

II 37.750
MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII ȘI TINERETULUI
UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS" DIN GALAȚI
FACULTATEA « ȘTIINȚA ȘI INGINERIA ALIMENTELOR »

Rezumatul tezei de doctorat

« STUDIUL INFLUENȚEI REGIMULUI TERMIC ÎN
PROCESELE DE PRECOACERE – CONGELARE
ASUPRA CALTĂȚII PĂINII »

Conducător științific :
Prof. Dr. Ing. IOAN TOFAN

Doctorand :
Ing. CRISTINA ȘTEFANIA CHELBEA

Galați – 2007

Acum , la terminarea lucrării , gândurile mele de mulțumiri se îndreaptă către toți cei care într-un fel sau altul , m-au ajutat să ajung la acest final .

În primul rând doresc să mulțumesc Domnului Profesor Doctor Inginer IOAN TOFAN , cel care m-a îndrumat cu o înaltă competență științifică și m-a încurajat să ajung la acest final , pentru răbdarea de care a dat dovadă pe tot parcursul elaborării acestei lucrări .

Mulțumiri speciale adresez domnișoarei dr.ing. CAMELIA VIZIREANU care mi-a fost alături ajutându-mă în situațiile care uneori păreau fără ieșire .

Mulțumesc colegelor mele de la Grupul Școlar de Industrie Alimentară Fetești , care mi-au fost în permanență alături , m-au înțeles și m-au ajutat să depășesc mai ușor momentele dificile .

Mulțumesc în mod deosebit colegei mele de facultate CARMEN TUDORICĂ , pentru ajutorul acordat în obținerea rezultatelor prezentate în teză și elaborarea acestei lucrări .

De asemenea mulțumesc pentru ajutorul necondiționat care a venit întotdeauna la timp din partea unor prieteni adevărați MIRELA și FLORIN NEGOIȚĂ .

Mulțumesc tuturor celor care m-au impulsionat și m-au încurajat să-mi continui activitatea și să depășesc momentele dificile apărute în cursul elaborării acestei lucrări .

În special mulțumesc TĂȚĂLUI meu , un om și un părinte deosebit , care m-a mobilizat , m-a încurajat în permanență și m-a srijinit din toate punctele de vedere pentru a ajunge la acest final .

Mulțumirile mele de final le-am rezervat soțului meu RAFAEL și fetiței mele ELISA , pentru răbdarea cu care m-au suportat în toată această perioadă , pentru înțelegerea și sprijinul moral permanent pe care mi le-au acordat pe tot parcursul stagiului de doctorat .

Cristina Ștefania Chelbea

CUPRINS

I. INTRODUCERE	6
1.1. Actualitatea și importanța temei tratate	6
1.2. Obiectivele tezei	10
1.3. Organizarea tezei	11
B. PARTEA DOCUMENTARĂ	
2. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIU	12
2.1. Considerații teoretice privind utilizarea frigului artificial la procesarea, depozitarea și comercializarea produselor de panificație.....	12
2.1.1. Refrigerarea.....	12
2.1.2. Congelarea.....	16
2.1.2.1. Principalii factori care influențează procesul de congelare.....	17
2.1.2.2. Aspecte teretice privind congelarea produselor de panificație.....	24
2.1.2.3. Uscarea produselor congelate.....	31
2.1.2.4. Instalații de congelare.....	32
2.1.2.5. Depozitarea produselor congelate.....	34
2.1.2.6. Decongelarea	35
2.1.3. Considerații teoretice privind tehnologia de preparare a pâinii precoapte.....	38
2.1.3.1. Precoacerea.....	38
2.1.3.2. Congelarea	40
2.1.3.3. Decongelarea.....	42
2.1.3.4. Coacerea finală.....	43
2.1.4. Lanțul frigorific al pâinii precoapte	43
2.2. Considerații teoretice privind factorii care influențează calitatea pâinii precoapte	46
2.2.1. Calitatea materiilor utilizate la prepararea aluatului.....	46
2.2.1.1. Făina.....	46
2.2.1.2. Drojdia.....	47
2.2.1.3. Aditivi.....	48
2.2.2. Regimul tehnologic de fabricație.....	50
2.2.3. Regimul termic la precoacere, congelare, depozitare, decongelare, coacere finală.....	55
B. PARTEA EXPERIMENTALĂ	
3. MATERIALE, METODE ȘI ECHIPAMENTE	
3.1. Materii prime și auxiliare folosite în cadrul determinărilor experimentale	57
3.2. Metode de determinare a calității materiilor prime și auxiliare	62
3.2.1. Determinarea umidității făinii.....	62
3.2.2. Determinarea cenușii	63
3.2.3. Determinarea acidității.....	63
3.2.4. Determinarea conținutului de proteină.....	63
3.2.5. Determinarea glutenului umed.....	64
3.2.6. Determinarea indexului glutenic.....	65
3.2.7. Determinarea indicelui de deformare a glutenului.....	65
3.2.8. Determinarea indicelui de cădere.....	66
3.2.9. Analiza organoleptică a drojdiei de panificație.....	67
3.2.10. Determinarea umidității drojdiei de panificație	67
3.2.11. Determinarea capacității de dospire în aluat.....	68
3.2.12. Determinarea caracteristicilor reologice ale aluaturilor.....	69
3.2.13. Proba de coacere.....	70

3.2.14. Analiza organoleptică a pâinii.....	70
3.2.15. Determinarea volumului pâinii.....	71
3.2.16. Determinarea porozității.....	71
3.2.17. Determinarea elasticității.....	72
3.2.18. Determinarea umidității.....	72
3.2.19. Determinarea acidității.....	73
3.3. Metode și echipamente de măsurare a regimului termic la precoacere , congelare , depozitare , decongelare , coacere finală.....	74
3.3.1. Metode de măsurare a regimului termic la precoacere și coacerea finală.....	74
3.3.2. Metode de măsurare a regimului termic la congelare și decongelare.....	76
4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE	
4.1. Studiul influenței factorilor preliminari ce definesc calitatea pâinii precoapte.....	78
4.1.1. Influența calității materiilor prime și auxiliare asupra calității pâinii precoapte.....	78
4.1.1.1. Influența calității făinii.....	78
4.1.1.2. Influența calității drojdiei de panificație.....	96
4.1.1.3. Influența adaosului de aditivi pentru panificați.....	106
4.1.2. Influența rețetei de fabricație asupra calității pâinii precoapte.....	138
4.2. Studiul influenței regimului termic la precoacere, congelare, depozitare, decongelare, coacere finală asupra calității pâinii precoapte.....	145
4.2.1. Influența regimului termic la precoacere asupra calității pâinii precoapte.....	147
4.2.1.1. Influența regimului de prelucrare hidrotermică la precoacere asupra calității pâinii precoapte.....	147
4.2.1.2. Influența duratei de precoacere asupra calității pâinii precoapte.....	153
4.2.2. Influența regimului termic la congelare.....	156
4.2.3. Influența duratei de depozitare în stare congelată.....	164
4.2.4. Influența regimului de decongelare.....	176
4.2.5. Influența regimului termic la coacerea finală asupra calității pâinii precoapte.....	182
4.3. Schemă de calcul pentru optimizarea consumului termic și energetic la fabricarea pâinii precoapte.....	182
4.3.1. Schemă de calcul pentru optimizarea consumului termic și energetic la precoacere.....	182
4.3.2. Schemă de calcul pentru optimizarea consumului termic și energetic la congelare.....	186
5. Concluzii finale.....	190
6. Contribuții proprii și perspective.....	195
7. Bibliografie.....	196
8. Lista lucrărilor publicate.....	212
9. Anexe.....	214

Structura tezei de doctorat

Teza de doctorat cuprinde 214 pagini , din care partea documentară 57 pagini, (15 figuri și tabel) , și partea experimentală 130 de pagini (68 figuri și 72 tabele) .
Bibliografia conține 206 titluri , din care 8 site-uri web.

1.INTRODUCERE

1.1. Actualitatea și importanța temei tratate

Tehnologiile frigorifice tot mai utilizate în industria panificației reprezintă elemente de progres și au un rol important în direcția îmbunătățirii condițiilor de viață și creștere a nivelului de civilizație și prosperitate a unei țări.

Prin micșorarea temperaturii produselor o parte din agenții biologici, biochimici și fizico-chimici își încetinesc sau își încetează activitatea favorizând creșterea duratei de conservare a acestora. Agenții biochimici, respectiv microorganismele, constituie factori principali ai modificărilor ce au loc în produsele alimentare. Acestea își manifestă funcțiile vitale și se dezvoltă în anumite intervale de temperatură. Acționând cu temperaturi scăzute se poate bloca dezvoltarea microorganismelor și menține un timp mai îndelungat calitatea produselor. Frigul acționează diferențiat asupra diferitelor tipuri de microorganismе, efectul putând fi diferit.

Procesul de coacere întrerupt , pe lângă congelarea pâinii , constituie o alternativă competitivă a procesului de coacere în totalitate , permițând obținerea pâinii proaspete în orice moment . Acest tip de proces a fost realizat de mult timp și există o cerere mare pentru pâinea coaptă parțial .

Coacerea parțială a pâinii și păstrarea acesteia la temperaturi scăzute este un mod eficient de întârziere a procesului de învechire a ei .

Avantajele fabricării pâinii precoapte constau în :

- obținerea pâinii coapte final la momentul dorit și într-un timp scurt ;
- aprovizionarea cu pâine proaspătă a celor mai îndepărtate locații ;

- prepararea pâinii în fabrica de producție este independentă de momentul conumării acesteia ;
- permite planificarea producției și simplifică munca brutarilor ;
- unitățile care realizează coacerea finală au dotare și personal minim.

Un produs congelat necesită menținerea strictă a lanțului frigorific de congelare în timpul producției , transportului și depozitării , fapt care duce la costuri

ridicate de producție . În cazul pâinii , costul este justificat datorită economiei obținut prin reducerea pierderilor datorită învechirii pâinii .

1.2. OBIECTIVELE TEZEI

Având în vedere faptul că metoda de precoacere a pâinii urmată de congelare este cea mai avantajoasă și mai economicoasă variantă de utilizare a frigului artificial în panificație, teza de doctorat cu tema „ **STUDIUL INFLUENȚEI REGIMULUI TERMIC ÎN PROCESELE DE PRECOACERE – CONGELARE ASUPRA CALITĂȚII PÂINII** ” și-a propus ca obiectiv esențial clarificarea aspectelor teoretice și practice privind influența regimului termic în procesele de precoacere – congelare asupra calității pâinii .

Pentru realizarea dezideratului propus în cadrul tezei am urmărit :

4. Influența factorilor preliminari asupra calității pâinii precoapte (calitatea făinii , aditivi , tipul de drojdie , rețeta de fabricație) ;
5. influența regimului termic în procesul de precoacere asupra calității pâinii ;
6. influența regimului termic procesul de congelare asupra calității pâinii ;

1. influența regimului de depozitare în stare congelată a pâinii coapte parțial asupra calității pâinii ;
2. influența regimului de decongelare a pâinii coapte parțial congelate asupra calității pâinii ;
3. elaborarea unei scheme de calcul pe baza regimului termic pentru optimizarea consumului energetic la fabricarea pâinii precoapte .

1.3. Organizarea tezei

Teza este organizată în două mari părți :

- A . Partea documentară
- B. Partea experimentală

Principalele capitole ale tezei sunt :

1. INTRODUCERE
2. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIU
3. MATERIALE , METODE ȘI ECHIPAMENTE
4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE
5. CONCLUZII FINALE
6. CONTRIBUȚII PROPRII ȘI PERSPECTIVE
7. BIBLIOGRAFIE
8. LISTA LUCRĂRILOR PUBLICATE
9. ANEXE

3. MATERIALE , METODE ȘI ECHIPAMENTE

Partea experimentală a urmărit atingerea obiectivelor propuse și, respectiv , studiul influenței regimului termic în procesele de preoacere –congelare asupra calității pâinii , și s-a materializat prin determinarea indicatorilor de calitate ai pâinii obținute în diverse regimuri de lucru .

Partea experimentală s-a efectuat în condiții de laborator și industriale la I.M.P. Slobozia , Institutul de Bioresurse Alimentare București , S.C. Spicul S.A. București , S.C. Rompak Pașcani , S.C. Galmopan Galați și în laboratoarele Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor din cadrul Universității « Dunărea de Jos » , Galați . Tehnologia de fabricație utilizată a fost cea clasică și utilizată în unitățile amintite . Pentru experimentari s-a folosit pâine albă de 0.250 kg și 0.500 kg fabricată după rețetele normate pentru unitățile de panificație din România . Materiile prime și auxiliare folosite au fost de cea mai bună calitate și aceeași pe toată perioada determinărilor .

Metodele utilizate pentru determinarea indicatorilor de calitate ai făinurilor de grâu sunt cele standardizate și utilizate în unitățile de panificație din România .

3.3. Metode și echipamente de măsurare a regimului termic la precoacere – congelare – decongelare - coacere finală

3.3.1. Metode de măsurare a regimului termic la precoacere și coacerea finală

Măsurarea temperaturii în procesul de precoacere a pâinii în condiții de laborator și industriale s-a realizat cu ajutorul termocuplelor Cu – constantan , confecționate și etalonate în laboratorul de Tehnica Frigului și Climatizării din cadrul Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor , Galați .

3.3.2. Metode de măsurare a regimului termic la congelarea și decongelarea pâinii precoapte

Cu un înregistrator electronic legat de un sistem informatic direct prin cablu s-au efectuat măsurători directe ale temperaturii în centrul termic al pâinii precoapte și la suprafața acesteia. Programarea , vizualizarea curbelor și tabelelor , transmisiile datelor sunt asigurate printr-un computer și un soft , computerul fiind conectat la o imprimantă .

Înregistratorul digital de temperatură are 12 canale și este produs de firma COLE – PARMER INSTRUMENT COMPANY , SUA, Model 9200- 05.

Sistemul de calcul folosit este Pentium IV 1600 Mhz , iar imprimanta este color Canon i250 .

Software –ul utilizat pentru determinarea temperaturii este Scan Link 2.0 , produs de BARNANT COMPANY , Barrington , Illinois, 2001 ; Windows XP , Microsoft Office XP.

4.CERCETĂRI EXPERIMENTALE

4.1. STUDIUL INFLUENȚEI FACTORILOR PRELIMINARI CE DEFINESC CALITATEA PÂINII PRECOAPTE

Pentru a evidenția mai clar influența regimului termic la prelucrarea pâinii precoapte asupra calității acesteia , din multitudinea de factori ce contribuie la aceasta , am studiat mai întâi influența factorilor preliminari asupra calității .

Prin factori preliminari am definit factorii legați de calitatea materiilor prime și auxiliare ce intră în componența rețetei de fabricație a pâinii (făină , drojdie , aditivi) .

4.1.1. Influența calității materiilor prime și auxiliare asupra indicatorilor fizico – chimici ai pâinii precoapte

4.1.1.1. Influența calității făinii

Determinările au urmărit influența calității făinurilor asupra indicatorilor de calitate ai pâinii precoapte (proba P) . comparativ cu pâinea martor (proba M) .

Pâinea precoaptă (proba P) este pâinea obținută prin coacere parțială , congelare , depozitare în stare congelată , decongelare și coacere finală . Pâinea precoaptă are formă și volum stabilizate și coaja parțial

formată . Coaja se prezintă sub forma unei cruste foarte subțire , puțin sau deloc colorată . Prepararea aluatului până la operația de precoacere se realizează prin procedeul clasic . Operația tehnologică de precoacere trebuie să realizeze coagularea proteinelor și gelatinizarea amidonului . Acest lucru presupune atingerea unei temperaturi suficient de mari într-un timp suficient de lung în pâinea în formare . În același timp , parametrii procesului de coacere trebuie să asigure numai schițarea cojii . Precoacerea s-a realizat la temperaturi inferioare celor folosite în coacerea obișnuită a pâinii . Coacerea finală are rolul de a da aspectul definitiv produsului , culoarea , luciul și crocanța cojii , precum și aroma și elasticitatea miezului . Temperatura de coacere finală trebuie să fie mai mare decât temperatura de precoacere , deoarece coacerea finală are , printre altele , scopul de fărâmișarea culorii cojii .

Pâinea mator (proba M) este pâinea obținută prin procedeul clasic .

Pentru testări s-au utilizat făinuri albe de grâu cu următoarele caracteristici fizico-chimice și reologice :

Tabel 4.2.1.1. Caracteristici fizico – chimice ale făinurilor de grâu utilizate în experimentare

Caracteristici fizico-chimice	F₁	F₂	F₃	F₄	F₅	F₆
Umiditate ,%	14,8	14.4	14.5	14.5	14.8	14.2
Gluten umed,%	28,8	29.6	31	32	28.7	28.3
Indice de deformare a glutenului,mm	5	5	4	5	5	5
Cenușă,%s.u.	0.48	0.63	0.48	0.65	0.48	0.65
Indice de cădere, sec.	248	260	301	310	255	255

Făinurile testate au avut un gluten umed peste 28 % și indice de cădere mai mare de 248 secunde , valori ale indicatorilor care s-au încadrat în limitele recomandate de literatura de specialitate , iar indicele de deformare a glutenului a variat între 4 și 5 mm .

Toate făinurile utilizate au avut un conținut de gluten peste 28 % și indicele de cădere peste 248 secunde . Valori mai mari ale conținutului în gluten umed s-au înregistrat la proba 3 (31 %) și la proba 4 (32 %) și indice de cădere mai ridicat la P₃ (301 sec.) și la P₄ (310 sec.) .

Tabel 4.2.1.2. Indicatorii reologici ai făinurilor de grâu utilizate în experimentări

Indicatori reologici	P₁	P₂	P₃	P₄	P₅	P₆
Capacitatea de hidratare, %	56.2	57.8	58.1	59.6	56.2	59.4
Dezvoltare, D, min.	1	1.7	2.1	2	1	1.5
Stabilitate , S, min.	5.5	5	6.3	7	4.5	6
Înmuiere , I, u.B.	80	80	40	40	110	100
Elasticitate , E, u.B.	80	60	215	220	60	60

Din tabelul 4.2.1.2. observăm că indicatorii reologici se corelează cu indicatorii fizico-chimici ai făinurilor , prezentați în tabelul 4.2.1.1. Astfel , stabilitatea cea mai mare (7 min) și înmuierea cea mai mică (40 u.B.) le are făina cu conținutul de gluten cel mai mare (32%) și anume proba P₄ .

S-au obținut conform rețetei pâine precoaptă și pâine martor , respectându-se același regim tehnologic de fabricație . Proba martor testată este pâine coaptă prin procedeul clasic , analizată după 2 ore de la coacere . Celelalte probe sunt pâini precoapte . Produsele testate au masa de 0.500 kg .

Probele precoapte testate au fost supuse aceleiași regim de congelare – decongelare – depozitare și coacere finală.

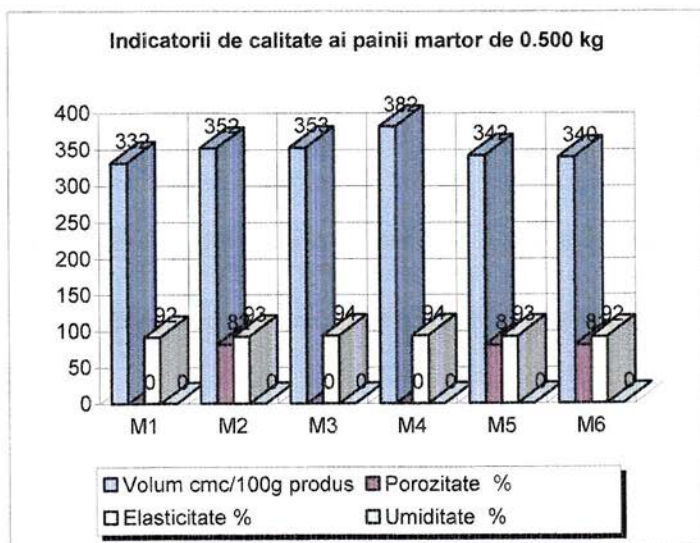


Fig. 4.2.1.9. Indicatorii de calitate ai probei maritor , cu masa de 0.500 kg , rezultați în urma testărilor

Din valorile indicatorilor de calitate obținute experimental pentru pâinea maritor , cu masa de 0.500 kg , se observă că :

- ✓ Volumul maritorului M_4 , 382 cmc/100g produs , (pâine coaptă clasic obținută din făina cea mai bună din punct de vedere calitativ , cu conținutul în gluten umed de 32 %) este cel mai mare comparativ cu volumul maritorului M_3 , 353 cmc/100g produs , (pâine coaptă prin procedeul clasic cu un conținut în gluten umed de 31 %) ; volumul cel mai scăzut l-a înregistrat maritorul M_1 , 332 cmc/100g produs , (pâine obținută din făină cu un continut în gluten umed de 28.8 %) ;

- ✓ Porozitatea și umiditatea nu diferă semnificativ la proba martor testată ;
- ✓ Elasticitatea matorului M₃ și matorului M₄ , pâine coaptă clasic , cu conținut mare de gluten umed , a înregistrat valori mai ridicate față de elasticitatea probei mator M₆ , cu continutul cel mai scăzut în gluten umed

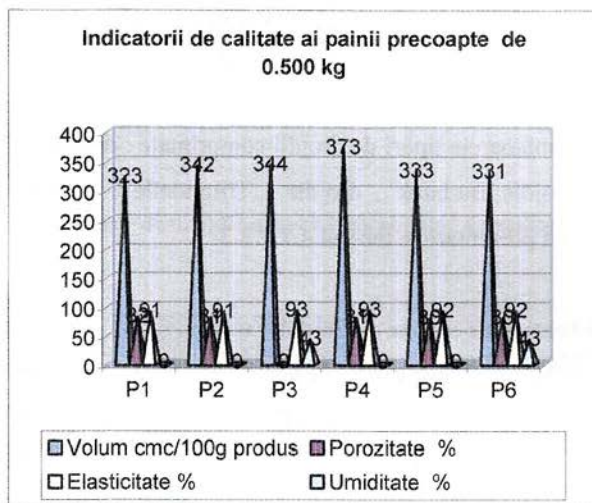


Fig. 4.2.1.10. Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte , de 0.500 kg , rezultați în urma testărilor

Din graficul prezentat în figura 4.2.1.10. se observa că :

- ✓ Volumul pâinii precoapte P₄ (obținută din făină cu conținutul în gluten umed cel mai ridicat , 32 %) este cel mai mare înregistrat , comparativ cu volumul pâinii precoapte P₁₋₆. Cel mai scăzut volum l-a înregistrat pâinea precoaptă P₁ (obținută din făină cu un conținut de gluten umed de 28,8 %)

;

Proba precoaptă P₃ și proba precoaptă P₄ au înregistrat aceeași valoare a elasticității , 93 % , fiind mai mare decât

- ✓ elasticitatea probei precoapte P₁ și P₂ analizate cu aproximativ 2,1 % ;
- ✓ Porozitatea și umiditatea pâinii precoapte a variat în limite strânse la toate probele analizate ; nu s-au înregistrat diferențe semnificative ;

4.1.1.2. Influența calității drojdiei de panificație asupra indicatorilor de calitate ai pâinii precoapte

S-au testat următoarele tipuri de drojdii comprimate : drojdie Pakmaya , drojdie Fulger , drojdie Fala , drojdie Budafok , drojdie L'Hirondelle . Caracteristicile de calitate ale drojdiilor testate sunt prezentate în tabelul 4.2.1.3.3.

Tabel 4.2.1.3.3. Indicatorii de calitate ai drojdiilor testate

Indicatori / tip drojdie	U.M.	Pakmaya P ₁	Fulger P ₂	Fala P ₃	Budafok P ₄	L'Hirondelle P ₅
Capacitate de dospire	min.	60	68	80	76	84
Umiditate	%	65.7	67.4	67.5	67	66.8

Experimentările s-au efectuat la pâinea precoaptă cu masa de 0.500 kg/buc. , obținută conform rețetei de fabricație din tabelul 4.2.1.3.4. S-au testat din punct de vedere fizico-chimic atât proba martor (pâine coaptă conform tehnologiei clasice) cât și proba precoaptă (pâine precoaptă , congelată , depozitată în stare congelată , decongelată și coaptă final) .

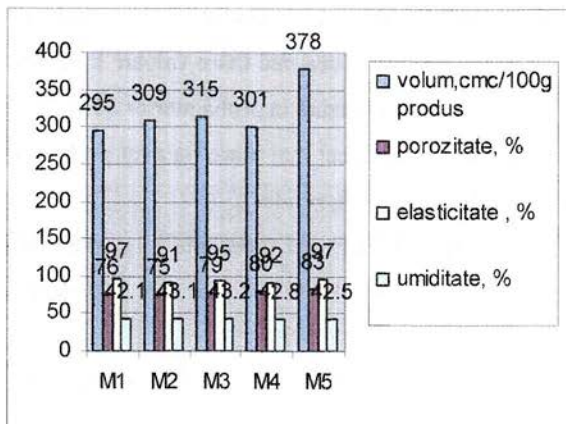


Fig. 4.2.1.3. Influența tipurilor de drojdie asupra indicatorilor de calitate ai pâinii

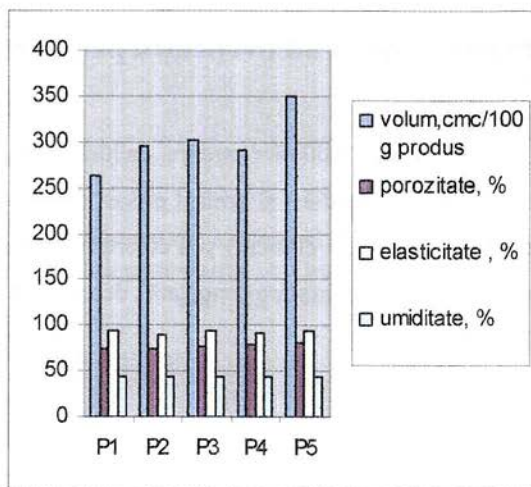


Fig. 4.2.1.3.4. Influența tipurilor de drojdie asupra indicatorilor de calitate ai pâinii precoapte

Concluzii :

Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte testate au fost cei mai buni în cazul utilizării drojdiei L'Hirondelle, cu capacitatea de dospire cea mai mare (84 min.) urmată de drojdia Fała cu capacitatea de dospire 80 min., iar cei mai slabi s-au obținut în cazul utilizării drojdiilor Pakmaya, Fulger și

Budafok (proba martor M1, M2 , M4 respectiv proba precoaptă P1, P2 și P4) :

- în cazul probei martor s-a înregistrat cea mai mare valoare a volumului la proba martor M5 (378 cmc/100g produs) și cea mai scăzută la proba martor M1 (295 cmc/100g produs) ;
- în cazul probei precoapte , volumul cel mai mare l-a avut proba P5 (350 cmc/100g produs) și cel mai mic proba P1 (263 cmc/100g produs);
- Valoarea porozității a scăzut de la proba precoaptă P5 , care a înregistrat cea mai ridicată valoare , 81 % , la proba precoaptă P4 și P3 , iar cele mai mici valori ale porozității s-au înregistrat la proba precoaptă P1 și P2 (74 %) ;
- Conținutul de umiditate s-a modificat semnificativ la toate probele precoapte comparativ cu probele martor , înregistrându-se valori mult mai mari la probele precoapte față de probele martor

4.1.1.3. Influența adaosului de aditivi pentru panificație asupra calității pâinii precoapte

Pentru stabilirea influenței aditivilor asupra calității pâinii precoapte s-au folosit aceleași materii prime (făină și drojdie) și același proces tehnologic de obținere a pâinilor martor (pâini coapte după tehnologia clasică) și a celorlalte probe , pâini precoapte (pâini coapte parțial , congelate , depozitate în stare congelată , decongelate și coapte final) .

INFLUENȚA ADAOSULUI DE GLUTEN VITAL ASUPRA CALITĂȚII PAINII PRECOAPTE

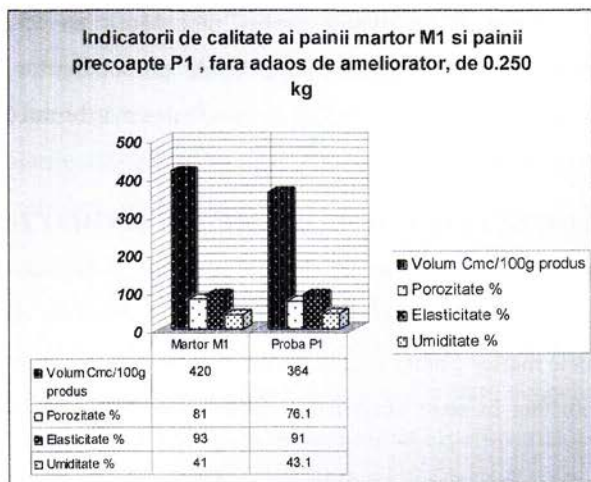


Fig. 4.2.1.2.3. Indicatorii de calitate ai pâinii fără adaos de gluten vital, cu masa de 0.250 kg

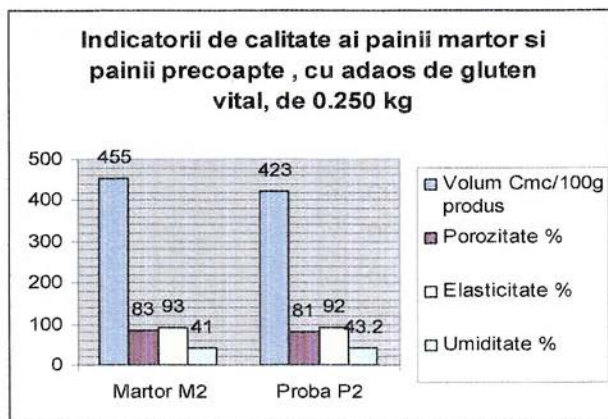


Fig. 4.2.1.2.45. Indicatorii de calitate ai pâinii cu masa de 0.250 kg, cu adaos de gluten vital

Comparând datele experimentare obținute , pentru probele cu masa de 0.250 kg , cu adaos de gluten vital , concluziile sunt :

- ✓ Volumul pâinii precoapte a scăzut față de volumul matorului (pâine coaptă normal) ;
- ✓ Porozitatea și umiditatea probei precoapte nu au înregistrat modificări semnificative comparativ cu cele ale probei mator . Umiditatea probei precoapte (P_2) a crescut față de umiditatea matorului (M_2) .

INFLUENȚA ADAOSULUI DE ACID ASCORBIC ȘI BROMAT DE POTASIU

S-a testat influența adaosului de acid ascorbic și bromat de potasiu , care s-au adăugat simultan în aluat , în proporție de 75:75 ppm , conform datelor din literatura de specialitate . Probele mator (pâini coapte normal) și probele precoapte (pâini coapte parțial , congelate , depozitate în stare congelată , decongelate și coapte final) au fost fabricate conform

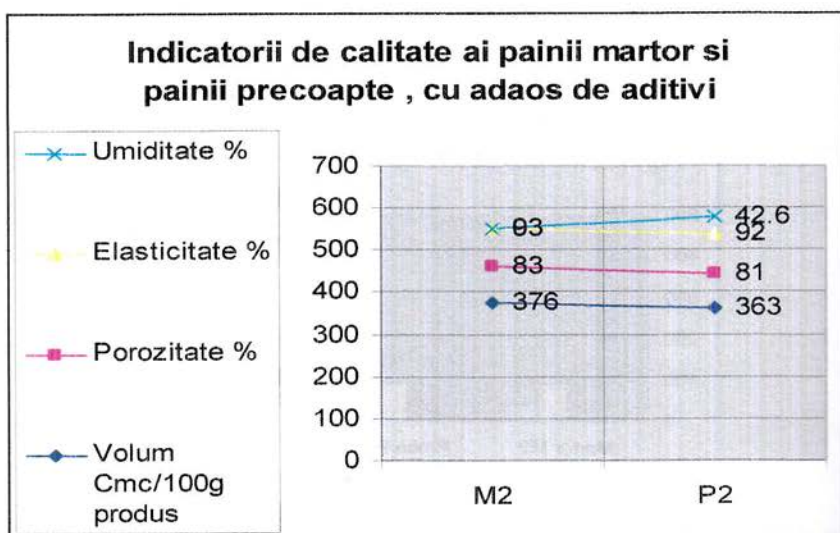


Fig. 4.3.3. Indicatorii de calitate ai pâinii mator M_2 și pâinii precoapte P_2 , cu adaos de aditivi , 0.500 kg

aceleiași rețete.

În figura 4.3.3. sunt reprezentați grafic indicatorii de calitate ai probelor martor și coapte final , cu adaos de acid ascorbic și bromat de potasiu ; se observă că :

- Volumul probei precoapte , P_2 , a înregistrat o scădere față de volumul probei martor M_2 ;
- Umiditatea probei precoapte P_2 este mai ridicată decât umiditatea probei martor M_2 ;
- Valorile elasticității și porozității nu au înregistrat diferențe semnificative la cele două probe testate .

INFLUENȚA ADAOSULUI UNOR AMESTECURI DE ADITIVI

S-a testat influența amestecurilor unor aditivi asupra calității pâinii precoapte (obținute prin coacere parțială , congelare , depozitare în stare congelată , decongelare și coacere finală) , cu masa de 0.500 kg . S-au determinat experimental indicatorii de calitate ai pâinii precoapte : volum, porozitate , umiditate , elasticitate , și s-au comparat cu indicatorii de calitate ai pâinii martor (pâini coapte după tehnologia clasică) .

La fabricarea pâinii precoapte s-a respectat același regim tehnologic și aceeași parametrii la congelare , depozitare în stare congelată și decongelare, fiind prezentate în capitolul 4.2.1.2.1) .

Amestecurile de aditivi utilizate au fost următoarele :

- A.** Fungamyl 2500 , Gluten vital –probele M_1 și P_1 ;
- B.** Fungamyl 2500 , Acid ascorbic , Bromat de potasiu – probele M_2 și P_2 ;
- C.** Gluten vital , Acid ascorbic , Bromat de potasiu – probele M_3 și P_3 ;



D. Fungamyl 2500 , Gluten vital , Acid ascorbic , Bromat de potasiu - probele **M₄** și **P₄** ;

Am comparat valorile indicatorilor de calitate ,obținute experimental, pentru pâinea precoaptă (obținută prin coacere parțială , congelare , depozitare în stare congelată , decongelare și coacere finală) , în aceleași condiții , respectiv proba P₁ , P₂ , P₃ și P₄ . Aceste valori sunt reprezentate grafic în figura 4.3.4.

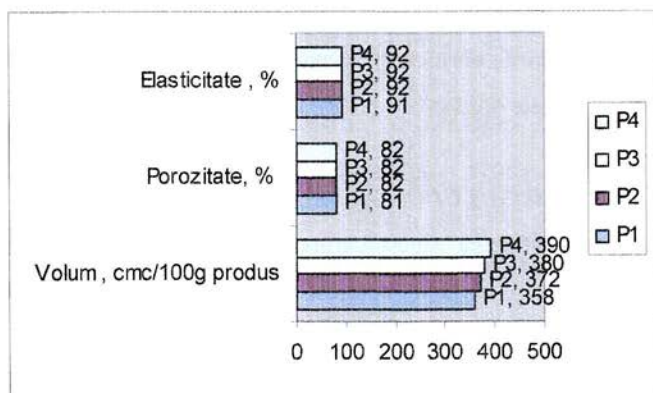


Fig. 4.3.4. Variația indicatorilor de calitate la pâinea precoaptă , pentru cele 4 variante testate

Cele mai bune rezultate s-au obținut în cazul probei precoapte **P₄** (cu Fungamyl 2500 , gluten vital , acid ascorbic , bromat de potasiu) . Volumul acestei probei a crescut cu 8,9 % față de volumul probei precoapte **P₁** (cu Fungamyl 2500, Gluten vital) care a înregistrat cel mai scăzut volum . Porozitatea și elasticitatea cele mai bune s-au obținut la proba precoaptă **P₂** (Fungamyl 2500 , acid ascorbic , bromat de potasiu) , proba precoaptă **P₃** (cu gluten vital , acid ascorbic , bromat de potasiu) și proba precoaptă **P₄** (Fungamyl 2500 , Gluten vital , Acid ascorbic , Bromat de potasiu) . Valorile umidității au fost aproximativ aceleași , diferențele fiind nesemnificative , la cele 4 probe precoapte testate .

4.2.STUDIUL INFLUENȚEI REGIMULUI TERMIC LA PRECOACERE , CONGELARE , DEPOZITARE ÎN STARE CONGELATĂ , DECONGELARE ȘI COACERE FINALĂ ASUPRA CALITĂȚII PAINII PRECOAPTE

Pentru evidențierea influenței regimului termic În procesele de precoacere , congelare , depozitare În stare congelată , decongelare și coacere finală am încercat să exclud pe cât posibil influența factorilor preliminari , utilizând pentru experimentări cele mai bune materii prime și auxiliare și regimul tehnologic optim .

Menționez faptul că pentru toate determinările experimentale am utilizat aceleași materii prime și auxiliare și același regim tehnologic de fabricație pentru pâinea precoaptă .

Pornind de la aceste deziderate și folosind tehnicile de măsurare specificate am determinat regimul termic la precoacere , congelare , depozitare în stare congelată , decongelare și coacere finală pentru pâinea precoaptă .

În figura 4.2. este prezentat graficul de variație temperatură – timp pentru etapele de lucru amintite .

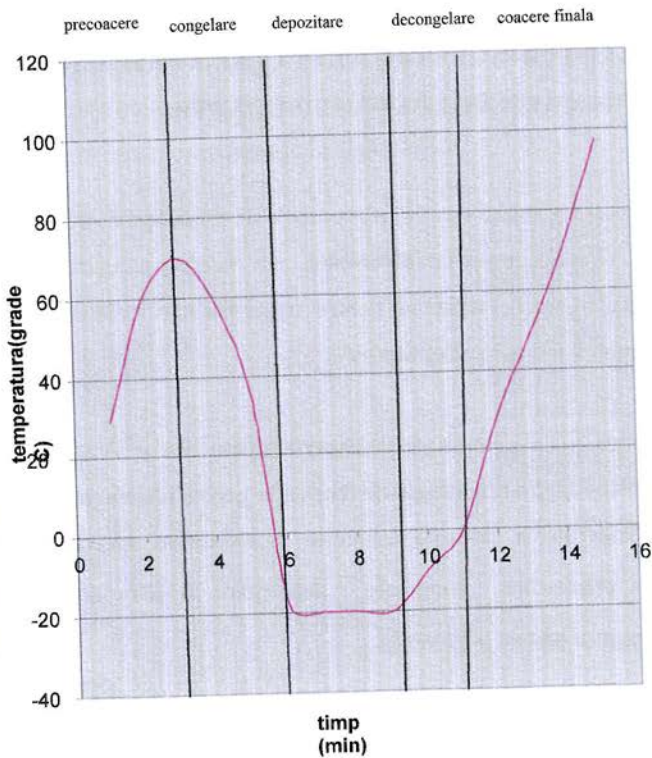


Fig. 4.2. Curba de variație a temperaturii la precoacere , congelare , depozitare , coacere finală la pâinea precoaptă

Analizând graficul din figura de mai sus rezultă existența mai multor zone de temperaturi pozitive și negative prin care trece pâinea precoaptă până la obținerea produsului finit .

Modificând regimul termic pe diferitele etape ale fabricației pâinii precoapte , am determinat însușirile calitative ale produsului finit și am putut defini un regim termic optim .

4.2.1. INFLUENȚA REGIMULUI TERMIC LA PRECOACERE ASUPRA CALITĂȚII PÂINII PRECOAPTE

4.2.1.1. Influența regimului de prelucrare hidrotermică la precoacere asupra calității pâinii precoapte

Coacerea pâinii constituie o etapă de bază din ciclul de fabricație , fiind un proces complex determinat de schimbul intens de căldură și masă dintre produs și mediul camerei de coacere .

Precoacerea , cât și coacerea finală s-a realizat în cuptoare tunel . Durata și temperatura de precoacere sunt sensibil scăzute pentru evitarea formării excesivă a culorii cojii pâinii .

Regimul termic pentru procesul de precoacere a fost studiat pe cuptorul tip tunel , determinările făcându-se prin citirea valorilor indicatorilor de temperatură și prin măsurători directe .

Măsurătorile directe au fost efectuate cu ajutorul termocuplelor cupru – constantan și înregistrarea pe un potențiametru înregistrator .

Pentru măsurarea temperaturii și umidității relative a mediului camerei de coacere , precum și temperaturii produsului în diferite puncte pe înălțime a fost folosită o instalație compusă dintr-un înregistrator tip FEA cu 12 puncte , termocuple , vas Dewar și cablu .

Curbele de variație a temperaturilor au fost înregistrate pe banda înregistratorului FEA a cărei scală a fost în prealabil gradată pentru termocuplele utilizate . Au fost efectuate un număr mare de determinări pentru sortimentele de pâine albă de 0.250 kg și 0.500 kg . În figura 4.2.4. este reprezentat grafic regimul termic și de umiditate obținut la precoacerea pâinii albe de 0.250 kg , in mediu umed .

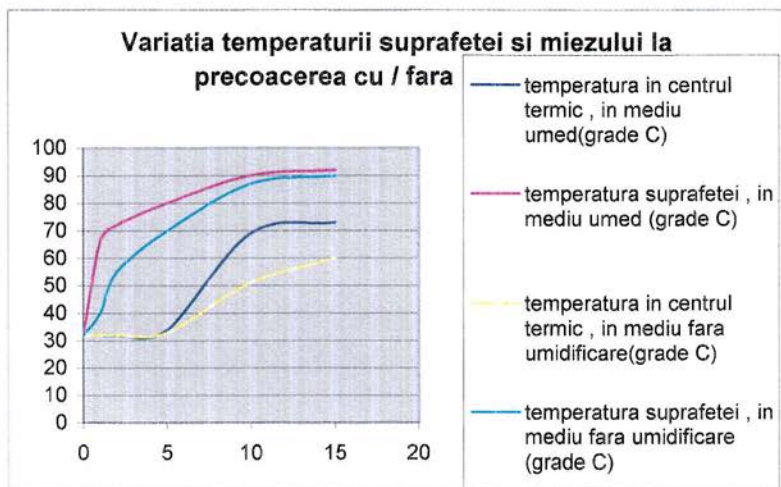


Fig.4.2.4. Variația temperaturii suprafeței și miezului pâinii la precoacere , in mediu cu si fara umidificare

Analizand curbele din figura 4.2.4 se constata ca temperatura cojii (curba roz) si a centrului painii precoapte (curba albastra) in cazul coacerii in mediu cu umiditate ridicata in prima zona , cresc mai repede decat in cazul coacerii in mediu neumidificat (respectiv curbele verde si galbena). Acest lucru evidentiaza faptul ca cinetica transterii caldurii se modifica in functie de umiditatea relativa a camerei de coacere . Astfel , pentru realizarea unei prelucrari hidrotermice optime a produsului supus coacerii este necesar sa se creeze un anumit regim de temperatura si umiditate relativa .

Temperatura bucății de aluat la sfârșitul operației de dospire finală , respectiv la introducerea acesteia în cuptor , este de 32°C . La precoacere temperatura în centrul termic a pâinii precoapte de 0,250 kg , a atins valoarea de 73°C , iar temperatura suprafeței cojii de 92°C .

Temperatura de precoacere este de $200\text{-}210^{\circ}\text{C}$.

Determinarea concomitentă a temperaturii mediului camerei de coacere și a pâinii precoapte în diferite puncte pe înălțime ne permite stabilirea unor regimuri optime de precoacere , respectiv de coacere . Curba temperaturii centrului termic indică precis momentul final al procesului de precoacere , respectiv coacere .

Experimentând variația temperaturii și în mediu fără umidificare s-a constatat că , în acest caz , temperatura cojii și temperatura centrului miezului cresc mai lent comparativ cu precoacerea în mediu umidificat ; astfel , pentru realizarea unei prelucrări hidrotermice optime a pâinii precoapte , este necesar să se creeze nu numai un regim optim de temperatură , dar și un mediu cu umiditate relativă a aerului .

Concluzii

1.prelucrarea hidrotermică a aluatului în faza inițială a procesului de coacere are o importanță deosebită pentru calitatea finală a pâinii precoapte ;

2.condensul obținut la suprafața produsului influențează asupra transmisiei de căldură , temperatura cojii și a centrului miezului pâinii precoapte , crescând mai repede în cazul coacerii în mediu umidificat , comparativ cu mediul neumidificat .

2. Umectarea accelerează încălzirea suprafeței pâinii și modifică caracteristicile curbei de temperatură a miezului ; variația temperaturii în mediu fără umidificare - temperatura cojii și temperatura centrului miezului cresc mai lent comparativ cu precoacerea în mediu umidificat ; Paine precoapta de calitate superioara se obtine in cazul precoacerii in mediu

umed , ceea ce înseamnă o prelucrare hidrotetică optimă , fiind necesar să se creeze un anumit regim de temperatură și umiditate relativă a aerului ;

3. Aburirea în procesul de precoacere a pâinii , mai mult decât la coacerea clasică , este necesară , ea având următoarele scopuri :

- evitarea formării prematură a cojii , ceea ce este favorabil pentru buna dezvoltare a produsului și formarea unei cruste fine și suplă care să acopere produsul ;
- obținerea ulterioară a cojii lucioase și uniform colorate;
- reducerea pierderilor de masă .

4.2.1.2. Influența duratei de precoacere asupra calității pâinii

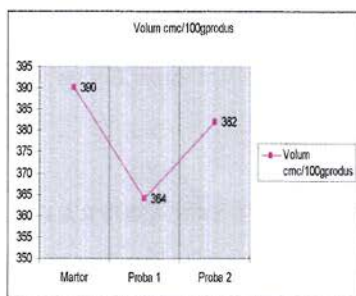
Bucățile de aluat dospite final , pentru pâinea cu masă de 0,250 kg , au fost supuse precoacerii în condiții diferite , congelării , depozitării în stare congelată , decongelate și coapte final .

S-a analizat pâinea precoaptă supusă la regimuri diferite de precoacere , ceilalți parametri fiind menținuți constanți .

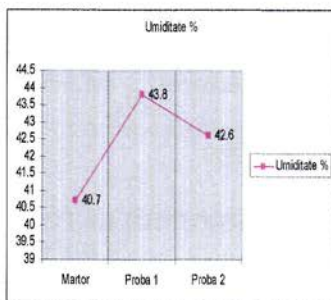
Bucățile de aluat dospite au fost supuse precoacerii timp de 8 minute (jumătate din timpul de coacere a probei martor) și , respectiv , 12 minute ($\frac{3}{4}$ din timpul de coacere a probei martor) .

Pâinea precoaptă obținută în aceste condiții a fost analizată din punct de vedere fizico-chimic , iar valorile înregistrate ale indicatorilor de calitate s-au comparat cu cele ale pâinii martor (pâine coaptă după procedeul clasic) .

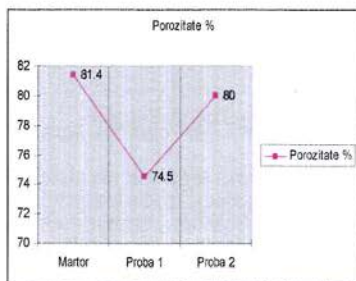
Valorile indicatorilor de calitate înregistrate experimental sunt prezentate grafic în figura 4.2.5.



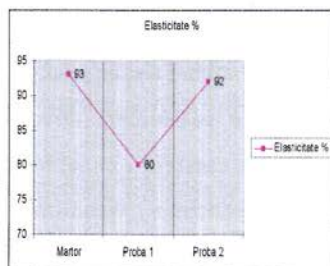
a)



b)



c)



d)

Fig. 4.2.5. Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte și pâinii maritor, cu masa de 0,250 kg : a- volum ; b-umiditate ; c-porozitate ; d-elasticitate

Din datele experimentale obținute se observă că volumul și porozitatea pâinii precoapte jumătate din timpul de coacere normală sunt mult mai mici față de indicatorii probei maritor , pe când indicatorii de calitate ai pâinii precoapte 3/4 din timpul de coacere normală nu diferă foarte mult față de cei ai probei maritor . Pâinea coaptă parțial 3/4 din timpul normal de coacere are formă și volum stabilizate și coajă parțial formată , care se prezintă ca o crustă foarte subțire , în timp ce pâinea precoaptă 1/2 din timpul de coacere normala nu prezintă proprietăți fizico-chimice finalizate (volum, porozitate, elasticitate), calitatea fiind necorespunzătoare . Pe aceste considerente , în continuare determinările experimentale se vor efecua

pentru pâinea precoaptă $\frac{3}{4}$ din timpul normal de coacere , comparativ cu pâinea marțor (pâine coaptă după tehnologia clasică) .

4.2.2. INFLUENȚA REGIMULUI TERMIC DE CONGELARE ASUPRA CALITĂȚII PÂINII PRECOAPTE

Congelarea pâinii precoapte s-a realizat într-un congelator cu funcționare discontinuă.

Pâinea precoaptă , după coacerea parțială , a fost supusă congelării și depozitării în stare congelată la temperatura de congelare , decongelare și coacere finală.

În timpul procesului de congelare temperatura pâinii precoapte variază , diferitele părți din secțiunea produsului aflându-se în stadii diferite de răcire .

Au fost efectuate măsurători directe ale temperaturii în centrul termic al pâinii precoapte și la suprafața acesteia , cu un înregistrator electronic legat de un sistem informatic direct prin cablu . Programarea , vizualizarea curbelor și tabelelor , transmisia datelor sunt asigurate printr-un computer și un soft , computerul fiind conectat la o imprimantă . Măsurătorile efectuate sunt înregistrate grafic în figura 4.2.

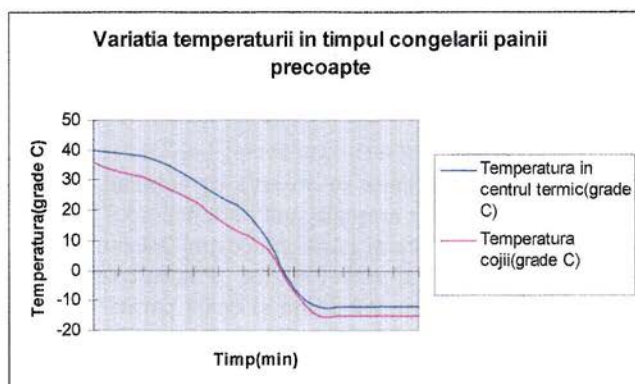


Fig.4.2. Variația temperaturii în timpul congelării, la suprafața și în centrul termic al pâinii precoapte

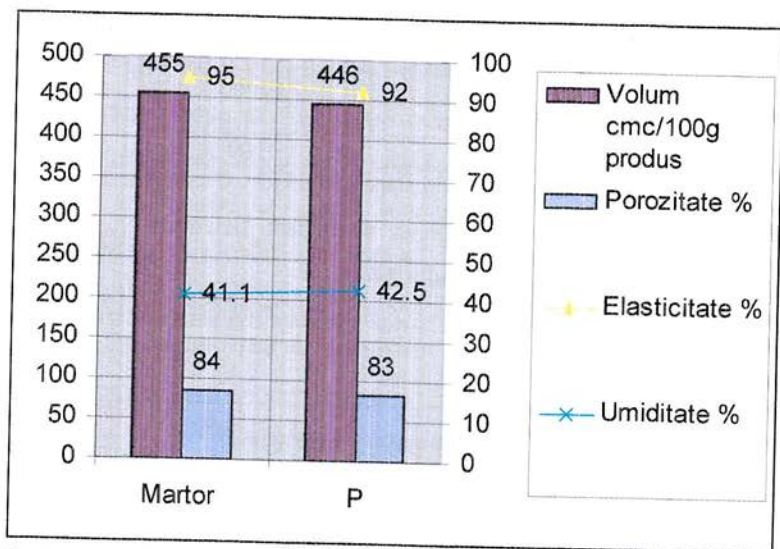


Fig.4.2.2. Influența regimului de congelare asupra calității pâinii de 0.250 kg

Comparând indicatorii de calitate determinați la pâinea precoaptă supusă congelării la $-18...-20^{\circ}\text{C}$, la aceleași condiții de depozitare și același regim de decongelare, cu indicatorii de calitate ai matorului obținut după aceeași rețetă de fabricație și după același proces tehnologic se poate concluziona:

- proba precoaptă P a avut valorile indicatorilor de calitate mai scăzute comparativ cu aceleași valori ale indicatorilor de calitate ai pâinii mator M în ceea ce privește volumul, porozitatea și elasticitatea; astfel, volumul, porozitatea și elasticitatea probei precoapte P a scăzut cu aproximativ 1% față de aceiași indicatori ai pâinii mator;

temperatura se menține cea mai ridicată. Temperatura centrului termic poate reprezenta un indiciu al terminării procesului de congelare și poate fi cu $3...5^{\circ}\text{C}$ mai mare decât temperatura de depozitare

Tabel 4.2.5. Parametrii procesului de decongelare și durata de depozitare la - 18°C, de 0.500 kg

Parametrii	Proba P
Durata de depozitare la - 18°C, zile	7
Decongelare la 20 - 25°C, minute	~100

După congelare, depozitare în stare congelată, decongelare și coacere finală, pâinea precoaptă a fost analizată din punct de vedere fizico-chimic și indicatorii de calitate determinați s-au centralizat în tabelul 4.2.6.

Valorile indicatorilor fizico-chimici rezultate din determinări au fost înregistrate grafic în figura de mai jos :

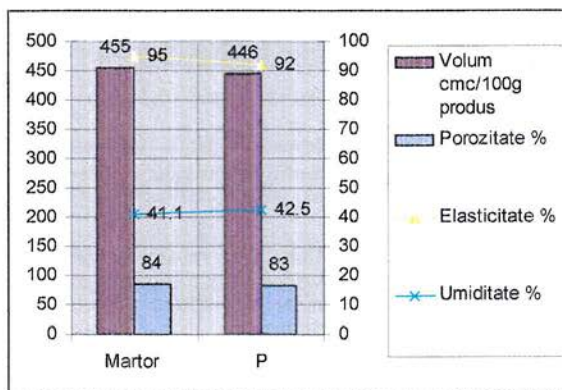


Fig.4.2.1. Influența regimului de congelare asupra calității pâinii de 0.500 kg

În urma determinărilor, indicatorii fizico-chimici ai pâinii precoapte, cu masa de 0.500 kg/buc. supusă congelării, depozitată aceeași perioadă de timp și decongelată în aceleași condiții, au variat comparativ cu indicatorii fizico-chimici ai matorului astfel :

- pâinea precoaptă P a avut volumul mai mic decât volumul pâinii mator M;
- porozitatea pâinea precoaptă P a înregistrat valori mai scăzute față de porozitatea matorului M ;
- elasticitatea probei precoapte P a fost mai mică decât elasticitatea probei mator M ;
- umiditatea a crescut la proba precoaptă P , cu 1,3 % , față de umiditatea probei mator .

Pâinea precoaptă , cu masa de 0.250 kg , a fost făcută analiză din punct de vedere fizico – chimic , determinându-se indicatorii de calitate : volum , elasticitate , porozitate , umiditate . Valorile înregistrate au fost comparate cu valorile indicatorilor de calitate pentru pâinea martor cu aceeași masă , analizată după 2 ore de la scoaterea din cuptor . Pâinea precoaptă a fost supusă congelării la temperatura de $-18...-20^{\circ}\text{C}$, parametrii regimului de congelare sunt prezentați în tabelul 4.2.7. Parametrii operației de decongelare și durata de depozitare în stare congelată sunt trecuți în tabelul 4.2.8.

Tabel 4.2.7. Parametrii regimurilor de congelare pentru pâinea precoaptă , de 0.250 kg

Parametrii	Proba P
Temperatură aer, $^{\circ}\text{C}$	- 18 ÷ - 20
Viteză aer , m/s	Atmosferă staționară
Timp de congelare , minute	~ 200

Tabel 4.2.8. Durata de depozitare la -18°C și parametrii regimului de decongelare pentru pâinea precoaptă , de 0.250 kg

Parametrii	Proba P
Decongelare la $20 - 25^{\circ}\text{C}$, minute	~90
Durata de depozitare la -18°C , zile	7

S-au determinat indicatorii de calitate ai pâinii precoapte (pâine albă coaptă parțial , congelată , depozitată în stare congelată , decongelată și coaptă final) : volum , porozitate, elasticitate și umiditate .Valorile obținute s-au comparat cu cele ale pâinii martor (pâine albă coaptă după tehnologia clasică , analizată după 3 ore de la coacere) .

După congelare , pâinea precoaptă a fost depozitată la temperaturi de $-18...-20^{\circ}\text{C}$. După depozitare în stare congelată , pâinea precoaptă a fost decongelată și coaptă final și a fost analizată din punct de vedere fizico-chimic .

S-a studiat influența regimului de congelare asupra calității pâinii precoapte comparativ cu calitatea pâinii martor .

Pâinea precoaptă de 0.500 kg/buc. a fost supusă congelării la temperatura de $-18...-20^{\circ}\text{C}$, prezentate în tabelul 4.2.4. , și la același regim de depozitare ; după depozitare în stare congelată pâinea precoaptă a fost decongelată și coaptă final . Parametrii proceselor de depozitare și de decongelare sunt prezentați în tabelul 4.2.5.

Tabel 4.24. Parametrii regimurilor de congelare pentru pâinea precoaptă , de 0.500 kg

Parametrii	Proba P
Temperatură aer, $^{\circ}\text{C}$	- 18 ÷ - 20
Viteză aer , m/s	Atmosferă staționară
Timp de congelare , minute	~ 250

În urma experimentărilor , probele au fost analizate și s-au determinat indicatorii de calitate .

- proba precoaptă a avut valoarea umidității mai mare decât umiditatea probei martor , cu 1,3 % .

CONCLUZII :

În cazul congelării pâinii precoapte (pâine coaptă parțial , congelată , depozitată în condițiile congelării , decongelată și coaptă final) la temperatura de $-18...-20^{\circ}\text{C}$, indicatorii de calitate ai pâinii precoapte au variat comparativ cu indicatorii de calitate ai martorului (pâine coaptă după tehnologia clasică) , după cum urmează :

- volumul , porozitatea și elasticitatea pâinii precoapte au înregistrat valori mai scăzute comparativ cu aceiași indicatori de calitate ai pâinii martor ;
- umiditatea probei precoapte a crescut în comparație cu umiditatea probei martor ;
- aceleași modificări ale indicatorilor de calitate au fost remarcate atât la proba precoaptă de 0,500 kg , cât și la proba precoaptă de 0.250 kg .

4.2.3. INFLUENȚA DURATEI DE DEPOZITARE ÎN STARE CONGELATĂ A PAINII PRECOAPTE ASUPRA CALITĂȚII PAINII

Bucățile de aluat dospite final au fost coapte parțial , congelate la temperaturi de $-18...-20^{\circ}\text{C}$ și depozitate în stare congelată la -18°C . După anumite intervale de timp (7 , 14 , 28 , 42 de zile) pâinea precoaptă congelată a fost decongelată și apoi coaptă final . Pâinea precoaptă obținută a fost analizată din punct de vedere fizico-chimic , iar valorile medii ale

indicatorilor de calitate înregistrați s-au comparat cu indicatorii de calitate ai probei martor .

S-au determinat indicatorii de calitate ai pâinii precoapte (pâine coaptă parțial , congelată , depozitată în stare congelată pe diferite perioade de timp , decongelată și coaptă final) : volum , porozitate, elasticitate și umiditate .Valorile obținute s-au comparat cu cele ale pâinii martor (pâine coaptă după tehnologia clasică , analizată după 3 ore de la coacere).

După congelare , pâinea precoaptă a fost depozitată la temperaturi de $-18...-20^{\circ}\text{C}$. După anumite perioade de depozitare în stare congelată , pâinea precoaptă a fost decongelată și coaptă final și a fost analizată din punct de vedere fizico-chimic .

Prezentarea grafică a variației acestor parametri este dată în figura 4.1.

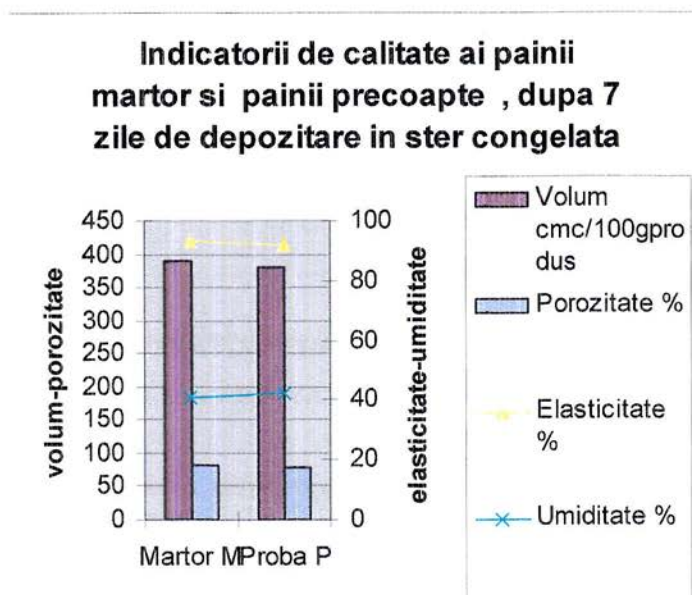


Fig. 4.1. Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte de 0,250 kg (după 7 zile de depozitare în stare congelată)

Comparând indicatorii de calitate ai pâinii precoapte de 0.250 kg , după o depozitare în stare congelată de 7 zile , cu indicatorii de calitate ai pâinii martor se desprind următoarele concluzii :

- volumul probei precoapte P a scăzut cu 2 % față de volumul probei martor ;
- umiditatea probei precoapte P a crescut cu 5,1 % față de umiditatea probei martor M;
- valoarea porozității probei precoapte este mai mică cu 1,7 % față de valoarea porozității pâinii martor ;
- elasticitatea probei precoapte nu a înregistrat o valoare mult diferită comparativ cu porozitatea probei martor .

Au fost determinați indicatorii de calitate ai pâinii precoapte , după 14 zile de depozitare în stare congelată și comparați cu indicatorii de calitate ai probei martor.

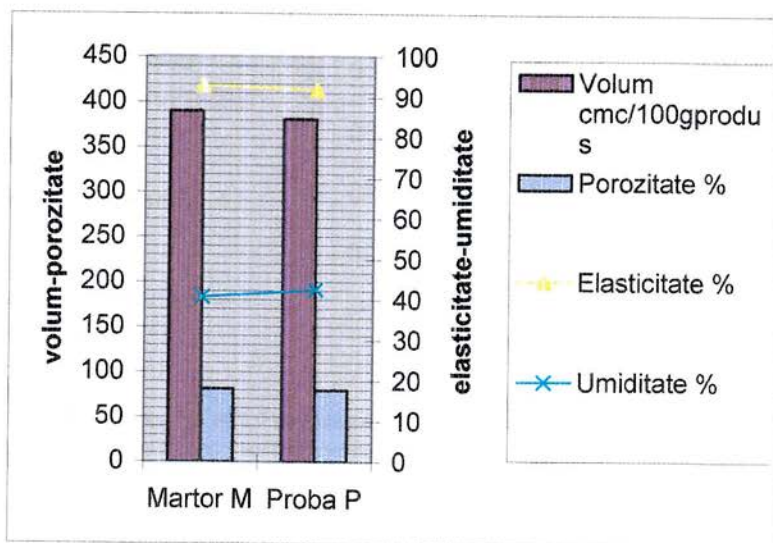


Fig. 4.2. Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte de 0,250 kg rezultați în urma testărilor (după 14 zile de depozitare în stare congelată)

Analizând valorile indicatorilor fizico – chimici ai probei precoapte , cu masa de 0.250 kg , după 14 zile de depozitare în stare congelată , și comparând acești indicatori cu cei ai probei martor , am desprins următoarele concluzii :

- volumul pâinii precoapte a scăzut cu 2,3 % față de volumul pâinii martor ;
- porozitatea probei precoapte P a înregistrat o valoare mai scăzută față de porozitatea probei martor M , cu 1,7 % ;
- umiditatea a crescut în cazul probei precoapte cu 5,1 % față de umiditatea probei martor ;
- nu s-au înregistrat modificări semnificative în cazul elasticității probei precoapte comparativ cu umiditatea probei martor .

Au fost determinați indicatorii de calitate ai pâinii precoapte , după 28 zile de depozitare în stare congelată și comparați cu indicatorii de calitate ai probei martor.

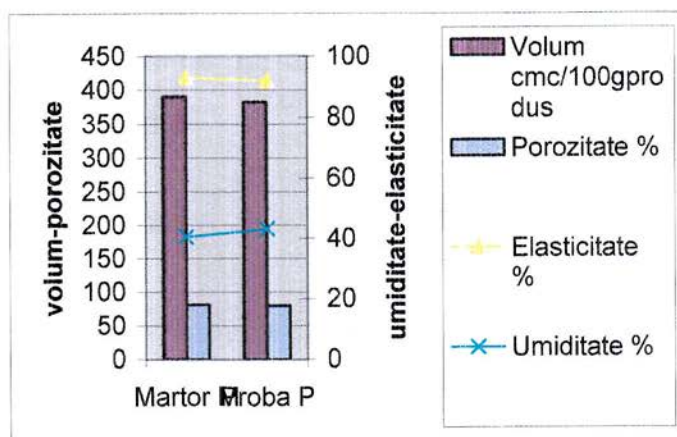


Fig. 4.3. Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte de 0,250 kg rezultați în urma testărilor (după 28 zile de depozitare în stare congelată)

S-au comparat valorile medii ale indicatorilor fizico-chimici determinate experimental , pentru pâinea precoaptă , de 0.250 kg , după 28 zile de depozitare în stare congelată , cu indicatorii fizico-chimici ai pâinii martor . Concluzii sunt următoarele :

- față de proba martor , volumul pâinii precoapte a scăzut cu 2 % ;
- umiditatea probei precoapte a crescut față de umiditatea probei martor cu circa 8,5 % ;
- porozitatea probei martor este mai mare cu 1,7 % comparativ cu cea a probei precoapte ;
- elasticitatea probelor a variat în limite foarte mici , nu s-au înregistrat modificări esențiale între proba precoaptă și proba martor .

Au fost determinați indicatorii de calitate ai pâinii precoapte , după 42 zile de depozitare în stare congelată și comparați cu indicatorii de calitate ai probei martor.

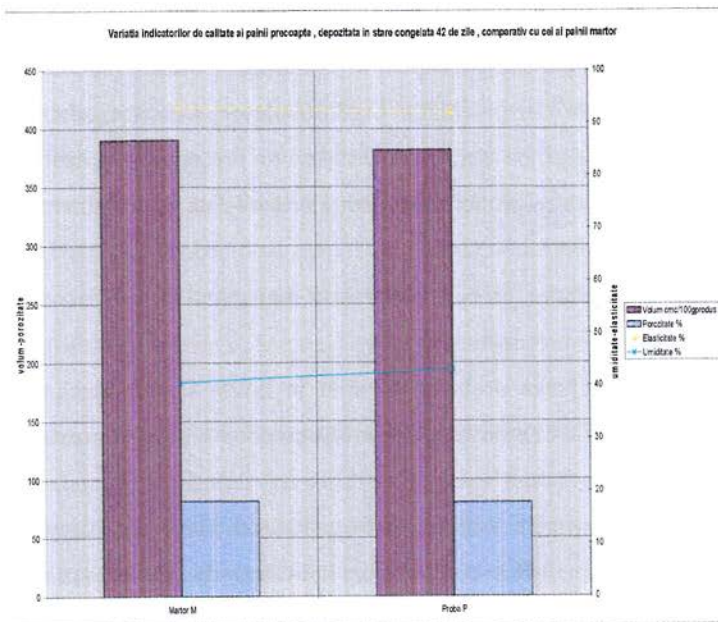


Fig. 4.4. Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte de 0,250 kg rezultați în urma testărilor (după 42 zile de depozitare în stare congelată)

După o depozitare de 42 de zile a pâinii precoapte s-au determinat indicatorii de calitate ai acestora și s-au comparat cu cei ai mătorului :

- ❖ valorile elasticității probelor nu au înregistrat diferențe esențiale ;
- ❖ umiditatea probei precoapte a crescut cu aproximativ 5,8 % față de umiditatea probei mător ;
- ❖ volumul probei precoapte a înregistrat o valoare mai scăzută față de volumul mătorului cu 2 % ;
- ❖ porozitatea a înregistrat o scădere la proba precoaptă față de porozitatea probei mător cu circa 1,7 % .

Rezultatele obținute în urma experimentărilor efectuate asupra pâinii precoapte de 0,525 kg , depozitată perioade diferite de timp, respectiv valorile medii ale indicatorilor de calitate ai matorului sunt prezentate grafic în fig.4.6.

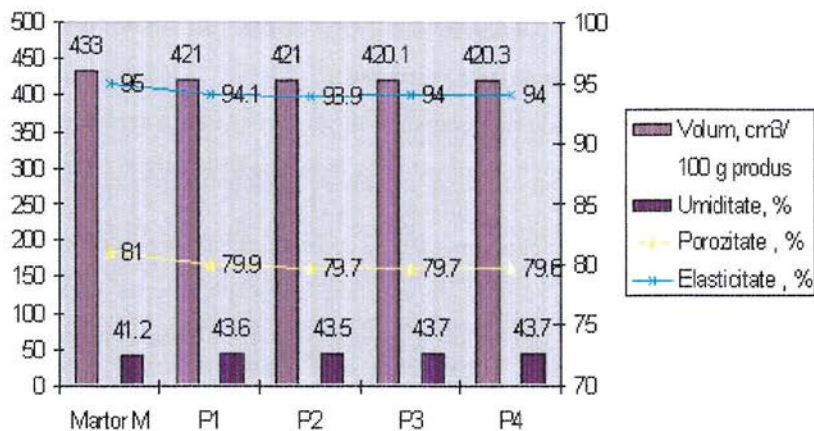


Fig. 4.6. Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte de 0,525 kg rezultați în urma testărilor

Testând pâinea precoaptă de 0.525 kg și comparând indicatorii de calitate determinați experimental cu indicatorii de calitate ai pâinii mator, se poate concluziona :

- umiditatea probei precoapte (P₁ , P₂ , P₃ , P₄) a crescut față de umiditatea probei mator cu circa 5,8 % ; între probele precoapte nu s-au înregistrat diferențe ale valorii umidității , indiferent de perioada de depozitare în stare congelată a pâinii precoapte ;
- între probelor precoapte nu există diferențe privind valoarea volumului , dar , comparativ cu proba mator , volumul probei precoapte a scăzut cu aproximativ 2,9 % ;

porozitatea probei precoapte a fost mai mică decât porozitatea matorului cu 1,6 % ;
durata de depozitare în

- stare congelată a probei precoapte nu a influențat în mod esențial porozitatea produsului finit , valoarea porozității pentru perioade diferite de depozitare fiind apropiate la probele precoapte ;
- diferitele perioade de depozitare în stare congelată a probei precoapte nu au influențat în mare măsură valoarea indicatorul de calitate : elasticitate .

Din valorile obținute prin experimentări se constată că pâinea precoaptă (obținută prin coacere parțială , congelare , depozitare în stare congelată diferite perioade de timp , decongelare și coacere finală) are valorile indicatorilor fizico-chimici apropiate de cele ale matorului (pâine coaptă în conformitate cu tehnologia clasică) ; excepție face valoarea umidității care este semnificativ mai mare la pâinea precoaptă decât la cea coaptă normal . Volumul , porozitatea și elasticitatea au valori puțin mai scăzute , nesemnificativ , față de indicatorii matorului .

Conținutul de umiditate al pâinii precoapte este mai ridicat decât al pâinii mator , coaptă total , deoarece în timpul coacerii totale o cantitate de apă se evaporă (Leuschner, O'Callaghan și Arendt, 1997) . Conținutul de umiditate al pâinii precoapte crește semnificativ în timpul depozitării în stare congelată . Conținutul de umiditate al pâinii precoapte depozitată în stare congelată la temperaturi scăzute a fost unul din indicatorii de calitate cel mai afectat în timpul depozitării în stare congelată (Vulicevic ș.a. , 2004) . Acest lucru se poate datora reducerii capacității de reținere a apei de către constituenții pâinii . Efecte similare au fost descrise în timpul congelării și depozitării în stare congelată a aluaturilor . În timpul păstrării în congelator a aluatului crește numărul moleculelor de apă liberă (Seguchi, Nikaideo și Morimoto , 2003) . În plus , capacitatea de retenție a apei de către aluat scade în timpul depozitării în stare congelată datorită deteriorării fizice dată de recristalizarea gheții în rețeaua glutenică (

Sharadanant și Khan , 2003) . Pe lângă aceasta , cantitatea de apă înghețată , și anume apa liberă care nu este legată de gluten în timpul formării aluatului , crește în timpul păstrării în stare congelată a aluatului datorită deteriorării rețelei de gluten prin congelare și depozitare (Bhattacharya, Langstaff și Berzonsky , 2003 , Lu și Grant, 1999) .

Concluzii

1. Indicatorii de calitate : volumul , porozitatea și elasticitatea pâinii precoapte , depozitată în stare congelată pe diferite perioade de timp , au înregistrat valori mai scăzute față de cele ale probei martor . Valorile indicatorii de calitate ai pâinii precoapte au scăzut o dată cu creșterea perioadei de depozitare în stare congelată a pâinii precoapte . Valorile înregistrate au fost în limitele normale .
2. Umiditatea pâinii precoapte este semnificativ mai mare decât umiditatea pâinii martor ; conținutul de umiditate al pâinii precoapte crește semnificativ în timpul depozitării în stare congelată ; conținutul de umiditate al pâinii precoapte , depozitată la temperaturi scăzute a fost unul din indicatorii de calitate cel mai afectat în timpul depozitării în stare congelată ; acest lucru se poate datora reducerii capacității de reținere a apei de către constituenții pâinii ;
3. S-au înregistrat variații mici ale valorilor indicatorilor fizico-chimici ai pâinii precoapte : volum, porozitate , elasticitate , umiditate , indiferent de masa pâinii precoapte , fiind puțin mai scăzute o dată cu creșterea perioadei de depozitare în stare congelată a acestora .

4.2.4. INFLUENȚA REGIMULUI DE DECONGELARE - COACERE FINALĂ ASUPRA CALITĂȚII PÂINII PRECOAPTE

Pâinea precoaptă , proba P , (pâine coaptă parțial , congelată , depozitată în stare congelată , decongelată și coaptă final) a fost obținută după același proces tehnologic ca și pâinea martor , proba M (pâine coaptă

în concordanță cu tehnologia clasică) . Coacerea finală s-a realizat la temperaturi superioare precoacerii , respectându-se regimul tehnologic de fabricație .

S-a studiat influența condițiilor de decongelare asupra indicatorilor de calitate ai pâinii precoapte comparativ cu indicatorii de calitate ai pâinii martor , urmărindu-se și prospețimea.

S-au experimentat două regimuri de decongelare :

- Decongelare la temperatura mediului ambiant (la temperatura de 20...25⁰C , timp de aproximativ 2 ore) – decongelare lentă (L);
- Decongelare la cuptorul cu microunde (la putere maximă , timp de 3...5 min.) – decongelare rapidă (R)

După coacerea finală pâinea precoaptă a fost analizată fizico-chimic .

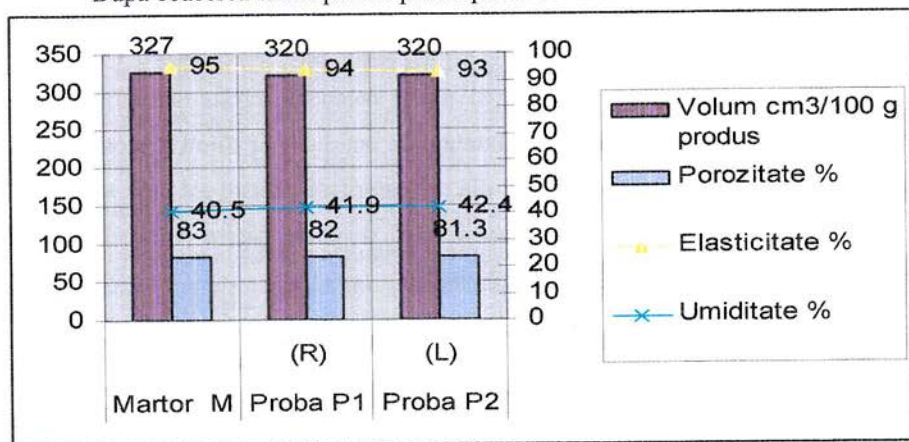


Fig. 4.2.1. Indicatorii de calitate ai pâinii precoapte , supusă la diferite regimuri de decongelare , comparativ cu cei ai pâinii martor

Concluziile rezultate în urma experimentărilor sunt :

volumul probei precoapte P₁ (decongelare rapidă) și probei precoapte P₂ (decongelare lentă) a scăzut cu 2,2 % față de volumul martorului ; ambele probe precoapte au avut același volum , deci regimul de decongelare nu a influențat volumul

- produsului finit , ci doar volumul probei precoapte comparativ cu martorul ;
- porozitatea probei precoapte decongelată în regim rapid a scăzut cu 1,2 % față de porozitatea probei martor , iar porozitatea probei precoapte decongelată în regim lent a fost mai mică decât a martorului cu circa 2,2 % ; comparând variația porozității probei P_1 (decongelată rapid) cu cea a probei P_2 (decongelată lent) se observă că nu există diferențe esențiale între valorile acestui indicator pentru cele două probe ;
- elasticitatea probei precoapte P_2 înregistrează o scădere cu 2,1 % față de proba martor și cu 1 % față de proba precoapte P_1 ;
- umiditatea probei precoapte P_2 (decongelată în regim lent) a crescut față de umiditatea martorului cu 5,9 % și față de proba precoaptă P_1 (decongelată rapid) cu 2,4 % ; umiditatea probei P_1 a crescut și ea față de umiditatea martorului cu 3,4 % ; în acest caz se poate spune că regimul de decongelare influențează semnificativ umiditatea pâinii precoapte .

4.3.SCHEME DE CALCULUL PENTRU OPTIMIZAREA CONSUMULUI DE COMBUSTIBIL SI ENERGETIC LA FABRICAREA PAINII PRECOAPTE

Din studiul regimului termic la precoacere , congelare , depozitare în stare congelată , decongelare și coacere finală a pâinii precoapte , am pus la punct o schemă de calcul a bilanțului termic și frigorific la precoacere și congelare , pentru optimizarea consumului de combustibil și energie la fabricarea pâinii precoapte .

4.3.1. Schema de calcul a bilanțului termic și energetic în procesul de precoacere a pâinii

În toate cazurile de utilizare a frigului artificial (la încetinirea sau întreruperea fermentației) dar în mod deosebit la fabricarea pâinii precoapte este necesar să se cunoască bine necesarul de agent termic , frigorific și energetic pentru a aprecia eficiența procesului . În acest sens trebuiesc efectuate bilanțurile termice , frigorifice și energetice în procesele de precoacere și congelare a pâinii.

La stabilirea schemelor de calcul a bilanțului termic și energetic s-a avut în vedere o schemă de fabricare a pâinii precoapte (prezentată în capitolul 4.2.1.4.) ce include un proces tehnologic clasic cu întreruperea procesului în faza finală a coacerii .

Abordarea unei astfel de scheme (fig.4.1.) presupune cunoașterea obligatorie a următoarelor elemente :

- tipul și caracteristicile cuptorului ;
- regimul termic al procesului de coacere ;
- caracteristicile termofizice ale produsului supus coacerii ;
- natura și caracteristicile combustibilului utilizat .

4.3.1.1. Calculul bilanțului termic și consumului de combustibil la precoacere

Cantitatea de căldură , respectiv sarcina termică totală la precoacerea pâinii se calculează dintr-o ecuație de bilanț :

$$Q_T = Q_g + Q_u \text{ [KW]}$$

unde : Q_g – reprezintă sarcina termica la mersul în gol

$$Q_g = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \text{ [KW]}$$

Q_1 – este căldura pierdută prin ventilație [KW]

Q_2 – este căldura produsă prin transpirație [KW]

Q_3 – este căldura pierdută prin pereții cuptorului [KW]

Q_4 – este căldura schimbată cu aerul exterior [KW]

Q_5 – este căldura pierdută la preîncălzirea aburului [KW]

Q_6 – este căldura pierdută printru încălzirea accesoriilor [KW]

Q_u – reprezintă sarcina termică utilă a cuptorului [KW] .

Pornind de la sarcina termică Q_T astfel calculată se poate determina cantitatea de combustibil necesar și consumul specific de combustibil :

$$B = \frac{Q_T}{Q_N(1 - q_e)} \quad [m^3 / h)$$

unde : Q_N – este puterea calorică a combustibilului utilizat [kJ/m^3]

q_e - reprezintă pierderile specifice de căldură cu gazele arse [kJ / m^3]

$$q_e = \frac{H_e}{Q_N} \quad [kJ/m^3]$$

unde : H_e – este entalpia gazelor arse evacuate [kJ/m^3] determinată în funcție de temperatura de evacuare a gazelor arse și coeficientul excedentului de aer α .

Consumul specific de combustibil va fi :

$$b = \frac{B}{G} \quad [m^3/t \text{ pâine}]$$

unde : G – este cantitatea de pâine precoată [t / h]

Consumul specific de combustibil convențional va fi :

$$b_e = b \times Q_N / Q_{NC} \quad [kg / t]$$

unde : Q_{NC} – este puterea calorică a combustibilului convențional.

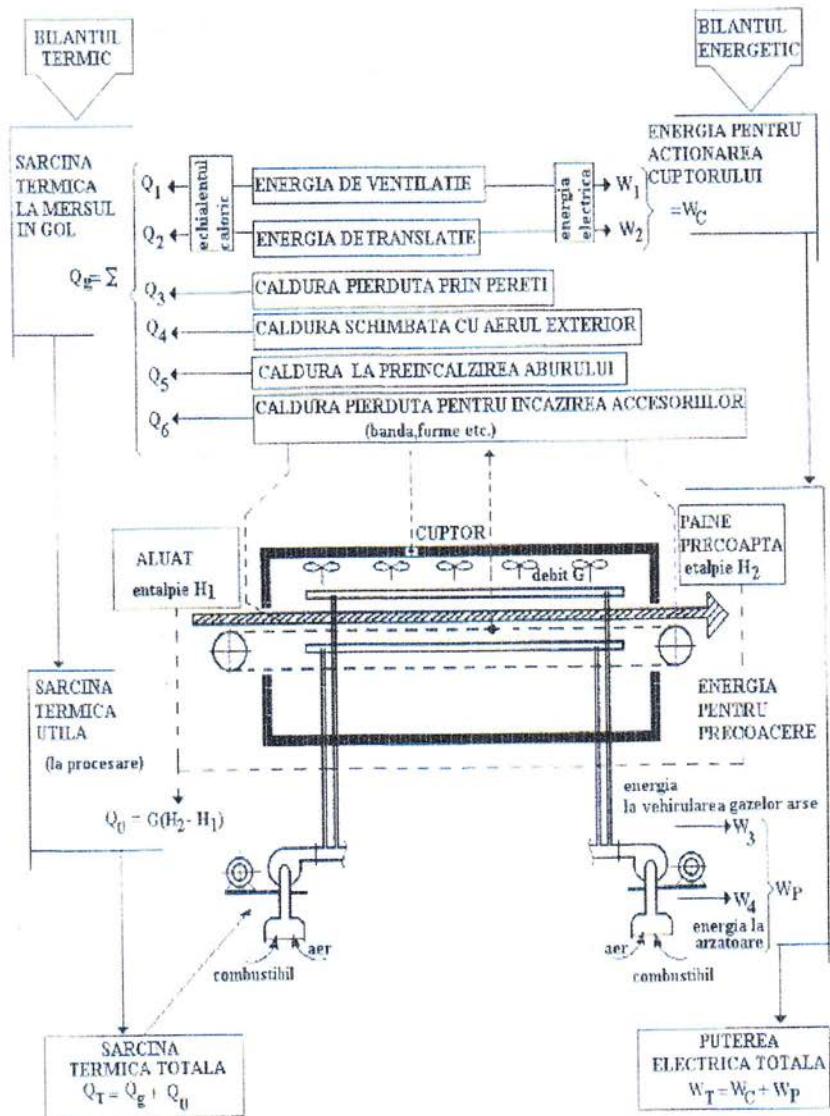


Fig. 4.1. Schema bilanțului termic și energetic la procesarea pâinii

4.3.1.2. Calculul consumului energetic la precoacere

Puterea electrică totală pentru acționarea cuptorului și anexelor ce asigură realizarea procesului se calculează cu ecuația :

$$W_T = W_C + W_p \text{ [KW]}$$

unde : W_C – este energia pentru acționarea cuptorului , [KW] ;

$$W_C = W_1 + W_2 \text{ [KW]}$$

W_1 – este energia de ventilație , [KW] ;

W_2 – este energia de translație , [KW] ;

W_p – este energia pentru asigurarea procesului de coacere :

$$W_p = W_3 + W_4 \text{ [KW]}$$

W_3 – este energia consumată pentru vehicularea gazelor arse pe traseul de încălzire , [KW] ;

W_4 – este energia consumată la arzătoare , [KW] .

4.3.2. Schema de calcul a necesarului de frig și energetic în procesul de congelare a pâinii precoapte

Ca și în cazul procesului de coacere , la stabilirea schemei bilanțului , trebuie să se cunoască :

- tipul și caracteristicile funcționale ale congelatorului ;
- regimul termic la congelare ;
- caracteristicile termofizice ale produsului supus congelării ;
- caracteristicile instalației de răcire .

Pe baza datelor de mai sus se poate întocmi o schemă de bilanț al necesarului de frig și energie (fig.4.2.) .

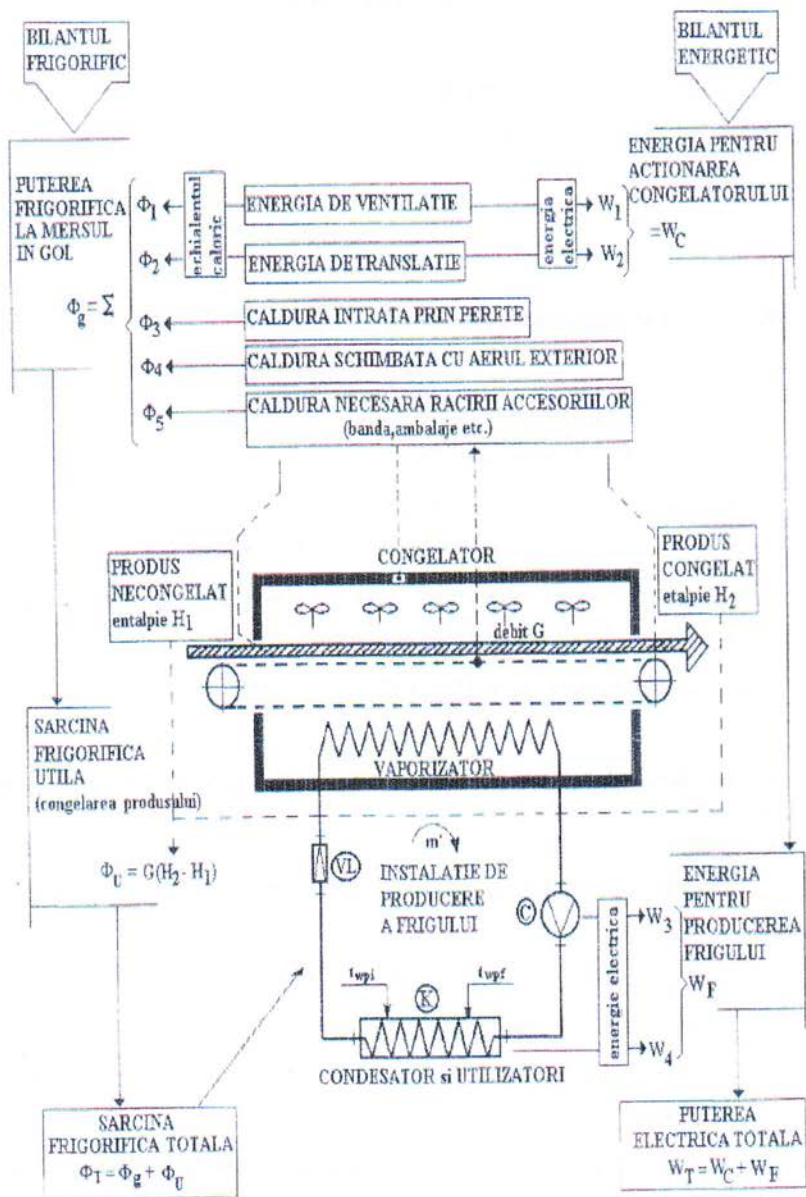


Fig.4.2. Schema bilanțului frigorific și energetic la congelarea pâinii precoapte

4.3.2.1. Calculul necesarului de frig pentru congelarea pâinii precoapte

Pentru cazul utilizării unui congelator cu funcționare continuă cu bandă , necesarul de frig se calculează cu relația :

$$\Phi_T = \Phi_g + \Phi_u \text{ , [KW]}$$

unde : Φ_g – este sarcina frigorifică la mersul în gol :

$$\Phi_g = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 + \Phi_5 \text{ , [KW]}$$

Φ_1 – este căldura de ventilație , [KW] ;

Φ_2 – este energia de translație , [KW] ;

Φ_3 – este căldura pătrunsă prin pereții ventilatorului , [KW] ;

Φ_4 – este căldura pătrunsă cu aerul ce intră în congelator , [KW] ;

Φ_5 – este cantitatea de căldură necesară răcirii accesoriilor congelatorului (bandă , ambalaje etc.) , [KW] ;

Φ_u – este sarcina frigorifică utilă , [KW] .

Pe baza acestui calcul în funcție de sarcina frigorifică totală se alege tipul instalației frigorifice pentru realizarea congelării .

4.3.2.2. Calculul necesarului de energie la congelarea pâinii precoapte

Necesarul de energie electrică pentru acționarea congelatorului și a procesului de congelare se calculează din bilantul energetic de mai jos :

$$W_T = W_C + W_F \text{ [KW]}$$

unde : W_C – este energia pentru acționarea congelatorului , [KW] ;

$$W_C = W_1 + W_2 \text{ [KW]}$$

W_1 – este energia de ventilație , [KW] ;

W_2 – este energia de translație , [KW] ;

W_F – este energia de producere a frigului , [KW] ;

$$W_F = W_3 + W_4 \text{ , [KW]}$$

W_3 – este electrică pentru acționarea compresorului , [KW] ;

W_4 – este energia electrică la condensator și utilizatori , [KW] .

Concluzii

Calculul bilanțului termic , frigorific și energetic pe baza schemelor propuse prezintă următoarele avantaje :

1. evidențiază mai clar eficiența utilizării combustibilului , frigului și energiei electrice în procesele de coacere și congelare a pâinii precoapte ;
2. schematizarea calculelor facilitează realizarea unor programe de calcul și găsirea soluțiilor optime de exploatare a cuptoarelor și congelatoarelor ;
3. prin utilizarea variantelor propuse se poate aprecia rapid modul de utilizare a energiei în procesul de precoacere și congelare a pâinii și se pot determina ușor consumul specific de combustibil la precoacere și eficiența frigorifică a instalației de congelare .

5. CONCLUZII FINALE

În urma determinărilor experimentale efectuate am ajuns la concluzia că , calitatea painii precoapte este conditionata de urmatorii factori :

- 1. Calitatea materiilor prime , auxiliare si regimul tehnologic de fabricatie**
- 2. Regimul tehnologic de coacere , $R = f(t, t)$**
- 3. Regimul hidrotermic la precoacere**
- 4. Regimul termic la congelare**
- 5. Depozitarea in stare congelata**
- 6. Decongelarea**
- 7. Coacerea finala**

1. Calitatea materiilor prime , auxiliare si regimul tehnologic de fabricatie ; au fost testate materii prime si auxiliare de diferite calitati , obtinandu-se o calitate superioara a produsului finit prin utilizarea materiilor prime si auxiliare de cea mai buna calitate ;

Folosirea diferitelor tipuri de făină la fabricarea pâinii precoapte (pâine coaptă parțial , congelată , depozitată în stare congelată , decongelată și coaptă final) a relevant următoarele :

pâinea precoaptă cât și pâinea martor (pâine coaptă în conformitate cu tehnologia clasică) au avut valorile indicatorilor fizico-chimici peste limita minimă admisă , în toate cazurile studiate ;

în cazul folosirii făinii cu un conținut de gluten mai mare s-a observat o îmbunătățire a valorilor indicatorilor de calitate atât la pâinea martor cât și la pâinea precoaptă , comparativ cu celelalte probe obținute din făină cu conținut de gluten mai scăzut ;

valoarea elasticității pâinii martor a fost mai mare , în toate cazurile studiate , cu circa 1 % , față de valoare elasticității pâinii precoapte ;

scăderea volumului la pâinea precoaptă , comparativ cu volumul pâinii martor , poate fi datorat indicatorilor de calitate ai făinii , sau poate fi atribuit transformărilor suferite la congelare, decongelare și coacere finală ;

valoarea crescută a umidității pâinii precoapte , comparativ cu umiditatea pâinii martor , se poate datora reducerii capacității de reținere a apei de către constituenții pâinii .

Prin testatarea a patru tipuri de drojdie comprimată , cu caracteristici diferite în ceea ce privește capacitatea de dospire în aluat și umiditatea , s-au desprins următoarele concluzii :

indicatorii de calitate ai pâinii precoapte testate au fost cei mai buni în cazul utilizării drojdiei cu capacitatea de dospire în aluat cea mai mare ;

comparativ cu indicatorii de calitate ai pâinii martor , la pâinea precoaptă , s-au înregistrat valori mai scăzute ale volumului , porozității și

elasticității , umiditatea pâinii precoapte fiind semnificativ mai mare decât cea a matorului ;

□ valorile indicatorilor fizico-chimici s-au încadrat în limitele admise , indiferent de caracteristicile tipurilor de drojdie testate , atât pentru proba mator cât și pentru proba precoaptă .

În ceea ce privește calitatea pâinii precoapte fabricată cu și fără adaos de amelioratori de panificație (gluten vital , acid ascorbic , bromat de potasiu etc) experimentările efectuate au relevat următoarele concluzii :

□ Volumul , porozitatea și elasticitatea pâinii precoapte , cu adaos de amelioratori , au înregistrat valori superioare comparativ cu aceiași indicatori de calitate ai pâinii precoapte obținută fără adaos de aceiași amelioratori ;

□ Indicatorii de calitate ai pâinii mator obținută cu adaos de amelioratori au fost net superiori celor înregistrați în cazul fabricării pâinii mator fără adaos de aceiași amelioratori ;

□ Indicatorii fizico – chimici ai pâinii precoapte , comparativ cu cei ai pâinii mator , au înregistrat valori mai scăzute ale volumului , elasticității și porozității , umiditatea în cazul pâinii precoapte fiind esențial mai ridicată decât cea a pâinii mator

Lucrările efectuate au stat la baza alegerii unei rețete optime de fabricație pentru pâinea precoaptă .

Evidențierea caracteristicilor tehnologice ale principalilor factori care definesc calitatea pâinii , respectiv ale pâinii precoapte , s-a realizat prin testări experimentale , la nivel de laborator , și determinarea caracteristicilor organoleptice și fizico – chimice specifice pentru pâine .

3. **Regimul tehnologic de coacere , $R = f(t , t)$;** pentru un regim termic dat s-a variat timpul de preoacere ; a fost experimentat un timp de preoacere de 1/2 si , respectiv , 3/4 din timpul de coacere conform

tehnologiei clasice ;se recomanda ca **timpul optim de precoacere** sa fie de **3/4 din timpul de coacere normala;**

Experimentând două regimuri de precoacere și anume : precoacere $1/2$, și , respectiv , precoacere $3/4$ din timpul de coacere a pâinii conform tehnologiei clasice , s-au desprins următoarele concluzii :

□ volumul , porozitatea și elasticitatea pâinii precoapte , supuse coacerii parțiale jumătate din timpul de coacere normală , au înregistrat valori mult mai scăzute față de indicatorii pâinii martor , în timp ce indicatorii de calitate ai pâinii precoapte $3/4$ din timpul de coacere normală nu diferă foarte mult față de cei ai probei martor . Pâinea precoaptă $3/4$ din timpul normal de coacere are formă și volum stabilizate și coajă parțial formată , care se prezintă ca o crustă foarte subțire , în timp ce pâinea precoaptă $1/2$ din timpul de coacere normală nu prezintă proprietăți fizico-chimice finalizate (volum, porozitate, elasticitate), calitatea ei fiind necorespunzătoare ;

□ valoarea umidității pâinii precoapte este semnificativ mai ridicată decât umiditatea pâinii martor .

3. Regimul hidrotermic la precoacere; prelucrarea hidrotermica a aluatului in faza initiala a procesului de coacere are o importanta deosebita atat pentru calitatea finala a painii precoapte (volum, forma , caracterul suprafetei cojii) , cat si asupra pierderii la coacere ; condensul obtinut la suprafata produsului influenteaza asupra transmisiei de caldura ; precoacerea , fara o prelucrare hidrotermica conduce la obtinerea produselor de calitate inferioara ; cinetica transmiterii caldurii se modifica in functie de umiditatea relativa a camerei de coacere ; parametrii recomandati a se utiliza sunt : $t= 100-110^{\circ}C$, $j= 70-80\%$, $t= 3$ minute.

4. Regimul termic la congelare : congelarea realizata in conditiile studiate , nu influenteaza definitoriu calitatea painii precoapte ; regimul de congelare

optim , determinat în urma acestor experimentari a avut urmatorii parametrii : temperatura aer : $-18...-20^{\circ}\text{C}$, atmosfera stationara de aer.

Realizarea pâinii precoapte a avut în vedere congelarea (după precoacere) la temperatura de $-18...-20^{\circ}\text{C}$, în atmosferă staționară . Determinarea indicatorilor fizico – chimici ai pâinii precoapte , a demonstrat o variație a valorilor acestora în probele experimentale în sensul scăderii volumului , porozității și elasticității și creșterii umidității , comparativ cu aceeși indicatori de calitate ai pâinii martor . Din punct de vedere al valorilor , indicatorii fizico – chimici ai pâinii precoapte se încadrează în categoria produselor de panificație (conform S.P. 1489-97) .

5. Depozitarea în stare congelată , daca este bine realizata , respectandu-se strict conditiile impuse , nu influenteaza semnificativ calitatea painii precoapte; se recomada o depozitare de maximum 4-5 saptamani , dupa aceasta perioada calitatea painii precoapte fiind afectata ;

Depozitarea pâinii precoapte în stare congelată (după precoacere și congelare) , diferite perioade de timp , a relevat următoarele concluzii :

□ Indicatorii de calitate : volumul , porozitatea și elasticitatea pâinii precoapte , depozitată în stare congelată pe diferite perioade de timp , au înregistrat valori mai scăzute față de cele ale probei martor . Valorile indicatorii de calitate ai pâinii precoapte au scăzut o dată cu creșterea perioadei de depozitare în stare congelată a pâinii precoapte . Valorile înregistrate au fost în limitele normale ;

□ Umiditatea pâinii precoapte este semnificativ mai mare decât umiditatea pâinii martor ; conținutul de umiditate al pâinii precoapte crește semnificativ în timpul depozitării în stare congelată ; conținutul de umiditate al pâinii precoapte , depozitată la temperaturi scăzute a fost unul din indicatorii de calitate cel mai afectat în timpul depozitării în stare congelată ; acest lucru se poate datora reducerii capacității de reținere a apei de către constituenții pâinii ;

Decongelarea influențează calitatea pâinii precoapte, în funcție de regimul adoptat; astfel, o calitate superioară a pâinii precoapte se obține în cazul decongelării în regim rapid, comparativ cu decongelarea în regim lent; decongelarea se poate face atât cu microunde (3-5 minute, la 900 W), cât și în aer la temperatura de 20-25°C, timp de circa 2 ore

7.Coacerea finală, în condițiile în care se respecta regimul, nu influențează evident calitatea pâinii precoapte;

După coacerea finală a pâinii precoapte, realizată la temperatura mai ridicată decât cea utilizată la coacerea clasică, indicatorii de calitate au înregistrat aceleași variații în sensul scăderii volumului, porozității și elasticității și creșterii umidității comparativ cu pâinea martor. Atât pentru pâinea precoaptă, cât și pentru pâinea martor, valorile indicatorilor de calitate se încadrează în categoria produselor de panificație (conform S.P. 1489-97).

8.Conform regimurilor termice optime la precoacere și congelare se poate stabili, pe baza schemelor de calcul adoptate, **consumul optim de combustibil și energetic** și optimiza pretul pâinii precoapte.

Având în vedere preferința consumatorilor din România pentru acest tip de produse, un număr din ce în ce mai mare de producători se orientează către producerea produselor precoapte.

6. CONTRIBUȚII PROPRII ȘI PERSPECTIVE

Calitatea finală a pâinii este influențată de un număr mare de factori. Din punct de vedere al problematicii abordate, acești factori au fost împărțiți în două mari grupe și anume:

- 2) Factori preliminari, definiți de materiile prime și auxiliare folosite în procesul de fabricație și rețeta de fabricație (făină, drojdie, amelioratori de panificație)

- 1) Factori definatorii , definiți de parametrii termici utilizați în procesele de precoacere , congelare , depozitare , decongelare și coacere finală .

Pe baza cercetărilor efectuate asupra factorilor preliminari , a rezultatelor și concluziilor obținute , am ales o rețetă optimă la care factorii anterior analizați să aibă o influență cât mai mică asupra calității pâinii precoapte . Ulterior am analizat influența regimului termic în procesele de precoacere , congelare , depozitare , decongelare și coacere finală a produsului finit .

În final , am elaborat două sheme de calcul al bilanțului termic și energetic , pe baza căruia se va putea estima costul de fabricație al pâinii precoapte în comparație cu pâinea fabricată după procedeul clasic . La stabilirea schemelor de calcul a bilanțului termic și energetic s-a avut în vedere o schemă de fabricare a pâinii precoapte ce include un proces tehnologic clasic cu întreruperea procesului în faza finală a coacerii .

7. BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Amend, T., H.D., Belitz (1990). The formation of dough and gluten. A study by scanning electron microscopy . *Z.Lebens.Unters.Forsch.* 190, nr.5, p.401 – 409 .
2. Armero, E., & Collar, C. (1996). Antistaling additive effects on fresh wheat bread quality. *Food Science and Technology International*, 2 ,323 - 333.
3. Armero, E., & Collar, C. (1998). Crumb firming kinetics of wheat breads with anti-staling additives. *Journal of Cereal Science*, 28.. 165—174.
4. Baker. A. E., & Ponte Jr., J. G. (1987). Measurement of bread firmness with the universal testing machine. Report of the AACC Committee on Bread Firming Measurement. *Cereal Foods World*. 32, 491—492.
5. Banu , C., I. ,Tofan (1992). Progrese tehnice , tehnologice și științifice în industria alimentară , vol I, Editura tehnică , București
6. Banu , C., I. ,Tofan (1993). Progrese tehnice , tehnologice și științifice în industria alimentară , vol II, Editura tehnică , București .
7. Banu .C., I.Tofan – Progrese tehnice , tehnologice și științifice în industria alimentară , vol I .Ed.Tehnică , București , 1992
8. Banu .C., I.Tofan – Progrese tehnice , tehnologice și științifice în industria alimentară , vol II .Ed.Tehnică , București , 1993
9. Bárcenas, M. E., Benedito, C., & Rosell, C. M. (2004) Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking proc with frozen storage. *Food Hydrocolloids*. 18, 744 -769 .
10. Bárcenas, M. E., & Rosell. C. M. (2004). Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread : low temperatures and HPMC addition . *Journal of Food Engineering* . Article in Press.
11. Bárcenas, M. E., & Rosell, C. M. (2005).Effect of frozen storage time on the bread crumb and aging of part-baked bread. *Food Chemistry* . Article in Press.
12. Bárcenas, M. E., Haros, M., & Rosell, C. M. (2003). An approach to studying the effect of different bread improvers on the staling of pre-baked frozen bread. *European Food Research & Technology*. 218(1), 56—61.
13. Barcenas, M. E., Haros, M., Benedito, C., & Rosell, C. M. (2003). Effect of freezing and frozen storage on the staling of part-baked bread. *Food Research International*, 36, 863 —869.
14. Bell, D. A. (1990). Methylcellulose as a structure enhancer in bread baking. *Cereal Foods World*, 35(10), 1001 - 1006.

15. Berglund, P., Shelton, Q., & Freeman, T. (1991). Frozen bread dough ultrastructure as affected by duration of frozen storage and freeze-thaw cycles. *Cereal Chemistry* 68(1), 105 - 107.
16. Bhattacharya, M., Langstaff, T. M., & Berzonsky, W. A. (2003). Effect of frozen storage and freeze-thaw cycles on the rheological and baking properties of frozen doughs. *Food Research International*, 36(4), 365—372.
17. Bordei, D., F. Teodorescu, M. Toma (2000) – Știința și tehnologia panificației . Ed. Agir , București ;
18. Bordei, D., Giurcă, V., Tudorie, A. (1990). Utilizarea surfactanților în panificație . BIMP, vol I, nr1-2, p. 9-14.
19. Bordei, D., R., Burluc (1998). Tehnologia și controlul calității în industria panificației . Îndrumar . Universitatea “ Dunărea de Jos “ , Galați .
20. Bourne, M. C. (1993). Texture measurements in finished baked goods. In B. C. Kamel, & C. F. Stouffer (Eds.). *Advances in baking technology* (134—151). New York, NY: Blackie Academic and Professional.
21. Bourne, M. C. (1994). *Food texture and viscosity*. New York, N Academic Press.
22. C.P. Mallet – Frozen food tehnology, London, 1990
23. Caldwell, K. B., Goff, H. D., & Stanley, D. W. (1992). A low- temperature scanning electron microscopy study of ice cream. II. Influence of selected ingredients and processes. *Food Structure*, 11(1), II 23.
24. Carr, L. G., & Tadini, C. (2003). Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. *Lebensmittelforschung und Technologie*, 36, 609—614.
25. Cauvain, S. (1998). Improving the control of staling in frozen baker products. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 56 - 61.
26. Chen, P. L., Long, Z., Ruan, R., & Labuza, T. P. (1997). Nuclear magnetic resonance studies of water mobility in bread during storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 30 , 178 - 183.
27. Collar, C., Mascarós, A.F., Prieto, J.A., Benedito de Barber, C. (1991). Changes in free amino acids during fermentation of wheat doughs started with pure culture of acid lactic bacteria. *Cereal Chemistry* , 68, nr.1, p. 66-69.
28. Côme, D., Ulrich, R. (1995). La chaine du froid, Hermann – Paris .
29. Crowley, P., Grau, H., & Arendt, E. K. (2000). Influence of additives and mixing time on crumb grain characteristics of wheat bread. *Cereal Chemistry*, 77, 370 - 375.

30. Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E., & Bekaert, D. (1995). A contribution to the study of staling of white bread: Effect of Water and hydrocolloid. *Food Hydrocolloids*, 10, 375 - 383.
31. Doerry, W. (1991). Replacement of potassium bromate in white and variety bread. Technical Bulletin, vol. XIII, nr. 7, p. 1-11.
32. Donelson, J.R. (1990). Flour fraction interchange studies of effects of chlorination on cookie flours. *Cereal Chemistry*, 67, nr. 1, p. 99-100.
33. Dong, H., Sears, R.G., Cox, T.S., Hosney, R.C., Lookhart, G.L., și Shogren, M.D. (1992). Relationship between protein composition and mixograph and loaf characteristics in wheat. *Cereal Chemistry*, nr. 2, p. 132-136.
34. Doulia, D., Katsinis, G., & Mougou, B. (2000). Prolongation of the microbial shelf life of wrapped part-baked baguettes. *International Journal of Food Properties*, 3, 447—457.
35. Dziezak, J. D. (1991). A focus on gums. *Food Technology*. 45, 115—132.
36. ECMAST (1996). Viande et froid : nouveaux développements, Paris.
37. Fik, M., & Surówka, K. (2002). Effect of prebaking and frozen storage on the sensory quality and instrumental texture of bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 1268—1275.
38. Friend, C. P., Waniska, R. D., & Rooney, L. W. (1993). Effects of hydrocolloids on processing and qualities of wheat tortillas. *Cereal Chemistry*, 70, 252—256.
39. Gacula Jr., M. C. (1975). The design of equipments for shelf life study. *Journal of Food Science*, 40, 399—403.
40. Girardon, Ph. (1995). Tendances en technologies de préservation de produits frais. *Industrie Alimentaire et Agriculture*, nr. 5, p. 303-306.
41. Gupta, R.B., Batey, I.L., Macritchie, F. (1992). Relationship between protein composition and functional properties of wheat flours. *Cereal Chemistry*, 69, nr. 2, p. 125-131.
42. Rouille, J., Le Bail, A., & Courcoux, P. (2000). Influence of formulation and mixing conditions on breadmaking qualities of French frozen dough. *Journal of Food Engineering*, 43, 197—203.
43. Schenz, T. W. (1995). Glass transition and product stability – An overview. *Food Hydrocolloids*, 9, 307—315.
44. Schieberle, P. (1990). The role of free amino acids present in yeast as precursors of the odorant 2-acetyl-1-pyrroline and 2-acetyl-tetrahydropyridine in wheat bread crust. *Z. Lebensmit. Untersuch. u. Forsch.*, nr. 191, p. 206-209.
45. Stephan, H. (1977). Influence of pre-baking on bread quality. *Getreide Mehl und Brot*, 31, 100—102.

46. Sumnu, G. (2001). A review on microwave baking of foods. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(2), 117—127.
47. Tofan , I. (2000). Tehnica frigului și climatizări în industria alimentară . Editura Tehnică , București .
48. Tofan , I. (1993). Climatizări în industria alimentară , vol. I , Galați.
49. Tofan ,I., C.Tofan – Utilizarea frigului artificial la procesarea , depozitarea si comercializarea produselor alimentare perisabile. Ed. Agir , București , 2002
50. Tofan, I. – Tehnica frigului și climatizari în industria alimentară. Ed. Agir București , 2001
51. Zounis, S., Quail, K.J., Wootton, M., Dickson, M.R.(2002). Effect of final dough temperature on the microstructure of frozen bread dough . *Journal of Cereal Science* , 2, p. 135-146.
52. Yin, Y., & Walker, C. E. (1995). A quality comparison of breads baked by conventional versus nonconventional ovens—A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67(3), 283—291.
53. www.elsevier.com
54. www.sciencedirect.com

9. Lista lucrărilor publicate

1. **Chelbea, C., I., Tofan, 2003-** Aspecte teoretice și peactice la congelarea produselor de panificație și patiserie , în volumul *Simpozionului internațional "Euro-aliment 2003"* , Galați
2. Tofan, I., C., **Chelbea** , 2003 – Scheme de calcul a bilanțurilor termice și energetice în procesele de precoacere și congelare a pâinii , *Buletin informativ pentru industriile de morărit și panificație* , vol. 14(1) , I , pg 42, Galați
3. Tofan,C., C., **Chelbea**, I., Tofan, 2003- Aspecte microbiologice la congelarea produselor alimentare perisabile , în volumul *Simpozionului internațional "Euro-aliment 2003"* , Galați
4. **Chelbea , C., I., Tofan** , 2006 – Studiul influenței procesului de congelare – decongelare asupra calității pâinii precoapte , *Buletin informativ pentru industriile de morărit și panificație* , vol. 17(2-3) , II-III , pg. 33-38, Galați
5. **Chelbea , C., I., Tofan** , 2006- Studiul influenței depozitării aluaturilor congelate și a ciclurilor congelare – decongelare asupra calității acestora , *Buletin informativ pentru industriile de morărit și panificație* , vol. 17(2-3) , II-III , pg 38-45, Galați
6. **Chelbea, C., I., Tofan**, 2007 - Study of the flour quality influence on the prebaked bread physico – chemical indexes , papers of the *International Symposium "Euro-aliment 2007"* , Galați
7. **Chelbea, C., I., Tofan**, 2007 - Study of the influence of different types of yeast on the quality of prebaked bread , papers of the *International Symposium "Euro-aliment 2007"* , Galați
8. **Chelbea, C., I., Tofan**, 2007 – Studiul influenței adaosului de gluten vital asupra calității pâinii precoapte , *Buletin informativ pentru industriile de morărit și panificație* , vol. 18(1) , I , pg. 21-28
9. **Chelbea, C., I., Tofan**, 2007 – Studiul influenței regimului termic la congelare asupra calității pâinii precoapte, *Buletin informativ pentru industriile de morărit și panificație* , vol. 18(1) , I , pg. 28-35

10. **Chelbea, C., I., Tofan, 2007** – The study of the influence of frozen storage on the prebaked bread quality , Buletinul USAMV-CN, 64/2007 , simpozion internațional „Perspective ale agriculturii mileniului III „ - Cluj Napoca

11. **Chelbea, C., I., Tofan, 2007** – The influence of the defrozen method on the prebaked bread quality , Buletinul USAMV-CN, 64/2007 , simpozion internațional „Perspective ale agriculturii mileniului III „ - Cluj Napoca

12. **Chelbea, C., I., Tofan, 2007** – Study of the raw materials influence on the physico – chemicals indicators of prebaked bread , *Simpozionul internațional Biotehnologiei prezent și perspective* , Suceava – acceptat pentru publicare

13. **Chelbea, C., I., Tofan, 2008** – The study of the influence of frozen storage and defreezing on the prebaked bread physico – chemical indicators ; *The 2008 Joint Central European Congress^{4th} Central European Congress on Food , 6th Croatian Congress of Food Technologists, Biotechnologists, and Nutritionists*, Cavtat, Croația – acceptat pentru publicare

