



UNIVERSITATEA
GALATI
FACULTATEA DE ȘTIINȚĂ ȘI INGINERIA
ALIMENTELOR

TEZA DE DOCTORAT

*Cercetări și contribuții privind asigurarea calității și
inocuității produselor de panificație*

*Research and contributions to ensuring quality and
safety bakery products*

REZUMAT

Conducător științific:
Prof. univ. dr. ing. Gabriela-Cătălina ROTARU

Doctorand:
Ing. Cuzmenco (Dinu) M. Monica - Gabriela

GALA I
2013

Motto: „Eu sunt pâinea vieii”.
[Biblia, Ioan 6:48]

„Nu uita că pâinea e viaa înșurubită”
[Epopoea lui Ghilgameș]

INTRODUCERE

Alimentația sănătoasă nu este un concept nou. Cu 400 de ani înainte de Hristos, Hipocrate spunea că „alimentația este primul nostru medic”. Astăzi, o hrană sănătoasă este mai importantă decât oricând, cel puțin în 40% dintre cauzele de mortalitate – boli de inimă, cancer, atac vascular, diabet – fiind direct legate de ceea ce mâncăm.

Pâinea a fost dintotdeauna un simbol al vieții despre care s-a scris și încă se mai scriu nenumărate pagini. Produsele de panificație ocupă un loc important în alimentația în întreaga lume. Indiferent sub ce formă sunt prezentate produsele de panificație și indiferent de tradiții, pâinea este nelipsită de la nici o masă.

În zilele noastre pâinea are un sens foarte larg și poate îmbrăca diverse forme de la cea clasică dospită preparată din făină, apă, sare, drojdie, la produse speciale cu diverse adaosuri gata să satisfacă și cele mai sofisticate gusturi.

Pâinea poate fi considerată hrană, istorie, factor civilizator, ea nu poate fi decât bună altfel creștinii nu ar fi ales-o ca substanță ritualică a împărtășaniei. Cum spunea un iubitor al pâinii, „ea nu poate fi decât albă sau neagră pentru că ea nu trădează niciodată”. [Moldoveanu, Gh., 2007]

Pâinea a început să capete un loc tot mai important chiar și în alimentația specială cum ar fi în cea a sportivilor având rol de sursă principală de glucide cu index glicemic scăzut, care este consumată cu plăcere, sau a persoanelor cu diverse afecțiuni. Chiar s-a pus accent pe fabricarea sortimentelor speciale de panificație cu destinații speciale, capabile să amelioreze unele afecțiuni sau să ajute la menținerea sănătății.

Așa s-au dezvoltat și produsele de panificație speciale, dietetice, funcționale [Șteanu A.S., 2005] orientate către grupe de consumatori cu probleme de sănătate: produse aglutenice, produse pentru diabetici, produse îmbunătățite cu fier / calciu, produse funcționale.

Apariția noului concept a demonstrat că omul este din ce în ce mai interesat de relația dintre alimentația și sănătate. Ca urmare interesul producătorilor este dirijat spre alimente cu potențial de a apăra și promova sănătatea și de a reduce riscul de boli.

Spirulina Platensis a început să fie în atenția cercetătorilor tot mai mult. Astfel [Von Heum Nah, 2012] a studiat efectele adaosului de Spirulina asupra unor disfuncționalități induse de diabetul tip 1. În studiul lui [Nejdet, S., 2009] se arată că alimentația cu Spirulina Platensis inhibă anemia și leucopenia induse de plumb și cadmiu. [Peiretti, G., 2011] face un studiu prin care demonstrează că adaosul de Spirulina Platensis în alimentația iepurilor are efect asupra calității carnilor. [Batista, A.P., 2012] promovează în cercetările sale alimente noi cu ingrediente microalge-Spirulina. Proteinele derivate din algele marine sunt bio-funcționale și au cum rezultă dintr-un studiu recent [Kalpa, S., 2012]

Având în vedere tendințele actuale în ceea ce privește alimentația sănătoasă, prin lucrarea de față am făcut cercetări pentru a obține un produs de panificație de calitate, sigur din punct de vedere al inocuității și cu valoare nutrițională ridicată, prin aport de proteine exogene din surse neconvenționale. Această abordare a avut ca punct de plecare faptul că nu există încă pe piața din România produse de panificație cu adaos de spirulină.

În acest context, în rezolvarea temei tezei de doctorat: „*Cercetări și contribuții privind asigurarea calității și inocuității produselor de panificație*”, am considerat oportun ca cercetările întreprinse să se orienteze pe două direcții:

- Pe de o parte, spre asigurarea calității produselor de panificație prin materii prime și materiale de calitate. În acest scop a avut o viziune cât mai completă a fost studiată calitatea finii și a celorlalte materiale pe o perioadă de 7 ani.

- Pe de altă parte, spre obținerea unui produs de panificație cu valoare nutrițională ridicată, prin aport exogen de proteine, care să fie capabil să compenseze deficitul de aminoacizi esențiali, superior al produselor fabricate în țară.

În urma cercetărilor s-au obținut produse noi – pâine cu conținut sporit de proteine asigurat prin adaos de spirulină, produs în curs de brevetare și omologare la OSIM.

În contextul acestor preocupări se înscriu și cercetările întreprinse în cadrul tezei de doctorat „*Cercetări și contribuții privind asigurarea calității și inocuității produselor de panificație*”

OBIECTIVUL TIINȚIFIC PRINCIPAL

Obiectivul științific principal este de a face cercetări în scopul de a aduce contribuții în domeniul produselor de panificație prin crearea de produse de calitate îmbogățite în proteine, cu valoare nutritivă ridicată și cu rol de aliment funcțional, sigure pentru consum, care să contribuie și la îmbunătățirea menințării sănătății consumatorilor.

În aceste scop, pentru realizarea temei au fost propuse următoarele obiective specifice:

- Identificarea materiilor prime și materialelor necesare pentru obținerea de produse de panificație cu valoare nutritivă ridicată

- Cercetări privind influența aporturilor exogene de proteine din surse neconvenționale (microalge) asupra calității nutritive și a inocuității produselor de panificație

- Dezvoltarea de produse de panificație cu conținut nutrițional îmbunătățit și cu valoare de aliment funcțional prin aport de biomasa de *Spirulina platensis*

- Implementarea standardului de siguranță alimentului ISO 22000:2005 pentru obținerea unor produse sigure pentru consum.

Realizarea acestei teme a însemnat nu numai perfecționarea într-un domeniu atât de captivant al panificației, cât și satisfacția profesională de a verifica practic, în condițiile existente la S.C. Lujerul S.A. și la S.C. M.P.B. Neasa S.A., rezultatele fiind obținute la nivel de laborator.

Strategia pentru cercetarea și contribuția la realizarea unor produse de panificație calitative și sigure s-a stabilit înănd cont că întreaga activitate este abordată procesual, există o procedură care răspunde procesului de cercetare

Strategia de cercetare presupune parcurgerea mai multor etape prezentate schematic în figura 1.

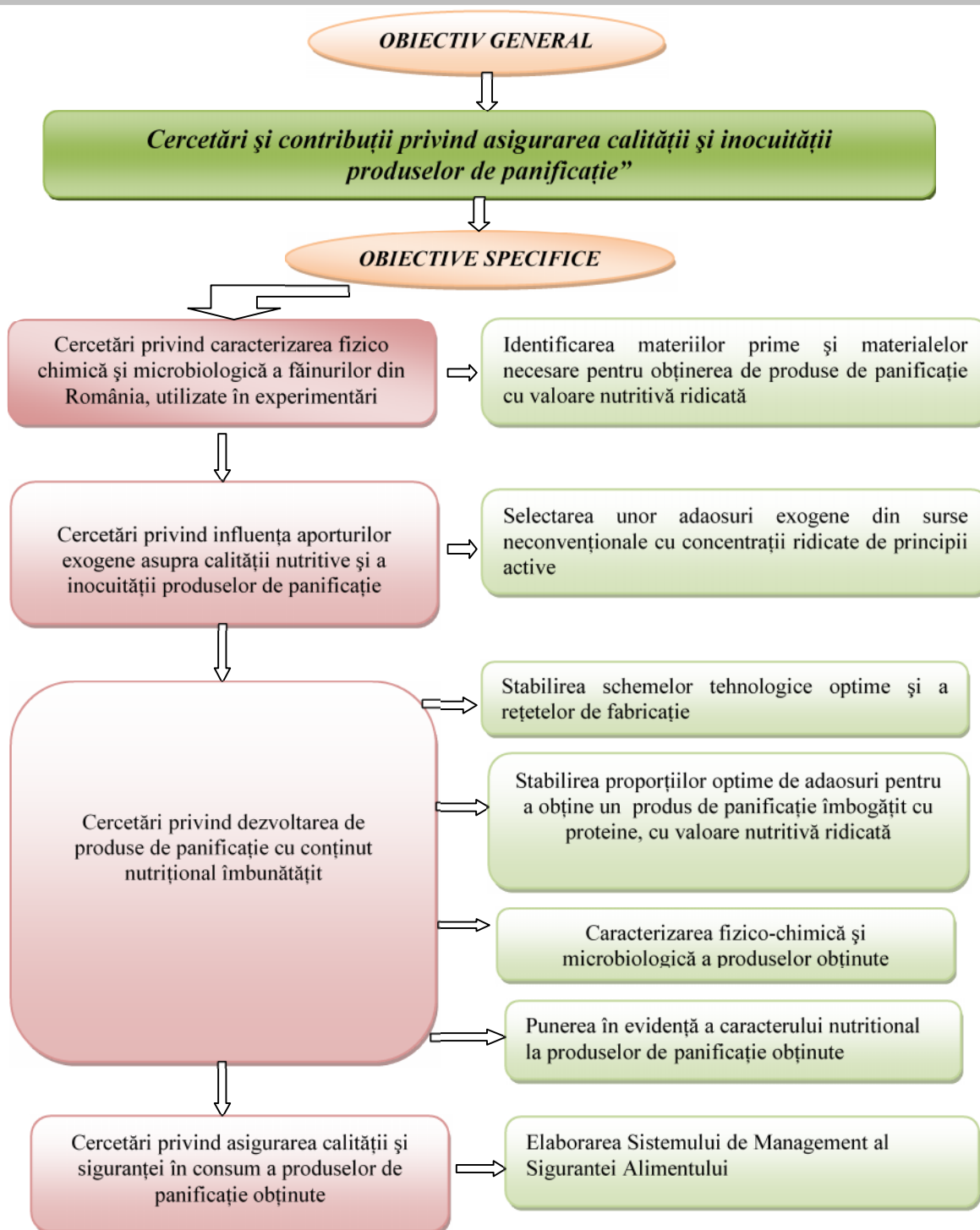


Figura 1. Strategia de cercetare

STRUCTURA TEZEI

Teza de doctorat conține 202 pagini structurate astfel: partea documentară este alcătuită din 51 pagini, partea experimentală este prezentată pe cuprinsul a 151 pagini, iar anexele sunt redactate în 32 pagini. Lucrarea conține 69 figuri și 66 tabele iar anexele sunt prezentate sub formă de liste de legi actualizate în model de procedură de sistem HACCP. Pentru elaborarea tezei s-au utilizat 140 referințe bibliografice, la care se adaugă reviste, periodice, site-uri de specialitate.

CUPRINS

	Pagina
Introducere	1
Obiectivele tezei de doctorat	4
PARTEA I. STUDIU DOCUMENTAR	9
1. CALITATEA FĂCINII ÎN PRODUSELOR DE PANIFICAȚIE	9
1.1. Calitatea făinii de grâu	10
1.1.1. Calitate legal	10
1.1.2. Calitate nutritiv	11
1.1.3. Calitate igienico – sanitar (inocuitate)	14
1.1.4. Calitate tehnologic	18
1.1.5. Calitate senzorial	21
1.1.6. Calitate estetic	22
1.1.7. Calitate socio – ecologic	22
Concluzii	23
1.2. Calitatea produselor de panificație	24
1.2.1. Calitate legal	24
1.2.2. Calitate nutritiv	24
1.2.3. Calitate igienico – sanitar (inocuitate)	27
1.2.4. Calitate senzorial	28
1.2.5. Calitate estetic	29
1.2.6. Calitate socio – ecologic	30
Concluzii	32
Concluzii parțiale	33
2. PRODUSE DE PANIFICAȚIE CU DESTINAȚIE SPECIALĂ. ALIMENTE FUNCȚIONALE	34
2.1. Introducere	34
2.2. Evoluția conceptului de la aliment cu destinație specială la aliment funcțional. Studii	37
2.3. Proteine din surse neconvenționale folosite pentru obținerea de alimente funcționale.	45
Microalge	
Concluzii parțiale	50
PARTEA A II-A. STUDII EXPERIMENTALE	51
3. MATERIALE, METODE ȘI ECHIPAMENTE UTILIZATE ÎN CERCETARE	51
3.1. Materiale utilizate în cercetare	51
3.1.1. Făina de grâu	51
3.1.2. Drojdia de panificație	51
3.1.3. Spirulina platensis	51
3.1.4. Apa	51
3.1.5. Sarea iodată	52
3.2. Metode de analiză	52
3.2.1. Metode de analiză fizico-chimică și tehnologică a făinii în produsele de panificație	52
3.2.2. Metode de analiză fizico-chimică a spirulinei	58
3.2.3. Metode de analiză fizico-chimică a drojdiei	60
3.2.4. Metode de analiză fizico-chimică a apei	60
3.2.5. Metode de analiză microbiologică	60
3.2.6. Analiza senzorială	62
3.2.7. Metode de analiză statistică	63
3.3. Echipamente	66
3.3.1. Aparatură de laborator	66
3.3.2. Echipamente din dotarea S.C. M.P. B. NEASA S.A., București	68
4. CERCETĂRI PRIVIND STABILIREA CALITĂȚII MATERIELOR PRIME ÎN MATERIALELOR UTILIZATE ÎN CERCETARE.	70
4.1. Caracterizarea fizico-chimică și reologică a făinii în perioada 2005-2010	70
4.1.1. Caracterizarea fizico-chimică și reologică a făinii 650	70
4.1.2. Caracterizarea fizico-chimică și reologică a făinii 1250	81
4.1.3. Studiul influenței anului de recoltare și tipului de făină asupra caracteristicilor fizico-	91

chimice și reologice prin metoda ANOVA	
4.1.4. Caracterizarea fizico-chimică și reologică a făinurilor 650 și 1250 din anul 2011	93
4.2. Caracteristici de calitate ale <i>Spirulinei platensis</i>	96
4.3. Caracteristici de calitate ale drojdiei de panificație	98
4.4. Caracteristici de calitate ale apei	99
Concluzii parțiale	101
5. CERCETĂRI PRIVIND OBȚINEREA UNUI PRODUS DE PANIFICAȚIE CU ADAOS DE <i>Spirulina platensis</i> ÎMBOGĂȚIT ÎN AMINOACIZI ESENȚIALI	106
5.1. Stabilirea rețetei de fabricație	106
5.1.1. Cercetări privind caracteristicile fizico-chimice ale amestecurilor de făină	106
5.1.2. Cercetări ale proprietăților reologice pentru amestecurile de făină	108
5.1.3. Verificarea și validarea amestecurilor de făină alese prin probe de coacere	112
5.1.4. Validarea statistică a datelor privind amestecul optim de făinuri	113
5.2. Stabilirea procentului optim de adaos de <i>Spirulina platensis</i>	132
5.2.1. Cercetări privind influența adaosurilor de <i>Spirulina platensis</i> asupra proprietăților reologice ale făinii	132
5.2.2. Verificarea și validarea procentului de <i>Spirulina platensis</i> prin probe de coacere	135
5.2.3. Verificarea și validarea procentului de <i>Spirulina platensis</i> prin analiza statistică a datelor	137
5.2.4. Verificarea și validarea procentului de <i>Spirulina platensis</i> prin analiza senzorială a probelor de coacere	137
5.3. Stabilirea schemei tehnologice și obținerea produsului	141
5.4. Caracterizarea produsului de panificație	144
5.4.1. Evaluarea conținutului de aminoacizi în produsul de panificație obținut	144
5.4.2. Identificarea conținutului de aminoacizi esențiali în produsul de panificație obținut	145
5.4.3. Validarea procentului de <i>Spirulina platensis</i> prin analiza statistică a datelor privind conținutul de aminoacizi	146
5.4.4. Valoarea energetică a produsului de panificație îmbogățit cu proteine	148
5.5. Validarea variantei de produs obținut din punct de vedere economic	149
Concluzii parțiale	151
6. CERCETĂRI PRIVIND ASIGURAREA CALITĂȚII IGIENICO-SANITARE A PRODUSULUI DE PANIFICAȚIE CU ADAOS DE <i>Spirulina platensis</i>	154
6.1. Cercetări privind calitatea igienico-sanitară a materiilor prime	154
6.1.1. Caracterizarea microbiologică și toxicologică a făinii de grâu alb 650	154
6.1.2. Caracterizarea microbiologică și toxicologică a făinii de grâu 1250	156
6.1.3. Analiza statistică multivariantă ANOVA pentru contaminanți microbiologici și toxicologici în perioada 2005.....2011	157
6.1.4. Caracterizarea microbiologică și toxicologică a amestecului de făină P4 (60% făină 650 și 40% făină 1250) din anul 2011	158
6.2. Cercetări privind calitatea microbiologică a produsului de panificație cu adaos de <i>Spirulina platensis</i>	162
6.3. Verificarea și validarea procesului de igienizare prin teste de sanitație	165
6.4. Studiul pe baza principiilor HACCP pentru obținerea produsului de panificație cu adaos de <i>Spirulina platensis</i>	166
6.4.1. Identificarea și evaluarea pericolelor	166
6.4.2. Stabilirea unui plan HACCP	174
Concluzii parțiale	175
CONCLUZII FINALE	178
CONTRIBUȚII PERSONALE	184
DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR	185
REFERINȚE BIBLIOGRAFICE	189
LISTA TABELOR	196
LISTA FIGURILOR	199
ANEXE	202

Din cuprinsul tezei, prezentat mai sus am considerat că prezintă interes partea experimentală în care se prezintă cercetările efectuate pentru alegerea materiei prime optime, apoi cercetările privind obținerea unui produs de panificație cu adaos de *Spirulina platensis* îmbogățit în aminoacizi esențiali și în final cercetările privind asigurarea calității igienico-sanitare a produsului de panificație cu adaos de *Spirulina platensis*.

NOTA: Denumirea și numerotarea capitolelor, figurilor, tabelelor sunt cele din teza în extenso.

4. CERCETĂRI PRIVIND STABILIREA CALITĂȚII MATERIELOR PRIME ÎN MATERIALELOR UTILIZATE ÎN CERCETARE

În cadrul acestui capitol s-au efectuat studii privind calitatea făinii, biomasei de *Spirulina platensis*, drojdiei și apei tehnologice.

4.1 Caracterizarea fizico-chimică și reologică a făinii în perioada 2005-2010

4.1.1 Caracterizarea fizico-chimică și reologică a făinii 650

- Aciditatea s-a situat sub valoarea de referință cu pâinea la max 28% în anul 2006
- Cu excepția anilor 2007, 2008 și 2009, umiditatea a avut valori peste limita de referință, cu max 3,5%, în lunile de iarnă, probabil datorită condițiilor climatice.
- Conținutul de gluten umed a fost peste valoarea de referință cu 3% în anul 2010, în restul perioadelor studiate s-a situat sub limită, cu max 8%, în anul 2006
- Conținutul de proteine, în toate anii și toate lunile a fost peste valoarea de referință, cea mai mare valoare înregistrându-se în anul 2010, cu peste 16%.
- Conținutul de cenușă s-a încadrat în limitele legale, cu mici depășiri (de pâinea la 3%) în lunile februarie și iulie a fiecărui an.
- Indicele de deformare s-a situat sub valoarea de referință, cea mai mare diferență (de 40%) a fost înregistrată în anii 2005 și 2006, cu 20% mai mic în 2008.
- Media anuală a indicelui de cedere a fost peste valoarea de referință, cele mai mari valori înregistrându-se la făinurile din anii 2009 și 2010, cu 23,6% și respectiv 54,4%.
- Capacitatea de hidratare în toate anii a fost peste valoarea de referință, cea mai mare fiind la făina din anul 2010 (cu cca 5%) și cea mai mică la făina din anul 2009 (cu cca 2%).

Tabelul 4.1 Caracteristicile fizico-chimice medii anuale ale făinii 650 în perioada 2005 -2010

An fabricație	Umiditate %	Aciditate, grade	Gluten umed, %	Indice de deformare, mm	Cenușă, % su	Conținut de proteine % su	Indice de cadere, sec
Valoare de referință	14,5	2,8	26	5	0,65	9,5	250
2005	14,7	2,1	24,8	3,0	0,65	10,22	310
2006	14,8	2,0	23,9	3,0	0,65	10,00	292
2007	14,5	2,5	25,1	3,7	0,65	10,26	279
2008	13,9	2,1	23,8	4,0	0,62	10,1	265
2009	14,1	2,2	25,0	3,3	0,65	10,7	309
2010	14,6	2,3	26,8	3,7	0,65	11,0	386

- Tenacitatea P, a fost pentru toată perioada analizată peste valoarea de referință cu valori max 80% mai mari în anul 2009.
- Extensibilitatea L, s-a situat pentru toți anii sub limita de referință, cea mai mică valoare înregistrându-se în anul 2010 (cu 60% mai mic decât valoarea de referință)
- Energia W, a avut valori peste valoarea de referință, cea mai mare fiind în anul 2009 (cu 48%)
- Valorile raportului P/L s-au situat în toți anii mult peste valoarea recomandată pentru finurile de panificație, cu până de 3,6 ori mai mare în anul 2009.

În concluzie,

✚ Din punct de vedere fizico-chimic, făina de grâu alb 650 studiată în perioada 2005-2010, a fost corespunzătoare, așa cum este prezentat în tabelul 4.1.

✚ Din analiza caracteristicilor reologice a rezultat că finurile analizate au avut amidon deteriorat, gluten scurt și rezistent, ceea ce impune corecții atât în procesul tehnologic, cât și din ameliorare (adaos de L-cisteină), tabelul 4.2.

Tabelul 4.2 Caracteristicile reologice medii anuale ale făinii 650 în perioada 2005-2010

An fabricație	Umiditate %	Capacitate de hidratare %	CH	P, mmH ₂ O	L, mm	W, 10E -4J	P/L
Valoare de referință	14,5	55	Corecție la u 14%	75	130	200	0,55
2005	14,7	56	56,45	111	62	270	1,8
2006	14,8	57	57,53	120	62	286	1,95
2007	14,5	56,7	57	124	66	286	1,87
2008	13,9	57,2	57,13	126	66	297	1,92
2009	14,1	56,2	56,3	136	69	269	1,99
2010	14,6	57,5	57,9	125	79	253	1,60

4.1.2. Caracterizarea fizico-chimică și reologică a făinii 1250

- Cu excepția anului 2009, umiditatea a avut valori peste limita de referință, cu max 6,4%, în lunile de iarnă, probabil datorită condițiilor climatice.
- Conținutul de gluten umed a fost peste valoarea de referință cu 4,4% în anul 2010, în restul perioadelor studiate s-a situat sub limită, cu max 4,6%, în anul 2008
- Conținutul de proteine, în toți anii și toate lunile a fost peste valoarea de referință, cea mai mare valoare înregistrându-se în anul 2010, cu peste 21%.
- Conținutul de cenușă s-a încadrat în limitele legale, cu mici depășiri (de până la 1%) în 2007 și 2009.
- Indicele de deformare s-a situat sub valoarea de referință, cea mai mare diferență (de 22,5%) a fost înregistrată în 2009.
- Media anuală a indicelui de cedere a fost peste valoarea de referință, cele mai mari valori înregistrându-se la finurile din anii 2005 cu 24,2%.
- Capacitatea de hidratare în toți anii a fost peste valoarea de referință, cea mai mare fiind la făina din anul 2010 (cu cca 5%) și cea mai mică la făina din anul 2009 (cu cca 2%).

Tabelul 4.3 Caracteristicile fizico-chimice medii anuale ale făinii 1250 în anul 2005 -2010

An fabricatie/ luna	Umiditate %	Aciditate, grade	Gluten umed, %	Indice de deformare , mm	Cenusa, %su	Conținut de proteine% su	Indice de cadere, sec
Valoare de referin	14,5	4	24	5	1,25	10	200
2005	14,9	2,9	23,9	4,0	1,25	12,1	330
2006	15,5	2,9	23,5	3,5	1,23	11,9	320
2007	15,2	3,4	24,2	3,5	1,26	12,1	310
2008	14,8	2,4	22,9	3,5	1,24	11,1	280
2009	14,5	2,9	24,0	3,1	1,26	12,6	320
2010	14,6	2,8	25,1	3,5	1,24	12,8	400

• Tenacitatea P, a fost pentru toată perioada analizată peste valoarea de referință cu valori max 50% mai mari în anul 2009.

• Extensibilitatea L, s-a situat pentru toți anii sub limita de referință, cea mai mică valoare înregistrându-se în anul 2007 (cu 75% mai mic decât valoarea de referință)

• Energia W, a avut valori sub valoarea de referință, cea mai mare diferență fiind în anul 2005 (cu 86%)

• Valorile raportului P/L s-au situat în anii 2008, 2009, 2010 mult peste valoarea recomandată pentru făinurile de panificație, cu până de 3,6 ori mai mare în anul 2009, 2010.

În concluzie,

✚ Din punct de vedere fizico-chimic, făina de grâu alb 1250 studiată în perioada 2005-2010, a fost corespunzătoare., tabelul 4.3.

✚ Din analiza caracteristicilor reologice a rezultat că făinurile analizate au avut amidon deteriorat, gluten scurt și rezistent, ceea ce impune corecții atât în procesul tehnologic, cât și din ameliorare (adaos de L cistein), tabelul 4.4.

✚ Făina 1250 nu poate fi prelucrată singură, pentru a obține produse de panificație cu volum bun.

Tabelul 4.4 Caracteristicile reologice medii anuale ale făinii 1250 în perioada 2005-2010

An fabricatie	Umiditate %	Capacitate de hidratare %	CH	P, mmH ₂ O	L, mm	W, 10 E -4J	P/L
Valoare de referinta	14,5	60	Corecție la u 14%	75	130	200	0,65
2005	14,9	62,5	63,16	28	30	28	0.95
2006	15,5	62,4	63,5	26	31	29	0.87
2007	15,2	65,2	66,12	27	32	34	0.85
2008	14,8	63,8	64,4	30	29	36	1.05
2009	14,5	64,4	64,77	33	29	38	1.17
2010	14,6	65,4	65,85	32	21	31	1.6

4.1.3. Studiul influenței anului de recoltare și tipului de făină asupra caracteristicilor fizico-chimice și reologice prin metoda ANOVA

Acest studiu a condus la următoarele concluzii:

- Cenușa (tipul de făină) și anul de recoltare au o influență semnificativă ($P < 0,005$) pentru următoarele caracteristici fizico-chimice: imiditate, gluten umed, aciditate, indice de deformare și conținut de proteine
- Capacitatea de hidratare și indicele de cedere sunt ne semnificativ influențate de tipul de făină și anul de recoltare.
- Prin modelarea statistică a datelor și analiza coeficienților de regresie liniară și corelația parametrilor, rezultă că energia W este maximă (265,97) la un conținut de cenușă de 0,65% și conținut de gluten umed de 26,1%, care caracterizează făina de grâu alb 650 din recolta 2011. Pentru făinurile cu cenușă 1,25%, care caracterizează făina de grâu 1250, s-a obținut un maxim pentru energia W , de 150 pentru anul 2011, glutenul umed în acest an fiind de 23,9%.

4.1.4. Caracterizarea fizico-chimică și reologică a făinurilor 650 și 1250, din anul 2011

- Din considerentele menționate anterior, au fost studiate și analizate în continuare făinurile 650 și 1250 din anul 2011, pentru obținerea de produse de panificație cu adaos de *Spirulina platensis*.
- Valorile pentru glutenul umed sunt peste valorile de referință, cu excepția lunilor ianuarie, iunie și decembrie la făina 650 și ianuarie, martie, august, septembrie și octombrie la făina 1250.
- Cenușa s-a încadrat în limite normale toată perioada anului la făina 1250 și 650 cu excepția lunilor februarie și iulie.
- Conținutul de proteine la ambele tipuri de făină a fost în toate lunile anului 2011 superior valorii de referință, făina 1250 fiind mai bogată în proteine cu aprox. 2%.
- Cu excepția lunii septembrie, indicele de cedere a fost peste limita de referință, cu până la 9%, cea mai mare valoare înregistrându-se în lunile noiembrie și decembrie.
- Pentru făina 1250 se observă că tenacitatea P este în medie de 136 mm, iar pentru făina 650 este în medie 117 mm, ambele probe având P cu cca 55% peste limita de panificare (75-80 mm). În consecință, produsul finit nu poate fi obținut cu volum și porozitate satisfăcătoare.
- Legat de energia W , acesta este în medie 150 E10-4J la făina 1250, cu cca 25% mai mic decât valoarea de referință. În cazul făinii 650, s-au obținut rezultate comparabile cu valorile de referință 297 E10-4J.
- Mixogramele obținute ne dau indicații cu privire la modul de comportare al făinurilor în fluxul tehnologic. Se observă că între energia W și $C2$ timpul de denaturare al proteinelor există corelații. Pentru un W de 150 E10-4J la făina 1250 s-a înregistrat $C2$ 17,3 min, față de W 297 E10-4J la făina 650 unde $C2$ a fost de 16,7 min.
- Timpul de dezvoltare obținut pentru făina 1250 a fost de 4 min și 3 min pentru făina 650. Stabilitatea a fost de 10 min pentru făina 1250 și 6,5 min pentru făina 650. Gradul de înmuiere pentru făina 1250 a fost de 82 UF și 77 UF pentru făina 650.

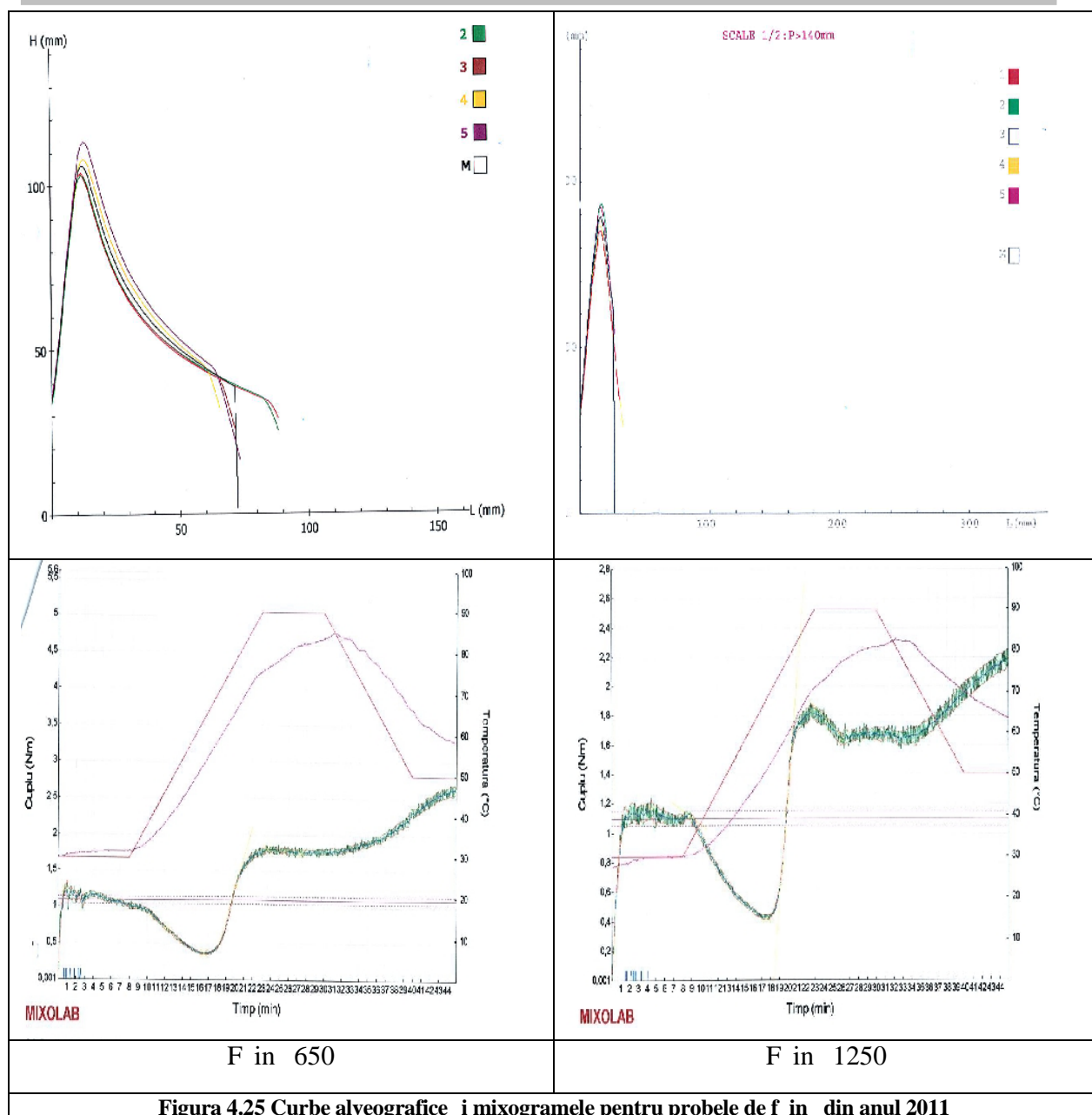


Figura 4.25 Curbe alveografice și mixogramele pentru probele de făină din anul 2011

4.2 Caracteristici de calitate ale *Spirulinei platensis*

Comparativ cu datele din Farmacopeea Română X: 2001, și așa cum reiese din tabelul 4.8, *Spirulina platensis* utilizat în experimente se caracterizează astfel:

Tabelul 4.8. Caracteristici fizico – chimice ale probelor de *Spirulina platensis*

	Umiditate %	Cenușă totală, % min	Cenușă insolubilă în acid clorhidric, % min	Densitate, kg/litru	Proteine, min %	Glucide, max %	Grăsimi, max %	Substanțe minerale, min %	Fibră, min %
Valoare de referință	3	4,0	1,5	0,47	60,0	20,0	5	7	9,0
Valoare obținută din analize	2,5	4,7	1,6	0,5	62,0	18,0	1,6	10,5	9,5

- Conținut mult mai scăzut de glucide, cu 2%,
- Conținut mai bogat cu 2% în proteine,
- Conținut mai mare de fibre cu 0,5%
- Conținut cu 3,5% mai mare de substanțe minerale

Tabelul 4.10 Analiza cantitativă și calitativă a substanțelor minerale din *Spirulina platensis*

```

Sample : Proba Spirulina
Operator: Monica Dinu
Comment : sample cell 6um mylar
Group : powder_air
Date : 2011-05-06 18:14:33

Measurement Condition
-----
Instrument: EDX-900 Atmosphere: Air Collimator: 10(mm) Spin: Off
-----
Analyte TG kV uA FI Acq.(keV) Anal.(keV) Time(sec) DT(%)
-----
Na-U Rh 50 1000-Auto ---- 0 - 40 0.00-40.00 Live- 100 2
Quantitative Result
-----
Analyte Result (Std.Dev.) Proc.-Calc. Line Int.(cps/uA)
-----
====[No. 1 Layer]====< Layer1 >=====
6.000 um (-----) Fix -----
ClO8H8O4 100.000 % (-----) Fix -----
====[No. 2 Layer]====< Base >=====
Cl 52.082 % ( 0.142) Quan-FP ClKa 1.6163
K 31.499 % ( 0.092) Quan-FP K Ka 1.2449
P 11.324 % ( 0.127) Quan-FP P Ka 0.1279
Ca 2.612 % ( 0.041) Quan-FP CaKa 0.1384
Fe 1.904 % ( 0.041) Quan-FP S Ka 0.0576
S 0.257 % ( 0.003) Quan-FP FeKa 0.1352
Zn 0.105 % ( 0.001) Quan-FP ZnKa 0.1299
Mn 0.091 % ( 0.003) Quan-FP MnKa 0.0353
Cu 0.062 % ( 0.001) Quan-FP CuKa 0.0645
Br 0.052 % ( 0.001) Quan-FP BrKa 0.1131
    
```

- Dintre sărurile minerale: ponderea cea mai mare o are potasiu 31,5%, fosfor 11,3%, calciu 2%, fier 1,9%, urmate de celelalte minerale, în procent mai mic de 1% în cazul cupru, mangan, zinc., importante pentru creșterea valorii nutritive, ca în tabelul 4.10.
- Din punct de vedere microbiologic, este sigur pentru consum: nu conține *Salmonella* și *E. coli*, conținutul de bacterii, drojdii și mușcăiuri, Enterobacteriaceae, sunt cu 10^3 mai mici decât valorile legale.

Drojdia de panificație

- Umiditatea și capacitatea de dospire în aluat sunt sub limitele de referință
- Drojdia corespunde din punct de vedere microbiologic: *Salmonella* este absent, numărul de *E. coli* este cu 10^2 mai mic decât valoarea maximă admisă, mușcăiurile sunt cu 10^1 mai puține, iar numărul total de celule vii este cu 10^2 mai mare.

Apa

- Din punct de vedere organoleptic (culoare, turbiditate, gust, miros) și fizico-chimic (pH, duritate totală, amoniu, fier, clor rezidual liber și legat, calciu) se încadrează în limitele legale de potabilitate.
- Apa este corespunzătoare din punct de vedere microbiologic: nu conține *E. coli*, Enterococi fecali, *Chlostridium*, conține un număr de 21^0 ufc/l la 22°C și 174 ufc/l la 37°C.

5. CERCETĂRI PRIVIND OBȚINEREA UNUI PRODUS DE PANIFICAȚIE ÎMBOGĂȚIT ÎN PROTEINE

În studiile efectuate s-a stabilit că făina utilizată la fabricarea produsului cercetat va fi compusă dintr-un amestec de făină 650 cu 1250.

Studiul prezentat în acest capitol are drept scop stabilirea amestecului optim dintre aceste două făini în funcție de proprietățile reologice și de aportul de proteine.

După stabilirea amestecului optim se va stabili rețeta de fabricație, care include procentul optim de *Spirulina platensis*, diagrama de flux. Stabilirea procentului optim de *Spirulina platensis*-a efectuat prin analiza probelor făină cu diverse procente adăugate, analiza organoleptică, fizico-chimică a chiflelor, analiza senzorială și a aminoacizilor esențiali în produsul finit.

S-a definitivat tehnologia de fabricație cu parametrii de lucru și specificația tehnică a produsului finit, incluzând valoarea energetică.

5.1 Stabilirea rețetei de fabricație

Această etapă presupune stabilirea amestecului optim de făină de *Spirulina platensis*. Pentru a stabili procentul din fiecare sortiment de făină s-au analizat mai multe variante de amestec.

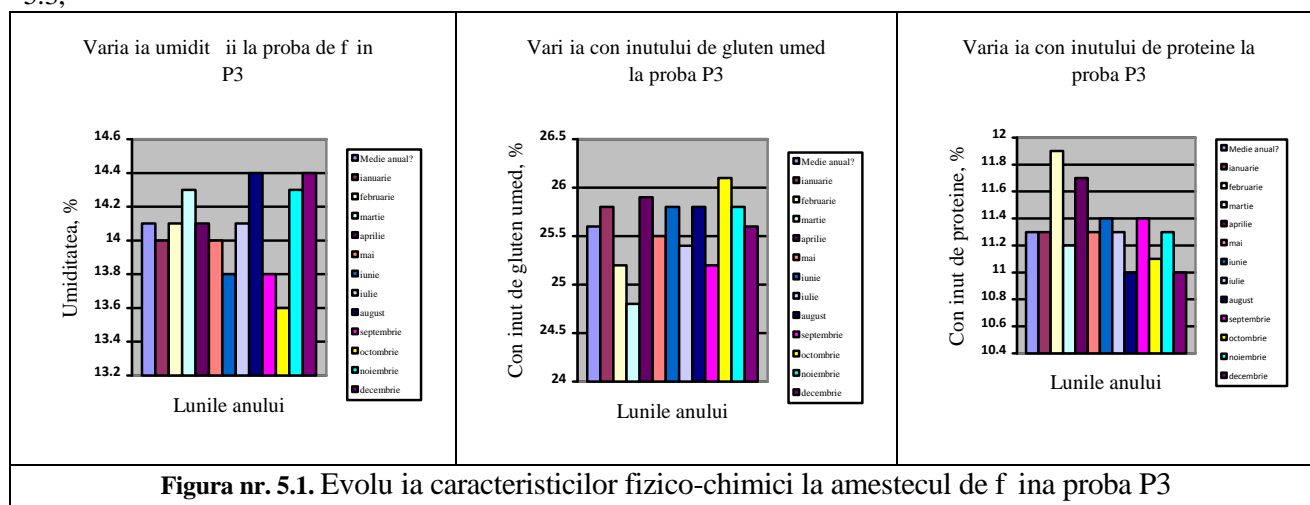
5.1.1 Cercetări privind caracteristicile fizico-chimice ale amestecurilor de făină

Urmare a cercetării anterioare s-a stabilit că pentru experimentele ulterioare se vor lua în lucru făinuri din recolta 2011. Pentru aceste făinuri au fost propuse și studiate mai multe variante de amestecuri. Pentru fiecare dintre variante s-au efectuat analize fizico-chimice și reologice, prezentate tabelul 5.1.

Tabelul 5.1 Variante de amestecuri de făinuri. Codificare

Cod probă	Făină 650, %	Făină 1250, %
P1	100	0
P2	0	100
P3	50	50
P4	60	40
P5	40	60

Rezultatele analizelor fizico-chimice ale amestecurilor P3, P4 și P5 sunt evidențiate în figurile 5.1, 5.2, 5.3,



doar în luna octombrie a fost cu cca 1% mai mare față de valoarea de referință. Conținutul de proteine a fost în toate lunile anului peste media anuală de 11,3%.

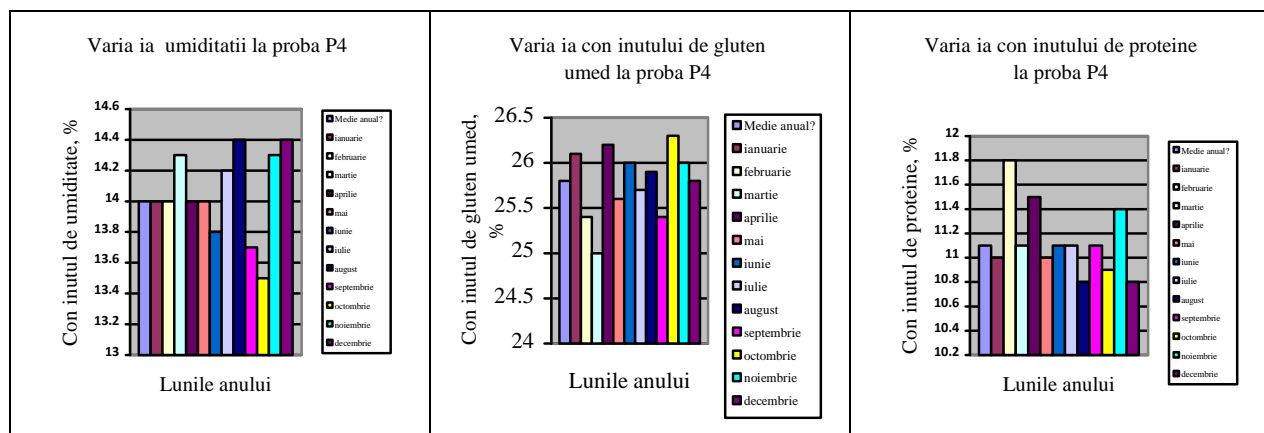


Figura nr. 5.2. Evoluția caracteristicilor fizico-chimice la amestecul de făină proba P4

Analizând rezultatele obținute la proba P4 pentru fiecare caracteristică fizico-chimică pe fiecare lună a anului 2011 se observă că pentru conținutul de umiditate nu s-au înregistrat valori depășite față de referință, 14,5%. Glutenul umed a avut valori peste media anuală de 25,6% în lunile ianuarie, aprilie, iunie, august, octombrie, noiembrie și decembrie, valori care s-au corelat cu conținutul de proteine, care a atins valori peste media anuală de 11,1%.

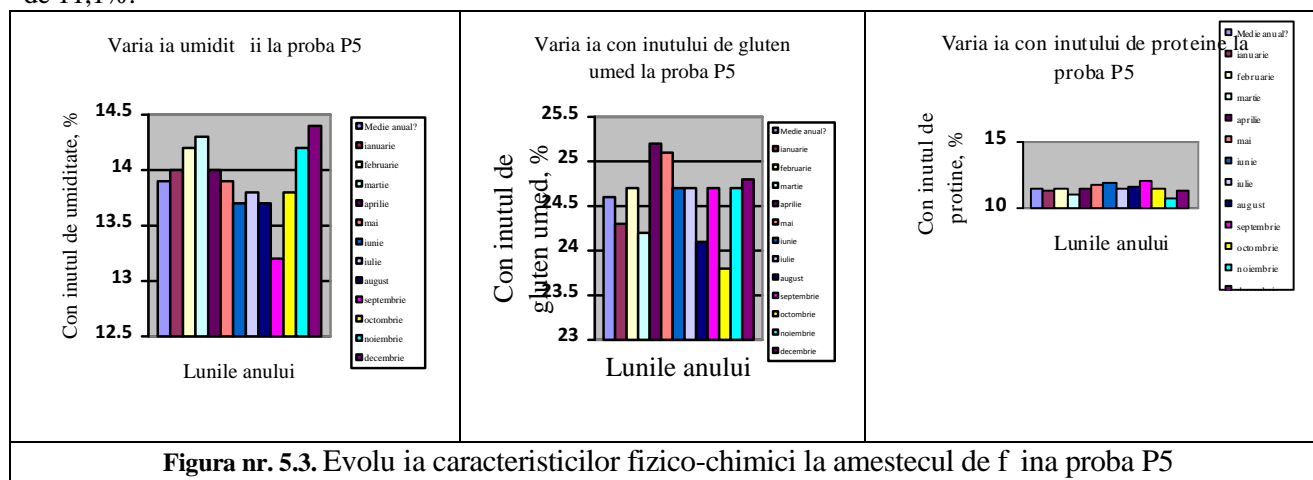


Figura nr. 5.3. Evoluția caracteristicilor fizico-chimice la amestecul de făină proba P5

Rezultatele pentru proba P5 a fiecărei caracteristici fizico-chimice din fiecare lună a anului 2011 arată că umiditatea nu a înregistrat valori depășite față de valoarea de referință. Glutenul umed a avut valori cu cca 2...2,5% peste media anuală de 24,6% în lunile februarie, aprilie, mai, iunie, iulie, octombrie, septembrie, noiembrie și decembrie, valori care s-au corelat cu un conținut de proteine peste 11,4%, cât a fost media anuală.

Din studiul rezultatelor obținute se observă că procentul optim de proteine se înregistrează la proba P5, unde media anuală a fost de 11,4% și în care făina 1250 are un aport de 60%. Conținutul de gluten umed la proba P5 este de 24,6%, mai mic decât al probei P4 (25,8%) și al probei P3 (25,6%). În consecință, pentru a avea o corelare a caracteristicilor fizico-chimice cu cele de panificație, se impune evaluarea comportamentului reologic al amestecurilor de făinuri.

5.1.2. Cercetări ale proprietăților reologice pentru amestecurile de făină

Caracteristicile reologice ale probelor P3, P4, P5 au fost evaluate cu alveograful Chopin și cu Mixolabul Chopin determinându-se capacitatea de hidratare CH la umiditatea de 14%, precum și energia făinii W, tenacitatea P, extensibilitatea L, dar și raportul P/L. Pentru fiecare probă s-au efectuat câte 3 determinări ale caracteristicilor (tabelul 5.2).

Tabelul 5.2 Caracteristicile reologice medii ale probelor P3, P4, P5

Proba	Capacitate de hidratare % la umiditatea 14%	P, mmH ₂ O	L, mm	W, E -4J	P/L
P3	61,4	123	45	212	2,73
P4	60,4	119	51	223	2,33
P5	65,4	125	40	195	3,13

Oportunitatea de a realiza amestecurile este dovedită de creșterea substanțială a energiei W, în toate cazurile, ajungând chiar la o creștere de 52% în cazul P4, față de W 150 E -4J, la proba P2, cu consecințe directe asupra prelucrabilității aluatului. De asemenea, se remarcă o creștere a capacității de hidratare a probelor P3, P4 și P5, în medie cu 7...8% față de P1, la care CH este 60,6% (fina 650), lucru care poate avea efect benefic asupra randamentului în pâine cu influențe directe asupra costurilor. Amestecurile realizate, prin variația proporțiilor de finuri 650 și 1250, au proprietăți reologice și de panificație vizibil îmbunătățite față de probele de referință P1 și P2. Acest lucru este dovedit și de alveogramele și mixogramele din figurile 5.4 și 5.5

Analizând datele obținute, se poate remarca faptul că, din punct de vedere reologic, proba P5, deși are aportul procentual maxim de proteine dintre amestecuri, are un comportament reologic mai slab decât al probelor P4 și P3, în care este mai mare proporția de fină 650. Astfel, energia W a probei P5 este de 195 E -4J, cu 12,6% mai mic decât a probei P4 (223 E -4J), cu 8% mai mic decât a probei P3 (212 E -4J), dar cu 30% mai mare decât a probei P2 (150 E -4J).

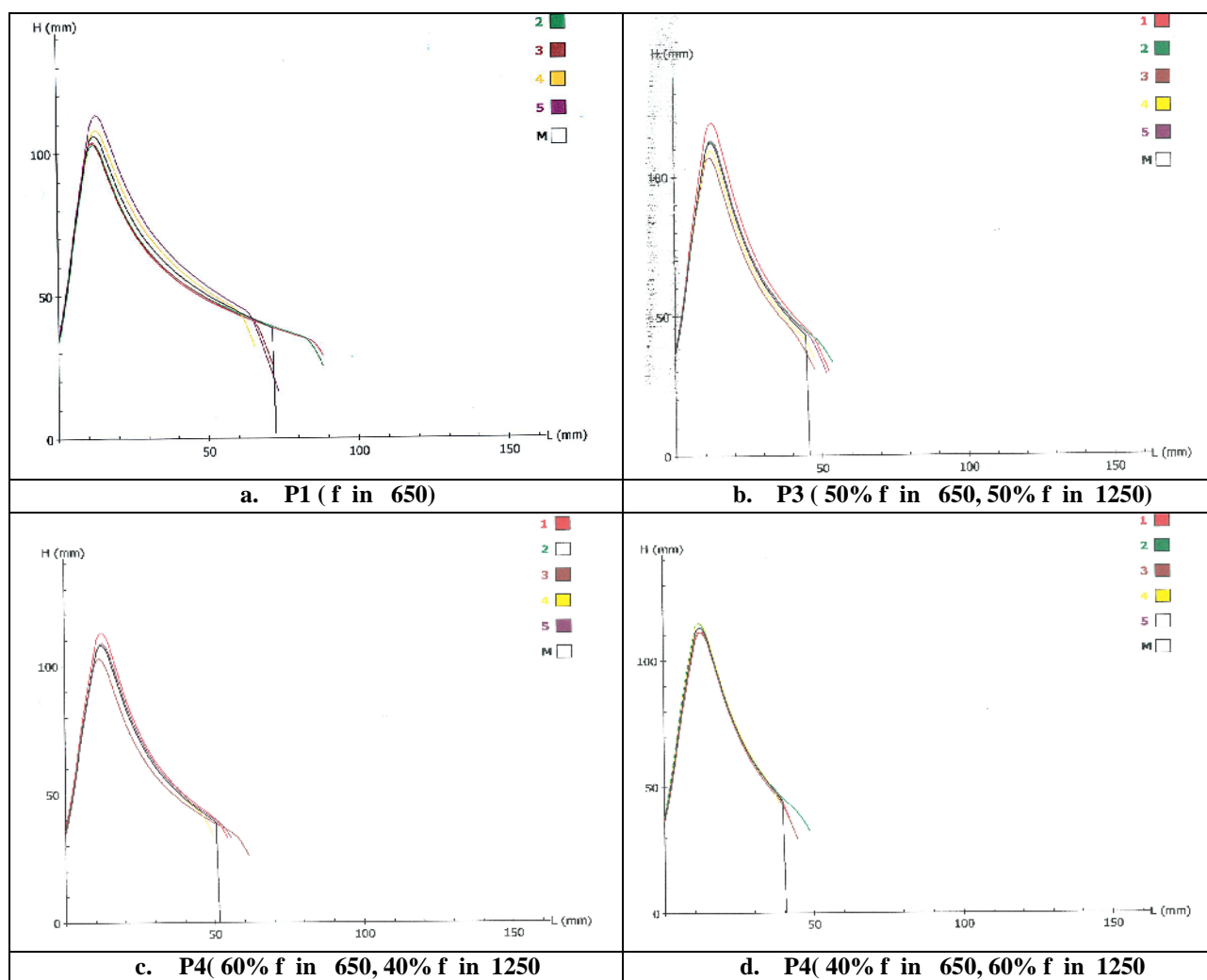
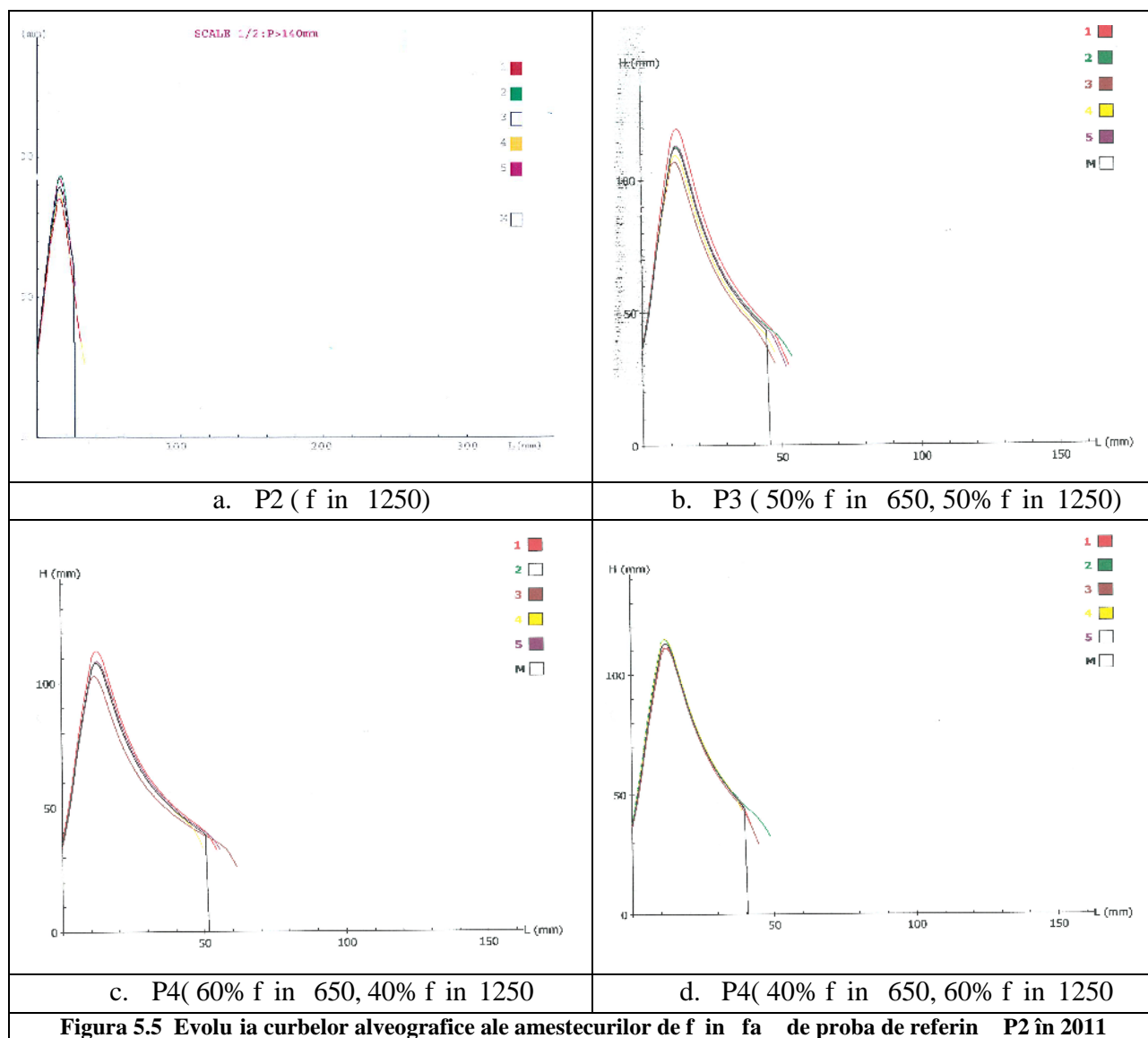


Figura 5.4 Evoluția curbelor alveografice ale amestecurilor de fină față de proba de referință P1 în 2011

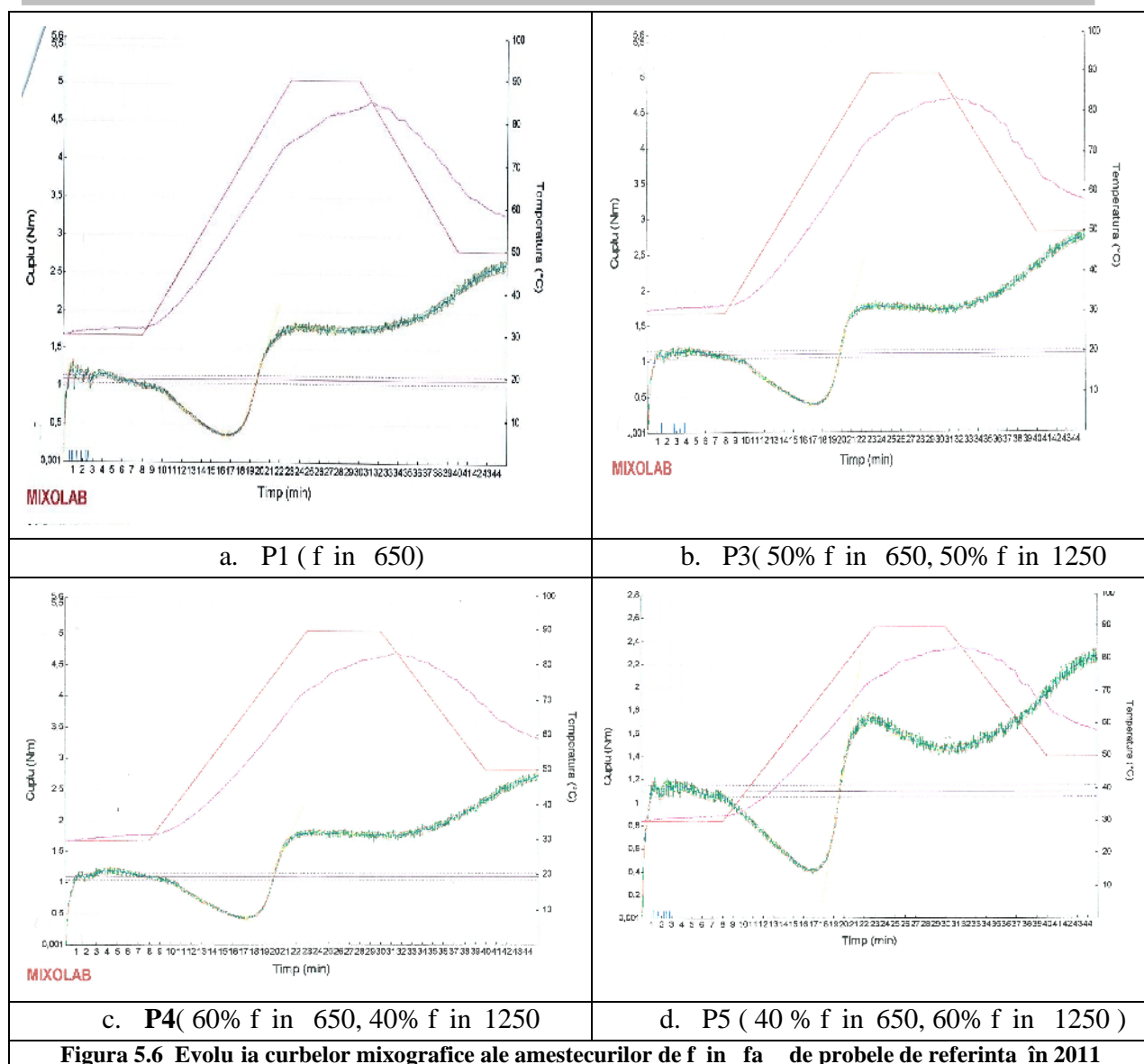
Diferențele între caracteristicile reologice ale făinii 650, 1250 și ale amestecurilor se observă în figurile 5.4, 5.5 și 5.6 unde sunt prezentate alveogramele și mixogramele.



Pentru o imagine mai complexă privind caracteristicile reologice ale făinurilor acestea s-au analizat și cu ajutorul mixolabului Chopin.

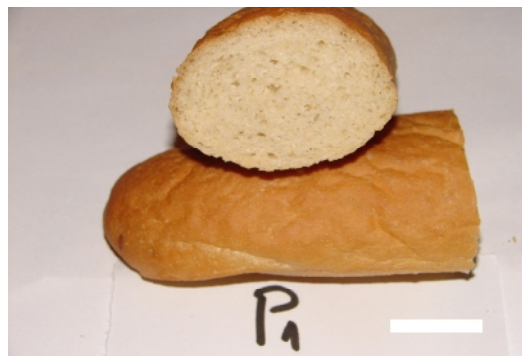
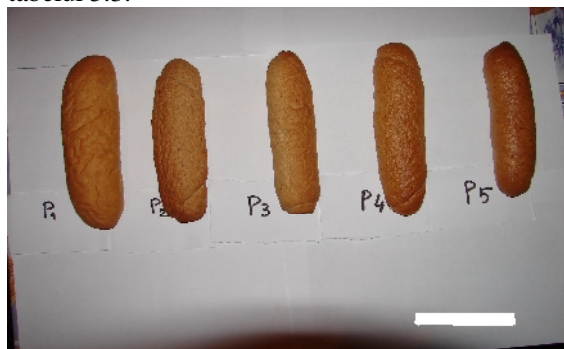
Analizând mixogramele din figura 5.6. se observă că scăderea energiei W duce la creșterea timpului de deteriorare a proteinelor C2. Față de făina 650 (P1) se observă o creștere a punctului C2 cu 2,07% la proba P3, cu 4,57% la proba P4 și cu 2,77% la proba P5.

Faptul că valoarea cea mai mare se obține la proba P4 și înțind conținutul dintre C2 și W există o corelație pozitivă, înseamnă că proteinele făinii au stabilitate maximă în timpul procesului tehnologic, la amestecul de făinuri P4.



5.1.3. Verificarea și validarea amestecurilor de făină alese prin probe de coacere

Pentru a avea o imagine completă asupra comportamentului tehnologic al amestecurilor de făină, s-au efectuat probe de coacere. Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 5.7, iar volumul determinat este redat în tabelul 5.3.



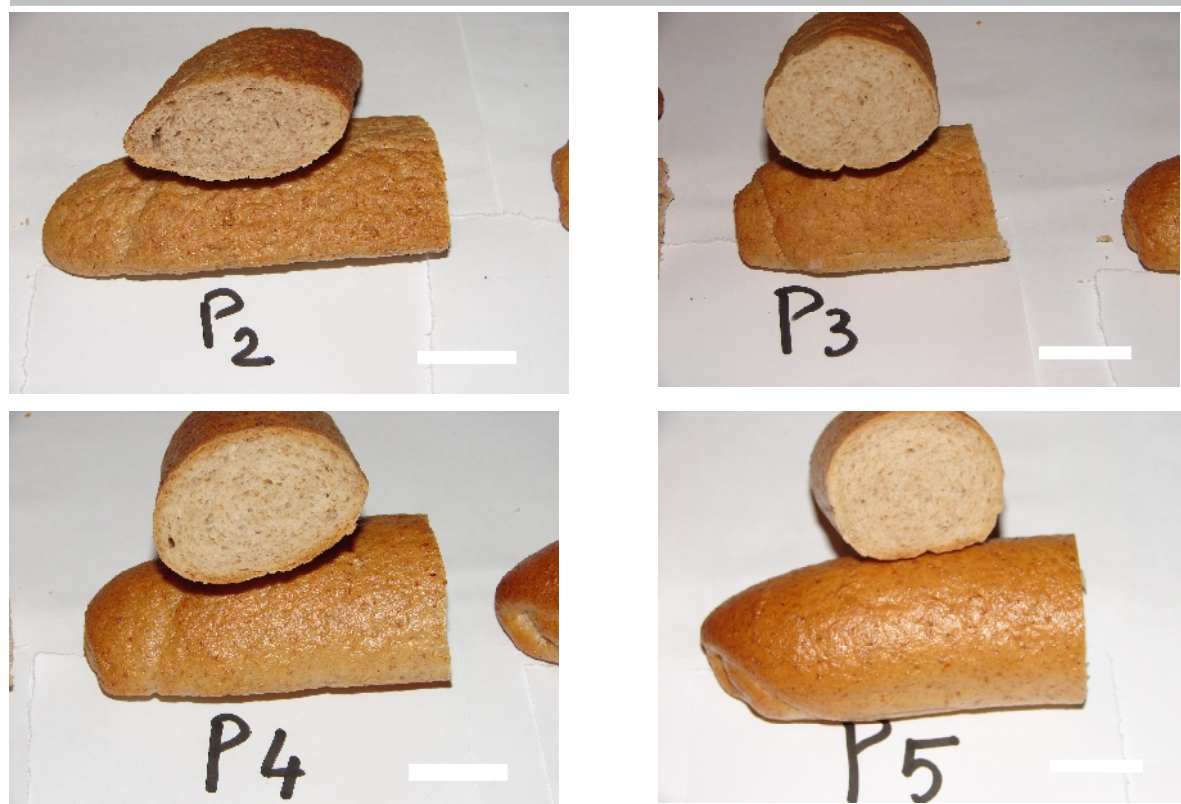


Figura 5.7 Probe de coacere pentru făinurile 650, 1250 și amestecurile lor

În figura 5.7. sunt prezentate chiflele hot-dog obținute ca rezultat al probelor de coacere. Sunt redată atât probele de referință din făină de grâu alb 650 și făină de grâu 1250, cât și probele obținute din amestecurile de făină în proporțiile discutate anterior și notate în tabelul 5.1. Pentru a avea o concluzie cât mai obiectivă s-au determinat volumele pentru fiecare sortiment de chiflă. Au fost efectuate câte 3 determinări, iar rezultatele se regăsesc în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3 Volume obținute în urma probelor de coacere pentru făinurile P1, P2, P3, P4, P5

Proba	Volum, cm ³ / 100g		
	Minim	Maxim	Medie
P1	480	500	490
P2	250	300	275
P3	400	460	430
P4	420	480	450
P5	310	470	390

Analizând datele din tabelul 5.3. se observă faptul că pentru produsele chifle hot dog, volum mediu peste 450 cm³/ 100 g se obține la proba P4, care este mai mare cu 4,4% decât volumul obținut din proba P3 de făină și mai mare cu 13% decât volumul obținut cu proba P5 de făină.

Comparând rezultatul volumelor obținute la probele din făina P4 cu cel obținut din făinurile P1 și P2, considerate de referință, se remarcă faptul că volumul chiflilor hot-dog din făina P4 este mai apropiat de volumul chiflilor hot-dog obținute din făina de grâu alb 650, notată P1, diferența fiind de cca 8% în favoarea chiflilor P1.

Aceste rezultate statuatează alegerea făinii proba P4 pentru cercetările ulterioare și confirmă faptul că P4 este amestecul optim de făinuri din punct de tehnologic.

5.1.4. Validarea statistică a datelor privind amestecul optim de făinuri

Pentru confirmarea rezultatelor obținute prin analizele fizico-chimice și reologice s-a efectuat analiza statistică a datelor ANOVA.

- **Analiza componentei principale a făinurilor cu diferite conținuturi de cenu**

Pentru evaluarea efectului global al proprietăților fizico-chimice și reologice asupra tipului de făină, din punct de vedere descriptiv se face *analiza componentei principale*.

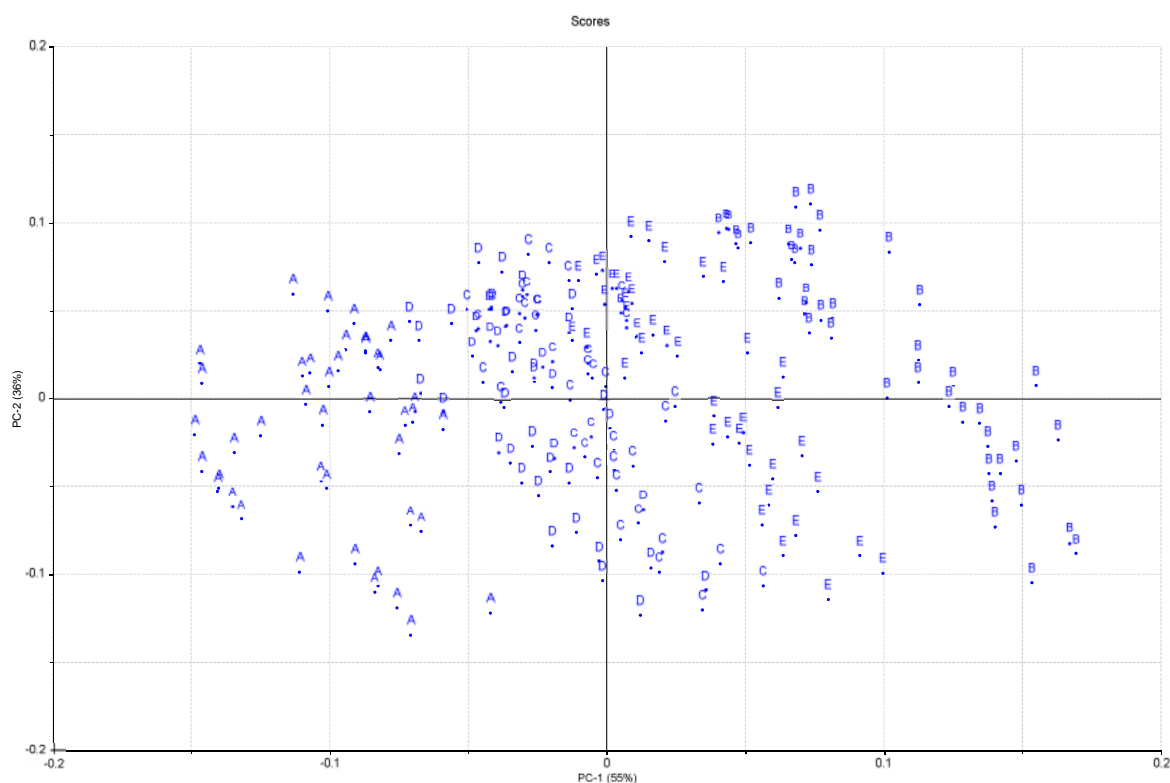
În figurile 5.8 și 5.9 sunt prezentate scorurile probelor în spațiul redus și influența parametrilor fizico-chimici ai analizei componentei principale realizate, cei doi parametri (PC-1 și PC-2) explicând, împreună, 91% din variația setului de date.

Componenta principală 1 (PC-1) explică 55% din variație, în timp ce componenta 2 (PC-2) explică 36% din variație.

Componenta principală **PC-1** distinge probele de făină în funcție de parametrii reologici (tenacitate - P, extensibilitate - L, energie - W și P/L) și parametrii fizico-chimici (gluten, IC-indice de cedere, ID-indice de deformare, umiditate, aciditate, proteine, CH-capacitate de hidratare, cenu și numărul de drojdii).

Componenta principală **PC-2** distinge variabilele P, W, L și P/L față de gluten, indice de cedere, indice de deformare și umiditate, care sunt opuse unele față de celelalte.

Nota: redenumirea probelor a fost necesară pentru a nu se confunda cu P-tenacitatea și CP componenta principală



Fi

Figura 5.8 Analiza componentei principale – scorurile reduse a probelor de făină în spațiul redus

Figura 5.8., PC-1 față de PC-2 prezintă, o apropiată asociere pe de o parte între gluten, indice de cedere (IC) și indice de deformare (ID), pe de altă parte între proteine și capacitate de hidratare (CH) și nu în ultimul rând între caracteristicile reologice tenacitate (P) și energie (W).

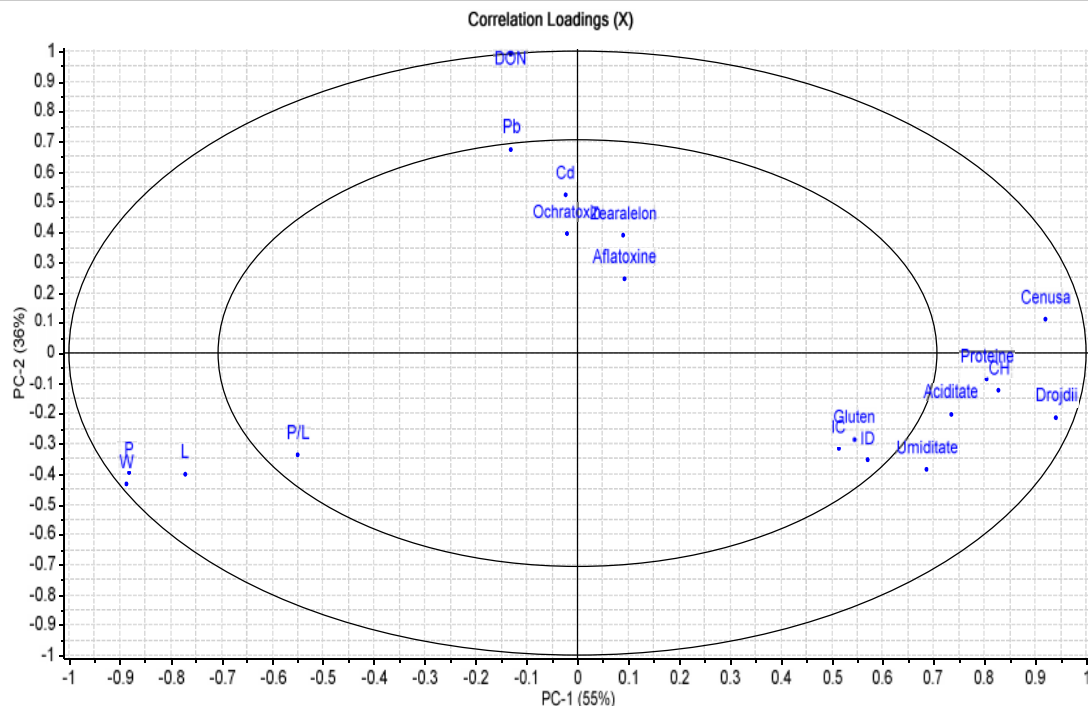


Figura 5.9 Analiza componentei principale - influența parametrilor fizico-chimici și reologici

În figura 5.9 se observă foarte bine diferențierea făinurilor în funcție de procentul de cenură: A (făină în -650), B (făină în -1250), C (făină în -60% -650 și 40% -1250), D (făină în -50%-650 și 50%-1250) și E (făină în -40% -650 și 60%-1250).

- Conținutul de cenură este puternic corelat negativ cu toți parametrii reologici ai făinii, în timp ce este corelat pozitiv cu CH. Parametrii fizico-chimici sunt slab corelați între ei, se observă doar o corelație pozitivă în cazul cenușii cu conținutul de proteine.

- Regresia liniară a fost utilizată în scopul obținerii de modele predictibile ale evoluției parametrilor reologici (CH, P, L, W și P/L) în funcție de caracteristicile fizico-chimice ale făinii (aciditate, gluten umed, proteine, cenură, indice de deformare, indice de cădere).

- Prin analiza reologică și modelarea statistică a datelor și analiza coeficienților de regresie liniară și corelația parametrilor a rezultat că energia W este maximă la un conținut de cenură de 0,85% și un conținut de gluten umed de 25,8%, care caracterizează amestecul de 60% făină de grâu alb 650 și 40% făină de grâu negru 1250, figura 5.17

Se observă că cea mai ridicată corelație pozitivă este obținută între parametrii reologici P și L, P și W, P și P/L, W și L și W și P/L.

Conținutul de cenură este puternic corelat negativ cu toți parametrii reologici ai făinii, în timp ce este corelat pozitiv cu capacitatea de hidratare.

Parametrii fizico-chimici sunt slab corelați între ei, se observă doar o corelație pozitivă în cazul cenușii cu conținutul de proteine.

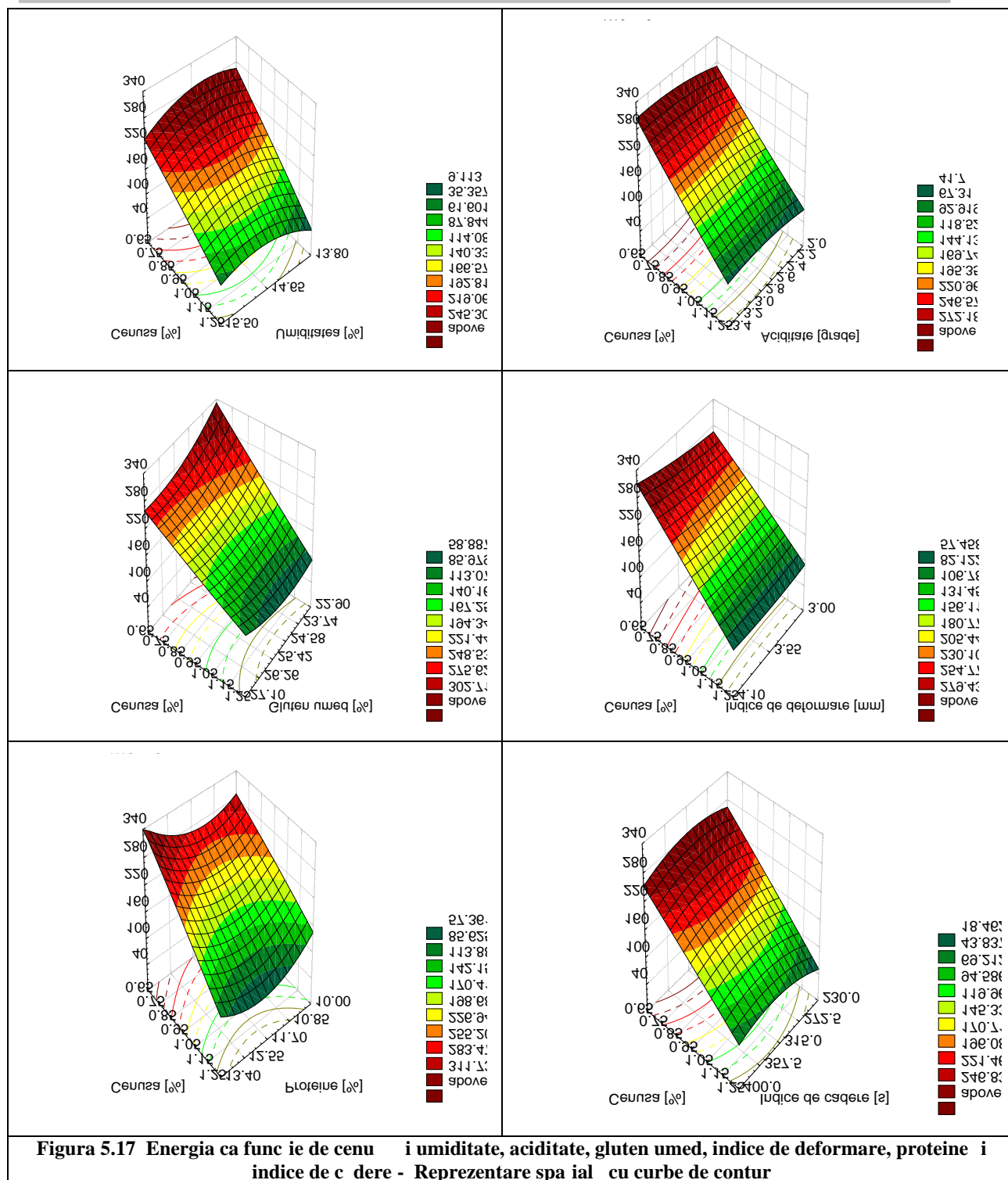
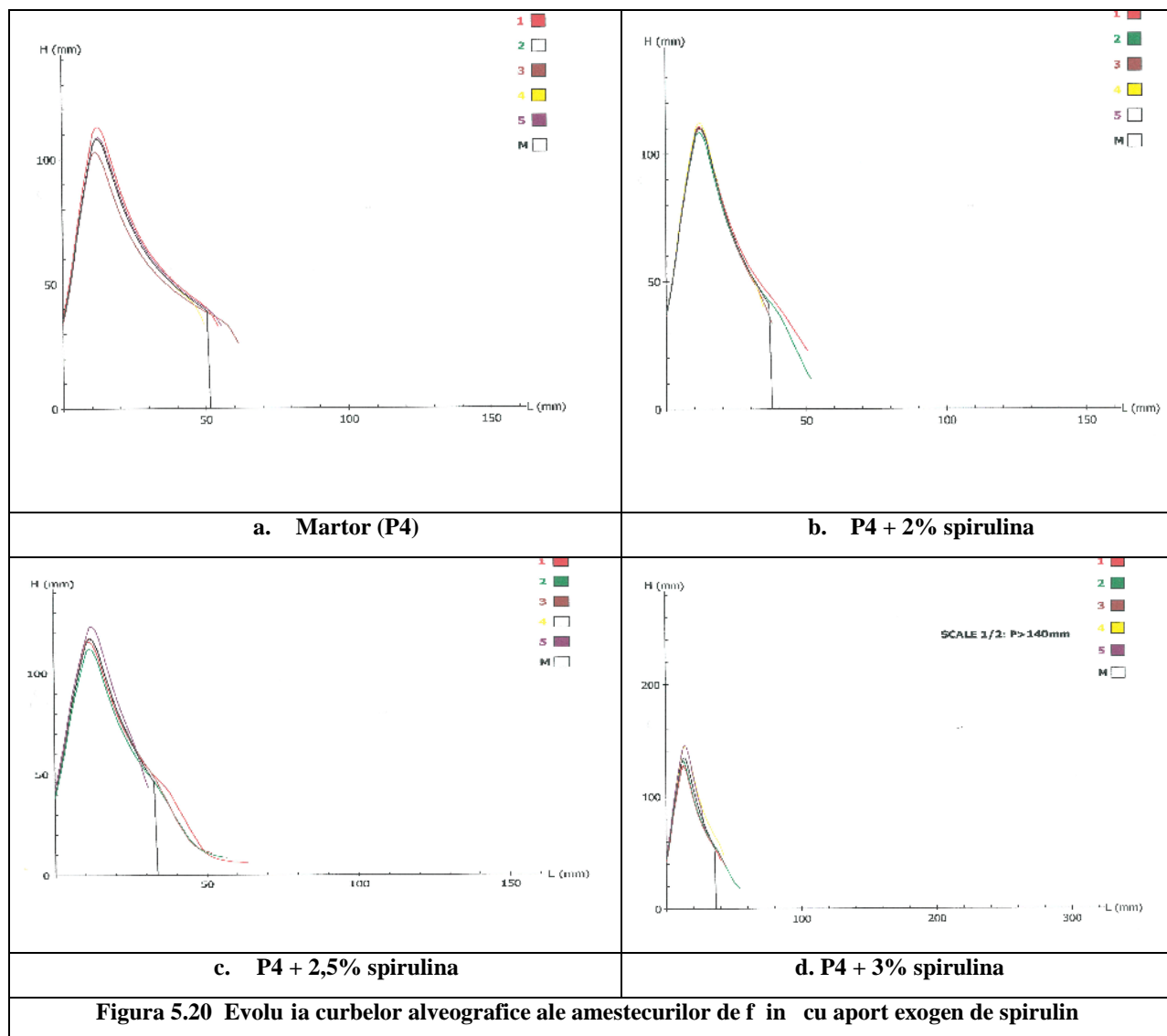


Figura 5.17 Energia ca funcție de cenușă și umiditate, aciditate, gluten umed, indice de deformare, proteine și indice de cădere - Reprezentare spațială cu curbe de contur

Din punct de vedere reologic, prin modelarea statistică a datelor și analiza coeficienților de regresie liniară și corelație a parametrilor, rezultatul este că energia W , este maximă la conținut de cenușă de 0,85% și conținut de gluten umed de 25,8%, care caracterizează proba P4 (60% f in 650 și 40% f in 1250).

Metoda statistică confirmă rezultatele studiului și, în consecință, această probă, P4 (60% f in 650 și 40% f in 1250) a fost identificată și aleasă ca materie primă pentru continuarea cercetărilor privind posibilitatea de obținere a unui produs de panificație cu valoare nutritivă ridicată, prin adaos de *Spirulina Platensis*.

Pentru a vedea influența eventual negativă, asupra proprietăților reologice ale făinii prin adăosurile de *Spirulina platensis*, s-au efectuat alveograme și mixograme la probele obținute (figura 5.20).



Analizând alveogramele din figura 5.20 se remarcă faptul că, aportul exogen de *Spirulina platensis* nu influențează semnificativ comportamentele reologice ale probelor.

Comparativ cu proba de făină martor P4 prin adăugarea de 2% *Spirulinei platensis* energia W scade cu 21,5%, cu 22,86% pentru adăos de 2,5% și cu 3,14% pentru adăos de 3%.

Raportul P/L crește cu 29,4% pentru adăos de 2% *Spirulinei platensis*, cu 40,4% pentru adăos de 2,5% și cu 43,3% pentru adăos de 3%.

Adăosul de 2%, 2,5% și 3% *Spirulinei platensis* scade extensibilitatea cu 27,45%, 35,29% și 29,4%.

Spirulina platensis adăugat în făină determină scăderea energiei W și a extensibilității L și creșterea raportului P/L.

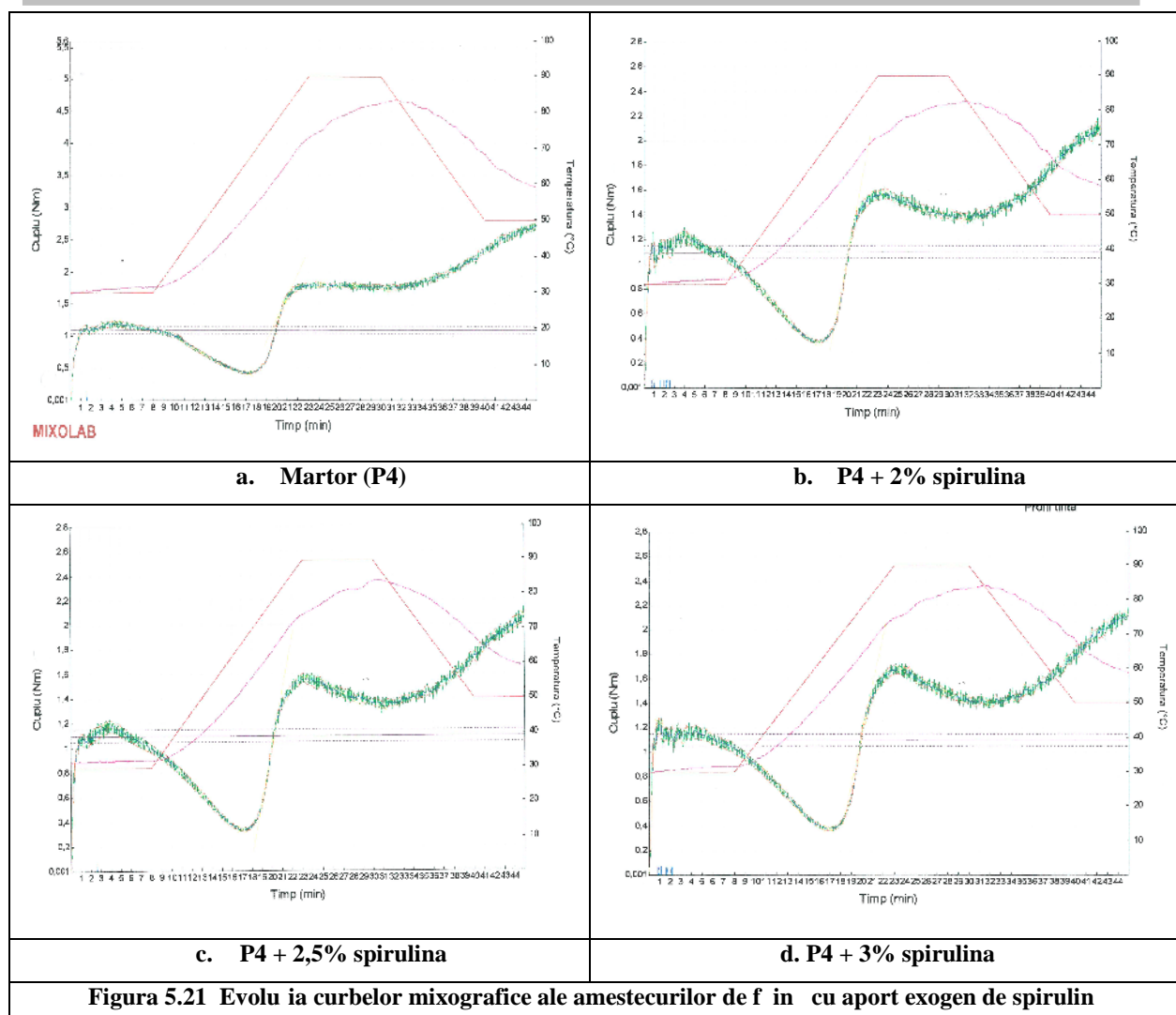


Figura 5.21 Evoluția curbelor mixografice ale amestecurilor de făină cu aport exogen de spirulină

Din studiul mixogramelor prezentate în figura 5.21 reiese că odată cu adăugarea *Spirulinei platensis* timpul de dezvoltare crește cu 0,5...1 minut față de proba P4.

Stabilitatea scade cu 22,7% pentru un procent de 2% *Spirulina platensis*, 18,18% pentru un adaos de 2,5% și cu 31,8% pentru un adaos de 3%. Deci cea mai bună stabilitate se obține la un adaos de 2,5% *Spirulina platensis*.

Pentru umiditatea finii de 14% nu sunt diferențe semnificative în capacitatea de hidratare.

Se observă că scăderea energiei W duce la scăderea timpului de deteriorare a proteinelor C2. Față de făina P4 se observă o scădere a punctului C2 cu 0,69% pentru un procent de 2% *Spirulinei platensis*, 1,44% pentru un adaos de 2,5% și cu 2,25% pentru 3% *Spirulina platensis* adăugat finii. Înțelegând corelația dintre C2 și W există o corelație pozitivă, înseamnă că proteinele finii nu au stabilitate în timpul procesului tehnologic odată cu adăugarea *Spirulinei platensis*, acest fapt ducând la alegerea fabricării produselor de gramaje mici.

Ca urmare a rezultatelor înregistrate cu alveoconsistograful Chopin și mixolabul Chopin, pentru a stabili procentul optim de *Spirulina platensis* s-au efectuat și probe de coacere.

5.2.2. Verificarea și validarea procentului de *Spirulina platensis* prin probe de coacere

Probele de coacere s-au efectuat conform unei rețete cadru calculată pentru 100 kg de făină proba P4 și prezentată în tabelul 5.15

Tabel 5.15. Rețete cadru pentru 100 kg faină

Ingrediente	Chifle mator M	Chifle cu adaos de spirulină		
		V ₁	V ₂	V ₃
		2 %	2,5 %	3 %
P4 (60% faină 650 și 40% faină 1250), kg	100	100	100	100
Drojdie, kg	3,88	3,88	3,88	3,88
Spirulină, kg	-	2	2,5	3
Sare iodată, kg	1,25	1,25	1,25	1,25

Au fost fabricate produse de panificație sub formă de chifle tip hot-dog de 60 grame / bucată, care au fost apoi evaluate din punct de vedere fizico-chimic și senzorial. Ca materie primă s-a utilizat amestecul de 60% faină 650 și 40% faină 1250 – proba P4 (cu un conținut mediu de 11,3% proteină raportat la s.u.), spirulină (cu un conținut de 62 % proteină raportat la s.u.), drojdie, sare iodată, apă.

S-a folosit metoda indirectă de fabricație pe baza rețetei cadru conform tabel 5.15

Produsele s-au copt pe tavă. S-au obținut chifle tip hot-dog care au fost codificate astfel:

✚ mator M

- varianta 1 cu 2% spirulină față de faină - V₁
- varianta 2 cu 2,5% spirulină față de faină - V₂
- varianta 3 cu 3 % spirulină față de faină - V₃.

Pentru fiecare variantă de adaos de *Spirulina platensis* s-au efectuat câte 9 probe de coacere la care s-au determinat: umiditatea, conținutul de proteine/ 100 g produs finit, conținutul de minerale. S-a calculat media aritmetică pentru cele 9 valori determinate. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabel 5.16.

Tabel 5.16 Caracteristici fizico-chimice la probele de chifle hot - dog

Proba	Umiditate [%]	Proteine [g/ 100 g produs finit]	Conținut de minerale [mg %]							
			Ca	Mg	Na	K	Mn	Fe	Zn	Cu
M	43,6	9,07	15,8	80	470	1002	1	3,6	1,8	1,4
	43,4	9,03	15,6	82	473	1005	1,01	3,2	1,9	1,2
	43,3	9,04	15,5	85	469	998	1,1	2,9	1,5	1,6
	43,7	9,01	15,9	88	473	1008	1,05	3,4	1,6	1,3
	43,5	8,98	15	79	477	1000	1,03	3,0	1,1	1,2
	43,8	9,00	15,8	81	471	1004	1,0	3,1	1,2	1
	43,0	9,05	15,4	84	468	1001	1,1	3,2	1,1	1,4
	43,5	9,02	15,8	80	473	1004	0,9	3,3	1,7	1,3
	43,4	9,01	15,5	88	477	1000	1,07	3,5	1,6	1,2
43,1	9,09	15,6	83	474	1002	1,05	3,4	1,4	1,6	
V ₁	42,9	9,37	15,9	60	480	1032	0,7	3,2	1,2	1,2
	43,1	9,33	15,6	64	481	1035	0,8	3,0	1,3	1,0
	42,8	9,37	15,7	66	479	1032	0,77	3,1	1,1	1,2
	42,7	9,31	15,8	59	483	1030	0,69	3,2	1,19	1,17
	42,8	9,05	15	65	484	1033	0,72	3,3	1,1	1,21
	42,5	9,29	15,6	61	475	1031	0,71	3,2	1,2	1,11
	42,6	9,32	15,4	60	484	1032	0,70	3,4	1,3	1,3
	42,4	9,36	15,5	63	476	1027	0,66	3,1	1,08	1,16
	42,5	9,25	15,2	58	477	1029	0,8	3,5	1,1	1,5
42,3	9,15	15	62	485	1026	0,77	3,3	1,2	1,3	
V ₂	42,1	9,52	15,7	74	530	1142	1	3,8	1,5	1,3
	42,7	9,43	15,6	72	520	1135	0,8	3,0	1,3	1,2
	42,3	9,50	15,7	76	533	1132	0,77	3,1	1,1	1,1
	42,1	9,51	15,8	69	529	1130	0,69	3,2	1,4	1,1
	42,4	9,55	15	68	544	1133	0,72	3,3	1,1	1,4
	42,3	9,49	15,6	66	535	1141	0,71	3,2	1,2	1,16
	42,0	9,42	15,4	78	538	1139	0,70	3,4	1,6	1,5
	42,1	9,46	15,5	73	526	1140	0,66	3,1	1,08	1,16
	42,1	9,52	15,2	77	516	1144	0,8	3,5	1,2	1,1
42,5	9,57	15	72	528	1137	0,77	3,3	1,4	1,3	
V ₃	43,0	9,54	15,1	76	560	1198	0,9	3,9	1,6	1,2
	43,1	9,03	15,6	72	555	1187	1,01	3,8	1,9	1,2

Cercetări și contribuții privind asigurarea calității și inocuității produselor de panificație

	43,3	9,04	15,5	76	553	1199	1,1	3,4	1,5	1,6
	43,2	9,01	15,2	78	559	1120	1,05	3,7	1,6	1,3
	43,5	8,98	15,0	77	554	1187	1,03	3,0	1,1	1,2
	43,3	9,00	15,1	73	555	1177	1,0	3,5	1,2	1
	43,0	9,05	15,4	78	558	1185	1,1	3,2	1,1	1,4
	43,5	9,02	15,2	75	561	1194	0,9	3,6	1,7	1,3
	43,3	9,01	15,5	71	547	1188	1,07	3,5	1,6	1,2
	43,1	9,09	15,3	72	563	1197	1,05	3,8	1,4	1,6

Din tabelul 5.15 se observă că există o creștere a procentului de proteine de la 9,07% la 9,54% raportat la 100 grame de produs.

Față de mărtoșul M, creșterea procentului de proteine în cazul variantei V1, este de 3,2%, la V2, 4,72%, iar la V3, o creștere de 4,92%.

Nu există diferențe majore legate de umiditate. Se observă și o îmbunătățire a procentului de minerale la toate cele trei variante față de mărtoșul M.

Pentru calciu și magneziu nu există modificări semnificative. La sodiu se observă creștere semnificativă, cu aproximativ 20%, la potasiu o creștere cu 16,4%, manganul se menține în limite constante, fierul crește mai puțin semnificativ cu aprox 10%, la zinc și cupru se observă o scădere cu până la 10%.

5.2.3. Verificarea și validarea procentului de *Spirulina platensis* prin analiza statistică a datelor

Pentru verificarea și validarea procentului de *Spirulina platensis* ales, s-au analizat statistic rezultatele obținute prin metoda multifactorială ANOVA. Confirmarea influenței adaosului diverselor procente de *Spirulina platensis* asupra caracteristicilor fizico-chimice ale produselor finite, respectiv chifle tip hot – dog, este prezentat în tabelul 5.17.

Tabel 5.17 Influența adaosului de *Spirulina platensis* asupra parametrilor fizico-chimici

Parametru	Cantitate de spirulină				Raportului Fischer
	M	V1	V2	V3	
Umiditate	43,41a	42,64c	42,24d	43,21b	116,18***
Proteine	9,03c	9,28b	9,49a	9,08c	92,01**
Ca	15,58a	15,46a	15,44ab	15,28b	4,33**
Mg	82,96a	61,77d	72,46c	74,76b	161,21***
Na	472,26d	480,16c	529,64b	556,22a	1213,03***
K	1001,9d	1030,2c	1136,7b	1182,6a	1073,51***
Mn	1,03a	0,73b	0,76b	1,02a	108,39***
Fe	3,26b	3,23b	3,23b	3,54a	8,26***
Zn	1,49a	1,18b	1,29b	1,47a	9,92***
Cu	1,32a	1,21b	1,23ab	1,30ab	2,05ns

a,b,c,d-grupuri omogene din punct de vedere statistic

ns-nesemnificativ ($P > 0,05$), * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

Rezultatele analizate din punct de vedere al varianței (ANOVA) demonstrează că adaosul de *Spirulina platensis* are o influență semnificativă ($P < 0,05$) pentru următorii parametri fizico-chimici: umiditate, proteine, Ca, Mg, Na, K, Mn, Fe și Zn. În cazul cuprului, influența este nesemnificativă.

5.2.4. Verificarea și validarea procentului de *Spirulina platensis* prin analiza senzorială a probelor de coacere

În vederea validării și din punct de vedere al caracteristicilor senzoriale ale procentului optim de *Spirulina platensis* s-au efectuat câte 3 probe de coacere pentru fiecare variantă.

Produsele au fost testate organoleptic și au fost determinate volumele. S-a întocmit profilul senzorial pentru chiflele hot-dog în vederea alegerii variantei optime de adaos de *Spirulina platensis*.

Aspectul chiflelor tip hot -dog obținute în urma probelor de coacere se poate vedea în figura 5.21.

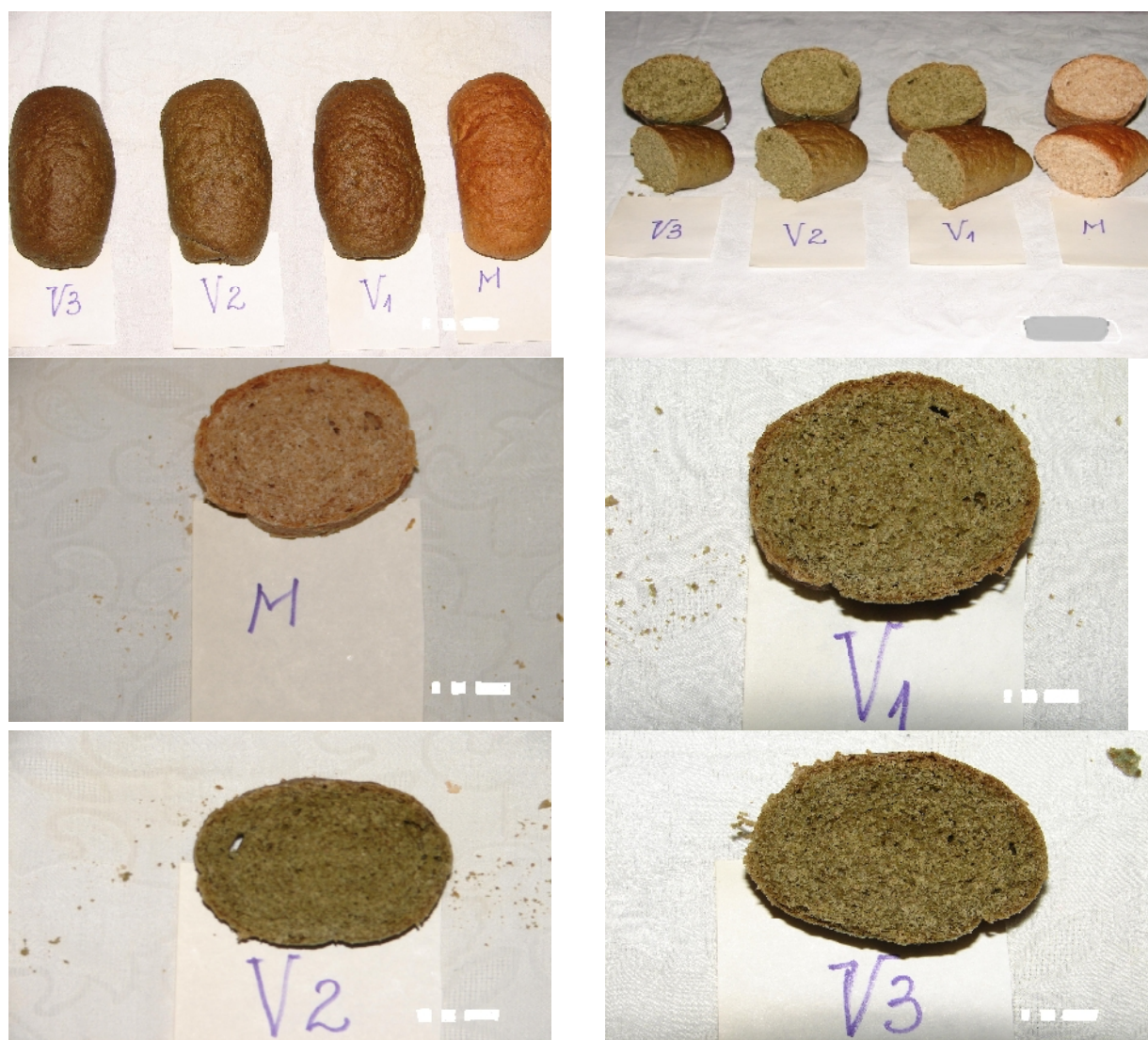


Figura nr 5.20 Chifle hot –dog cu *Spirulina platensis*

Probelor obținute li s-a determinat volumul pentru ca analiza să fie cât mai obiectivă. În tabelul 5.18 sunt redată rezultatele volumelor.

T

tabelul 5.18. Volume obținute în urma probelor de coacere pentru făina P4 cu adaos de *Spirulina platensis*

Proba	Volum, cm ³ / 100g		
	Minim	Maxim	Medie
M=P4	420	480	450
V1=P4+ 2%	405	470	437
V2=P4+ 2,5%	390	465	430
V3=P4+ 3%	350	440	395

Analizând datele din tabelul 5.18, se observă faptul că adaosul de *Spirulina platensis* determină o reducere a volumului chifloror tip hot-dog cu 3% la 2% *Spirulina platensis*, cu 5% la adaos de 2,5% și cu 13% când se adaugă 3% *Spirulina platensis* în făină.

Deoarece nu sunt diferențe majore de volum, analiza senzorială va defini procentul optim care urmează să fie utilizat.

Probele de coacere au fost analizate senzorial deoarece o primă observație apare în cazul culorii produselor finite, mai puțin în uzual la produsele de panificație, verzuie, evident mai pronunțat în cazul variantei V3 cu 3% *Spirulina platensis* față de fin. Calitățile senzoriale ale produselor alimentare au un rol deosebit de important în reacția consumatorului față de alimente, în acceptarea sau respingerea lor.

În vederea alcătuirii profilului senzorial, produsele obținute în urma probelor de coacere au fost analizate de 20 de paneli tineri neexperimentați, iar punctajele acordate sunt redată în tabelul 5.19.

S-au urmărit și s-au acordat punctaje pentru atributele: culoare miez, miros, moliciune, uniformitate mrimie porii, gust de bază (dulce), rezidual (particule de tarate mici printre dinți). Punctajele s-au acordat conform sistemului de punctaj prezentat în tabel 3.2, unde punctajul maxim este 5. Pe baza punctajului acordat s-a trasat profilul senzorial în figura 5.18.

Dintre toate caracteristicile senzoriale, adaosul de *Spirulina platensis* afectează semnificativ culoarea și gustul și mai puțin mirosul, moliciunea și uniformitatea mrimii porilor.

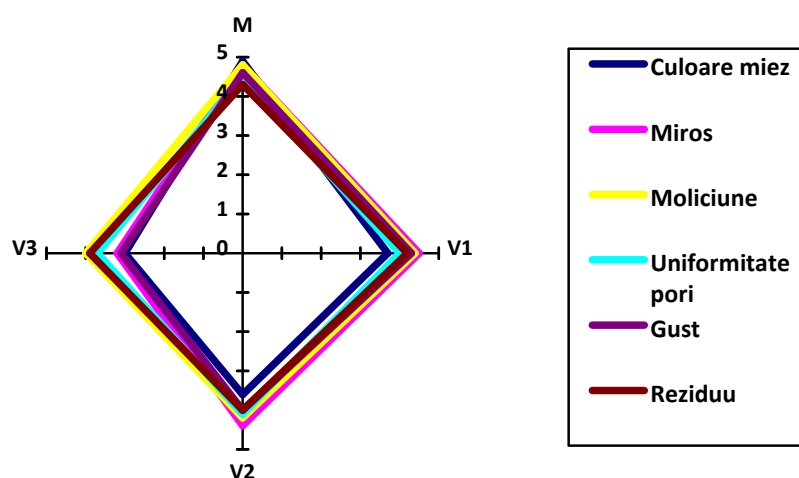


Figura nr. 5.21. Evaluarea grafică ale atributelor senzoriale ale probelor

Privind rezultatele profilului senzorial se observă că la atributul culoare pentru probele V1 și V2 punctajele au fost cu 24,5...26,5% mai mici decât la martorul M. Pentru V3 punctajul a fost cu 39% mai mic decât la M. Atributul miros a înregistrat la probele V1 și V2 punctaje mai mici cu 6...7% față de M și la V3 cu 33,3% față de M. Atributul gust de bază a avut punctaje la probele V1 și V2 mai mici cu 3...7% față de martor și cu 28% mai mici la V3. Probele cu 2 și 2,5% *Spirulina platensis* nu se diferențiază semnificativ între ele din punct de vedere al caracteristicilor senzoriale, în schimb proba cu 3% adaos *Spirulina platensis* are o culoare verzuie intensă, net diferențiat de martor și chiar față de celelalte două variante experimentate, diferența foarte mare aparține la gust. În urma analizei profilului senzorial s-a optat pentru varianta de produs V2 – chifle hot-dog, 60 grame, fabricat din fin P4 (60% fin 650 și 40% fin 1250) cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis*.

5.3. Stabilirea schemei tehnologice și obținerea produsului

Pentru fabricarea produselor de panificație cu valoare nutrițională ridicată s-a utilizat amestec de finuri 650 și 1250 în raport de 60:40, așa cum a rezultat din capitoul simulărilor statistice (proba P4) și *Spirulina Platensis* în procent de 2,5% față de fin, drojdie de panificație, sare iodată, apă. În aceste condiții rețeta cadru pentru 100 kg fin va fi conform tabelului 5.20.

Tabelul 5.20 Rețeta cadru pentru 100 kg fin

Ingrediente	Cantități, kg sau l
Fin alb 650	60
Fin neagr 1250	40
Drojdie	3,88
Spirulin (2,5% față de fin)	2,5
Sare iodată	1,25
Apă	62
Produs finit chifle	u =42%

Pentru a defini metoda am efectuat practic probele astfel: s-a adoptat metoda de lucru indirectă, bifazică cu coacere pe tavă, cu parametrii de lucru ilustrați în tabelul 5.21

Tabelul 5.21 Regim tehnologic

Parametru	Valoare
Greutate semifabricat, g	70-75
Timp de frământare, min	12-14
Timp de fermentare, min	40-60
Timp de dospire, min	30-40
Timp de coacere, min	15-20
Temperatura de coacere, °C	230-240
Timp de racire, ore	1
Greutate produs finit, g	60

Recomandat înainte de ambalarea în pungi: răcire se face în atmosferă controlată (cu 1 mpi UV). Se monitorizează termenul de valabilitate prin analize microbiologice și testare organoleptică.

5.4. Caracterizarea produsului de panificație

Produsul de panificație obținut cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis* - *chifle tip hot-dog*, 60 g are un conținut mai ridicat de proteine și fibre, cu aproximativ 1 g, respectiv 0,6 g / 100 g produs (tabel 5.24).

Pentru caracterizarea valorii nutritive s-au făcut cercetări privind conținutul de aminoacizi și valoarea energetică.

5.4.1. Evaluarea conținutului de aminoacizi în produsul de panificație obținut

S-au determinat aminoacizii din produsul cu 2,5% *Spirulina platensis* și s-a comparat cu martorul – produs din aceeași făină (amestec făină de grâu 650:1250 în proporție 60:40%).

În figura 5.24 este prezentată cromatograma pentru conținutul de aminoacizi.

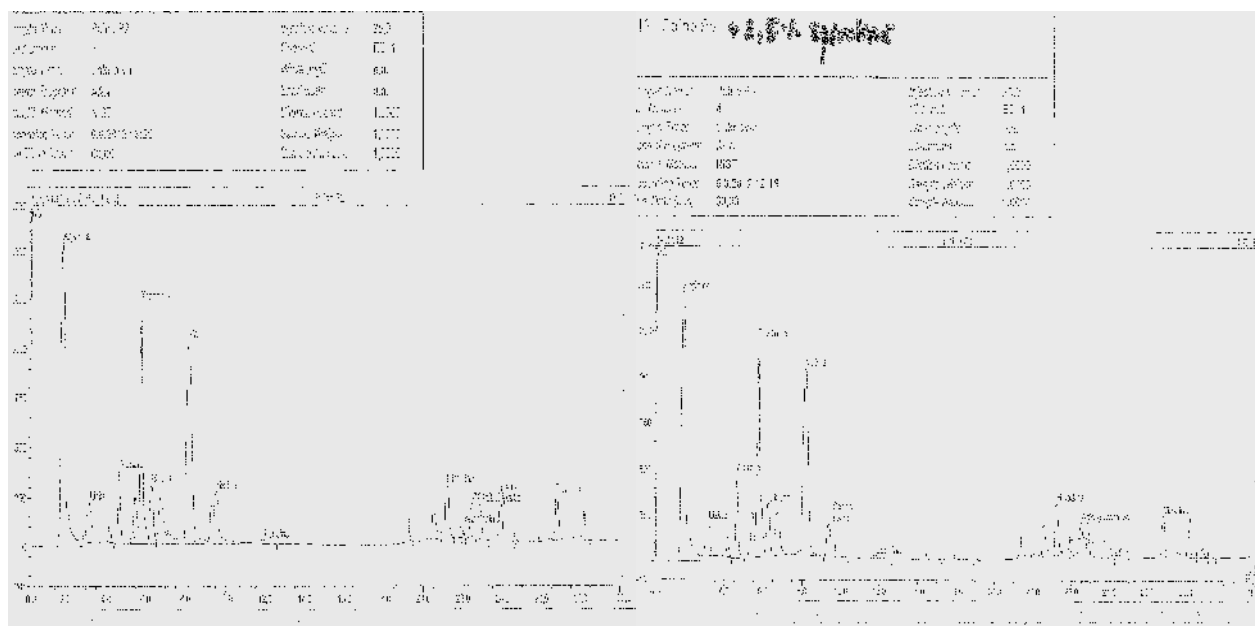


Fig 5.24 Evoluția conținutului de aminoacizi la chifle hot dog cu adaos de *Spirulina platensis*

Tabelul 5.22 Conținutul de aminoacizi la chiflele hot-dog cu și fără adaos de *Spirulina platensis*

Aminoacidul mg/100g produs	Arginina	Lizina	Alanina	Treonina	Glicina	Valina	Serina	Prolina	Izoleucina	Leucina	Metionina	Histidina	Fenilalanina	Ac glutamic	Ac aspartic	Cistina	Tirozina
M	267,178	41,628	43,674	79,170	41,138	468,620	10,516	0	0	7,658	0	27,236	3,928	0	69,170	0	34,702
V2	275,642	42,174	55,978	91,684	47,538	475,552	14,326	50,664	56,754	69,142	17,250	30,218	11,096	21,124	77,740	9,966	35,060

Așa cum se observă în tabelul 5.22 și raportând conținutul de aminoacizi la 100g produs finit, remarcați o creștere a aminoacizilor la chiflele hot-dog fără adaos de *Spirulina platensis* M față de produsul V2 cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis* astfel: arginina crește cu 3%, alanina cu 21,8%, glicina cu 13,4%, serina cu 27,4%, prolina cu 100%, histidina cu 1,32%, acidul glutamic cu 100%, acidul aspartic cu 11%, cistina cu cca 99%, tirozina cu 0,9%

5.4.2. Identificarea conținutului de aminoacizi esențiali în produsul de panificație obținut

Rezultatele studiului comparativ privind calitatea și cantitatea unor aminoacizi esențiali care se regăsesc în chiflele hot-dog fabricate din făină de mălai și cu adaos exogen de 2,5% *Spirulina platensis*, sunt redată în figura 5.25. Valorile identificate sunt raportate procentual la total de aminoacizi identificați și reprezintă 100%.

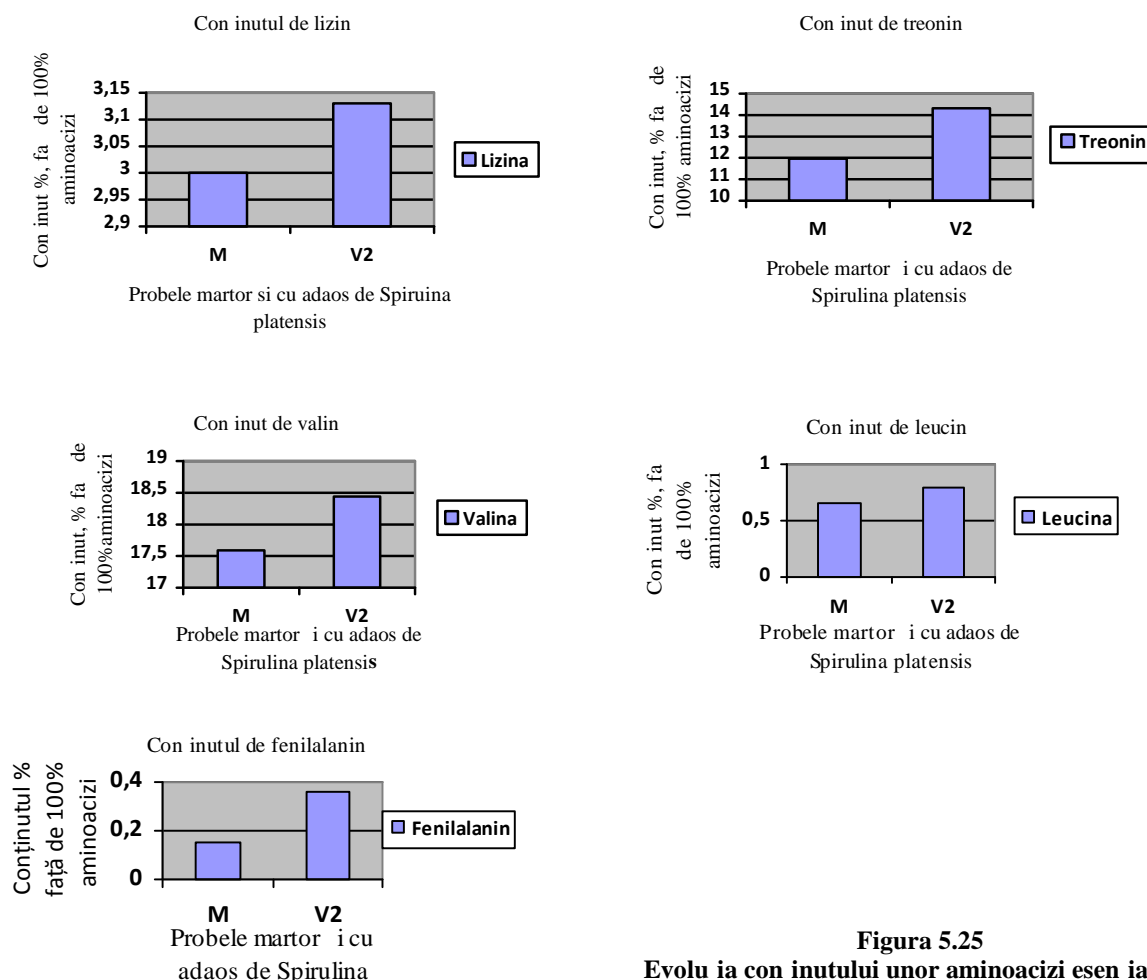


Figura 5.25
Evoluția conținutului unor aminoacizi esențiali, la probele de chifle cu și fără *Spirulina platensis*

Se observă că în chiflele obținute cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis* aminoacizii esențiali înregistrează o creștere sensibilă, după cum urmează: aportul de lizină crește de 5% față de mărtoșul fără *Spirulina platensis*, treonina crește cu 20%, valina crește cu 5%, leucina crește cu 18% și fenilalanina crește cu 140%. În cazul izoleucinei și metioninei, așa cum este ilustrat în tabelul 5.21, creșterea este de 100%, mărtoșul fiind lipsit de aceste aminoacizi esențiali.

5.4.3. Validarea procentului de *Spirulina platensis* prin analiza statistică a datelor privind conținutul de aminoacizi

În tabelul 5.23 este prezentată analiza de varianță a conținutului de aminoacizi prezente în probele de produs fără *Spirulina platensis* și probele de produs care conțin 2.5% *Spirulina platensis* adăugat exogen.

Tab.5.23. Analiza de varianță privind influența adaosului de *Spirulina platensis* asupra conținutului de aminoacizi

Aminoacid (mg/100g)	Proba		Raportul lui Fischer
	M (0% spirulina)	V2 (2.5% Spirulina)	
Arginina	267,178b	275,642a	1845,99***
Lizina	41,628b	42,174a	7,95*
Alanina	43,674b	55,978a	20881,16***
Treonina	79,170b	91,684a	32116,53***
Glicina	41,138b	47,538a	6493,34***
Valina	468,620b	475,552a	6783,26***
Serina	10,516b	14,326a	2991,78***
Prolina	0b	50,664a	1921288,10***
Izoleucina	0b	56,754a	765814,67***
Leucina	7,658b	69,142a	3004993,84***
Metionina	0b	17,250a	100868,64***
Histidina	27,236b	30,218a	23,67**
Fenilalanina	3,928b	11,096a	28230,89***
Acid glutamic	0b	21,124a	418596,04***
Acid aspartic	69,170b	77,740a	64995,49***
Cistina	0b	9,966a	233148,25***
Tirozina	34,702b	35,060a	24,30**

a,b -grupuri omogene din punct de vedere statistic
ns-nesemnificativ ($P > 0,05$), * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

Cei 17 aminoacizi determinați prezintă diferențe semnificative între cele două produse M și V2 ($P < 0,05$). Cele mai mici diferențe semnificative în urma adăugării *Spirulinei platensis* se poate observa în cazul aminoacidului lizină ($P < 0,05$), histidină ($P < 0,01$) și tirozină ($P < 0,01$). În cazul celorlalți 14 aminoacizi diferențele sunt puternic semnificative ($P < 0,001$).

Înănd cont de mărimea raportului lui Fisher putem concluziona că adaosul de *Spirulina platensis* în produs are cea mai mare influență asupra conținutului de leucină ($F = 3004993,84$), prolină ($F = 1921288,10$) și izoleucină ($F = 765814,67$).

Analiza cluster a fost aplicată pentru toate valorile privind conținutul de aminoacizi din produs cu și fără adaos de *Spirulina platensis*. Distanța euclidiană a fost utilizată pentru calcularea similitudinilor probelor și o procedură privind aglomerarea ierarhică a fost aplicată pentru obținerea clusterului.

Analiza tip cluster a inclus toți aminoacizii determinați și cuantificați în cele două tipuri de produse.

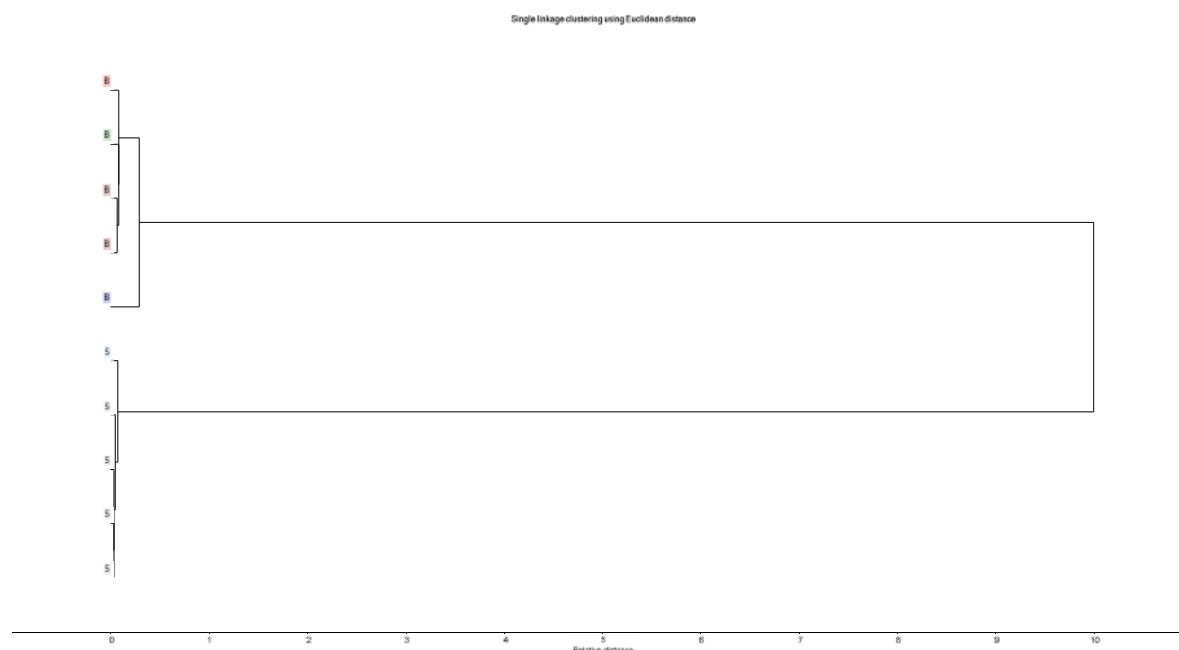


Fig.5.26. Dendrograma probelor de produse în funcție de conținutul de aminoacizi

În figura 5.26 este prezentat dendrograma celor 10 probe de produs cu și fără adaos de *Spirulina platensis*. Se observă formarea a două cluster: clusterul din partea de jos reprezentat de probele de produse cu *Spirulina platensis* (notate în figura cu S) și clusterul din partea de sus reprezentat de probele de produse fără *Spirulina platensis* (notate în figura cu B). Din punct de vedere al analizei tip cluster probele se deosebesc semnificativ dat fiind apariția celor două cluster.

5.4.4. Valoarea energetică a produsului de panificație îmbogățit cu proteine

Pornind de la compoziția chimică a produselor de panificație obținute M și V2, s-a calculat valoarea energetică (Tabelul 5.24).

Tabelul 5.24 Valoarea energetică a chiflelor hot-dog marțor și cu adaos de *Spirulina platensis*

Valori nutriționale medii	M	V2
Proteine, g/100g produs	7,87	8,78
Glucide, g/100g produs	54,2	53,12
Lipide, g/100g produs	0,96	0,963
Fibre alimentare, g/100g produs	1,41	2,0
Valoare energetică, kcal/100g	257	256

Din tabelul 5.24 se observă că la chiflele hot-dog cu *Spirulina platensis* conținutul de proteine crește cu 11,6% față de marțor, fibrele cresc cu 41,8%. În cazul glucidelor se observă o diminuare cu cca 2% față de marțor, fapt ce se poate justifica prin aceea că pentru 100 kg de produs finit cu adaos de *Spirulina platensis* adaosul de proteină exogen, scade din cantitatea totală de făină. Diminuarea conținutului de glucide explică și diminuarea valorii energetice, chiar dacă aceasta este nesemnificativ (0,4%).

În consecință, se observă că s-a obținut un produs cu valoare energetică ridicată, mai ales dacă înținem cont că o pâine albă are 247 kcal/100g produs, iar o pâine neagră are 242 kcal/100g produs.

Consumul unei chifle de 60 grame/bucată, poate furniza circa 1 gram de spirulină. Pentru a asigura un aport minim de 3 grame spirulină / zi recomandat de literatura de specialitate ca fiind optim, se propune consumarea a circa 180 grame chifle cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis*. (3 chifle de 60 g)

Pentru produsul obținut a fost elaborată o Specificație Tehnică conform legislației în vigoare, care conține și datele fizico-chimice și organoleptice ale produsului: (tabelele 5.25 și 5.26).

Tabelul 5.25. Proprietăți organoleptice

Caracteristici	Condiții de admisibilitate
Aspect exterior	Chifla cu format alungit, culoare uniformă, suprafață netedă, lucioasă, neagră.
Miez	Măsuță cu pori neuniformi, elastic, fără aglomerări de făină nefirmântată
Aroma	caracteristică
Gust	Caracteristic produsului, fără gust acru sau amar, fără scrasnet datorat impurităților minerale (nisip, pamant).
Culoare	BRUN INCHIS CU TENTA VERZUIE CARACTERISTICĂ ADAOSULUI DE SPIRULINA PLATENSIS

Tabelul 5.26 Proprietăți fizico – chimice

Caracteristici	U/M	Condiții de admisibilitate	Metode de analiză
<i>Umiditate, max.</i>	%	40	SR – 91/2007
Aciditate, max	grade	2,6	
Volum, min	cm ³ /100g	430	

5.5. Validarea produsului obținut din punct de vedere economic

Studiul acestui produs s-a finalizat cu o succintă analiză economică, în care s-a arătat influența economică a procentului de *Spirulina platensis* adăugat, asupra costului produsului.

Cheltuielile cu materiile prime pentru 1 kilogram de produs finit sunt redate în tabel 5.27.

Tabel 5.27 Cheltuieli cu materia primă

Ingredient	Pret unitar [lei]	Consum unitar M [kg/kg]	Valoare [lei]	Consum unitar V1 [kg/kg]	Valoare [lei]	Consum unitar V2 [kg/kg]	Valoare [lei]	Consum unitar V3 [kg/kg]	Valoare [lei]
Amestec de făinuri P4	1,35	0,847	1,1434	0,833	1,1245	0,826	1,1151	0,820	1,107
Drojdie	2,1	0,032	0,0672	0,032	0,0672	0,032	0,0672	0,032	0,0672
Sare iodată	0,52	0,0105	0,0054	0,0104	0,0054	0,0103	0,0053	0,0102	0,0053
Spirulină	21,6	0	0,00	0,017	0,3672	0,020	0,4320	0,025	0,5400
Total			1,2160		1,5643		1,6196		1,7195
Profit[%]			31,5		19,4		17,6		14,6

Se observă creșterea cheltuielilor cu materiile prime cu 0,3483 – 0,5035 lei față de cheltuielile din rețeta mătură, fapt care duce la diminuarea profitului de la 31,5% la 14,6%, în condițiile în care se păstrează constant prețul produsului finit.

Din tabelul 5.27 reiese că varianta aleasă V2 cu 2,5% spirulină mărește cheltuielile cu materiile prime cu 0,3483 lei / kg, față de proba mătură.

6. CERCETĂRI PRIVIND ASIGURAREA CALITĂȚII IGIENICO-SANITARE A PRODUSULUI DE PANIFICAȚIE CU ADAOS DE *SPIRULINA PLATENSIS*

Cercetările efectuate privind asigurarea inocuității și trasabilitatea produsului de panificație obținut în urma studiilor, au fost detaliate în acest capitol.

Din analizele microbiologice și toxicologice pentru fiecare faină 650 și 1250 și pentru perioada cuprinsă între 2005 - 2011, reiese că fainurile sunt sigure din punct de vedere al siguranței alimentului, valorile conținutului de drojdii, mucegaiuri, aflatoxine, ochratoxine, zearalenon, deoxinivalenol, metale grele, încadrându-se sub limitele impuse de legislație.

6.1.1. Caracterizarea microbiologică și toxicologică a fainii de grâu alb 650

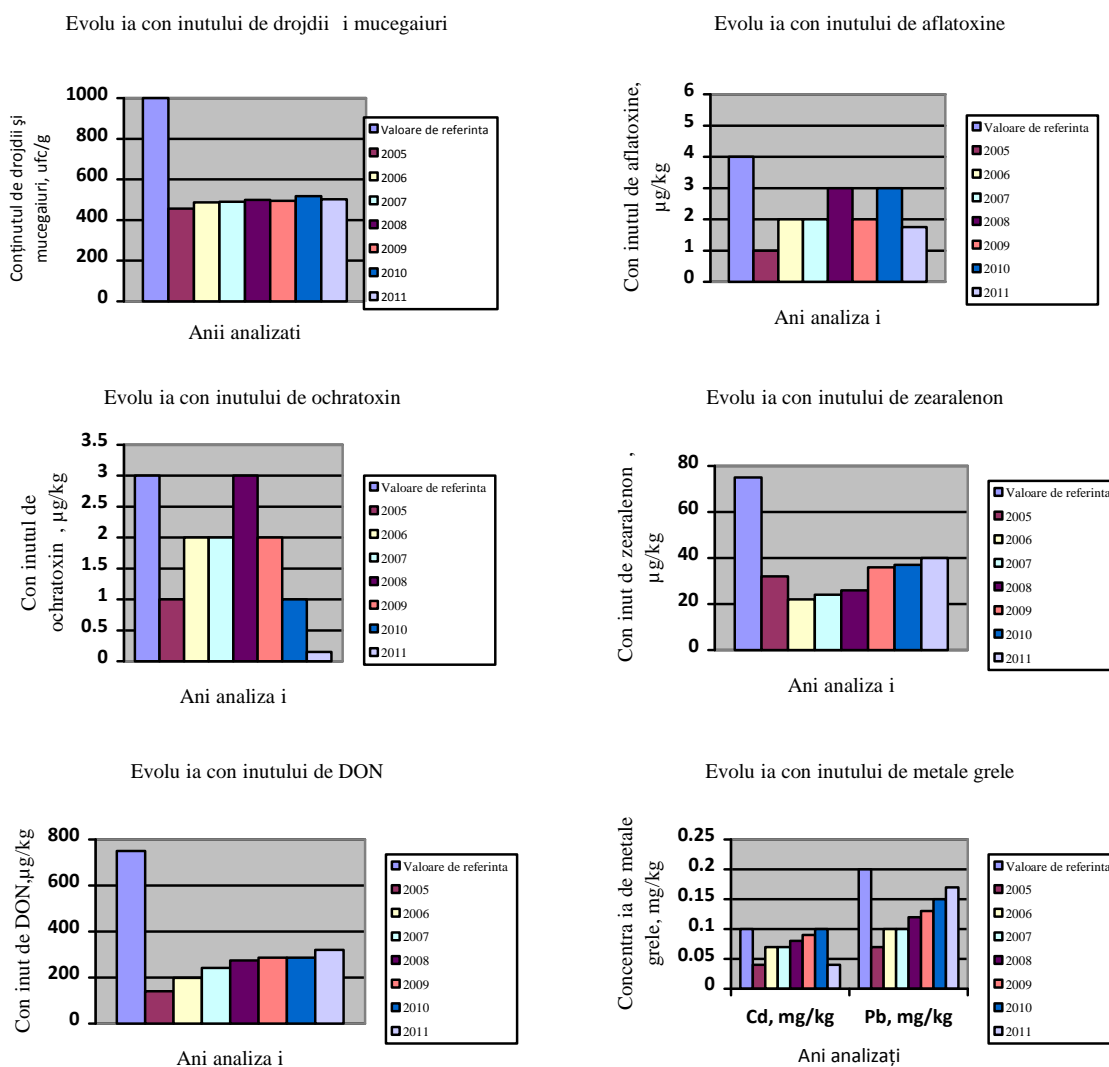


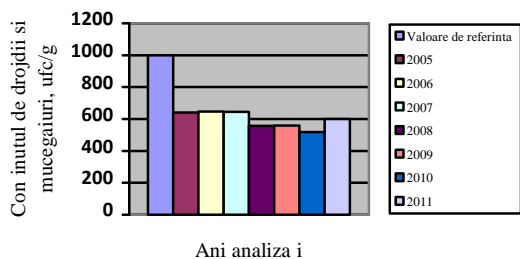
Figura 6.1 Variația conținutului de contaminanți la faina 650 în perioada 2005-2011

- Drojdiile și mucegaiurile, în toate anii studiați sunt cu circa 50% sub limita legală.
- Conținutul de aflatoxine este de cca 50% din valoarea maximă admisă în toate anii, ceva mai ridicat în anii 2008 și 2010, când reprezintă 75% din valoarea maximă admisă.
- Conținutul mediu de ochratoxină a fost de cca 30% din valoarea maximă admisă în finala din anii 2005, 2010, și 65% din valoarea maximă admisă în anii 2006, 2007, 2009.
- Pentru zearalenon s-a observat că valorile au fost cu 50% sub valorile admise legal.
- Conținutul mediu de deoxinivalenol a fost cu cca 50% mai mic decât limita legală în toată perioada studiată.

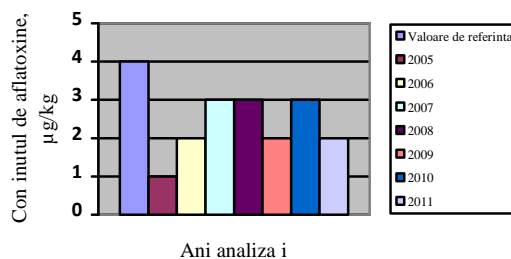
- Pentru conținutul de metale grele: cadmiu, plumb s-a observat că, deși valorile au fost sub limitele legale, conținutul acestora a crescut de-a lungul perioadei examinate, fiind cel mai ridicat în anul 2011 (0,1 mg/kg pentru Cd, 0,17 mg/kg pentru Pb)

6.1.2. Caracterizarea microbiologică și toxicologică a făinii de grâu 1250

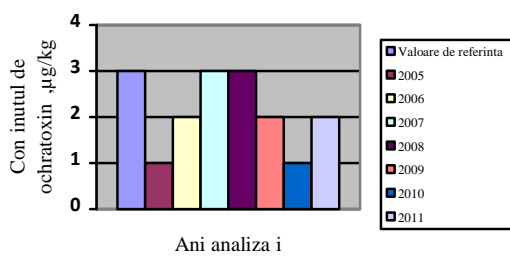
Evoluția conținutului de drojdii și mucegaiuri



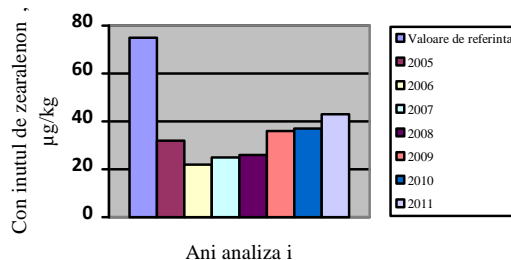
Evoluția conținutului de aflatoxine



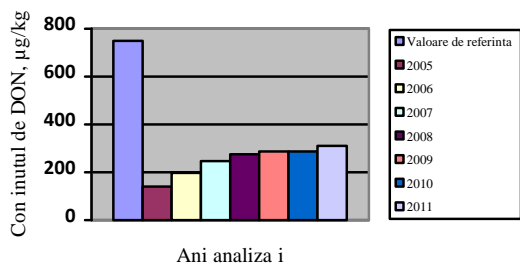
Evoluția conținutului de ochratoxină



Evoluția conținutului de zearalenon



Evoluția conținutului de DON



Evoluția conținutului de metale grele, Cd și Pb

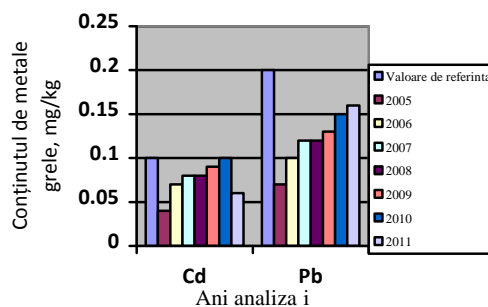


Figura 6.2 Variația conținutului de contaminanți la făina 1250 în perioada 2005-2011

- Drojdiile și mucegaiurile, în toate anii studiați sunt cu circa 40% sub limita legală.
- Conținutul de aflatoxine este de cca 50% din valoarea maximă admisă în toate anii, ceva mai ridicat în anii 2007, 2008 și 2010, apropiate de valoarea maximă cu cca 25%.
- Conținutul mediu de ochratoxină a fost de cca 50% din valoarea maximă admisă.
- Pentru zearalenon s-a observat că valorile au fost cu 50% sub valorile admise legal.
- Conținutul mediu de deoxinivalenol a fost cu cca 60% mai mic decât limita legală în toată perioada studiată.
- Pentru conținutul de metale grele: cadmiu, plumb s-a observat că, deși valorile au fost sub limitele legale, conținutul acestora a crescut de-a lungul perioadei examinate, fiind cel mai ridicat în anul 2011 (0,1 mg/kg pentru Cd, 0,17 mg/kg pentru Pb)

6.1.4.

6.1.5. Caracterizarea microbiologică și toxicologică a amestecului de făină P4 (60% făină 650 și 40% făină 1250) din anul 2011

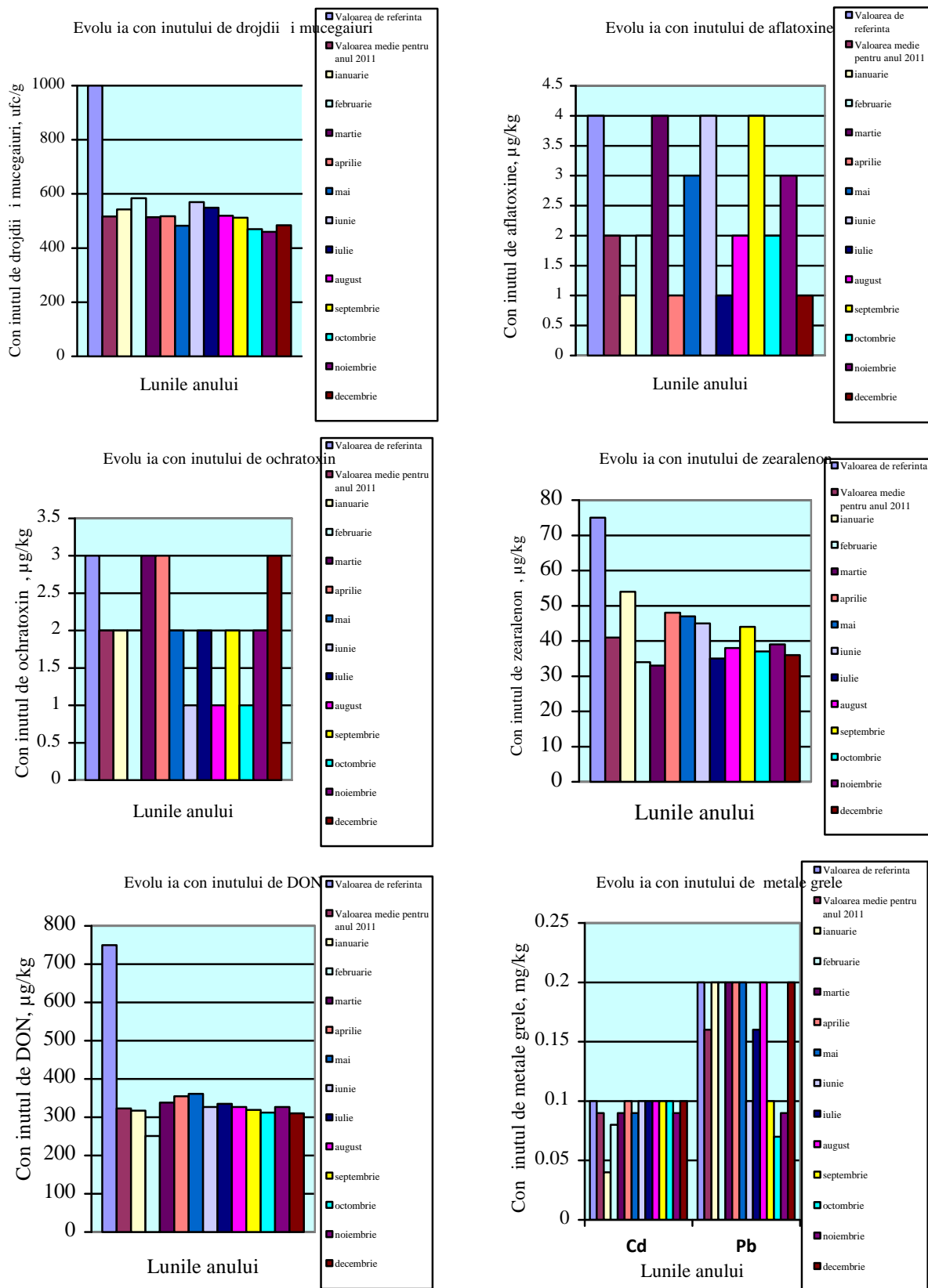


Figura 6.3 Variația lunară a conținutului de contaminanți la amestecul de făină 650:1250 raport 60:40 (P4), în anul 2011

- Analiza statistică (ANOVA) a datelor obținute prin analize confirmă influențele semnificative ale cenușii (tipul finii) și anului de recoltare ($P < 0.05$) pentru drojdiile și mucegaiurile și nesemnificativ în cazul, micotoxinelor și metalelor grele.
- Alegerea amestecului de fin P4 este optimă din punct de vedere al contaminării microbiologice și toxicologice.
- Drojdiile și mucegaiurile, în toate anii studiați sunt cu circa 40% sub limita legală.
- Conținutul de aflatoxine este cu cca 50% sub limita legală în toate lunile, dar în lunile mai, august, noiembrie se înregistrează valori mai ridicate, apropiate de valoarea maximă cu cca 25%. În lunile martie, iunie și octombrie valorile au atins pragul maxim.
- Conținutul mediu de ochratoxină a fost de cca 30% din valoarea maximă admisă.
- Pentru zearalenon s-a observat că valorile au fost cu 25...35% sub valorile admise legal.
- Conținutul mediu de deoxivalenol a fost cu cca 60% mai mic decât limita legală în toată perioada studiată.
- Pentru conținutul de metale grele: cadmiu, plumb s-a observat că, deși valorile au fost sub limitele legale, conținutul acestora a crescut de-a lungul perioadei examinate, fiind cel mai ridicat în anul 2011 (0,1 mg/kg pentru Cd, 0,17 mg/kg pentru Pb).

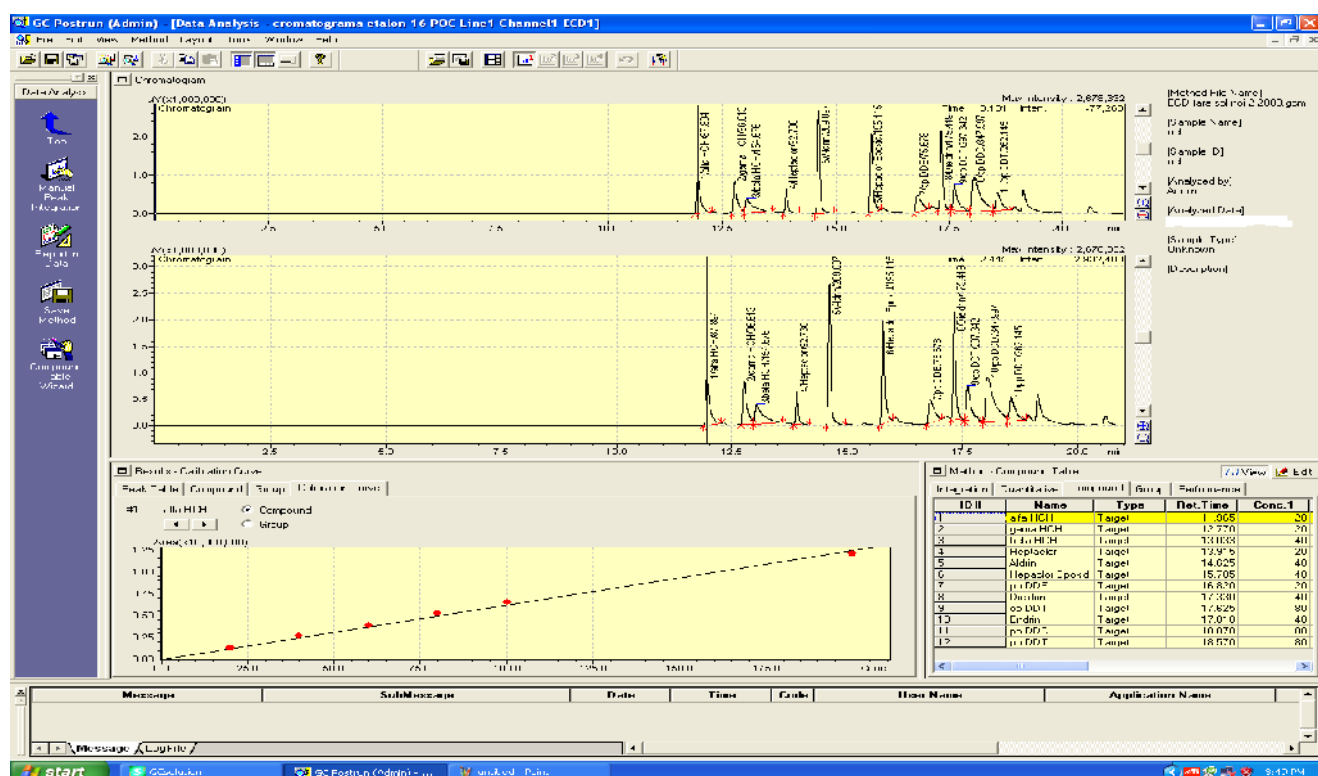


Figura 6.4. Determinarea conținutului de pesticide organoclorurate (POC) la fină P4 anul 2011

- În ceea ce privește reziduurile de pesticide organoclorurate, la fină utilizată în experimente, încălcarea este sub limita impusă de legislație.

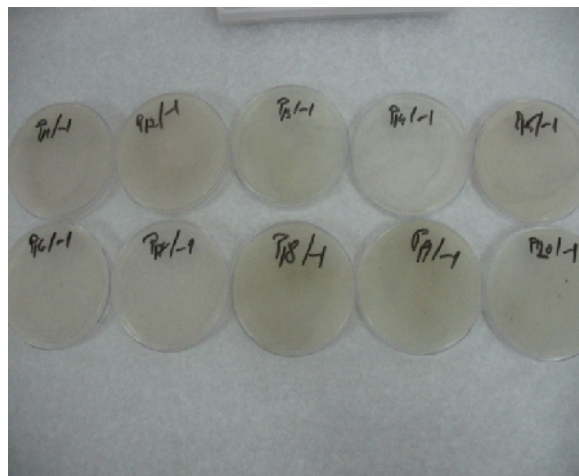
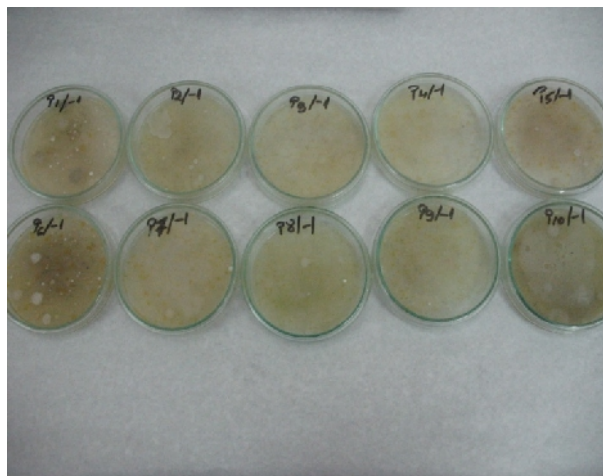
6.2. Cercetări privind calitatea microbiologică a produsului de panificație cu adaos de

Spirulina platensis

- Din analiza comparativă a produselor de panificație chifle hot-dog, după 1 oră de la coacere, se poate observa că valorile pentru micotoxine sunt sub limita legală, iar în cazul probei V2 cu adaos de *Spirulina platensis*, aceste valori sunt sub limita de detecție.
- Analiza microbiologică a chiflelor hot-dog, după 1 oră de la scoaterea din cuptor și obținute în urma cercetărilor, confirmă faptul că *Spirulina platensis* are rol de a inhiba dezvoltarea microorganismelor,

fapt evidențiat prin rezultatele la drojii și mucegaiuri care au valoarea 0 ufc/g față de valoarea <10 ufc/g la mărtoșul M., figura 6.5.

• Produsul cu adaos de *Spirulina platensis* este sigur pentru consum maxim 72 ore, fără adaos de conservanți chimici, datorită compuşilor cu rol antimicrobian din Spirulină.



a. Placi Petri cu probe prelevate din făinuri

b. Placi Petri cu probe prelevate din produs finit cu *Spirulina platensis*

Figura 6.5 Probe microbiologice, după 1 oră de la coacere

6.3. Verificarea și validarea procesului de igienizare prin teste de sanitație

Tabel 6.4 – Evoluția numărului de microorganisme funcție de gradul inițial de contaminare

	Bacterii coliforme					Unități formatoare de colonii Ufc/g					Drojii și mucegaiuri Ufc/g				
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
Suprafața	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
Mărtoș neigienizat	P	P	P	P	P	15	11,85	7,25	9,4	12,3	7	5,5	3,7	4,6	6,2
S1 c1	A	A	A	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1 c2	A	A	A	A	A	0,3	0,2	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0
S2 c1	A	A	A	A	A	0,2	0,1	0	0,05	0	0	0	0	0	0
S2 c2	A	A	A	A	A	0,5	0,25	0,15	0,1	0,2	0	0	0	0	0
S1	A					0					0				

P= present
A= absent

• Identificarea și monitorizarea pericolelor de contaminare microbiologică se face pe baza de teste de sanitație respectând programele de prelevare și de igienizare din secțiile de producție.

• Eficiența operațiilor de igienizare se mărește prin utilizarea lampilor UV, pentru dezinfectarea mediului / a spațiilor de lucru.

6.4. Studiul pe baza principiilor HACCP pentru obținerea produsului de panificație cu adaos de *Spirulina platensis*

• Aplicând metoda arborelui decizional s-a determinat că punctul critic de control este cernerea făinii.

• S-a stabilit planul HACCP pentru punctul critic de control- cernerea făinii, care prezintă risc fizic.

• Pentru PCC Cernerea se monitorizează integritatea sitelor și a magneților odată pe schimb și se completează fișa de monitorizare.

Tabel 6.7 PLAN HACCP PENTRU PRODUSE DE PANIFICATIE (PUNCTE CRITICE DE CONTROL)

Etapa proces	Pericol imp	Parametru CCP	Valoare tinta	Limita critica	Procedura monitorizare	Frecventa monitorizare	Responsabil	Inregistrare	Corectie	Actiuni corective
1.CERNEREA	F	Integritate și încrăcare magnetică	Lipsă impurități (feroase, infestare, altele)	Prezență impurități	Integritate și încrăcare magnetică	La 8 ore	Mastru/operator	Fisa de monitorizare a parametrilor Cod: PP-FP-13-03	Ingredientul se distruge	-respectare program de revizii și reparatii -instruire personal -aplicare proceduri controlul produsului neconform , notificare rechemare produs -respectare program verificari metrologice a EMM

Nota: Limitele sunt stabilite prin IT și validate de Comisia de validare odată cu validarea produsului.

- Pentru punctele de control depozitarea drojdiei și coacerea s-a stabilit frecvența monitorizării temperaturilor, odată la 8 ore și completarea fișei de monitorizare.
- Punctul de control ambalarea se monitorizează prin teste de sanitație, care verifică modul de igienizare a spațiului de ambalare și implicit respectarea programelor de igienizare.
- Punctele de atenție, care reprezintă restul operațiilor din fluxul tehnologic, se monitorizează pe baza măsurilor de control specifice fiecărui risc

CONCLUZII FINALE

Pentru rezolvarea obiectivului tezei de doctorat – asigurarea îmbunătățirea calității produselor de panificație – s-a considerat necesar să se ia în studiu următoarele aspecte:

- Calitatea și inocuitatea finii de grâu;
- Îmbunătățirea calității nutriționale, component principală a calității produselor de panificație prin utilizarea unor ingrediente neconvenționale care îmbogățesc aceste produse în proteine, aminoacizi esențiali, substanțe minerale, fibre;
- Asigurarea inocuității produselor de panificație proiectate prin utilizarea unui sistem de management bazat pe analiza pericolelor.

Caracterizarea fizico-chimică și reologică a finii în perioada 2005-2011

Cunoscut fiind importanța calității materiilor prime asupra calității produselor pentru a avea o imagine cât mai reală și completă asupra calității finii, s-a considerat necesar să se evalueze calitatea acesteia pe o perioadă de 7 ani, precum și calitatea celorlalte ingrediente utilizate în fabricarea produselor de panificație: *Spirulina platensis*, drojdia și apa tehnologică.

Studiile au scos în evidență următoarele:

Fina de grâu

- Din punct de vedere al caracteristicilor fizico-chimice, fiinurile 650 și 1250 sunt corespunzătoare, valorile acestora fiind apropiate de valorile de referință atât pentru mediile lunare cât și pentru cele anuale:
 - Aciditatea s-a situat sub limita standard;
 - Conținutul de umiditate, gluten umed, proteină și cenușă în toate anii și în toate lunile a depășit valorile de referință, depășiri ce variază între 3,5 și 16% (cea din urmă valoare este pentru proteine în anul 2010);
 - Indicele de deformare s-a situat mult sub limita standard (cu 20-40% mai scăzut). Media anuală a indicelui de deformare a depășit valoarea de referință cu până la 55%;
- Din punct de vedere reologic fiinurile 650 și 1250 în perioada analizată nu au fost optime:
 - Capacitatea de hidratare și extensibilitatea L s-au situat sub valorile de referință cu până la 5% și respectiv 60%;
 - Tenacitatea P, energia W și valorile raportului P/L au fost mai mari decât limita standard;
- Studiul influenței anului de recoltare și tipului de fiin asupra caracteristicilor fizico-chimice și reologice prin metoda ANOVA a condus la următoarele concluzii:
 - Tipul fiinii (cenușă) și anul recoltării au o influență semnificativă asupra umidității, acidității, conținutului de gluten umed, indicele de deformare și conținutul de proteine;
 - Capacitatea de hidratare și indicele de cedere sunt ne semnificativ influențate;
 - Energia W este maximă la un conținut de cenușă 0,65% și de gluten umed 26,1% care caracterizează fiina din anul 2011.
- Rezultatele evaluării caracteristicilor fizico-chimice și în special reologice demonstrează că fiinurile 650 și 1250 trebuie lucrate în amestec.

Spirulina platensis

- Comparativ cu datele din Farmacopeea Română X:2001, *Spirulina platensis*, are un conținut mai scăzut de umiditate (cu 0,5%) de grăsime (cu 3,4%) și glucide (cu 2%);
- Conținutul de proteine, cenușă totală și cenușă insolubilă în acid clorhidric, substanțe minerale (cu 2%, 0,7%, 0,1% și respectiv 3;5%);
- Dintre substanțele minerale, potasiul este preponderent (31,5% din totalul substanțelor minerale), apoi fosforul (11,3%), calciul și fierul fiecare aprox 2% și mai puțin de 1% fiecare: cupru, mangan, zinc;
- Din punct de vedere microbiologic *Spirulina platensis* este sigur pentru consum Salmonella și E. Coli sunt absente, iar conținutul de bacterii, drojdii și mușcăiuri și Enterobacteriacee sunt cu 10^3 mai mici decât valorile standard.

Drojdia de panificație

Drojdia corespunde din punct de vedere al umidității, capacității de dospire și microbiologic: numărul total de celule vii este cu 10% mai mare decât limita legală admisă, Salmonella este absentă, conținutul de E. Coli este de 100 ori mai mic, iar mușcăiurile de 10 ori mai puțin decât valoarea maximă admisă.

Apa

Apa tehnologică se încadrează în limitele legale de potabilitate în ceea ce privește caracteristicile organoleptice și fizico-chimice (pH, duritatea totală, amoniu, fier, clor rezidual liber și legat, calciu)

Este corespunzătoare din punct de vedere microbiologic: nu conține E. Coli, Enterococi fecali, Clostridium.

Cercetări privind obținerea unui produs de panificație îmbogățit în proteine

După stabilirea amestecului optim de făinuri, studiile capitoului 5 au continuat cu stabilirea procentului optim de adaos de *Spirulina platensis*, a rețetei de fabricație, schema tehnologică și s-au determinat caracteristicile chiflelor hot-dog cu *Spirulina platensis*.

- S-au analizat 3 variante de amestecuri de făină în diferite proporții.
- Din punct de vedere reologic, prin analiza reologică și modelarea statistică a datelor și analiza coeficienților de regresie liniară și corelație a parametrilor, rezultată energia W , este maximă la conținut de cenușă (0,85%) și conținut de gluten umed de 25,8%, care caracterizează proba P4 (60% făină 650 și 40% făină 1250)
 - Metoda statistică confirmă rezultatele studiului și în consecință această probă, P4 (60% făină 650 și 40% făină 1250) a fost identificată și aleasă ca materie primă pentru continuarea cercetărilor privind posibilitatea de obținere a unui produs de panificație cu valoare nutritivă ridicată, prin adaos de *Spirulina platensis*.
 - Fina P4 cu adaos de procente diferite de *Spirulina platensis* 2, 2,5, 3% a fost analizată reologic apoi, după probele de coacere și analiza senzorială a fost selecționată proba de chifle hot-dog cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis*.
 - Conținutul de calciu și magneziu nu se modifică semnificativ. La sodiu se observă creșteri de la 470 la 560 mg/100g (19,1%), potasiu are o creștere semnificativă de la 1002 la 1198 mg/100g (19,5%), manganul se menține în limite constante, fierul crește nesemnificativ de la 3,6 la 3,9 mg/100g (8,3%), la zinc se observă scădere de la 1,8 la 1,6 mg/100g (11,1%), aceeași situație la cupru, o scădere de la 1,4 la 1,2 mg/100g (14,3%).
 - Rezultatele, pentru produsul cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis*, analizate din punct de vedere al variației ANOVA, demonstrează că adaosul de *Spirulina platensis* are o influență semnificativă ($P < 0,05$) pentru următorii parametri fizico-chimici: umiditate, proteine, Ca, Mg, Na, K, Mn, Fe și Zn. În cazul cuprului, influența este nesemnificativă.
 - În chiflele obținute cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis* aminoacizii esențiali înregistrează o creștere sensibilă față de produsul fără *Spirulina platensis*, după cum urmează: aportul de lizină crește cu 4,15% față de mărtoarea fără *Spirulina platensis*, treonina crește cu 16,48%, valina crește cu 4,6%, leucina crește cu 17,5% și fenilalanina crește cu 58%.
 - În cazul aminoacizilor neesențiali se observă o creștere după cum urmează: arginina crește cu 3%, alanina cu 21,8%, glicina cu 13,4%, serina cu 27,4%, prolina cu 100%, histidina cu 1,32%, acidul glutamic cu 100%, acidul aspartic cu 11%, cistina cu cca 99%, tirozina cu 0,9%, față de produsul fără *Spirulina platensis*.
 - Conținutul de fibre crește cu 29,5% față de mărtoarea fără *Spirulina platensis*
 - S-a stabilit rețeta cadru de fabricație și diagrama de flux

Cercetări și contribuții privind asigurarea calității și inocuității produselor de panificație

- S-a stabilit regimul tehnologic pentru obținerea produsului sub formă de chifle hot-dog, cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis*, cu valoare nutritivă ridicată, confirmat prin creșterea conținutului de aminoacizi esențiali și a conținutului de minerale
- Testarea produsului pe consumatori a evidențiat o bună acceptare a caracteristicilor senzoriale (gust, miros, moliciunea miezului, uniformitatea mărării porilor, masticabilitatea). Mai puțin apreciată a fost culoarea verzuie, necaracteristică acestui tip de produs. Având în vedere că este un produs special, cu valoare nutritivă ridicată, nu au fost obiecții privind aceste caracteristici senzoriale.
- S-a analizat creșterea cheltuielilor cu materia primă și materialele față de produsul clasic, nesemnificativ – 0,35 lei/kg, înănd cont de avantajele nutriționale.
- Consumul unei chifle de 60 grame/bucată, poate asigura circa 1 gram de spirulină. Pentru a asigura un aport minim de 3 grame spirulină / zi recomandat. [Pauline Spolaore, s.a., 2006] ca fiind optim, se propune consumarea a circa 180 grame chifle (adică 3 bucăți) cu adaos de 2,5% *Spirulina platensis*.

Cercetări privind asigurarea calității igienico-sanitare

Pentru asigurarea inocuității, în procesul de producție se monitorizează nivelurile de contaminare probabil pe întreg fluxul tehnologic, pornind de la ingrediente și până la produsul finit.

În baza standardului SR EN ISO 2200:2005 s-a elaborat un plan HACCP care poate constitui un model de elaborarea propriilor sisteme de management al siguranței pentru unități de fabricație a produselor de panificație.

Studiile microbiologice și toxicologice ale făinii utilizate și ale chiflilor obținute cu adaos de *Spirulina platensis*, din capitolul 6, au dus la realizarea planului HACCP, iar mai jos sunt prezentate concluziile:

- Din analizele microbiologice și toxicologice pentru fiecare făină 650 și 1250 și pentru perioada cuprinsă între 2005 -2011, reiese că fărâșurile sunt sigure din punct de vedere al siguranței alimentului, valorile conținutului de drojdii, mucegaiuri, aflatoxine, ochratoxine, zearalenon, DON, metale grele, încadrându-se sub limitele impuse de legislație
- Analiza statistică (ANOVA) a datelor obținute prin analize confirmă influențele semnificative ale cenușii (tipul făinii) și anului de recoltare ($P < 0.05$) pentru drojdii și mucegaiuri și nesemnificativ în cazul micotoxinelor și metalelor grele.
- Alegerea amestecului de făină P4 este optimă din punct de vedere al contaminării microbiologice și toxicologice
- În ceea ce privește reziduurile de pesticide organoclorurate, la făina utilizată în experimente, încălcarea este sub limita impusă de legislație

- Din analiza comparativă a produselor de panificație chifle hot-dog, după 1 oră de la coacere, se poate observa că valorile pentru micotoxine sunt sub limita legală, iar în cazul probei V2 cu adaos de *Spirulina platensis*, aceste valori sunt sub limita de detecție.

- Analiza microbiologică a chiflilor hot-dog, după 1 oră de la scoaterea din cuptor și obținute în urma cercetărilor, confirmă faptul că *Spirulina platensis* are rol de a inhiba dezvoltarea microorganismelor, fapt evidențiat prin rezultatele la drojdii și mușcăiuri care au valoarea 0 ufc/g față de valoarea <10 ufc/g la martorul M.

- Produsul cu adaos de *Spirulina platensis* este sigur pentru consum maxim 72 ore, fără adaos de conservanți chimici, datorită compuşilor cu rol antimicrobian din Spirulină.

- Identificarea și monitorizarea pericolelor de contaminare microbiologică se face pe baza de teste de sanitație respectând programele de prelevare și de igienizare din secțiile de producție.

- Pentru eficiență maximă la igienizare se recomandă soluții pe baza de surfactanți neionici și fosfați

- Eficiența operațiilor de igienizare se mărește prin utilizarea lampilor UV, pentru dezinfectarea mediului / a spațiilor de lucru.

- Aplicând metoda arborelui decizional s-a determinat că punctul critic de control este cernerea finii.

- S-a stabilit planul HACCP pentru punctul critic de control- cernerea finii, care prezintă risc fizic.

- Acesta se controlează prin monitorizarea integrității sitelor și a magneților odată pe schimb și completarea fișei de monitorizare.

- Pentru punctele de control depozitarea drojdiei și coacerea s-a stabilit frecvența monitorizării temperaturilor, odată la 8 ore și completarea fișei de monitorizare.

- Punctul de control ambalarea se monitorizează prin teste de sanitație, care verifică modul de igienizare a spațiului de ambalare și implicit respectarea programelor de igienizare.

- Punctele de atenție, care reprezintă restul operațiilor din fluxul tehnologic, se monitorizează pe baza măsurilor de control specifice fiecărui risc

Cercetările efectuate în cadrul tezei de doctorat au condus la proiectarea unui produs de panificație chifle hot-dog cu adaos de *Spirulina platensis* cu valoare nutritivă crescută, îmbogățit în proteine, aminoacizi, substanțe minerale și fibre.

Produsul are durabilitate minimală sensibilă față de conservanți chimici, datorită compuşilor cu rol antimicrobian din *Spirulina platensis*.

Asigurarea inocuității produsului finit s-a realizat pe baza principiilor HACCP.

Produsul de panificație – chifle hot-dog, cu aport de *Spirulina platensis* nu se fabrică în prezent pentru el fiind depus la OSIM dosarul A00107/ 20.02.2012, pentru înregistrarea ca brevet de invenție.

CONTRIBUȚII PERSONALE

1. Studiul fizico-chimic, reologic, microbiologic și toxicologic al făinurilor 650 și 1250 pe o perioadă cuprinsă între anii 2005 -2011, din punct de vedere fizico-chimic, reologic, microbiologic și toxicologic.
2. Propunerea unui amestec optim dintre cele două făinuri, care să fie corespunzător din punct de vedere reologic, dar și din punct de vedere al aportului nutrițional.
3. Alegerea pentru îmbogățirea unui produs de panificație îmbogățit nutrițional a unui ingredient neconvențional *Spirulina platensis*.
4. Stabilirea aportului optim de *Spirulina platensis*, care să asigure un minim necesar de nutrienți valoroși, fără a mări foarte mult costurile cu ingredientele.
5. Proiectarea produsului nou chifle hot-dog cu adaos de *Spirulina platensis* îmbogățit cu proteine, aminoacizi esențiali, fibre, săruri minerale, pentru care s-a depus dosarul numărul A00107/20.02.2012, la O.S.I.M., în vederea brevetării.

REFERINTE BIBLIOGRAFICE – SELECTIE

1. Ahmed S. Gad, Yasser A. Khadrawy, Aziza A. El-Nekeety, Sherif R. Mohamed, Nabila S. Hassan, Mosaad A. Abdel-Wahhab, (2011), [Antioxidant activity and hepatoprotective effects of whey protein and Spirulina in rats](#) Nutrition, Volume 27, Issue 5, , Pages 582-589
2. A Morist, J.L Montesinos, J.A Cusidó, F Gòdia, (2001), [Recovery and treatment of Spirulina platensis cells cultured in a continuous photobioreactor to be used as food](#) Original Research Article Process Biochemistry, Volume 37, Issue 5, 20, Pages 535-547
3. Armida Hernández-Corona, Irma Nieves, Mariana Meckes, Germán Chamorro, Blanca L Barron,(2002). [Antiviral activity of Spirulina maxima against herpes simplex virus type 2](#) Antiviral Research, Volume 56, Issue 3, December 2002, Pages 279-285
4. Ana Paula Batista, M^a Cristiana Nunes, Patrícia Fradinho, Luísa Gouveia, Isabel Sousa, Anabela Raymundo, José M. Franco (2012) [Novel foods with microalgal ingredients – Effect of gel setting conditions on the linear viscoelasticity of Spirulina and Haematococcus gels](#) Original Research Article Journal of Food Engineering, Volume 110, Issue 2, Pages 182-189
5. Ana C. Freitas, Dina Rodrigues, Teresa A.P. Rocha-Santos, Ana M.P. Gomes, Armando C. Duarte, (2012). [Marine biotechnology advances towards applications in new functional foods](#) Review Article Biotechnology Advances, In Press, Corrected Proof, Available online 29
6. Banu, C.(200). Procesarea materiilor prime și pierderile de substanțe biologice active, Ed Macarie, Targoviste
7. Banu, I.(2005). Tehnologia și controlul calității în industria molaritului –Indrumar de lucrări practice – ed Fundatiei Universitare, Galati
8. E.W. Becker, (2007), March [Micro-algae as a source of protein](#) Review Article Biotechnology Advances, Volume 25, Issue 2, pages 207-210
9. Belc, N.(2004)- Indrumator de laborator pentru determinarea micotoxinelor, Ed Printech, Bucuresti
10. Belc,N. (2003). Ambalare, Institutul de bioresurse alimentare, Bucuresti
11. Bordei, D. (2004). Tehnologia moderna de panificație, Ed AGIR, Bucuresti
12. Courtin, C. M., Swennen, K., Verjans, P. and Delcour, J.A. (2008). Heat and pH stability of prebiotic arabinoxylooligosaccharides, xylooligosaccharides and fructooligosaccharides. Food Chem. doi:10.1016/j.foodchem. 2008.06.039
13. Cloetens, L., De Preter, V., Swennen, K., Broekaert, W. F., Courtin, C. M., Delcour, J. A., Rutgeerts, P. and Verbeke, K. (2008). Dose-response effect of arabinoxylooligosaccharides on gastrointestinal motility and on colonic bacterial metabolism in healthy volunteers. J. Am. Coll. Nutr.
14. Dinu, S.(2003)- Bacteriile din genurile Bacillus și Pseudomonas cu însușiri de combatere biologică, ICPP, Bucuresti, Anale vol XXXII
15. Dobraszczyk, B.J., (2003). Measuring the rheological properties of dough, in:Cauvain, S.P. (Ed.), Bread Making, Improving Quality. Woodhead, Cambridge, UK, pp. 375–400.
16. Dobraszczyk, B.J., Morgenstern, M.P., 2003. Rheology and the breadmaking process. Journal of Cereal Science 38, 229–245.
17. Duffus, C. M., and Murdoch, S. M. (2005). Variation in starch granule size distribution and amylose content during wheat endosperm development. Cereal Chem. 56:427-429
18. Eftimie, V.M (2005).- Analiza hazardului în punctele critice de control, Revista Calita, anul 6, nr47, p 15
19. Flavia Fedeles, Michael Murphy, Marti J. Rothe, Jane M. Grant-Kels (2010), [Nutrition and bullous skin diseases](#) Original Research Article Clinics in Dermatology, Volume 28,

Issue 6, Pages 627-643

20. Finney, K.F., Shogren, M.D.A., (2003). A 10 g mixograph for determining and predicting functional properties of wheat flour. *Baker's Digest* 46, 32–35. See also pages 38–42, 77.
21. Fullington, J.G., Miskelly, D.M., Wrigley, C.W., Kasarda, D.D., (2008). Quality-related endosperm proteins in sulphur-deficient and normal wheat grain. *Journal of Cereal Science* 5, 233–245.
22. Gogu, V.(2005) Studiu comparativ al reglementarilor privind siguranța alimentară, *Revista Calita*, an 6, nr 49, pag 30-35
23. Giurea, A.M (2002), *Factorii care influențează proprietățile de panificație ale grâului*, Ed AGIR, București
24. Gandikota, S., MacRitchie, F., (2005). Expansion capacity of doughs: methodology and applications. *Journal of Cereal Science* 42, 157–163
25. Gibson, T. S., Kaldor, C. J., and McCleary, B. V. (2003). Collaborative evaluation of an enzymatic starch damage assay kit and comparison with other methods. *Cereal Chem.* 70:47-51
26. Grela, E. R. (2006). Nutrient composition and content of antinutritional factors in spelt (*Triticum Spelta* L.) cultivars. *J. Sci. Food Agric.* 47:399-404
27. Gibson, G. R., and Roberfroid, M. B. (2005). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J.Nutr.* 125:1401-1412
28. Glitsø, L. V., Brunsgaard, G., Højsgaard, S., Sandström, B., and Bach-Knudsen, K. E. (2008). Intestinal degradation in pigs of rye dietary fiber with different structural characteristics. *Br. J. Nutr.* 80:457-468
29. Grootaert, C., Delcour, J. A., Courtin, C. M., Broekaert, W. F., Verstraete, W., and Van de Wiele, T. (2007). Microbial metabolism and prebiotic potency of arabinoxylan oligosaccharides in the human intestine. *Trends Food Sci. Technol.* 18:64-71
30. Gruppen, H., Hamer, R. J., and Voragen, A. G. J. (2002). Water-unextractable cell wall material from wheat flour. II. Fractionation of alkali-extracted polymers and comparison with water-extractable arabinoxylans. *J. Cereal Sci.* 16:53-67
31. G. Chamorro-Cevallos, L. Garduño-Siciliano, B.L. Barrón, E. Madrigal-Bujaidar, D.E. Cruz-Vega, N. (2008) [Chemoprotective effect of Spirulina \(Arthrospira\) against cyclophosphamide-induced mutagenicity in mice](#) Original Research Article *Food and Chemical Toxicology*, Volume 46, Issue 2, Pages 567-574
32. [Hironobu W](#), Masahiro S.,(2006) Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Aquaculture*, [Volume 258, Issues 1–4](#), Pages 157–163
33. Haros, M., Rosell, C. M., and Benedito, C. (2002). Effect of different carbohydrases on fresh bread texture and bread staling. *Eur. Food Res. Technol.* 215:425-430.
34. Ionete, E-(2005)., *Ghid de bune practici pentru siguranța alimentelor în panificație*, Ed Uranus, București
35. Ionete, E. (2005).,- *Ghid de bune practici pentru siguranța alimentelor în morărit*, Ed Uranus, București
36. Iorga, Al.(2005)- *Siguranța alimentului pe lanțul furnizor- producător- consumator și HACCP*, *Revista Calita*, anul 6, nr44, p 10
37. Jensen, M. K., Koh-Banerjee, P., Hu, F. B., Franz, M., Sampson, L., Grønbæk, M., and Rimm, E. B. (2004). Intakes of whole grains, bran, and germ and the risk of coronary heart disease in men. *Am. J. Clin.Nutr.* 80:1492-1499.
38. Kulp, (2003). Characteristics of small-granule starch of flour and wheat. *Cereal Chem.* 50:666-679.
39. Kolida, S., and Gibson, G. R. (2007). Prebiotic capacity of inulin-type fructans. *J. Nutr.* 137:2503S-2506S.
40. Kalpa Samarakoon, You-Jin Jeon., (2012), [Bio-functionalities of proteins derived from marine algae — A review](#) Review Article *Food Research International*, In Press, Corrected Proof, Available online 29
41. Leonte, M.(2005), *Tehnologii, utilaje, rețete și controlul calității în industria de panificație*, Ed Millenium, Piatra Neamț
42. Lelievre, J., Lorenz, K., Merideth, P., and Baruch, D. W. (2007). Effects of starch

- particle size and protein concentration on bread making performance. *Starch* 39:347-352.
43. Lefebvre, J., van Vliet, T., (2003). Physico-chemical aspects of gluten proteins. *Progress in Biotechnology* 23, 94–102.
 44. Li, W., Dobraszczyk, B.J., Schofield, J.D., (2003). Stress relaxation behaviour of wheat dough, gluten and gluten protein fractions. *Cereal Chemistry* 80, 333–338
 45. Lefebvre, J., Pruska-Kedzior, A., Kedzior, Z., Lavenant, L., (2003). A phenomenological analysis of wheat gluten viscoelastic response in retardation and in dynamic experiments over a large time scale. *Journal of Cereal Science* 38, 257–267.
 46. Lundh, G., MacRitchie, F., (2006). Size exclusion HPLC characterization of gluten protein fractions varying in breadmaking potential. *Journal of Cereal Science* 10, 247–253.
 47. Mencinicopschi, Gh. (2005)- Siguranta alimentara autenticitate si trasabilitate, Ed Mirton, Timisoara
 48. MacRitchie, F., (2004). Studies of the methodology for fractionation and reconstitution of wheat flours. *Journal of Cereal Science* 3, 221–230.
 49. MacRitchie, F., (2006). Physicochemical processes in mixing. In: Blanshard, J.M.V., Frazier, P.J., Galliard, T. (Eds.), *Chemistry and Physics of Baking*. Royal Society of Chemistry, London, UK, pp. 132–146.
 50. MacRitchie, F., (2007). Evaluation of contributions from wheat protein fractions to dough mixing and breadmaking. *Journal of Cereal Science* 6, 259–268.
 51. MacRitchie, F., Gras, P.W., (2008). The role of flour lipids in baking. *Cereal Chemistry* 50, 292–302.
 52. MacRitchie, F., Kasarda, D.D., Kuzmicky, D.D., (2008). Characterization of wheat protein fractions differing in contributions to breadmaking quality. *Cereal Chemistry* 68, 122–130.
 53. Mendiola, J.A. s.a (2007), Screening of functional compounds in supercritical fluid extracts from spirulina platensis, *Food Chemistry*, 102, 1357-1367
 54. Morrison, W. R., Tester, R. F., Snape, C. E., Law, R., and Gidley, M. J. (2003). Swelling and gelatinization of cereal starches. IV. Some effects of lipid-complexed amylose and free amylose in waxy and normal barleystarches. *Cereal Chem.* 70:385-392.
 55. Nejd et Simsek, Ali Karadeniz, Yildiray Kalkan, Osman N. Keles, Bünyami Unal (2009) *Spirulina platensis feeding inhibited the anemia- and leucopenia-induced lead and cadmium in rats* Original Research Article *Journal of Hazardous Materials*, Volume 164, Issues 2–3, Pages 1304-1309
 56. Nedita, G.(2003)- Studiu de piata cu privire la potentialul de dezvoltare al pietei interne ptr produsele agroalimentare ecologice, Ed Printech, Bucuresti
 57. Niculita, L.(2005)- Managementul si ingineria calitatii, Ed Academiei Romane, Bucuresti
 58. Paulian, M (1998).- Efectul unor produse fito sanitare asupra speciei Crysoperla, ICPP, Bucuresti, Anale vol XXIX
 59. Pasareanu, Al.(2002)- Toxicitatea acuta (DL₅₀) a unor amestecuri de pesticide pe baza de HCH destinate tratarii semintelor, ICDPP, Bucuresti, Anale, vol XXXII
 60. Popescu, A. (2005)- Ghid de bune practici pentru siguranta alimentelor in panificatie, Ed Romtrans, Bucuresti
 61. Popescu, A.(2005)-Ghid de bune practici pentru siguranta alimentelor in morarit, Ed Romtrans, Bucuresti
 62. Podeanu, L. (2004)- Silozurile o investitie necesara?- partea a III-a AnamobNews, nr 6, pag 5-6, Bucuresti
 63. Proust, I.(2005)- Securite alimentaire contre l’ochratoxine A- Ligerienne de press, Paris
 64. Popa, V(2005) Siguranta alimentara si trasabilitatea, Revista Calita, anul 6, nr 44-47 2005
 65. Popescu, A.-Problematika modernizarii sectorului de morarit panificatie, Revista Calita, anul 6, nr 44, 2005

66. Rotaru, G. (2005)- Managementul calitatii in industria alimentara, Ed Academica, Bucuresti,
67. P.G. Peiretti, G. Meineri, (2011) [Effects of diets with increasing levels of *Spirulina platensis* on the carcass characteristics, meat quality and fatty acid composition of growing rabbits](#) Original Research Article Livestock Science, Volume 140, Issues 1–3, Pages 218-224
68. Schatzkin, A., Mouw, T., Park, Y., Subar, A. F., Kipnis, V., Hollenbeck, A., Leitzmann, M. F., and Thompson, F. E. 2007. Dietary fiber and whole-grain consumption in relation to colorectal cancer in the NIHAARP diet and health study. *Am. J. Clin. Nutr.* 85:1353-1360.
69. Sperber, W.H.- Hazard identification from a quantitative to a qualitative approach, *Food Control*, nr 12, 2001
70. Tronsmo, K.M., Færgestad, E.M., Schofield, J.D., Magnus, E.M., 2003. Wheat protein quality in relation to baking performance evaluated by the Chorleywood bread process and a hearth bread baking test. *Journal of Cereal Science* 38, 205–215.
71. Won Heum Nah, Il Kyoo Koh, (2012), [Effect of *Spirulina maxima* on spermatogenesis and steroidogenesis in streptozotocin-induced type I diabetic male rats](#) Original Research Article *Food Chemistry*, Volume 134, Issue 1, Pages 173-179

DIVERSE REVISTE/ PERIODICE

72. *** Food Safety magazine August/September 2003, Volume 9, number4.
 - *** Safety evaluation of certain mycotoxins in food, WHO FOOD ADDITIVES SERIES 47, Ochratoxin A 2001,
 - *** Colectie de standarde pentru industria de morărit și panificație, Vol.I., Bucuresti, 2007
 - *** Inocuitatea produselor alimentare IBA, Bucuresti, 2004
 - *** Metode oficiale de analiza ale Asociației Chimistilor Analisti Oficiali (AOAC) editia a XVII-a, 2002, Anuarul ASMP, 2002, pag 85
 - ***SR EN ISO 9001:2008 : Sisteme de management al calității. Cerințe.
 - ***SR EN ISO 9004:2001 :Sisteme de management al calității. Linii directoare pentru îmbunătățirea performanțelor.
 - ***SR ISO 10005:1999: Managementul calitatii. Ghid pentru planurile calitatii
 - *** Colectia de Revista Brutarul, 2000- 2012
 - *** Mercury Research, 2005-2012
- www.bioresurse.ro
- www.dietofier.bioresurse.ro
- www.sia.ugal.ro
- www.foodgradespirulinapowder.com
- www.eurostar.eu
- www.efsa.com

DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

PUBLICAȚII ÎN REVISTE ȘI ÎN VOLUMELE MANIFESTĂRIILOR ȘTIINȚIFICE:

Lista celor mai relevante lucrări științifice publicate

1. Monica Dinu, Gabriela Vișeanu, Gabriela Rotaru, *Researches concerning the growth of nutritive value of the bread products through the spirulina adding*, Revista JEPE, BENA, 2012, vol.13, nr.2, ISSN 1311- 5065, pag. 660 – 665, **ISI**
2. Monica Dinu, Gabriela Constantinescu, Mirea Oroian, *Research on obtaining mixture from flour for manufacture bakery products with high nutritional value*, Conferința Albena – Bulgaria, **ISI**, 2013
3. Monica Dinu, Gabriela Rotaru, Gabriela Pop, *Trasabilitatea contaminatilor chimici pe lantul faina- produse de panificatie*, Alba Iulia, Bena, mai 2010, lucrarea sus inut în cadrul simpozionului cotelat **ISI**, *in curs de publicare*
4. **Monica Dinu**, Gabriela Rotaru, Gabriela Pop, *Study of dietary fibres for making bread with low content of glucides*, Revista JEPE, BENA, 2009, lucrarea sus inut în cadrul simpozionului cotelat **ISI** *in curs de publicare*
5. Gabriela Pop, **Monica Dinu**, *Microbiological evaluation of bread with spirulina during manufacturing and storage*, Biotechnologies - -Present and Perspective, SUCEAVA, 19-20 nov 2010, **BDI**

Teza de doctorat

Cercetări și contribuții privind asigurarea calității și inocuității produselor de panificație
Domeniul de doctorat: Inginerie Industrială

Brevete de invenții

La O.S.I.M. a fost depus dosarul cu nr. A00107 din 20.02.2012: *Compoziție și procedeu de obținere a făinurilor și produselor de panificație funcționale din ingrediente neconvenționale*”

Carte publicate

MONICA CATAN, MIOARA NEGOIȘ, LUMINIȚA CATAN, ENUȚIA IORGA, NASTASIA BELC, GABRIELA LILIOS, ALINA BĂLEA, PAULA VERONICA CĂLIANU, IOANA ALINA ANCA, ALINA MIHAELA POPP, OANA MUNTEAN, **MONICA GABRIELA DINU**, *FORTIFIEREA CU FIER A PRODUSELOR ALIMENTARE*, Editura PRINTECH, ISBN 978-606-521-595-5, 2010, 392 pagini

Lucrări indexate ISI/BDI (altele decât cele menționate)

1. Nela Rotaru, **Monica Dinu**, s.a., *Implementing and certifying HACCP system into SC Lujerul SA Bucharest*, lucrare sus inut și publicat în cadrul simpozionului Mediul și Industria, 19-21 oct 2005, București
2. **Monica Dinu**, *Identification and control of Hazards in bread making process at SC Lujerul SA Bucharest*, Annals of University Dunarea de Jos Galati, No. 2/2005, fascicul IV, ISSN 1843-5157, pag 26, **B+**

3. Gabriela Rotaru, **Monica Dinu**, s.a., *Trasabilitatea produselor alimentare – aplicatie practica in industria de morarit- panificatie*, Revista Calitate si Management, nr 5, an V, mai 2006, pag 32
4. **Monica Dinu**, Ana Maria Craciun, Gabriela Rotaru, *The reducing of the microbiological contamination risks at bakery products' packaging through sanitation process*, Annals of the Suceava University, Food ingneering, an VI, nr 1/ 2007, ISSN 1842-4597, **BDI**
5. **Monica Dinu**, Ana Maria Craciun, Gabriela Pop, *Variation of microbiological contamination degree on corn milling flow*, Annals of Suceava University - Food Engineering, year VI, vol.1./ 2007 pg 99-102 ISSN 1842 – 4597, **BDI**
6. **Monica Dinu**, Gabriela Rotaru, s.a., *The monitoring of the corn milling process to ensure the treaceability of corn flour*, Papers of the International Symposium Euro Aliment 2007, 20-21 sept 2007, Galati, ISSN 1843-5114, pag 151, **B+**
7. **Monica Dinu**, Gabriela Rotaru, s.a., *The monitoring and the decrease of the microbiological contamination risks in bakery products making at SC Lujerul SA*, Papers of the International Symposium Euro Aliment 2007, Galati, ISSN 1843-5114, pag 17, **B+**
8. **Monica Dinu.**, Vlasceanu G.A., Dune A., *Studiu privind realizarea de produse de panificație îmbogățite cu substanțe proteice*, Simpozionul EDR Ingredients “Food and non food Ingredients”, Piatra Neam , 17-19 septembrie, 2008
9. **Monica Dinu**, Florin Dutescu, Gabriela Rotaru, *Researches concerning on making functional bread enrichment with soluble dietary fibers* , Analele din Suceava , vol 2 / 2008, ISSN 2068 – 6609 **BDI**
10. **Monica Dinu**, Gabriela Rotaru, Gabriela Vlaseanu, *Researches concerning on making bread products enrichment with protein substances* , Analele din Suceava, ISSN 2069-6609, 2009, **BDI**
11. **Monica Dinu**, Corina Ciobanu, *Comparative study concerning bread products making enrichment with insoluble and soluble fibres*, Anals of the Suceava University-Food Engineering, year VIII, vol 2 , no1, ISSN 2068-6609, 2009, **BDI**
12. **Monica Catan** , Luminita Catan , Mioara Negoit , Enuta Iorga, Nastasia Belc, Alexandru Stoica, Gabriela Liliș, Valentin Ionescu, **Monica Dinu**, Iron fortification of bakery products. În *Annals. Food Science and Technology*, Journal indexed in International Database: IndexCopernicus International, ISSN 2065-2828, Vol. 10, Issue 1, pp. 16-19, 2009, (CNCSIS **B+**)
13. **Monica Catan** , Luminita Catan , Mioara Negoit , Enuta Iorga, Nastasia Belc, Alexandru Stoica, Gabriela Liliș, Valentin Ionescu, **Monica Dinu**, Iron fortification of fruit-based concentrated products. În *Annals. Food Science and Technology*, Journal indexed in International Database: [IndexCopernicus International](#), ISSN 2065-2828, Vol. 10, Issue 1, pp. 20-24, 2009, (CNCSIS **B+**)
14. **Monica Dinu**, Gabriela Constantinescu, *Dietary fibres role in manufacturing bread with low content of glucides*, Food and Environment Safety, vol 4., 2010, ISSN 2068-6609, pag. 103-108, **BDI**
15. Stefan Manea, **Monica Dinu**, Gabriela Vlasceanu, Gabriela Rotaru, *Research on the enhanced nutritional value of the bakery products through use of flour fortifier with spirulina and /or herbs*, Acta Medica Marisiensis, Universitatea de Medicină și Farmacie Târgu Mures, 2010, ISSN 2247-6113, pag 98, **B+**

Participări la conferințe naționale și internaționale reprezentative, cotate ISI

BENA ALBA – IULIA, 23.05.2013, cu lucrările:

- **CONSTANTINESCU GABRIELA, DINU MONICA, ROTARU GABRIELA** *RESEARCH ON THE INFLUENCE OF SPIRULINA PLATENSIS ADDITION ON TECHNICAL QUALITY OF FLOUR*
- **DINU MONICA GABRIELA, CONSTANTINESCU GABRIELA, ROTARU GABRIELA** *RESEARCH ON PROVIDING BAKERY PRODUCTS WITH HYGIENIC-SANITARY QUALITY*

ALBENA – BULGARIA, 01.06. 2013, cu lucrarea:

- **DINU MONICA, CONSTANTINESCU GABRIELA, MIRCEA OROIAN**, *Research on obtaining mixture from flour for manufacture bakery products with high nutritional value*, Conferința Albena – Bulgaria, **ISI**, 2013

Contracte de parteneriat ale SC M.P. BANEASA SA cu Institutul de Bioresurse Alimentare

1. Contract 51-092/2007 Crearea și testarea clinică a unor alimente funcționale destinate prevenirii și dietoterapiei carentelor în fier, ale grupelor vulnerabile din cadrul populației, finalizat
2. Contract 61-015/2007 Impactul alimentației asupra procesului de îmbătrânire, finalizat
3. Contract 51-005/18.09.2007 Sistem integrat pentru reducerea contaminării cu fungi și micotoxine în industria panificației, în scopul creșterii siguranței alimentare - (MYCREDPAN 2749), finalizat