დამძალეხულის ან დაობებული). სიმწარის გემოს შეგრძნება რჩება ქერქის დაწვის შემთხვევაში.

პურის არომატისა და გემოსადმი მოთხოვნები შეტანილია სა-

ხელმწიფო სტანდარტებში. პურის ნაწარმის ცალკეული ასორტიმენტისადმი წაყენებულია სპეციფიკური მოთხოვნები.

პურში ცალკეული არომატული ნივთიერებების კვლევა დაიწყო 1910 წელს. 1910 წლიდან 1956 წლამდე პურში იქნა იდენტიფიცირებული სულ 9 ნივთიერება (მანტოლი, იზომანტოლი, დიაცეტილი, აცეტონი, ფურფუროლი, ოქსიმეთილფურფუროლი, აცეტალდეჰიდი, იზობუტანალი და მეთილგლიოქსადი). შემდგომ წლებში ანალიზური მეთოდების სრულყოფასთან დაკავშირებით, აღმოჩენილი არომატული ნივთიერებების რაოდენობამ მკვეთრად იმატა. 1977 წლისათვის მათმა რაოდენობამ შეადგინა 283, რაც ართულებს ცალკეული ნივთიერებების როლის დადგენას არომატის ჩამოყალიბებაში.

პურის გემოსა და არომატის “წინამორბედი” ნივთიერებები ჩნდება უკვე ცომის მომზადების პროცესში-გაფუების, დაყოვნების დროს. ნახევარფაბრიკატებში სპირტული და რემეჟავური დუღილების შედეგად წარმოიქმნება დუღილის საბოლოო, შუალედური და მეორადი პროდუქტები, მცირე რაოდენობით კი მათი ურთიერთქმედების პროდუქტები (სპირტები, ორგანული მჟავები, ეთერები, კარბონალური ნაერთები და სხვ.).

მომზადების პროცესში სახამებლის ამილოლიზის შედეგად ცომში გროვდება აღმდგენელი შაქრები, ცილების პროტეოლიზის შედეგად კი პეპტიდები და თავისუფალი ამინომჟავები. გამოცხობის დროს შაქრებისა და ამინომჟავების ურთიერთქმედებით მიიღება მელანოიდები - პურის ქერქის არომატული ნივთიერებები.

პურის არომატის ჩამოყალიბებაში მონაწილეობს არა მარტო დუღილის პროდუქტები, არამედ დიდ როლს თამაშობს გამოცხობის დროს მიმდინარე პროცესები.

პურის ცხობის ოჯახური და კუსტარული მრავალსაუკუნოვანი პრაქტიკით, შემდეგ კი საწარმოო პირობებში დადგენილია, რომ რაც უფრო დიდხანს ცხვება პური, მით სქელია მისი ქერქი, ინტენსიურია მისი შეფერილობა, მით უფრო არომატული და გემრიელია პუ-

რი.

პურის ქერქში არომატული ნივთიერებების (კარბონალური ნივთიერებებისა და ამინების) შემცველობა რამდენიმეჯერ მაღალია (დაახლოებით სამჯერ) ვიდრე პურის გულში. ეს აიხსნება იმით, რომ გამოცხობის პროცესში პურის ქერქის ტემპერატურა გაცილებით მაღალია, რაც განაპირობებს მელანოიდების წარმოქმნას.

ცხელი პური გაცილებით არომატულია, ვიდრე ცივი. კარბონალური ნივთიერებების საერთო რაოდენობა შენახვის პროცესში მცირდება.

უნდა აღინიშნოს, რომ გამოხატული გემოსა და არომატის მქონე პურის მისაღებად საჭიროა ცომის სრულყოფილი დუღილის პროცესის უზრუნველყოფა და ცხობის პარამეტრების დაცვა.

თავი მეთორმეტე პურის დეფექტები და დაავადებები

პურის დეფექტები

პურის დეფექტები შეიძლება გამოწვეული იქნას ფქვილის ხარისხით და ტექნოლოგიური რეჟიმის დარღვევით.

ფქვილის ხარისხით გამოწვეულ დეფექტებს მიეკუთვნება:

1. გარეშე სუნი, მწარე გემო;
2. ქერქის ზედაპირის ღია შეფერილობა, ფქვილის დაბალი შაქრისა და აირის წარმოქმნის უნარის გამო;
3. პურის გულის წებვადობა (გამოუცხოებელის შეგრძნება), თუ ფქვილი მიღებულია აღმოცენებული ან მოყინული მარცვლისაგან;
4. ძირის პურის გათხევადება, დაბალი მოცულობა, მცირე ფორიანობა, როდესაც გამოყენებული არის კუ-ბაღლინჯოსაგან დაზიანებული ხორბლისაგან მიღებული ფქვილი, ახლადდაფქვილი ფქვილი და არასრულყოფილი ცილოვანი კომპლექსის ხორბლის ფქვილი.

კუ-ბაღლინჯოსაგან დაზიანებული მარცვიდან მიღებული ხორბლის ფქვილი

კუ-ბაღლინჯოსაგან შეიძლება დაზიანდეს როგორც მარცვალი, ასევე ღერო, ფოთოლი. დაზიანების შემთხვევაში კუ-ბაღლინჯო ჩხვლეტს მარცვალს. ასეთი მარცვლის ზედაპირზე ჩნდება მუქი შეფერილობის ლაქები. ასეთი ხორბლისაგან მიღებული ფქვილი იძლევა ადვილად წებვად ცომს, დაბალი მოცულობის პურს. კუ-ბაღლინჯოს მიერ დაზიანებულ მარცვალში და შესაბამისად ფქვილში იცვლება ძირითადად მისი ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი. გამოკვლევების შედეგად დადგენილია, რომ ამ დროს მარცვალში

ხვდება აქტიურ მდგომარეობაში ფერმენტი პროტეინაზა. ხდება წებოვარას შემცველობის შემცირება და უარესდება რეოლოგიური თვისებები.

არსებობს სხვადასხვა მეთოდები ასეთი ფქვილის გაუმჯობესების მიზნით. კერძოდ, ხდება მარცვლის თერმიული დამუშავება დაფქვის წინ. ბოლო წლებში მიღებული გამოკვლევების შედეგად დადებითი ეფექტი იქნა მიღწეული მარცვლის დამუშავებით ზემოქმედებით სიხშირის ელექტრომაგნიტურ ველში. ასეთი ხორბლისაგან მიღებული ფქვილის ხანგრძლივი შენახვა საგრძნობლად აუმჯობესებს მის თვისებებს. ასეთი ფქვილის გადამუშავებისას მიზანშეწონილია შემდეგი ხერხების გამოყენება:

1. ცომის გაფუებისა და დაყოვნების ხანგრძლივობის შემცირება;
2. ცომის თერმიული დამუშავება;
3. ცომის მჟავიანობის მომატება;
4. ცომში სუფრის მარილის რაოდენობის გაზრდა;
5. ცომში ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების შეტანა;
6. დამჟანგველი მომქედების გამაუმჯობესებლის გამოყენება;

აღმოცენებული მარცვლიდან მიღებული ფქვილი

არასასურველ ბუნებრივ პირობებში მინდორში და ელევატორზე შეიძლება მოხდეს მარცვლის აღმოცენება. ასეთი ფქვილი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ნორმალური ფქვილისაგან და შესაძლებელია გამოიწვიოს პურის დეფექტი. პურს ახასიათებს შემდეგი თვისებები: პურის ქერქს აქვს მუქი-ყავისფერი შეფერილობა, პურის გული არის წებვადი, დაბალი ელასტიურობით და მოტკბო გემოთი; ძირის პური გათხევადებული.

მარცვლის აღმოცენება შეიძლება მოხდეს მაღალი ტენიანობის (30-50%) და ტემპერატურის პირობებში. ამ დროს იცვლება მარცვლის და შესაბამისად ფქვილის შედგენილობა და თვისებები. კერძოდ, იზრდება ამილოლიზური ფერმენტების აქტივობა, სახამებ-

ლის ფერმენტაციული შემტევუნარიანობა, მარცვალში დექსტრინებისა და შაქრების შემცველობა, მცირდება სახამებლის შემცველობა. ხორბლის ფქვილში ჩნდება α -ამილაზა, რომელიც ნორმალური მარცვლიდან მიღებულ ფქვილში არ არის.

აღმოცენების შედეგად ხორბლის ფქვილში ნახშირწყლოვან-ამილოლიზური კომპლექსის ცვლილება განხილული არის თავში "ფქვილის პურის ცხობის თვისებები". აღმოცენების შედეგად იცვლება მარცვლის ცილოვან-პროტეინაზული კომპლექსი. კერძოდ, ხდება პროტეინაზას აქტიურობის მომატება. ამ დროს წებოგვარა მცირდება და მისი რეოლოგიური თვისებები უარესდება. აღნიშნული ცვლილებები გავლენას ახდენს ცომის თვისებებზე. მოზელისა და შემდგომში გაფუების პირობებში ხდება მისი გათხევადება.

აღმოცენების დროს ხდება ფერმენტ ლიპაზას აქტივობის მომატება.

აღმოცენებულ მარცვალში უკვე განხილული ცვლილებების გამო მნიშვნელოვანად იზრდება როგორც ნახშირწყლოვანი, ასევე ცილოვანი ბუნების წყალში ხსნადი ნივთიერებები.

აღმოცენებული მარცვლის, ფქვილის და პურის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი. კარგი შედეგები იქნა მიღებული დასველებული მარცვლის გაცხელებით და მისი დამუშავებით ზემოაღნიშნული სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველით. პურის ქარხნებში აღმოცენებული მარცვლიდან მიღებული ფქვილის გადამუშავებისას გამოიყენებენ შემდეგ ხერხებს: ასეთი ფქვილი შეიძლება შეერიოს ნორმალურ ფქვილთან 3%-მდე; ცომის მჟავიანობის მომატება; დამჟანგველი მოქმედების გამაუმჯობესებლების გამოყენება; დასამატებელი მარილის გაზრდა.

პურის დაავადებები

პურის დაავადებებს მიეკუთვნება: კარტოფილის დაავადება და დაობება, პურზე წითელი ლაქების წარმოქმნა (სისხლის დაავადება),

ცარცის დაავადება, ფუზარიოზი-“პურის შიდსი“.

კარტოფილის დაავადება. დაავადებას იწვევს სპოროვანი მიკროორგანიზმები-კარტოფილის ჩხირი (*Bacillus mesentericus*) ან თივის ჩხირი (*Bacillus subtilis*). ისინი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში (ჰაერში, ნიადაგში, მცენარეებში), გვხვდება მარცვლეულში, დაფქვის დროს ბაქტერიების სპორები გადადის ფქვილში. მიკროორგანიზმების მოქმედებით პურის გული ხდება ლორწოვანი (ანატეხში იწელება ობობას ქსელის მაგვარი ძალიან თხელი ლორწოვანი ძაფებით), პურის გულს აქვს მძაფრი, საკმაოდ სპეციფიური არასასიამოვნო სუნი და გემო.

კარტოფილის ჩხირის სიგრძე არის 1,5 – 5 მკმ, თივის ჩხირისა 1,5-3,5 მკმ, მათი სისქეა 0,8 – 0,7 მკმ. ორთავე მიკროორგანიზმი წარმოქმნის სპორებს, რომლებიც საკმაოდ მდგრადი არის გარემოს ტემპერატურის მატების მიმართ. დადგენილია, რომ ისინი ილუპება 100°C ტემპერატურაზე 6 საათის შემდეგ, 115°C-ზე კი 45 წუთის შემდეგ, 125°C-ზე -10 წუთის შემდეგ, 130°C-ზე მომენტალურად. ამიტომ სპორები უძლებს ცომის გახურებას ცხობისას და ინარჩუნებს ცხოველქმედება პურის გულში. კარტოფილის ჩხირის განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურაა 37-40°C, თივის ჩხირისა კი 35-50°C. აღსანიშნავია ისიც, რომ კარტოფილის ჩხირი კარგად ვითარდება 30°C პირობებში. ორთავე ჩხირი მგრძნობიარეა მჟავიანობის მატებისადმი. მათთვის PH-ის ოპტიმალური ზონა არის 5-დან 10-მდე.

მიკროორგანიზმების გამრავლებისა და აქტიური ცხოველქმედებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 30°C-დან 40-50°C-მდე. ამიტომ პურის დაავადება კარტოფილის ჩხირით ხდება ძირითადად წლის ცხელ პერიოდში (ზაფხულში). პურის მაღალი ტენიანობა აჩქარებს კარტოფილის დაავადებით პურის დაზიანებას.

კარტოფილის ჩხირი შეიცავს აქტიურ ამილოლიზური და პროტეოლიზური ფერმენტების კომპლექსს (α -ამილაზა, პროტეინაზა, პოლიპეპტიდაზა, დიპეპტიდაზა), რომელთა მოქმედებითაც პურის გულში მიმდინარეობს კარტოფილის დაავადებისათვის დამახასია-

თებელი ცვლილებები.

დაავადებულ პურს სპეციფიკურ, არასასიამოვნო სუნსა და გემოს ანიჭებს ცილოვანი ნივთიერებების ღრმა პროტეოლიზის პროდუქტები.

კარტოფილისა და თივის ჩხირის პროტეინაზა აქტიურია pH-ის ფართო დიაპაზონში (5-10), მათი აქტივობის მაქსიმუმია pH-ის 7-9 ზღვრებში.

pH 4,8-5 პირობებში პურის დაავადება პრაქტიკულად არ ხდება. ამიტომ კარტოფილის დაავადებით დაავადებული ფქვილის გადამუშავებისას ცომის მჟავიანობის ამღლება არის აუცილებელი პირობა (მჟავიანობა 12°H).

პურის არასასიამოვნო სუნის განვითარებაში წამყვანი როლი ენიჭება კარბონალურ ნაერთების-დიაცეტილისა და იზოვალერიანის ალდეჰიდის დაგროვებას.

Bacillus mesentericus ან *Bacillus subtilis* ჯგუფის მიკროორგანიზმებით ფქვილის დაბინძურების ხარისხის დადგენის მიზნით გამოიყენება შემდეგი მეთოდები:

1. სანიმუშო ცხობების ჩატარება. გამომცხვარი პურის შენახვა კარტოფილის დაავადების განვითარების ოპტიმალურ პირობებში;
2. ფქვილისა და პურის ჰიდროფილური თვისებების ცალკეული მაჩვენებლების ცვლილებება;
3. წყალში ხსნადი ნივთიერებების შემცველობის ცვლილება ბიურეტისა და იოდის გაუფერულების რეაქციებით;
4. პურის ლუმინესცენტური ანალიზი;
5. წვეთოვან აგლუტენაციაზე დაფუძნებული სეროდიაგნოსტიკური მეთოდი;
6. ფქვილში კარტოფილისა და თივის ჩხირების უჯრედებისა და სპორების რაოდენობის განსაზღვრა მიკრობიოლოგიური მეთოდებით.

ყველაზე პრაქტიკული გამოყენება პოვა სანიმუშო ცხობის მეთოდმა. კარტოფილის დაავადების თავიდან აცილების ყველაზე

ეფექტური გზებია:

ა) ცომის საბოლოო მუავიანობის გაზრდა 1 გრადუსით. ამისთვის გამოიყენება რძემუავათი შემჟავებული ხაში, თხევადი საფუარი, წინა მომზადებიდან აღებული მწიფე ცომი, რძემუავა ან ძმარმუავა. მიკროორგანიზმებით ძლიერ დაბინძურებული ფქვილიდან მიღებული ცომის მუავიანობის 1 გრადუსით გაზრდით ხდება კარტოფილის დაავადება შენელება და არა აღმოფხვრა.

ბ) ცომში ძმარმუავას და კალციუმის აცეტის დამატება შესაბამისად ფქვილის მასის 0,1 და 0,2%-ის რაოდენობით.

კარტოფილის დაავადების თავიდან აცილების მიზნით აშშ-ში რეკომენდირებულია არაუმეტეს 0,32% ნატრიუმის პროპიონატის ან 0,4% ნატრიუმის დიაცეტატის ან 0,75% კალციუმის მონოფოსფატის დამატება ცომში.

გ) ზაფხულის პერიოდში ხარისხოვანი ფქვილიდან პურის გამოცხობისას დაძველებული პურის ან 80°C-ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე გამომშრალი ორცხოვილას გამოყენების აკრძალვა;

დ) კარტოფილის დაავადების დადგენის მიზნით ზაფხულის პერიოდში ხარისხოვანი ხორბლის ფქვილის სისტემური კონტროლი სანიმუშო ცხობების მეთოდით;

ე) პურის შესანახ განყოფილებებში ტემპერატურის შემცირება და მაქსიმალური ვენტილაცია;

ზ) პურის დასაწყობი ხონჩების, კონტეინერისა და თაროების დეზინფექცია (1%-იანი მარილმუავას ხსნარით).

პურის დაობება. ობის სოკოების განვითარებისათვის ხელსაყრელ პირობებში პურის შენახვისას ის შეიძლება დაობდეს. ხშირ შემთხვევაში დაობებას იწვევს შემდეგი ობის სოკოები: *Aspergillus* (*Asp. flavus*, *Asp. fumigatus*, *Asp. glaucus*, *Asp. nidulans*, *Asp. niger*); *Penicilium* (*P. crustaceum*, *P. olivaceum*); *Rhizopus nigricans*; *Mycor pusillus*; *Oospora variabilis* და *Monilia Candida*.

ობის სოკოები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში, ამიტომ ხორბალი და ფქვილი ყოველთვის შეიცავს მათ. გამოცხობის პრო-

ცესში ობის სოკოები და მათი სპორები მთლიანად იღუპება. ამიტომ პურის დაობების მიზეზი არ შეიძლება იყოს ფქვილში არსებული ობის სოკოები.

პურის დაობება გამოწვეულია ობის სოკოებისა და მათი სპორების მოხვედრით უკვე გამომცხვარ პურზე. სპორები მუდმივად იმყოფება ჰაერში (დადგენილია 1 კუბური მეტრი ჰაერი შეიცავს 60-17000 სპორას). თუმცა იმისათვის, რომ პური დაობდეს საჭიროა ობის სოკოების განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობები.

ობის სოკოების განვითარება და ზრდა შესაძლებელია 5-50°C ტემპერატურის პირობებში. ამ თვალსაზრისით პურფუნთუშეული ნაწარმის გაყინვა გამორიცხავს დაობებას, ისე როგორც კარტოფილის დაავადების განვითარებას. ობის განვითარებას ხელს უწყობს ჰაერის მაღალი ფარდობითი და თვით პროდუქტის მაღალი ტენიანობა. მაღალი ტენიანობის გამო (40-50%) პურის გული უფრო ხრლსაყრელია ობის სოკოების განვითარებისათვის, ვიდრე ქერქი. ამიტომ დაობება იწყება ნახეთქებიან ქერქთან მიკრულ პურის გულის ფენებში.

ნაწარმის მყავიანობა გავლენას ახდენს ობის განვითარებაზე. ობისა და საფუარის სოკოების განვითარების ოპტიმალურია პროდუქტის pH 4,5 – 5,5 ზღვრებში. პოლიეთილენში შეფუთული პურის ქერის ტენიანობა იზრდება სწრაფად, ამიტომ ის შეიძლება გახდეს დაობების მიზეზი. დაობების საშიშროება ემუქრება პურს, რომელიც გათვალისწინებულია ხანგრძლივი შენახვისათვის ექსპედიციის მონაწილეთათვის, შორეული ნაოსნობისათვის და სხვ.

დაობების თავიდან აცილება შესაძლებელია: ცომში ქიმიური კონსერვანტების დამატებით (მაგალითად: პროპიონისა და ძმარმჟავას მარილები, სორბინის მჟავა და სხვ.); ტენგაუმტარ და თერმომედეგ შესაფუთ მასალაში ჰერმეტიკულად შეფუთული ნაწარმის თერმიული სტერილიზაციით 85-90 °C ტემპერატურის პირობებში; პურის ზედაპირის სტერილიზაციით 96%-იანი ეთილის სპირტით და შემდგომი ჰერმეტიკულად შეფუთვით, პურის ჰერმეტიკულად შეფუთ-

ვით სორბინის მჟავათი გაჟღენთილ ქაღალდში ან სხვა შესაფუთ მასალაში.

„მეტალური“ დაავადება (საწარმოო). პურის საწარმოებში ზოგჯერ გამოიყენება მეტალისგან დამზადებული მოწყობილობა, რომელიც მარცვალზე ნაკლებად მაგარია. ხდება მისი გაფხეკვა და ფქვილთან შერევა. სპეციალური აღჭურვილობის გარეშე ვერ აღმოაჩენ, საწარმოებში მოხელის წინ ხდება სპეციალური მაგნიტური გაწმენდა.

„მთვრალი“ პური. გარეგნულად გამოხატული ნიშნები არ აქვს, მისი მოხმარება იწვევს მოწამლვას სიმთვრალის შეგრძნებით. მოწამლვას იწვევს პურში დაგროვილი ტოქსინი, რომელიც წარმოიქმნება უსრულო სოკოს ფუზარიუმის მოქმედებით. ფუზარიუმი ხვდება ფქვილთან ერთად.

ფუზარიოზი (მცენარეული შიდა). ხორბალში ვარდისფერი მარცვლების არსებობა. საჭმლის მომნელებელი სისტემიდან ადამიანის სისხლში მოხვედრისას მოქმედებს როგორც შხამი და ხდება ორგანიზმის იმუნური სისტემის პარალიზება.

პურის „ცარცის“ დაავადება. თავიდან პურის ქერქზე, შემდეგ კი გულში ჩნდება თეთრი ფხვნილის მაგვარი ლაქები, რომელიც გავს დაფხვნილ ცარცს. დაავადების გამომწვევია ზოგიერთი საფუარი, რომელიც ცხოველმოქმედებას ინარჩუნებს გამოცხოვის შემდეგაც, რადგან მდგრადია მაღალი ტემპერატურის მიმართ. დაბინძურებული პური არ არის საშიში ადამიანის ჯანმრთელობისთვის. პურის ცარცოვანი დაავადების გამომწვევი სოკოებია *Endomyces fibuligar* და *Monilia variabilis*.

პიგმენტური ლაქები. ხორბლის პური ბინძურდება პიგმენტის წარმომქმნელი მიკროორგანიზმებით (ბაქტერიებით, საფუარებით). დაავადებებს გამომწვევია ბაქტერიები *Micrococcus prodigiosum*. გამოიხატება პურის გულში ვარდისფერი, ღია-წითელი და სხვა ლაქების წარმოქმნით. უფრო ხშირად გამომცხვარ პურზე ჩნდება წითელი ლაქები. ეს არის ბაქტერიის კოლონიები, რომლის უჯრედი შეი-

ცავს წითელ პიგმენტს-პროდიგიოზინს. პურის გულის წითლად შეღებვა გაპირობებულია წითელი ნივთიერებებით (პროდიგიონოზინით), რომელიც გამოიყოფა გარემოში. ამ ბაქტერიების განვითარებისათვის აუცილებელია ჰაერის მაღალი ტენიანობა, ტემპერატურა დაახლოებით 25°C, პროდუქტის დაბალი მჟავიანობა. თვით ბაქტერიები არის უფერული. პური არ არის საშიში ადამიანის ჯანმრთელობისთვის, თუმცა ის კარგავს სასაქონლო სახეს და გამოუსადეგარია გამოყენებისათვის.

წითელი ლაქების გაჩენის მიზეზი აგრეთვე შეიძლება იყოს სოკოვანი მიკროორგანიზმები *Oidium auranticum*.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я. Ауэрман.-СПб.: Профессия, 2009. – 416 с.
2. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства. О.В. Афанасьева. - Санкт-Петербург: ООО «Береста», 2003. – 220 с.
3. Белкин, В.Г. Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания. / В.Г. Белкин//Масла и жиры. - 2010. - №7-8. -С. 20-22.
4. Доронин, А.Ф. Функциональные пищевые продукты. Ведение в технологию/ А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатов, А.А. Кочеткова, А.П.Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г. Шубина //Под. ред. д.т.н., проф. А.А. Кочетковой. Москва: Дели принт, 2009, с.22, с.163-182.
5. Мачихина, Л.И. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка)/Л.И. Мачихина, Л.В. Алексеева, Л.С. львова.М.: Дели принт, 2007. -382 с.
6. Нечаев, А.П. Пищевая химия /А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. -СПБ.: ГИОРД, 2007. -640с.
7. Пащенко Людмила Петрона, Жаркова Ирина Михайловна, Технология хлебопекарного производства. Издательство: Лань, 2014 -672 с.
8. Пащенко, Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) /Л.П. Пащенко. Т.В. Санина, Л.И. Столярова. –М.: Колос, -2007. -215с.
9. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения: монография /[С.Я. Корячкина, Г.А. Осипова, Е.В.Хмелёва и др.], под ред. д-ра техн. наук, проф. С.Я. Корячкиной. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 262 с.

თავი პირველი. შესავალი	3
თავი მეორე. პურფუნთუშეული ნაწარმის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის ეტაპები	8
პურის წარმოების აპარატურული სქემა	12
თავი მესამე. პურის ცხოვრების წარმოებაში გამოყენებული ძირითადი ნედლეულის თვისებები	15
ხორბლის ფქვილის პურის ცხოვრების თვისებები	19
ჭვავის ფქვილის პურის ცხოვრების თვისებები	33
თავი მეოთხე. პურის ცხოვრების მრეწველობაში გამოყენებული ნედლეულის მიღება, შენახვა და მომზადება	45
თავი მეხუთე. ხორბლის ცომის მომზადება	61
ხორბლის ცომის რეცეპტურა და მომზადების ხერხები	61
ცომისა და აფარის მოზელა	66
ცომის გაფუება (დამწიფება)	74
ცომში ცალკეული ნედლეულის შეფარდება და როლი	86
თხევადი საფუარის, ნახარშებისა და შემჟავებული ნახარშების მიღება და გამოყენება	100
თავი მეექვსე. ჭვავის ცომის მომზადება	108
ჭვავის ცომის მომზადების თავისებურებანი	108
ჭვავის ხაშისა და ცომის მიკროორგანიზმები	112
თავი მეშვიდე. პურის გამოცხოვა	117
გამოცხოვრის დროს ცომის ნაჭერში მიმდინარე პროცესები	118
თავი მერვე. პურის შენახვა	147
პურის დაფაშრება (დამველება)	151
თავი მეცხრე. პურის გამოსავლიანობა და ასორტიმენტი	154
თავი მათე. პურის ხარისხის გამაუმჯობესებლები	163
თავი მეთერთმეტე. პურის კვებითი ღირებულება და მისი ხარისხი	176
თავი მეთორმეტე. პურის დეფექტები და დაავადებები	188
პურის დეფექტები	188

პურის დაავადებები	190
გამოყენებული ლიტერატურა	197