

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Tehnologie și Management în Industria Alimentară

Catedra Procese și Aparate, Tehnologia Produselor Cerealiere

METODE MODERNE DE PREPARARE A PÂINII

Chișinău

U.T.M.

2009

În această monografie sunt prezentate metode și procedee moderne privind prepararea pâinii.

Bazele științifice și aspectele practice ale acestei problematice a **tehnologiei panificației** sunt prezentate în urma studierii unei largi bibliografii de specialitate, sintezări și interpretări ale datelor experimentale.

Lucrarea valorifică experiența oamenilor în domeniul **tehnologiei panificației**. Ea este destinată inginerilor, cercetătorilor, studenților și tuturor celor care sunt interesați să cunoască progresele înregistrate în știința și **tehnologia panificației**.

Autori: dr., conf. univ. **Olga Boiștean**

prof. univ., dr.hab. **Andrei Lupașco**

conf. inter. **Ruslan Țărnă**

Redactor responsabil: prof.univ., dr.hab. **Andrei Lupașco**

Recenzenți: prof.univ., dr.hab. **Andrei Lupașco**

directorul fabricii nr.2 SA „Franzeluța” **A.Voronov**

Bun de tipar 22.06.09.	Formatul hârtiei 60x84 1/16.	
Hârtie ofset.	Tipar RISO	Tirajul 100 ex.
Coli de tipar 3,75		Comanda nr. 77

U.T.M., 2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare, 168.
Secția Redactare și Editare a U.T.M.
2068, Chișinău, str. Studenților, 9/9

©U.T.M.,2009

Cuprins

1. Tehnologia de preparare a pâinii cu aplicarea frământării intensive și rapide a aluatului	5
1.1. Bazele științifice ale procesului de frământare	5
1.2. Frământarea intensivă și rapidă a aluatului.....	8
1.2.1. Factorii care influențează dezvoltarea mecanică a aluatului	9
1.2.2. Caracteristicile aluatului obținut.	144
1.2.3. Calitatea pâinii.	15
1.2.4. Procedee de preparare a aluatului folosind malaxoare cu turații mari ale brațelor de frământare	15
1.2.5. Frământătoare folosite în frământarea intensivă și rapidă.....	17
1.2.6. Avantajele și dezavantajele procedurii de preparare a pâinii folosind frământarea intensivă și rapidă	1818
2. Tehnologia de preparare a pâinii cu semifabricate refrigerate	19
2.1. Bazele științifice ale refrigerării semifabricatelor de panificație.....	20
2.1.1. Procesul de refrigerare.....	20
2.1.2. Influența refrigerării asupra proceselor din aluat.	21
2.2. Tehnologia preparării semifabricatelor refrigerate.....	21
2.2.1. Răcirea semifabricatelor.....	21
2.2.2. Depozitarea semifabricatelor refrigerate.....	23
2.2.3. Reîncălzirea semifabricatelor.....	25
2.3. Calitatea pâinii obținute cu semifabricate refrigerate.	25
2.4. Echipamente utilizate pentru răcirea semifabricatelor.....	26
3. Tehnologia de preparare a pâinii cu aluat congelat.....	27
3.1. Bazele științifice ale congelării aluatului.....	27
3.1.1. Procesul de congelare a aluatului.....	27
3.1.2. Modificări în aluatul congelat.....	30
3.1.3. Factori care influențează calitatea pâinii obținute din aluat congelat.....	33
3.2. Decongelarea.....	40
3.3. Fermentarea finală a aluatului decongelat.....	42
3.4. Calitatea pâinii obținute.....	43
3.5. Tehnologii de obținere a pâinii pe bază de aluat congelat.....	43

3.6. Echipamente folosite în tehnologia aluaturilor congelate.....	45
4. Tehnologia de preparare a pâinii cu culturi starter de bacterii.....	46
4.1. Culturi starter de bacterii folosite în panificație.....	46
4.2. Procedee de utilizare a culturilor starter în panificație.....	47
4.3. Influența culturilor starter de bacterii asupra proceselor microbiologice din aluat.....	50
4.4. Influența culturilor starter de bacterii asupra proprietăților reologice ale aluatului.....	52
4.5. Influența asupra calității pâinii.....	52
5. Tehnologia de preparare a pâinii cu aluat acid uscat.....	53
5.1. Aluaturi acide uscate.....	53
5.2. Tehnologia de obținere a aluaturilor acide uscate.....	54
5.3. Sortimentele de aluaturi acide.....	55
5.4. Tehnologia de preparare a aluatului cu adaos de aluat acid uscat.....	56
6. Tehnologia de preparare a pâinii cu semifabricat cu drojdie.....	56
7. Tehnologia de preparare a pâinii precoapte.....	57
7.1. Particularitățile tehnologiei de preparare a pâinii precoapte.....	57
7.2. Depozitarea pâinii precoapte.....	59
7.3. Avantajele preparării pâinii precoapte.....	60
Bibliografie.....	61

1. Tehnologia de preparare a pâinii cu aplicarea frământării intensive și rapide a aluatului

1.1. Bazele științifice ale procesului de frământare

Frământarea este o operație fundamentală în tehnologia panificației. Rolul ei constă în obținerea unui aluat omogen, legat, nelipicios, tenace, elastic și extensibil. Aceste caracteristici ale aluatului depind de calitatea făinii, cantitatea de apă adăugată, aerul inclus și condițiile de frământare.

Frământarea constă dintr-un proces de amestecare a componentelor aluatului în vederea obținerii amestecului omogen și un proces de frământare propriu-zis, care are drept scop realizarea însușirilor reologice specifice aluatului de grâu.

În timpul amestecării, datorită deplasării relative a componentelor sub acțiunea forțelor exterioare, particulele de făină vin în contact cu apa, iar aceasta umezește rapid suprafața exterioară a particulelor de făină, care formează mici aglomerări umede.

În procesul de frământare propriu-zis, aglomerările umede de făină, sub influența acțiunii mecanice de frământare, se lipesc între ele, apa de la suprafață pătrunde progresiv în profunzime, proteinele se hidratează, cantitatea de apă legată crește, iar aluatul își mărește consistența și capătă treptat însușiri elastice.

Datorită mișcării brațelor de frământare, în masa de aluat formată apar gradienti de viteză care supun aluatul la deformări, ce determină formarea aluatului cu însușiri reologice caracterizate de consistență, elasticitate, extensibilitate.

Rolul principal în formarea aluatului de grâu îl au proteinele glutenice. În prezența apei acestea se umflă și sub influența acțiunii mecanice de frământare se unesc și formează glutenul. Rezultă o structură sub forma unei rețele continue de filme proteice vâsco-elastice, care înglobează granulele de amidon și care determină obținerea unui aluat coeziv, capabil să se extindă sub presiunea gazelor de fermentare.

Procesul de formare a glutenului este complex și are loc progresiv în aluat.

Potrivit cunoștințelor actuale se admite că proteinele glutenice care în stare nativă au formă globulară, unde lanțurile polipeptidice sunt puternic înfășurate spațial, nu expun la suprafață aproape de loc grupări reactive, motiv pentru care, practic, nu există legături între moleculele de proteine aparținând diferitor particule de făină. Pentru a se forma structura caracteristică aluatului sunt necesare reacții intermoleculare. Acest lucru este posibil la frământare când, în urma hidratării și umflării proteinelor și a energiei transmise aluatului, are loc ruperea legăturilor ce condiționează forma globulară, însoțită de desfășurarea, despachetarea spațială a globulei proteice și de expunerea la suprafață a grupărilor reactive. Apare posibilitatea formării de legături intermoleculare, proces care are loc atunci când moleculele de proteină, aflate în mișcare relativă unele față de altele, ajung suficient de aproape.

Natura grupărilor chimice din structura proteinelor face posibilă formarea de legături disulfidice (legături covalente), legături de hidrogen, legături hidrofobe, legături ionice (legături necovalente). Pentru însușirile reologice ale glutenului, rolul principal se atribuie legăturilor disulfidice, un rol indiscutabil avându-l și celelalte tipuri de legături, în special legăturile de hidrogen și hidrofobe.

Rolul principal în formarea glutenului îl are glutenina, datorită moleculei sale extinse, cu suprafață mare, ce favorizează interacții și asocieri cu alte proteine și cu alți constituenți ai făinii.

Gliadinele bogate în sulf participă la formarea legăturilor disulfidice capabile să formeze astfel de legături între ele sau cu glutenina, precum și cu proteinele solubile, iar cele sărace în sulf se asociază la rețeaua glutenică prin legături necovalente.

Legăturile disulfidice existente în anumite locuri sunt înlocuite cu legături disulfidice în alte locuri. Pe baza acestui mecanism pot fi explicate însușirile vâsco-elastice ale glutenului și aluatului.

Reacția de schimb disulfid-sulfhidril cu formarea de legături disulfidice intermoleculare poate avea loc între două proteine glutenice și în acest caz rezultă o structură elastică, rezistentă, între o

proteină glutenică ce conține o legătură disulfidică intramoleculară sau între o proteină neglutenică, când rezultă o structură extensibilă, puțin elastică. Ambele tipuri de legături se formează în aluat, elasticitatea structurii rezultate fiind în funcție de raportul dintre acestea.

Se admite că în timpul frământării, dintre legăturile care se rup facilitând despachetarea spațială a moleculei proteice, fac parte și unele legături disulfidice intramoleculare. Grupările cu sulf astfel eliberate pot să participe la reformarea punților disulfidice intramoleculare sau la formarea de legături disulfidice intermoleculare.

Ambele tipuri de legături disulfidice, intra- și intermoleculare sunt importante pentru însușirile reologice ale aluatului, optimul obținându-se pentru un anumit raport al acestora, poziția lor în rețeaua proteică fiind foarte importantă. Pe lângă proteinele neglutenice, care prin intermediul legăturilor disulfidice intermoleculare pătrund într-o anumită proporție în rețeaua glutenică, în această structură mai intră unele cantități de amidon și de lipide, datorită legăturilor de hidrogen pe care unele proteine le formează cu amidonul și legăturilor hidrofobe cu care se leagă de extremitățile hidrofobe ale fosfolipidelor. Legăturile hidrofobe formate între proteine și între proteine și lipide, alături de legăturile de hidrogen, participă la stabilizarea fibrelor proteice și contribuie la dezvoltarea proprietăților reologice ale aluatului. Formarea glutenului este rezultatul mai multor reacții ce au loc la frământare în aluat:

- rearanjarea configurației spațiale a proteinelor;
- formarea legăturilor necovalente între proteine și alți constituenți ai făinii;
- ruperea și reformarea punților disulfidice;
- apariția unor rețele complexe formate din fibrile de proteine.

Formarea glutenului în aluat condiționează valoarea de panificație a făinurilor.

În cazul frământării clasice, lente, nu se obține o desfacere optimă a globulelor proteice, din care cauză o parte apreciabilă a grupărilor sulfhidril conținute de acestea rămân mascate în structura proteică, neputând participa în reacțiile de schimb, ceea ce face ca legăturile

disulfidice dintre proteinele glutenice să nu se formeze în cantitate suficientă. Se obține din această cauză o structură cu elasticitate și rezistență la întindere insuficiente.

De aceea, este necesar ca după frământare aluatul să fie fermentat, timp în care procesul de desfacere a globulei de proteină continue, datorită extensiei lor sub acțiunea dioxidului de carbon format la fermentare. Este posibilă, astfel, continuarea interschimbului disulfid-sulfhidril între legăturile disulfidice intramoleculare tensionate din molecula proteinelor și grupările sulfhidril, care devin astfel disponibile pentru această reacție.

Urmarea acestor reacții de interschimb este desăvârșirea structurii glutenului și relaxarea aluatului și, proporțional, modificarea elasticității și rezistenței lui, care îl aduc în stare optimă pentru prelucrarea ulterioară.

1.2. Frământarea intensivă și rapidă a aluatului

Frământarea intensivă și rapidă este caracterizată de o frământare mult mai energică a aluatului, realizată la turații mai mari ale brațelor de frământare și într-un timp mai scurt, în comparație cu frământarea clasică, lentă. Cunoscută și ca dezvoltarea mecanică a aluatului, ea asigură formarea acestuia, prin care este adus în starea în care la sfârșitul frământării are însușirile reologice atinse, în tehnologia clasică, la sfârșitul fermentării.

Explicația privind efectul frământării intensive a aluatului asupra însușirilor lui reologice are la bază modificările suferite de proteinele glutenice la frământare.

Frământarea la turații mari ale brațelor de frământare determină desfacerea mai pronunțată a proteinelor globulare, însoțită de expunerea la suprafață a unui număr mai mare de grupări reactive, capabile să reacționeze cu cele ale moleculelor vecine și să formeze, în consecință, un număr mai mare de legături intermoleculare. Crește numărul grupărilor sulfhidril din proteinele glutenice capabile să interacționeze prin reacții de schimb cu legăturile disulfidice intramoleculare, posibil

și pe seama ruperii acestora din urmă, în timpul frământării. Datorită mișcării energice a sistemului, care pune în contact mai intim componentele acestuia, posibilitatea reacțiilor de schimb disulfid – sulfhidril și de formare a celorlalte tipuri de legături dintre proteine crește, iar reacțiile decurg mai rapid. Crește numărul legăturilor disulfidice ce se stabilesc între proteinele glutenice, obținându-se un alt raport între legăturile dintre proteinele glutenice, pe de o parte, și dintre proteinele solubile și proteinele glutenice, pe de altă parte, față de frământarea clasică.

Microfotografiile glutenului care se formează în aluatul frământat rapid arată că fibrele de gluten formate sunt mai puternic înfășurate în jurul granulelor de amidon și a celorlalte componente ale aluatului, față de cea clasică. Se formează o rețea de fibre de gluten cu ochiuri extrem de fine și rezistență mare la rupere.

Această stare a scheletului glutenic obținută în frământarea intensivă creează posibilitatea reducerii sau suprimării fermentării aluatului înainte de divizare, transformările structurale pe care proteinele le suferă la fermentare obținându-se în timpul frământării.

1.2.1. Factorii care influențează dezvoltarea mecanică a aluatului

Cantitatea de energie transmisă aluatului la frământare.

Dezvoltarea mecanică a aluatului se obține atunci când, la frământare, aluatului i se transmite o cantitate suficientă de lucru mecanic și cu o anumită viteză. Aceste cerințe sunt necesare pentru a aduce proteinele glutenice în configurația spațială capabilă să expună suficiente grupări reactive care să conducă la o structură rezistentă a glutenului în aluat.

S-a constatat că valoarea optimă a energiei ce trebuie transmisă aluatului la frământare este de 40 J/g aluat, adică o cantitate de 5-8 ori mai mare decât în frământarea clasică, unde consumul este de 5-8 J/g aluat, creșterea sau scăderea energiei aplicate aluatului față de valoarea optimă fiind însoțite de modificări în consistența aluatului, volumul produselor și structura miezului. La un consum de 10 J/g aluat, alaturile sunt consistente și scurte. La creșterea energiei aplicate de la 10 la 40 J/g, alaturile devin mai moi și mai

extensibile, cu capacitate mărită de reținere a gazelor, iar produsele se obțin cu un volum mărit și structură fină a miezului.

De asemenea, s-a constatat că pentru calitatea aluatului obținut la frământare este importantă nu numai cantitatea optimă de energie, ci și viteza cu care aceasta este aplicată aluatului, deci unui nivel optim de energie trebuie să-i corespundă o viteză optimă de consum a acesteia, respectiv un anumit timp de frământare.

Consumul de energie de 40 J/g, viteza optimă se atinge la un timp de frământare de 5 min. La viteze mai mici sau mai mari de transmitere a energiei, însușirile aluatului sunt inferioare celor obținute pentru viteza optimă. Înrautățirea însușirilor reologice ale aluatului la depășirea vitezei optime de consum al energiei se poate datora degradării moleculei de proteină sub acțiunea forțelor de forfecare relativ puternice. Este probabil că această degradare are loc într-o măsură oarecare și la viteze mici de frământare, dar ea devine vizibilă la viteze de peste 35 J/g·min.

Consumul specific de energie pentru făinurile cu conținut mare de proteine este mai mare decât pentru făinurile cu conținut mic de proteine, iar făinurile cu indice mic de deformare a glutenului necesită o frământare mai intensă față de cele cu indice mare de deformare.

În literatura de specialitate se găsesc următoarele date pentru consumul de energie la frământarea intensivă și rapidă: pentru făina de slabă calitate 15-20 J/g aluat, pentru făina de calitate medie 20-40 J/g aluat, pentru făina puternică 40-50 J/g aluat.

La alegerea energiei de frământare trebuie să se țină seama și de modul de preparare a aluatului: direct sau indirect. În procedeul indirect, energia de frământare trebuie redusă proporțional cu cantitatea de maia folosită, deoarece în maia glutenul este deja format.

Substanțele oxidante și sarea măresc consumul specific de energie, în timp ce substanțele reducătoare îl micșorează. Scăderea temperaturii aluatului este însoțită de creșterea consumului specific de energie. La scăderea temperaturii de la 35 la 25°C, consumul de energie crește cu aprox 5 J/g aluat pentru umiditatea aluatului de 50% și cu aprox 10 J/g aluat pentru umiditatea aluatului de 43%.

Viteza cu care se consumă energia transmisă aluatului la frământare este influențată de consistența aluatului. Aluaturile consistente au vâscozitate mai mare și opun rezistență sporită la frământare; de aceea într-un timp mai scurt se absoarbe o cantitate mai mare de energie decât în cazul aluatului de consistență mică, unde este necesar un timp mai lung pentru a se consuma aceeași cantitate de energie.

Adaosul de oxidanți. Datorită desfacerii mai avansate a globulelor de proteină la frământarea intensivă, pentru obținerea aluatului cu însușiri reologice optime este necesară oxidarea unui număr mai mare de grupări sulfhidril față de frământarea clasică, fapt pentru care este necesar adaosul de agenți de oxidare.

Se consideră că performanțele obținute la frământarea intensivă sunt dependente de acțiunea comună a energiei aplicate și a oxidanților în aluat.

În calitate de oxidant sunt folosiți iodatul și bromatul de potasiu și acidul ascorbic. Aceștia se diferențiază între ei după viteza și mecanismul de reacție. Iodatul de potasiu reacționează foarte rapid, reacția lui fiind terminată în timpul dezvoltării mecanice a aluatului. Acidul ascorbic reacționează mai lent. Reacția lui are loc pe toată durata procesului tehnologic cu o viteză liniară. Bromatul de potasiu reacționează rapid la frământare și coacere și lent, aproape liniar, la fermentare.

Folosiți în exces, iodatul (peste 12 ppm) și bromatul (peste 90 ppm) dau efecte de supraoxidare care influențează negativ calitatea pâinii.

Spre deosebire de aceștia, acidul ascorbic nu dă efectul de supraoxidare. Acțiunea lui în timpul dezvoltării mecanice a aluatului determină formarea unei rețele de gluten stabile. În plus, reacțiile de oxidare continuă și în fazele de fermentare finală și la coacere.

În dezvoltarea mecanică a aluatului, dozele de oxidant folosite sunt superioare celor din frământarea clasică. Iodatul de potasiu are efect optim la doze de 6-8 ppm, bromatul de potasiu la doze de 60-75 ppm, iar acidul ascorbic la doze de 25-75 ppm față de masa făinii prelucrate. Dintre oxidanți, cei mai folosiți sunt bromatul de potasiu și acidul ascorbic, singuri sau în amestec.

Influența acidului ascorbic și a bromatului de potasiu asupra calității pâinii a fost urmărită pentru doze diferite ale agentului de oxidare și în condiții diferite de frământare. Folosind aluaturi frământate la turații ale brațelor de frământare de 60 rot/min, timpii de frământare variind între 15 și 75 min și consumul de energie de 30-150 J/g aluat, s-a constatat că acțiunea de îmbunătățire a acidului ascorbic crește proporțional cu doza folosită și este aditivă la efectul obținut pentru timpii mai mari de frământare.

Alegerea agentului de oxidare are în vedere obținerea efectului dorit în aluat. Acest lucru se poate realiza fie folosind un agent cu acțiune rapidă, cum este iodatul de potasiu, în cantități mai mici, fie un agent cu acțiune lentă, cum este bromatul de potasiu sau acidul ascorbic, în cantitate mai mare.

Includerea aerului la frământare. Includerea aerului are loc și la frământarea clasică, lentă, reprezentând unul dintre procesele importante din aluat. Aerul inclus determină apariția porilor în aluat, care stau la originea porozității pâinii, dar joacă un rol important și în procesele de oxidare din aluat.

Cantitatea de aer înglobată în aluat și gradul lui de dispersie depind de conținutul de lipide al făinii și de condițiile de frământare. Cu cât conținutul de lipide al făinii este mai mare, cu atât cantitatea de aer inclusă în aluat este mai mare. Alaturile preparate din făinuri de extracții mari, mai bogate în lipide, absorb cantități mai mari de aer decât alaturile preparate din făinuri de extracții mici, mai sărace în lipide. Frământarea aluatului la turații mari ale brațelor de frământare determină dispersarea mai fină a aerului în aluat, însoțită de un contact mai intim cu componentele aluatului și de procese de oxidare mai intense. Are loc oxidarea grupărilor tiol și a pigmentilor carotenoidici.

Oxidarea grupărilor tiol de către oxigenul inclus la frământare are loc direct sau prin intermediul sistemului lipoxigenază - acizi grași polinesaturați. La această concluzie s-a ajuns prin determinarea cantității de oxigen înglobat în aluat și a celui consumat în reacția de oxidare a acizilor grași polinesaturați, când s-a constatat că acesta din urmă se află în cantitate mult mai mică decât cel inclus, și prin

determinarea grupărilor tiol libere. Reacția are loc și la frământarea lentă, dar este mai puternică la frământarea rapidă, unde frământarea energetică determină dispersia aerului în filme mai subțiri decât în frământarea lentă.

Aerul inclus în aluat la frământare oxidează și pigmentii carotenoidici ai făinii. Experimental (Kozmina, 1978), s-a constatat că în frământarea rapidă oxidarea pigmentilor carotenoidici este mult mai puternică decât în frământarea clasică și conținutul de caroteni scade accentuat atunci când consumul de energie crește de la 30 la 40 J/galuat.

În legătură cu acestea, Stephan și Morgenstern (1967), în cercetările lor, au căutat să lămurească efectul pe care îl au, din punct de vedere tehnologic, diferitele condiții atmosferice din timpul frământării asupra aluatului. Ei au folosit un malaxor cu turația de 1400 rot/min, care transmite aluatului o cantitate de energie de 36-40 J/g aluat, pentru un timp de frământare de 2,5 min și au constatat că un vid de 50% este suficient pentru a obține aluat cu însușiri reologice optime, iar în ce privește aerul, respectiv oxigenul absorbiți în aluat, au valori limită dincolo de care aluatul nu-l mai reține.

Agitarea energetică din timpul frământării rapide este însoțită de creșterea numărului de pori formați în aluat, ceea ce influențează pozitiv capacitatea lui de a reține gazele, respectiv volumul și structura porozității produsului.

Adaosul de grăsimi. Prezența grăsimii în aluaturile preparate prin frământare rapidă și ultrarapidă este evidentă pentru calitatea pâinii. Experiențele efectuate cu aluaturi fără și cu adaosuri de grăsimi au arătat că acestea nu se deosebesc între ele până în momentul introducerii în cuptor. În prima parte a coacerii însă, când aluatul își mărește volumul pe seama dilatării termice a gazelor din aluat și a cantităților de gaze noi formate sub acțiunea drojdiei, apar diferențe apreciable în volumul pâinii în formare.

De asemenea, s-a constatat, folosind grăsimi cu punct de topire diferit, că cele cu punct de topire superior temperaturii aluatului au efect mai bun pentru calitatea pâinii față de cele cu punct de

topire mai scăzut. Pe lângă volumul crescut se obține și o porozitate foarte bună a miezului.

Mecanismul prin care grăsimile influențează capacitatea aluatului de a reține gazele nu este elucidat. Se cunoaște însă că la frământare o parte din lipidele naturale ale făinii sunt legate în rețeaua proteică. În cazul dezvoltării mecanice a aluatului, proporția lor este considerabil mai mare față de frământarea clasică. Este posibil ca grăsimea adăugată să înlocuiască lipidele legate în structura proteică, eliberând lipidele naturale ale făinii. Grăsimile native legate de proteine sunt mai ales polare, cu afinitate pentru apă, în timp ce trigliceridele introduse sunt nepolare, astfel încât structura proteica a aluatului se modifică, devenind mai impenetrabilă pentru gaze. Reținerea grăsimilor de către proteine se face probabil prin forțe Van der Waals.

Un rol important îl poate avea ligolina, proteină prezentă în gluten în proporție de circa 10%, care cu trigliceridele poate forma complexe în proporție 1:1.

Efectul pozitiv al unor cantități de grăsimi solide asupra însușirilor reologice ale aluatului se observă și în frământarea clasică, dar el este mai evident în dezvoltarea mecanică a aluatului. În acest caz, în absența adăugării grăsimii, cele mai multe făinuri dau alături care la începutul coacerii nu se dezvoltă suficient, rezultând produse cu porozitate densă și elasticitate mică a miezului.

Astfel, alături de cantitatea de energie transmisă aluatului și de viteza cu care aceasta este transmisă, intervin cu rol foarte important tipul și doza de oxidant, cantitatea și tipul grăsimii adăugate.

1.2.2. Caracteristicile aluatului obținut

La sfârșitul frământării, aluatul este ușor umed, puțin elastic și extensibil. La numai câteva minute, însă, el își mărește tenacitatea, devine mătăsoș și cu elasticitate bună și capacitate mare de reținere a gazelor de fermentare. Are toleranță mare la dospirea finală, ceea ce permite prelungirea acestei operații.

1.2.3. Calitatea pâinii

În tehnologia cu dezvoltarea mecanică a aluatului se obțin produse de calitate superioară. În special se îmbunătățesc volumul pâinii și culoarea miezului. Volumul crește cu 10-30%, iar culoarea miezului este mai deschisă față de pâinea obținută prin procedeul clasic. Deasemenea, miezul are porozitate mai fină și este mai fraged. Creșterea volumului și structura fină a porilor sunt explicate de însușirile reologice superioare ale aluatului. Un rol important îl au și procesele de oxidare datorate aerului inclus la frământare și dispersiei foarte fine a acestuia, care ajută la afânare prin creșterea numărului de pori formați în aluat, îmbunătățindu-se astfel capacitatea aluatului de a reține gazele, dar și la albirea miezului prin oxidarea enzimatică a pigmentilor carotenoidici din aluat. Coaja pâinii este mai fină, cu crocanță îmbunătățită și culoare mai uniformă.

Reducerea sau chiar suprimarea fermentării aluatului înainte de divizare, cu toată prelungirea fermentării finale, face ca pâinea să conțină cantități mai mici de substanțe de gust și de aromă, obținându-se produse care din acest punct de vedere sunt inferioare celor obținute prin procedeul clasic.

1.2.4. Procede de preparare a aluatului folosind malaxoare cu turații mari ale brațelor de frământare

Tehnologia de preparare a pâinii folosind frământarea intensiva și rapidă constă în frământarea energetică a aluatului, urmată de reducerea sau excluderea fermentării în vrac a acestuia și prelungirea fermentării finale. Datorită acțiunii mecanice intense din timpul frământării, urmată la scurt timp de acțiunea mecanică de la divizare și premodelare, procedeul impune un repaus intermediar mai lung decât în metoda clasică pentru relaxarea aluatului.

Se folosesc două procedee de frământare moderne: frământarea ameliorată și frământarea intensivă.

Frământarea ameliorată constă într-o amestecare de 3-5min la turația de 40rot/min, urmată de frământare timp de 10-12min la 80rot/min a brațelor de frământare. Timpul de fermentare în cuvă se reduce de la 180-240min la 60-90 min, iar dospirea este prelungită.

Metoda prevede mărirea proporției de drojdie adăugată de la 1,2% în metoda clasică la 1,8%. Se obțin produse cu volum satisfăcător a căror gust și culoare a miezului nu sunt alterate.

Frământarea intensivă se execută 3-4 min la turația de 40 rot/min și 16-17 min la turația de 80 rot/min, urmată de fermentarea în cuve a aluatului un timp de 0-45 min și prelungirea fermentației finale. Procedul utilizează cantități mărite de drojdie, 2% față de făina prelucrată și adaosul de acid ascorbic în calitate de oxidant, precum și alți amelioratori, cum sunt lecitina, făina de soia. Frământarea se realizează cu ajutorul frământătorului spiral. Folosirea de malaxoare cu turație mai mare permite scurtarea timpului de frământare. Se realizează incorporarea unei cantități importante de aer în aluat, care determină formarea unei rețele glutenice mai elastice și a aluatului cu rezistență la presiunea gazelor și toleranță la fermentarea finală mărite. Aceste procedee se disting de procedul clasic prin:

- durată prelungită de frământare;
- turații ale brațelor de frământare crescute;
- hidratare cu 1-2% mai mică a făinii;
- adaos mărit de sare și drojdie;
- durată de fermentare finală excesivă.

Făina folosită în acest procedeu de frământare intensivă trebuie să provină din grâne puternice.

În multe țări din Europa se aplică un procedeu intensiv de frământare folosind frământătorul spiral, în care frământarea se execută 2-4 min la turația minimă, când se realizează amestecarea componentelor, urmată de frământarea la turația maximă, timp de 6-8 min. Aluatul astfel obținut este trecut direct sau după o scurtă fermentare de 10-30 min la divizare. După premodelare, bucățile de aluat sunt supuse unui repaus mai mare față de tehnologia clasică, de 10-15 min, iar dospirea finală este și ea prelungită, ajungând la 50-60 min și chiar mai mult.

În general, aluatul se prepară cu temperatura de 25...26°C, temperatură care asigură o mai mare stabilitate aluatului și un efect maxim al acidului ascorbic, folosit ca agent de oxidare.

O caracteristică a procedeelor de preparare a pâinii folosind dezvoltarea mecanică a aluatului este creșterea proporției de drojdie față de cea din tehnologia clasică. Mărirea proporției de drojdie este necesară pentru asigurarea intensității dorite a fermentației în timpul dospirii finale, în lipsa adaptării drojdiei la condițiile din aluat, care în procedeul tradițional are loc în faza de maia. Măsura în care crește doza de drojdie depinde de parametrii de procesare. Folosirea unei temperaturi mai ridicate a aluatului, 27...31°C, este suficientă pentru stimularea fermentației produse de drojdie, fără a fi necesară o creștere esențială a cantității acesteia.

1.2.5. Frământătoare folosite în frământarea intensivă și rapidă

Frământătoarele clasice nu pot fi folosite în tehnologia dezvoltării mecanice a aluatului. Efectul unui malaxor cu acțiune rapidă nu poate fi obținut cu ajutorul unui malaxor cu acțiune lentă, chiar dacă acesta funcționează un timp suficient de lung pentru ca aluatului să i se transmită aceeași cantitate de energie, deoarece în afară de cantitatea de energie este foarte importantă și viteza cu care aceasta este aplicată.

Au fost construite diferite tipuri de frământătoare pentru această tehnologie.

După turația brațului de frământare, ele au fost clasificate în: frământătoare (malaxoare) rapide (60-120 rot/min), intensive (200-1000 rot/min) și ultrarapide (peste 1000 rot/min). Pentru fiecare turație a brațului de frământare corespunde un timp optim la care se obține pâinea de cea mai bună calitate. Timpul de frământare scade cu creșterea turației brațului de frământare. Aluaturile dezvoltate mecanic au toleranță mai mică la depășirea duratei de frământare.

Din punct de vedere al presiunii la care lucrează, aceste malaxoare pot fi deschise, și în acest caz lucrează la presiunea atmosferică, sau pot fi închise ermetic, și în acest caz lucrează fie la suprapresiune, fie la subpresiune.

La malaxoarele deschise nu se poate evita ca bulele de aer de mărime foarte diferită să fie incluse în aluat, deoarece se fac permanent incluziuni de aer pe toată durata frământării, iar bulele de aer incluse la sfârșit nu mai ajung la o divizare fină. La fermentarea finală vor crește

cel mai ușor porii cei mai mari, pe când porii mai mici nu ajung să se dezvolte suficient; de aceea, se obțin produse cu porozitate neuniformă și, de multe ori, grosieră.

Malaxoarele închise prezintă avantajul că aerul intră în malaxor numai la început, o dată cu materiile prime, pe durata frământării ne mai făcându-se înglobări de aer. Se poate admite că acesta este fin dispersat în masa aluatului în timpul frământării, obținându-se produse cu porozitate fină.

După modul de funcționare, malaxoarele care realizează dezvoltarea mecanică a aluatului sunt cu funcționare discontinuă și cu funcționare continuă.

Malaxoarele cu funcționare discontinuă sunt formate din cuve fixe sau în mișcare, în care organul de frământare, a cărui formă variază de la un malaxor la altul, este, în general, plasat la partea inferioară a cuvei. Aluatul este antrenat de braț și lovit de pereții cuvei, unde pot fi dispuse diferite piese cu rolul de a mări șocul și de a reține aluatul.

Dintre malaxoarele cu funcționare continuă se cunosc după turația brațului de frământare: intensive, rapide sau ultrarapide. Ele constau dintr-o cuvă care are unul sau două compartimente și care este prevăzută cu dispozitive interne de reținere a aluatului.

1.2.6. Avantajele și dezavantajele procedurii de preparare a pâinii folosind frământarea intensivă și rapidă

Față de procedeul tradițional, clasic, metoda de preparare a pâinii cu dezvoltarea mecanică a aluatului prezintă o serie de avantaje:

- calitatea pâinii este superioară, mai ales în ce privește volumul, textura și culoarea miezului;
- se poate folosi și făină de calitate slabă cu rezultate bune pentru calitatea produsului;
- se reduce durata procesului tehnologic, ceea ce reprezintă o economie de timp de 50-60 %, față de metoda clasică;
- se reduc pierderile la fermentare și crește astfel randamentul în pâine;
- crește precizia de divizare datorită aluatului mai dens și mai omogen, ca urmare a reducerii sau excluderii fermentării aluatului

înainte de divizare;

- se reduce cantitatea de aluat aflat în procesul de fabricație;
- se reduce spațiul necesar procesului tehnologic;
- creează posibilitatea automatizării preparării aluatului.

Dezavantajele procedeului sunt:

- consum mărit de energie la frământare;
- consum mărit de drojdie.

2. Tehnologia de preparare a pâinii cu semifabricate refrigerate

Cunoașterea proceselor care au loc în aluat și a factorilor care le influențează a permis dezvoltarea tehnologiilor de preparare a aluatului bazate pe utilizarea frigului.

Se poate accepta că utilizarea frigului este dorită în multe faze ale procesului tehnologic: conservarea materiilor prime, a drojdiei și a altor ingrediente alterabile; răcirea apei folosite la frământarea intensivă a aluatului; conducerea fermentării aluatului; conservarea produselor finite.

Una din utilizările frigului artificial în panificație este încetinirea fermentării aluatului prin refrigerarea acestuia. Procedeul este cunoscut de mult de brutarii practicieni, care așază aluatul modelat peste noapte în locuri reci, iar a doua zi îl dospesc și îl coc. Printre primele țări care au folosit încetinirea fermentării prin frig în fabricile de pâine se numără țările scandinave. În Germania, răcirea aluatului s-a aplicat pentru prima dată în 1920, o dată cu interzicerea lucrului de noapte în fabricile de pâine. Ideea aparține lui Fonet, care a propus încetinirea fermentării aluatului prin păstrarea acestuia peste noapte la rece. În perioada postbelică, procedeul de încetinire a fermentării aluatului prin frig a fost perfecționat în S.U.A. și în Europa.

Există țări care comercializează aluat refrigerat. În acest scop, aluatul este ambalat în cutii de carton, căptușite în interior cu folie metalică și prevăzute din construcție cu spațiu excedentar pentru o eventuală creștere în volum a aluatului în timpul păstrării la rece.

Procedeul permite preluarea vârfurilor de producție și excluderea schimbului de noapte, ceea ce din punct de vedere social și uman este un progres foarte mare, brutarul putând să prepare la sfârșitul zilei o parte din semifabricatele pentru a doua zi. Aceasta îi dă posibilitatea să-și organizeze mai bine munca și să suprime timpul nopții, contribuind la creșterea productivității fabricației.

2.1. Bazele științifice ale refrigerării semifabricatelor de panificație

2.1.1. Procesul de refrigerare

Refrigerarea, ca proces, constă în răcirea produselor alimentare până la temperaturi situate în apropierea punctului de congelare, fără apariție de gheață în produs. Se realizează prin transfer termic, însoțit în majoritatea cazurilor și de un transfer de masă (umiditate), de la produs, care are o temperatură mai ridicată, la mediul de răcire cu temperatură mai scăzută.

Pentru realizarea răcirii, mediul de răcire trebuie să aibă temperaturi cu 3...5°C mai coborâte decât temperatura finală a produsului supus refrigerării.

Un parametru important al procesului este viteza de răcire, care caracterizează intensitatea de răcire. Ea variază de la un punct la altul al produsului și în timp. Procesul de refrigerare poate fi considerat terminat atunci când temperatura medie a produsului supus răcirii a atins valoarea la care urmează a fi depozitat. Este un proces nestaționar. În panificație, pentru răcirea aluatului se folosește aerul rece, viteza de răcire putând fi modificată prin modificarea temperaturii și vitezei de deplasare a agentului de răcire. Schimbul de căldură între agentul de răcire și aluat se realizează, în principal, prin convecție liberă sau convecție forțată, după cum aerul rece folosit ca agent de răcire este staționar sau în mișcare.

Pentru evitarea formării unei cruste la suprafața aluatului, în urma schimbului de umiditate dintre acesta și mediul de răcire, care ar conduce la produse inferioare calitativ, refrigerarea aplicată semifabricatelor de panificație trebuie să se facă în condiții de umiditate relativ mare, fiind 75-90 %.

2.1.2. Influența refrigerării asupra proceselor din aluat

Tehnologia preparării pâinii prin refrigerarea semifabricatelor se bazează pe încetinirea proceselor biochimice și microbiologice la scăderea temperaturii.

Enzimele sunt în esență proteine. În consecință, activitatea lor se reduce o dată cu scăderea temperaturii aluatului corespunzător modificărilor suferite de proteine și scăderii mobilității moleculelor.

Microbiota aluatului este formată din drojii și bacterii. Ele sunt microorganisme mezofile. Temperatura minimă de activitate a acestora este de 15...20°C. La temperaturi situate sub valoarea minimă, viteza de metabolizare a substanțelor nutritive scade și, în consecință, scade formarea de proteine/enzime prin biosinteză. Procesul se explică prin faptul că la temperaturi scăzute are loc plierea lanțurilor polipeptidice ale proteinelor cu formare de noi legături între acestea, ceea ce duce la mascarea centrului activ al enzimei (Dan V, 1999).

Scăderea intensității proceselor din aluat o dată cu scăderea temperaturii permite păstrarea prin refrigerare a semifabricatelor de panificație un timp limitat, fără modificări importante a calității acestora.

2.2. Tehnologia preparării semifabricatelor refrigerate

Se folosește refrigerarea maielelor în vrac și a bucăților de aluat modelate sau parțial dospite. Tehnologia presupune două faze: răcirea și reîncălzirea.

2.2.1. Răcirea semifabricatelor

Operația constă în răcirea semifabricatelor, maiele sau aluaturi, de la temperatura de obținere până la temperatura de 2...10°C. Ea trebuie să aibă loc într-un timp cât mai scurt pentru a reduce durata procesului și activitatea microbiotei aluatului.

Cercetările privind încetinirea fermentării prin frig au arătat că materiile prime și auxiliare, aditivii, tehnologia de preparare a aluatului și parametrii aerului din spațiul de refrigerare influențează calitatea produsului.

Făina folosită trebuie să fie de calitate, cu un bun echilibru al elasticității și vâscozității glutenului și aluatului și cu activitate enzimatică redusă.

Drojdia utilizată va fi foarte bună, într-o stare de conservare perfectă. Utilizarea drojdiilor rapide nu este oportună, caracteristicile acestora fiind incompatibile cu fermentația încetinită (Lidon M, 1965).

Folosirea *aditivilor* este indispensabilă pentru asigurarea însușirilor corespunzătoare aluatului care să-i permită o bună comportare la fermentare și coacere. Efectele obținute sunt influențate de cantitatea și calitatea aditivilor. Se folosesc acidul ascorbic și emulgatori. Față de procedeul fără refrigerare, cantitatea de acid ascorbic folosită este mai mare (5-10 g/100 kg făină).

Din punct de vedere al *compoziției*, cel mai bine se comportă aluaturile care conțin zahăr și grăsimi, chiar la o proporție de 3-4%. Se obțin produse fragede, gustoase, cu aromă mai bine dezvoltată și care își mențin mai bine prospețimea. Aluaturile simple dau produse fragede și gustoase, dar cu aspect neplăcut, coaja superioară având culoare neuniformă și cu bășici mici, superficiale.

Condițiile de frământare, consistența și durata de fermentare înainte de divizare au mare importanță. Cele mai bune rezultate se obțin cu aluaturi bine dezvoltate în timpul frământării, în special cele frământate intensiv, cu aluaturile de consistență mărită și cu cele pentru care timpul de fermentare înainte de divizare nu depășește o oră, precum și pentru bucățile de aluat prelucrate prin împletire, presare sau trefilare.

Temperatura de refrigerare este în general de 2...8°C. Această temperatură este considerată satisfăcătoare pentru cele mai multe aluaturi. Ea variază cu durata păstrării aluatului în stare refrigerată, fiind mai scăzută pentru durate mai lungi, fără să existe o proporționalitate între acești doi parametri, durată/temperatură. Temperatura de răcire a aluatului mai este influențată de metoda de preparare a aluatului, doza de drojdie, raportul maia/aluat temperatura aluatului.

Experimental, s-a stabilit că pentru aluatul preparat direct și frământare intensivă, conținând 2,5% drojdie, pentru o durată de păstrare în stare refrigerată de 12-15 ore temperatura optimă a camerei de răcire

este 10°C. Pentru aceeași durată de păstrare, în cazul aluatului preparat prin procedeul bifazic și cu frământare intensivă, conținând 1% drojdie, temperatura de răcire optimă este de 12...14°C.

Umiditatea relativă din spațiul de refrigerare trebuie să fie menținută la valori la care aluatul, fără a fi protejat, nu formează crustă la suprafață.

Modul de răcire a incintei, frecvența și durata de funcționare a instalației de răcire, volumul și gradul de încărcare ale camerei sunt strâns legate de acest echilibru.

În cazul folosirii instalațiilor care realizează răcirea fără deplasarea aerului în interiorul camerei, umiditatea relativă de 80 % este suficientă pentru eliminarea formării crustei. Riscul formării crustei la suprafața aluatului este mai mare la începutul refrigerării. Bucățile de aluat relativ calde, introduse în incintă, necesită pentru a se răci o cantitate mare de energie; ca urmare, instalația frigorifică trebuie să lucreze timp mai îndelungat, umiditatea relativă scade, schimburile între mediul camerei de răcire și suprafața aluatului sunt foarte active și riscul formării crustei se mărește.

Formarea crustei la suprafața bucății de aluat are loc și în cazul încărcării incomplete a spațiilor de refrigerare. Riscul se poate evita prin compartimentarea spațiului de refrigerare sau utilizarea de cărucioare închise. Se limitează astfel formarea curenților de aer.

Momentul optim de refrigerare. Pentru bucățile de aluat modelate, momentul frânării fermentării prin frig depinde de conținutul de zahăr și de grăsimi al acestuia. Cu cât conținutul este mai mare, cu atât durata dospirii înainte de răcire trebuie prelungită, ea putând ajunge până la 3/4 din durata normală. În cazul aluatului simplu, bucățile de aluat se supun răcirii imediat după modelare.

2.2.2. Depozitarea semifabricatelor refrigerate

Păstrarea în stare refrigerată se realizează pe o durată de 8-48 ore. Optime sunt duratele de 8-16 ore. Pentru durate de păstrare peste 20 de ore, de 36-40 ore, pentru a se conta pe rezultate bune, dozele de

drojdie, raportul maia/aluat și temperatura de refrigerare vor fi ușor reduse.

Maiielele (dense/lichide) fermentate, maturizate. Acestea sunt răcite până la 9...10°C sau 5...6°C și păstrate la această temperatură 8-48 ore. Pentru un timp scurt de păstrare, de 8-10 ore, aciditatea acestora practic nu variază. Pentru durate mai lungi, de 24-48 ore, aciditatea maiielelor crește.

Pentru maiielele preparate din amestec de făină de grâu și secară (70% făină de secară și 30% făină de grâu), creșterea acidității a fost de 1,9 grade după 24 de ore și de 2,8 grade după 48 de ore la maiielele lichide și de 1,4 grade, respectiv 2,4 grade la maiielele dense din care o creștere de circa 0,5 grade s-a produs în timpul răcirii maiielelor.

În ce privește pH-ul, acesta a scăzut cu 0,1 după 24 de ore de depozitare și cu 0,15 după 48 de ore, indiferent de consistența maiei, iar microbiota maielelor a rămas neschimbată pe timpul depozitării.

Influența gradului de maturizare al maiielelor asupra creșterii acidității la păstrare se explică prin faptul că maiielele cu un grad mai avansat de maturizare fermentează mai puțin în perioada de păstrare la rece față de cele maturizate mai puțin. Astfel, folosind refrigerarea este posibilă prepararea de maiele finale pentru un schimb, răcirea și păstrarea lor la temperaturi joase, de 5...10°C, și folosirea acestora a doua zi, fără ca aciditatea să varieze semnificativ și fără să modifice calitatea și gustul produsului.

Durata maximă de păstrare a maiielelor este de 24...48 de ore, creșterea acidității având loc mai ales în intervalul de timp de la 24 la 48 de ore.

Bucățile de aluat modelate. Acestea se răcesc, în general pe durata de 8 ore, la o temperatură de 2...9°C și chiar 0°C.

Aluaturile simple pot fi păstrate un timp care poate ajunge la 14-18 ore, iar aluaturile ce conțin zahăr și grăsimi până la 36 de ore, după reîncălzire procesele fermentative continuând nemodificat.

Masa bucății de aluat influențează viteza procesului de răcire. Pentru ca răcirea să se facă într-un timp cât mai scurt, bucățile de aluat vor avea masa mică.

2.2.3. Reîncălzirea semifabricatelor

Se realizează în momentul trecerii lor la operația următoare. Maielele păstrate la rece înainte de a fi folosite la prepararea aluatului sunt lăsate să se încălzească până la temperatura de 24...25°C.

Bucățile de aluat modelate, după scoaterea din spațiul rece nu se introduc imediat în dospitor pentru continuarea fermentației. Ele sunt lăsate mai întâi pentru reîncălzire la temperatura mediului ambiant de 20 - 25°C, un timp de 30-60 min, după care se poate completa fermentarea finală.

Diferențe mari de temperatură între spațiul de refrigerare și mediul ambiant pot cauza modificări de formă și volum ale bucăților de aluat și apariția de pete în interiorul sau pe suprafața bucății de aluat.

Reîncălzirea aluatului refrigerat este relativ lentă. Pentru reîncălzirea bucăților de aluat cu masa de 0,75 kg de la 8°C la 14°C la o temperatură a mediului ambiant de 25°C sunt necesare 60 min, iar pentru a atinge 19°C sunt necesare 120 min.

În primele 60 min de la scoaterea bucăților de aluat din spațiul rece, datorită temperaturii scăzute, procesele fermentative sunt lente.

Maielele răcite în vrac (cuve), datorită masei lor mari, precum și datorită conductibilității termice reduse se răcesc și se reîncălzesc lent, ceea ce face posibilă desfășurarea în acest timp a proceselor biochimice și microbiologice, cu efect nefavorabil pentru calitatea produsului. De aceea, mai răspândită este refrigerarea aluatului modelat.

2.3. Calitatea pâinii obținute cu semifabricate refrigerate

Experimental s-a constatat că volumul pâinii, ca indice calitativ principal, este influențat de durata de păstrare a aluatului în stare refrigerată, cantitatea de drojdie din aluat, durata de reîncălzire.

Volumul pâinii crește cu creșterea timpului de reîncălzire a aluatului și scade cu creșterea duratei de păstrare în stare refrigerată.

Defectele produselor obținute din semifabricate refrigerate

Pâinea obținută din semifabricate refrigerate poate prezenta o serie de defecte, care sunt prezentate în cele ce urmează.

Bășici mici pe coaja superioară. Este un defect frecvent. Bășicile apar la coacere și sunt de culoare albă. Experimental s-a observat că defectul apare în special în următoarele cazuri:

- durate mari de păstrare la rece a semifabricatelor;
- formarea crustei la suprafața bucăților de aluat;
- rețete sărace în grăsimi;
- fermentare excesivă în timpul refrigerării.

Această ultimă cauză poate fi eliminată prin reducerea masei bucății de aluat, diminuarea proporției de drojdie și a temperaturii de refrigerare a aluatului.

Bășici mari sub coajă. Defectul este determinat de următoarele cauze:

- umiditate excesivă a suprafeței bucății de aluat;
- insuficiența încălzire a aluatului după refrigerare;
- temperatură ridicată în camera de coacere;
- proporție mare de drojdie în aluat;
- folosirea făinii de calitate slabă.

Închiderea culorii miezului. Defectul apare la produsele la care durata de păstrare în stare rece a semifabricatelor este mare.

2.4. Echipamente utilizate pentru răcirea semifabricatelor

Sunt utilizate dulapuri sau camere închise etanș, termostatate, dotate cu instalații de răcire și încălzire, în care se execută pe rând răcirea semifabricatelor, depozitarea în condiții de refrigerare, reîncălzirea lor și, uneori, și fermentarea finală, parametrii optimi realizându-se în mod automat.

Camerele pot fi compartimentate sau necompartimentate, în care se introduc cuve sau tăvi confecționate din aluminiu, pe care sunt așezate bucățile de aluat, manipularea lor făcându-se manual.

Pentru capacități mari se folosesc camere de răcire tip tunel, în care cuvele sau cărucioarele sunt aduse pe rând și așezate în ordinea sosirii.

Din punct de vedere al realizării frigului, aceasta se poate face static, fără deplasarea aerului sau cu circulație de aer rece.

De subliniat că microclimatul din camerele de răcire a semifabricatelor de panificație, în scopul reducerii intensității procesului de fermentație, se deosebește de cel al instalațiilor de refrigerare propriu-zise, prin aceea că, pe lângă temperatura scăzută, el se caracterizează și prin umiditate relativă mare.

3. Tehnologia de preparare a pâinii cu aluat congelat

Dezvoltarea producției și consumului pe produse de panificație a determinat schimbarea concepției privind procedeele tehnologice de obținere a acestora, trecându-se de la tehnologia clasică la tehnologia pe bază de aluat congelat. Noua tehnologie permite preluarea vârfurilor de producție asigurând astfel fluenta acesteia, precum și posibilitatea desfacerii produselor la locul de obținere a acestora. Aluatul congelat este comercializat direct la consumator sau la brutării.

Deși produsele obținute din aluat congelat au preț de cost mai mare, desfaceră lor crește datorită prospețimii și posibilității vizionării de către consumator a modului de obținere a acestora.

Tehnologia de obținere a produselor folosind aluaturi congelate prezintă dezavantajul că produsul finit se obține cu volum mai mic decât cel obținut din aluat necongelat.

3.1. Bazele științifice ale congelării aluatului

3.1.1. Procesul de congelare a aluatului

Congelarea este un proces complex, tipic staționar, în care au loc o serie de transformări:

- formarea cristalelor de gheață, proces de schimbare de fază în care o parte din apa conținută de aluat trece în stare solidă și care reprezintă fenomenul principal;
- recristalizarea;
- creșterea în volum a aluatului;

- creșterea presiunii osmotice ca urmare a scăderii cantității de apă aflată în stare lichidă;

- scăderea activității apei (a_w), însoțita de scăderea activității enzimelor și a microorganismelor.

Procesul de congelare are loc în trei faze:

- *răcirea aluatului* de la temperatura inițială (20... 22°C) până la punctul crioscopic, când începe congelarea propriu-zisă prin solidificarea apei din aluat;

- *congelarea propriu-zisă*, când aluatul își menține temperatura la punctul constant. Are loc apariția germenilor de cristalizare și formarea progresivă a gheții;

- *subrăcirea* de la temperatura crioscopică la temperatura finală, când continuă formarea cristalelor de gheață.

Durata acestor faze depinde de temperatura de congelare și de compoziția aluatului.

Apariția centrilor de cristalizare a apei (nucleația) are loc când se atinge temperatură punctului eutectic. În general, pentru aluatul simplu acest lucru are loc în apropierea temperaturii de -3°C.

În aluat nu toată cantitatea de apă congelează. Apa congelabilă este apa liberă și apa legată de constituenții aluatului prin legături cu energie mică, iar apa care rămâne necongelată este cea fixată prin legături cu energie mare de grupările polare din aluat și cea existentă în microcapilare. Cantitatea de apă necongelată atinge 46 % din totalul apei din aluat, atunci când temperatura în interiorul aluatului atinge -30°C și de 35% atunci când temperatura atinge -40°C.

Congelarea aluatului, care este însoțită de reducerea cantității de apă liberă din aluat, echivalează cu o deshidratare. Pe măsură ce congelarea avansează, crește proporția de apă înghețată, ceea ce are ca urmare scăderea progresivă a activității apei, creșterea concentrației în substanțe solubile a apei rămase în stare lichidă și creșterea presiunii osmotice.

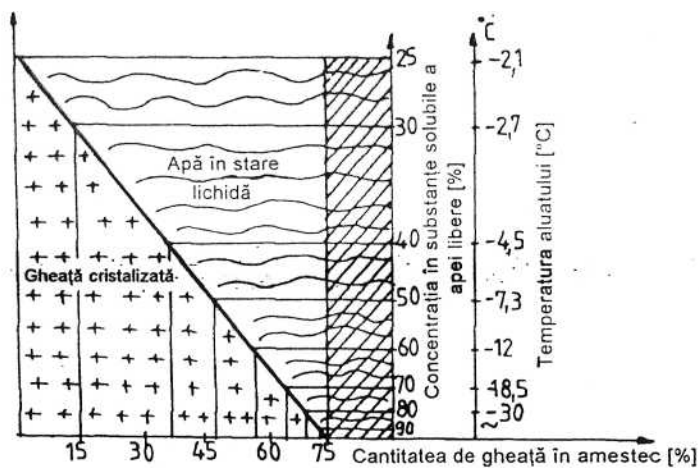


Fig. 3.1.1. Evoluția stării apei în timpul congelării aluatului

Numărul de cristale de gheață, mărimea și localizarea lor depind de viteza de răcire. Cu cât temperatura de congelare este mai scăzută, cu atât viteza de formare este mai mare și cu atât numărul de cristale va fi mai mare.

La o congelare lentă, cu o viteză de răcire de ordinul a $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$, cristalizarea apei are loc în spațiul extracelular (intermicelar). Aici concentrația în substanțe solubilizate este mai mică decât în lichidul intracelular. Se formează un număr relativ mic de cristale de gheață, de mărime mare.

În aluatul congelat, mărimea cristalelor de gheață variază de la centru la periferie. În straturile exterioare, care se răcesc mai repede, cristalele au dimensiuni mici, în timp ce în straturile interioare, care se răcesc mai încet, au dimensiuni comparativ mai mari.

În timpul depozitării aluatului congelat, la temperatura de -8°C ... -20°C , precum și în timpul decongelării, mărimea cristalelor obținute la sfârșitul congelării crește datorită procesului de recristalizare, astfel încât în final cristalele fine dispar.

Recristalizarea constă în creșterea cristalelor de gheață și are loc atunci când temperatura aluatului congelat crește și se accentuează când

diferența dintre presiunea parțială a vaporilor de apă și a cristalelor mari de gheață crește.

3.1.2. Modificări în aluatul congelat

Tehnologia de preparare a pâinii cu aluat congelat este marcată de prelungirea duratei de dospire a aluatului și de diminuarea volumului pâinii. Explicarea acestor fenomene a fost pusă pe seama a două cauze:

- slăbirea rețelei glutenice, responsabilă pentru reținerea gazelor de fermentare;
- distrugerea parțială a celulelor de drojdie, ceea ce are ca urmare reducerea formării de gaze în aluat după decongelare.

Aceste modificări au loc mai ales în timpul depozitării aluatului congelat și sunt influențate de temperatura finală de congelare, temperatura și durata de depozitare.

Pierderile de calitate ale aluaturilor congelate sunt datorate în principal cauzelor fizice.

Înrăutățirea însușirilor reologice ale aluatului. Se manifestă mai ales la depozitarea aluatului congelat și constă în faptul că aluatul își reduce consistența, devine lipicios și cu capacitate mică de reținere a gazelor.

Deshidratarea aluatului datorită transformării unei părți din apă în gheață este însoțită de creșterea concentrației în substanțe dizolvate a apei rămase necongelată, creșterea forței ionice, modificări de *pH* și de potențial redox. Aceste fenomene pot antrena modificări ale interacțiilor moleculare, chiar ireversibile, însoțite de modificări ale proprietăților funcționale ale proteinelor și diminuarea calității pâinii. Este cazul, în special, al legăturilor hidrofobe a căror stabilitate scade cu scăderea temperaturii. Fragilizând sau rupând aceste legături, care contribuie la coeziunea glutenului, frigul negativ poate să modifice structura rețelei proteice și să altereze astfel însușirile vâsco-elastice ale aluatului (Berland, 1991).

Scăderea activității fermentative a drojdiei. Este cea mai importantă modificare care apare în aluaturile congelate. Ea constă în scăderea cantității de gaze formate, cu atât mai puternic cu cât durata

de păstrare a aluatului în stare congelată este mai mare, ceea ce antrenează creșterea progresivă a duratei de fermentare finală.

Drojdia aflată sub formă de drojdie presată este considerată criorezistentă (Bruinsma și Geisenschlag, 1984), ea menținându-și capacitatea de a forma gaze practic nealterată chiar după o păstrare de 130 de zile și este puțin afectată de ciclurile de congelare-decongelare.

Rezistența la frig a drojdiei nu este menținută când celulele de drojdie sunt dispersate în aluat (Neyreneuf și Van der Plaats, 1991), unde există o cantitate apreciabilă de apă în care sunt dizolvate substanțele solubile din aluat, condiții în care drojdia poate deveni activă.

În timpul depozitării aluatului congelat, activitatea fermentativă a drojdiei se înrăutățește. Scăderea vitezei de formare a gazelor după decongelare impune un timp de fermentare finală mai lung, iar pâinea obținută din aceste aluaturi are volum mai mic.

Viabilitatea drojdiei în aluatul congelat este determinată de condițiile de congelare. Pentru creșterea rezistenței la frig negativ, congelarea aluatului trebuie condusă astfel încât să fie menținute integritatea fizică și permeabilitatea membranei celulare. Pentru aceasta se consideră că congelarea aluatului trebuie să se facă lent. În acest caz, pe măsura înghețării apei, datorită creșterii presiunii osmotice exterioare, apa din interiorul celulei difuzează în afara ei și astfel ea congelează în afara celulei. Ca urmare a difuziei apei în exterior, volumul celulei scade, iar membrana celulară se contractă, însoțită de modificarea funcțiilor fiziologice de transport ale acesteia. Când volumul celulei scade sub o valoare critică, datorită tensiunilor care apar în membrană în urma contractării ei, aceasta se poate rupe, având loc trecerea unor elemente celulare în mediul exterior și înghețarea apei intracelulare ce poate cauza alterarea sistemelor enzimaticice ale celulei. De asemenea, stresul fizic se poate datora scăderii activității apei intracelulare în urma difuziei ei în mediul exterior, care reduce cantitatea de apă disponibilă pentru reacțiile vitale ale celulei.

O congelare rapidă sau ultrarapidă duce la congelarea intracelulară a apei cu formarea în primul caz a cristalelor mari de gheață, deteriorative pentru membrana celulară, iar în al doilea caz a cristalelor mici, dar care la decongelare pot să treacă în cristale mari.

Comportarea drojdiei în aluatul congelat depinde de calitatea ei, forma fizică sub care se găsește (uscată, comprimată, pastă), stadiul de viață în care se află, cantitatea folosită, momentul adăugării în aluat, durata de păstrare a aluatului congelat.

În drojdia comprimată, celulele de drojdie se află sub formă latentă și în această stare sunt bogate în trehaloză. Introdusă în aluat, drojdia venind în contact cu apa și glucidele fermentescibile din aluat, începe multiplicarea celulelor și, o dată cu aceasta, declanșarea reacțiilor enzimatice, inclusiv a trehalazei, care hidrolizează trehaloză (Van der Plaet, 1988). După 30 de minute de fermentare la 28°C, o parte importantă de trehaloză este metabolizată; de aceea, într-un astfel de aluat supus congelării drojdia va avea resurse crioprotectoare diminuate.

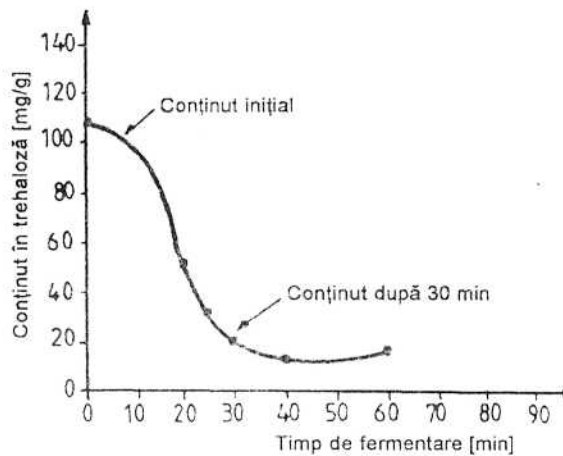


Fig. 3.1.2. Variația conținutului de trehaloză din celula de drojdie în timpul fermentării aluatului

Modificarea activității enzimelor în aluat. Se consideră că în aluatul congelat activitatea enzimelor se modifică datorită următoarelor cauze:

- scade mobilitatea moleculelor;
- scade viteza de reacție, care este în funcție de temperatură;
- posibil are loc și denaturarea părții proteice a enzimelor;
- raporturi noi între enzimă și substrat;
- scăderea activității apei.

Chiar dacă activitatea enzimelor scade, cele mai multe dintre ele, cu excepția celor criosensibile, își continuă activitatea, ele activând chiar a -22°C .

Modificări ale grăsimilor în timpul depozitării aluatului congelat. Principalul proces pe care-l suferă grăsimile în timpul depozitării aluatului este râncezirea. El limitează durata de păstrare a aluatului la maximum o lună după care procesele de râncezire modifică produsul calitativ.

Din acest punct de vedere, pentru conservarea aluatului prin congelare se potrivesc mai ales produsele de masă mică. Foarte importante sunt calitatea excelentă a materiilor prime, condițiile igienice ireproșabile ale procesului de producție și separarea constructivă a spațiilor de congelare și depozitare.

La o depozitare la rece mai lungă de o săptămână este necesar, în special pentru produsele mici, un ambalaj etanș la vaporii de apă.

3.1.3. Factori care influențează calitatea pâinii obținute din aluat congelat

Cercetările din tehnologia aluatului congelat au permis formularea a o serie de condiții a căror respectare poate conduce la obținerea produselor de calitate.

Aplicarea tehnologiei aluatului congelat presupune operarea de modificări în rețeta de fabricație și în conducerea procesului de preparare a aluatului.

Calitatea pâinii obținute din aluaturi congelate este influențată de următorii factori: calitatea făinii; cantitatea drojdiei din aluat; adaosul de ingrediente și aditivi; condițiile de frământare și fermentare a aluatului; condițiile de congelare, depozitare și decongelare.

Calitatea făinii. Este cel mai important factor care influențează calitatea produsului obținut din aluat congelat. Este important conținutul de proteine al făinii, dar mai ales calitatea acestora.

Congelarea solicită, deci, făinuri cu proteine de bună calitate, capabile să formeze rețele glutenice puternice, care să reziste presiunii gazelor ce se formează la fermentarea finală. Făinurile slabe dau rețele glutenice care se rup ușor sub presiunea gazelor, formând canale prin care gazele de fermentare se pierd. Ameliorarea calității proteinelor cu ajutorul aditivilor se consideră insuficientă pentru această tehnologie.

Activitatea amilolitică a făinii este foarte importantă. Valoarea minimă admisă pentru cifra de cădere în tehnologia cu aluaturi congelate este de 280 s (Maitre, 1989). O valoare mai scăzută nu este indicată, deoarece amilazele din făină au activitate semnificativă la temperaturi scăzute, iar o activitate α -amilazică mare conduce la aluaturi lipicioase și la obținerea de produse aplatizate, puțin dezvoltate și coajă intens colorată.

Conținutul de amidon deteriorat al făinii trebuie să fie relativ scăzut, 6-7%.

Cantitatea și calitatea drojdiei. Deoarece în aluatul congelat drojdia își reduce activitatea fermentativă, pentru ca aluatul după decongelare să fermenteze final într-un timp acceptabil, doza de drojdie trebuie mărită față de consumul obișnuit, această doză fiind corelată cu condițiile de congelare și cu durata de depozitare a aluatului în stare congelată. Mărirea cu 50% a dozei de drojdie este suficientă pentru a obține un volum satisfăcător pentru pâine.

Aluatul conținând 3% drojdie va trebui păstrat mai puțin de două săptămâni, iar pentru durate mai lungi de păstrare doza de drojdie trebuie mărită la 4 și chiar 5%. O doză excesivă de drojdie (10%) are efect negativ asupra reținerii gazelor în aluat. Drojdia utilizată trebuie să fie de bună calitate. Alegerea tipului de drojdie depinde de doi factori: durata între sfârșitul frământării și începutul congelării: dacă acest timp este scurt, se poate utiliza o drojdie rapidă, iar dacă este relativ lung se va folosi o drojdie normală, pentru a limita

fermentarea; durata de păstrare a aluatului în stare congelată; pentru durate peste trei luni, drojdia normală se comportă mai bine.

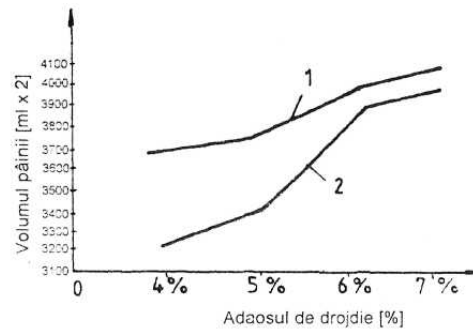


Fig. 3.1.3. Efectul proporției de drojdie asupra volumului pâinii pentru durate diferite de depozitare a aluatului:

1 - 15 zile; 2 - 20 zile

Japonezii au ajuns la concluzia că drojdia trebuie să aibă activitate maltazică ridicată, rezistență la congelare și capacitate de păstrare a trehalozei la congelare în proporție de peste 5 %.

Ingrediente și aditivi. În cele ce urmează se vor prezenta ingredientele și aditivii întrebuiți la fabricarea aluatului.

Ingrediente. Ingredientele prezentate în continuare sunt sarea, glutenul, grăsimile și zaharurile.

Sarea. Există tendința unei ușoare creșteri a dozei de sare pentru întărirea glutenului, fără a se depăși 2,2 %.

Glutenul vital trebuie adăugat cu moderație (2-4 %), deoarece frământarea la temperaturi scăzute nu permite obținerea întotdeauna a unui aluat coeziv; în plus se mărește cantitatea de apă folosită la frământare, mărindu-se în acest fel cantitatea de apă disponibilă pentru congelare, respectiv efectul fizic al cristalelor de gheață în aluat.

Grăsimile și zaharurile. Grăsimile au proprietatea de a forma o barieră protectoare, efectul lor protector depinzând de modul de repartizare a fazei grase în aluat. Din acest punct de vedere sunt importante atât straturile de grăsime interpușe între straturile de aluat (cazul foitajelor), cât și grăsimea introdusă și dispersată în aluat.

Zaharurile sunt permise în proporții mici (3 %), deoarece ele influențează consistența aluatului și facilitează începerea activității drojdiei înainte de congelare.

Aditivi. Calitatea pâinii este îmbunătățită prin folosirea unor aditivi și ingrediente. Rezultate bune s-au obținut prin folosirea oxidanților și emulgatorilor. Efectul acestora depinde de condițiile de frământare și, în special, de cantitatea de aer înglobată în aluat.

Dintre *oxidanți* cel mai frecvent folosit este acidul ascorbic. Utilizarea combinată a acidului ascorbic cu bromatul de potasiu conduce, comparativ cu utilizarea acidului ascorbic singur, la întărirea aluatului și la creșterea volumului pâinii.

Volumul pâinii scade datorită depozitării aluatului în stare congelată și creșterii numărului de cicluri de congelare-decongelare, scăderea de sare este mai mică în cazul folosirii combinate a acidului ascorbic cu bromatul de potasiu față de folosirea acidului ascorbic singur. Trebuie avut în vedere ca doza de oxidant să fie astfel aleasă încât să nu se obțină o oxidare excesivă a aluatului.

Dintre *emulgatorii* folosiți fac parte: esterul monogliceridelor cu acidul diacetiltartric (DATEM), stearoil lactilații de calciu și de sodiu, lecitina de soia.

Îmbunătățirea potențialului tehnologic al aluaturilor congelate prin adăos de *gălbenuș de ou* și sucroesteri au demonstrat că proprietățile reologice ale aluaturilor sunt ameliorate prin adăos de sucroesteri și gălbenuș de ou, singuri sau în combinație, comparativ cu aluaturile simple, reducându-se astfel pierderile gazelor de fermentare.

De asemenea, gălbenușul de ou, singur sau asociat cu sucroesteri mărește cantitatea de gaze formată în aluat, ceea ce demonstrează că aceștia protejează, cel puțin parțial, celulele de drojdie împotriva deteriorării în timpul congelării și depozitării în stare congelată. Ca urmare volumul pâinii crește.

Enzimele amilolitice de tipul α -amilazei care hidrolizează amidonul până la maltoză, nu sunt cele mai bune pentru această tehnologie. În acest caz mult mai indicată este folosirea adaosului de amiloglucozidază, care hidrolizează legăturile $\alpha(1,4)$ și $\alpha(1,6)$ glucozidice transformând

amidonul în glucoza. Ea pune astfel la dispoziția drojdiei o cantitate de glucoză, glucid direct fermentescibil, în momentul delicat de reîncepere a activității fermentative după congelare.

Condițiile de frământare. Operația de frământare trebuie condusă astfel încât rețeaua glutenică, care se formează, să fie omogenă, pentru ca aluatul să fie puternic, cu capacitate mare de reținere a gazelor.

Temperatura de 20...22°C asigură formarea glutenului și întârzie declanșarea activității fermentative a drojdiei temperatura optimă fiind 20°C. O temperatură mai scăzută nu este indicată pentru că are loc formarea incompletă a rețelei glutenului, iar o temperatură mai mare reduce stabilitatea aluatului, în ambele cazuri rezultând pâine cu volum redus (fig. 3.1.4).

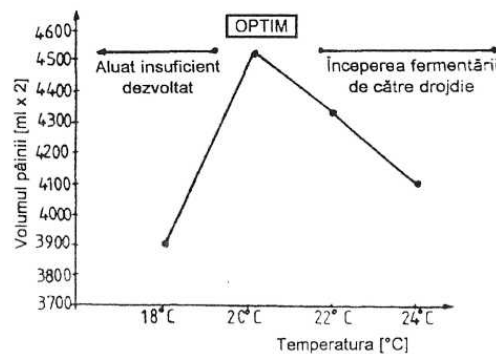


Fig. 3.1.4. Influența temperaturii aluatului asupra volumului pâinii

În scopul obținerii temperaturii optime, adesea, apa se folosește cu temperatura de 1...2°C.

Foarte importantă este consistența aluatului, respectiv raportul făină:apă. Cantitatea de apă folosită la frământare trebuie să conducă la obținerea unui aluat consistent, în care sunt limitate mobilitatea moleculelor de apă și cristalizarea ei la congelare, precum și fenomenele de înmuiere care au loc la decongelare. De

aceea, la prepararea aluatului destinat congelării se folosesc cantități mai mici de apă decât în procedeele convenționale.

Adăugarea drojdiei și a sării se recomandă să se facă în timpul frământării. Atunci când drojdia este încorporată mai târziu la frământare și când aluatul are temperaturi scăzute (20...22°C) se reduce timpul în care drojdia poate declanșa procesul de fermentare și, o dată cu aceasta, reacțiile enzimatică în celulă, inclusiv a trehalazei, care conduce la hidroliza trehalozei, cu rol crioprotector (Neuerneuf și Van der Plaet, 1991), mărindu-se astfel șansa de supraviețuire a celulelor de drojdie în aluatul congelat.

Optimizarea formării și dezvoltării aluatului este legată de cantitatea de energie transmisă aluatului la frământare. Cel mai bine se comportă la congelare aluaturile dezvoltate mecanic prin frământarea intensivă sau rapidă.

Fermentarea aluatului înainte de congelare.

Fermentarea înainte de congelare este un factor important ce afectează stabilitatea aluaturilor congelate.

Experiențe efectuate cu aluaturi având diferiți timpi de fermentare au arătat că stabilitatea aluatului congelat crește atunci când durata de fermentare înainte de congelare este scurtă (Neyreneuf și Van der Plaet, 1991) sau suprimată total. Performanța superioară a aluaturilor congelate fără fermentare prealabilă față de cele cu fermentare este atribuită stării latente a drojdiei, protejată față de frigul negativ de trehaloză.

Lorenz și Bechtel (1964, 1965) au precizat, însă, că, pentru durate scurte de depozitare, aluaturile fermentate complet au dat pâine de calitate mai bună decât cele nefermentate înainte de congelare.

Condițiile de congelare. Rezultatele obținute în tehnologia aluaturilor congelate depind în foarte mare măsură de condițiile de congelare: temperatura finală de congelare; viteza de congelare și decongelare; durata de congelare; temperatura de depozitare a aluatului congelat; durata de depozitare; ciclurile congelare-decongelare-recongelare.

Importanța acestor parametri este privită în special din punct de vedere al influenței lor asupra viabilității drojdiei.

Durata de depozitare a aluatului congelat. Păstrarea aluatului în stare congelată este însoțită de o serie de transformări: diminuarea treptată a capacității de formare a gazelor ca urmare a distrugerii celulelor de drojdie sub influența stresului fizic, însoțită de eliberarea glutatationului redus; reducerea elasticității aluatului și a capacității lui de a reține gazele în urma înrăutățirii proprietăților lui reologice, la care contribuie și glutatationul redus eliberat de celulele de drojdie moarte; recristalizarea gheții, care influențează conformația rețelei proteice a aluatului și înrăutățește capacitatea de retenție a gazelor.

Varriano-Martson (1980) au observat că reducerea capacității aluatului de a reține gazele este influențată mai puțin de congelare și decongelare, dar este influențată mai mult de depozitarea îndelungată, proprietățile reologice ale aluatului înrăutățindu-se gradat în timpul depozitării, proporțional cu prelungirea duratei de depozitare. Ea este cu atât mai importantă cu cât temperatura de depozitare este mai mare.

Pentru evitarea pierderilor de umiditate, a deshidratării aluatului în timpul depozitării, acesta se ambalează imediat după congelare. Cea mai simplă și eficientă metodă este ambalarea în pungi de polietilenă închise etanș, introduse apoi în cutii de carton.

Ambalajele folosite trebuie să posede o serie de proprietăți: proprietăți fizice: impermeabilitate la apă și la oxigen, protecție contra sublimării gheții și a deshidratării; proprietăți biologice (alimentare); proprietăți tehnologice: suplețe și rezistență la temperaturi scăzute, sudabilitate.

Ciclurile de congelare-decongelare-recongelare. Datorită manipulării greșite în timpul transportului și al depozitării, poate avea loc decongelarea parțială sau totală a aluatului. Recongelarea acestuia în urma decongelării are efecte negative asupra drojdiei și proprietăților reologice ale aluatului.

Efectul negativ al decongelării în timpul depozitării asupra drojdiei se manifestă prin creșterea duratei de fermentare finală. El este mai sever după o perioadă de depozitare mai îndelungată. Durata de dospire finală crește proporțional cu numărul ciclurilor de congelare-

decongelare. De aceea, pentru minimizarea efectelor negative, aluatul trebuie păstrat tot timpul în stare congelată (Hsu și Hosoney, 1979).

Inoue și Bushuk (1991) au considerat că slăbirea aluaturilor congelate în timpul ciclurilor de congelare-decongelare se datorează reducerii legăturilor disulfidice din proteinele glutenice, favorizată de glutationalul eliberat de celulele de drojdie moarte, și redistribuirii apei cauzată de modificarea capacității de legare a apei de către constituenții făinii.

Decongelările accidentale conduc la produse cu volum scăzut, miez sfărâncios, formă applatizată, bășici pe suprafața cojii.

3.2. Decongelarea

Decongelarea este operația de încălzire a aluatului până la temperatura mediului ambiant și, în același timp, de aducere a acestuia la starea inițială sau cât mai aproape de ea. Restabilirea stării inițiale a aluatului este posibilă în cazul reversibilității complete a procesului de congelare. Decongelarea trebuie să fie însoțită de deplasarea în sens invers a apei care rezultă prin topirea cristalelor de gheață, pentru a se restabili repartiția sa inițială în aluat.

Restabilirea completă a structurii aluatului depinde de:

- valoarea deformației produse de cristalele de gheață în structura aluatului;

- gradul de deshidratare a aluatului în timpul congelării și stocării;

- capacitatea componentelor aluatului de a absorbi apa la dezghețare, de redistribuire a apei între aceste componente.

În timpul decongelării pot avea loc o serie de procese care influențează calitatea aluatului, procese chimice (oxidări) și procese fizice (recristalizare, modificare de volum). De asemenea, în timpul decongelării, aluatul suferă unele modificări în structura sa, care constau în slăbirea aluatului. Această slăbire este cauzată de reducerea legăturilor disulfidice din structura proteinelor în prezența glutationalului redus eliberat de drojdiile moarte și de redistribuirea apei, modificată

față de cea inițială, datorită schimbării capacității de legare a apei de către constituenții făinii.

După decongelare aluatul are capacitate diminuată de formare și de reținere a gazelor. S-a observat și o creștere a temperaturii de gelatinizare a amidonului la coacere.

De asemenea, aluatul suferă degradări structurale și organoleptice cu aceeași viteză ca și un aluat necongelat; poate avea loc și contaminarea lui cu diferite microorganisme.

Față de congelare, decongelarea prezintă o serie de particularități:

- transferul de căldură în interiorul produsului este mai puțin intens și, în consecință, durata procesului este mai mare la decongelare pentru aceleași diferențe de temperatură între mediul de încălzire și produs și, respectiv, între produs și mediul de răcire;

- diferențele maxime de temperatură admisibile între mediul de încălzire și produs sunt mai mici decât diferențele de temperatură la congelare între produs și mediul de răcire;

- palierul de decongelare (intervalul de timp în cadrul procesului în care temperatura aluatului rămâne practic constantă) este mai extins în raport cu palierul de congelare.

În timpul decongelării au loc pierderi în masa bucății de aluat, care depind de:

- rapiditatea decongelării;
- variațiile de temperatură în timpul depozitării;
- durata de păstrare după decongelare.

Decongelarea la temperatura mediului ambiant, datorită slabei conductibilități termice a aluatului, determină încălzirea rapidă a suprafeței aluatului și a straturilor învecinate acesteia, ceea ce conduce la activarea drojdiei, în timp ce activitatea în centrul bucății de aluat este foarte scăzută. De asemenea, are loc condensarea vaporilor de apă din mediu pe suprafața aluatului, însoțită de umectarea și înmuierea straturilor superficiale ale acestuia.

Decongelarea la temperatura de refrigerare, datorită creșterii lente a temperaturii aluatului de la temperatura de congelare la cea de decongelare, reduce accentuat fenomenul de condensare a vaporilor de

apă pe suprafața bucăților de aluat. Dezavantajul constă în durata mare de decongelare. Pentru produsele cu diametru mic, decongelarea la 15...20°C durează circa o ora, în timp ce pentru produsele mari, decongelarea durează 8-12 ore (eventual peste noapte).

Inoue și Bushuk (1992), studiind influența diferitelor condiții de decongelare a aluatului asupra activității fermentative a drojdiei și proprietăților reologice ale aluatului, au ajuns la concluzia că decongelarea rapidă a aluatului la 30°C este superioară celei lente.

Decongelarea la temperatura de 30°C prezintă aceleași dezavantaje din punct de vedere al încălzirii aluatului și al condensării vaporilor de apă pe suprafața aluatului ca și decongelarea la temperatura mediului ambiant.

Dezambalarea. Îndepărtarea ambalajului folosit pentru evitarea deshidratării aluatului în timpul depozitării trebuie să se facă la un anumit timp, pe parcursul decongelării sau chiar la începutul decongelării.

3.3. Fermentarea finală a aluatului decongelat

Aluatul decongelat nu este produs finit. El trebuie supus mai departe operațiilor din fluxul tehnologic, fermentarea finală și coacerea.

Deoarece activitatea fermentativă a drojdiei scade în urma congelării și depozitării în stare congelată a aluatului, iar după decongelare în condițiile activării procesului de fermentare aluatul devine mai permeabil pentru dioxidul de carbon, este necesară prelungirea duratei fermentării finale. Durata acestei operații crește cu 50-100 % față de durata normală.

Durata fermentării finale este influențată de temperatura de congelare a aluatului, de diferența de temperatură dintre congelare și depozitare, precum și de ciclurile de congelare-decongelare repetate. Cu cât temperatura de congelare este mai scăzută cu, atât efectul frigului negativ asupra drojdiei este mai mare și durata fermentării finale crește. De asemenea, durata fermentării finale se mărește atunci când depozitarea aluatului congelat se realizează la temperaturi mai mici decât temperatura de congelare.

3.4. Calitatea pâinii obținute

Pâinea obținută prin tehnologia aluatului congelat are, în general, volum mai mic decât cea obținută tradițional. Pentru a reduce la minimum acest defect este necesară folosirea făinii de calitate corespunzătoare, mărirea dozei de drojdie și introducerea ei spre sfârșitul frământării, frământarea intensivă și cu temperatură scăzută, reducerea sau excluderea fermentării aluatului, aplicarea condițiilor optime de congelare-depozitare-decongelare.

Pentru făinurile puternice, calitatea pâinii din aluatul congelat este superioară celei obținute tradițional, deoarece în timpul congelării-depozitării-decongelării are loc slăbirea structurii aluatului și creșterea din acest motiv a capacității lui de a reține gazele.

Unele experimente au arătat că amidonul din miezul pâinii obținute din aluat congelat este mai puternic atacat de pancreatină, decât la produsele martor.

Conținutul total de aminoacizi indispensabili, după o perioadă de 5 săptămâni de depozitare a aluatului congelat, rămâne practic neschimbat, dar se modifică raportul cantitativ dintre aminoacizi. Se reduce concentrația de triptofan și arginină și crește concentrația de glicină și tirozină. Modificări mai mici apar și pentru alți aminoacizi. Aceste modificări în compoziția aminoacizilor esențiali sunt efectul a două procese: hidroliza proteinelor și descompunerea aminoacizilor.

3.5. Tehnologii de obținere a pâinii pe bază de aluat congelat

În tehnologia preparării pâinii pe bază de aluat congelat se consideră că nu este rațională congelarea aluatului nedivizat, deoarece atât congelarea cât și decongelarea se realizează cu durate lungi. Au loc, din acest motiv, scăderea simțitoare a activității drojdiei și înrăutățirea proprietăților reologice ale aluatului, cu obținerea de produse de slabă calitate. Mult mai convenabilă este congelarea bucăților de aluat.

În esență, tehnologia preparării pâinii pe bază de aluat congelat constă din următoarele operații: prepararea aluatului, divizarea și modelarea lui, congelarea, depozitarea aluatului congelat, decongelarea, fermentarea finală și coacerea.

În prezent congelarea aluatului după modelarea finală este cea mai utilizată.

În cazul coacerii aluatului în altă brutărie decât cea în care se obține aluatul congelat sau la consumatorul casnic, menținerea calității produselor congelate depinde de asigurarea lanțului frigorific:

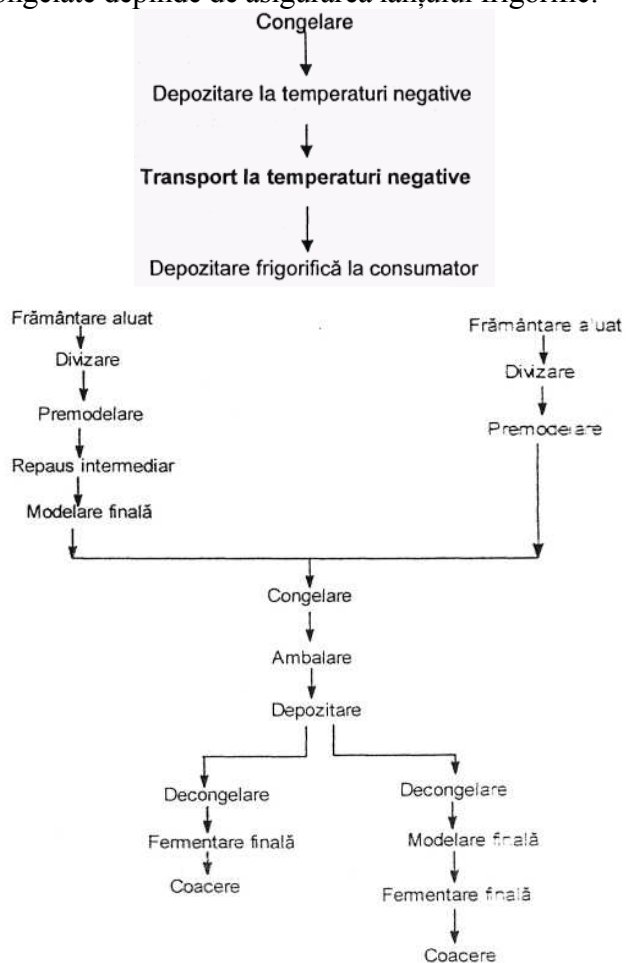


Fig. 3.5. Metode de preparare a pâinii cu congelarea aluatului

Congelarea aluatului se poate realiza:

- în atmosferă staționară, la temperaturi de $-18...-30^{\circ}\text{C}$; metoda

este simplă, dar prezintă dezavantajul unei durate mari de congelare, iar calitatea produselor nu este întotdeauna cea mai bună;

- cu aer în mișcare și temperaturi negative.

3.6. Echipamente folosite în tehnologia aluaturilor congelate

Echipamentele folosite pot fi discontinue și continue și constau din: echipamente de congelare propriu-zise; camere de depozitare; instalații pentru decongelare.

Obținerea frigului se poate face mecanic, după schema clasică (compresor-evaporator-condensator) sau criogenic (azot sau dioxid de carbon).

Echipamentele de congelare. Sunt construcții care țin seama de metoda de congelare și de cantitatea de produs care se congelează. Se folosesc mai ales echipamente în care congelarea se face cu aer rece. În principiu, ele constau dintr-un spațiu închis, izolat termic, un răcitor de aer și un sistem de distribuție a aerului răcit peste produs.

Pentru brutăriile mici se folosesc congelatorul tip ladă, sacul de congelare, dulapul și camera de congelare. Au funcționare discontinuă.

Pentru fabricile de pâine cu capacitate mare se folosesc instalații discontinue sau continue: celule de congelare sau tunele de congelare.

Echipamente de depozitare. Pentru depozitarea aluatului congelat se utilizează spații frigorifice amenajate, altele decât cele în care are loc congelarea.

Pe lângă asigurarea temperaturii scăzute optime (nu mai mare de -18°C pentru o depozitare mai îndelungată), trebuie asigurate și alte condiții:

- umiditatea relativă a aerului de 80 %;
- distribuția aerului la nivelul produselor;
- respectarea gradului de încărcare cu aluat a depozitului;
- ambalarea și așezarea rațională a produselor în depozit;
- asigurarea igienei pe tot parcursul depozitării;
- rulajul și manipularea produselor.

În vederea menținerii constante a temperaturii de -18°C , înainte de deschiderea camerei frigorifice pentru introducerea sau scoaterea produselor este necesar să se facă o coborâre suplimentară a temperaturii.

Încărcarea și descărcarea camerelor se poate face cu ajutorul cărucioarelor rastel sau electrostivuitoarelor. Aluatul congelat se păstrează ambalat în folie de polietilenă, de obicei, și așezat în cutii de carton, care sunt paletizate în stive cu înălțimea de 2-7 m așezate pe postamente de lemn.

4. Tehnologia de preparare a pâinii cu culturi starter de bacterii

La această tehnologie s-a ajuns de la observația făcută de-a lungul timpului, potrivit căreia aluatul se maturizează mai rapid, dacă acestuia i se adaugă o porțiune de aluat fermentat. Procedul cu baș este primul care a utilizat această observație. Mai apoi, culturile pure de drojdii și bacterii au fost folosite de Ostrovski la prepararea drojdiilor lichide, dar și în procedeele tehnologice cu opăreală fermentată.

4.1. Culturi starter de bacterii folosite în panificație

Culturile starter sunt culturi singulare sau amestecuri de bacterii sau drojdii, selecționate din mediul lor natural pentru o anumită activitate enzimatică, utilă pentru dirijarea unor procese microbiologice. Ele trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să conțină un anumit număr de microorganisme utile viabile/g (ml) și un număr cât mai redus de germeni nedoriți;
- culturile și produșii de metabolism primari și secundari să nu prezinte pericol pentru sănătatea oamenilor;
- să nu conțină și să nu producă antibiotice care se folosesc în scopuri terapeutice la oameni;
- să aibă o anumită activitate specifică (de exemplu producerea acidului tactic ș.a.).

Prima cultură starter de bacterii pentru panificație comercializată a fost *Lactobacillus sanfrancisco*. Ea a fost cultivată pe un mediu de cultură numit bulion de aluat acru bacterian obținut din maltoză, cazeină,

extract de drojdie, suspensie de drojdie proaspătă, sorbitanpolioxiutilen monooleat, la 30°C, timp de 1-2 zile, în atmosferă de CO₂. Ulterior, cultivarea bacteriei s-a făcut pe mediu nutritiv de făină și apă. Apoi, s-a trecut la obținerea și utilizarea și a altor culturi starter. Acestea sunt culturi mezofile, homo- și heterofermentative, capabile să fermenteze glucidele din aluat și să conviețuiască alături de celulele de drojdie. Cele mai folosite sunt culturile de *L. fermenti*, *L. brevis* și *L. plantarum*.

Culturile starter se prezintă sub formă lichidă, uscată prin liofilizare, sau congelată. Sunt utilizate pentru accelerarea maturizării aluatului și pentru îmbunătățirea calității și aromei pâinii.

Accelerarea maturizării aluatului și îmbunătățirea calității pâinii se bazează pe formarea de către bacteriile lactice din cultura starter, alături de bacteriile proprii ale făinii, a acizilor și, în principal, a acidului lactic, însoțită de creșterea acidității, respectiv coborârea pH-ului. Acești parametri ai aluatului influențează totalitatea proceselor din aluat, coloidale, biochimice și microbiologice și, în consecință, calitatea pâinii. Acizii acumulați, și în special acidul lactic, au acțiune favorabilă asupra însușirilor fizico-reologice ale glutenului și aluatului, activează celulele de drojdie, intervin în selecția microbiotei din aluat, influențează gustul și aroma produsului. Se obține pâine cu volum crescut, o structură a miezului și a cojii îmbunătățită, aromă mai bună și prospețime prelungită.

4.2. Procedee de utilizare a culturilor starter în panificație

Culturile starter de bacterii lactice sunt folosite la prepararea unei faze prealabile, o fază de cultivare a bacteriilor din cultura starter, numită maia lactic concentrată (MLC) sau aluat de cultură. Ele reprezintă semifabricate fluide cu aciditate mare, obținute dintr-o suspensie de făină și apă în raport de 1:2 sau 1:1,5, în care se inoculează cultura pură de bacterii lactice. Fermentarea se face, de regulă, timp de 8-24 ore, la temperatura de 25...37°C, până la pH=4,5-3,5 și aciditatea de 10-20 grade, în funcție de condițiile de fermentare și de puterea de acidifiere a culturii bacteriene folosite.

Se pot prepara cu sau fără adaos de drojdie.

O aciditate excesivă a acestora face dificilă obținerea pâinii cu volum mare și aromă specifică.

Drojdia și bacteriile pe care le conțin și proporția în care se folosesc în aluat sunt factori importanți ce influențează proprietățile reologice ale aluatului și calitatea pâinii.

Aluatul de cultură (fig. 4.2). Este un aluat acru. Se prepară din făină și apă în raport de 1:1,5, drept mediu de cultură, în care se introduce cultura starter de bacterii de tip singular, cel mai frecvent *L. plantarum* pentru pâinea de grâu, și *L. brevis*, pentru pâinea de secară și se supune fermentării la 25...30°C, timp de 16-20 ore.

Aluatul de cultură se poate prepara cu sau fără adaos de drojdie. La sfârșitul fermentării, aluatul de cultură are pH-ul de 3,6-3,9 și aciditatea de 10-20 grade. Se prepară zilnic folosindu-se de fiecare dată o nouă cantitate de cultură starter.

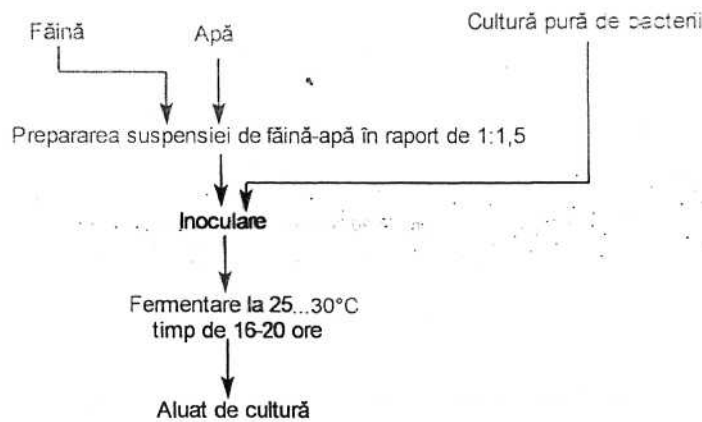


Fig. 4.2. Schema de operații unitare pentru prepararea aluatului de cultură.

Drojdia lichidă (DL) se prepară un mediu nutritiv format dintr-o suspensie făină-apă în raport 1:2 (umiditatea suspensiei 70-74%), care se inoculează cu o cultură pură de *L. fermenti-27* și se fermentează la 35...37°C, timp de 8-24 ore, până la aciditatea finală de 15-24 grade și pH-ul de 3,5-3,6.

Tehnologia de preparare a DL are un ciclu de cultivare și un ciclu de producție.

Ciclul de cultivare cuprinde prepararea mediului nutritiv, inocularea cu cultură pură de bacterii și fermentarea acestuia, proces care se realizează în 1-3 faze, cu înprospătări succesive.

Ciclul de producție cuprinde consumul DL și înlocuirea DL consumată cu o cantitate corespunzătoare de mediu nutritiv.

Schema de preparare a DL este asemănătoare cu cea de preparare a aluatului de cultură, cu deosebirea că mediul de cultură se prepară din făină și apă în raport de 1:2, se fermentează 8-24 ore la 35...37°C, până la aciditatea finală de 15-24 grade. După extragerea unei cantități de DL (aproximativ 50%), la fiecare 8 ore sau la 16...24 ore, în vasul de fermentare se adaugă cantitatea corespunzătoare de suspensie făină-apă.

În procedeul trifazic, inocularea cu bacterii starter se face în prima fază tehnologică, iar în următoarele două faze se face reînprospătarea mediului de cultivare cu noi cantități de suspensie făină-apă.

Se obțin rezultate superioare dacă apa folosită la prepararea mediului nutritiv se înlocuiește cu zer.

La fiecare 8-10 ore se extrage din faza a III-a, după incubare, 30-50% din DL finală și se adaugă aceeași cantitate de suspensie făină-apă. Operația trebuie să se facă de 2-3 ori pe zi. Când se respectă regimul tehnologic, ciclul se reînnoiește o dată pe an, fără adăugarea de noi cantități de cultură starter.

Pentru îmbogățirea mediului în glucide fermentescibile, metabolizabile de către bacteriile lactice, făina folosită la prepararea suspensiei de făină-apă poate fi opărită, în parte sau în totalitate. Opăritura realizează gelatinizarea amidonului, formă care este mult mai ușor hidrolizabilă de amilaze, temperatura opăriturii netrebuind să depășească 62...63°C, pentru a nu distruge enzimele amilolitice ale făinii.

Bacteriile lactice din cultura pură *Lb. fermenti* sunt bacterii mezofile al căror optim de temperatură pentru activitatea lor vitală este de 35...37°C. Ele sunt bacterii heterofermentative, care prin fermentarea glucidelor produc pe lângă acid lactic și acizi volatili și

gaze. Prezintă avantajul că acest optim de temperatură este situat în apropierea temperaturii obișnuite a aluatului.

Pentru menținerea acidității MLC finale extrase pe parcursul unui schimb de lucru sau în caz de întreruperi, în MLC se adaugă sare. Doza optimă de sare este de 17-20% din cantitatea totală necesară preparării aluatului sau de 8% față de MLC. Astfel, procesul de acumulare a acidității și de înmulțire a lactobacteriilor este practic oprit. La întreruperi mai lungi, MLC trebuie răcită la 10...14°C.

MLC poate fi folosită la prepararea aluatului prin metoda bifazică sau prin metoda directă, monofazică. În metoda bifazică, MLC se adaugă la prepararea maielei și se folosește în proporție de 5-6% față de masa făinii prelucrate, iar la metodă directă, la prepararea aluatului în proporție de 8-10%.

În procedeele directe, rezultatele cele mai bune la folosirea MLC s-au obținut atunci când aluatul a fost frământat intensiv, cu mărirea concomitentă a dozei de drojdie cu 0,5-1,0% și a temperaturii aluatului la 32...34°C. Această temperatură asigură condiții bune pentru bacteriile lactice mezofile aduse de MLC, de tipul *L. fermenti*.

Asocierea folosirii MLC cu frământarea intensivă a aluatului este considerată ca fiind un mijloc eficient de reglare a însușirilor reologice ale aluatului, a gustului și aromei pâinii.

Durata de fermentare a aluatului preparat direct și a maielei, care poate fi fluidă sau consistentă, pentru procedeul indirect, la adăugarea MLC, se scurtează. Cu toate acestea se obțin valori mai mari pentru aciditate, în comparație cu probele fără MLC.

Adaosul de MLC mărește aciditatea inițială a maielei cu 0,8-1,0 grade, iar pH-ul scade cu 0,8. După 3,5 ore de fermentare, în maiaua cu MLC se atinge aciditatea de 4,2-4,6 grade și pH-ul de 4,5-4,3 față de maiaua martor, la care după 5 ore de fermentare, aciditatea este de 2,2-2,4 grade și pH-ul de 5,4.

4.3. Influența culturilor starter de bacterii asupra proceselor microbiologice din aluat

Compoziția microbiotei bacteriene a maielelor de grâu preparate cu adaos de culturi starter de bacterii a fost studiată

de Dudikova și colab. (1981). În condiții de laborator și de producție, folosind culturi starter de *L. fermenti*-27 și *L. plantarum*-3, cultivate în prealabil pe mediu de cultură preparat din făină și apă în raport de 1:1,5, cu reîmprospătare la fiecare 24 de ore, s-a stabilit că, în maiele, cultura introdusă rămâne dominantă față de microbiota proprie a făinii. În maielele preparate cu cultură starter de *L. fermenti*, alături de aceste bacterii se dezvoltă puternic *L. plantarum*, *L. casei* și *L. brevis*, iar în maielele preparate cu cultură starter de *L. plantarum*, din microbiota spontană s-au dezvoltat în special *L. casei*, *L. fermenti*, *L. brevis*.

Culturile starter de bacterii heterofermentative conduc la aluaturi cu pH mai mic și aciditate mai mare, dar mai puțin acid lactic față de culturile de bacterii homofermentative.

Prezența drojdiei în cultura starter alături de bacterii reduce cota de acid acetic în cazul bacteriilor homofermentative (*L. plantarum*) și o mărește în cazul bacteriilor heterofermentative (*L. brevis*).

Cantitatea de aluat de cultură starter adăugată în aluat este cel mai important factor care influențează valoarea acidității și a pH-ului aluatului. Cu creșterea proporției acestuia se mărește valoarea acidității și se coboară pH-ul în aluat și în pâine.

Bacteriile introduse în maia și în aluat prin cultura starter activează nu numai alături de microbiota proprie a făinii, dar și alături de drojdia introdusă pentru afânare. Aceste două grupe de microorganisme interacționează reciproc caracterul acestor interacțiuni fiind influențat de o serie de factori, cum sunt raporturile cantitative dintre ele, tipul microorganismelor, compoziția mediului ș.a. Unul dintre aspectele acestei interacțiuni constă în faptul că drojdiile și lactobacteriile pot intra în competiție pentru glucidele fermentescibile din aluat. Având în vedere acest aspect în condițiile intensificării fermentației lactice, procesul de panificare trebuie condus astfel încât în aluat să existe suficiente glucide fermentescibile, iar la sfârșitul procesului de fermentare drojdiile și bacteriile să nu intre în

concurență pentru glucide, ba, mai mult, la sfârșitul fermentării în aluat să rămână o anumită cantitate de glucide fermentescibile necesare formării culorii cojii și aromei.

Referitor la acest aspect, Elțova și colab. (1978) au studiat influența pe care o are folosirea de MLC obținută cu o cultură pură de *L. fermenti-27*, asupra consumului de glucide fermentescibile la fermentare. Autorii au constatat că în maiaua preparată cu MLC pentru un timp de fermentare de 3,5 ore, se consumă cu 2% mai puține glucide fermentescibile decât în maiaua preparată fără MLC; la un timp de fermentare de 5 ore, cantitatea de glucide fermentescibile rămasă la sfârșitul fermentării este mai mare în maiaua cu MLC decât în cea fără MLC (fig. 34 și 35). Acest lucru s-a explicat printr-un consum mai redus de glucide de către bacterii, dar și datorită formării de glucide fermentescibile prin hidroliza acidă a amidonului în maiaua cu MLC, formându-se cu 0,6-1,3 % mai multe glucide decât în maiaua martor.

4.4. Influența culturilor starter de bacterii asupra proprietăților reologice ale aluatului

Adaosului de aluat de cultură preparat cu culturi starter de bacterii nomofermentative și heterofermentative, cu și fără drojdie, cu diferiți timpi de fermentare a acestuia au influență asupra proprietăților reologice ale aluatului și asupra calității pâinii.

Adaosurile de aluat de cultură înrăutățesc proprietățile reologice ale aluatului, reduc timpul de formare și stabilitatea aluatului și măresc înmuierea acestuia. Dozele de aluat de cultură corespunzătoare unei cantități de făină fermentată de până la 10 % față de făina prelucrată nu au astfel de efecte.

4.5. Influența asupra calității pâinii

Adaosul de aluat de cultură în proporții ce variază cu cultura starter folosită, între 10 și 20 %, exprimat prin cantitatea de făină fermentată introdusă de acesta în aluat, conduce la produse cu volum, elasticitate a miezului, capacitate de feliere și aromă superioare, în special atunci când aluatul de cultură a conținut pe lângă cultura starter de bacterii și drojdie. Aroma cea mai puternică s-a obținut pentru

acidități ale produsului cuprinse între 2,8 și 4,35 (Brummer și Fisher, 1990). Acceptabilitate mai mare au avut-o probele preparate cu adaos de *L. plantarum* față de cele preparate cu *L. brevis*.

pH-ul scăzut reduce și activitatea α -amilazei, prin coborârea temperaturii ei de inactivare termică eliminându-se efectele nedorite în cazul unui exces de α -amilază (cazul făinurilor provenite din grâne încolțite). De asemenea, este împiedicată îmbolnăvirea pâinii de boala întinderii. În acest proces de inhibare, pe lângă valoarea scăzută a pH-ului, care reduce accentuat activitatea bacteriilor ce produc boala (ele au optim de activitate la pH = 7), un rol important îl au antibioticele secretate de bacterii.

Dacă la aluatul de cultură se adaugă și drojdii, numărul și cantitatea compușilor de aromă cresc.

Formarea acizilor și a substanțelor de aromă în aluat este influențată și de tipul făinii. Cele mai mari cantități ale acestora se formează în aluaturile preparate din făinuri de extracție mare, ca urmare a conținutului lor mare în săruri minerale și vitamine, care pot stimula dezvoltarea și activitatea microbiotei aluatului.

Culturile starter utilizate în panificație, datorită acizilor organici, în principal acidului lactic, pe care îl formează și care se acumulează în aluat, precum și unor substanțe antibiotice și bacteriocine (substanțe ce nu sunt considerate antibiotice, dar au activitate antibiotică), pe care le secretă, asigură un anumit grad de inocuitate.

5. Tehnologia de preparare a pâinii cu aluat acid uscat

Aluatul acid uscat este folosit în tehnologia directă de preparare a aluatului în locul maieiei din tehnologia tradițională în scopul simplificării procesului tehnologic și al reducerii duratei acestuia, fără diminuarea calității pâinii.

5.1. Aluaturi acide uscate

Aluatul acid este un semifabricat fermentat, uscat și mărunțit până la obținerea unei pulberi omogene. Se prepară din făină și apă

fermentat în mai multe etape în prezența microbiotei proprii, naturale și apoi uscat în condiții în care să se mențină bacteriile lactice în stare viabilă. Se folosește făina de grâu sau de seară de diferite grade de extracție. Se prezintă sub formă de pulbere fină, cu umiditate de circa 8%, de culoare albă (pentru făina de grâu) sau ușor maronie (pentru făina de seară), cu aromă caracteristică.

Aluatul acid se caracterizează prin aciditate mare, 30-60 grade pentru cel din făina de grâu și 100-110 grade pentru cel din făina de seară și un pH de 3,6-4,3.

Se folosește la prepararea pâinii în proporție de 1-4%. Se obțin produse cu volum, elasticitate a miezului și aromă îmbunătățite, durată de prospecție și de valabilitate a pâinii prelungite.

Producerea industrială a aluatului acid datează de mai bine de 20 de ani și ea a fost orientată mai mult spre obținerea de produse cu aciditate mare. În ultimii ani, însă, preocuparea principală a fost îndreptată spre obținerea de sortimente care se evidențiază prin gust și aromă specifice. Dintre acestea fac parte alaturile acide cu gust de iaurt sau de unt, cu aromă de drojdie sau cu aromă specifică pâinii de țară.

Se obțin, de asemenea, alaturii acide prebiotice care favorizează dezvoltarea bifidobacteriilor existente în colon, cu rol pozitiv pentru sănătatea omului.

5.2. Tehnologia de obținere a alaturilor acide uscate

Componentele de bază ale aluatului acid sunt făina și apa, la care, în funcție de sortiment, se mai adaugă și alte componente. Aluatul se frământă și apoi este supus fermentării în trei etape, folosindu-se fermentatoare cu funcționare continuă montate în serie. Ele sunt rezervoare cilindrice verticale (fig. 37).

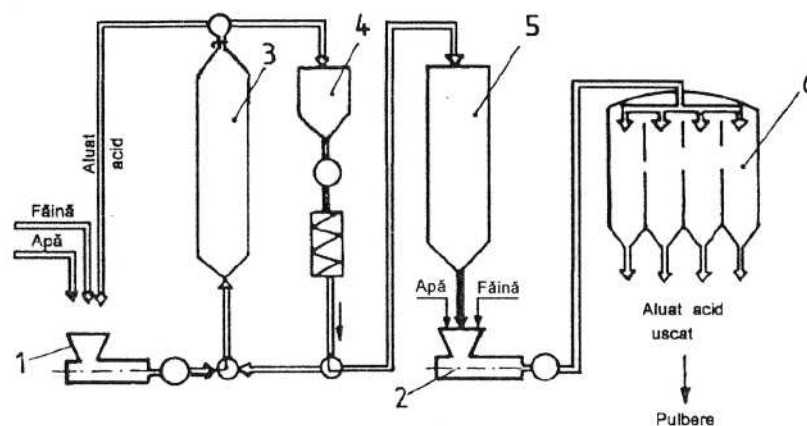


Fig. 5.2. Schema de obținere a aluatului acid uscat:
 1, 2-malaxoare; 3-vas de fermentare I; 4-vas de fermentare II;
 5-vas de fermentare III; 6-uscător

Pentru aluatul acid, foarte importantă este prima fermentare. În funcție de caracteristicile acestuia, aluatul trebuie să străbată fermentatorul într-un anumit timp, astfel încât să se asigure o activitate suficientă a bacteriilor.

Aluatul fermentat, obținut în primul fermentator, parțial este redirecționat în malaxorul de aluat, în calitate de purtător de aciditate și bacterii lactice, iar cea mai mare parte este dirijată în fermentatorul al doilea, care funcționează, mai mult ca rezervor tampon pentru răcitorul în care este trimis apoi aluatul. După ce străbate și fermentatorul al treilea, aluatul acid este supus uscării pentru a se obține aluatul acid uscat.

Operația de uscare este condusă la o temperatură care să mențină în stare viabilă bacteriile din aluat.

5.3. Sortimentele de aluaturi acide

Cele mai cunoscute aluaturi acide uscate folosite în Europa sunt fabricate de firma dr. Suwelack Nachf. GmbH din Germania. Firma produce o gamă variată de aluaturi acide, care diferă după făina folosită, precum și după aroma specifică ce îi este imprimată fiecărui sortiment de aluat acid.

Cele mai utilizate sortimente sunt: Sugrano W542. Sugrano Prebiotic W734, obținut din făină integrală de grâu și inulină, Sugrano „Rustic”, care datorită culorii maronii se folosește mai ales pentru pâinea de seară, Sugrano Buttermilk obținut din făină de grâu integrală și unt, care imprimă produselor o aromă tipică de unt.

5.4. Tehnologia de preparare a aluatului cu adaos de aluat acid uscat

Aluatul acid uscat se folosește în tehnologia directă de preparare a aluatului. Se elimină astfel faza de maia, care impune timpi lungi de fermentare și controlul temperaturii și acidității și se reduce durata de fermentare a aluatului înainte de divizare la circa 10 min. Pâinea se obține de calitate constantă cu volum și elasticitate a miezului bune și aromă specifică pâinii obținute din aluat preparat prin tehnologia tradițională.

6. Tehnologia de preparare a pâinii cu semifabricat pulverulent cu drojdie

Semifabricatul pulverulent cu drojdie (SPD) înlocuiește maiaua în tehnologia clasică.

SPD este preparat din făină, apă și drojdie, în proporții care conduc la un produs pulverulent, cu dimensiuni ale particulelor de 0,3-0,8 mm și care este supus apoi fermentării timp de 8-48 ore.

Semifabricatul pulverulent cu drojdie se obține din întreaga cantitate de făină ce se prelucrează, apă, adăugată într-o cantitate astfel ca semifabricatul să se obțină cu umiditatea de 18-28%, și drojdie comprimată 1-2%. Frământarea se realizează în frământătoare dispersatoare, cu turație relativ mare a brațelor de frământare (circa 200 rot/min), timp de circa 10 min. până la obținerea unei mase pulverulente omogene, după care este supus fermentării.

Pentru obținerea de produse de calitate, prezintă importanță condițiile de fermentare a SPD, care se deosebesc de semifabricatele tradiționale (maia, aluat). Intensitatea și caracterul procesului depind de factori cum sunt: umiditatea, temperatura, durata de fermentare, calitatea drojdiei, compoziția mediului gazos.

Aluatul se prepară din SPD la care se adaugă restul de apă, sarea și celelalte ingrediente, restul procesului tehnologic rămânând nemodificat.

Procedeul prezintă următoarele avantaje:

- reduce durata procesului tehnologic de fabricare a pâinii fără efecte negative pentru calitatea acesteia;
- permite întreruperea și reluarea rapidă a producției, lucru foarte important pentru organizarea activității fabricilor în unu sau două schimburi;
- permite crearea unor unități specializate care să producă SPD;
- fabricile utilizatoare de SPD nu mai au nevoie de depozite de făină și de drojdie.

7. Tehnologia de preparare a pâinii precoapte

Pâinea precoaptă este pâinea cu coacere incompletă. Ea are formă și volum stabilizate și coajă parțial formată, care se prezintă ca o crustă foarte subțire, puțin sau de loc colorată. Sub această formă pâinea se comercializează. Ea poate fi rapid transformată în produs finit în urma coacerii finale.

7.1. Particularitățile tehnologiei de preparare a pâinii precoapte

Procedeul de obținere a pâinii, în acest caz, presupune două operații de coacere: o precoacere, care se realizează în secția de obținere a pâinii, și o coacere finală, definitivă, la locul de vânzare sau la consumator.

Prepararea aluatului până la precoacere nu diferă de procedeul obișnuit.

Precoacerea trebuie să realizeze coagularea proteinelor și gelatinizarea amidonului. Aceasta presupune atingerea unei temperaturi suficient de înalte într-un timp suficient de lung în pâinea în formare. În același timp, parametrii de coacere trebuie să asigure numai schițarea cojii, care poate fi necolorată sau puțin colorată.

Precoacerea se realizează la temperaturi inferioare celor folosite în coacerea obișnuită a pâinii. Valoarea temperaturii de precoacere variază cu produsul supus coacerii, dar mai ales cu tipul de cuptor și cu viteza de circulație a aerului în camera de coacere. În

general, cu cât viteza aerului cald este mai mare, cu atât temperatura trebuie să fie mai puțin ridicată, valoarea ei fiind de 200...230°C și chiar mai scăzută, 180...190°C.

Durata de precoacere depinde de forma și masa produsului. Variaza de la 10 la 11 min pentru produsele mici și de la 20 la 25 min pentru produse mari. Se admit abateri mici ale duratei de precoacere, de 30s-1min. față de durata optimă. O durată prea scurtă de precoacere nu permite fixarea formei și volumului pâinii.

Aburirea, mai mult decât la coacerea clasică, este necesară, ea având următorul rol:

- să evite formarea prematură a cojii, ceea ce este favorabil pentru buna dezvoltare a produsului și formarea unei cruste fine și suple care să acopere produsul;

- permite obținerea ulterioară a cojii lucioase și uniform colorate:

- reduce pierderile de masă.

Injecția de abur în camera de coacere în vederea prelucrării hidrotermice a aluatului se face timp de 1-3 min, fiind urmată de coacere până la atingerea în centrul miezului a temperaturii de 90°C.

Atunci când crusta produsului se obține slab colorată, se preferă ca precoacerea să se realizeze pe vetre formate din țesături metalice sau nemetalice și în cuptoare cu transfer de căldură prin convecție forțată (tunel sau cu cărucior fix sau rotativ), iar durata și temperatura de precoacere să fie sensibil scăzute pentru a evita formarea excesivă a culorii.

Coacerea finală are rolul de a da aspectul definitiv produsului, culoarea, luciul și crocanța cojii, dar și aroma și elasticitatea miezului.

Temperatura de coacere este sensibil mai mare față de temperatura de precoacere, deoarece coacerea finală are, între altele, scopul de formare a culorii cojii. Practic, temperatura la care se face coacerea finală este aceeași ca la coacerea tradițională. Ea se face, de obicei, în cuptoare mici și în general la viteză mare a aerului cald. Temperatura de coacere finală are valori de 220...250°C.

Durata de coacere finală este practic mai mică decât cea de precoacere. Ea variaza cu produsul supus coacerii, tipul de cuptor și

colorarea dorită a cojii și are valori de 8-10min pentru produsele mici și 18-20min pentru produsele mari.

Suma timpilor de precoacere și coacere finală este superioară duratei de coacere tradițională, pâinea precoaptă fiind încălzită, la coacerea finală, de la temperatura de stocare până la temperatura de 96...97°C în centrul miezului pentru terminarea coacerii.

Aburirea este necesară și la coacerea finală, durata optimă de aburire fiind numai cu puțin mai mică decât la coacerea tradițională.

Metode modificate de precoacere. Crusta pâinii precoapte este foarte fragilă și are tendința de a se detașa în timpul operațiilor ulterioare de depozitare, manipulare sau coacere finală, comunicând pâinii un aspect inestetic. Defectul poate fi atenuat prin folosirea materiilor grase la prepararea aluatului.

7.2. Depozitarea pâinii precoapte

Durata de viață a pâinii precoapte depinde de condițiile de păstrare și anume:

- 1-2 zile pentru pâinea precoaptă păstrată ca atare;
- 2-3 săptămâni pentru pâinea precoaptă stabilizată și/sau ambalată în atmosfera modificată;
- până la 1 an pentru pâinea precoaptă congelată.

Congelarea pâinii precoapte. Are drept scop mărirea duratei de păstrare a pâinii până la coacerea finală.

Congelarea pâinii precoapte presupune următoarele operații: răcirea, congelarea, depozitarea, decongelarea.

Răcirea pâinii precoapte se face până când centrul acesteia atinge 30°C. Ea trebuie să dureze maximum 30 min.

Congelarea constă în răcirea miezului până la -10°C, într-un timp ce nu trebuie să depășească 2 ore, pentru a se evita învechirea. Pentru produsele de masă mare, durata de congelare este de maximum 3 ore. Congelarea se realizează la temperaturi ale agentului de congelare de -20...-25°C. Durata de congelare se reduce la temperatura de congelare de -30...-40°C. În aceste condiții, franzela de 0,3 kg și cu lungimea de 500 mm se congelează în 35 min.

Pentru pâinea precoaptă în ambalaj se poate aplica o congelare prin șoc, în care congelarea se aplică produselor calde, scoase din cuptor, În acest scop s-a construit așa-numitul „duș de congelare”, care

permite coborârea rapidă a temperaturii produsului cu efect de șoc termic.

Congelarea prin șoc folosește un curent de aer cu temperatura de $-25...-35^{\circ}\text{C}$ și viteză corespunzătoare. În aceste condiții, sub coaja incomplet formată a produselor, se formează foarte rapid o „zonă de cristalizare care constituie o barieră pentru umiditatea din miezul cald și pentru substanțele de aromă.

Depozitarea produselor congelate. În vederea depozitării pâinea congelată este ambalată și depozitată la temperaturi de $-10...-20^{\circ}\text{C}$ în funcție de temperatura atinsă de pâine în centrul termic la congelare.

Transportul la locul în care se desăvârșește coacerea se realizează cu mijloace de transport frigorifice, la temperaturi de $-10..-20^{\circ}\text{C}$.

Decongelarea are loc înainte de coacerea finală. Condiții optime de decongelare se apreciază a fi temperatura de $28...30^{\circ}\text{C}$ și umiditatea relativă de 68-70%, condiții în care pe suprafața produsului nu se formează condens.

Se obțin rezultate bune și în cazul în care coacerea finală se face fără decongelare prealabilă.

Procedeul de congelare a pâinii precoapte se aplica pentru produsele mici (0,200-0,300 kg) și în special pentru cele sub formă de franzelă.

Ambalarea în atmosferă modificată a pâinii precoapte. Metoda constă în ambalarea etanșă a pâinii folosind ambalaje impermeabile pentru vapori de apă și gaze, în care aerul este înlocuit cu un amestec de dioxid de carbon și azot, în proporții de 80/20 sau 70/30.

7.3. Avantajele preparării pâinii precoapte

Aceste avantaje constau în următoarele:

- obținerea pâinii coapte final la momentul dorit și într-un timp scurt;
- unitățile care realizează coacerea finală au dotare și personal minim;
- prepararea pâinii în fabrica de producție este independentă de momentul de consum al acesteia.

Bibliografie

1. Bordei D. *Știința și tehnologia panificației*. Editura: AGIR, 2000, p.108-190.
2. Bruinsma B.L. și Giesenschlag J. *Frozen dough performance. Compressed yeast-instant dry yeast* În: Baker's Dig. 58, nr. 6, p. 6, 1984.
3. Căpâlnă S. *Biochimia dinamică*. Editura Medicală, București, 1971.
4. Neyreneuf O., Delpuech B. *Freezing experoments on yested dough slabs. Effects of cryogenic temperaturs on the baking performance*. în: Cereal. Chem. 70, p. 109-111, 1993.
5. Seibel W. și Brummer J.M. *Procesele din aluatul acid pentru pâinea din Germania*. în: Cereal. Food World, 36, p. 299-304, 1991.
6. Алейникова М.Г., Ткаченко Т.З. Влияние временного охлаждения полуфабрикатов на качество булочных изделий. Хлебопек. и конд. промышленность, №12, 26-28 стр, 1985.
7. Беганская Л.С. Кислотонакопление в молочнокислой закваске при экспресном методе тестоведения, 1979. În: Хлебопек. и конд. промышленность, № 12, стр. 19-20, 1979.
8. Дудикова Г.Н., Витавская А.П., Зайнуллина Г.Х и др. Микрофлора опары, приготовленной из пшеничной муки с использованием мезофильных молочнокислых бактерий. Хлебопек. и конд. промышленность пг. 5, стр. 20-22. 1981.
9. Казанская Л.Н., Атанасьева О.В., Синявская И.О и др. Микрофлора закваски с использованием чистых культур. Хлебопек. и конд. промышленность. пг. 5, стр. 25-26.
10. Казанская Л.Н., Атанасьева О.В. Микрофлора и чистые культуры для приготовления ржаных заквасок. Хлебопек. и конд. промышленность. пг. 7, стр. 24-27, 1981.
11. Козьмина Н.П. Биохимия хлебопечения. М: Пищевая промышленность, 1978.
12. Пучкова Л. Технология хлеба. СПб: ГИОРД, 2005.

Universitatea Tehnică a Moldovei

METODE MODERNE DE PREPARARE A PÂINII



Chișinău

2009