

**Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați**

**Școala doctorală de Inginerie**



## **TEZĂ DE DOCTORAT**

**Cercetări cu privire la influența maturizării  
făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului  
și calității pâinii**

**(Rezumatul tezei de doctorat)**

**Doctorand,**

**Ing. Alina-Mihaela TEMEA (MOROI)**

**Conducător științific,**

**Prof.univ.dr.ing. Petru ALEXE**

**Seria I 4: INGINERIE INDUSTRIALĂ Nr.40**

**GALAȚI**

**2016**

**Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați**

**Școala doctorală de Inginerie**



## **TEZĂ DE DOCTORAT**

**Cercetări cu privire la influența maturizării  
făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului  
și calității pâinii**

**(Rezumatul tezei de doctorat)**

**Doctorand,**

**Ing. Alina-Mihaela TEMEA (MOROI)**

**Conducător științific,  
Prof univ.dr.ing. Petru ALEXE**

**Referenți științifici**    **Cercetător gradul I dr.ing. Nastasia BELC**  
**Conf univ.dr.ing. Gabriela Georgiana CODINĂ**  
**Conf. univ. dr. ing. Romulus Marian BURLUC**

**Seria I 4: INGINERIE INDUSTRIALĂ Nr.40**

**GALAȚI**

**2016**

Seriile tezelor de doctorat sustinute public în UDJG începând cu 1 octombrie 2013 sunt:

Domeniul **ȘTIINȚE INGINEREȘTI**

Seria I 1: **Biotehnologii**

Seria I 2: **Calculatoare și tehnologia informației**

Seria I 3: **Inginerie electrică**

Seria I 4: **Inginerie industrială**

Seria I 5: **Ingineria materialelor**

Seria I 6: **Inginerie mecanică**

Seria I 7: **Ingineria produselor alimentare**

Seria I 8: **Ingineria sistemelor**

Domeniul **ȘTIINȚE ECONOMICE**

Seria E 1: **Economie**

Seria E 2: **Management**

Domeniul **ȘTIINȚE UMANISTE**

Seria U 1: **Filologie- Engleză**

Seria U 2: **Filologie- Română**

Seria U 3: **Istorie**

## MULȚUMIRI

O dată cu finalizarea acestei etape din viața mea, îmi doresc să adresez câteva cuvinte de mulțumire celor care m-au îndrumat sau mi-au acordat suportul pe parcursul acestei lucrări de doctorat.

Pe această cale, doresc să le mulțumesc acelor oameni minunați care mi-au oferit consultanță științifică și care și-au rupt din timpul lor liber pentru a-mi oferi sprijin și ajutor.

Domnului prof. univ. dr. ing. Petru Alexe sincere mulțumiri și sentimente de recunoștință pentru sprijinul acordat în elaborarea tezei de doctorat, pentru răbdarea, generozitatea, și înțelegerea dvs., precum și pentru întreaga contribuție la formarea mea ca cercetător.

Deosebită grațitudine datorez membrilor comisiei de îndrumare: prof. univ. dr. ing. Iuliana Banu, prof. univ. dr. ing. Camelia Vizireanu, conf. univ. dr. ing. Romulus Marian Burluc pentru timpul prețios acordat, pentru sfaturile științifice valoroase cât și pentru îndrumarea competentă și permanentă pe parcursul elaborării și realizării acestei teze de doctorat.

Mulțumesc distinșilor referenți oficiali conf. dr. ing. CS. I. Nastasia Belc și conf. univ. dr. ing. Georgiana Gabriela Codină, pentru onoarea acordată de a recenza această lucrare.

Această teză de doctorat nu ar fi fost completă fără ajutorul esențial al prof. dr. ing. ec. Mihai Leonte, dr. ing. Dumitru Zaharia – directorul S.C. DIZING S.R.L. Brusturi, Tg-Neamț și laborantului Relu căroră țin să le mulțumesc pentru timpul și sfaturile științifice prețioase acordate, adresându-le pe această cale recunoștința mea.

În mod deosebit aș dori să mulțumesc colegilor de la Universitatea "Vasile Alecsandri" din Bacău, Facultatea de

Inginerie, Departament ICA care m-au sprijinit și încurajat în fiecare moment dificil. Pe parcursul stagiului doctoral, la formarea mea personală și profesională au contribuit, de asemenea, o serie de oameni deosebiți: șef lucrări dr. ing. Andrei Ionuț Simion, asist.dr.ing. Cristina Gabriela Grigoraș, drd.ing. Nicoleta Vartolomei cărora le adresez nenumărate mulțumiri.

Mulțumesc în mod special copilului meu David și soțului Radu, care m-au sprijinit necondiționat pe toată perioada studiilor doctorale. De asemenea, îmi doresc să mulțumesc în mod deosebit mamei mele pentru sprijinul permanent acordat și care, întotdeauna a subliniat importanța unei bune educații. Nu în ultimul rând, doresc să mulțumesc surorii și fratelui meu, pentru ajutorul necondiționat acordat pe perioada studiilor.

Vă mulțumesc!

Drd.ing. Alina Mihaela Temea (Moroi)

Galati, septembrie 2016

*Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

**CUPRINS**

<b>CAPITOLUL I. Stadiul actual al cercetărilor</b>	1
1. Obiectivele științifice ale tezei	1
1.1. Bazele științifice ale procesului de maturizare	2
1.1.1. Făina de grâu	2
1.1.2. Extracțiile de făină	2
1.1.3. Compoziția chimică și biochimică a făinii de grâu	3
1.1.4. Conținutul în apă al făinii	3
1.1.5. Conținutul în substanțe proteice al făinii	3
1.1.6. Conținutul de lipide al făinurilor	4
1.1.7. Conținutul în substanțe minerale, vitamine, pigmenți al făinurilor	5
1.1.8. Conținutul în enzime al făinurilor	5
1.2. Maturizarea făinii.	6
1.2.1. Variația umidității făinii la maturizare	7
1.2.2. Modificări ale glucidelor la maturizare	8
1.2.3. Modificări ale proteinelor din făină în timpul maturizării	8
1.2.4. Modificări ale lipidelor din făină în timpul maturizării	10
1.2.5. Modificarea culorii	12
1.2.6. Dinamica creșterii acidității în făină în decursul maturizării	12
1.3. Procese de oxidare ce stau la baza maturizării făinii	13
1.3.1. Oxidarea proteinelor și a glutatationului redus	13
1.3.2. Oxidarea chimică/enzimatică	13
1.3.3. Oxidarea pigmenților carotenoidici	14
1.4. Influența factorilor intrinseci și extrinseci asupra procesului de maturizare a făinii	14
1.4.1. Influența factorilor intrinseci asupra procesului de maturizare	14
1.4.2. Influența factorilor extrinseci care influențează procesul de maturizare a făinii	15
1.5. Durata procesului de maturizare	15
<b>CAPITOLUL II. Materiale și metode de analiză</b>	17

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

2.1. Materiale folosite în experimentări	17
2.2. Metode de determinare a indicilor calitativi ai făinurilor din grâu	18
2.2.1. Determinarea granulozității făinurilor	19
2.2.2. Determinarea umidității făinii	20
2.2.3. Determinarea cenușii	20
2.2.4. Determinarea conținutului de gluten umed cu mijloace mecanice	20
2.2.5. Determinarea deformării glutenului	20
2.2.6. Determinarea indexului glutenic	20
2.2.7. Determinarea indicelui de întindere – elasticitate cu Glutograph Brabender	21
2.2.8. Determinarea potențialului de oxido-reducere în suspensia de făină cu pH-metru WTW, tip 340 i	22
2.2.9. Determinarea activității enzimactice cu ajutorul indicelui de cădere	22
2.2.10. Determinarea proprietăților de gelatinizare a amidonului și activitatea $\alpha$ -amilazei în făina de grâu cu ajutorul Amilografului Brabender	23
2.2.11. Determinarea proprietăților de frământare ale aluatului (metoda farinografică)	24
2.2.12. Determinarea însușirilor reologice ale aluatului și rezistența la întindere (metoda extensografică)	24
2.2.13. Determinarea capacității făinii de a forma și de a reține gazele de fermentare și a dezvoltării aluatului – metoda reofermentografică	24
2.3. Determinări ale indicatorilor de calitate a pâinii obținute din făinurile folosite la experimente	25
2.3.1. Determinarea volumului pâinii prin metoda gravimetrică	25
2.3.2. Determinarea porozității miezului	25
2.3.3. Determinarea elasticității miezului	26
2.3.4. Determinarea acidității	26
2.3.5. Analiza senzorială a calității pâinii	26

*Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

<b>CAPITOLUL III. Rezultate și discuții</b>	28
3.1. Rezultate și discuții privind determinarea granulozității făinii	28
3.2. Rezultate și discuții privind determinarea umidității făinii	29
3.3. Rezultate privind determinarea cenușii făinii	32
3.4. Influența temperaturii asupra cantității, calității glutenului și a însușirilor reologice ale aluatului	32
3.4.1. Rezultate și discuții privind determinarea conținutului de gluten umed prin spălare mecanică	32
3.4.2. Rezultate și discuții privind determinarea indicelui de deformare	34
3.4.3. Rezultate și discuții privind determinarea indexului glutenic	37
3.4.4. Rezultate și discuții privind determinarea indicelui de extensibilitate – elasticitate cu Glutograful Brabender	40
3.5. Rezultate și discuții privind modificarea potențialului de oxido-reducere al făinii în timpul maturizării	43
3.6. Rezultate privind activitatea enzimelor amilolitice din făina de grâu	46
3.6.1. Rezultate și discuții privind determinarea activității enzimice a făinurilor utilizate cu ajutorul indicelui de cădere SR ISO 3093/1997	46
3.6.2. Rezultate și discuții privind determinarea proprietăților de gelatinizare a amidonului și activitatea $\alpha$ -amilazei în făina de grâu utilizate cu ajutorul Amilografului Brabender	48
3.6.3. Rezultate și discuții privind determinarea proprietăților de frământare ale aluatului (metoda farinografică)	55
3.6.4. Rezultate și discuții privind determinarea însușirilor reologice ale aluatului și rezistența la întindere (metoda extensografică)	67
3.6.5. Rezultate și discuții privind determinarea capacității făinii de a forma și de a reține gazele de fermentare și a dezvoltării aluatului. Metoda reofermentografică	92
3.7. Analiza caracteristicilor de calitate pentru pâine	100



*Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

3.7.1. Rezultate și discuții privind determinarea volumului, porozității, elasticității pâinii și acidității miezului	100
3.7.2. Analiza organoleptică a pâinii	102
<b>CAPITOLUL IV. Modelarea matematică</b>	107
4.1. Condiții experimentale	107
4.2. Design experimental	107
4.3. Analiză statistică	108
4.4. Caracterizarea probelor de făină	108
4.5. Testarea condițiilor optime de proces	116
<b>CAPITOLUL V. Concluzii, originalitate și direcții viitoare de cercetare</b>	137
<b>Diseminarea rezultatelor cercetării</b>	139
Bibliografie	141

## **STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT**

Teza de doctorat cuprinde 162 pagini și este structurată în două părți distincte: studiul documentar prezentat în 27 pagini (1 figura și 6 tabele) și studiul experimental care conține 111 pagini (192 figuri).

În rezumat sunt prezentate pe scurt obiectivele științifice, materialele și metodele de lucru, rezultatele experimentale, concluziile finale și perspectivele de continuare a cercetărilor, precum și o listă selectivă a titlurilor bibliografice.

## **STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR**

Maturizarea naturală a făinii de grâu proaspăt măcinată preocupă de mulți ani specialiștii din domeniul panificației, deși sunt cunoscute aspectele procesului, există încă factori care necesită noi elucidări, mai importanți fiind cei dependenți de componentele făinii, proprietățile reologice ale aluatului și calitatea pâinii fabricate.

Procesul de maturizare include un ansamblu de fenomene complexe și interdependente ce au loc în făinurile de grâu după măcinare, influențate de numeroși factori fizici, chimici și biochimici, care pot produce modificări, ce conduc la transformări substanțiale ale însușirilor de panificație, mai ales în cazul făinurilor cu putere slabă și medie.

Principalele modificări în făina de grâu după măcinare, care se produc în timpul perioadei de maturizare, sunt:

- uniformizarea umidității făinii în funcție de parametrii mediului ambiant cu atingerea stării de echilibru;
- modificarea pe cale biochimică a principalelor componente ale făinii, hidrați de carbon, lipide, protide, cu creșterea acidității, ca urmare a eliberării de acizi grași sub acțiunea lipazei și îmbunătățirea însușirilor tehnologice ale proteinelor formatoare de gluten;

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

- oxidarea chimică/enzimatică a acizilor grași esențiali, a pigmentilor carotenoizi și a grupărilor -SH, cu deschiderea la culoare a făinii și formarea de legături -S-S- cu creșterea puterii făinii /ameliorarea proprietăților reologice ale glutenului.

Îmbunătățirea însușirilor reologice ale glutenului reprezintă, de fapt, esența procesului de maturizare, celelalte modificări (culoare, umiditate) fiind importante, dar nu definitorii. Cât privește explicația științifică a fenomenului, se consideră că maturizarea are loc datorită oxidării grupărilor sulfhidril din structura proteinelor, a enzimelor proteolitice și activatorilor proteolizei. În maturizarea naturală, rolul principal îl au acizii grași polinesaturați liberi, formați prin hidroliza lipidelor făinii, care în prezența oxigenului din aer și a enzimei lipoxigenaza sunt oxidați la hidroperoxizi. În procesul de formare a acestora apar intermediar radicali liberi ai acizilor grași, foarte activi, care intervin în procesul de oxidare a grupărilor -SH. Radicalii liberi intervin și în oxidarea pigmentilor făinii, determinând albirea ei.

### **1. Obiectivele științifice ale tezei**

Nivelul științific actual cu privire la maturizarea făinii se apreciază că în timpul depozitării are loc procesul de maturizare a făinurilor ca urmare a ansamblului de procese care au loc în făină cu referire la variația umidității făinii în timpul depozitării, deschiderea la culoare a făinii, procesele suferite de principalele componente ale făinii (hidrații de carbon, protide, lipide), aciditatea făinurilor.

Cunoștințele la stadiul actual precizează că procesul de maturizare a făinurilor este influențat de parametrii din spațiul de depozitare respectiv temperatura aerului și umiditatea relativă a aerului, fără a se stabili în mod concret care este influența acestor factori asupra maturizării făinii.

Lucrarea de față își propune să aprofundeze procesul de maturizare a făinii, să stabilească experimental care este influența

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

fiecărui factor, respectiv temperatura și umiditatea relativă a aerului, de aceea s-a studiat maturizarea făinii la diferite intervale de timp, variind temperatura și umiditatea.

În partea experimentală a tezei s-au făcut studii și experimente în vederea realizării obiectivelor științifice ale lucrării și anume:

- fundamentarea teoretică a fenomenelor și proceselor fizice, chimice și biochimice ce stau la baza procesului de maturizare naturală a făinurilor de grâu.
- determinarea influenței condițiilor de depozitare asupra procesului de maturizare a făinurilor de grâu tip 480 și 650.
- studierea influenței variației de temperatură din spațiul de depozitare asupra duratei de maturizare a făinurilor tip 480 și 650.
- determinarea variației conținutului de umiditate relativă a aerului din spațiul de depozitare și influența acestuia asupra duratei de maturizare a făinii de grâu tip 480 și 650.
- stabilirea duratei optime de maturizare a făinii de grâu tip 480 și 650 în funcție de condițiile de microclimat din spațiul de depozitare, respectiv temperatura și umiditatea relativă a aerului.
- cercetarea îmbunătățirii indicilor de calitate al făinii de grâu tip 480 și 650 în timpul maturizării.
- studierea comportării făinii de grâu cu diferite durate de maturizare în procesul de prelucrare și de fabricare a pâinii.
- determinarea influenței maturizării făinurilor de grâu tip 480 și 650 asupra indicilor de calitate a pâinii.

### **1.2. Maturizarea făinii. Bazele științifice ale procesului de maturizare**

În făina proaspăt măcinată, supusă depozitării, are loc un complex de procese care-i schimbă calitatea. În funcție de

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

proprietățile inițiale ale făinii, de durată și de condițiile de păstrare, calitatea făinii poate să se îmbunătățească sau să se înrăutățească. Atunci când la depozitare proprietățile tehnologice ale făinii se îmbunătățesc, procesul se numește **maturizare** [4, 5].

Potrivit concepției actuale, maturizarea este înțeleasă ca îmbunătățirea proprietăților reologice ale glutenului și aluatului, de care este legată îmbunătățirea calității pâinii. Se acceptă că această îmbunătățire se datorează oxidării grupărilor sulfhidril din structura proteinelor glutenice cu formarea de legături disulfidice.

În maturizarea naturală a făinii, rolul principal în acest proces de oxidare îl au acizii grași polinesaturați liberi rezultați prin hidroliza lipidelor făinii, care în prezența oxigenului din aer și a enzimei lipoxigenaza, prezentă în făină, sunt oxidați la hidroperoxizi [5].

Maturizarea făinii este procesul biofizic complex ce se desfășoară lent în făină după măcinarea boabelor de grâu și care are ca urmare ameliorarea însușirilor ei de panificație. Făina proaspăt măcinată formează un aluat lipicios, neelastice, cu capacitate mică de absorbție a apei, cu tendința de lăsare la dospirea finală, iar pâinea are volum redus, miez dens și coajă cu crăpături [5,15].

## **CAPITOLUL II**

### **MATERIALE ȘI METODE DE ANALIZĂ**

#### **2.1. MATERIALE FOLOSITE ÎN EXPERIMENTĂRI**

##### **Făinuri folosite la determinări**

Pentru efectuarea cercetărilor s-au utilizat făinuri obținute din probe de grâu comun (*Triticum aestivum*) din recolta anului 2011 și 2013 cultivate în regiunea de dezvoltare Nord-Est, din județele: Botoșani, Iași, Suceava, Bacău și Neamț. Probele de grâu au fost măcinate la moara de la S.C Dizing S.R.L. Brusturi, Tg-Neamț, moara având o capacitate de 25 t/24 ore.

Studiul privind maturizarea se referă la făinuri din grupa făinurilor albe respectiv făină tip 480 și tip 650 întrucât din studiul de piață efectuat s-a constatat că consumul de pâine din făină albă reprezintă peste 70% din total consum pâine.

Făinurile alese pentru experimente respectiv 480 și 650 reprezintă cele mai uzuale tipuri de făină atât pentru producția de specialități de panificație cât și pentru pâine.

Făina folosită la experimente a fost ambalată în saci de rafie de 50 kg. În spațiul de depozitare a făinurilor studiate temperatura și umiditatea relativă a aerului din depozit s-a efectuat și monitorizat prin intermediul unei instalații de climatizare cu microclimat controlat a aerului produsă de S.C Mecatex S.R.L. Gheorgheni.

- ✓ Făina albă de grâu tip 480
- ✓ Făina albă de grâu tip 650 lot 1
- ✓ Făina albă de grâu tip 650 lot 2
- ✓ Făina albă de grâu tip 650 lot 3
- ✓ Făina albă de grâu tip 650 lot 4

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

Făina a fost depozitată timp de 28 zile în următoarele condiții:

- temperatura 20, 25, 30°C și umiditatea relativă a aerului constantă de 60%,
- umiditatea relativă a aerului de 50, 60, 70% și temperatura constantă de 25°C.

### **2.2. METODE DE DETERMINARE A INDICILOR CALITATIVI AI FĂINURILOR DIN GRÂU**

Metodele utilizate pentru determinarea indicatorilor calitativi ai făinurilor de grâu sunt prezentate în tabelul 1.

*Tabel 1. Metode de determinare a indicatorilor de calitate ai făinurilor de grâu*

<i>Indicatori de calitate</i>	<i>U.M.</i>	<i>Metoda de determinare</i>	<i>Aparatura</i>
Granulozitate		SR 90-2007	Cernătorul mecanic, JEL 200T
Umiditate	%	SR 90:2007	Termobalanța Sartorius, model MA 30
Cenușă	s.u.	ISO 2171:2010	Cuptor de calcinare Caloris L1003
Gluten umed	%	SR EN ISO 21415 - 2:2008	Glutomatic 2200
Index glutenic	%	SR EN ISO 21415 - 2:2008	Glutomatic 2200
Indice de deformare a glutenului	mm	SR 90/2007	Etuva
Indice întindere – elasticitate	UB		Glutograph Brabender
Indice de cădere	sec.	SR EN ISO 3093:2010	Falling number 1900 – Perten

**Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii**

<b>Indicatori de calitate</b>	<b>U.M.</b>	<b>Metoda de determinare</b>	<b>Aparatura</b>
Determinarea potențialului de oxido-reducere	mV		pH-metru WTW
Determinarea proprietăților de gelatinizare a amidonului și activitatea $\alpha$ -amilazei în făina de grâu			
- temperatura la care începe gelatinizarea amidonului	°C	SR ISO 7973:2000	Amilograf Brabender
- temperatura de gelatinizare a amidonului	°C		
- vâscozitatea corespunzătoare maximului de gelatinizare	UA		
Determinarea proprietăților reologice de frământare ale aluatului. Metoda farinografică:			
- capacitatea de hidratare a făinii	%		
- timpul de dezvoltare a aluatului	min.	ISO 5530:1/99	Farinograf Brabender
- stabilitatea aluatului	min.		
- elasticitatea aluatului	UF		
- gradul de înmuiere a aluatului	UF		
- număr de calitate	mm		
Determinarea însușirilor reologice de întindere ale aluatului. Metoda extensografică:			
- rezistența maximă la deformare, Rm	UE	SR ISO 5530-2	BrabenderExtensograf
- rezistența la deformare	UE		



**Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii**

<b>Indicatori de calitate</b>	<b>U.M.</b>	<b>Metoda de determinare</b>	<b>Aparatura</b>
constantă, $R_{50}$			
- Extensibilitate, E	mm		
- Energie	cm <sup>2</sup>		
Capacitatea făinii de a forma și de a reține gazele de fermentare și a dezvoltării aluatului. Metoda reofermentografică			
Graficul formării și reținerii gazelor			
- $H'_m$ , înălțimea maximă a curbei	mm		
- $T_1$ timpul până la $H'_m$	ore		
- $T_x$ , momentul în care aluatul nu mai reține tot CO <sub>2</sub> format	ore		
- Volumul total de gaz eliminat	ml		Rheofermentograf Chopin
- Volumul de CO <sub>2</sub> pierdut în urma fermentației	ml		
- Volumul de retenție, volumul de CO <sub>2</sub> reținut de aluat, la sfârșitul testului	ml		
- Coeficient de retenție, $R = \frac{\text{Volum } CO_2 \text{ reținut}}{\text{Volum } CO_2 \text{ total}} \cdot 100$	%		
Graficul dezvoltării aluatului			
- $T_1$ , timpul până la atingerea înălțimii maxime a curbei	ore , minut e		

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

<i>Indicatori de calitate</i>	<i>U.M.</i>	<i>Metoda de determinare</i>	<i>Aparatura</i>
- $H_m$ , înălțimea maximă a curbei	mm		
- $h$ , înălțimea curbei la sfârșitul testului	mm		
- $\frac{Hm - h}{Hm}$ - procentul de cădere după 3 ore comparativ cu T1	%		

### 2.3. Determinări ale indicatorilor de calitate a pâinii obținute din făinurile folosite la experimente

Pentru determinarea indicatorilor de calitate a pâinilor obținute în cadrul experimentărilor am utilizat următoarele metode de analiză (prezentate în tabelul 5).

*Tabel 5. Indicatorii de calitate ai pâinii determinați*

<i>Indicator de calitate</i>	<i>U.M.</i>	<i>Metoda de determinare</i>	<i>Aparatura</i>
Analiza fizico-chimică a pâinii		SR 91:2007	
Determinarea volumului pâinii	cm <sup>3</sup> /100g		Aparatul Fornet
Determinarea porozității miezului	%		
Determinarea elasticității miezului	%		
Determinarea acidității	grade de aciditate		
Analiza senzorială a pâinii			Schema de punctaj de 30 puncte

### **CAPITOLUL III**

#### **REZULTATE ȘI DISCUȚII**

S-au studiat experimental modificările produse de creșterea temperaturii făinii și a umidității relative a aerului din depozit, efectele asupra proprietăților funcționale ale componentelor ei și asupra comportamentului la coacere.

S-au folosit cinci tipuri de făină tip 480, tip 650 lot 1, tip 650 lot 2, tip 650 lot 3, tip 650 lot 4, diferențiate calitativ ce au fost depozitate la diferite temperaturi și umidități.

Rezultatele experimentale s-au prezentat pentru fiecare lot de făină din cele 2 tipuri întrucât indicii de calitate al făinurilor a fost diferit de la un lot la altul, iar studiul a urmărit printre altele efectul maturizării făinii în condiții de calitate diferite.

- Influența temperaturii aerului din spațiul de depozitare
  - Temperatura 20°C
  - Temperatura 25°C umiditatea 60%
  - Temperatura 30°C
- Influența umidității relative a aerului din spațiul de depozitare
  - Umiditate 50%
  - Umiditate 60% temperatură 25°C
  - Umiditate 70%

#### **3.2. Rezultate și discuții privind determinarea umidității făinii**

Rezultate privind determinarea umidității făinii la temperatura de 20°C, 25°C, 30°C și umiditatea relativă a aerului constantă de 60% și la umiditatea relativă a aerului din depozit de 50%, 60%, 70% și temperatura constantă de 25°C

Rezultatele determinării umidității făinii tip 480, făinii tip 650 lot 1, făinii tip 650 lot 2, făinii tip 650 lot 3, făinii tip 650 lot 4 imediat

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

după obținere și după 7, 14, 21, 28 zile de depozitare sunt prezentate în figurele 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Pe timpul depozitării s-a urmărit menținerea constantă a microclimatului din depozit, respectiv umiditatea relativă a aerului și temperatura din depozit.

Făina a fost ambalată în saci de rafie și depozitată pe grătare din lemn.

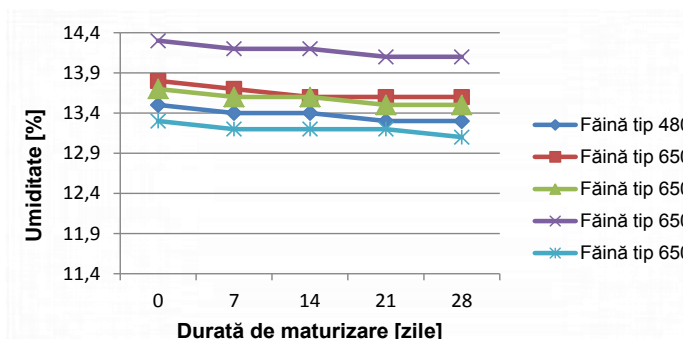


Fig. 2. Variația umidității făinii la temperatura depozitului de 20°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60%

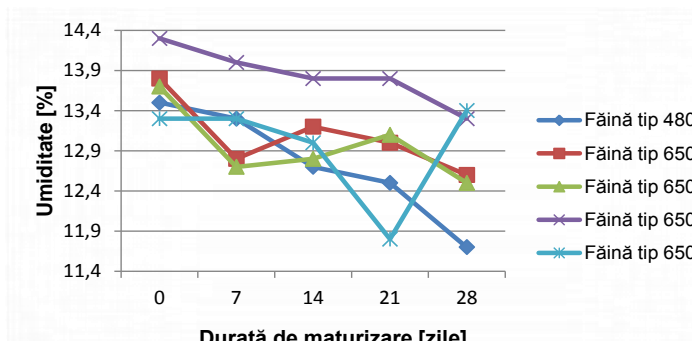


Fig. 3. Variația umidității făinii la temperatura depozitului de 25°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60%

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

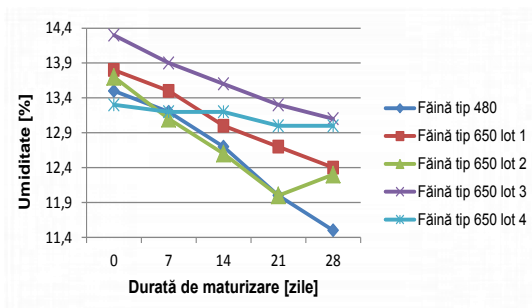


Fig. 4. Variația umidității făinii la temperatura depozitului de 30 °C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60%

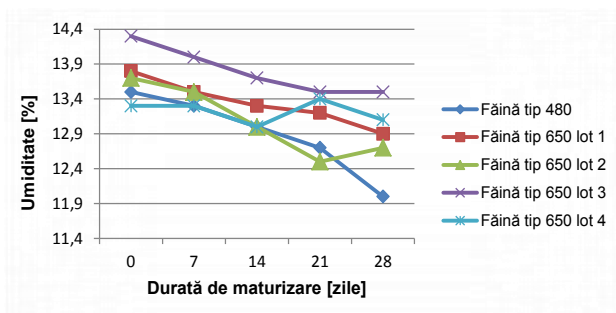


Fig. 5. Variația umidității făinii la umiditatea relativă a aerului din depozit de 50% și temperatura depozitului de 25 °C

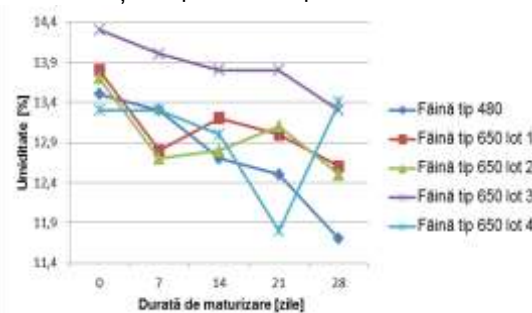


Fig. 6. Variația umidității făinii la umiditatea relativă a aerului din depozit de 60% și temperatura depozitului de 25 °C

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

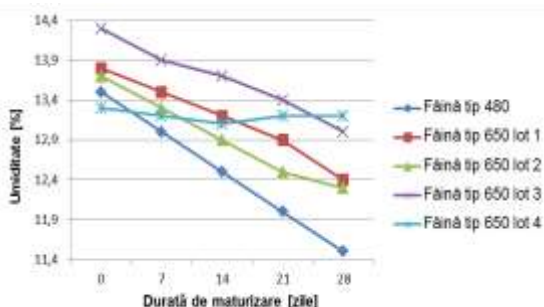


Fig. 7. Variația umidității făinii la umiditatea relativă a aerului din depozit de 70% și temperatura depozitului de 25°C

### Discuții privind umiditatea făinii

După cum se poate observa din figurile prezentate în timpul procesului de maturizare umiditatea făinii a scăzut odată cu creșterea temperaturii din depozit și cu creșterea umidității aerului.

### 3.4.1. Rezultate și discuții privind determinarea conținutului de gluten umed prin spălare mecanică

Rezultatele determinării glutenului umed prin spălare mecanică pentru făină albă tip 480 și tip 650 lot 1, 2, 3, 4 imediat după măcinarea grâului și după 7, 14, 21, 28 zile de maturizare sunt prezentate în figurile 8 – 13.

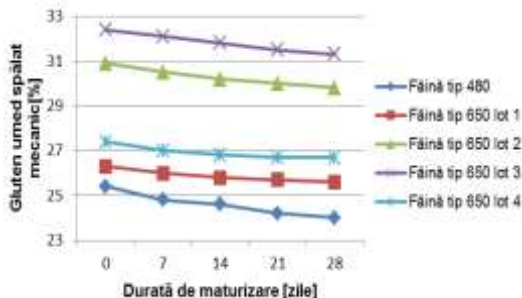


Fig. 8. Variația conținutului de gluten umed spălat mecanic la temperatura depozitului de 20°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60%

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

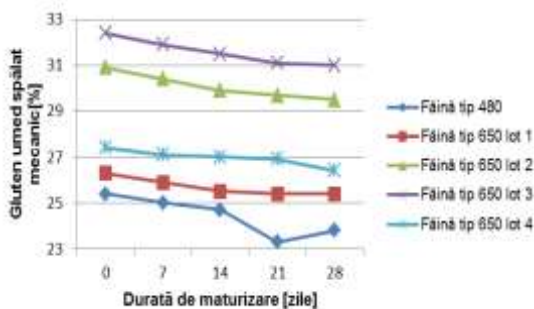


Fig. 9. Variația conținutului de gluten umed spălat mecanic la temperatura depozitului de 25 °C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60%

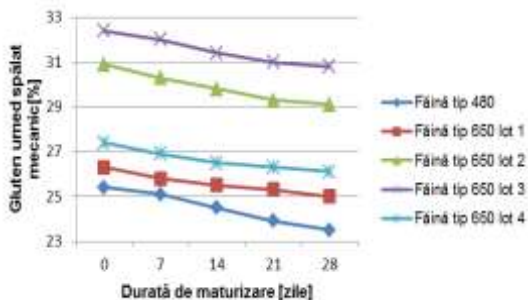


Fig. 10. Variația conținutului de gluten umed spălat mecanic la temperatura depozitului de 30 °C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60%

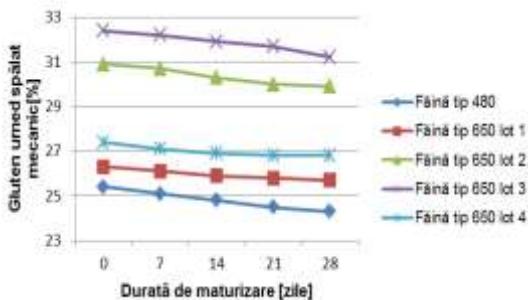


Fig. 11. Variația glutenului umed spălat mecanic la umiditatea relativă a aerului din depozit de 50 % și temperatura depozitului de 25 °C

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

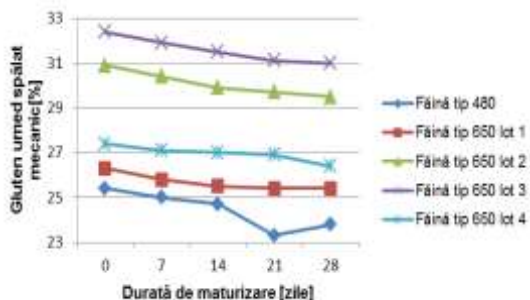


Fig. 12. Variația glutenului umed spălat mecanic la umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 % și temperatura depozitului de 25 °C

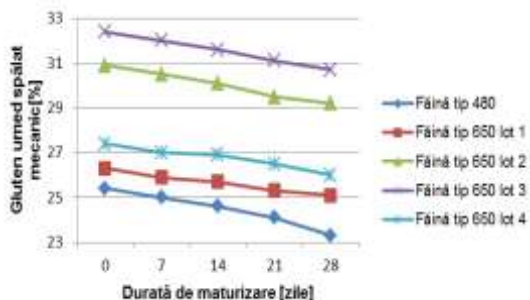


Fig. 13. Variația glutenului umed spălat mecanic la umiditatea relativă a aerului din depozit de 70 % și temperatura depozitului de 25 °C

### Discuții privind determinarea conținutului de substanțe proteice

Din analiza datelor prezentate în figurile 8, 9, 10, 11, 12, 13 se observă o reducere a conținutului de gluten umed pentru cele cinci tipuri de făină pe perioada celor 28 zile de maturizare.

Conținutul de gluten scade pe parcursul maturizării, scădere care poate să ajungă până la 3% față de cantitatea inițială.

Proprietățile elastico - vâscoase ale glutenului se îmbunătățesc în perioada maturizării făinii și se manifestă prin creșterea tenacității și descreșterea extensibilității lui.



### **3.6.3. Rezultate și discuții privind determinarea proprietăților de frământare ale aluatului (metoda farinografică)**

Rezultatele determinării proprietăților de frământare ale aluatului (metoda farinografică) exprimate prin:

- capacitatea de hidratare a făinii %;
- timpul de dezvoltare a aluatului, minute;
- stabilitatea aluatului, minute;
- gradul de înmuiere după 10 min de la începerea determinării, UF;
- indicele de calitate sau nota farinografică;

pentru făina albă tip 480, tip 650 lot 1, 2, 3, 4 imediat după obținere prin măcinarea grâului, după 7, 14, 21, 28 zile de maturizare sunt prezentate în figurile 56 – 85.

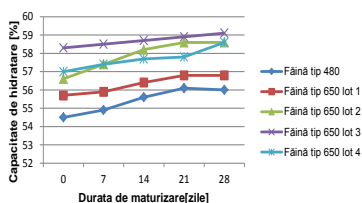


Fig. 56. Variația capacității de hidratare la temperatura depozitului de 20 °C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

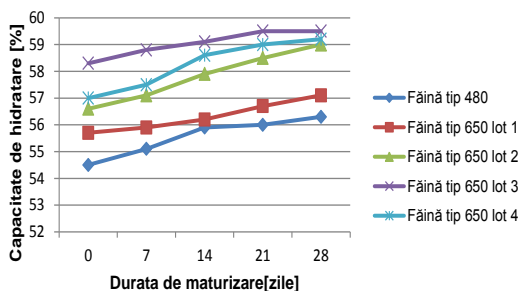


Fig. 57. Variația capacității de hidratare la temperatura depozitului de 25°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

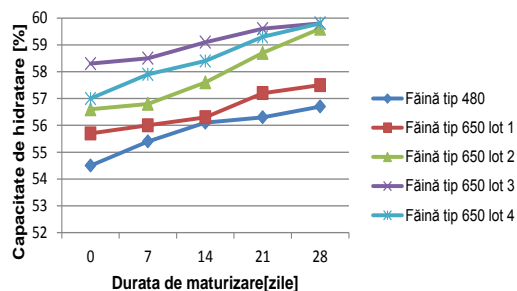


Fig. 58. Variația capacității de hidratare la temperatura depozitului de 30°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

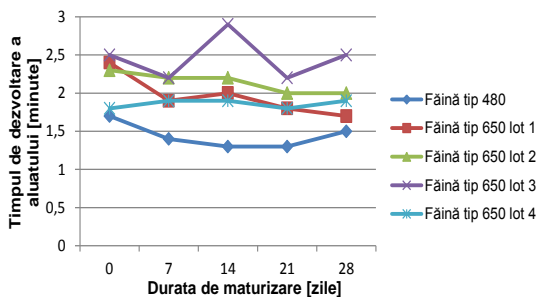


Fig. 59. Variația timpului de dezvoltare a aluatului la temperatura depozitului de 20°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

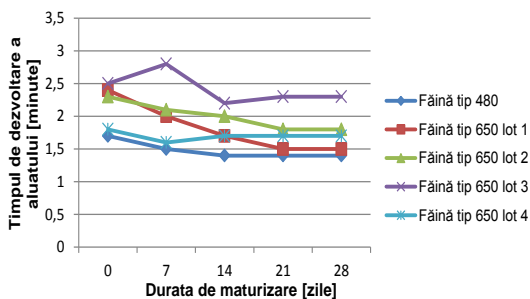


Fig. 60. Variația timpului de dezvoltare a aluatului la temperatura depozitului de 25°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

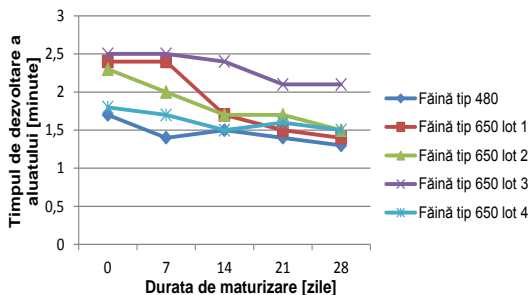


Fig. 61. Variația timpului de dezvoltare a aluatului la temperatura depozitului de 30°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

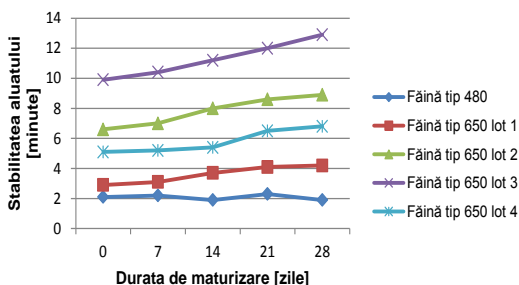


Fig. 62. Variația stabilității aluatului la temperatura depozitului de 20°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

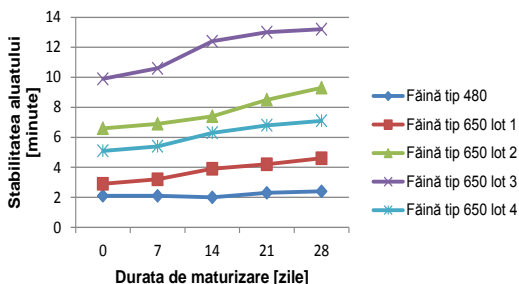


Fig. 63. Variația stabilității aluatului la temperatura depozitului de 25°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

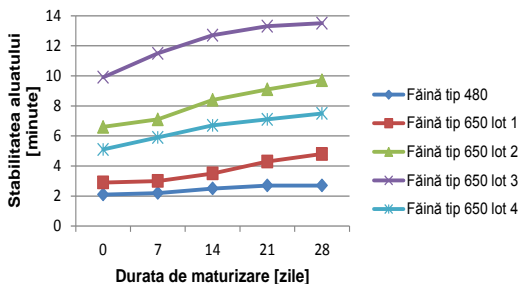


Fig. 64. Variația stabilității aluatului la temperatura depozitului de 30°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

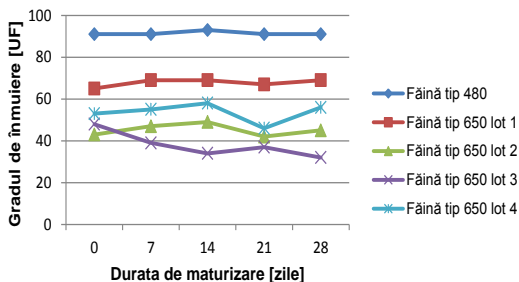


Fig. 65. Variația gradului de înmuiere a aluatului la temperatura depozitului de 20°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

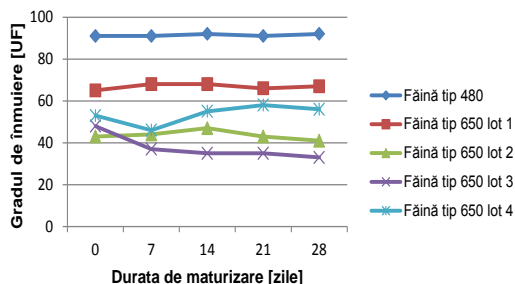


Fig. 66. Variația gradului de înmuiere a aluatului la temperatura depozitului de 25°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

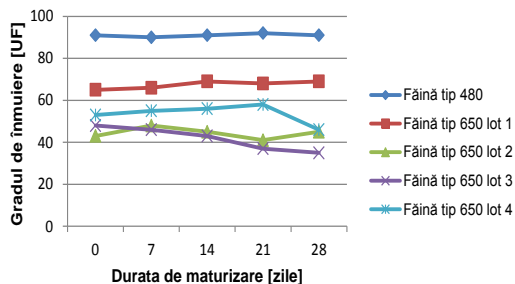


Fig. 67. Variația gradului de înmuiere a aluatului la temperatura depozitului de 30°C și umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 %

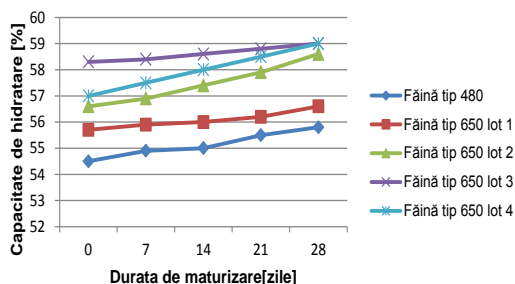


Fig. 71. Variația capacității de hidratare la umiditatea relativă a aerului din depozit de 50 % și temperatura depozitului de 25°C

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

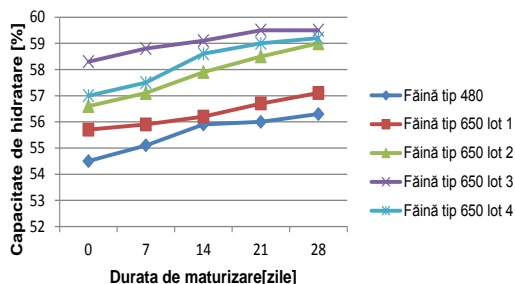


Fig. 72. Variația capacității de hidratare la umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 % și temperatura depozitului de 25 °C

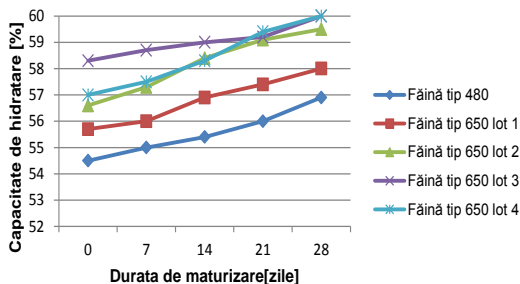


Fig. 73. Variația capacității de hidratare la umiditatea relativă a aerului din depozit de 70 % și temperatura depozitului de 25 °C

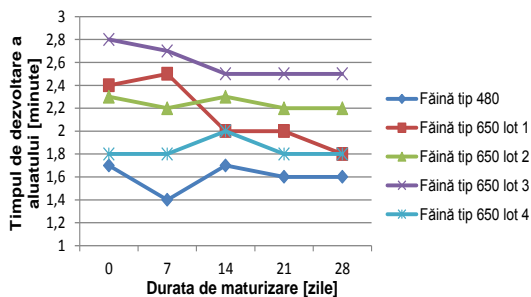


Fig. 74. Variația timpului de dezvoltare a aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 50 % și temperatura depozitului de 25 °C

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

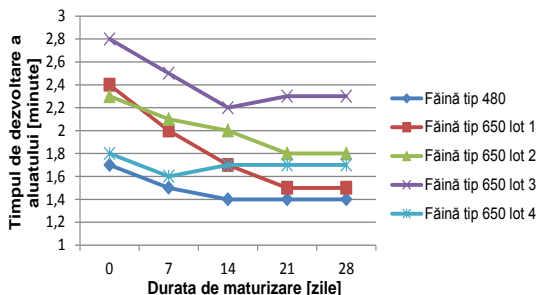


Fig. 75. Variația timpului de dezvoltare a aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 60 % și temperatura depozitului de 25 °C

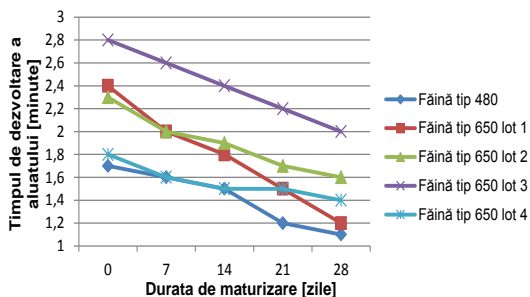


Fig. 76. Variația timpului de dezvoltare a aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 70% și temperatura depozitului de 25 °C

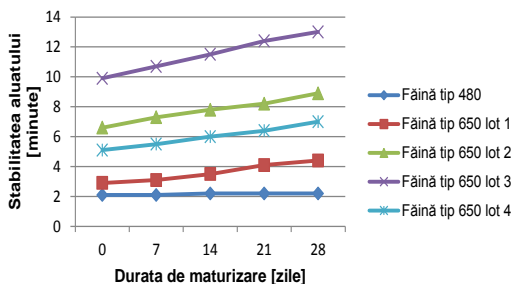


Fig. 77. Variația stabilității aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 50% și temperatura depozitului de 25 °C

## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

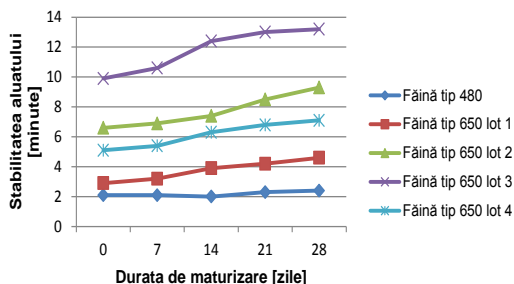


Fig. 78. Variația stabilității aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 60% și temperatura depozitului de 25°C

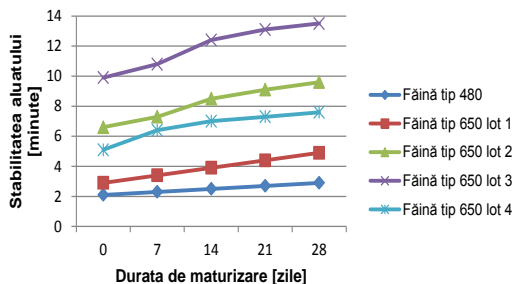


Fig. 79. Variația stabilității aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 70% și temperatura depozitului de 25°C

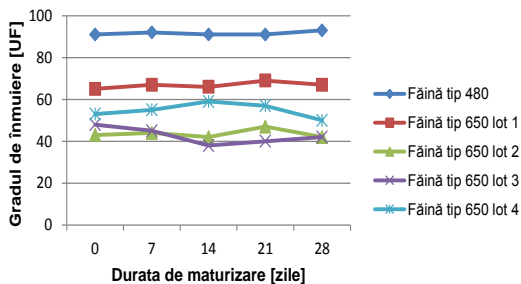


Fig. 80. Variația gradului de înmuiere a aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 50% și temperatura depozitului de 25°C



## Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii

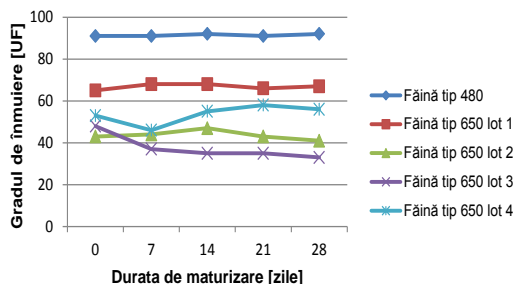


Fig. 81. Variația gradului de înmuiere a aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 60% și temperatura depozitului de 25 °C

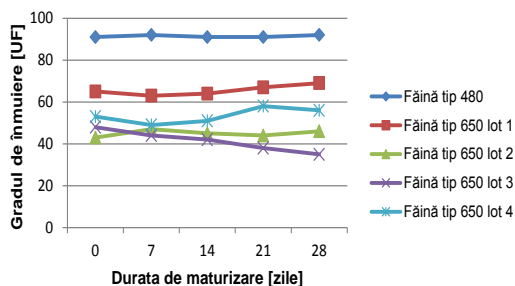


Fig. 82. Variația gradului de înmuiere a aluatului la umiditatea relativă a aerului din depozit de 70 % și temperatura depozitului de 25 °C

### Discuții privind determinarea proprietăților de frământare ale aluatului (metoda farinografică)

Umiditatea reprezintă unul din factorii care influențează proprietățile reologice ale aluatului. Proprietățile reologice ale aluatului cresc până la anumite valori ale conținutului de apă corespunzătoare umflării maxime a proteinelor după care valoarea lor scade. La o cantitate de apă în aluat insuficientă, nu se atinge umflarea optimă a proteinelor glutenice, aluatul obținut are elasticitate redusă, iar produsele au volum și porozitate insuficient dezvoltate. La exces de apă aluatul are consistența mică și

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

rezistență slabă, iar produsele sunt aplatizate și cu porozitate grosieră.

Farinograma reprezintă filmul evoluției aluatului în condiții specifice de frământare, după ce acesta a fost adus la o consistență standard de 500 U.B [69]. Această metodă permite determinarea capacității de hidratare a făinii, considerată a fi cantitatea de apă necesară acesteia pentru a forma un aluat de consistență standard (500 U.B.). Timpul de dezvoltare reprezintă intervalul de timp necesar aluatului pentru atingerea consistenței standard și arată cât de repede se formează aluatul sau rețeaua glutenică. Stabilitatea exprimă timpul cât aluatul își păstrează consistența maximă, arătând toleranța aluatului la frământare. Înmuierea arată diferența dintre consistența maximă și consistența după 12 minute de frământare a aluatului, măsurate din momentul sfârșitului dezvoltării acestuia [70, 71].

În general, capacitatea de hidratare a făinii este mai mare la prepararea aluatului fără sare. În medie, diferența este de 2 %, dar variază între 0 – 4 %. Din acest motiv, în cazul farinogramei, unde prepararea aluatului se face fără sare, capacitatea de hidratare a făinii este mai mare decât în cazul extensogramei, unde prepararea aluatului se face cu sare.

Durata de dezvoltare a aluatului și durata stabilității aluatului la frământare sunt parametrii importanți, dar trebuie avut în vedere că valorile determinate în laborator sunt doar orientative, deoarece în practică sunt influențate puternic de caracteristicile malaxorului.

Durata de dezvoltare a aluatului este dependentă atât de:

- caracteristicile grâului sau ale amestecului de grâu;
- finețea făinii;
- conținutul de cenușă al făinii.

Făina albă, fină, scurtează durata de dezvoltare a aluatului, iar făina cu granulozitate mare și conținut ridicat de cenușă prelungește durata de dezvoltare a aluatului.

Durata stabilității aluatului și căderea consistenței aluatului influențează hotărâtor toleranța la prelucrare a făinii. Toleranța la

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

prelucrare a făinii se mărește odată cu creșterea duratei stabilității aluatului și cu reducerea căderii consistenței aluatului [72].

Modificările proprietăților reologice care apar în structura glutenului în timpul mixării determină în mare măsură calitatea produsului finit [64]. În timpul acestei faze are loc hidratarea proteinelor glutenice, acestea se umflă și sub influența acțiunii mecanice se unesc și formează o rețea glutenică, vâscoelastică tridimensională. Farinograful redă informații asupra modificării proprietăților reologice ale aluatului în timpul frământării unui aluat de consistență constantă. Aceste informații sunt legate de capacitatea de hidratare a făinii, timpul de dezvoltare, stabilitate, înmuierea aluatului.

Stabilitatea este un indicator al toleranței făinii la mixare. Făinurile puternice au stabilitate mai mare. Stabilitatea fiind un indicator important de calitate și care este puternic influențat de calitatea proteinelor valoarea mai mare pentru produsele obținute prin măcinarea după condiționarea grâului este normală deoarece calitatea făinii este influențată pozitiv în urma condiționării [73].

În practică un grad mare de înmuiere este asociat cu o făină de slabă calitate chiar dacă capacitatea de hidratare a făinii este mare. Creșterea gradului de înmuiere este un indicator important al degradării proteolitice a grâului [74].

Din analiza datelor prezentate la făina tip 480, se poate aprecia:

- capacitatea de hidratarea a făinii este medie, făina încadrându-se în grupa calității făinii satisfăcătoare cuprinsă între 54 - 56%. La 21 de zile de maturizare capacitatea de hidratare crește și calitatea făinii devine bună.
- timpul de dezvoltare a aluatului – aluatul prezintă o dezvoltare rapidă spre accelerată 1,4 – 1,7 minute;
- stabilitatea aluatului este sub 3 minute ceea ce înseamnă că aluatul pierde extrem de rapid apă;
- înmuierea aluatului după 12 minute în farinogramă ne indică că avem un aluat care se înmoaie ușor.

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

Din datele prezentate pentru făina tip 650 lot 1, se poate aprecia:

- după capacitatea de hidratare făina se încadrează în grupa satisfăcătoare spre bună;
- timpul de dezvoltare a aluatului – aluatul prezintă o dezvoltare accelerată 1,7 – 2,0 minute;
- stabilitatea aluatului este cuprinsă între 2,9 – 4,1 ceea ce înseamnă că aluatul pierde rapid apa;
- înmuierea aluatului după 12 minute în farinogramă ne indică că avem un aluat satisfăcător valoare cuprinsă între 65 - 80 UF.

Din datele prezentate pentru făina tip 650 lot 2, se poate aprecia că după:

- capacitatea de hidratare făina se încadrează în grupa satisfăcătoare spre bună;
- timpul de dezvoltare a aluatului – aluatul prezintă o dezvoltare accelerată 2 – 2,3 minute;
- stabilitatea aluatului înseamnă că avem un aluat stabil, normal;
- înmuierea aluatului după 12 minute ne indică că avem un aluat satisfăcător spre bun.

Din analiza datelor prezentate în figuri la făina tip 650 tip 3, se poate aprecia că după:

- capacitatea de hidratare făina se încadrează în grupa bună 57 - 59%;
- timpul de dezvoltare a aluatului – aluatul prezintă o dezvoltare optimă;
- stabilitatea aluatului este bună cuprinsă între valorile 9,9-12,9 minute;
- înmuierea aluatului după 12 minute ne indică că avem un aluat bun.

Din datele prezentate pentru făina tip 650 lot 4, se poate aprecia că după:

- capacitatea de hidratare făina se încadrează în grupa bună;
- timpul de dezvoltare a aluatului – aluatul prezintă o dezvoltare accelerată 1,5 – 2,5 minute;

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

- stabilitatea aluatului avem un aluat instabil în primele zile de maturizare, iar la 21 de zile de maturizare aluatul devine stabil, normal;
- înmuierea aluatului după 12 minute ne indică că avem un aluat satisfăcător imediat după măcinarea grâului și la 21 de zile de maturizare aluatul devine bun.

Proprietățile elastico - vâscoase ale aluatului se îmbunătățesc astfel: crește durata de formare până la atingerea consistenței standard, scade gradul de înmuiere în decursul frământării și dospirii; dispăre lipiciozitatea la modelare.

Capacitatea de hidratare a aluatului corespunzătoare consistenței standard crește, deși proprietatea glutenului de a absorbi apă scade.

### **3.7. Analiza caracteristicilor de calitate pentru pâine**

#### **3.7.1. Rezultate și discuții privind determinarea volumului, porozității, elasticității pâinii și acidității miezului**

Rezultatele caracteristicilor de calitate pentru pâine fabricată din făina albă tip 480, din făina albă tip 650 lot 1, făină albă tip 650 lot 2, făină albă tip 650 lot 3, făină albă tip 650 lot 4, sunt prezentate în tabelele 16 – 19. În tabelul 16 sunt prezentate datele privind volumul pâinii, în tabelul 17 este prezentată porozitatea, în 18 elasticitatea miezului și în tabelul 19 este prezentată aciditatea.

*Tabel 16. Volumul pâinii la diferite durate de maturizare a făinii 480 și 650*

Pâine din făină maturizată tip:	Volum (cm <sup>3</sup> )				
	Durata de maturizare a făinii (zile)				
	0	7	14	21	28
480	480	489	493	498	492
650 lot 1	483	490	495	499	487
650 lot 2	512	520	526	528	521
650 lot 3	554	601	623	676	540
650 lot 4	506	509	509	511	508

**Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii**

*Tabel 17. Porozitatea pâinii la diferite durate de maturizare a făinii  
480 și 650*

Pâine din făină maturizată tip:	Porozitatea pâinii (%)				
	Durata de maturizare a făinii (zile)				
	0	7	14	21	28
480	83,4	83,7	83	84,8	84,1
650 lot 1	82,3	82,3	83	83,9	83
650 lot 2	83,6	83,8	4	84,2	84
650 lot 3	89,8	89,8	89,9	89,9	89,6
650 lot 4	83,5	83,7	83,8	84,1	84

*Tabel 18. Elasticitatea pâinii la diferite durate de maturizare a făinii  
480 și 650*

Pâine din făină maturizată tip:	Elasticitatea pâinii (%)				
	Durata de maturizare a făinii (zile)				
	0	7	14	21	28
480	85,3	91,3	93,3	93,9	93,4
650 lot 1	83,3	89,2	91,7	91,9	91,1
650 lot 2	90,3	96,7	93,6	94,2	94
650 lot 3	96	96	98	98	96
650 lot 4	91	93,7	91,6	92,5	93

*Tabel 19. Aciditatea miezului pâinii la diferite durate de maturizare a  
făinii 480 și 650*

Pâine din făină maturizată tip:	Aciditatea miezului (grade de aciditate)				
	Durata de maturizare a făinii (zile)				
	0	7	14	21	28
480	2	2,4	2,2	2,8	2,5
650 lot 1	2,8	2	2,7	1,65	2,6
650 lot 2	3	2,05	2,3	2,4	2,4
650 lot 3	2,1	2,5	2,5	2,6	2,4
650 lot 4	3,4	2,2	2,1	2,4	2,4

## **Discuții privind caracteristicile de calitate ale pâinii, fabricate din făinurile utilizate**

### **Discuții privind volumul pâinii**

Din analiza datelor cuprinse în tabelul 15 rezultă că odată cu maturizarea făinii volumul pâinii crește ajungând la valoarea maximă după 21 de zile de depozitare ca urmare a îmbunătățirii calității făinii în timpul maturizării.

### **Discuții privind porozitatea pâinii**

Porozitatea pâinii obținută din făină tip 480 arată o îmbunătățire a porozității. Pâinea fabricată din făina nematurizată prezintă o porozitate de 83,33 %, cea din făină după 7 zile de maturizare are o porozitate de 83,67 %, pâinea fabricată din făină după 14 zile de maturizare are o porozitate de 83,99 %, pâinea fabricată din făină după 21 zile de maturizare are o porozitate de 84,80 %, respectiv valoarea cea mai mare, iar pâinea fabricată din făină după 28 zile de maturizare are o porozitate de 84,1 %.

Porozitatea pâinii fabricată din făină tip 650 lot 1 se îmbunătățește de la 82,28 % la pâinea din făină nematurizată, la 82,30 % pentru pâinea din făină după 7 zile de maturizare, la 82,96 % pentru pâinea din făină după 14 zile de maturizare, la 83,9 % pentru pâinea din făină după 21 zile de maturizare (valoarea mai mare) și la 83 % pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

Porozitatea pâinii din făină 650 lot 2 se îmbunătățește de la 83,57 % pentru pâinea din făină nematurizată, la 83,81 % pentru pâinea din făină după 7 zile de maturizare, la 83,92% pentru pâinea din făină după 14 zile de maturizare, la 84,21 % pentru pâinea din făină după 21 zile de maturizare și la 84 % pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

Porozitatea pâinii obținută din făină 650 lot 3 este de 89,8 %, pentru pâinea din făină nematurizată, rămâne constantă la 7 zile de maturizare, crește la 89,9 % pentru pâinea din făină după 14 și 21 zile de maturizare și la 89,6 % pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

Porozitatea pâinii fabricată din făină tip 650 lot 4 se îmbunătățește de la 83,5 % pentru pâinea din făină nematurizată, la 83,71 % pentru pâinea din făină după 7 zile de maturizare, la 83,82 % pentru pâinea din făină după 14 zile de maturizare, la 84,12 % pentru pâinea din făină după 21 zile de maturizare și la 84% pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

Discuții privind elasticitatea miezului

Elasticitatea miezului pâinii din făină tip 480 se îmbunătățește de la 85,29 % pentru pâinea din făină nematurizată, la 91,30 % pentru pâinea din făină după 7 zile de maturizare, la 93,33 % pentru pâinea din făină după 14 zile de maturizare, la 93,9 % pentru pâinea din făină după 21 zile de maturizare și la 93,4 % pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

Elasticitatea miezului pâinii obținută din făină tip 650 lot 1 se îmbunătățește de la 83,33 % la pâinea din făină nematurizată, la 89,23 % pentru pâinea din făină după 7 zile de maturizare, la 91,66 % pentru pâinea din făină după 14 zile de maturizare, la 91,93 % pentru pâinea din făină după 21 zile de maturizare) și 91,10 % pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

Elasticitatea miezului pâinii fabricată din făină 650 lot 2 se îmbunătățește de la 90,32 % la pâinea din făină nematurizată, la 92,66 % pentru pâinea din făină după 7 zile de maturizare, la 93,55 % pentru pâinea din făină după 14 zile de maturizare, la 94,21 % pentru pâinea din făină după 21 zile de maturizare (valoarea cea mai mare pentru elasticitate) și la 94 % pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

Elasticitatea miezului pâinii din făină 650 lot 3 este de 96 % la pâinea din făină nematurizată și la 7 zile de maturizare, crește la 98 % pentru pâinea din făină după 14 zile de maturizare, rămânând constantă și la 21 de zile de maturizare și la 96% pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

Elasticitatea miezului pâinii produsă din făină tip 650 lot 4 se îmbunătățește de la 91 % la pâinea din făină nematurizată, la 93,66 % pentru pâinea din făină după 7 zile de maturizare, la 91,57 %



## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

pentru pâinea din făină după 14 zile de maturizare, la 92,51 % pentru pâinea din făină după 21 zile de maturizare și 93 % pentru pâinea din făină după 28 zile de maturizare.

Din analiza valorilor parametrilor determinați și prezentați în lucrare se poate aprecia că durata optimă de maturizare a făinii albă tip 480, a făinii albe tip 650 lot 1, 2, 3, 4 este de 21 de zile.

### **CONCLUZII**

Stabilirea duratei necesare de maturizare a făinurilor este o problemă de cea mai mare importanță pentru practică și se determină în funcție de momentul când însușirile de panificație ale făinurilor devin optime.

- Cu cât temperatura depozitului este mai înaltă, cu atât procesul de maturizare decurge mai rapid, datorită intensificării proceselor oxidative.
- Cu cât umiditatea făinurilor este mai mare, cu atât se accelerează procesul lor de maturizare.
- Cu cât gradul de extracție al făinurilor este mai ridicat, cu atât durata maturizării este mai scurtă. Făinurile de extracție mare având un conținut mai mare de gliceride și în enzime oxidante, procesul de maturizare este accelerat.
- Durata de maturizare este influențată și de modul de depozitare a făinurilor în saci sau în vrac. Făinurile depozitate în vrac se maturizează mai ușor, deoarece contactul cu aerul este mai mare. La depozitarea în saci, sacii trebuie așezați pe grătar de lemn, pentru a permite circulația aerului.
- Făinurile cu un conținut de gluten ridicat și de calitate bună au o durată de maturizare mai scurtă.
- Creșterea temperaturii depozitului – accelerarea maturizării
- Creșterea umidității relative a aerului din depozit – accelerarea maturizării

## **CAPITOLUL IV MODELAREA MATEMATICĂ**

### **4.1. Condiții experimentale**

Experimentele au fost efectuate pe o perioadă de 28 de zile, între februarie și martie 2011 și 2013. Probele au fost ambalate în saci de rafie de 50 kg și plasate pe grătare din lemn, în locuri de depozitare adecvate cu temperaturi și umidități controlate.

### **4.2. Design experimental**

Metodologia suprafețelor de răspuns (RSM) a fost utilizată pentru a investiga influența temperaturii, timpul de depozitare și umiditatea din mediul de depozitare asupra capacității de hidratare la 500 UB (%), stabilității aluatului (minute) și gradului de înmuiere la 12 minute (UB).

### **4.3. Analiză statistică**

Pentru caracterizarea probelor, s-au efectuat cel puțin cinci măsurări duplicate, dacă nu se specifică altfel. Rezultatele au fost analizate prin utilizarea analizei varianței (ANOVA) (XLSTAT - Pro versiunea 7.5), iar t - Test a fost utilizat pentru a examina diferențele. Rezultatele cu o valoare a probabilității corespunzătoare a  $p < 0,05$  au fost considerate statistic semnificative.

### **4.4. Caracterizarea probelor de făină**

Probele au fost analizate cu ajutorul farinografului dând rezultate similare pentru toate probele de făină de grâu tip 650. Astfel, probele au fost împărțite în diferite intervale de calitate. Având în vedere capacitatea de hidratare, făina este clasificată ca având o capacitate bună și foarte bună atunci când este cuprinsă între 57 și 62%. Un timp de dezvoltare a aluatului între 1,5-3 minute, duce la concluzia că făinurile prezintă un timp optim de dezvoltare.

În ceea ce privește stabilitatea aluatului, un timp de 6-15 minute înregistrat plasează probele studiate în limite normale. Valori între 35 și 80 UB pentru gradul de înmuiere a aluatului sugerează o consistență bună.

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

Pentru capacitatea de hidratare (ecuația 3, 6, 9, 12), testul ANOVA a arătat că valorile coeficientului de determinare ( $R^2$ ) și coeficientul de determinare ajustat (Adj.  $R^2$ ) au fost 0.769 și respectiv 0.704 pentru lotul 1, 0.679 și respectiv 0.588 pentru făina din lotul 2, 0.792 și respectiv 0.734 pentru cea din lotul 3, 0.693 și respectiv 0.607 pentru lotul 4 sugerând o bună corelație între valorile observate și prezise.

Atunci când se aplică pentru stabilitatea aluatului, testul ANOVA a indicat un coeficient de determinare ( $R^2$ ) de 0.401 și un coeficient de determinare ajustat (Adj.  $R^2$ ) de 0,133 pentru lotul 1,  $R^2$  de 0.384 și Adj.  $R^2$  de 0,211 lotul 2,  $R^2$  de 0.639 și Adj.  $R^2$  de 0,538 lot 3,  $R^2$  de 0.354 și Adj.  $R^2$  de 0,172 făina lotului 4, ceea ce sugerează că modelul (ecuația 4, 7, 10, 13) pare să reprezinte în mod rezonabil valorile observate.

Pentru gradul de înmuiere al aluatului (ecuația 5, 8, 11, 14) testul ANOVA indică faptul că  $R^2$  este 0.515 și Adj.  $R^2$  0.379 pentru făina din lotul 1,  $R^2$  este 0.753 și Adj.  $R^2$  0.683 pentru făina lotului 2,  $R^2$  este 0.788 și Adj.  $R^2$  0.729 pentru lotul 3,  $R^2$  este 0.249 și Adj.  $R^2$  0.037 pentru făina din lotul 4.

Pentru toate cele trei ecuații generate coeficientul de determinare este în intervalul de 0,70 - 0,79 indicând un grad limitat de corespondență între datele experimentale și prezise, de fapt diferențele cuantificate ca eroarea relativă este de:  $\pm 0,5\%$  pentru capacitatea de hidratare, 11,08% pentru stabilitatea aluatului și  $\pm 12,8\%$  pentru gradul de înmuiere, în interiorul limitelor de încredere a farinografului. Acest fapt este susținut de rezultatele obținute din observarea directă de la trei analize consecutive a aceeași făină oferă variații mici ale datelor înregistrate. Rezultate similare sunt înregistrate de alte cercetări științifice privind acuratețea și precizia diferitelor farinograme [76].

### **4.5. Testarea condițiilor optime de proces**

Relația dintre răspunsul și variabilele experimentale sunt ilustrate în figurile 158 - 193. Suprafețele de răspuns 3D s-au format prin parcele contur care reprezintă curbele de răspuns constante pe

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

un platou cu două variabile. Reprezentările grafice sunt create prin stabilirea factorilor experimentali la nivelul lor intermediar. Parcelele obținute sunt utilizate în studierea efectelor variației parametrilor studiați în domeniul stabilit și, prin urmare, pentru a stabili condițiile experimentale optime.

### **Concluzii**

Modelarea matematică a avut drept scop stabilirea condițiilor de depozitare optime, capabile să asigure un grad de maturizare a făinii suficiente pentru a îmbunătăți proprietățile sale reologice și tehnologice. Pentru acest scop, metodologia suprafață de răspuns (RSM) este folosită cu succes.

Au fost studiate efectele a trei parametri diferiți (timpul de depozitare, temperatura și umiditatea mediului) pe făină și caracteristicile reologice a aluatului. Reologia aluatului a fost determinată prin analiză farinografică: capacitate de hidratare, stabilitatea aluatului și gradul de înmuiere a aluatului.

RSM a stabilit condițiile optime pentru procesul de maturizare a făinii de grâu care au fost:

LOT 1 temperatura de depozitare: 28° C, timp de stocare: 22 zile, umiditatea spațiului de depozitare: 50%.

LOT 2 temperatura de depozitare: 28° C, timp de stocare: 22 zile, umiditatea spațiului de depozitare: 66%.

LOT 3 temperatura de depozitare: 28° C, timp de stocare: 21 zile, umiditatea spațiului de depozitare: 68-70%.

LOT 4 temperatura de depozitare: 29° C, timp de stocare: 21 zile, umiditatea spațiului de depozitare: 69%.

În aceste condiții, pentru făina testată, înregistrările farinografice au arătat că capacitatea de hidratare a crescut cu 0,5 % față de produsul inițial (după procesul de măcinare). În termenii de timp stabiliți aluatul a înregistrat o creștere de 20 %. Gradul de înmuiere a aluatului la 10 și 12 minute s-a redus cu 30 % și respectiv, 27,66 %. Aceste date furnizează informații despre creșterea calității făinii, nota farinografică crește cu 18 %, iar caracteristicile tehnologice ale făinii prezintă o îmbunătățire.

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

Modelul matematic descrie cu precizie evoluția proprietăților reologice și generează valori viabile optimizate în ceea ce privește condițiile de depozitare pentru tipul de făină de grâu 650 (0,65% cenușă), are o capacitate de hidratare bună sau foarte bună (57 – 62 %), un timp de dezvoltare optim (1,5 – 3 minute), un timp de stabilitate în limite normale (6 – 15 minute) și o consistență bună (35 – 80 UB) după procesul de măcinare.

Această modelare a fost realizată cu scopul de a stabili corelații matematice între procesul de maturizare a făinii și condițiile de depozitare, pentru a permite extrapolarea datelor obținute ca rezultate ale unui număr mic de experimente pentru făina de grâu de diferite calități.

Efectele celor trei parametri importanți, respectiv durata de depozitare, temperatura și umiditatea din depozit la trei nivele de variație, au fost studiate prin aplicarea metodologiei de suprafață de răspuns.

Capacitatea de hidratare a făinii, stabilitatea aluatului și gradul de înmuiere au fost luate în considerare, deoarece acestea sunt cunoscute ca având influențe majore asupra făinii de grâu și proprietăților reologice ale aluatului și caracteristicilor tehnologice.

## **CAPITOLUL V**

### **CONCLUZII, ORIGINALITATE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE**

Lucrarea și-a propus să aprofundeze procesul de maturizare a făinii, să stabilească experimental care este influența fiecărui factor, respectiv temperatura și umiditatea relativă a aerului din spațiul de depozitare, de aceea s-a studiat maturizarea făinii la diferite intervale de timp, variind temperatura și umiditatea relativă a aerului.

Studiile și experimentele întreprinse au urmărit fundamentarea teoretică a fenomenelor și proceselor fizice, chimice și biochimice ce stau la baza procesului de maturizare naturală a făinurilor de grâu.

Determinarea influenței condițiilor de depozitare asupra procesului de maturizare s-a făcut la făinurile de grâu tip 480 și tip 650. S-au ales tipuri de făină din categoria făinii albe întrucât din studiul de piață efectuat s-a constatat că pe ansamblu consumul de pâine fabricată din făină albă reprezintă peste 70%, din consumul total de pâine.

Primul obiectiv al lucrării a fost studierea influenței temperaturii și umidității relative a aerului din spațiul de depozitare asupra duratei de maturizare a făinii și stabilirea pe baza rezultatelor experimentelor a duratei optime de maturizare a făinii albe de grâu în anumite condiții de depozitare.

S-au folosit cinci loturi de făină de grâu, făină tip 480, făină tip 650 lot 1, făină tip 650 lot 2, făină tip 650 lot 3, făină tip 650 lot 4 diferențiate funcție de indicii de calitate. Rezultatele experimentale s-au prezentat pe fiecare lot de făină din cele două tipuri, cu indici calitativi diferiți urmărind și efectul maturizării făinurilor diferite calitativ.

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

S-a studiat influența temperaturii din spațiul de depozitare, temperatura aleasă a fost de 20, 25, 30°C, în condițiile menținerii umidității relative a aerului constantă la valoarea a de 60 %.

Pentru a urmări influența umidității relative a aerului din spațiul de depozitare, s-au făcut determinări la umiditatea relativă a aerului de 50, 60 și 70% în condițiile menținerii temperaturii constante la valoarea de 25°C.

S-a studiat variația umidității, cantității și calității glutenului umed prin determinarea indicelui de deformare, indexului glutenic, indicele de extensibilitate, indicele de cădere.

Determinările arată că în timpul procesului de maturizare umiditatea făinii a scăzut odată cu creșterea temperaturii depozitului, conținutul de gluten umed a scăzut la toate cele cinci loturi de făină pe perioada celor 28 de zile de maturizare, scădere care poate să ajungă până la 3% față de cantitatea inițială.

Scăderea conținutului de gluten umed este însoțită de îmbunătățirea proprietăților elasto-vâscoase ale acestuia, îmbunătățire evidențiată de rezultatele indicelui de deformare, a indexului glutenic, a indicelui de extensibilitate, indicelui de deformare determinată la intervale diferite de maturizare a făinurilor respectiv 7, 14, 21, 28 de zile în condițiile arătate de variație a temperaturii și menținere a umidității relative constante și de variație a umidității relative a aerului din spațiul de depozitare și menținerea constantă a temperaturii depozitului.

Cu ajutorul Amilografului Brabender s-au studiat proprietățile de gelatinizare a amidonului și activitatea  $\alpha$ -amilazei a făinurilor în condițiilor și duratele de depozitare menționate.

Datele obținute permit formularea concluziei că în timpul maturizării aluatul devine mai puțin lipicios, capacitatea de a rezista gazelor de fermentare crește, capacitatea de hidratare a făinii crește, activitatea anilolitică scade, temperatura de gelatinizare a amidonului crește.

Prin metoda farinografică s-au determinat proprietățile de frământare ale aluatului exprimate prin: capacitatea de hidratare a

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

făinii, timpul de dezvoltare a aluatului, stabilitatea aluatului, gradul de înmuiere după 10 minute de la începerea determinării, nota farinografică, la toate loturile de făină în condițiile de depozitare arătate, la durate de maturizare de 0, 7, 14, 21, 28 zile de maturizare.

Datele prezentate în lucrare, pentru fiecare lot de făină, în condiții de microclimat diferite și durate de depozitare de 0, 7, 14, 21, 28 zile arată că în timpul maturizării capacitatea de hidratare crește, durata de formare a aluatului până la atingerea consistenței standard se mărește, gradul de înmuiere a aluatului scade.

Însușirile reologice ale aluatului și rezistența la întindere pentru cele cinci loturi de făină au fost studiate prin determinarea rezistenței la deformare, rezistenței maxime la deformare, extensibilitatea, energia la 30, 60, 90 minute.

Datele arată făinurile din lotul 1, 2, 3 corespund unor făinuri puternice, de calitate, care formează un aluat cu elasticitate bună, extensibilitate mare, cu o toleranță mare la fermentare.

Comportarea aluatului în procesul de prelucrare a fost studiată prin determinarea capacității făinii de a forma și de a reține gazele de fermentare și dezvoltarea aluatului folosind metoda reofermentografică. S-au determinat pentru fiecare lot de făină, în condițiile de microclimat menționate, la durate diferite de depozitare respectiv 0, 7, 14, 21, 28 de zile parametrii care definesc dezvoltarea aluatului și reținerea gazelor.

Din datele prezentate se poate concluziona că durata optimă de maturizare a făinii tip 650 lot 2 este de 21 de zile, întrucât și parametrii privind dezvoltarea aluatului și reținerea gazelor au valorile cele mai bune comparativ cu cei ai făinurilor nematurizate, cu făinurile maturizate timp de 7, 14, 28 de zile. Din studierea rezultatelor experimentelor, pentru făina nematurizată și pentru făină maturizată la intervale de 7, 14, 21, 28 zile se poate formula concluzia generală, cu durata optimă de maturizare a făinii albe de grâu ti 480 și tip 650, în condițiilor de microclimat menționate este de 21 de zile.



## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

Efectul îmbunătățirii calității făinii în timpul maturizării este evidențiat în final în lucrare prin analiza senzorială și fizico-chimică a pâinii obținută din fiecare lot de făină. Organoleptic s-au analizat: forma și volumul produsului, culoarea și aspectul cojii, gradul de coacere, starea și aspectul miezului, acordând funcție de nivel, punctajul respectiv.

Fizico-chimic s-a determinat: volumul produsului (franzelă de 0,300 kg), porozitatea, elasticitatea, aciditatea miezului.

Din analiza datelor din lucrare rezultă că: volumul, porozitatea, elasticitatea prezintă valori mai mari odată cu parcurgerea duratei de maturizare a făinii.

Și datele care definesc calitatea pâinii confirmă concluzia că durata optimă de maturizare a făinii albe tip 480 și 650 lot 1, 2, 3, 4 este de 21 de zile.

Originalitatea lucrării este dată de studierea detaliată a procesului de maturizare a făinii albe de grâu, stabilirea influenței condițiilor de microclimat, temperatura și umiditatea relativă a aerului din spațiul de depozitare și determinarea pe această bază a duratei optime de maturizare pentru făina albă.

Având în vedere tendința pe plan național și internațional de extindere a consumului de pâine fabricată din făină neagră, făină graham, făină de seară cu adaos de fibre, se va continua studierea și cercetarea procesului de maturizare a făinii negre, a făinii graham și a făinii de seară.

## **DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRIILOR**

Diseminarea rezultatelor cercetărilor efectuate pe parcursul studiilor doctorale s-a materializat prin publicarea sau comunicarea unor lucrări științifice după cum urmează:

A. Articole publicate în reviste cotate ISI

1. **Alina Mihaela Temea (Moroi)**, Nicoleta Pircu (Vartolomei), Andrei Ionuț Simion, Cristina-Gabriela Grigoraș, Roxana Elena Ungureanu (Cărbune), Petru Alexe, **2016** - *Improvement of flour and dough rheological properties by maturation process*, Romanian Biotechnological Letters University of Bucharest- Vol. 21, No. 2, ISSN 1224-5984, 11381 -11392, Factor impact 0,404.  
[http://rombio.eu/rbl2vol21/17\\_Temea\\_Vartolomei.pdf](http://rombio.eu/rbl2vol21/17_Temea_Vartolomei.pdf)

B. Articole publicate în reviste indexate în baze de date internațional

1. **Alina Moroi**, Nicoleta Vartolomei, Alisa-Vasilica Aruș, Ileana Denisa Nistor, Iuliana Mihaela Lazăr. **2011**. *Prediction of the ash content of wheat flours using spectral and chemometric methods*, The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI – Food Technology 35(2), p.33-45, ISSN 1843–5157.

<http://www.ann.ugal.ro/tpa/Annals%202011/vol%202/4%20Moroi%20et%20al.pdf>

C. Lucrări comunicate la manifestări științifice internațional

1. **Alina Mihaela Moroi**, Nicoleta Vartolomei, Alisa-Vasilica Aruș, Irina Loredana Ifrim, Mihai Leonte, Iuliana Mihaela Lazăr. **2011**. *Humidity variation of flour exposed to radiation from uv-vis range during maturing process*, International Symposium EURO-ALIMENT, October 6-7, University “Dunarea de Jos” Galati, ISSN 1843-5114

2. **Alina Mihaela Moroi**, Nicoleta Vartolomei, Alisa-Vasilica Aruș, Irina Loredana Ifrim, Dumitru Zaharia, Mihai Leonte, Iuliana Mihaela Lazăr. **2011**. *The influence of non-ionizing radiation on flour maturing* - International Conference of Applied Sciences, Chemistry and

*Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

Engineering Chemistry-CISA, Fifth edition, April, 28-30, 2011, Bacau, ISSN 2066-7817

**3. Alina Mihaela Moroi**, Dumitru Zaharia, Mihai Leonte, Petru Alexe. **2012**. *Characterization of tested flours and their bakery properties at different maturation times*, International Conference of Applied Sciences, Chemistry and Engineering Chemistry-CISA, Sixth edition, April, 24-27, Bacau

**4. Moroi (Temea) Alina Mihaela**, Aruș Vasilica Alisa, Leonte Mihai, Dumitru Zaharia, Alexe Petru. **2013**. *Studies and research on gluten quantity and quality changes during maturation flour* - International Conference of Applied Sciences, Chemistry and Engineering Chemistry - CISA, 15-18 mai Bacau

**5. Temea (Moroi) Alina Mihaela**, Pircu (Vartolomei) Nicoleta, Simion Andrei Ionuț, Grigoraș Cristina-Gabriela, Ungureanu (Cărbune) Roxana Elena, Alexe Petru. **2015**. *Optimized maturation process effects on wheat flour dough properties*, Conference Proceedings Abstracts - The 11<sup>th</sup> International Conference OPROTEH, including the 9<sup>th</sup> edition of CISA 2015, Bacău, June 4<sup>th</sup> – 6<sup>th</sup>, ISSN – 2457-3388, p.121

**6. Temea (Moroi) A.M.**, Pircu (Vartolomei) N., Grigoraș C.G., Alexe P. **2015**. *Influence of wheat flour natural maturation process on dough and bread quality*. Papers of the International Symposium Euro-aliment. All about food, September 24-26, Galati, Romania, Galati University Press, pp. 36-37.

**7. A. M. Temea (Moroi)**, N. Pircu (Vartolomei), A. I. Simion, C. G. Grigoraș, P. Alexe. **2016** - *The influence of maturation flour on quality bread* Conference Proceedings Abstracts - The 12<sup>th</sup> International Conference OPROTEH, including The 10<sup>th</sup> edition of CISA 2016, Bacău, June 2<sup>th</sup> – 4<sup>th</sup>, ISSN – 2457-3388, p.123.

D. Lucrări comunicate la manifestări științifice naționale

**1. Alina Mihaela Moroi (Temea)**, Nicoleta Vartolomei (Pircu), Petru Alexe. **2014**. *Influence of maturation wheat flour type 650 of gluten* - Scientific Conference of Doctoral Schools from UDJG Galati, Second edition, 15-16 May, 2014, Galati, Book of Abstracts, p. 33.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Modoran C. V., *Tehnologia morăritului și panificației*, Ed. Risoprint, 2007, Cluj Napoca.
- [2] Bordei D., Teodorescu F., Toma M., *Știința și tehnologia panificației*, Ed. Agir, 2000, București.
- [3]. Leonte M., Moroi A.M., Aruș V.A.. *Panificația pe înțelesul tuturor*, Ed. Ecozone, 2010, Iași.
- [4]. Banu C., Bordei D., Stoica A., *Tratat de industrie alimentară – Tehnologii alimentare*, Ed. Asab, 2009, București.
- [5]. Bordei, D., *Tehnologia modernă a panificației*, Ed. AGIR, 2005, București.
- [6] Huebner, F.R., Wall, J.S., *Fraction and quantitative differences of glutenin from wheat varieties varying in balking quality*, Cereal Chem, 53, 1976, pp. 258-268.
- [7] Khatkar B.S., Bell A.E., Schofield J.D., *The dynamic rheological properties of gluteins and gluten sub-fractions from wheats of good and poor breadmaking quality*, Journal of Cereal Science, 22, 1995, pp. 29-44.
- [8] Antes, S., Wieser, H. - *Effects of High and Low Molecular Weight Glutenin Subunits on Rheological Dough Properties and Breadmaking Quality of Wheat*, Cereal Chemistry, Volume 78, Number 2, 2001, pp. 157-159.
- [9] Huang D.Y., Khan K., *Quantitative-determination of high-molecular-weight glutenin subunits of hard red spring wheat by SDS. Quantitative effects of total amounts on breadmaking quality characteristics*, Cereal chemistry, 74(6), 1997, pp. 781-785.
- [10] Puppo, M.C. Calvelo, A.Añón, M.C., *Physicochemical and rheological characterization of wheat flour dough*, Cereal Chemistry, 82(2), 2005, pp.173-181.
- [11] Hosney, R.C., *Principles of Cereal Science and Technology*, 1986, St. Paul, MN:AACC.
- [12] Goesaert H., Brijs K., Veraverbeke W.S., Gebruers K., Delcour J.A., *Wheat flour constituents: How they impact bread quality, and how to impact their functionality*, Second International Symposium on Sourdough - From Fundamentals to Applications, 16(1-3), 2005, pp. 12-30.
- [13] Wrigley C.W., *Giant proteins with flour power*, Nature, 381 (6585), 1996, pp. 738-739.

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

- [14] Popescu S., *Biochimia cerealelor, făinurilor și conservarea lor*, Ed. Didactică și pedagogică, 1964, București.
- [15] Sandulescu, C., *Contributii la caracterizarea fizico-chimica a unor proteine de interes alimentar*. Teza de doctorat, 1976, Universitatea din Galati.
- [16] Gordon, B., Wiln, C., *Primary cereal processing*, 1994, New York.
- [17] Eivinia, T.P., Izumenenie, T., Vlajnosti muki pri hranenie e v otrkritih sladah, Hleb. I kond.pro., 4, 1975, pp.10-13.
- [18] Arya, S.S., Parihar, P.B., *Effect of moisture and Temperature on Storage Changes in Lipids and Carotenoids of Wheat Flour*, Die Nahrung, 2, 1981, pp. 121-126.
- [19] Zhang H., Sun J., Zhang Y., Lu M., Sun L., Li W., Hu X., Wang B., *Retention of deoxynivalenol and its derivatives during storage of wheat grain and flour*, Food Control, Volume 65, 2016, pp.177–181.
- [20] Tomić J., , Pojić M., Torbica A., Rakita S., Živančev D., Janić Hajnal E., Dapčević Hadnađev T., M.Hadnađev, *Changes in the content of free sulphhydryl groups during postharvest wheat and flour maturation and their influence on technological quality*, Journal of Cereal Science, Volume 58, Issue 3, 2013, pp. 495–501
- [21] Jovanovich, G., Zamponi, R., Lupano, C.E., Anon, M.C., *Effect of water content on the formation and dissociation of the amylose-lipid complex in wheat flour*, J.Agric.Food Chem., 40(10), 1992, pp. 1789-1793
- [22] Dubei T., *Procesele biochimice în produsele alimentare – valoarea alimentară*, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, ISBN 978-973-751-724-1, 2008.
- [23] Auerman T., *Tehnologia panificației*, Ed. Tehnică, 1962, București.
- [24] Fannon, J.E., Hauber, R.J. *Surface Pores of Starch Granules*, Cereal Chemistry, 3, 1992, pp. 284-290.
- [25] Shelke K., Hosney R.C., Faubion J.M., Curran S.P., *Age-related changes in the properties of batters made from flour milled from freshly harvested soft wheat*, Cereal Chemistry, 69(2), 1992, pp.145-147.
- [26] Masaharu, S., *Study of wheat starch granule surface proteins from chlorinated wheat flours*, Cereal Che., 3, 1990, pp. 258-261
- [27] Fierens, E., Helsmoortel, L., J. Joye, I., M. Courtin, C., A. Delcour, J., *Changes in wheat (Triticum aestivum L.) flour pasting*

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

*characteristics as a result of storage and their underlying mechanisms*, Journal of Cereal Science, Volume 65, 2015, pp.81–87.

[28a] Chen, J., Klar, K., Shelton, D.R., Appolonia, B.L., *Structural characterisation of the carbohydrate portion of a glycopeptide from wheat gluten*, Cereal Chemistry, 69, nr. 5, 1992a, pp. 481-184.

[28b] Chen, J., Klar, K., Shelton, D.R., Appolonia, B.L., *Isolation and fractionation of carbohydrate containing proteins from wheat gluten*, Cereal Chemistry, 69, nr. 5, 1992 b, pp. 457- 481.

[29] Eliasson, A.Ch., Tierneld, E., *Adsorbtion of wheat proteins on wheat starch granules*, Cereal Chem. 67, nr. 3, 1990, pp. 366-372.

[30] Srivastava, A.V., Haridas, R.P., Chanfes in the pasting, rheological and baking qualities of flour during short term storage, J. Food Science and Technology, India, 28, 1991, pp. 153-156

[31] Seguchi, M. Hayashi, M. Kanenaga, K. Ishihara, C. Noguchi, S., *Springiness of pancake and its relation to binding of prime starch to tailings in stored wheat flour*, Cereal Chem, 75, 1998, pp. 37-42

[32] Tsen C.C., Bushuk W., *Reactive and total sulphhydryl and disulfide contents of flours of different mixing properties*, Cereal Chemistry, 45, 1968, pp. 58-62.

[33] Yoneyama, T., I. Suzuki, M. Murohashi - *Natural maturing of wheat flour. I. Changes in some chemical components and in farinograph and extensograph properties*, Cereal Chemistry 47, 1970, pp. 19-26.

[34] Banu, C. ș.a. *Biotehnologii în industria alimentară*, Editura Tehnică, 1987, p. 398-426, București.

[35] Bayfield, E. G., Anderson, J. E., Geddes, W. F., & Hildebrand, F. C., *The effect of millroom temperature and relative humidity on experimental flour yields and flour properties*, Cereal Chemistry, 20, 1943, pp. 149

[36] Jones, D. B., & Gersdorff, C. E. F. , *The effect of storage on the protein of wheat, white flour, and whole wheat flour*, Cereal Chemistry, 18, 1941, pp. 417.

[37] Shellenberger, J. A., *Variation in the baking quality of wheat during storage*, Cereal Chemistry, 16, 1939, pp. 676–682.

[38] Evers, A. D., & Redman, D. G., *The location of proteolytic enzymes in developing grains of wheat*, Chemical Industry, 2, 1973, pp. 90–91.

## *Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

- [39] Pylar, E. J., *Baking: Science and technology*, Chicago, Illinois, US: Seibel Pub.Com., 1973.
- [40] Skupin, J., & Warchalewski, J., *Isolation and properties of protease a from wheat grain*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 22, 1971, pp. 11–15.
- [41] Chen, X., Schofield, J. D., *Changes in the glutathione content and breadmaking performance of white wheat flour during short-term storage*, Cereal Chemistry, 73(1), 1996, 1–4, [42] Linfeng-Wang, Flotes R.A., *The effects of storage on flour quality and baking performance*, Food Rev. Int., 15, 1999, pp. 215–234.
- [43] Hosney, R.C., Finney, K.F., Pomeranz, Y., *Functional and biomedical properties of wheat flour components*, Cereal Chem., 3, 1970, pp. 135-140.
- [44] Mazur, P.I., *Vlianie kisloroda na izucenia lipidnovo sostava muki pri sozrevanii izvVuz.Pisc.Tehn*, 1, 1978, pp. 40-43.
- [45] Morrison, W.R., *Lipide in Mehl Teig und Brot. Getr. Mehlkand Brot*, 30, 9, 1976, pp. 244-251.
- [46] Sur, R., Nagy, H.P.S., Shara S., Sekhon K.S., *Storage changes in the quality of sound and sprouted flour*, Plant Food for Human Nutrition, 44, 1993, pp. 35-44.
- [47] Dapron, R., Genot, M.C., *Les lipides des cereales*, Ind. Alim. Et agric, 12, 1979, pp.1257-1273.
- [48] Pirozi M.R., Germani R., *Effect of storage on technological properties of wheat flour of Brazilian grown wheats*, Brazilian Archives of Biology and Technology, 41, 1998, pp. 155-169.
- [49] Lukow O.M., White N.D., *Influence of ambient storage condition on the bresdmaking quality of two HRS wheats*, J. Stored Prod. Res., 31, 1997, pp. 279-289.
- [50] Linko, J., Linko, P., *Enzymes in baking*, New York, 1990.
- [51] Bloksma, A.H., *Oxidation by molecular oxygen of thiol groups in unleavened doughs from normal and defatted wheat flours*, J. Sci. Food Agric. 41, 1963, pp. 529-535.
- [52] Zhao, L., Li, L., Liu, G.Q., Liu, X.X., Li, B., *Effect of frozen storage on molecular weight, size distribution and conformation of gluten by Saxe and Sec-malls*, Molecules, 17, 2012, pp. 7169-7182
- [53] Arya, S.S., Parihar, P.B., *Effect of moisture and temperature on storage changes in lipids and carotenoids of wheat flour*. În: Die Nahrung, 2, 1981, pp. 121-126.

*Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

- [54] Kuktaite R., Larsson H., Johansson E., *Variation in protein composition of wheat flour and its relationship to dough mixing behaviour*, J. Cereal Sci., 40, 2004, pp. 31–39
- [55] Karaoğlu M.M., *Dough characteristics of wheat flour milled from wheat grains stored in spike form*, Int. J. Food Sci. Technol., 46, 2011, pp. 1905–1911
- [56] Pesec, C.A., Warthesen, J.J., *Caroten photoisomerization photodegradation kinetics*, J.Agric. Food Chem, 1990, pp. 1313-1315.
- [57] G. Mann, P. Greenwell, S.S.J. Bollecker, A.A. Tsiami, J.D. Schofield, *Involvement of redox reactions in the functional changes that occur in wheat grain during post-harvest storage*, P.R. Shewry, A.S. Tatham (Eds.), *Wheat Gluten*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2000, pp. 267–270
- [58] Brabender Glutograph Technical Book
- [59] Sietz, W., *A new method to test gluten quality*, Cereal Science and Technology, Munk, L. (Ed.), Danish Cereal Society, Copenhagen, Denmark, 1987, pp.305-316.
- [60] Mohammed S. Alamri, Frank Manthey, Mohamed Mergoum, Elias Elias, Khalil Khan, *Use of the Glutograph Instrument in Durum Wheat Quality Evaluation*, Plant Sciences Research, 2 (3), 2009, pp.23-32.
- [61] STOICA, A., BANU, C., *Metode de analiză și control în industria panificației*, Editura Bibliotheca, Târgoviște, 2004.
- [62] Hampl, J., Prihoda, J., *Cereal chemistry and technology II*, SNTL Praha, 1985, pp. 113-115
- [63] <http://www.buhlergroup.com/>
- [64] G.G.CODINĂ, *Proprietățile reologice ale aluatului din făina de grâu*, Ed. Agir, București, 2010
- [65] Ghencea Sabina, *Studiu comparativ privind calitatea grâului din recoltele anilor 2006 și 2007*, Actualități in Industria de Morarit si Panificatie, 2008
- [66] Dowell, F.E., Maghirang, E.B., Pierce, R.O., Lookhart, G.L., Bean, S.R., Xie, F., Caley, M.S., Wilson, J.D., Seabourn, B.W., Ram, M.S., Park, S.H., and Chung, O.K., *Relationship of bread quality to kernel, flour, and dough properties*, Cereal Chemistry, 85, 2008, pp. 82-91.



*Cercetări cu privire la influența maturizării făinii asupra calității  
făinii, reologiei aluatului și calității pâinii*

---

- [67] Cenkowski, S. Dexter J.E., Scanlon M.G., *Mechanical compaction of flour: The effect of storage temperature on dough rheological properties*, Can Agric Eng, 42, 2000, pp.33-41.
- [68] Zaharia, D. *Cercetări privind optimizarea capacității de hidratare a făinii tip 550 prin deteriorarea mecanică controlată a amidonului în procesul de măcinare a grâului*, Teză de doctorat, Universitatea Lucian Blaga din Sibiu, 2012
- [69] Grogg, B., and Caldwell, E. F. *Gelatinization of starchy materials in the farinograph*, Cereal Chem. 35, 1958, pp.196-200.
- [70] Kunerth, W.H., D'Appolonia, B.L., *Use of the mixograph and the farinograph in wheat quality evaluation*, *Rheology of wheat Products*, Cereal Chem, 1985, pp. 27-49.
- [71] Tanaka, K. and Tipples, K.H. *Relation between Farinograph mixing curve and mixing requirements*. Cereal Sci. Today 14(9), 1969, pp.296-300.
- [72] Brabender Farinograph Technical Book.
- [73] Kweon, M., Martin, R., Souza, E., *Effect of tempering condition in milling performance and flour functionality*, Cereal Chem, 86, 2009, pp: 12-17.
- [74] Hadnadev, M., Dapcevic Hadnadev, T., Pojic, M., Torbica, A., Tomic, J., Rakita, S., Janic Hajnal E., *Changes in the rheological properties of wheat dough during short-term storage of wheat*, J Sci Food Agric, 95, 2015, pp. 569–575.
- [75] Banu, C. si colab., *Biotehnologii in industria alimentara*, Ed. Tehnica, Bucuresti, 2000.
- [76] Sivaramakrishnan, H.P., Senge, B., Chattopadhyay, P.K., *Rheological properties of rice dough for making rice bread*. J. Food Eng. 62, 2004, pp.37- 45.