



Cofinanțat de
Uniunea Europeană



Consolidarea integrării nodului românesc METROFOOD-RO în infrastructura europeană de cercetare
METROFOOD-RI, acronim METROFOOD-RO Evolve, Cod SMIS 2021+ 309287



IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară

Titlu proiect	Consolidarea integrării nodului românesc METROFOOD-RO în infrastructura europeană de cercetare METROFOOD-RI, acronim METROFOOD-RO Evolve
Cod SMIS 2021+	309287
Descriere raport	Raportul conține o sinteză a rapoartelor tehnice primite de la parteneri referitoare la obținerea unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară: (a) analize avansate ale materiilor prime utilizate pentru obținerea produselor alimentare; b) obținerea unui produs alimentar din făină grâu cultivat convențional cu adaos de făină din piețițe de roșii (paste, grisine, fursecuri, chifle); c) obținerea unui produs alimentar din făină de mazăre cultivată convențional cu adaos de făină de tescovină (pastă vegetală tartinabilă) și (d) concluzii IM3.11.
Subactivitate	A3.3. Influența tehnologiilor alimentare asupra biodisponibilității nutrienților
Responsabil	Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați (UDJG) - P6
Perioada raportată	Octombrie 2025 - Martie 2026
Termen de predare	30.03.2026
Rezultat asociat	R4 - Două ingrediente obținute prin bioeconomie circulară și două produse alimentare
Termen de finalizare	31.03.2026 (pentru IM3.11) Aprilie 2027 (pentru R4)
Criteriu de validare	Aprobare de către Comitetul de conducere
Dovezi care probează îndeplinirea criteriilor	Document publicat pe site-ul web al METROFOOD-RO, la interfața internă a proiectului





Cuprins

Structura parteneriatului pentru realizarea IM3.11	6
1. Introducere IM3.11	7
2. Analize avansate ale materiilor prime cultivate convențional, utilizate pentru obținerea produselor alimentare cu adaos de ingrediente din bioeconomia circulară (ITIM, UB, USAMV)	10
2.1. Determinarea profilului acizilor grași din grâu cultivat convențional prin analiza GC-FID (ITIM)	10
2.1.1. Pregătirea probelor	10
2.1.2. Separarea, identificarea și cuantificarea distribuției esterilor metilici corespunzători acizilor grași din grâu	11
2.1.3. Evaluarea calității grâului în funcție de profilul acizilor grași	12
2.2. Analiza moleculară a materialului vegetal de la specii <i>Solanum</i> sp. (UB)	16
2.3. Optimizarea testelor de nutrigenomică pe celule pre-adipocite și evaluarea expresiei genelor asociate obezității (UB)	21
2.3.1. Selecția modelului celular pentru analiza nutrigenomică	21
2.3.2. Selecția genelor pentru analiza prin digital PCR	21
2.3.3. Designul primerilor și sondelor pentru digital PCR	22
2.4. Analiza elementală a mazării cultivate convențional (INOE, USAMV)	23
3. Dezvoltare experimentală produs alimentar din leguminoase cultivate convențional și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară (UDJG)	25
3.1. Introducere	25
3.2. Caracterizarea materiilor prime	25
3.2.1. Caracterizarea făinii de mazăre	25
3.2.1.1. Efectul tratamentului termic asupra culorii	27
3.2.1.2. Efectul tratamentului termic asupra proprietăților funcționale	28
3.2.1.3. Digestibilitatea proteinelor din mazăre	30
3.2.1.4. Efectul tratamentului termic asupra activității inhibitorilor tripsinici	32
3.2.1.5. Caracterizarea hidrolizatelor din mazăre obținute cu proteaze digestive	33



3.2.2. Caracterizarea subproduselor rezultate la valorificarea strugurilor ...	34
3.2.3. Analiza microbiologică a făinii de mazăre și tescovină	39
3.3. Obținerea și caracterizarea pastelor vegetale tartinabile	40
3.3.1. Obținerea pastelor vegetale tartinabile	40
3.3.2. Analiza microbiologică a pastelor vegetale tartinabile	41
3.3.3. Evaluarea nutrițională a pastelor vegetale tartinabile	42
3.3.4. Analiza senzorială a pastelor vegetale tartinabile	43
3.3.5. Evaluarea texturii pastelor vegetale tartinabile	44
3.3.5. Evaluarea culorii pastelor vegetale tartinabile	45
3.3.7. Concluzii	46
Bibliografie	47
4. Dezvoltare experimentală produs alimentar din grâu cultivat convențional și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară (IBA)	49
4.1. Introducere	49
4.2. Materiale și metode	49
4.2.1. Materii prime și materiale	49
4.2.2. Obținerea amestecurilor din făină de grâu și pudră din pielite de roșii	50
4.2.3. Obținerea produselor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielite de roșii	51
4.2.3.1. Obținerea pastelor făinoase	52
4.2.3.2. Obținerea griselor	52
4.2.3.3. Obținerea fursecurilor	52
4.2.3.4. Obținerea chiflelor	52
4.2.4. Metode de analiză	53
4.2.4.1. Metode fizico-chimice	53
4.2.4.2. Metode reologice	54
4.2.4.3. Metode microbiologice	54
4.2.4.4. Determinarea conținutului total de fenoli și a activității antioxidante	55
4.2.4.4. Determinarea proprietăților texturale	56
4.2.4.5. Determinarea culorii	56
4.2.4.6. Analiza FTIR	57
4.2.4.7. Analiza senzorială	57



4.3. Rezultate și discuții	58
4.3.1. Analize fizico-chimice	58
4.3.1.1. Analize fizico-chimice ale pastelor făinoase	58
4.3.1.2. Analize fizico-chimice ale grisinelor	62
4.3.1.3. Analize fizico-chimice ale fursecurilor	64
4.3.1.4. Analize fizico-chimice ale chiflelor	64
4.3.1.5. Concluzii	68
4.3.2. Analize reologice	69
4.3.2.1. Analize reologice cu Mixolab-ul	69
4.3.2.2. Analiza farinografică	70
4.3.2.3. Analiza extensografică	72
4.3.2.4. Determinarea indicelui de cădere Hagberg-Perten	74
4.3.2.5. Concluzii	75
4.3.3. Caracterizarea microbiologică a produselor obținute	76
4.3.4. Conținutul total de fenoli și activitatea antioxidantă	77
4.3.4.1. Conținutul total de fenoli	77
4.3.4.2. Activitatea antioxidantă DPPH	78
4.3.4.3. Corelația dintre TPC și DPPH	80
4.3.4.4. Concluzii	81
4.3.5. Determinarea proprietăților texturale	81
4.3.5.1. Proprietățile texturale ale pastelor	81
4.3.5.2. Proprietățile texturale ale grisinelor	83
4.3.5.3. Proprietățile texturale ale fursecurilor	84
4.3.5.4. Proprietățile texturale ale chiflelor	84
4.3.6. Determinarea culorii	86
4.3.6.1. Parametrii de culoare ai pastelor	86
4.3.6.2. Parametrii de culoare ai grisinelor	87
4.3.6.3. Parametrii de culoare ai fursecurilor	88
4.3.6.4. Parametrii de culoare ai chiflelor	89
4.3.7. Analize prin spectroscopie FT-IR	90
4.3.7.1. Analiza FT-IR a făinii albe de grâu	90
4.3.7.2. Analiza FT-IR a făinii din piețițe de roșii	91
4.3.7.3. Analiza FT-IR a pastelor	92
4.3.7.4. Analiza FT-IR a grisinelor	93
4.3.7.5. Analiza FT-IR a fursecurilor	95
4.3.7.6. Analiza FT-IR a chiflelor	96
4.3.7.7. Analiza componentelor principale	97



4.3.8. Analiza senzorială	99
4.3.8.1. Analiza senzorială a pastelor	99
4.3.8.2. Analiza senzorială a griselor	100
4.3.8.3. Analiza senzorială a fursecurilor	102
4.3.8.4. Analiza senzorială a chiflelor	103
4.4. Concluzii	105
Bibliografie	105
 5. Concluzii IM3.11	 109
 Echipa de experți care a participat la realizarea Raportului IM3.11	 112
 Anexe	 117
Anexa 1. Scheme de operații	117
Anexa 1.1. Schema de operații pentru obținerea pastelor făinoase	117
Anexa 1.2. Schema de operații pentru obținerea griselor	118
Anexa 1.3. Schema de operații pentru obținerea fursecurilor	119
Anexa 1.4. Schema de operații pentru obținerea chiflelor	120
Anexa 2. Farinograme	121
Anexa 3. Extensograme	123
Anexa 4. Spectre FT-IR	125
Anexa 4.1. Spectrele FT-IR ale făinii albe de grâu	125
Anexa 4.2. Spectrele FT-IR ale făinii din piețițe de roșii	127
Anexa 4.3. Spectrele FT-IR ale pastelor	128
Anexa 4.4. Spectrele FT-IR ale griselor	130
Anexa 4.5. Spectrele FT-IR ale fursecurilor	132
Anexa 4.6. Spectrele FT-IR ale chiflelor	134



Structura parteneriatului pentru realizarea IM3.11

Structura parteneriatului pentru realizarea indicatorului de monitorizare IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară (final) asupra activității desfășurate în perioada octombrie 2025 - martie 2026 este următoarea:

Denumire conform Acordului de colaborare din Cererea de finanțare	Abreviere denumire partener	Participare la realizarea IM3.11 (final)
Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Bioresurse Alimentare - IBA București (Lider de proiect)	IBA	√
INCDO INOE 2000 Filiala Institutul de Cercetări pentru Instrumentație Analitică - INOE, Cluj-Napoca (Partener 1)	INOE	√
Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare - INCDTIM, Cluj-Napoca (Partener 2)	ITIM	√
Universitatea de Științele Vieții "Regele Mihai I" din Timișoara (Partener 3)	USV	√
Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mașini și Instalații destinate Agriculturii și Industriei Alimentare - INMA, București (Partener 4)	INMA	√
Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București - USAMV, București (Partener 5)	USAMV	√
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați (Partener 6)	UDJG	√
Universitatea din București (Partener 7)	UB	√



1. Introducere IM3.11 (final)

Activitățile desfășurate în perioada octombrie 2025 - martie 2026 contribuie la realizarea obiectivului specific OS3 - Consolidarea poziționării METROFOOD-RO în comunitatea științifică la nivel național, METROFOOD-RI și european ca facilitate de cercetare orientată către actorii sistemului alimentar, implementat în cadrul activității A3 - Cercetare exploratorie.

Activitatea 3 - Cercetare exploratorie cuprinde cinci subactivități prin care partenerii din proiect, parte a infrastructurii naționale METROFOOD-RO, vor face un exercițiu de colaborare și cooperare pe subiecte de cercetare specifice.

Subactivitatea A3.3 - Influența tehnologiilor alimentare asupra biodisponibilității nutrienților este coordonată de Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, partener P6 în cadrul proiectului Metrofood-RO Evolve 309287.

Obiectivul specific al subactivității 3.3 este obținerea a două produse alimentare prin realizarea a trei matrice alimentare similare, utilizând materii prime provenite din agricultura convențională și sustenabilă, cu adaos de ingrediente obținute în subactivitatea A3.2 - Bioeconomie circulară, astfel:

- Matricea 1 obținută din materii prime cultivate convențional
- Matricea 2 obținută din materii prime cultivate convențional cu adaos de ingrediente obținute în subactivitatea A3.2 - Bioeconomie circulară
- Matricea 3 obținută din materii prime cultivate sustenabil cu adaos de ingrediente obținute în subactivitatea A3.2 - Bioeconomie circulară

Indicatorul de monitorizare IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară

În conformitate cu planul de lucru stabilit la începutul activităților din A3.3, prezentat în workshop-ul WS10 din 10 martie 2025 și îmbunătățit ca urmare a discuțiilor din cadrul acestuia (Fig. 1.1), Indicatorul de monitorizare IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară are ca termen de finalizare luna martie 2026 (31 martie 2026).

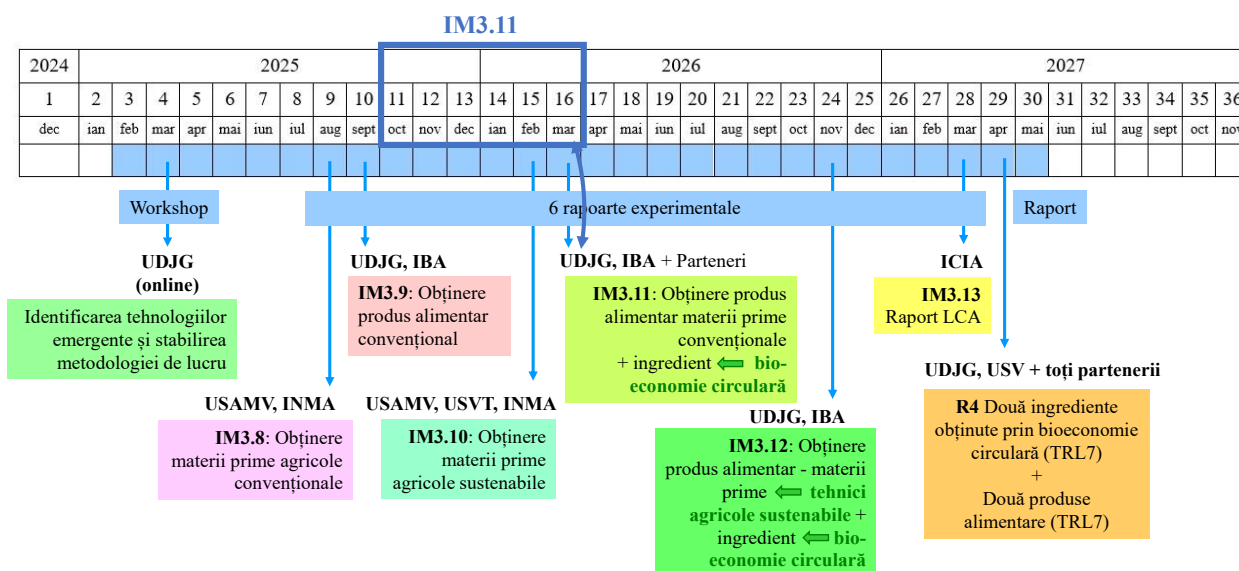


Fig. 1.1. Planul de lucru pentru subactivitatea A3.3 cu evidențierea perioadei raportate în IM3.11

Raportul IM3.11 conține o sinteză a rapoartelor tehnice primite de la parteneri referitoare la obținerea unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară, după cum urmează:

- Analize avansate ale materiilor prime cultivate convențional, utilizate pentru obținerea produselor alimentare cu adaos de ingrediente din bioeconomia circulară:
 - Determinarea profilului acizilor grași din grâu cultivat convențional prin analiza GC-FID (ITIM);
 - Analiza moleculară a materialului vegetal de la specii *Solanum* sp. (UB);
 - Optimizarea testelor de nutrigenomică pe celule pre-adipocite și evaluarea expresiei genelor asociate obezității (UB);
 - Analiza elementală a mazării cultivate convențional (INOE, USAMV)
- Dezvoltare experimentală produs alimentar din leguminoase cultivate convențional și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară (UDJG):
 - Caracterizarea făinii de mazăre: Efectul tratamentului termic asupra culorii și proprietăților funcționale ale făinii de mazăre, digestibilitatea proteinelor din mazăre, efectul tratamentului termic asupra activității inhibitorilor tripsinici;
 - Caracterizarea hidrolizatelor din mazăre obținute cu proteaze digestive;
 - Caracterizarea subproduselor rezultate la valorificarea strugurilor;
 - Analiza microbiologică a făinii de mazăre și tescovină;
 - Obținerea și caracterizarea pastelor vegetale tartinabile: analiza microbiologică, evaluarea nutrițională, analiza senzorială, evaluarea texturii și evaluarea culorii pastelor vegetale tartinabile.



- Dezvoltare experimentală produs alimentar din grâu cultivat convențional și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară (IBA):
 - Obținerea produselor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din piețițe de roșii: paste, grisine, fursecuri și chifle;
 - Analiza fizico-chimică a produselor obținute;
 - Analiza reologică a produselor obținute;
 - Caracterizarea microbiologică a produselor obținute;
 - Determinarea conținutului total de fenoli și a activității antioxidante în produsele obținute;
 - Caracterizarea texturală a produselor obținute;
 - Determinarea culorii produselor obținute;
 - Analiza prin spectrometrie FT-IR a produselor obținute;
 - Analiza senzorială a produselor obținute.

Activitățile realizate și raportate prezintă obținerea produsului alimentar din cereale cultivate convențional - făină de grâu - și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - făină din piețițe de roșii - (IBA) și obținerea produsului alimentar din leguminoase cultivate convențional - făină de mazăre - și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - făină de tescovină din struguri negri (UDJG).



2. Analize avansate ale materiilor prime cultivate convențional, utilizate pentru obținerea produselor alimentare cu adaos de ingrediente din bioeconomia circulară (INOE, ITIM, UB, USAMV)

2.1. Determinarea profilului acizilor grași din grâu cultivat convențional prin analiza GC-FID (ITIM)

Profilul acizilor grași (AG) constituie un factor cheie în definirea proprietăților fizico-chimice ale lipidelor din grâu. Acest profil este caracterizat de dominanța acizilor grași nesaturați, în special acidul linoleic (C18:2, omega-6) și acidul oleic (C18:1, omega-9), alături de contribuții notabile din partea acizilor saturați, precum acidul palmitic (C16:0) și acidul stearic (C18:0). Variațiile în profilul de AG, influențate de genotip, condițiile de creștere și tehnicile agronomice, afectează direct raportul omega-6/omega-3 și, implicit, potențialul de sănătate al produselor derivate. De asemenea, acizii grași nesaturați sunt susceptibili la oxidare, generând râncezirea oxidativă care limitează termenul de valabilitate al produselor din făină integrală. În acest context, o caracterizare exactă și detaliată a compoziției lipidice este esențială.

2.1.1. Pregătirea probelor

Probele de grâu recepționate au fost depozitate la temperatura camerei (20°C) până la analiză, apoi au fost transformate în pulbere folosind o moară cu bile de zirconiu.

Figura 2.1 prezintă probele de grâu primite și făina rezultată după măcinare.

Profilul acizilor grași din cele trei probe de grâu cultivat convențional s-a determinat utilizând Cromatografia Gazoasă cu Detecție prin Ionizare în Fază de Flacără (GC-FID), metodă analitică ce oferă o separare de rezoluție înaltă și o cuantificare precisă a esterilor metilici ai acizilor grași (FAME). De asemenea, GC-FID permite identificarea și măsurarea atât a AG majori, cât și a celor minori, furnizând astfel date critice pentru evaluarea calității grâului.



Fig. 2.1. Probele de grâu investigate (înainte și după macinare)

Înainte de determinare, a fost necesară **hidroliza lipidelor** conținute în probele de făină de grâu urmată de **esterificarea/metilarea acizilor grași**. Procedura de hidroliză a lipidelor și cea de metilare a acizilor grași sunt descrise în detaliu în raportul de progres RP4_A3.3_IM3.11-Partial-1 (Cap. 2, p. 8-10).

2.1.2. Separarea, identificarea și cuantificarea distribuției esterilor metilici corespunzători acizilor grași din grâu

Detectarea, separarea, identificarea și cuantificarea distribuției acizilor grași din grâu s-a realizat prin cromatografie de gaze cu detector cu ionizare în flacăra (GC-FID). Metoda permite determinarea esterilor metilici ai acizilor grași de la C4 la C24 prin GC-FID. Esterii metilici ai acizilor grași (FAME) sunt separați pe o coloană cromatografică capilară cu fază staționară specifică extrem de polară (DB-FATWAX Ultra Inert Columns, 30m x 0.32mm x 0,25μm), FAME-urile individuale au fost identificate prin timpii lor de retenție și în comparație cu standardele de referință FAME.

În figura 2.2 este prezentată separarea amestecului standard „Supelco 37 Component FAME Mix” cu 37 de acizi grași, care este conceput pentru a imita compoziția de acizi grași a multor probe alimentare și poate fi utilizat pentru a identifica esterii metilici cheie ai acizilor grași din grâu. Acest amestec conține FAME care variază de la C4:0 până la C24:1, inclusiv cei mai importanți esteri metilici ai acizilor grași: SFA, MUFA și PUFA.

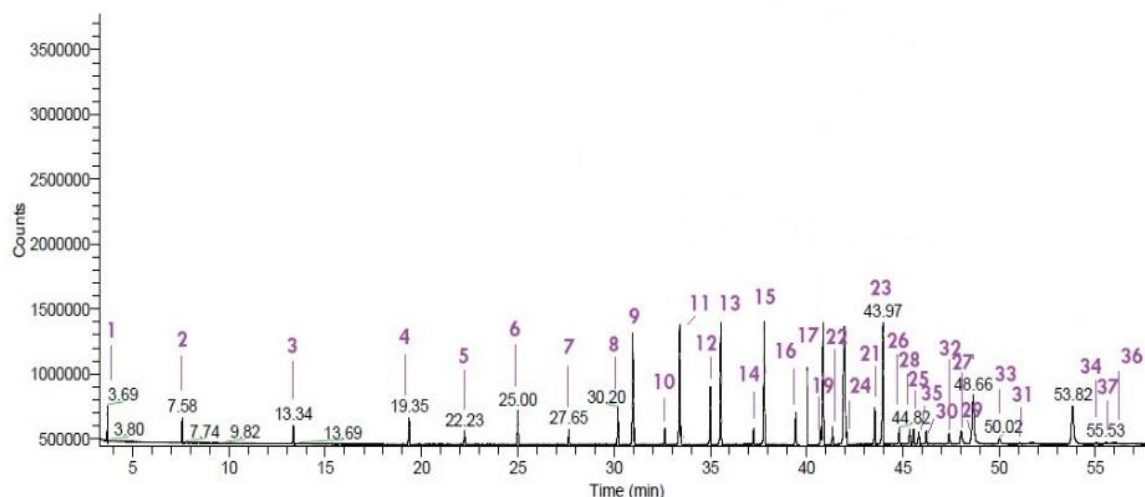


Fig. 2.2. Cromatograma GC-FID a amestecului „Supelco 37 Component FAME Mix”

Lista vârfurilor cromatografice din cromatograma GC-FID a amestecului „Supelco 37 Component FAME Mix”:

1. Acid butiric (C4:0); 2. Acid hexanoic (C6:0); 3. Acid octanoic (C8:0); 4. Acid decanoic (C10:0); 5. Acid undecanoic (C11:0); 6. Acid lauric (C12:0); 7. Acid tridecanoic (C13:0); 8. Acid miristic (C14:0); 9. Acid miristoleic (C14:1); 10. Acid pentadecanoic (C15:0); 11. Acid cis-10-pentadecenoic (C15:1); 12. Acid palmitic (C16:0); 13. Acid palmitoleic (C16:1); 14. Acid heptadecanoic (C17:0); 15. Acid cis-10-heptadecanoic acid (C17:1); 16. Acid stearic (C18:0); 17. Acid cis-9-oleic (C18:1); 18. Acid elaidic (C18:1 trans); 19. Acid linoleic (C18:2n-6); 20. Acid linoelaidic (C18:2n-3 trans, trans); 21. Acid arachidic (C20:0); 22. Acid γ -linolenic (C18:3n-6); 23. Acid cis-11-eicosenoic (C20:1n-9); 24. Acid α -linolenic (C18:3n-3); 25. Acid heneicosanoic (C21:0); 26. Acid cis-11,14-eicosadienoic (C20:2); 27. Acid behenic (C22:0); 28. Methyl cis-8,11,14-eicosatrienoate (C20:3n-6); 29. Methyl erucate (C22:1); 30. Methyl cis-11,14,17-eicosatrienoate (C20:3n-3); 31. Acid tricosanoic (C23:0); 32. Acid cis-5,8,11,14-eicosatetraenoic (C20:4n-6); 33. Acid cis-13,16-docosadienoic (C22:2); 34. Acid lignoceric (C24:0); 35. Acid cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic (C20:5n-3); 36. Acid nervonic (C24:1n-9); 37. Acid cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic (C22:6n-3).

2.1.3. Evaluarea calității grâului în funcție de profilul acizilor grași

Determinarea profilului acizilor grași prin GC-FID oferă informații detaliate despre compoziția grâului și poate susține studiile privind impactul nutrițional al consumului de produse pe bază de produse din făină de grâu. GC-FID permite separarea și identificarea acizilor grași prezenți în grâu. Această tehnică oferă o analiză detaliată a tipurilor și cantităților de acizi grași, inclusiv acizii grași saturați (SFA), mononesaturați (MUFA) și polinesaturați (PUFA). Profilul acizilor grași este un indicator al calității nutriționale a grâului. Acizii grași esențiali, cum ar fi omega-3, pot varia de la soi la soi și de condițiile de cultivare.



Rezultatele, prezentate ca procent din totalul acizilor grași (FAMES), confirmă dominanța acizilor grași nesaturați (UFA), în special a acidului linoleic, caracteristică fracției lipidice din cereale. Prezența acidului linoleic (C18:2n-6) și a acidului linolenic (C18:3n-3) face ca grâul să fie o componentă de bază valoroasă în formularea alimentelor complementare.

Concentrațiile acizilor grași grupate pe categoriile: esențiali și non esențiali aferente probelor de grâu investigate sunt prezentate în [Tabelul 2.1](#).

Tabelul 2.1. Concentrația de acizi grași în probe de grâu, exprimată în % din totalul acizilor grași

Acizi grași				Cod probă		
				1971-G1	1971-G3	1971-G5
Esențiali	Omega-3	ALA	C18:3n3	5.12	4.07	3.47
		DHA	C22:6n3	0.00	0.00	0.00
		EPA	C20:5n3	0.00	0.00	0.00
	Omega-6	LA	C18:2n6	54.45	53.98	60.57
		GLA	C18:3n6	0.00	0.00	0.00
		ARA	C20:4n6	0.00	0.00	0.00
Non-Esențiali	Omega-9	OA	C18:1n9	16.45	16.30	15.30
			C4:0	0.06	0.05	0.00
			C8:0	0.00	0.01	0.01
			C12:0	0.46	0.57	0.27
			C14:0	0.01	0.01	0.01
			C16:0	19.97	21.45	17.77
			C18:0	1.84	2.01	1.56

Din [Tabelul 2.1](#) se observă că cea mai mare concentrație de Omega 6 o prezintă proba de grâu cu cod: 1971-G5.

Cercetările indică faptul că grâul conține un amestec echilibrat de SFA, MUFA și PUFA, cu o predominanță clară a acizilor grași nesaturați ([Tabelul 2.2](#)).

Pentru o evaluare mai bună a calității grâului, s-au stabilit indicii nutriționali pe baza profilului de acizi grași ([Tabelul 2.3](#)).

În general, profilul lipidic al grâului este considerat de înaltă calitate nutrițională, fiind o sursă excelentă de acizi grași nesaturați. Raportul ridicat de acizi nesaturați față de acizii saturați (UFA/SFA) în grâu (exemplificat de rapoarte de 2.990 până la 3.919 în anumite varietăți de grâu) subliniază valoarea sa în dietă.



Tabelul 2.2. Variația acizilor grași în probele de grâu investigate

Categoria de Acid Gras	Principalul Component	Procent mediu	Relevanță
Acizi Grași Polinesaturați (PUFA)	Acid Linoleic (LA, C18:2n-6)	53.98% - 60.57%	Este cel mai abundent acid gras și un acid gras esențial (Omega-6)
Acizi Grași Mononesaturați (MUFA)	Acid Oleic (OA, C18:1n-9)	15.30% - 16.45%	Principalul acid gras mononesaturat (Omega-9)
Acizi Grași Saturați (SFA)	Acid Palmitic (C16:0)	17.77% - 21.45%	Principalul SFA
Acizi Grași Esențiali (EFA)	Acid Linolenic (ALA, C18:3n-3)	3.47% - 5.12%	Un acid gras esențial important (Omega-3), deși se găsește în cantități mai mici decât LA

Tabelul 2.3. Indicii nutriționali evaluați pe baza profilului de acizi grași

Indice nutritional	Cod probă		
	1971-G1	1971-G3	1971-G5
SFA	23.257	25.065	20.328
MUFA	17.005	16.713	15.578
PUFA	59.738	58.222	64.095
UFA	76.743	74.935	79.672
UFA/SFA	3.300	2.990	3.919
MUFA/SFA	0.731	0.667	0.766
PUFA/SFA	2.569	2.323	3.153
n-6 PUFA	54.449	53.979	60.565
n-3 PUFA	5.115	4.067	3.466
n-6/n-3 PUFA	10.645	13.274	17.474
AI	0.150	0.166	0.126
TI	0.269	0.306	0.240
h/H	3.804	3.464	4.461
LA/ALA	10.645	13.274	17.474
EFA	59.564	58.045	64.031
NI	0.263	0.289	0.224

Raportul PUFA/SFA este o măsură utilizată pe scară largă pentru evaluarea calității nutriționale a alimentelor în evaluările dietetice, în special în ceea ce privește influența acestora asupra sănătății cardiovasculare. Acest indice postulează că prezența acizilor grași polinesaturați (PUFA) în dieta cuiva poate reduce colesterolul lipoproteinelor cu densitate scăzută și poate scădea nivelul colesterolului seric, în timp



ce acizii grași saturați (SFA) contribuie la nivelurile crescute ale colesterolului seric. În consecință, un raport mai mare PUFA/SFA este asociat cu un impact mai favorabil asupra sănătății. Așa cum se poate observa din Tabelul 2, în proba de grâu cu cod 1971-G5, s-a înregistrat cel mai mare raport PUFA/SFA (3.153).

Raportul **n-6/n-3 PUFA**, arată echilibrul dintre acizii grași pro-inflamatori (n-6) și cei anti-inflamatori (n-3). Un raport mic (ideal 4:1) este considerat mai benefic pentru sănătatea umană. Grâul tinde să aibă un raport relativ mare.

Indicele aterogen (**AI**) cuantifică înclinația aterogenă a acizilor grași. AI servește ca măsură a asocierii dintre cantitatea totală de acizi grași saturați (SFA) și cea de acizi grași nesaturați (UFA). Pentru AI s-au înregistrat valori similare în toate cele 3 probe.

Indicele trombogen (**TI**) servește ca un indicator al tendinței acizilor grași (FA) de a promova formarea cheagurilor de sânge în vasele de sânge. Oferă perspective asupra influenței relative a diferiților acizi grași, evidențiind legătura dintre acizii grași pro-trombogenici (cum ar fi C12:0, C14:0 și C16:0) și acizii grași anti-trombogenici (inclusiv acizii grași mononesaturați (MUFA) și familiile de acizi grași n-3 și n-6). În consecință, favorizarea alimentelor sau produselor cu un TI mai mic este avantajoasă pentru menținerea sănătății cardiovasculare. În proba de grâu cu cod 1971-G5, s-a înregistrat cea mai mică valoare pentru indicele trombogen, dar apropiată de cea înregistrată pentru proba de grâu 1971-G1.

h/H, indică raportul dintre acizii grași care scad colesterolul (hipo-) și cei care îl cresc (hiper-). Un raport h/H mare este dezirabil din punct de vedere nutrițional. **LA/ALA** este o formă specifică a raportului n-6/n-3, folosind principalii acizi grași esențiali precursori din cereale. Reflectă disponibilitatea relativă a precursorilor pentru sinteza eicosanoizilor în organism. **EFA** reprezintă totalul de acid Linoleic (LA) și acid Linolenic (ALA), acizii grași pe care corpul uman nu îi poate sintetiza și trebuie preluați din dietă. Indicele nutrițional **NI**, este inversul raportului n-6/n-3 (sau $1/(n-6/n-3)$). Un indice NI mare (adică mult omega-3) este considerat mai sănătos.

Datele din **Tabelul 2.3** confirmă valoarea nutritivă ridicată a lipidelor din grâu, caracterizată prin:

- Dominanța PUFA:** Acizii grași polinesaturați (PUFA) sunt clasa dominantă de lipide (media PUFA = 60.685%), cu Acidul Linoleic (C18:2n-6) fiind principalul component (peste 50% din totalul FA).
- Echilibrul Esențial:** Deși Acidul Linoleic (n-6) este predominant, Acidul Linolenic (ALA, n-3) este prezent într-o proporție semnificativă (media 4.216%).
- Raportul n-6/n-3 Favorabil:** Raportul n-6/n-3 (media 13.798 ± 3.445) obținut din probele de grâu se încadrează în intervalul optim acceptat de 5:1-15:1. Acest lucru indică faptul că includerea grâului de bună calitate contribuie pozitiv la menținerea unui echilibru adecvat de acizi grași esențiali, vital pentru dezvoltarea neurologică.



d) Calitatea Grăsimilor (UFA/SFA): Probele de grâu prezintă un raport UFA/SFA (Acizi Grași Nesaturați/Saturați) ridicat (media 3.403), ceea ce sugerează un profil lipidic favorabil sănătății cardiovasculare.

În concluzie, grâul este o sursă excelentă de Acid Linoleic (LA) și Acid Linolenic (ALA). Conținutul său relativ ridicat de ALA (Omega-3) îl face deosebit de valoros pentru formularea alimentelor complementare, deoarece ajută la atingerea unui echilibru n-6/n-3 mai sănătos.

2.2. Analiza moleculară a materialului vegetal de la specii de *Solanum* sp. (UB)

Universitatea din București a contribuit la activitatea A3.3 prin componenta de analiză moleculară, realizând extragerea ADN-ului din probe vegetale utilizate în experimente. În cadrul activității A3.3, Universitatea din București a realizat izolarea ADN-ului din plante și optimizarea reacțiilor PCR pentru amplificarea unor regiuni specifice din genom. Scopul acestei etape a fost obținerea unui ADN genomic de calitate, adecvat analizelor moleculare ulterioare, în vederea validării și caracterizării materialului vegetal utilizat în proiect.

Pentru acest studiu au fost colectate frunze de la 24 de plante aparținând genului *Solanum* sp. Probele au fost conservate în punguțe cu granule de silica gel, utilizate ca agent desicant, pentru a preveni degradarea materialului biologic (Figura 2.3).

În vederea izolării ADN-ului, s-a efectuat mojararea uscată a 100 mg de frunze uscate, iar pulberea rezultată a fost procesată utilizând kitul DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen), conform protocolului standard pentru obținerea ADN-ului genomic.



Fig. 2.3. Aspectul probelor conservate folosind Silicagel

Rezultatele izolării au fost evaluate prin spectrofotometrie (NanoDrop, Thermo Scientific), determinându-se concentrația și puritatea ADN-ului. Valorile obținute



(Tabelul 2.4) au evidențiat variații moderate între probe, în funcție de conținutul de proteine reziduale sau compuși inhibitori (săruri, fenoli), caracteristici tipice pentru extractele vegetale.

Tabelul 2.4. Concentrațiile ADN obținute după izolarea acestuia din material vegetal, precum și puritatea, obținute prin cuantificarea cu spectrometrul pentru microvolume NanoDrop (Thermo Scientific)

ID probă	Descriere probă	Conc. ADN (ng/μL)	A260/280	A260/230	Observații
1	CT Plot 1 - ind 1	21.2	1.58	1.35	posibil proteine, posibile săruri/fenol
2	CT Plot 2 - ind 1	38.5	1.74	0.98	posibile săruri/fenol
3	CT Plot 1 - ind 2	32	1.45	1.77	posibil proteine
4	CT Plot 2 - ind 2	28	1.61	1.58	-
5	CT Plot 3	14.7	1.65	1.74	-
6	CT Plot 4 - ind 1	14.7	1.37	1.69	posibil proteine
7	CT Plot 6 - ind 2	11.7	1.65	1.4	posibile săruri/fenol
8	CT Plot 5	36	1.44	1.72	posibil proteine
9	CT Plot 6	28	1.38	0.89	posibil proteine, posibile săruri/fenol
10	Drăgănești Olt - Plot 1	31.2	1.82	1	posibile săruri/fenol
11	D.O. - Plot 2	10.6	1.83	0.85	posibile săruri/fenol
12	D.O. - Plot 3	39.1	1.75	1.13	posibile săruri/fenol
13	D.O. - Plot 4	35	1.5	1.19	posibil proteine, posibile săruri/fenol
14	D.O. - Plot 5	16.4	1.4	1.07	posibil proteine, posibile săruri/fenol
15	D.O. - Plot 6	15.5	1.69	1.63	-
16	D.O. - Plot 7	15.5	1.57	1.16	posibil proteine, posibile săruri/fenol
17	D.O. - Plot 8	19.1	1.41	1.08	posibil proteine, posibile săruri/fenol



18	D.O. - Plot 9	25.7	1.6	1.34	posibile săruri/fenol
----	---------------	------	-----	------	-----------------------

Tabelul 2.4. Concentrațiile ADN obținute după izolarea acestuia din material vegetal, precum și puritatea, obținute prin cuantificarea cu spectrometrul pentru microvolume NanoDrop (Thermo Scientific) (*continuare*)

ID probă	Descriere probă	Conc. ADN (ng/μL)	A260/280	A260/230	Observații
19	D.O. - Plot 10	23	1.37	0.94	posibil proteine, posibile săruri/fenol
20	D.O. - Plot 11	18.7	1.8	1.6	-
21	D.O. - Plot 12	28.4	1.48	0.87	posibil proteine, posibile săruri/fenol
22	D.O. - Plot 14	14.2	1.68	1.79	-
23	D.O. - Plot 15	18.8	1.51	1.57	posibil proteine
24	D.O. - Plot 2 (M.2)	21	1.61	1	posibile săruri/fenol

ADN-ul genomic obținut a fost ulterior utilizat pentru reacțiile de amplificare PCR ale genelor *matK* și *rbcl*, localizate plastidial, precum și pentru regiunea intergenică *ITS-u1-u4*. Reacțiile au fost realizate într-un volum final de 25 μL, conform protocolului detaliat în [Tabelul 2.5](#), folosind DreamTaq Green PCR Master Mix (Thermo Scientific) și primerii specifici fiecărei regiuni țintă. Reacțiile s-au realizat într-un volum final de 25 μL, conform protocolului de mai jos (reactive/probă și program amplificare):

Tabelul 2.5. Componentele utilizate pentru reacția PCR

Componentă	Volum (μL)
DreamTaq Green PCR Master Mix (2×)	10
Primer Forward (10 μM)	1
Primer Reverse (10 μM)	1
Apă ultrapură	7
ADN matrice	1
Volum total	20 μL

Etapă	Temperatura (°C)	Timpul	Număr cicluri
Denaturare inițială	95	10 min	1
Denaturare	95	30 sec	35×
Atașare primeri (annealing)	51	40 sec	



Etapă	Temperatura (°C)	Timpul	Număr cicluri
Elongare	72	1 min	
Elongare finală	72	10 min	1

După amplificare, s-a realizat electroforeza în gel de agaroză 1,5%, folosind SYBRSafe DNA Gel Stain (Life Technologies), însă amplificarea a fost eficientă doar pentru gena *rbcL*, pentru celelalte două ținte, *matK* și *ITS-u*, rezultatul amplificării a fost foarte slab sau deloc.

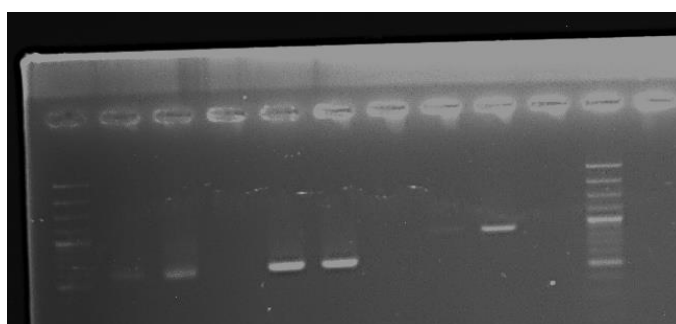


Fig. 2.4. Rezultatul amplificării genelor *matK* (godeurile 2-3), *rbcL* (godeurile 5-6) și *ITS* (godeurile 8-9). Godeurile 1 și 11 reprezintă markerul de greutate moleculară (GeneRuler 100bp, Life Technologies)

Pentru obținerea unor rezultate specifice și reproductibile ale reacției PCR, condițiile experimentale au fost optimizate prin testarea mai multor aditivi – BSA, MgCl₂ și DMSO – precum și prin ajustarea temperaturii de aliniere a primerilor. În reacțiile inițiale, realizate la 51 °C, produsele PCR nu au fost vizibile sau au avut un randament scăzut. În cadrul optimizării, temperatura de aliniere a fost ridicată la 55°C, ceea ce a contribuit la creșterea specificității reacției și la reducerea amplificărilor nespecifice (Tabelul 2.6).

Dintre aditivii testați, BSA (albumina serică bovină) a avut cel mai pronunțat efect pozitiv, ducând la obținerea unor produse PCR clare pentru ambele regiuni analizate, *matK* și *ITS*. BSA acționează prin neutralizarea inhibitorilor enzimatici prezenți în ADN-ul extras din plante (precum polifenoli și polizaharide) și prin stabilizarea ADN polimerazei în timpul reacției. Prin reducerea efectelor inhibitorilor, polimeraza a putut funcționa eficient, asigurând o amplificare consistentă și reproductibilă a fragmentelor țintă. (Figura 2.5)

MgCl₂ a produs o ușoară îmbunătățire a randamentului, dar nu a fost suficient pentru obținerea unor benzi clare în absența BSA. Ioni de magneziu reprezintă cofactori esențiali ai ADN polimerazei, influențând specificitatea și eficiența reacției, însă suplimentarea lor a avut un efect limitat în acest context.

În schimb, DMSO, utilizat pentru reducerea structurilor secundare ale ADN-ului și facilitarea amplificării regiunilor bogate în GC, nu a îmbunătățit reacțiile. Aceasta



indică faptul că problema principală nu era legată de structura secvențelor, ci de prezența inhibitorilor din probele vegetale.

Tabelul 2.6. Variantele de reacție PCR optimizate pentru amplificarea *matK* și *ITS*

1. Varianta cu DMSO / BSA (1.6% v/v)		2. Varianta cu MgCl ₂ (0.5 μL suplimentar)	
Componente per probă (volum total 25 μL):		Componente per probă (volum total 25 μL):	
Componentă	Volum (μL)	Componentă	Volum (μL)
Master Mix (2×)	12.5	Master Mix (2×)	12.5
DMSO 50% / BSA 5g/L	1	MgCl ₂	0.5
Primer its-u1	1	Primer matK-F	1
Primer its-u4	1	Primer matK-R	1
Apă ultrapură	7.5	Apă ultrapură	8
ADN matrice	2	ADN matrice	2
Volum mix fără ADN: 23 μL		Volum mix fără ADN: 23 μL	
Volum total reacție: 25 μL		Volum total reacție: 25 μL	

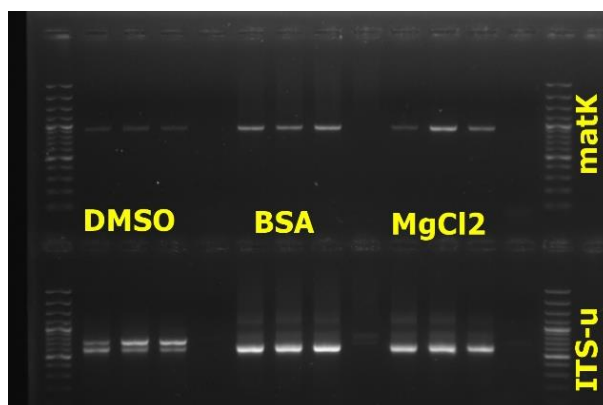


Fig. 2.5. Producții de amplificare rezultați după optimizarea reacțiilor PCR, unde se observă că în cazul utilizării BSA se obține amplificarea cea mai eficientă.

În concluzie, optimizarea reacției PCR a arătat că temperatura de aliniere de 55 °C, combinată cu adăugarea BSA, a fost esențială pentru amplificarea eficientă a fragmentelor *matK* și *ITS*. MgCl₂ a avut un efect secundar moderat, iar DMSO nu a influențat semnificativ reacția.

Optimizarea reacțiilor PCR a fost realizată în vederea etapelor ulterioare de analiză moleculară,. Scopul acestor analize este obținerea unor secvențe de înaltă calitate care să permită încadrarea taxonomică precisă a probelor vegetale investigate și reconstituirea relațiilor filogenetice dintre acestea. Prin optimizarea condițiilor de reacție s-au stabilit parametrii necesari pentru obținerea unor produse PCR specifice,



adecvate pentru secvențiere, asigurând astfel fundamentul pentru interpretarea filogenomică ulterioară a datelor.

Rezultatele obținute prin optimizarea reacțiilor PCR convenționale au permis stabilirea condițiilor experimentale optime pentru amplificarea specifică a fragmentelor țintă (*matK*, *rbcL* și *ITS*). Pe baza acestor rezultate, etapa următoare va consta în transferul metodologiei către analiza prin PCR digital (dPCR), cu scopul de a obține cuantificarea absolută a ADN-ului și validarea expresiei genice asociate compușilor bioactivi din probele vegetale analizate. Astfel, PCR-ul digital a fost utilizat ca instrument complementar, oferind o precizie superioară în detecția și cuantificarea moleculelor de ADN, comparativ cu metodele convenționale de amplificare.

2.3. Optimizarea testelor de nutrigenomică pe celule pre-adipocite și evaluarea expresiei genelor asociate obezității (UB)

Pentru a corela modificările structurale și biochimice induse de tehnologiile alimentare cu efectele biologice relevante pentru sănătatea metabolică, au fost dezvoltate și optimizate teste de nutrigenomică utilizând modele celulare de pre-adipocite. Aceste modele permit evaluarea impactului extractelor alimentare asupra expresiei genelor implicate în adipogeneză, inflamație și metabolism lipidic – procese centrale în patogeneza obezității.

2.3.1. Selecția modelului celular pentru analiza nutrigenomică

În cadrul etapei de raportare aferente RP5, Universitatea din București a realizat selecția și validarea modelului celular adecvat pentru evaluarea impactului nutrigenomic al produselor alimentare dezvoltate în A3.3.

Criteriile de selecție, modelul selectat și definirea obiectivelor nutrigenomice sunt prezentate în raportul de progres RP4_A3.3_IM3.11-Partial-1 (Cap. 2, subcap. 2.5, p. 28-29).

2.3.2. Selecția genelor pentru analiza prin digital PCR

Selecția panelului de gene destinat analizei prin digital PCR (dPCR) a fost realizată pe baza unei abordări integrate, fundamentate pe literatura internațională privind biologia adipocitelor, pe rolul demonstrat al genelor în patogeneza obezității și a sindromului metabolic, pe sensibilitatea acestora la modulare nutrițională și pe adecvarea expresiei lor pentru detecție prin cuantificare absolută. Au fost privilegiate gene cu expresie moderată până la ridicată în modelul de pre-adipocite 3T3-L1, astfel



Încât distribuția particițiilor în reacția dPCR să respecte parametrii optimi ai distribuției Poisson și să permită o separare clară între semnal pozitiv și negativ.

Pentru evaluarea procesului de adipogeneză au fost incluse gene-cheie implicate în inițierea și stabilizarea diferențierii adipocitare. PPAR γ reprezintă regulatorul central al programului adipogenic, controlând transcripția unui număr extins de gene implicate în acumularea lipidică și în funcția adipocitară. CEBPA contribuie la consolidarea fenotipului adipocitar matur, acționând sinergic cu PPAR γ în stabilizarea diferențierii. KLF15 a fost inclusă ca marker al reglării timpurii adipogenice, fiind implicată în coordonarea tranziției celulare către fenotipul adipocitar.

Pentru caracterizarea metabolismului lipidic au fost selectate gene reprezentative atât pentru lipogeneză, cât și pentru lipoliză. FASN codifică enzima cheie în sinteza de novo a acizilor grași, în timp ce SREBF1 acționează ca factor de transcripție major al genelor lipogenice. În contrapondere, LIPE (HSL) și PNPLA2 (ATGL) sunt implicate în mobilizarea trigliceridelor și în procesele de lipoliză, oferind informații privind echilibrul dintre stocarea și degradarea lipidelor în adipocite.

Pentru investigarea componentei inflamatorii asociate obezității au fost incluse gene implicate în inflamația metabolică de grad scăzut. TNF și IL6 sunt citokine proinflamatorii cu rol central în dereglarea sensibilității la insulină, iar CCL2 (MCP-1) este implicată în recrutarea monocitelor și în amplificarea răspunsului inflamator adipos. NF κ B1, ca factor transcripțional major al căilor inflamatorii, a fost inclus pentru a evalua activarea mecanismelor moleculare upstream.

Pentru analiza sensibilității la insulină și a metabolismului glucidic au fost selectate gene relevante pentru semnalizarea insulinică și transportul glucozei. SLC2A4 (GLUT4) codifică principalul transportor insulin-dependent al glucozei în adipocite, IRS1 și AKT2 sunt componente esențiale ale cascadei de semnalizare insulinică, iar ADIPOQ (adiponectina) reprezintă un marker funcțional al adipocitelor mature și un mediator important al homeostaziei metabolice.

În vederea normalizării datelor obținute prin digital PCR, au fost evaluate mai multe gene de referință (RPLP0, ACTB, GAPDH și HPRT1). Stabilitatea expresiei acestora a fost analizată atât în condiții bazale, cât și pe parcursul diferențierii adipocitare, pentru a identifica variabilitatea inter-condițională. În urma acestei evaluări, RPLP0 a fost selectată ca genă de referință principală, datorită stabilității ridicate și a absenței variațiilor semnificative între condițiile experimentale analizate.

2.3.3. Designul primerilor și sondelor pentru digital PCR

Având în vedere utilizarea digital PCR pentru cuantificarea absolută a transcripturilor, designul primerilor și al sondelor a respectat criterii stricte de specificitate, eficiență și compatibilitate cu tehnologia de partiționare. Pentru fiecare genă au fost proiectați



primeri, acolo unde structura genomică a permis, în regiuni intron-spanning, pentru a evita amplificarea ADN-ului genomic rezidual.

Primerii au fost proiectați cu o lungime optimă de 18-22 perechi de baze, cu o temperatură de topire (T_m) cuprinsă între 58-60°C și o diferență mai mică de 1°C între primerul forward și reverse, pentru a asigura o amplificare eficientă și uniformă. Conținutul GC a fost menținut între 40-60%, iar secvențele au fost analizate in silico pentru a preveni formarea de structuri secundare, dimeri de primeri sau complementarități nedorite.

Dimensiunea ampliconului a fost limitată la 70-150 pb, interval considerat optim pentru reacțiile de digital PCR, deoarece permite eficiență crescută a amplificării și separare clară a particițiilor pozitive și negative. Pentru reacțiile bazate pe chimie cu sonde hidrolizabile, au fost selectate sonde marcate fluorescent, cu specificitate ridicată pentru secvența țintă și cu quencher intern non-fluorescent, asigurând un raport semnal/zgomot adecvat.

Validarea experimentală va include testarea condițiilor de amplificare, verificarea absenței semnalului în controale fără șablon (NTC) și fără revers-transcripție (No-RT), precum și confirmarea separării clare între populațiile de particiții pozitive și negative. Această etapă a permis implementarea unei platforme de digital PCR robuste, capabile să furnizeze cuantificări absolute precise ale expresiei genice în modelul celular utilizat în cadrul activității A3.3.

2.4. Analiza elementală a mazării cultivate convențional (INOE, USAMV)

Mazărea (*Pisum sativum* L.) este o legumă bogată în nutrienți, oferind o sursă bună de proteine, fibre și diverse vitamine și minerale. Este deosebit de bogată în vitaminele C, K și A, precum și în folat, magneziu și fier. Conținutul său de antioxidanți și alți compuși bioactivi contribuie, de asemenea, la diverse beneficii pentru sănătate.

Din punct de vedere al prezenței micro- și macro nutrienților (Tabelul 2.7) mazărea se evidențiază prin conținut mare de K (1125.777 mg/100g), acoperind 56.29% din VNR. Are un aport impresionant de Zn (2.788 mg/100g - 27.88%) și Mo (142.4 μg/100g - 284.80%). Cu (0.671 mg/100g) contribuie cu 67.06%, iar Fe (4.695 mg/100g) cu 33.54%. Mg (104.940 mg/100g) oferă 29.98%, iar Mn (0.899 mg/100g) - 44.93%.

Tabelul 2.7. Conținutul de micro- și macronutrienți în mazărea cultivată convențional

Macronutrienți	Na	Mg	K	Ca	Fe
Valoare, în mg/kg	15,65±0,98	1049,40±51,94	11257,77±545,68	189,37±13,46	46,95±1,37
Micronutrienți	Mn	Ni	Cu	Mo	Zn



Valoare, mg/kg	în	8,98±0,47	1,88±0,06	6,71±0,22	1,42±0,04	27,88±0,90
-------------------	----	-----------	-----------	-----------	-----------	------------

Analiza celor trei metale grele plumb, cadmiu și cobalt a relevat prezențe sub limitele de detecție ale metodei, limite ce asigură încadrarea în Regulamentul EC 915/2023. În analiza elementală sunt prezente și rezultatele pentru nichel, 1,887 mg/kg, valoare care se încadrează în maximumul de 4,0 mg/kg prevăzut pentru leguminoase.

Rezultatele analizei pesticidelor în proba de mazăre relevă o prezență sub limita de cuantificare a compușilor analizați (Tabelul 2.8).

Tabelul 2.8. Conținutul de pesticide în mazărea cultivată convențional

Acetamiprid	Pyroxsulam	Tebuconazole	Cloquintocet-mexyl	Trifloxistrobin	Cypermethrin+ λ-Cyhalothrin
< LOQ*	< LOQ*	< LOQ*	< LOQ*	< LOQ*	< LOQ*

* LOQ - limit/level of quantification

Toate micotoxinele testate s-au aflat sub limita de cuantificare LOQ (Tabelul 2.9).

Tabelul 2.9. Conținutul de micotoxine în mazărea cultivată convențional

Micotoxine	Afla B1	Afla B2	Afla G1	Afla G2	OTA	DON	ZEA
Valoare, μg/kg	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ

Notă: Afla - aflatoxine, OTA - ochratoxină, DON - deoxinivalenol, ZEA - zearalenonă

Compoziția acizilor grași identificați în probele mazăre provenite din agricultură convențională este prezentată în Tabelul 2.10.

Tabelul 2.10. Compoziția acizilor grași mazăre cultivată în sistem convențional

Acid gras	Simbol	Conținut (%)
Acid palmitic	C16:0	10.90
Acid stearic	C18:0	3.10
Acid oleic	C18:1(n9)	21.40
Acid linoleic	C18:2(n6)	38.70
Acid α-linolenic	C18:3(n3)	18.00
Acid arahidic	C20:0	1.02
Acid gondoic	C20:1(n9)	0.90
Alți acizi grași saturați	Σ SFA alt	1.20
Alți acizi grași mononesaturați	Σ MUFA alt	1.05
Alți acizi grași polinesaturați	Σ PUFA alt	0.63
Total SFA	Σ SFA	15.02
Total MUFA	Σ MUFA	23.35
Total PUFA	Σ PUFA	57.33



Cofinanțat de
Uniunea Europeană



*Consolidarea integrării nodului românesc METROFOOD-RO în infrastructura europeană de cercetare
METROFOOD-RI, acronim METROFOOD-RO Evolve, Cod SMIS 2021+ 309287*

Acid gras	Simbol	Conținut (%)
Total UFA	Σ UFA	80.68
Omega-6	ω -6	38.70
Omega-3	ω -3	18.00



3. Dezvoltare experimentală produs alimentar din leguminoase cultivate convențional și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară (UDJG)

3.1. Introducere

În perioada raportată în IM3.11, octombrie 2025 - martie 2026, partenerul P6-UDJG a avut planificat să obțină un produs alimentar din leguminoase cultivate convențional cu adaosul unui ingredient obținut prin bioeconomie circulară.

Materia primă cultivată convențional, mazărea, a fost furnizată de INMA București și măcinată la IBA București, iar făina de tescovină din struguri albi și negri a fost furnizată de USV Timișoara.

Cercetările inițiale au urmărit îmbunătățirea comportamentului făinii de mazăre la procesarea tehnologică prin hidroliza enzimatică a proteinelor conținute, studiul efectului tratamentului termic asupra activității inhibitorilor tripsinici, caracterizarea hidrolizatelor din mazăre obținute cu proteaze digestive și caracterizarea microbiologică a probelor de făină de mazăre tratată.

După caracterizarea făinii de mazăre și de tescovină, au fost obținute paste vegetale tartinabile care au fost analizate din punct de vedere microbiologic, nutrițional, senzorial, textural și al culorii, după cum urmează.

3.2. Caracterizarea materiilor prime

3.2.1. Caracterizarea făinii de mazăre

Au fost efectuate teste ce au vizat caracterizarea materiilor prime de bază folosite pentru obținerea, la nivel de laborator, a unui produs tartinabil din făină de leguminoase cultivate convențional, suplimentat cu o sursă de fibre și compuși cu activitate antioxidantă ridicată.

Materia primă de bază utilizată pentru pregătirea formulei de emulsie gelifiată la cald a fost reprezentată de făina de mazăre. Au fost efectuate mai multe încercări



experimentale, utilizând atât făină de mazăre galbenă (Sanovita, România) cât și făină de mazăre verde furnizată de partenerul INMA.

În faza anterioară a studiului (IM3.9, februarie - septembrie 2025) au fost efectuate teste care au urmărit efectul tratamentului termic asupra proprietăților funcționale ale făinii din mazăre galbenă, și identificarea condițiilor optime de procesare pentru obținerea de produse vegetale tartinabile.

Având în vedere variabilitatea compozițională a diferitelor varietăți de mazăre, dar și importanța cunoașterii efectului tratamentului termic asupra proprietăților funcționale ale principalelor ingrediente utilizate la obținerea diferitelor tipuri de alimente, în această etapă a studiului au fost efectuate teste de laborator pentru a evidenția efectul tratamentului termic uscat asupra proprietăților făinii de mazăre verde utilizată la obținerea de produse vegetale tartinabile. Astfel, făina de mazăre a fost supusă tratamentului termic uscat (DLab LDO-030E, DlabTech, Daihan Labtech Co., LTD, Korea), timp de 40 min la temperaturile 100°C, 120°C și 140°C.

Tratamentul termic aplicat a condus la creșterea semnificativă a conținutului de substanță uscată a probelor de făină de mazăre odată cu creșterea temperaturii (Figura 3.1). Astfel, umiditatea făinii de mazăre galbenă a scăzut de la $12,01 \pm 0,30$ % până la $2,07 \pm 0,05$ % ($p < 0,05$), iar umiditatea făinii de mazăre verde a scăzut de la $10,66 \pm 0,03$ % până la $1,38 \pm 0,01$ % ($p < 0,05$).

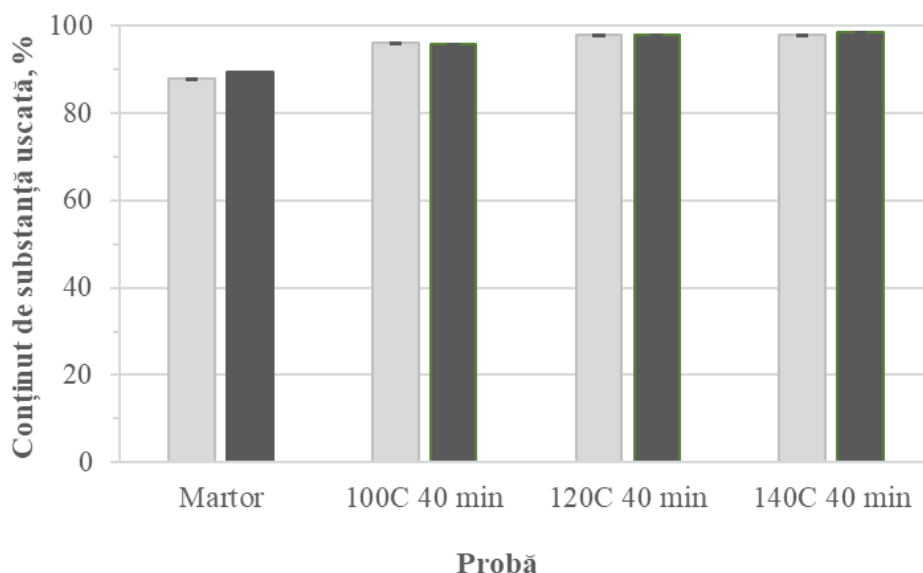


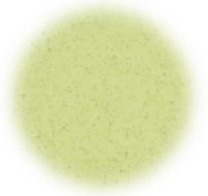
Fig. 3.1. Influența tratamentului termic uscat timp de 40 min la temperaturi cuprinse între 100 și 140°C asupra conținutului de substanță uscată a probelor de făină de mazăre galbenă (reprezentate cu gri deschis) și mazăre verde (reprezentate cu gri închis).



3.2.1.1. Efectul tratamentului termic asupra culorii

Imaginile digitale ale făinurilor de mazăre tratate termic la diferite temperaturi au fost analizate pentru a determina parametrii Hunter L, a, b, iar rezultatele sunt prezentate în [Tabelul 3.1](#). O astfel de analiză permite aprecierea impactului tratamentului termic asupra calității făinii de mazăre, culoarea fiind un atribut senzorial important al ingredientelor alimentare, ce influențează proprietățile produselor finite, și implicit decizia de cumpărare sau consum.

Tabelul 3.1. Influența tratamentului termic uscat aplicat făinii de mazăre galbenă (MG) și făinii de mazăre verde (MV) timp de 40 min la temperaturi cuprinse între 100 și 140°C asupra caracteristicilor de culoare

Cod probă Parametri culoare	Aspect probă	Cod probă Parametri culoare	Aspect probă
MG $L = 82 \div 83$ $a = 6 \div 7$ $b = 29 \div 32$ $ICF = 52$		MV $L = 77 \div 84$ $a = -17 \div -12$ $b = 30 \div 39$ $ICF = 49$	
MG-100°C-40min $L = 81 \div 82$ $a = 6 \div 7$ $b = 29 \div 30$ $ICF = 52$		MV-100°C-40min $L = 80 \div 86$ $a = -16 \div -12$ $b = 31 \div 38$ $ICF = 51$	
MG-120°C-40min $L = 82 \div 83$ $a = 6 \div 7$ $b = 30 \div 33$ $ICF = 52$		MV-120°C-40min $L = 77 \div 83$ $a = -17 \div -11$ $b = 29 \div 42$ $ICF = 48$	
MG-140°C-40min $L = 80 \div 81$ $a = 5 \div 7$ $b = 31 \div 35$ $ICF = 53$		MV-140°C-40min $L = 79 \div 88$ $a = -17 \div -11$ $b = 30 \div 40$ $ICF = 50$	



Rezultatele prezentate în [Tabelul 3.1](#) indică faptul că tratamentul termic a condus la variații mici ale parametrilor de culoare. Analizând comparativ cele două tipuri de probe, se observă o luminozitate mai mare a făinii de mazăre verde supusă tratamentului termic față de făina de mazăre galbenă. În general, făinurile de culoare deschisă, utilizate pentru obținerea de produse de panificație, sunt mai bine acceptate de către consumatori. Așa cum era de așteptat, parametrul de culoare a indică prezența unor subtonuri calde de portocaliu în făina de mazăre galbenă, și de verde deschis (pin) în făina de mazăre verde. Indicele de culoare (ICF) al făinii s-a determinat cu formula

$$ICF = L - b \quad (3.1)$$

Se observă valori mai ridicate la făina de mazăre galbenă, indiferent de pre-tratamentul termic aplicat. Valoarea indicelui de culoare este influențată de luminozitatea făinurilor, ce depinde de conținutul de cenușă și de intensitatea nuanțelor de galben ce sunt direct influențate de pigmenții din probe. Nuanțele galben-portocalii și roșii din produsele vegetale sunt o consecință a prezenței carotenoizilor și/sau antocianinelor, în timp ce culoarea verde este asociată clorofilelor ([Edelenbos et al., 2001](#)). Trebuie menționat, însă, că clorofilele din țesuturile fotosintetizante pot masca culorile strălucitoare ale multor carotenoizi ([Edelenbos et al., 2001](#)).

3.2.2. Efectul tratamentului termic asupra proprietăților funcționale

Influența pre-tratamentului termic uscat asupra proprietăților funcțional-tehnologice ale făinii de mazăre a fost apreciată prin determinarea capacității de legare și reținere a apei și uleiului. Aceste proprietăți sunt definitorii pentru comportamentul făinii de mazăre în matrice complexe de tipul pastelor vegetale tartinabile, oferind informații despre comportamentul de îngroșare, vâscozitate și hidrofobicitatea de suprafață a proteinelor. Independent de tratamentul termic aplicat, făina de mazăre verde a prezentat valori ale capacității de legare a apei în condiții de centrifugare (25 min la 3000 rpm) superioare față de făina de mazăre galbenă ([Figura 3.2](#)).

Capacitatea de legare a apei a făinurilor de mazăre este datorată în special compușilor macromoleculari precum amidonul, proteinele și fibrele pe care aceste le conțin. Capacitatea de absorbție de apei de către amidon este direct influențată de dispunerea grupărilor hidrofile și de conținutul de amiloză ([Zhang et al., 2024](#)). În ceea ce privește proteinele, în special globulinele 7S și 11S din mazăre sunt cunoscute pentru contribuția importantă la proprietățile de legare a apei. Relația dintre apă și proteină este influențată de structura matricei proteice, în special de dimensiunea porilor ([Shanthakumar et al., 2022](#)). În general, apa legată este strâns asociată cu proteinele, în timp ce apa reținută sau imobilizată devine prinsă în matricea proteică și este eliminată prin forța centrifugării sau stoarcere ([Stone et al., 2015](#)).

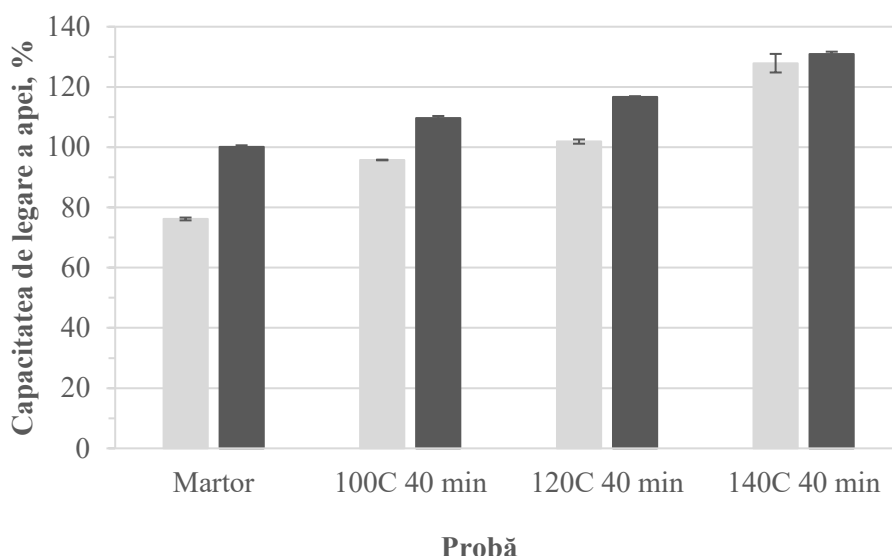


Fig. 3.2. Influența tratamentului termic uscat timp de 40 min la temperaturi cuprinse între 100 și 140°C asupra capacității de legare a apei de către făina de mază galbenă (reprezentate cu gri deschis) și mazăre verde (reprezentate cu gri închis)

Analizând rezultatele prezentate în [Figura 3.2](#) se poate observa faptul că tratamentul termic a permis îmbunătățirea semnificativă ($p < 0,05$) a capacității de reținere a apei, odată cu creșterea temperaturii, atât a făinii de mază galbenă, cât și a făinii de mazăre verde. [Lufti et al. \(2021\)](#) au demonstrat că tratamentul termic uscat determină îmbunătățirea capacității de absorbție de apei de către amidon, ca o consecință a creșterii gradului de expunere a zonelor hidrofile.

Referitor la capacitatea de legare a uleiului, independent de tratamentul termic aplicat, făina de mază galbenă a prezentat valori superioare făinii de mazăre verde ([Figura 3](#)). Pentru ambele tipuri de probe analizate, tratamentul termic la 100°C nu a condus la modificarea semnificativă a proprietății de legare a uleiului, dar creșterea temperaturii la 120°C și 140°C a condus la îmbunătățirea semnificativă a acestei proprietăți ([Figura 3](#)). Cunoașterea factorilor care influențează proprietățile de legare a uleiului este importantă pentru înțelegerea impactului selectării diferitelor tipuri de ingrediente pentru calitatea produsului finit. Valorile capacității de legare a uleiului pot fi afectate de structura matricei proteice, de hidrofobicitatea suprafeței proteinelor și de tipul, distribuția și stabilitatea lipidelor ([Shanthakumar et al., 2022](#)). Lipidele interacționează cu lanțurile laterale non-polare ale aminoacizilor din structura proteinelor. Astfel, proteinele cu suprafață hidrofobă mai mare pot reține mult mai bine uleiurile.

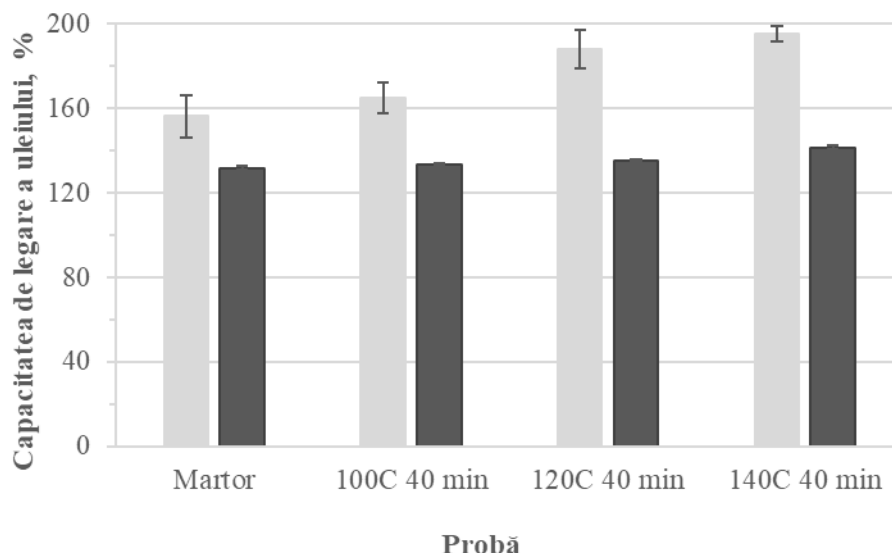


Fig. 3.3. Influența tratamentului termic uscat timp de 40 min la temperaturi cuprinse între 100 și 104°C asupra capacității de legare a uleiului de către făina de mazăre galbenă (reprezentate cu gri deschis) și mazăre verde (reprezentate cu gri închis)

3.2.1.3. Digestibilitatea proteinelor din mazăre

În această etapă a studiului au fost efectuate teste de laborator pentru studierea efectului hidrolizei enzimatică a proteinelor din mazăre, urmărindu-se îmbunătățirea comportamentului la procesarea tehnologică și obținerea de produse finite cu proprietăți funcționale superioare produselor nehidrolizate.

Mazărea, în calitate de sursă de proteine, reprezintă o alternativă foarte bună pentru soia, datorită asemănărilor în ceea ce privește calitatea nutrițională și proprietățile funcționale, precum capacitatea de a forma și stabiliza emulsii, de reținere a apei și de a forma geluri (Barac *et al.*, 2015).

Proteinele din mazăre, și cele din leguminoase în general, pot fi împărțite în patru clase, și anume: albumine, globuline, prolamine și gluteline, care sunt solubile în apă, soluție salină diluată, soluție alcoolică și respectiv soluții diluate de baze sau acizi. Proteinele majoritare din leguminoase sunt globulinele, care sunt proteine de rezervă, fiind în principal clasificate pe baza coeficientului lor de sedimentare (S), în globuline 7S și 11S.

Investigațiile efectuate la nivel de laborator au urmărit efectul hidrolizei enzimatică cu pepsină și tripsină a proteinelor din mazăre asupra proprietăților hidrolizatorilor obținute. Cunoașterea efectului acțiunii proteazelor furnizează, în general, informații valoroase privind posibilitățile de modulare a performanței făinurilor din mazăre în diferite tipuri de alimente, oferind premisele exploatării optime a funcționalității acestora.



Dincolo de importanța tehnologică, cunoașterea în particular a efectului enzimelor digestive permite formularea unor aprecieri cu privire la digestibilitatea produselor și valoarea lor biologică.

Studii recente au indicat o serie de avantaje pentru sănătate oferite de consumul de proteine de origine vegetală. În mod particular, s-a raportat că mazărea conține proteine valoroase ce includ în structura lor peptide biologic active, capabile să exercite diverse beneficii pentru sănătate, cum ar fi activitate antioxidantă, capacitate imunomodulatoare, proprietăți antihipertensive etc. (Aderinola & Duodu, 2022).

Pentru hidroliza proteinelor din mazăre s-a utilizat un raport enzimă:proteină de 2:100, asigurându-se condițiile optime de hidroliză ale enzimelor. După 6 ore de hidroliză la temperatura de 37°C, enzimele au fost denaturate termic pentru a evita transformări ulterioare ale substratului. Enzimele utilizate în studiu au prezentat o afinitate foarte bună față de proteinele din mazăre. Gradul de hidroliză determinat prin metoda pH stat (Salelles *et al.*, 2018) a crescut linear în primele 2 ore de hidroliză în cazul pepsinei, și în primele 4 ore de hidroliză în cazul tripsinei, după care s-a înregistrat un platou (Figura 3.4). La finalul timpului de reacție, cele două enzime au condus la valori similare ale gradului de hidroliză de 5,3-5,5% (Figura 3.4). Se poate aprecia, așadar, că produsele vegetale tartinabile dezvoltate la nivel de laborator vor prezenta o digestibilitate relativ redusă a proteinelor.

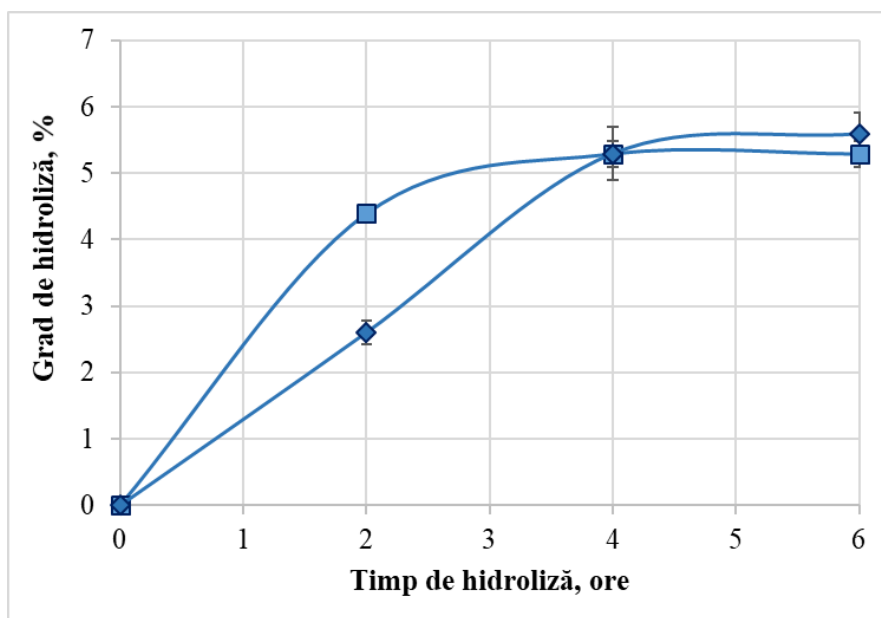


Fig. 3.4. Evoluția gradului de hidroliză a proteinelor din mazăre supuse scindării cu enzimele digestive pepsină (pătrat) și tripsină (romb)



Digestibilitatea redusă a proteinelor din mazăre a fost asociată prezenței a trei grupe de albumine în boabele și făina obținută din aceste leguminoase: albumina 2 și lectina, ambele asociate cu o digestie slabă, și inhibitorii tripsinici (TI) (Olias et al., 2023). În timp ce lectina și TI au fost descrise ca proteine anti-nutriționale, albumina 2, demonstrată a fi slab sau greu digerabilă, se poate considera că aduce o contribuție redusă la valoarea proteinelor din semințe pentru alimentație (Vigeolas et al., 2008). Așadar, acțiunea mai lentă a tripsinei comparativ cu pepsina (Figura 3.4) poate fi datorată prezenței inhibitorilor tripsinici în substrat. Deși inhibitorii tripsinici se întâlnesc în cantități mult mai mici în mazăre (3,16-4,92 TIU/mg s.u.) comparativ cu soia (45,89 TIU/mg s.u.) (Shi et al., 2017), efectul lor nu trebuie neglijat.

3.2.1.4. Efectul tratamentului termic asupra activității inhibitorilor tripsinici

Procesul tehnologic de obținere a produsului tartinabil vegetal suplimentat cu făină de tescovina include un tratament termic preliminar avansat, aplicat făinii de mazăre. Pentru a estima efectul tratamentului termic, efectuat la temperaturi ridicate cuprinse în intervalul 100...140°C timp de 20-60 min, asupra digestibilității proteinelor din mazăre, s-a dozat activitatea inhibitorilor tripsinici prin metodă spectrofotometrică. Analizând rezultatele prezentate în Figura 3.5, se poate observa faptul că tratamentul la temperatura de 100°C timp de 20-60 min, sau la 120°C timp de 20 min asigură o ușoară reducere a activității inhibitorilor tripsinici comparativ cu proba martor, reprezentată de făina nativă de mazăre. Pe de altă parte, creșterea timpului de menținere la 120°C, sau aplicarea unui tratament termic la 140°C determină creșterea semnificativă a activității inhibitorilor tripsinici comparativ cu proba nativă ($p < 0,05$).

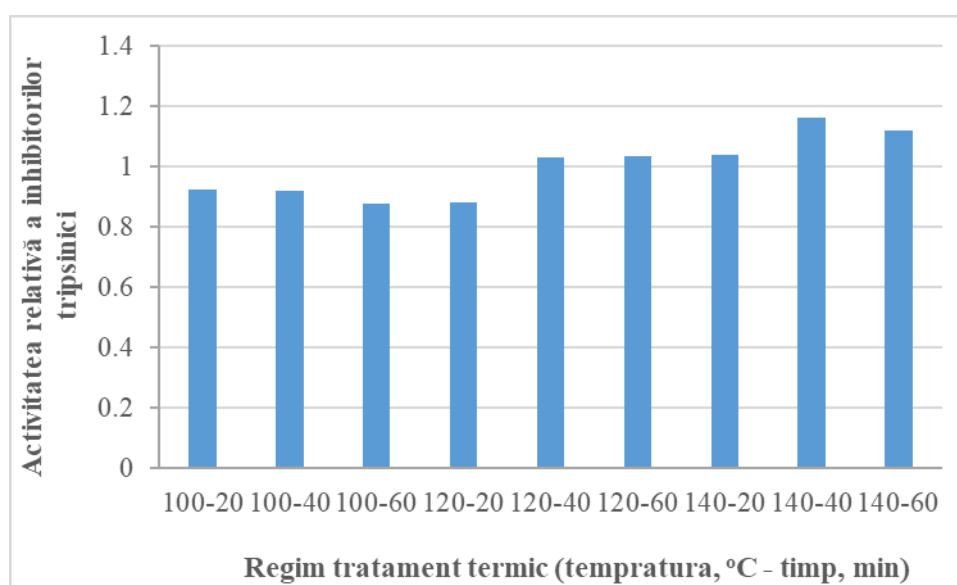


Fig. 3.5. Efectul tratamentului termic aplicat făinii de mazăre asupra activității inhibitorilor tripsinici



3.2.1.5. Caracterizarea hidrolizatelor din mazăre obținute cu proteaze digestive

Hidroliza proteinelor din mazăre cu pepsină și tripsină în sistem model a condus la îmbunătățirea semnificativă a proprietăților funcțional-tehnologice. Hidroliza cu pepsină a condus la creșterea semnificativă ($p < 0,05$) a activității de emulsionare de la $3,38 \text{ m}^2/\text{g}$ la $5,53 \text{ m}^2/\text{g}$, asigurând și o stabilitate a emulsiilor cu 430% mai mare față de proba martor nehidrolizată enzimatic. Pe de altă parte, deși hidroliza cu tripsină a condus la creșterea activității de emulsionare până la $11,87 \text{ m}^2/\text{g}$, emulsiile obținute au prezentat o stabilitate doar cu 120% mai mare față de proba martor. Aceste rezultate indică faptul că hidroliza limitată a proteinelor din mazăre ar putea contribui la obținerea unor emulsii gelificate termic, cum este cazul pastelor vegetale, cu stabilitate, proprietăți texturale și senzoriale superioare.

Proteinele din mazăre prezintă proprietăți de spumare superioare proteinelor din soia. Omogenizarea cu ajutorul omogenizatorului Ultra Turrax® IKA T18 și a sondei de omogenizare prin forfecare S18N-19G (IKA-Werke GmbH and Co. KG, Staufen, Germania) timp de 2 min la 5000 rpm cu înglobare de aer, a condus la o creștere în volum de 125%. Hidroliza cu pepsină și tripsină nu a afectat proprietățile de spumare ale proteinelor din mazăre, dar a condus la reducerea cu 10-15% a stabilității spumei păstrate timp de 15 min la temperatura camerei. În cazul aplicării unor viteze superioare de înglobare a aerului (9000 rpm), proprietățile de spumare ale probelor hidrolizate au fost însă semnificativ inferioare probei martor.

Activitatea antioxidantă a probelor hidrolizate cu pepsină și tripsină a fost determinată prin metodele bazate pe scanarea radicalilor liberi DPPH și ABTS+. Ambele metode au pus în evidență faptul că proteoliza asistată de pepsină și tripsină a condus la eliberarea de peptide cu activitate antioxidantă.

Deși tripsina a asigurat un grad de hidroliză ușor mai redus, peptidele eliberate au manifestat o activitate antioxidantă mai intensă. Ambele metode au indicat faptul că activitatea antioxidantă crește semnificativ ($p < 0,05$) în următoarea ordine:

martor > probă hidrolizată cu pepsină > probă hidrolizată cu tripsină.

Hidroliza principalelor proteine din mazăre (vicilină - 7U1I și 11S - 3KSC) a fost în continuare simulată cu ajutorul instrumentelor bioinformatic Peptide Cutter (Expasy; [Gasteiger et al., 2005](#)) ce indică legăturile peptidice, din structura substratului, recunoscute și scindate de enzime:



3KSC.pdb

Name of enzyme	No. of cleavages	Positions of cleavage sites
Pepsin (pH1.3)	72	5 6 9 11 23 24 34 41 42 47 52 64 65 72 73 77 93 106 107 121 122 131 132 141 148 149 150 158 159 161 162 167 170 171 181 200 212 213 215 238 239 241 244 246 248 249 256 261 268 276 277 283 293 294 297 298 303 316 321 325 326 337 347 348 355 356 357 358 365 371 373 374

Name of enzyme	No. of cleavages	Positions of cleavage sites
Trypsin	44	8 17 33 36 44 49 53 84 86 89 92 94 126 137 138 163 164 175 180 184 190 195 197 212 214 232 234 245 248 258 278 280 282 302 315 320 327 331 336 360 364 367 373 379

7U1I.pdb

Name of enzyme	No. of cleavages	Positions of cleavage sites
Pepsin (pH1.3)	68	3 5 6 11 13 14 24 27 28 34 37 38 43 52 55 62 63 64 65 67 68 74 76 77 85 86 87 95 102 103 111 112 114 116 117 126 127 129 130 131 132 141 142 144 145 150 153 154 164 166 181 182 200 202 203 213 214 216 217 227 228 230 231 233 234 244 245 247 267 268 269 275 276 286 287 302 303 304 305 307 308 318 320 337 340 350 358 359

Name of enzyme	No. of cleavages	Positions of cleavage sites
Trypsin	39	7 10 23 27 30 31 33 42 47 71 78 82 89 94 106 113 147 163 173 176 184 187 191 192 204 206 213 216 224 241 253 264 278 280 317 336 349 352 355

În acord cu rezultatele experimentale, pepsina recunoaște și poate scinda un număr mai mare de legături peptidice comparativ cu tripsina. Profilul activităților biologice al peptidelor eliberate de pepsină și tripsină a fost estimat cu ajutorul bazei de date BIOPEP-UWM.

În [Tabelul 3.2](#) sunt prezentate peptidele care contribuie la activitatea antioxidantă a hidrolizatorilor proteice. S-a pus în evidență faptul că în special peptidele cu 3-20 resturi de aminoacizi sunt responsabile de activitatea antioxidantă a hidrolizatorilor proteice din mazăre.

Se poate concluziona că hidroliza controlată a proteinelor din făina de mazăre permite îmbunătățirea proprietăților funcționale, ceea ce oferă posibilitatea integrării lor într-o gamă mai variată de matrici alimentare. În plus s-a observat și o îmbunătățire a profilului biologic activ al produselor.

3.2.2. Caracterizarea subproduselor rezultate la valorificarea strugurilor

În scopul creșterii conținutului de fibre și compuși biologic activi, s-a decis suplimentarea produselor tartinabile din făină de leguminoase cu diferite făinuri de origine vegetală, obținute prin uscarea și mărunțirea avansată a subproduselor rezultate la valorificarea strugurilor în vederea obținerii de sucuri și vin. Produsele tartinabile obținute pot fi considerate, așadar, produse cu valoare adăugată. În acest sens au fost efectuate diferite testări la nivel de laborator, utilizându-se atât făină din semințe de struguri și din coajă de struguri (S.C. Herbavit S.R.L.), cât și făină din tescovină de struguri negri, furnizată de partenerul USV Timișoara, care au fost caracterizate din punct de vedere fizico-chimic și funcțional.

Subprodusele rezultate la prelucrarea strugurilor au prezentat conținut de proteine în intervalul 10,4-13% și conținut de glucide de 21-22%. Făina din semințe de struguri are un conținut mai ridicat de fibre (63%) față de făina din coajă de struguri (51%), prezentând în schimb un conținut de grăsimi de cinci ori mai scăzut (2% în făina din semințe de struguri, față de 10% în făina din coajă de struguri).



Tabelul 3.2. Peptide cu activitate antioxidantă eliberate de pepsină și tripsină din proteinele majoritare din făina de mazăre

<i>Peptide derivate din 7S în urma hidrolizei cu pepsină</i>	
Secvența aminoacizilor	Pozițiile aminoacizilor
YENENGHIRLLQKFDKRSKI	15-34
LKNQKQSYF	351-359
<i>Peptide derivate din 11S în urma hidrolizei cu pepsină</i>	
LTDIRSSNNQ	122-131
NVNRHIVDRL	172-181
QGRNEDEEKGAIVKVKGGL	182-200
LKL	247-249
LKSNNPFK	366-373
<i>Peptide derivate din 7S în urma hidrolizei cu tripsină</i>	
FQTLYENENGHIRLLQKFDK	11-30
ATLTVLK	72-78
G DAIKLPAGTI AYLNR	90-106
EQIEELSKNAKSSSK	177-191
GDFELVGQQVQLYR	265-278
ELAF PGSSHEVDRL LK	337-352
<i>Peptide derivate din 11S în urma hidrolizei cu tripsină</i>	
IESEGGLIETWNPNNK	18-33
LNIGPS SSPDIYNPEA GR	215-232
QLKSNNPFK	365-373

Analiza Hunter L, a, b a imaginilor digitale a arătat faptul că făinurile din subproduse de struguri utilizate în studiu au prezentat valori ale parametrilor de culoare după cum urmează: luminozitatea L a variat în intervalul 43-45, parametrul *a* ce indică prezența nuanțelor de roșu a variat în intervalul 12-15, iar parametrul *b* ce indică prezența nuanțelor de galben în intervalul 7-21. Făina din tescovină de struguri negri a prezentat cele mai scăzute valori ale parametrilor *L* și *b*, dar cea mai ridicată valoare a parametrului *a*.



Aprecierea conținutului de compuși biologic activi din subprodusele rezultate la procesare strugurilor s-a efectuat prin determinarea conținutului total de fenoli, a conținutului de flavonoide și a activității antioxidante, prin utilizarea metodelor bazate pe captarea radicalilor liberi DPPH și ABTS. Rezultatele obținute au indicat prezența în coaja de struguri a unui conținut de 1,75 ori mai ridicat de compuși fenolici față de semințele de struguri. Făina din tescovină de struguri negri se caracterizează prin valori ale conținutului de fenoli totali de $10,70 \pm 0,09$ mg GAE/g. Un trend similar a fost pus în evidență și în cazul conținutului de flavonoide. În cazul făinii din semințe de struguri conținutul de flavonoide reprezintă 49% din totalul compușilor fenolici, în cazul pulberii din coji de struguri reprezintă 48%, iar în cazul tescovinei reprezintă 24%

Ambele metode utilizate pentru aprecierea capacității antioxidante au evidențiat funcționalitatea superioară a pulberii din coajă de struguri (8,8 și 14,3 mmol Trolox/g prin metoda bazată pe captarea radicalilor liberi DPPH și respective ABTS) față de făina din sâmburi (5,1 și 8,1 mmol Trolox/g prin metoda bazată pe captarea radicalilor liberi DPPH și respective ABTS). Făina din tescovină de struguri negri se caracterizează prin activitate antioxidantă mai scăzută față de pulberea din coajă de struguri și făina din sâmburi, de $1,72 \pm 0,01$ și $1,28 \pm 0,01$ mmoli Trolox/g făină, prin metoda bazată pe captarea radicalilor liberi DPPH și respective ABTS.

Funcționalitatea tehnologică a subproduselor rezultate la procesare strugurilor s-a apreciat prin testarea capacității de hidratare și retenție a apei în condiții de centrifugare și a capacității de legare a uleiului. Aceste proprietăți funcționale prezintă importanță deosebită la obținerea de produse de tipul emulsiilor gelificate la cald, cum este cazul produselor tartinabile din făină de leguminoase.

Referitor la capacitatea de hidratare și reținere a apei în condiții de centrifugare, analizele de laborator au demonstrat faptul că produsele analizate au prezentat proprietăți excelente, capacitatea de reținere a apei variind între 216 și 278%. Făina din tescovină de struguri negri se caracterizează prin capacitate de reținere a apei de $243 \pm 0,42\%$, intermediară între valorile înregistrate pentru pulberea din coajă de struguri și făina din sâmburi

Metoda aplicată pentru determinarea interacțiunii dintre făinuri și ulei, care a fost special dezvoltată pentru caracterizarea proteinelor, a pus în evidență faptul că cele două făinuri din semințe de struguri și din coajă de struguri nu prezintă bune proprietăți de legare a uleiului. Având în vedere compoziția chimică, în mod particular conținutul ridicat de fibre, acest comportament era așteptat, etapa de centrifugare nepermițând separarea netă a pulberii solide de faza uleioasă.

Considerând rezultatele obținute cu privire la proprietățile subproduselor rezultate la valorificarea strugurilor, s-a decis ca în etapa de dezvoltare a produsului de tartinabil vegetal să se utilizeze tescovina de struguri negri.



3.2.3. Analiza microbiologică a făinii de mazăre și tescovină

Determinarea bacteriilor aerobe mezofile s-a efectuat conform ISO 4833-1:2014; *Analiza microbiologică a produselor alimentare. Metoda culturală pentru numărarea microorganismelor. Numărarea coloniilor formate prin termostatare la temperatura de 30 °C prin tehnica de înglobare a suspensiei în masa mediului cu agar*).

Metoda presupune inocularea unei cantități cunoscute din eșantionul inițial sau din suspensia inițială prin înglobare în suprafața mediului PCA (Plate Count Agar). Plăcile au fost termostatate în condiții aerobe la temperatura de 30 °C, timp de 72 h. Au fost calculate unitățile formatoare de colonii pe gram de produs, pe baza numărului de colonii obținute din plăcile care conțin mai puțin de 300 de colonii, din două diluții succesive.

Determinarea drojdiilor și mucegaiurilor s-a efectuat conform ISO 21527-1:2008; *Analiza microbiologică a produselor alimentare și a nutrețurilor. Metoda culturală pentru numărarea drojdiilor și mucegaiurilor. Partea 2: Tehnica de numărare a coloniilor în produse cu activitate a apei mai mică sau egală cu 0,95*).

Metoda presupune inocularea unei cantități cunoscute din eșantionul inițial sau din suspensia inițială prin răspândire pe suprafața mediului cu agar DG18. Plăcile au fost termostatate în condiții aerobe la temperatura de 25 ± 1 °C, timp de 5 - 7 zile. Au fost calculate unitățile formatoare de colonii pe gram de produs, pe baza numărului de colonii obținute din plăcile care conțin mai puțin de 150 de colonii.

Determinarea enterobacteriilor s-a efectuat conform ISO 21528-2:2007 *Analiza microbiologică a alimentelor și a nutrețurilor. Metoda pentru evidențierea și numărarea enterobacteriilor. Partea 2: Metoda de numărare a coloniilor*).

Metoda presupune inocularea unei cantități cunoscute din eșantionul inițial sau din suspensia inițială pe suprafața unui mediu de cultura nutritiv cu agar (VRBG agar). Plăcile au fost termostatate în condiții aerobe, la temperatura de 37 °C, timp de 24±2h. Se izolează și se selectează coloniile de enterobacterii pentru confirmare prin aplicarea de teste biochimice. Se calculează numărul de unități formatoare de colonii pe gram sau mililitru de produs.

Rezultatele obținute pentru făina de mazăre analizată indică o încărcătură microbiologică caracteristică produselor vegetale uscate și se încadrează, în general, în intervalele raportate în literatura de specialitate (Tabelul 3.3). Astfel, numărul de bacterii aerobe mezofile, se situează în intervalul de 10³-10⁵ UFC/g descris pentru făinurile din leguminoase, fiind considerat reprezentativ pentru o materie primă vegetală obținută prin măcinare, fără aplicarea unui tratament termic intens (Jay *et al.*, 2005; Roberts *et al.*, 2005). Valoarea obținută indică menținerea unor condiții igienice adecvate pe parcursul procesului tehnologic și o calitate corespunzătoare a materiei prime, fără evidențierea unui pericol microbiologic semnificativ.



Tabelul 3.3. Rezultatele determinărilor microbiologice pentru făina de mazăre supusă tratamentului termic timp de 40 min la temperaturi cuprinse între 100 și 140°C
și pentru tescovina de struguri

Probe	Tipul analizei	Bacterii aerobe mezofile (log ufc/g)	Enterobacterii (log ufc/g)	Drojdii si mucegaiuri (log ufc/g)
Făina de mazăre verde		2,78	<1	2,08
Făina de mazăre verde - 100°C		2,00	<1	1,81
Făina de mazăre verde - 120°C		2,00	<1	1,00
Făina de mazăre verde - 140°C		2,84	<1	1,30
Făina din coajă de struguri		4,57	<1	1,92
Faina din tescovină de struguri negri		4,95	<1	1,3

În cazul *Enterobacteriaceae*, nivelul determinat (<1 log UFC/g) se încadrează în limitele raportate în literatura de specialitate, unde acest grup este frecvent absent sau prezent la niveluri reduse (<10-10² UFC/g). Prezența la un nivel scăzut sugerează menținerea unor condiții igienico-sanitare adecvate în timpul procesării și absența unor contaminări postprocesare semnificative, fără implicații negative din punct de vedere al siguranței alimentare.

Pentru drojdii și mucegaiuri, valorile determinate, cuprinse între 1 și 2,08 log UFC/g, sunt inferioare pragului de 10³-10⁴ UFC/g raportat pentru făinurile din leguminoase (FAO/WHO, 2022; Jay *et al.*, 2005). În ansamblu, rezultatele obținute indică o bună stabilitate microbiologică a produsului și reflectă condiții adecvate de procesare, uscare și depozitare, fără indicii privind un risc microbiologic semnificativ în condiții normale de stocare.

Încărcătura microbiologică a făinii de mazăre este determinată de factori multipli, incluzând calitatea materiei prime, eficiența etapelor de curățare și decorticare, operațiile de măcinare, aplicarea eventualelor tratamente termice, precum și condițiile de depozitare. Valorile reduse ale umidității și ale activității apei ($a_w < 0,60$) limitează proliferarea microorganismelor vegetative, însă permit supraviețuirea anumitor populații microbiene, în special a formelor sporulate. Prin urmare, menținerea unor condiții optime de depozitare, caracterizate prin temperatură și umiditate controlate și ambalare corespunzătoare, este esențială pentru prevenirea dezvoltării microbiotei și pentru asigurarea stabilității microbiologice pe durata stocării.

Rezultatele obținute pentru făinurile din tescovină de struguri indică un profil microbiologic specific subproduselor vitivinicole deshidratate, caracterizat printr-o



încărcătură moderată de bacterii aerobe mezofile și niveluri variabile de drojdii și mucegaiuri. Această variabilitate poate fi atribuită particularităților compoziționale ale matricei (conținut de zaharuri reziduale, compuși fenolici și umiditate) și condițiilor tehnologice aplicate în etapele de uscare și măcinare (Tabelul 3.3).

În cazul făinii din coajă de struguri, valoarea determinată pentru bacterii aerobe mezofile a fost de 4,57 log UFC/g, în timp ce pentru făina din tescovină de struguri negri, s-a înregistrat o valoare de 4,95 log UFC/g. Aceste niveluri se încadrează în intervalul de 10^4 - 10^5 UFC/g raportat în literatura de specialitate pentru produse vegetale uscate și subproduse agroindustriale obținute prin deshidratare și măcinare (Jay *et al.*, 2005; Tseng & Zhao, 2013). Valorile observate reflectă prezența unei microbiote reziduale caracteristice materiilor prime vegetale, asociată în principal cu microbiota naturală a suprafeței boabelor de struguri și cu microorganismele supraviețuitoare etapelor de procesare.

În cazul tescovinei de struguri, încărcătura microbiologică poate fi influențată de particularitățile matricei, cum ar fi conținutul de zaharuri reziduale, prezența compușilor fenolici cu potențial antimicrobian și nivelul de umiditate după procesul de uscare. De asemenea, condițiile tehnologice aplicate, în special eficiența deshidratării și gradul de măcinare, pot determina supraviețuirea și distribuția microorganismelor în produsul final. În pofida prezenței unei microbiote reziduale, nivelurile determinate nu indică o contaminare microbiologică excesivă și sunt considerate caracteristice subproduselor vitivinicole uscate, sugerând menținerea unor condiții tehnologice adecvate și o stabilitate microbiologică satisfăcătoare în condiții normale de depozitare.

Totodată, nivelurile de drojdii și mucegaiuri pot varia în funcție de compoziția chimică a tescovinei și de condițiile de uscare, fiind favorizate de prezența zaharurilor reziduale, dar parțial limitate de conținutul ridicat de compuși fenolici cu efect antimicrobian. Numărul total de drojdii și mucegaiuri nu prezintă diferențe semnificative între cele două tipuri de subproduse rezultate la valorificare industrială a strugurilor (1,92 log UFC/g pentru făina din coajă de struguri și 1,3 log UFC/g pentru făina din tescovină de struguri negri).

În cazul Enterobacteriaceaelor, valorile determinate în ambele probe au fost <10 UFC/g (sub limita de detecție), sugerând o bună igienă a procesului tehnologic și lipsa contaminărilor secundare relevante. Literatura de specialitate indică faptul că, în matrici vegetale similare, nivelurile de Enterobacteriaceae sunt în general reduse (< 10^3 UFC/g), datorită condițiilor nefavorabile dezvoltării acestora, precum și datorită pH-ului acid și prezenței compușilor fenolici cu efect antimicrobian parțial (Daglia, 2012).



3.3. Obținerea și caracterizarea pastelor vegetale tartinabile

3.3.1. Obținerea pastelor vegetale tartinabile

Produsele vegetale tartinabile au fost pregătite în acord cu procedeul brevetat de [Patrașcu et al. \(2016\)](#). Procesul este prezentat schematic în [Figura 3.6](#).

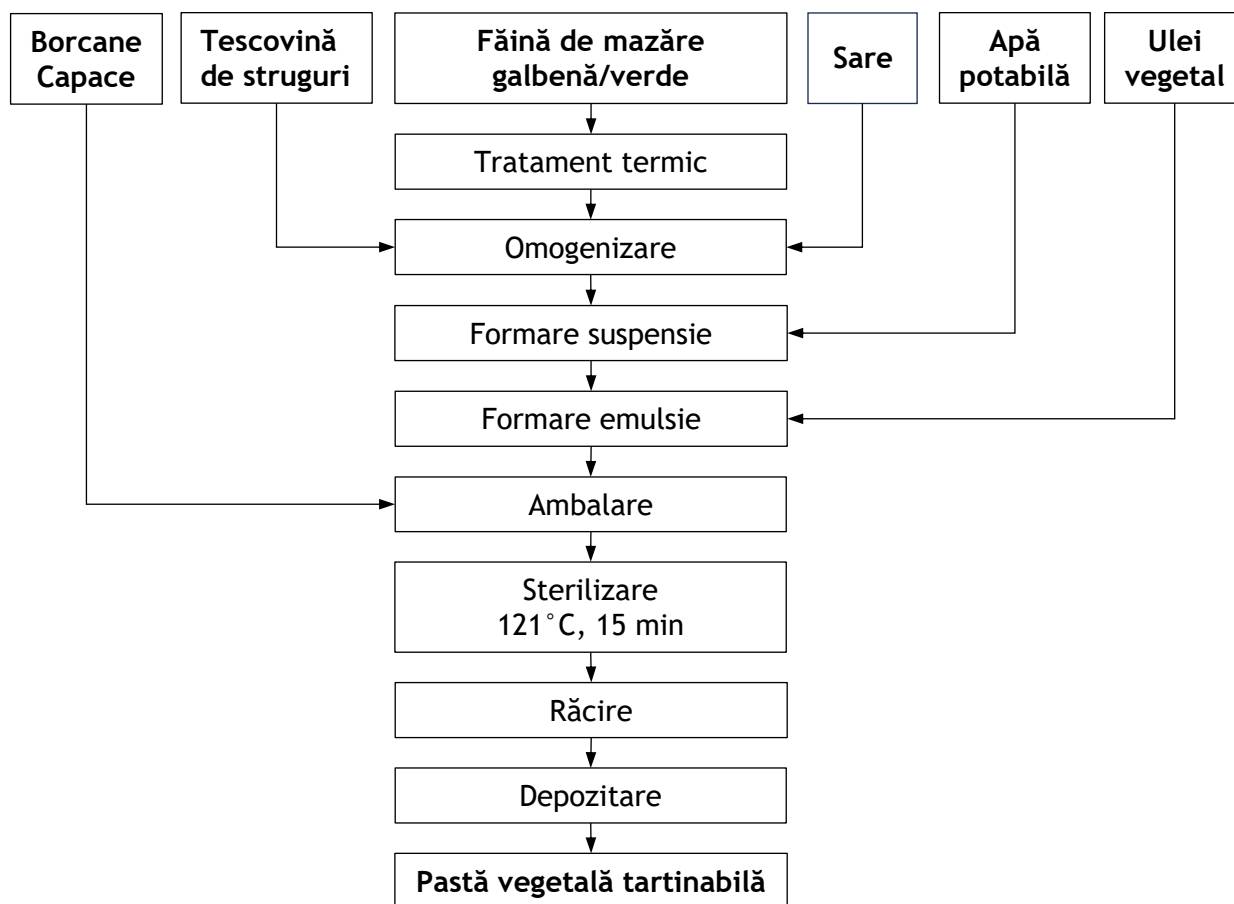


Fig. 3.6. Schema bloc (de operații) a procesului de obținere, la nivel de laborator, a pastelor vegetale tartinabile

Pentru obținerea probelor martor, alături de făina de mazăre galbenă sau verde supusă tratamentului termic timp de 40 min la 100°C, 120°C sau 140°C, s-a utilizat apă, ulei de floarea soarelui și sare ([Figura 3.6](#)). Nivelul de suplimentare cu făină din tescovina de struguri a fost de 0,5%. Într-o primă fază a procesului de obținere, ingredientele sub formă de pulbere fină au fost omogenizate și apoi suplimentate cu apă fierbinte. Raportul ingrediente solide : apă s-a ajustat în funcție de proprietățile funcționale stabilite anterior pentru fiecare probă de făină de mazăre. Pentru hidratarea corespunzătoare, amestecul obținut a fost menținut în condiții de omogenizate



constantă cu ajutorul Thermomix-ului (Vorverk) (Figura 3.7). S-a adăugat apoi progresiv uleiul, omogenizându-se în continuare amestecul la viteză ridicată, până la obținerea unei emulsii stabile. După ambalarea ermetică a emulsiilor obținute în borcane din sticlă, probele au fost stabilizate din punct de vedere microbiologic prin efectuarea unui tratament termic timp de 15 min la 121°C (Figura 3.6).



Fig. 3.7. Imagini reprezentând etape ale procesul de pregătire a pastelor vegetale tartinabile (omogenizare pentru formare suspensie și emulsie cu Thermomix și tratament termic produse ambalate) și aspectul probelor obținute

Toate probele stabilizate pe cale termică (Figura 3.7) au fost ulterior caracterizate. În continuare sunt prezentate rezultatele referitoare la caracterizarea pastelor vegetale tartinabile pregătite cu făină de mazăre verde și 0,5% făina de tescovină de struguri negri. Pentru fiecare tratament termic aplicat făinii de mazăre considerat în studiu, probele pregătite fără făină de tescovină au fost considerate martor.

3.3.2. Analiza microbiologică a pastelor vegetale tartinabile

Rezultatele determinărilor microbiologice (Tabelul 3.4), efectuate conform metodelor descrise anterior (subcap. 3.2.3), evidențiază un nivel variabil al bacteriilor aerobe mezofile, cu valori cuprinse între 1,17 și 4,07 log UFC/g, pentru pastele vegetale tartinabile.

Valorile mai ridicate ale bacteriilor aerobe mezofile observate în probele ce includ făina de tescovină de struguri negri (3,85 - 4,07 log UFC/g) pot fi corelate cu prezența în compoziție a subprodusului rezultat la prelucrarea industrială a strugurilor, aceasta fiind cunoscută ca având o microbiotă reziduală specifică subproduselor vitivinicole uscate. Făina de tescovină poate contribui la creșterea încărcăturii inițiale de microorganisme datorită originii sale vegetale și particularităților matricei, însă nivelurile determinate rămân în intervalele raportate în literatura de specialitate pentru produse vegetale similare și nu indică o contaminare microbiologică excesivă.



Tabelul 3.4. Rezultatele determinărilor microbiologice pentru probele de paste vegetale tartinabile, obținute din făină de mazăre verde (MV) tratată termic timp de 40 min la temperaturi cuprinse între 100 și 140°C și făină de tescovină de struguri negri (T)

Probe	Tipul analizei	Bacterii aerobe mezofile (log ufc/g)	Enterobacterii (log ufc/g)	Drojii și mucegaiuri (log ufc/g)
MV		2,18	<1	<1
MV 100°C-40min		1,17	<1	<1
MV 120°C-40min		3,98	<1	<1
MV 140°C-40min		3,44	<1	<1
MV + T		3,46	<1	<1
MV 100°C-40min + T		4,04	<1	<1
MV 120°C-40min + T		4,07	<1	<1
MV 140°C-40min + T		3,85	<1	<1

Pentru Enterobacteriaceae, toate probele analizate au prezentat valori <10 UFC/g (sub limita de detecție), ceea ce indică menținerea unor condiții igienico-sanitare adecvate în timpul procesării și absența contaminărilor post-procesare semnificative. În mod similar, drojdiile și mucegaiurile au fost nedetectabile (<1 log UFC/g) în toate probele analizate, sugerând eficiența tratamentului termic aplicat și existența unor condiții corespunzătoare de ambalare și depozitare. Rezultate similare au fost obținute de [Perri et al. \(2024\)](#) pentru o cremă tartinabilă vegetală, supusă pasteurizării la 72°C.

Rezultatele au evidențiat o inhibare eficientă a mucegaiurilor și a enterobacteriilor, acestea nefiind detectate nici în etapa de producție, nici pe durata depozitării la refrigerare timp de până la 10 zile. Populațiile microbiene reziduale, reprezentate de drojii ($3,15 \pm 0,04$ log UFC/g) și bacterii mezofile totale ($4,12 \pm 0,03$ log UFC/g), au rămas relativ constante pe întreaga perioadă de depozitare, menținându-se în limitele microbiologice considerate acceptabile pentru produsele alimentare gata de consum.

3.3.3. Evaluarea nutrițională a pastelor vegetale tartinabile

Pastele vegetale tartinabile obținute la nivel de laborator prezintă compoziție variabilă ([Tabelul 3.5](#)), după cum urmează: conținut de proteine de 2,2-2,8%, glucide 5,2-6,9%, lipide 19,2-19,3% și fibre 0,6-1,1%. Probele prezintă un conținut foarte redus de zaharuri simple (0,3-0,5%) și acizi grași saturați (2,1%).

Valoarea energetică a probelor de paste vegetale tartinabile obținute la nivel de laborator din făină de mazăre verde și făină de tescovină de struguri negri a variat în intervalul 204-214 kcal/100 g ([Tabelul 3.5](#)), fiind ușor mai ridicată comparativ cu



probele pregătite în mod similar din făină de mazăre galbenă, a căror valoare energetică a fost de 199-209 kcal/100 g.

Tabelul 3.5. Informații nutriționale cu privire la pastele vegetale tartinabile, obținute din făină de mazăre verde (MV) tratată termic timp de 40 min la temperaturi cuprinse între 100 și 140 °C și făină de tescovină de struguri negri

	Paste vegetale tartinabile din mazăre verde			
	MV	MV-1 100-40	MV-2 120-40	MV-3 140-40
Valoare energetică, kcal/100 g	214	209	207	204
Proteine, g/100 g	2,8	2,5	2,3	2,1
Glucide, g/100 g	6,9	6,1	5,8	5,2
din care zaharuri, g/100 g	0,4	0,4	0,5	0,3
Grăsimi, g/100 g	19,3	19,2	19,2	19,2
din care acizi grași saturați, g/100 g	2,1	2,1	2,1	2,1
Fibre, g/100 g	0,8	0,7	0,7	0,6
Sare, g/100 g	1,5	1,5	1,5	1,5

	Paste vegetale tartinabile din mazăre verde + 0,5% făină de tescovină de struguri negri			
	MV	MV-1+T 100-40	MV-2+T 120-40	MV-3+T 140-40
Valoare energetică, kcal/100 g	214	210	208	204
Proteine, g/100 g	2,8	2,5	2,4	2,2
Glucide, g/100 g	6,9	6,2	5,8	5,3
din care zaharuri, g/100 g	0,4	0,4	0,4	0,4
Grăsimi, g/100 g	19,3	19,2	19,2	19,2
din care acizi grași saturați, g/100 g	2,1	2,1	2,1	2,1
Fibre, g/100 g	0,8	1,0	1,0	0,9
Sare, g/100 g	1,5	1,5	1,5	1,5

3.3.4. Analiza senzorială a pastelor vegetale tartinabile

Analiza senzorială a pastelor vegetale tartinabile a fost efectuată în acord cu hotărârea 49/15.09.2025 a Comisiei de Etică Universitară. Atributele senzoriale apreciate de paneliști au fost: aspectul, textura, mirosul, aroma, gustul și post-gustul, palatabilitatea și acceptabilitatea generală.



Toate probele analizate au prezentat caracteristici senzoriale plăcute: miros plăcut, culoare uniformă, textură specifică produsului analizat și gust intens, caracteristic ingredientelor și condimentelor utilizate pentru obținere. Nu au fost identificate mirosuri străine. Probele nesuplimentate cu făină de tescovină au fost mai bine apreciate de paneliști (Figura 3.8).

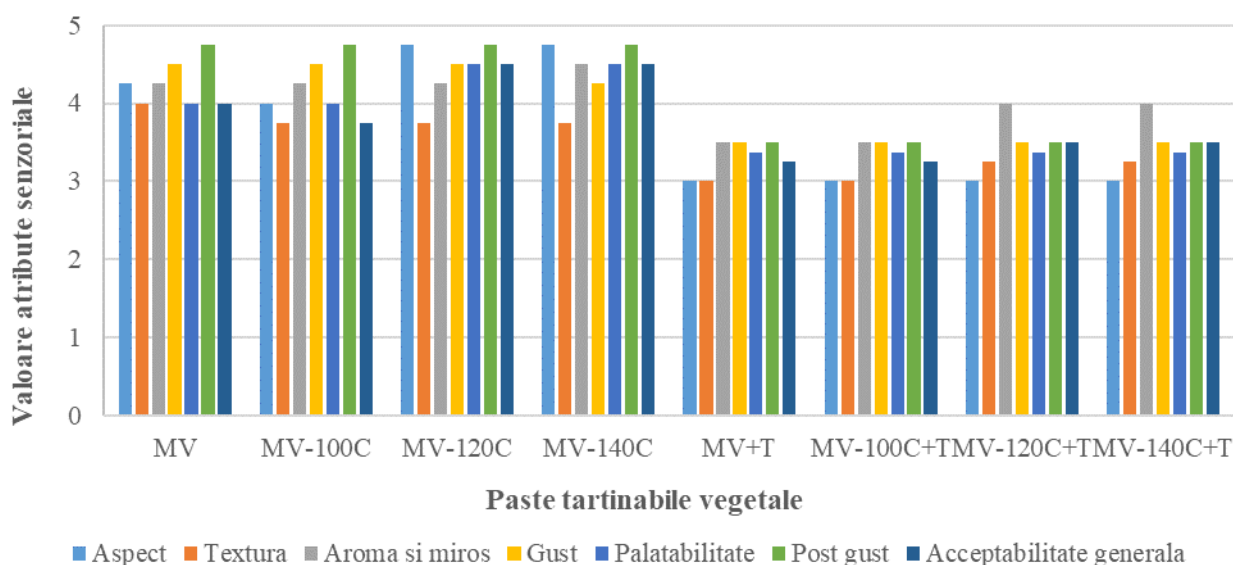


Fig. 3.8. Caracterizarea senzorială a pastelor vegetale tartinabile obținute din făină de mază verde (MV) tratată termic timp de 40 min la temperaturi cuprinse între 100 și 140°C și făină de tescovină de struguri negri (T)

3.3.5. Evaluarea texturii pastelor vegetale tartinabile

Textura pastelor vegetale tartinabile a fost măsurată cu ajutorul analizorului de textură TX-700 achiziționat prin proiect (Figura 3.9a), iar rezultatele obținute indică faptul că suplimentarea probelor cu 0,5% făină de tescovină de struguri negri a condus la creșterea semnificativă ($p < 0,05$) a fermității (Figura 3.9b).

Trebuie menționat faptul că tratamentul termic timp de 40 min la temperaturile 100°C și 120°C, aplicat făinii de mază verde, a permis îmbunătățirea considerabilă a tartinabilității probelor comparativ cu probele obținute din făină nativă.

Creșterea ulterioară a temperaturii până la 140°C a determinat însă o ușoară mărire a fermității în cazul ambelor tipuri de probe obținute la nivel de laborator (Figura 3.9b). Nici o probă nu a prezentat separări de apă sau ulei.

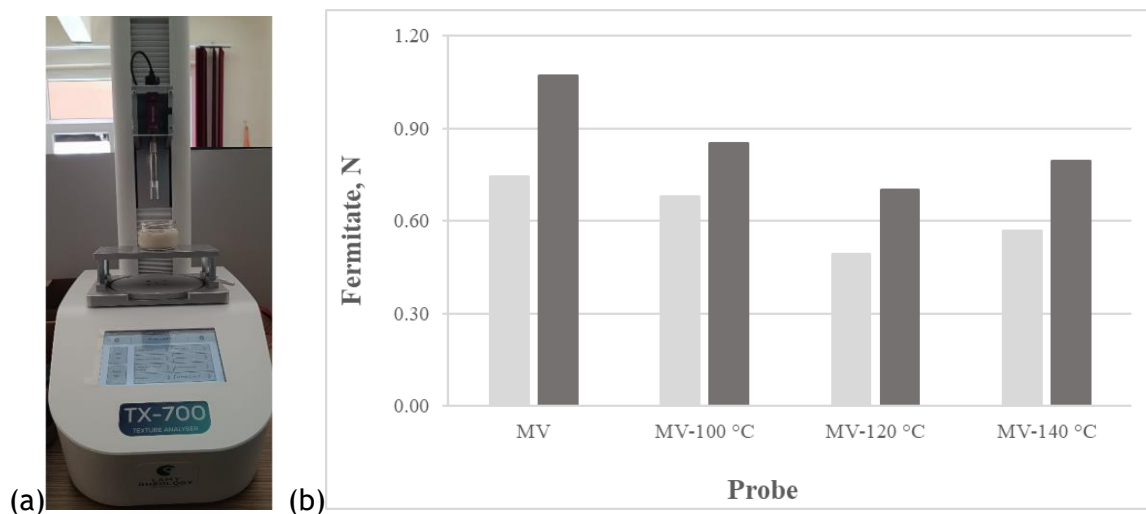


Figura 3.9. Determinarea texturii pastelor vegetale tartinabile

a) Etapa de măsurare a texturii pastelor vegetale tartinabile.

b) Fermitatea pastelor vegetale tartinabile măsurată după 24 ore de la obținerea acestora la nivel de laborator.

Gri deschis - Probe martor; Gri închis - probe obținute din făină de mazăre verde (MV) tratată termic timp de 40 min la 100...140 °C și 0,5% făină de tescovină de struguri negri

3.3.6. Evaluarea culorii pastelor vegetale tartinabile

Probele martor au prezentat o culoare uniformă, specifică făinii de mazăre din care au fost obținute (Tabelul 3.6). Raportat la probele de făină utilizate în procesul de obținere (Tabelul 3.1), probele martor de paste tartinabile se caracterizează prin valori mai mici ale parametrilor de culoare L , a și b , indicând o luminozitate mai scăzută și reducerea intensității nuanțelor de roșu și a nuanțelor de galben. Diferențele de culoare pot fi o consecință atât a prezenței altor ingrediente în amestecul folosit la obținerea pastelor vegetale, cât și a transformărilor suferite de produs în timpul procesării, în special la tratament termic.

Culoarea pastelor vegetale tartinabile cu 0,5% tescovină de struguri negri nu a fost uniformă, observându-se prezența unor mici particule de țesut vegetal specific subproduselor din struguri (Tabelul 3.6). Pastele vegetale tartinabile cu tescovină de struguri negri au prezentat valori semnificativ mai reduse ale luminozității și a intensității nuanțelor de galben (parametrul b) comparativ cu probele martor corespunzătoare ($p < 0,05$). O particularitate a acestor probe se referă la parametrul a , care a prezentat un domeniu foarte larg de variație: de la valori negative, ce indică prezența nuanțelor de verde specifice făinii de mazăre verde, până la valori pozitive, ce indică prezența nuanțelor de roșu specifice făinii de tescovină de struguri negri.



Tabelul 3.6. Caracteristicile de culoare ale pastelor vegetale tartinabile obținute din făină de mazăre verde (MV) tratată termic timp de 40 min la 100...140°C și făină de tescovină de struguri negri (T)

Cod probă Parametri culoare	Aspect probă	Cod probă Parametri culoare	Aspect probă
MV L = 76 ÷ 86 a = -7 ÷ -11 b = 25 ÷ 36		MV + T L = 49 ÷ 75 a = -6 ÷ 7 b = 10 ÷ 27	
MV-100°C-40min L = 76 ÷ 85 a = -8 ÷ -11 b = 25 ÷ 37		MV-100°C-40min + T L = 44 ÷ 77 a = -7 ÷ 5 b = 10 ÷ 29	
MV-120°C-40min L = 77 ÷ 84 a = -7 ÷ -11 b = 17 ÷ 33		MV-120°C-40min+ T L = 55 ÷ 79 a = -6 ÷ 2 b = 10 ÷ 24	
MV-140°C-40min L = 74 ÷ 85 a = -6 ÷ -10 b = 16 ÷ 32		MV-140°C-40min+ T L = 51 ÷ 80 a = -6 ÷ 3 b = 3 ÷ 25	

3.3.7. Concluzii

Pastele vegetale tartinabile din făină de mazăre cultivată convențional și făină de tescovină din struguri negri reprezintă unul din produsele alimentare propuse a fi obținute ca matrice 2 în cadrul proiectului (produs alimentar din leguminoase cultivate convențional cu adaosul unui ingredient din bioeconomie circulară).

Datorită adaosului mic de făină de tescovină, proprietățile biochimice, nutriționale și senzoriale ale produsului sunt apropiate de cele ale probei martor. De asemenea, produsul este caracterizat de fermitate mai bună decât proba martor.



În schimb, în comparație cu proba martor, produsul cu adaos de făină de tescovină nu are culoarea uniformă, fapt ce se datorează prezenței unor particule mici de țesut vegetal specific strugurilor.

În etapa următoare se va obține un produs similar din făină de mazăre cultivată sustenabil cu adaos de făină de tescovină pentru comparație cu produsul obținut în acest studiu.

Bibliografie

- Aderinola, T. A., & Duodu, K. G. (2022). Production, health-promoting properties and characterization of bioactive peptides from cereal and legume grains. *BioFactors*, 48(5), 972-992.
- Barac, M. B., Pesic, M. B., Stanojevic, S. P., Kostic, A. Z., & Bivolarevic, V. (2015). Comparative study of the functional properties of three legume seed isolates: adzuki, pea and soy bean. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 2779-2787.
- Daglia, M. (2012). Polyphenols as antimicrobial agents. *Current opinion in biotechnology*, 23(2), 174-181.
- Edelenbos, M., Christensen, L. P., & Grevsen, K. (2001). HPLC determination of chlorophyll and carotenoid pigments in processed green pea cultivars (*Pisum sativum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10), 4768-4774.
- FAO/WHO. (2022). *Microbiological hazards in spices and dried aromatic herbs*. FAO; WHO; <https://doi.org/10.4060/cb8686en>
- ISO 4833-2. (2014). *Microbiology of the food chain—Horizontal method for the enumeration of microorganisms—Part 2: Colony count at 30 degrees C by the surface plating technique*. Preluat din <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4833:-2:ed-1:v1:en>
- ISO 21527-2. (2008). *Microbiology of food and animal feeding stuffs—Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds—Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0,95*. Preluat din <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:21527:-2:ed-1:v1:en>
- ISO 21528-2. (2017). *Microbiology of the food chain—Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae—Part 2: Colony-count technique*. Preluat din <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:21528:-2:ed-2:v2:en>
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology*. Boston, MA: Springer.
- Lutfi, Z., Kalim, Q., Shahid, A. and Nawab, A., 2021. Water chestnut, rice, corn starches and sodium alginate. A comparative study on the physicochemical, thermal and morphological characteristics of starches after dry heating. *International Journal of Biological Macromolecules*, 184, pp.476-482.



- Olías, R., Rayner, T., Clemente, A., & Domoney, C. (2023). Combination of three null mutations affecting seed protein accumulation in pea (*Pisum sativum* L.) impacts positively on digestibility. *Food Research International*, 169, 112825.
- Patrascu L., Aprodu I., Vasilean I., Neculau M. 2016. *Produs vegetal tartinabil și procedeul de obținere a acestuia*, Patent Number: RO131180-A0. Derwent Primary Accession Number: 2016-393347 [43].
- Perri, G., Difonzo, G., Wang, Y., Verni, M., Caponio, G. R., Coda, R., ... Pontonio, E. (2024). Dextran-enriched pea-based ingredient from a combined enzymatic and fermentative bioprocessing. Design of an innovative plant-based spread. *Future Foods*, 10, 100502.
- Roberts, T. A., Cordier, J.-L., Gram, L., Tompkin, R. B., Pitt{roJoint Chairman}, J. I., Gorris, L. G. M., & Swanson, K. M. J. (Ed.). (2005). *Micro-Organisms in Foods 6*. Boston, MA: Springer US.
- Shanthakumar, P., Klepacka, J., Bains, A., Chawla, P., Dhull, S. B., & Najda, A. (2022). The current situation of pea protein and its application in the food industry. *Molecules*, 27(16), 5354.
- Salles, L.; Floury, J.; Le Feunteun, S. Pepsin activity as a function of pH and digestion time on caseins and egg white proteins under static in vitro conditions. *Food Funct.* 2021, 12, 12468-12478.
- Shi, L., Mu, K., Arntfield, S. D., & Nickerson, M. T. (2017). Changes in levels of enzyme inhibitors during soaking and cooking for pulses available in Canada. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 1014-1022.
- Stone, A. K., Avarmenko, N. A., Warkentin, T. D., & Nickerson, M. T. (2015). Functional properties of protein isolates from different pea cultivars. *Food Science and Biotechnology*, 24(3), 827-833.
- Tseng, A., & Zhao, Y. (2013). Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*, 138(1), 356-365.
- Vigeolas, H., Chinoy, C., Zuther, E., Blessington, B., Geigenberger, P., & Domoney, C. (2008). Combined metabolomic and genetic approaches reveal a link between the polyamine pathway and albumin 2 in developing pea seeds. *Plant Physiology*, 146(1), 74-82.
- Zhang, J., Tao, L., Yang, S., Li, Y., Wu, Q., Song, S. and Yu, L., 2024. Water absorption behavior of starch: A review of its determination methods, influencing factors, directional modification, and food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 144, p.104321.



4. Dezvoltare experimentală produs alimentar din grâu cultivat convențional și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară (IBA)

4.1. Introducere

În perioada raportată în IM3.11, octombrie 2025 - martie 2026, IBA a efectuat activități de dezvoltare experimentală pentru obținerea unei matrice alimentare din făină de grâu cultivat convențional cu adaosul unui ingredient obținut prin bioeconomie circulară, făină din pielețe de roșii rezultate de la prelucrarea industrială a tomatelor.

Întrucât alimentația este unul dintre factorii fundamentali în menținerea stării de sănătate și a unui echilibru fiziologic optim, iar pastele făinoase și produsele de panificație sunt apreciate pentru valoarea energetică, caracteristicile senzoriale și accesibilitatea pe piață, la IBA au fost realizate și testate mai multe variante de produse din făină de grâu cu adaos de făină din pielețe de roșii: paste făinoase, grisine, fursecuri și chifle.

Alegerea acestor produse are la bază locul important pe care îl ocupă în cadrul produselor de panificație și patiserie, prezența lor în oferta alimentară a numeroase regiuni, consumul răspândit și producerea la scară largă în industria alimentară.

4.2. Materiale și metode

4.2.1. Materii prime și materiale

Pentru obținerea produselor de panificație s-a utilizat proba de grâu Arnold ([Figura 4.1a](#)) cod TR 02.07.2025 cultivat în sistem convențional în județul Constanța și furnizat de partenerul P5 - USAMV București.

Pentru obținerea făinii din pielețe de roșii s-a utilizat deșeurile alimentare rezultat de la prelucrarea industrială a tomatelor ([Figura 4.1b](#)).



a)



b)

Fig. 4.1. Materii prime:

- a) Grâu din soiul Arnold, cultivat convențional TR-02.07.2025;
b) Deșeu alimentar de la prelucrarea industrială a tomatelor.

Făina de grâu a fost obținută prin măcinarea grâului după curățare/ îndepărtare impurități, așa cum este descris în IM3.9 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar convențional (Cap. 4, subcap. 4.2.1.2, p. 66-68).

Făina din pielițe de roșii (Figura 4.2) a fost obținută prin măcinare succesivă a pielițelor de roșii uscate - operații și rezultate prezentate în detaliu în IM3.5 - Raport experimental de obținere a unui ingredient alimentar în subactivitatea A3.2 Exercițiu de bioeconomie circulară.



a)



b)

Fig. 4.2. Făină de grâu (a) și făină din pielițe de roșii (b)

4.2.2. Obținerea amestecurilor din făină de grâu și făină din pielițe de roșii

Pentru obținerea produsului alimentar din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de pulbere din pielițe de roșii au fost realizate amestecurile prezentate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Amestecuri de făină de grâu cu adaos de făină din pielițe de roșii

Probe	Făină de grâu, %	Făină din pielițe de roșii, %
Martor	100	-
Proba 1	95	5
Proba 2	90	10
Proba 3	85	15



4.2.3. Obținerea produselor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielite de roșii

Făina de grâu și amestecurile obținute din făină de grâu cu adaos de 5%, 10% și 15% făină din pielite de roșii au fost utilizate pentru a obține paste, grisine, fursecuri și chifle, codificate conform Tabelului 4.2 și Figurii 4.3.

Tabelul 4.2. Codificarea probelor de produse obținute din făină de grâu (FG) și amestecuri FG cu făină din pielite de roșii (FP)

Produs	Martor	Produse din amestecuri de FG și FP			
	FG 100%	95% FG + 5% FP	90% FG + 10% FP	85% FG + 15% FP	
Paste	P1	P2	P3	P4	
Grisine	P5	P6	P7	P8	
Fursecuri	P9	P10	P11	P12	
Chifle	P13	P14	P15	P16	

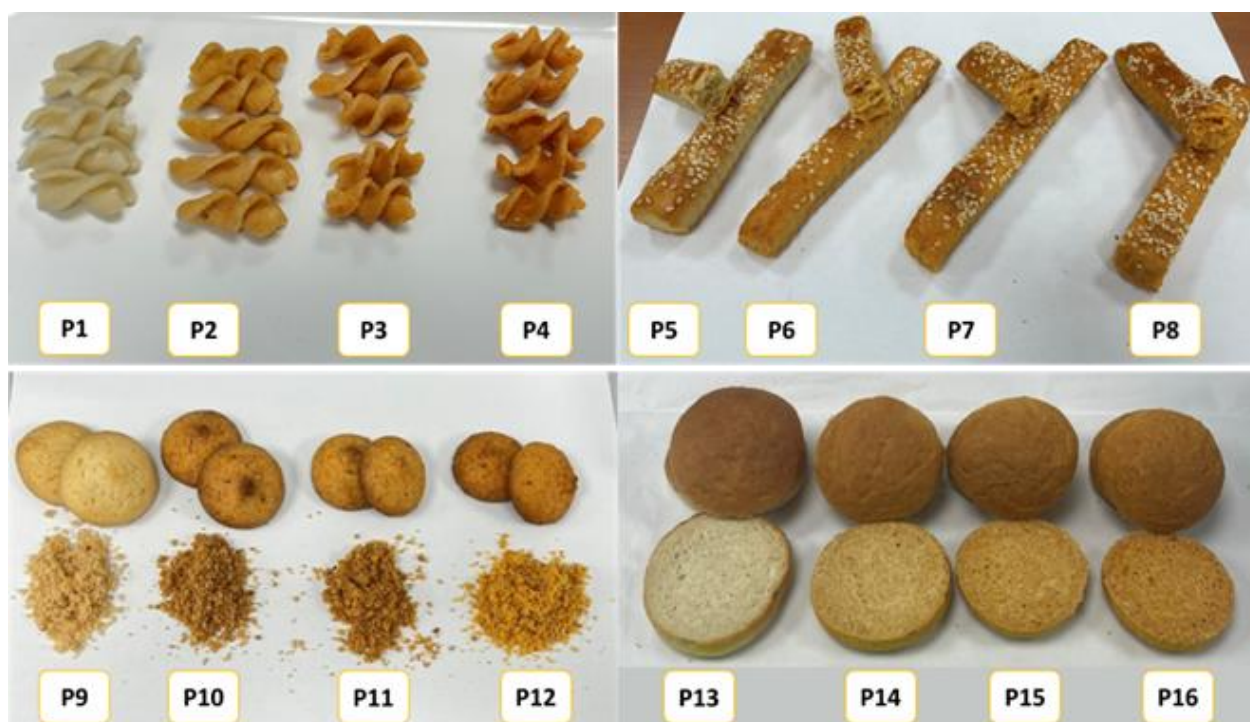


Fig. 4.3. Inagini ale produselor obținute, cu codurile corespunzătoare conform Tabelului 4.2



4.2.3.1. Obținerea pastelor făinoase

Schema de operații (schema bloc) a procesului tehnologic de obținere a pastelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii este prezentată în [Anexa 1 \(Figura A1.1\)](#). Această schemă se regăsește și în Raportul IM3.11 Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.3, p. 36-37).

Procesul tehnologic de obținere a pastelor din făină de grâu cultivat convențional este descris în IM3.9 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar convențional (Cap. 4, subcap. 4.3, p. 78-80) unde este prezentată și schema de operații (bloc) pentru obținerea pastelor (Figura 4.8, p. 79). Operațiile suplimentare necesare pentru realizarea pastelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii sunt descrise în Raportul IM3.11 Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.3, p. 36, Figura 3.4).

4.2.3.2. Obținerea grisinelor

Schema de operații (schema bloc) a procesului tehnologic de obținere a grisinelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii este prezentată în [Anexa 1 \(Figura A1.2\)](#). Această schemă se regăsește și în Raportul IM3.11 Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.4, p. 37, Figura 3.5).

Procesul tehnologic de obținere a grisinelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii este descris în IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.4, p. 38-39).

4.2.3.3. Obținerea fursecurilor

Schema de operații (schema bloc) a procesului tehnologic de obținere a fursecurilor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii este prezentată în [Anexa 1 \(Figura A1.3\)](#). Această schemă se regăsește și în Raportul IM3.11 Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.5, p. 40, Figura 3.7).

Procesul tehnologic de obținere a fursecurilor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii este descris în IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.5, p. 40-41).

4.2.3.4. Obținerea chiflelor

Schema de operații (schema bloc) a procesului tehnologic de obținere a chiflelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii este prezentată în [Anexa 1 \(Figura A1.4\)](#). Această schemă se regăsește și în Raportul IM3.11 Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.6, p. 42, Figura 3.9).



Procesul tehnologic de obținere a chiflelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din piețițe de roșii este descris în IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.6, p. 41-43).

4.2.4. Metode de analiză

4.2.4.1. Metode fizico-chimice

Metodele fizico-chimice utilizate pentru analiza făinii de grâu (conținut de proteine, gluten umed, indice glutenic, conținut de cenușă și conținut de apă) au fost prezentate în detaliu în IM3.9 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar convențional (Cap. 4, subcap. 4.2.1.3, p. 68 - 72).

Aceleași metode au fost utilizate și pentru caracterizarea fizico-chimică a amestecurilor de făină de grâu cu adaos de 5, 10 și 15 % făină din piețițe de roșii.

Parametrii fizico-chimici analizați pentru produsele de panificație obținute (paste făinoase, grisine, fursecuri și chifle) sunt (Tabelul 4.3): umiditatea, aciditatea titrabilă, cenușa totală, conținutul de fibră brută, conținutul de substanțe grase (extracție prin metoda directă Soxhlet), conținutul de proteine (metoda Kjeldahl), conținutul de sare și conținutul de zahăr total. Conținutul de glucide și valoarea energetică s-au determinat prin calcul, conform Regulamentului UE 1169/2011. În plus, pentru paste s-au efectuat analize specifice tehnologiei acestora precum analiza comportării la fierbere și analiza senzorială (Tabelul 4.3).

Determinarea creșterii volumului și a comportării la fierbere

Principiul metodei se bazează pe măsurarea cu cilindru gradat a volumului pastelor făinoase, înainte și după fierbere în apă și examinarea apei de fierbere. În cilindru gradat se introduce apă la temperatura ambiantă, până la un anumit nivel (aproximativ 300 cm³) și se notează nivelul apei. Se introduc apoi 50 g paste făinoase, se agită cilindru pentru îndepărtarea bulelor de aer și se notează din nou nivelul apei. Diferența dintre a doua și prima citire reprezintă volumul ocupat de pastele făinoase. Se scurge apa din cilindru prin sită, iar pastele făinoase se trec în vasul emailat în care în prealabil s-au introdus 1000 cm³ de apă și 7 g NaCl și s-a adus la fierbere. În funcție de sortiment, fierberea se menține 10-30 minute. După terminarea fierberii se scoate sita, se clătesc pastele făinoase cu circa 250 cm³ apă rece și se determină din nou volumul ca mai sus. În timpul fierberii se verifică mirosul, iar după terminarea fierberii se examinează și se notează comportarea produsului și aspectul apei în care s-a făcut fierberea. Se apreciază gustul, mirosul și opalescența apei, apoi se toarnă într-un pahar Berzelius de 250 cm³, se lasă în repaus aproximativ 15 minute și se măsoară înălțimea sedimentului cu o linie gradată.



Tabelul 4.3. Analize fizico-chimice ale produselor obținut din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din piețițe de roșii

Determinare	Standard, regulament, metodă	Echipament
Valoare energetică, în kcal/100 g sau kJ/100 g	Regulament UE 1169/2011	Calcul
Conținut de glucide, %	Regulament UE 1169/2011	Calcul
Conținut de proteine, %	Metoda Kjeldahl	Sistem de digestie InKjel, Sistem de extracție Behrosog, Unitate automată de distilare și titrare Büchi KjelMaster
Conținut de substanțe grase, %	Metoda Soxhlet	Unitate de extracție cu solvent FOSS 2055
Conținut de fibră brută		Fibrotherm Gerhardt
Cenușă totală	SR 90:2007/ SR EN ISO 2171	Cuptor de calcinare
Umiditate	STAS 756/3-85, pct. 7	Etuvă
Aciditate titrabilă	STAS 756/3-85, pct. 8	Biuretă
Conținut de sare	SR 91:2007, pct. 15	Biuretă
Creștere volum și comportare fierbere	STAS 756/3-85, pct. 11	Vas emailat și cilindru gradat de 500 cm ³
Examen senzorial	STAS 756/3-85, pct. 3	-

Creșterea volumului pastelor făinoase exprimată în procente se calculează cu formula:

$$\text{Creșterea volumului} = (V_1/V) \times 100 \quad (\%) \quad (4.1)$$

în care:

V este volumul probei luat pentru determinare, înainte de fierbere, în cm³;

V₁ - volumul probei după fierbere, în cm³.

Examenul organoleptic al pastelor făinoase constă în:

Verificarea infestării

Proba pentru analiză se omogenizează, se sfărâmă, se întinde pe o suprafață netedă și curată și se examinează cu o lupă cu puterea de mărire de cinci ori. Se observă dacă sunt prezente arahnide și insecte în diferite stadii de dezvoltare.

Verificarea aspectului și culorii

Proba pentru analiză se așează pe o suprafață curată și se observă vizual dacă prezintă urme de făină, asperități, puncte negre, sau brune, dacă în ruptură are aspect sticlos, sau mat dacă prezintă aspect translucid, sau mat și culoarea.



Verificarea mirosului și gustului

Proba pentru analiză se fierbe timp de 10-30 minute, după care se observă dacă mirosul și gustul sunt caracteristice, sau prezintă miros și/sau gust străin.

Verificarea prezenței corpurilor străine

Proba pentru analiză se întinde pe o suprafață netedă și curată și se examinează vizual, observându-se dacă prezintă corpuri străine.

4.2.4.2. Metode reologice

În acest studiu au fost aplicate metode consacrate de caracterizare reologică: Mixolab, Falling Number, metoda farinografică și metoda extensografică, fiecare aducând informații complementare privind interacțiunea dintre proteine, amidon și enzime în structura aluatului.

Metodele reologice de analiză, echipamentele și standardele utilizate pentru analiza făinii de grâu au fost prezentate în IM3.9 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar convențional (Cap. 4, subcap. 4.2.1.3, p. 68 - 72).

Aceleași metode reologice de analiză, echipamente și standarde au fost utilizate pentru caracterizarea reologică a amestecurilor de făină de grâu cu făină din pielite de roșii.

4.2.4.3. Metode microbiologice

Controlul microbiologic are rolul de a evidenția prezența, tipul de microorganisme și numărul lor prin metode microbiologice, precum și/sau compuși rezultați prin activitatea microbiană, prin metode chimice.

Metodele microbiologice utilizate pentru evaluarea calității microbiologice a produselor obținute din făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii (paste, grisine, fursecuri și chifle) sunt prezentate împreună cu materialele necesare (medi de cultivare, soluții, consumabile de laborator) și echipamentele necesare în IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.7, p. 46-47, Tabelele 3.3, 3.4 și 3.5).

4.2.4.4. Determinarea conținutului total de fenoli și a activității antioxidante

Procedura de extracție: S-a cântărit o cantitate de ~1 g probă peste care s-a adăugat un volum de 10 mL de solvent de extracție (metanol 80%).

Extracțele au fost obținute prin agitare (Vortex Multi reax, Heidolph Instruments, Schwabach, Germany) la temperatura camerei timp de 4 ore. După vortexare, acestea au fost centrifugate timp de 30 minute la 10.000 rotații pe minut (rpm) la o temperatură de 4°C pentru a îndepărta reziduurile.



Determinarea conținutului de fenoli totali

Principiul testului F-C constă în reducerea reactivului Folin-Ciocalteu în prezența substanțelor fenolice, rezultând producerea de albastru de molibden-tungsten care este măsurat spectrofotometric la 752 nm, iar intensitatea crește liniar odată cu concentrația de compuși fenolici în mediul de reacție.

Un volul de 500 μ L extract metanolic a fost amestecat cu 5 mL reactiv Folin-Ciocalteu 1:15 și 500 μ L carbonat de sodiu 20%. După 20 minute de menținere la temperatura camerei, la întuneric, compusul albastru colorat dezvoltat a fost măsurat spectrofotometric la 752 nm utilizând un spectrofotometru (Specord 210 UV-VIS, Analytic Jena, Germania).

S-a realizat o curbă standard folosind diferite concentrații (0.005-0.175 mg/mL) de acid galic în aceleași condiții cu proba ($R^2 = 0,9999$). Rezultatele au fost exprimate în miliechivalenți acid galic/100 g (mg GAE/100g substanță uscată). Analizele au fost efectuate în 6 repetiții pentru o precizie mai mare a rezultatelor.

Determinarea activității antioxidante prin metoda DPPH

Principiul determinării activității antioxidante prin DPPH: în urma reacției, antioxidantul reacționează cu DPPH, acesta acceptă hidrogenul donor iar soluția pierde din intensitatea culorii, trecând din mov în galben pal.

Activitatea de captare a radicalilor DPPH a fost determinată utilizând ca principiu reducerea radicalului 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl. Amestecul de reacție a constat în 400 μ L de supernatant și 6 ml soluție DPPH, care a fost menținut la întuneric timp de 30 minute. După expirarea timpului de reacție, s-a măsurat absorbanta la 517 nm utilizând un spectrofotometru (Specord 210 UV-VIS, Analytik Jena, Germania). Activitatea antioxidantă a fost calculată utilizând o curbă de calibrare (0.05-0.60 mmol/L) obținută cu Trolox ($R^2=0.9995$). Rezultatele au fost exprimate în mg Trolox/100 g substanță uscată. Analizele au fost efectuate în 6 repetiții pentru o precizie mai mare a rezultatelor.

4.2.4.4. Determinarea proprietăților texturale

Metoda de determinare a proprietăților texturale aplicată produselor obținute este prezentată în IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.8, p. 48-49).

4.2.4.5. Determinarea culorii

Principiul metodei, echipamentul, modul de lucru și relațiile de calcul pentru determinarea parametrilor culorii (L^* , a^* , b^*), nuanța (C^*), unghiul de cromă (h) și diferența totală de culoare (ΔE) sunt prezentate în IM3.11 - Raport experimental de



obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.8, p. 55-56).

4.2.4.6. Analiza FT-IR

Pregătirea probelor: produsele obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) din făină de grâu soiul Arnold cultivat convențional cu adaos de 5%, 10% și 15% făină din piețițe de roșii au fost mărunțite până la obținerea unei pulberi omogene. Probele de chifle au fost supuse anterior uscării în etuvă la 105 °C până la atingerea masei constante, pentru eliminarea influenței variabilității umidității asupra spectrelor IR.

Metodologia analizei prin spectroscopie FT-IR

Determinările au fost efectuate utilizând spectrometrul Bruker Invenio S, echipat cu accesoriu ATR (Attenuated Total Reflectance) cu cristal de diamant.

Parametrii de achiziție au fost următorii:

- Domeniul spectral: 4000-400 cm^{-1} ;
- Rezoluție: 4 cm^{-1} ;
- Număr de scanări: 32 pentru background și 32 pentru probă;
- Modul de analiză: reflexie totală atenuată (ATR);
- Fără utilizare solvenți.

Procedura de lucru

Nu a fost necesară o pre-tratare chimică a probelor. Pulberea obținută prin măcinare a fost aplicată direct pe cristalul ATR, formând un strat compact și uniform pentru a asigura contact optim cu suprafața de analiză.

Etapele de lucru au fost următoarele:

- Setarea parametrilor de achiziție în modul IR-ATR.
- Înregistrarea spectrului de background în absența probei.
- Aplicarea probei pe cristalul de diamant și înregistrarea spectrului IR.
- Curățarea cristalului și repetarea procedurii pentru aceeași probă (determinare dublă).

Pentru fiecare probă au fost înregistrate două spectre independente, iar rezultatul final a fost obținut ca medie a celor două rezultate.

4.2.4.7. Analiza senzorială

Metoda de analiză senzorială a produselor obținute este descrisă în IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - Parțial 2 (Cap. 3, subcap. 3.9, p. 60-61).



4.3. Rezultate și discuții

4.3.1. Analize fizico-chimice

Rezultatele obținute în urma analizelor celor 16 probe de produse de panificație și patiserie sunt prezentate pe categorii de produs și comparate cu cele ale martorilor precum și între probe.

Rezultatele se vor compara cu:

- Standarde profesionale (SP) din Publicația Colecție de Standarde Profesionale Morărit-Panificație, vol. 1;
- Standarde de ramură (STR) din Publicația Colecție de Standarde pentru Industria de Morărit și Panificație, sau cu alte Standarde în vigoare;
- Articole din Jurnalele de specialitate.

4.3.1.1. Analize fizico-chimice ale pastelor făinoase

Parametrii fizico-chimici determinați pentru paste făinoase sunt prezentați în [Tabelul 4.4](#).

Tabelul 4.4. Parametrii fizico-chimici ai pastelor făinoase

Parametrul \ Proba	P1 Martor	P2 (cu 5% FP)	P3 (cu 10% FP)	P4 (cu 15% FP)
Valoare energetică, kcal/100 g	360,37	360,89	356,64	353,57
Valoare energetică, kJ/100 g	1530,89	1532,70	1513,19	1498,72
Glucide, %	76,01	74,35	74,35	74,30
Umiditate, %	9,38	9,03	8,93	8,58
Proteină analizată, % $\pm$ SD	13,86 $\pm$ 0,01	15,73 $\pm$ 0,06	15,53 $\pm$ 0,06	15,70 $\pm$ 0,06
Proteină la s.u., % $\pm$ SD	15,29 $\pm$ 0,02	17,29 $\pm$ 0,07	17,05 $\pm$ 0,07	17,17 $\pm$ 0,00
Grăsimi analizată, % $\pm$ SD	0,26 $\pm$ 0,04	0,37 $\pm$ 0,01	0,52 $\pm$ 0,08	0,67 $\pm$ 0,01
Grăsimi la s.u., % $\pm$ SD	0,29 $\pm$ 0,05	0,40 $\pm$ 0,01	0,57 $\pm$ 0,09	0,73 $\pm$ 0,02
Cenușă analizată, % $\pm$ SD	0,49 $\pm$ 0,03	0,60 $\pm$ 0,01	0,68 $\pm$ 0,01	0,75 $\pm$ 0,01
Cenușă la s.u., % $\pm$ SD	0,54 $\pm$ 0,03	0,66 $\pm$ 0,01	0,75 $\pm$ 0,02	0,82 $\pm$ 0,02
Fibră brută, % $\pm$ SD	0,73 $\pm$ 0,02	1,21 $\pm$ 0,25	4,00 $\pm$ 0,00	6,23 $\pm$ 0,21
Aciditate, grade la 100 g produs	1,9	3,2	4,1	6,6
Timp de fierbere, minute	12	12	12	12
Creștere în volum (ori)	2,5	2,5	3	2,3

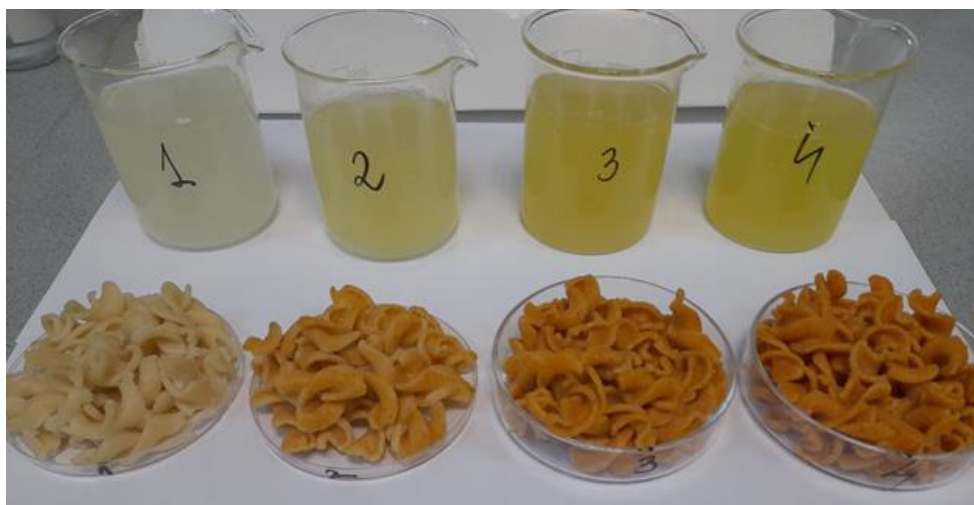


Fig. 4.4. Aspectul pastelor făinoase și al apei în care au fiert paste

Comparații ale variantelor experimentale cu proba martor:

- Valoarea energetică scade cu creșterea concentrației pudrei de tomate. P1 - Paste martor prezintă cea mai mare valoare a acestui parametru: 366,37 kcal/100g, sau 1530,89 Kj/100 g. Cea mai mică valoare aparține P4- Paste cu făină de roșii 15 %: 353,57 kcal/100g, sau 1498,72 Kj/100 g;
- Valoarea conținutului de glucide scade odată cu adăugarea pudrei de tomate în comparație cu martorul. Conținutul de glucide variază între probele cu făină de tomate o dată cu creșterea concentrației pudrei de tomate. Cel mai mare conținut de glucide aparține P1-Paste-Martor și apoi P3 - Paste - făină de roșii 10 %. Cel mai mic conținut de glucide aparține P2 - Paste cu făină de roșii 5 %;
- Umiditatea scade odată cu creșterea concentrației de făină de tomate, toate valorile sunt mai mici decât cea a probei martor. Cea mai mare valoare aparține P1, Paste - martor, cea mai mică valoare aparține P4 - Paste cu făină de roșii 15 %;
- Valoarea conținutului de proteină raportat la substanță uscată variază între probele cu făină de tomate adăugată, dar toate valorile sunt mai mari decât cea a probei martor. Cea mai mare valoare aparține P2 - Paste cu făină de roșii 15 %, cea mai mică valoare aparține P1 - Paste martor;
- Valorile conținutului de grăsime raportat la substanță uscată, conținutului de cenușă raportat la substanță uscată, conținutului de fibră brută și acidității cresc odată cu creșterea concentrației pudrei de tomate adăugată, toate valorile sunt mai mari decât cea a probei martor. Cele mai mari valori ale conținutului de grăsime raportat la substanță uscată, conținutului de cenușă raportat la substanță uscată, conținutului de fibră brută și acidității aparțin P4 - Paste - făină de roșii 15 %, iar cele mai mici valori aparțin P1 - Paste martor;
- Timpul de fierbere este identic atât pentru proba martor cât și pentru probele cu adaos de făină de tomate;



- Creșterea în volum variază în funcție de probă, cea mai mare creștere în volum aparține P3 - Paste - făină de roșii 10 %. Cea mai mică creștere în volum aparține P4 - Paste cu făină de roșii 15 %.

Comparații ale rezultatelor parametrilor fizico-chimici cu standarde

Pe baza rezultatelor din [Tabelul 4.4](#) și conform precizărilor din [STAS 756/1-85](#) și [STAS 756/3-85](#), rezultatele pentru paste făinoase se pot interpreta astfel:

- Valorile umidității probei martor și ale probelor cu diferite concentrații ale pudrei de tomate se încadrează în limita valorii de umiditate, valoarea maximă a umidității fiind de 13 % pentru toate tipurile de paste făinoase simple, sau cu adaosuri nutritive;
- Pastele făinoase au o valoare ridicată a conținutului de proteină brută raportat la substanță uscată, în cazul de față conținutul de proteină raportat la s.u. depășește valoarea minimă a acestui parametru care este de 13,5 %. În STAS 756/1-85 se precizează valoarea minimă a conținutului de proteină brută raportat la substanță uscată doar pentru pastele făinoase super simple, sau cu adaosuri nutritive și care este de 13,5 %. Pentru toate celelalte tipuri de paste STAS 756/1-85 nu precizează valoarea minimă a conținutului de proteină brută raportat la substanță uscată;
- Valoarea acidității se încadrează în limita valorii acidității doar pentru probele P1 - Paste martor și P2 - Paste cu făină de roșii 5 %;
- Rezultatele pentru cele patru probe de paste făinoase cu privire la comportarea la fierbere arată următoarele:
 - P1 - Paste martor: își mențin forma, nelipicioase, de culoare alb-gălbuie, lichid de fierbere alb-gălbui, translucid. Sediment 0,5 cm. Nu sunt prezente arahnide și insect în diferite stadii de dezvoltare, nu sunt prezente urme de făină, fără asperități, miros plăcut, fără miros străin, gust plăcut, fără gust strain, fără aromă neplăcută. Aspect mat în ruptură. Aspect mat.
 - P2 - Paste - făină de roșii 5 %: își mențin forma, de culoare portocaliu deschis cu particule brune, dar și verzi asemănătoare unor fragmente vegetale, nelipicioase, lichid de fierbere galben, translucid. Sediment 1 cm. Nu sunt prezente arahnide și insect în diferite stadii de dezvoltare, nu sunt prezente urme de făină, fără asperități, miros plăcut, fără miros străin, gust plăcut, fără gust strain, fără aromă neplăcută. Aspect mat în ruptură. Aspect mat.
 - P3 - Paste cu făină de roșii 10 %: își mențin forma, de culoare cărămidă cu particule mai închise, dar și verzi asemănătoare unor fragmente vegetale, nelipicioase, ușor grunjoase, lichid de fierbere galben, translucid. Sediment 1 cm. Nu sunt prezente arahnide și insect în diferite stadii de dezvoltare, nu sunt prezente urme de făină, fără asperități, miros plăcut, fără miros străin, gust plăcut, fără gust strain, fără aromă neplăcută. Aspect mat în ruptură. Aspect mat.
 - P4 - Paste cu făină de roșii 15 %: își mențin forma, de culoare cărămiziu închis cu particule mai închise la culoare, dar și verzi asemănătoare unor fragmente vegetale, nelipicioase, grunjoase, lichid de fierbere galben, translucid. Sediment



1 cm. Nu sunt prezente arahnide și insecte în diferite stadii de dezvoltare, nu sunt prezente urme de făină, fără asperități, miros plăcut, fără miros străin, gust plăcut, fără gust strain, fără aromă neplăcută. Aspect mat în ruptură.

În STAS 756/1-85 se precizează că pastele făinoase obișnuite prezintă culoare albă-uniformă, pastele făinoase extra prezintă culoare alb gălbuie, uniformă, pastele făinoase super prezintă culoare galben-aurie, uniformă, la pastele cu adaosuri, nuanța este specifică adaosului. De asemenea STAS 756/1-85 precizează că după fierbere pastele trebuie să nu se lipească între ele, să-și păstreze forma, iar apa în care s-au fiert pastele făinoase poate fi: opalescentă și cu sediment de maxim 2 cm pentru paste obișnuite. Probele de paste făinoase obținute se încadrează în ceea ce privește mărimea sedimentului.

De asemenea, comparația cu Standardele de ramură arată că:

- Valorile umidității probelor cu adaos de făină din pielite de roșii se încadrează în limita valorii de umiditate, valoarea maximă a umidității fiind de 13 %;
- Valorile acidității probelor cu diferite concentrații ale pudrei de tomate se încadrează în limita maximă a valorii acidității de 4,0 grade doar pentru probele P1 - Paste martor și P2 - Paste cu făină de roșii 5 %;
- Valorile cenușii raportate la substanță uscată a probelor adaos de făină din pielite de roșii nu se încadrează în limita maximă a cenușii insolubile în HCl de 0,2 %.

Comparații cu articole de cercetare

[Dragomir et al. \(2021\)](#) au arătat că adăugarea a 1 % și 3 % pulbere de tomate la prepararea pastelor a condus la o creștere a conținutului de proteină la valori de 7,4 - 7,5 g /la 100 g produs. [Kadri et al. \(2024\)](#) au arătat că adăugarea a 0, 5, 7,5, 10, 12,5 și 15 % subpodus industrial din pielite de tomate la prepararea pastelor a condus la creșterea conținutului de proteine de la 10,59 la 11,60 g/100 g raportat la s.u., conținutului de lipide de la 0,12 la 0,32 g/100 g raportat la s.u. și conținutului de cenușă de la 0,76 la 1,70 g/100 g raportat la s.u., scăderea timpului de fierbere de la 4,5 minute la 3,0 minute, odată cu creșterea concentrației pulberii de tomate.

După [Lazăr et al. \(2019\)](#), în ceea ce privește conținutul de minerale, pastele fortificate cu 8% făină de tomate au prezentat valoarea maximă a conținutului de potasiu: 461,14 mg/100 g și valoarea maximă a conținutului de fier: 4,35 mg/100 g.

Similar cu studiile de mai sus, rezultatele obținute în cercetările din cadrul Stației Pilot Panificație și Laborator Chimia Alimentului din IBA București, în cazul probelor de paste cu pulbere de tomate adăugată în concentrații de 5 până la 15 % arată de asemenea o creștere a valorilor conținutului de proteină raportat la substanță uscată, conținutului de lipide raportat la substanță uscată, conținutului de cenușă raportat la substanță uscată. Spre deosebire de rezultatele din studiile de mai sus, timpul de fierbere a fost identic pentru toate cele patru probe de paste, martor, sau paste cu adaos în diferite proporții: 12 minute.



4.3.1.2. Analize fizico-chimice ale griselor

Parametrii fizico-chimici determinați pentru grise sunt prezentați în [Tabelul 4.5](#).

Tabelul 4.5. Parametrii fizico-chimici ai griselor

Parametrul \ Proba	P5 Martor	P6 (cu 5% FP)	P7 (cu 10% FP)	P8 (cu 15% FP)
Valoare energetică, kcal/100 g	460,41	433,11	426,23	421,87
Valoare energetică, kJ/100 g	1924,99	1810,32	1780,22	1761,84
Glucide, %	42,49	42,24	41,91	42,82
Umiditate, %	13,84	16,80	17,89	17,64
Proteină analizată, % $\pm$ SD	17,23 $\pm$ 0,05	16,60 $\pm$ 0,02	15,86 $\pm$ 0,11	15,67 $\pm$ 0,14
Proteină la s.u., % $\pm$ SD	19,99 $\pm$ 0,06	19,95 $\pm$ 0,03	19,31 $\pm$ 0,13	19,03 $\pm$ 0,17
Grăsimă analizată, % $\pm$ SD	24,90 $\pm$ 0,04	22,81 $\pm$ 0,13	22,87 $\pm$ 0,16	22,31 $\pm$ 0,16
Grăsimă la s.u., % $\pm$ SD	28,90 $\pm$ 0,05	27,41 $\pm$ 0,16	27,85 $\pm$ 0,20	27,09 $\pm$ 0,19
Cenușă analizată, % $\pm$ SD	1,55 $\pm$ 0,01	1,56 $\pm$ 0,00	1,48 $\pm$ 0,04	1,56 $\pm$ 0,06
Cenușă la s.u., % $\pm$ SD	1,80 $\pm$ 0,02	1,88 $\pm$,00	1,80 $\pm$ 0,05	1,89 $\pm$ 0,07
Fibră brută, % $\pm$ SD	1,55 $\pm$ 0,01	1,56 $\pm$ 0,00	1,48 $\pm$ 0,04	1,56 $\pm$ 0,06
Sare, %	1,66	1,55	1,55	1,48

Comparații ale variantelor experimentale cu proba martor

- Valoarea energetică scade cu creșterea concentrației pudrei de tomate. Proba 8 - Grisine - făină de roșii 15 % prezintă cea mai mare valoare a acestui parametru: 421,87 kcal/100g, sau 1761,84 Kj/100 g, cea mai mică valoare aparține Proba 5-Grisine- Martor: 460,41 kcal/100g, sau 1924,99 Kj/100 g;
- Valoarea conținutului de glucide variază odată cu adăugarea pudrei de tomate în comparație cu martorul. Conținutul de glucide variază între probele cu făină de tomate o dată cu creșterea concentrației pudrei de tomate. Cel mai mare conținut de glucide aparține Probei 8 - Grisine - făină de roșii 15 % și apoi Probei 5-Grisine- Martor. Cel mai mic conținut de glucide aparține Probei 7 - Grisine - făină de roșii 10 %;
- Umiditatea variază odată cu creșterea concentrației de făină de tomate, toate valorile sunt mai mari decât cea a probei martor. Cea mai mare valoare aparține Probei 7 - Grisine - făină de roșii 10 %, cea mai mică valoare aparține Probei 5-Grisine- Martor;
- Valoarea conținutului de proteină raportat la substanță uscată scade odată cu creșterea concentrației de făină de tomate. Cea mai mare valoare aparține Probei 5-Grisine- Martor, cea mai mică valoare aparține Probei 8 - Grisine cu 15% FP;



- Valorile conținutului de grăsime raportat la substanță uscată, conținutului de cenușă raportat la substanță uscată și conținutului de fibră brută variază odată cu creșterea concentrației pudrei de tomate adăugată. Cea mai mare valoare a conținutului de grăsime raportat la substanță uscată aparține Probei 5-Grisine- Martor, cea mai mare valoare a conținutului de cenușă raportat la substanță uscată aparține Probei 8 - Grisine - făină de roșii 15 %. Cea mai mică valoare a conținutului de grăsime raportat la substanță uscată aparține Probei 8 - Grisine - făină de roșii 15 %, cea mai mică valoare a conținutului de cenușă raportat la substanță uscată aparține Probei 5-Grisine- Martor și Probei 7 - Grisine - făină de roșii 10 %. Există asemănări ale conținutului de cenușă raportat la substanță uscată între Proba 5-Grisine- Martor și Proba 7 - Grisine - făină de roșii 10 % și apropieri între Proba 6 - Grisine - făină de roșii 5 % și Proba 8 - Grisine - făină de roșii 15 %. Există asemănări ale conținutului de fibră brută între Proba 6 - Grisine - făină de roșii 5 % și Proba 8 - Grisine - făină de roșii 15 %;
- Valorile conținutului de sare scad odată cu adăugarea pudrei de tomate, în comparație cu martorul. Cea mai mare valoare a conținutului de sare aparține Probei 5-Grisine- Martor, cea mai mică valoare a conținutului de sare aparține Probei 8 - Grisine - făină de roșii 15 %.

Comparații ale rezultatelor parametrilor probelor cu standarde profesionale

Comparate cu standardele profesionale, rezultatele pentru grisine se pot interpreta astfel:

- Valorile umidității depășesc limita maximă a valorii de umiditate pentru toate cele patru probe, martor și variante cu diferite concentrații ale pudrei de tomate. Valoarea maximă a umidității fiind de 10 %;
- Valorile conținutului de grăsime raportat la substanță uscată sunt ușor mai scăzute comparativ cu limita minimă a acestui parametru pentru toate cele patru probe. Valoarea minimă a conținutului de grăsime raportat la substanță uscată fiind de 30 %.

Comparații cu rezultate din articole de cercetare

[Isik & Topkaya \(2016\)](#) au substituit parțial făina de grâu cu 4%, 8%, 12 % cu făină de tescovină de tomate pentru prepararea produselor crackers. Folosirea făinii de tescovină de tomate a condus la creșterea semnificativă a conținutului de proteină, conținutului de cenușă, conținutului de fibră dietetică, conținutului de minerale. În cercetările din cadrul Stației Pilot Panificație și Laborator Chimia Alimentului din IBA București, în cazul probelor de grisine cu pulbere de tomate adăugată în concentrații de 5 până la 15 % apare o scădere a valorilor conținutului de proteină raportat la substanță uscată și o variație a conținutului de cenușă raportat la substanță uscată



4.3.1.3. Analize fizico-chimice ale fursecurilor

Parametrii fizico-chimici determinați pentru fursecuri sunt prezentați în [Tabelul 4.6](#).

Tabelul 4.6. Parametrii fizico-chimici ai fursecurilor

Proba Parametrul	P9 Martor	P10 (cu 5% FP)	P11 (cu 10% FP)	P12 (cu 15% FP)
Valoare energetică, kcal/100 g	539,77	535,53	538,77	520,71
Valoare energetică, kJ/100 g	2254,50	2236,65	2247,69	2173,23
Glucide, %	55,18	56,26	54,17	55,34
Umiditate, %	4,16	3,30	4,15	4,88
Proteină analizată, % $\pm$ SD	8,79 $\pm$ 0,01	9,21 $\pm$ 0,06	8,79 $\pm$ 0,16	9,15 $\pm$ 0,13
Proteină la s.u., % $\pm$ SD	9,17 $\pm$ 0,01	9,52 $\pm$ 0,06	9,17 $\pm$ 0,16	9,62 $\pm$ 0,13
Grăsimă analizată, % $\pm$ SD	31,57 $\pm$ 0,01	30,79 $\pm$ 0,04	32,55 $\pm$ 0,12	30,11 $\pm$ 0,03
Grăsimă la s.u., % $\pm$ SD	32,94 $\pm$ 0,01	31,84 $\pm$ 0,04	33,95 $\pm$ 0,13	31,65 $\pm$ 0,03
Cenușă analizată, % $\pm$ SD	0,30 $\pm$ 0,01	0,44 $\pm$ 0,00	0,46 $\pm$ 0,00	0,43 $\pm$ 0,01
Cenușă la s.u., % $\pm$ SD	0,31 $\pm$ 0,01	0,46 $\pm$ 0,00	0,47 $\pm$ 0,01	0,45 $\pm$ 0,01
Fibră brută, % $\pm$ SD	0,10 $\pm$ 0,00	1,73 $\pm$ 0,01	2,77 $\pm$ 0,30	4,30 $\pm$ 0,00
Zahăr, %	21,58	19,38	17,86	17,00

Comparații ale variantelor experimentale cu proba martor

- Valoarea energetică variază cu creșterea concentrației pudrei de tomate. Proba 9 - Fursecuri - martor prezintă cea mai mare valoare a acestui parametru: 539,77 kcal/100g, sau 2254,50 Kj/100 g, cea mai mică valoare aparține Proba 12-Fursecuri - făină de roșii 15 %: 520,71 kcal/100g, sau 2173,23 Kj/100 g;
- Valoarea conținutului de glucide variază odată cu adăugarea pudrei de tomate în comparație cu martorul. Conținutul de glucide variază între probele cu făină de tomate o dată cu creșterea concentrației pudrei de tomate, însă toate valorile sunt mai mari comparativ cu cea a martorului. Cel mai mare conținut de glucide aparține Probei 10 - Fursecuri - făină de roșii 5 %. Cel mai mic conținut de glucide aparține Probei 11 - Fursecuri - făină de roșii 10 %. Proba 9-Fursecuri - martor și Proba 12 - Fursecuri - făină de roșii 15 % au valori apropiate;
- Valoarea umidității crește cu creșterea concentrației pudrei de tomate. Cea mai mare valoare aparține Probei 12-Fursecuri - făină de roșii 15 %. Cea mai mică valoare aparține Probei 10 - Fursecuri - făină de roșii 5 %. Proba 9-Fursecuri - martor și Proba 11 - Fursecuri - făină de roșii 10 % au valori apropiate;



- Valorile proteinei raportată la substanță uscată și grăsimii raportată la substanță uscată variază cu creșterea concentrației pudrei de tomate. Cea mai mare valoare a proteinei raportată la substanță uscată aparține Probei 12-Fursecuri - făină de roșii 15 %, iar cea mai mică valoare a proteinei raportată la substanță uscată aparține Probei 11 - Fursecuri - făină de roșii 10 % și Probei 9-Fursecuri - mator. Cea mai mare valoare a grăsimii raportată la substanță uscată aparține Probei 11 - Fursecuri - făină de roșii 10 %, iar cea mai mică valoare a grăsimii raportată la substanță uscată aparține Probei 12-Fursecuri - făină de roșii 15 %. Proba 10-Fursecuri - făină de roșii 5 % și Proba 12 - Fursecuri - făină de roșii 15 % au valori apropiate ale conținutului de grăsime raportată la substanță uscată.
- Valoarea conținutului de cenușă raportată la substanță uscată variază cu creșterea concentrației pudrei de tomate, însă toate valorile sunt mai mari comparativ cu cea a matorului. Cea mai mare valoare aparține Probei 11 - Fursecuri - făină de roșii 10 %, iar cea mai mică valoare aparține Probei 9-Fursecuri - mator. Valorile conținutului de cenușă raportată la substanță uscată sunt apropiate pentru probele cu făină de tomate adăugată.
- Valoarea conținutului de fibră brută crește cu concentrația de pulbere de tomate, cea mai mică valoare aparține Probei 9-Fursecuri - mator, iar cea mai mare valoare aparține Probei 12-Fursecuri - făină de roșii 15 %.
- Valoarea conținutului de zahăr scade cu creșterea concentrației de pulbere de tomate, cea mai mică valoare aparține Probei 12-Fursecuri - făină de roșii 15 %, iar cea mai mare valoare aparține Probei 9-Fursecuri - mator.

Comparații ale rezultatelor parametrilor probelor cu standarde

Rezultatele obținute pentru fursecuri, comparate cu standardele de ramură se interpretează astfel:

- Valorile umidității se încadrează în limita maximă a valorii de umiditate pentru toate cele patru probe, mator și variante cu diferite concentrații ale pudrei de tomate. Valoarea maximă a umidității fiind de 6 %;
- Valorile grăsimii se încadrează în limita minimă a valorii grăsimii pentru toate cele patru probe, mator și variante cu diferite concentrații ale pudrei de tomate. Valoarea minimă a grăsimii fiind de 28 %;
- Valorile zahărului se încadrează în limita minimă a valorii zahărului pentru toate cele patru probe, mator și variante cu diferite concentrații ale pudrei de tomate. Valoarea minimă a zahărului fiind de 16 %.

Comparații cu rezultate din articole de cercetare

Chung (2007) a preparat fursecuri cu diferite concentrații de făină de tomate: 0, 2,5, 5, 7,5 și 10 % și au raportat cantități mai mari ale proteinei brute și cenușii, comparativ



cu mărtoșul și proba cu adaos de 2,5 % făină de tomate, atunci când s-au adăugat 5, 7,5 și 10 % făină de tomate.

În cazul cercetărilor din cadrul Stației Pilot Panificație și Laborator Chimia Alimentului din IBA București privind cele patru probe de fursecuri, probele cu 5 % și 15 % adaos făină de tomate au avut valori mai mari ale conținutului de proteină brută comparativ cu mărtoșul, sau proba cu 10 % adaos făină de tomate. Conținutul de cenușă raportat la substanță uscată a fost apropiat între probele cu adaos de pulbere de tomate de 5, 10, sau 15 %, iar toate cele trei probe au avut conținut de cenușă raportat la substanță uscată mai mare decât cel al mărtoșului.

4.3.1.4. Analize fizico-chimice ale chiflelor

Parametrii fizico-chimici determinați pentru chifle sunt prezentați în [Tabelul 4.7](#).

Tabelul 4.7. Parametrii fizico-chimici ai chiflelor

Proba Parametrul	P13 Martor	P14 (cu 5% FP)	P15 (cu 10% FP)	P16 (cu 15% FP)
Valoare energetică, kcal/100 g	220,18	213,53	206,94	199,88
Valoare energetică, kJ/100 g	935,42	905,78	876,87	846,12
Glucide, %	37,59	37,66	36,75	35,71
Umiditate, %	43,19	43,64	44,51	45,61
Proteină analizată, % ± SD	17,38 ± 0,01	16,71 ± 0,00	16,57 ± 0,04	16,41 ± 0,06
Proteină la s.u., % ± SD	10,27± 0,00	9,85±0,00	9,64±0,02	9,32±0,03
Grăsimă analizată, % ± SD	0,12±0,01	0,21±0,02	0,30±0,01	0,35±0,02
Grăsimă la s.u., % ± SD	0,07±0,00	0,12±0,01	0,17 ±0,01	0,20 ±0,01
Cenușă analizată, % ± SD	1,73 ±0,00	1,79 ±0,00	1,88 ±0,01	1,94 ±0,01
Cenușă la s.u., % ± SD	1,02 ±0,00	1,05 ±0,00	1,09 ±0,01	1,10 ±0,00
Fibră brută, % ± SD	0,40 ±0,10	2,90 ±0,30	4,50 ±0,24	5,84 ±0,42
Aciditate, grade Ac/100 g	1,2	2,1	2,5	3,1

Comparații ale variantelor experimentale cu proba mărtoș

- Valoarea energetică scade cu creșterea concentrației pudrei de tomate. Proba 13 - Chifle - mărtoș prezintă cea mai mare valoare a acestui parametru: 220,18 kcal/100g, sau 935,42 Kj/100 g, cea mai mică valoare aparține Proba 16 - Chifle - făină de roșii 15 %: 199,88 kcal/100g, sau 846,12 Kj/100 g;



- Valoarea conținutului de glucide scade odată cu creșterea concentrației pudrei de tomate. Proba 14 - Chifle - făină de roșii 5 % are cea mai mare valoare și o valoare ușor mai ridicată a acestui parametru comparativ cu martorul, cea mai mică valoare a acestui parametru o prezintă Proba 16 - Chifle - făină de roșii 15 %, celelalte probe au valori mai mici ale acestui parametru comparativ cu martorul;
- Valoarea umidității miezului produsului inițial crește odată cu creșterea concentrației pudrei de tomate, toate valorile fiind mai mari decât cea a probei martor. Cea mai mare valoare o prezintă Proba 16 - Chifle - făină de roșii 15 %, iar cea mai mică valoare o prezintă Proba 13 - Chifle - martor;
- Valoarea conținutului de proteină raportat la substanță uscată scade odată cu creșterea concentrației pudrei de tomate, toate valorile fiind mai mici decât cea a probei martor. Cea mai mare valoare o prezintă Proba 13 - Chifle - martor, iar cea mai mică valoare o prezintă Proba 16 - Chifle - făină de roșii 15 %;
- Valorile conținutului de grăsime raportat la substanță uscată, conținutului de cenușă raportat la substanță uscată, conținutului de fibră brută și acidității cresc odată cu creșterea concentrației pudrei de tomate, toate valorile fiind mai mari decât cea a probei martor. Cele mai mari valori ale conținutului de grăsime raportat la substanță uscată, conținutului de cenușă raportat la substanță uscată și acidității aparțin Proba 16 - Chifle - făină de roșii 15 %, iar cea mai mică valoare o prezintă Proba 13 - Chifle - martor.

Comparații ale rezultatelor parametrilor probelor cu standarde profesionale

Rezultatele obținute pentru chifle, comparate cu standardele profesionale, se interpretează astfel:

- Valorile umidității miezului produsului inițial depășesc limita maximă a valorii de umiditate pentru toate cele patru probe, martor și variante cu diferite concentrații ale pudrei de tomate. Valoarea maximă a umidității fiind de 42 % pentru chiflele simple și cu adaos;
- Valorile acidității se încadrează în limita valorii acidității, pentru toate cele patru probe. Valoarea maximă a acidității fiind de 2,6 grade aciditate la 100 g produs pentru chiflele simple și cu adaos;
- Valorile conținutului de grăsime raportat la substanță uscată sunt mult mai scăzute comparativ cu limita minimă a acestui parametru pentru cele trei probe cu adaos de făină de tomate. Valoarea minimă a conținutului de grăsime raportat la substanță uscată fiind de 5 % pentru chiflele cu adaos.

Iar cu standardeul de ramură STR 1488-88 Produse de franzelărie din grâu astfel:

- Valoarea umidității probei martor se încadrează în limita valorii de umiditate, valoarea maximă a umidității fiind de 42 %;
- Valoarea acidității se încadrează în limita valorii acidității, pentru proba martor. Valoarea maximă a acidității fiind de 3 grade aciditate la 100 g produs pentru chiflele simple.



Comparații cu rezultate din articole de cercetare

[Nour et al. \(2015\)](#) au raportat o creștere a umidității și acidității titrabile a pâinii din făină de grâu suplimentată cu concentrații de 6 % și 10 % deșeu de tomate din piețe și semințe. Selina Brighina et al., 2024 au raportat că suplimentarea cu 10 % și 20 % făină de tescovină din tomate cherry și tomate tip curmală la aluatul de pâine din grâu durum a condus la creșterea umidității de la o valoare de 31,5 % a probei martor la 33,7-33,9 % și a acidității de la o valoare de 3,5 ml NaOH 0,1 N a probei martor la 5,2 ml NaOH 0,1 N, respectiv 6,9 ml NaOH 0,1 N a probelor de pâine odată cu creșterea concentrației deșeului din procesarea tomatelor.

[Majzoobi et al. \(2011\)](#) au utilizat de asemenea făina de tescovină de tomate în procente de 0, 1, 3, 5 și 7 % pentru prepararea lipiei. Valorile umidității au crescut de la 32 % la 34-40 % odată cu creșterea concentrației de tescovină ([Majzoobi et al., 2011](#)).

Similar cu studiile de mai sus, rezultatele obținute în cercetările din cadrul Stației Pilot Panificație și Laborator Chimia Alimentului din IBA București în cazul probelor de chifle cu pulbere de tomate adăugată în concentrații de 5 până la 15 % arată de asemenea o creștere a valorilor de umiditate a miezului și acidității titrabile.

4.3.1.5. Concluzii

Rezultatele obținute pentru probele de paste făinoase, grisine, fursecuri și chifle indică următoarele:

- **Paste făinoase:** La suplimentarea cu cele trei procente de făină de tomate, valoarea energetică, conținutul de glucide și umiditatea scad, conținutului de proteină raportat la substanță uscată și creșterea în volum variază, timpul de fierbere este similar.
- **Grisine:** La suplimentarea cu cele trei procente de făină de tomate, valoarea energetică, valoarea conținutului de proteină raportat la substanță uscată, valorile conținutului de sare scad, conținutul de glucide, conținutului de grăsime raportat la substanță uscată, conținutului de cenușă raportat la substanță uscată și conținutului de fibră brută variază.
- **Fursecuri:** La suplimentarea cu cele trei procente de făină de tomate, valoarea energetică, valoarea conținutului de glucide, valorile proteinei raportată la substanță uscată, grăsimii raportată la substanță uscată și conținutului de cenușă raportată la substanță uscată variază, valorile umidității și fibrei brute cresc, valoarea conținutului de zahărului scade.
- **Chifle:** La suplimentarea cu cele trei procente de făină de tomate, valoarea energetică, conținutul de glucide și conținutul de proteină raportat la substanță uscată, dar umiditatea miezului, valorile conținutului de grăsime raportat la substanță uscată, conținutului de cenușă raportat la substanță uscată, conținutului de fibră brută și acidității cresc.



4.3.2. Analize reologice

4.3.2.1. Analize reologice cu Mixolab-ul

În analiza reologică efectuată cu ajutorul echipamentului Mixolab, cantitatea de apă adăugată fiecărei probe a fost ajustată astfel încât să se atingă consistența maximă standardizată, corespunzătoare valorii $C1 = 1,1 \text{ Nm}$. În aceste condiții, pentru proba martor (făină de grâu), având o umiditate de 11,80%, capacitatea de hidratare determinată a fost de 65,20%. Rezultatele obținute indică o creștere progresivă a capacității de hidratare odată cu majorarea proporției de făină de roșii în amestec. Astfel, amestecul cu 5% făină de roșii a prezentat o capacitate de hidratare de 66,00%, cel cu 10% - 69,70%, iar amestecul cu 15% - 71,70%. Această tendință sugerează o capacitate sporită de legare a apei în cazul amestecurilor îmbogățite, probabil datorită conținutului mai ridicat de fibre și compuși hidrofilici proveniți din pudra de roșii.

În ceea ce privește umiditatea inițială a probelor, valorile au fost relativ apropiate, înregistrând aproximativ 11,00% pentru amestecul cu 5% făină de roșii și aproximativ 10,40% pentru amestecurile cu 10% și 15%.

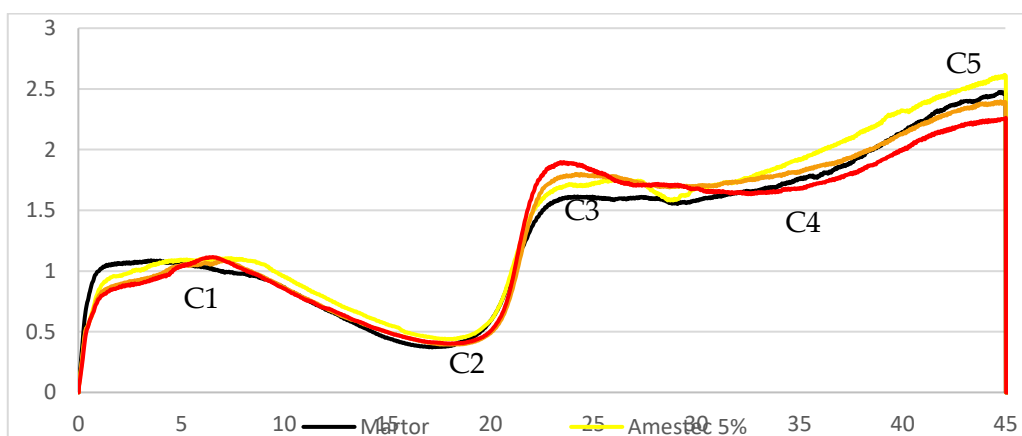


Fig. 4.5. Curbele Mixolab înregistrate pentru probe de făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii

Tabelul 4.8. Rezultatele obținute conform echipamentului Mixolab

Probe \ Parametri Mixolab	CA %	C1 Nm	C2 Nm	C3 Nm	C4 Nm	C5 Nm
Martor (100% FG)	65,2	1,088	0,371	1,614	1,552	2,465
FG + 5% FP	66	1,109	0,439	1,754	1,581	2,608
FG + 10% FP	69,7	1,086	0,394	1,800	1,689	2,392
FG + 15% FP	71,7	1,115	0,402	1,897	1,632	2,262



Analizând rezultatele obținute pentru parametrul **C2**, se observă că amestecurile cu făină de roșii prezintă valori ușor mai ridicate comparativ cu proba martor. Această creștere indică o consolidare moderată a rețelei proteice, sugerând o interacțiune favorabilă între componentele făinii și adaosul de făină de roșii, care contribuie la îmbunătățirea stabilității aluatului în etapa inițială de încălzire.

Zona corespunzătoare gelatinizării amidonului reprezintă a doua etapă de încălzire a aluatului, când temperatura depășește 50-55°C. În această fază, capacitatea amidonului de a gelatiniza și nivelul activității α -amilazice influențează direct consistența maximă atinsă. Cu cât capacitatea de gelatinizare este mai mare și activitatea α -amilazică mai redusă, cu atât consistența maximă (C3) va înregistra valori mai ridicate. Rezultatele obținute evidențiază o creștere a valorilor C3 odată cu adăugarea pudrei de roșii, ceea ce indică o intensificare a procesului de gelatinizare și o structură mai fermă a aluatului în această etapă.

În etapa corespunzătoare activității enzimaticе (C4), aluatul este menținut la temperaturi ridicate, situate în intervalul optim de acțiune al α -amilazei. În aceste condiții, enzima acționează asupra amidonului gelatinizat, determinând scăderea consistenței aluatului. Cu cât activitatea α -amilazică este mai intensă, cu atât diminuarea consistenței este mai pronunțată. Analiza rezultatelor arată că proba martor prezintă cea mai mare rată de scădere a consistenței, ceea ce indică o activitate amilazică mai ridicată. În schimb, adaosul de făină de roșii conduce la reducerea acestei activități, fapt reflectat prin valori C4 mai stabile.

În ultima etapă, corespunzătoare retrogradării amidonului (C5), are loc răcirea aluatului și reorganizarea lanțurilor de amidon, fenomen care determină creșterea consistenței. În general, valori mai scăzute ale parametrului C5 sunt asociate cu un potențial mai bun de întârziere a procesului de învechire a produselor de panificație. Conform rezultatelor obținute, amestecul cu 15% făină de roșii a înregistrat cea mai mică valoare a consistenței finale, sugerând un posibil efect favorabil asupra menținerii prospețimii produsului finit.

4.3.2.2. Analiza farinografică

Farinograful este folosit pentru studiul proprietăților de frământare ale făinii. Acesta oferă informații asupra modificării proprietăților reologice ale aluatului în timpul frământării și permite evaluarea factorilor critici care influențează aceste proprietăți cum sunt calitatea făinii și cantitatea de apă.

Puterea făinii este o noțiune complexă care include o serie de indici calitativi ai făinii ce caracterizează comportarea ei tehnologică. Puterea făinii influențează cantitatea de apă necesară pentru obținerea aluatului de consistență normală, modificarea



proprietăților reologice ale aluatului în timpul procesului tehnologic, menținerea formei și reținerea gazelor în aluat, forma și volumul pâinii.

Din curba farinografică obținută cu Farinograful Brabender se determină timpul de dezvoltare a aluatului și gradul de înmuiere, caracteristici care influențează puterea făinii. Timpul de dezvoltare este direct proporțional iar gradul de înmuiere este invers proporțional cu puterea făinii.

În Anexa 2 (Figurile A2.1 - A.2.4 sunt prezentate farinogramele făinii de grâu (Figura A.2.1) și ale amestecurilor de făină de grâu cu 5% făină din pielite de roșii (Figura A.2.2), 10% FP (Figura A.2.3) și 15% FP (Figura A.2.4).

Tabelul 4.9 prezintă principalii parametri obținuți din farinograme: capacitatea de hidratare, timpul de dezvoltare, stabilitatea aluatului, gradul de înmuiere și puterea făinii.

Evaluarea comportamentului reologic al probelor s-a realizat prin intermediul parametrilor farinografici: capacitatea de hidratare, timpul de dezvoltare, stabilitatea aluatului, gradul de înmuiere și puterea făinii. Valorile obținute indică modificări semnificative ale proprietăților aluatului în funcție de proporția de adaos de făină de roșii (5%, 10%, 15%) comparativ cu proba martor.

Tabelul 4.9. Parametrii obținuți din farinograme

Parametri Probe	Capacitate de hidratare, %	Timp de dezvoltare, min	Stabilitate, min	Grad de înmuiere, UF	Putere, mm
Martor (100% FG)	66,40	5,37	7,70	68	100
95%bFG + 5% FP	69,20	7,33	10,04	50	142
90%bFG + 10% FP	74,30	7,96	5,84	108	114
85%bFG + 15% FP	75,50	6,37	4,03	115	87

Capacitatea de hidratare a crescut progresiv de la 66,40% (martor) la 75,50% (15% făină de roșii). Această creștere poate fi atribuită conținutului ridicat de fibre și pectine din pudra de roșii, compuși cu capacitate mare de reținere a apei. Fibrele insolubile absorb apa prin mecanisme fizice, iar pectinele formează structuri hidrofile capabile să rețină cantități suplimentare de apă în matricea aluatului. Astfel, adaosul de făină de roșii determină creșterea necesarului de apă pentru atingerea consistenței standard de 500 UF. Din punct de vedere tehnologic, acest fenomen poate conduce la un randament crescut al aluatului, însă necesită ajustarea parametrilor de procesare.

Timpul de dezvoltare a crescut de la 5,37 min (martor) la 7,96 min (10% făină de roșii), urmat de o scădere la 6,37 min (15%). Creșterea observată la 5% și 10% poate fi explicată prin absorbția suplimentară de apă și redistribuirea acesteia între proteinele glutenice



și fibrele din pudra de roșii, ceea ce prelungește timpul necesar pentru formarea optimă a rețelei glutenice. La amestecul cu 15%, scăderea timpului de dezvoltare sugerează un efect de diluare a glutenului și o posibilă interferență mecanică a particulelor de făină cu structura proteică. Fibrele pot fragmenta continuitatea rețelei glutenice, iar aciditatea naturală a pudrei de roșii poate influența interacțiunile protein-protein, afectând structura tridimensională a glutenului.

Stabilitatea a atins valoarea maximă la 5% făină de roșii (10,04 min), comparativ cu 7,70 min la martor, după care a scăzut la 5,84 min (10%) și 4,03 min (15%). Această evoluție indică faptul că un adaos moderat (5%) poate avea un efect structurant, posibil printr-o hidratare mai uniformă și o interacțiune favorabilă între componentele făinii și cele ale pudrei de roșii. La concentrații mai mari, efectul devine negativ, cel mai probabil din cauza: diluării fracției glutenice, competiției pentru apă între proteine și fibre, perturbării structurii continue a rețelei proteice. Scăderea stabilității reflectă o toleranță redusă la frământare și fermentație.

Gradul de înmuiere a crescut semnificativ odată cu majorarea proporției de făină de roșii, de la 68 UF (martor) la 115 UF (15%). Valorile ridicate indică o pierdere rapidă a consistenței după atingerea dezvoltării maxime. Acest fenomen poate fi explicat prin: slăbirea rețelei glutenice din cauza diluării proteinelor, competiția pentru apă, efectele acidității asupra structurii proteice. Creșterea înmuierii sugerează o stabilitate structurală redusă în timpul fermentației.

În ceea ce privește puterea făinii, puterea maximă a fost înregistrată la 5% făină de roșii (142 mm), urmată de 10% (114 mm), martor (100 mm) și 15% (87 mm).

Rezultatele confirmă că un adaos redus (5%) poate îmbunătăți proprietățile reologice globale, în timp ce adaosurile mai mari afectează negativ rezistența și elasticitatea aluatului. Amestecul de 15% indică o structură glutenică insuficient dezvoltată și o capacitate redusă de reținere a gazelor.

4.3.2.3. Analiza extensografică

Analiza extensografică (Anexa 3, Figurile A3.1 - A3.4) a evidențiat modificări semnificative ale comportamentului reologic al aluatului în funcție de adaosul de făină din pielite de roșii și de durata perioadei de repaus (45, 90 și 135 min). Parametrii analizați - energia, rezistența la întindere (R), extensibilitatea (E) și raportul R/E - reflectă echilibrul dintre elasticitate și capacitatea de deformare a rețelei glutenice.

După 45 de minute de repaus (Tabelul 4.10), proba cu 5% făină de roșii a prezentat cea mai mare valoare a energiei (111 cm²), comparativ cu martorul (70 cm²), indicând o structură reologică mai puternică și o capacitate bună de acumulare a energiei până la rupere. În schimb, la 10% adaos s-a observat o scădere a energiei (62 cm²), sugerând începutul unui efect de diluare a glutenului.



Proba cu 15% a înregistrat o rezistență la extensie foarte ridicată (586 UB), concomitent cu o extensibilitate redusă (112 mm), ceea ce a condus la o creștere accentuată a raportului R/E (5,2). Acest comportament indică un aluat rigid și tenace.

Tabelul 4.10. Parametrii extensografici ai probelor după 45 min de repaus

Proba \ Parametri	Energie, cm ²	Rezistență la întindere, UB	Extensibilitate, mm	Raportul R/E
Martor (100% FG)	70	249	168	1,5
95%bFG + 5% FP	111	322	179	1,8
90%bFG + 10% FP	62	328	127	2,6
85%bFG + 15% FP	96	586	112	5,2

La 90 de minute de repaus (Tabelul 4.11), diferențele dintre probe s-au accentuat. Proba cu 5% a menținut cea mai mare energie (114 cm²) și un raport R/E relativ echilibrat (2,2), sugerând o bună toleranță la fermentație. În schimb, la 15% făină de roșii, rezistența la extensie a crescut semnificativ (706 UB), iar extensibilitatea a scăzut la 72 mm, determinând un raport R/E foarte ridicat (10,0). Această evoluție reflectă o structură excesiv de rigidă, cu capacitate redusă de deformare plastică.

Tabelul 4.11. Parametrii extensografici ai probelor după 90 min de repaus

Proba \ Parametri	Energie, cm ²	Rezistență la întindere, UB	Extensibilitate, mm	Raportul R/E
Martor (100% FG)	59	208	170	1,2
95%bFG + 5% FP	114	366	168	2,2
90%bFG + 10% FP	61	416	103	4,1
85%bFG + 15% FP	77	706	72	10,0

După 135 de minute de repaus (Tabelul 4.12), s-a observat o scădere generală a energiei la toate probele, fenomen asociat relaxării rețelei glutenice în timpul fermentației. Cu toate acestea, proba cu 5% făină de roșii a menținut valori superioare matorului (85 cm² față de 51 cm²), confirmând stabilitatea reologică mai bună. La 10% și 15%, rezistența la extensie a continuat să crească (474 UB și 746 UB), iar extensibilitatea a rămas scăzută, ceea ce indică un dezechilibru persistent între elasticitate și extensibilitate.



Creșterea rezistenței și reducerea extensibilității la niveluri mari de adaos pot fi explicate prin diluarea glutenului și competiția pentru apă între proteine și fibrele din pudra de roșii. De asemenea, particulele insolubile și aciditatea naturală pot perturba rețeaua glutenică, determinând o structură mai rigidă și mai puțin extensibilă.

Tabelul 4.12. Parametrii extensografici ai probelor după 135 min de repaus

Proba \ Parametri	Energie, cm ²	Rezistență la întindere, UB	Extensibilitate, mm	Raportul R/E
Martor (100% FG)	51	190	166	1,1
95%bFG + 5% FP	85	301	157	1,9
90%bFG + 10% FP	61	474	93	5,1
85%bFG + 15% FP	75	746	77	9,6

În ansamblu, rezultatele extensografice indică faptul că adaosul de 5% făină de roșii îmbunătățește echilibrul reologic al aluatului, crescând energia și menținând un raport R/E favorabil. La 10% și, mai ales, la 15%, efectele negative devin predominante, caracterizate prin tenacitate excesivă și extensibilitate redusă, ceea ce poate afecta negativ capacitatea de reținere a gazelor și volumul produsului finit.

Prin urmare, din punct de vedere extensografic, proporția optimă de făină de roșii în condițiile experimentale analizate este de 5%, aceasta asigurând cel mai bun echilibru între rezistență și extensibilitate și o toleranță adecvată la fermentație.

4.3.2.4. Determinarea indicelui de cădere conform Hagberg-Perten

Activitatea α -amilazică se estimează folosind ca substrat amidonul prezent în eșantion. Determinarea se bazează pe capacitatea unei suspensii apoase de făină, griș sau șrot integral de cereale de a gelatiniza rapid într-o baie de apă în fierbere și măsurarea lichefierii amidonului de către α -amilaza prezentă în eșantion. Cu cât activitatea α -amilazei este mai mare, cu atât lichefierea suspensiei obținute este mai puternică și timpul de cădere al agitatorului vâscozimetric este mai mic. Acest timp reprezintă cifra sau indicele de cădere și se exprimă în secunde. Timpul exprimat în secunde este calculat din momentul cufundării tubului vâscozimetric în baia de apă până când agitatorul vâscozimetric cade pe o distanță dată în suspensia de făină sau șrot încălzit.

Atunci când durată crește > 400-500 s înseamnă că făina nu are activitate enzimatică. Este nevoie de adăugarea enzimelor pentru a îmbunătăți calitatea pâinii sau a produselor de patiserie. Când durată scade sub 250 s înseamnă că a avut loc încolțirea și enzima alfa amilază începe să descompună lanțurile lungi de amidon în zaharuri simple.



Pentru realizarea analizei indicelui de cădere al probelor s-a determinat inițial umiditatea. Ulterior s-a stabilit cantitatea de probă luată în lucru conform cu umiditatea obținută (SR EN ISO 3093:2010).

Tabelul 4.13. Indicele de cădere

Proba \ Parametri	Umiditate %	Indice de cădere s
Martor (100% FG)	11,78	447
95%bFG + 5% FP	11,00	416
90%bFG + 10% FP	10,40	383
85%bFG + 15% FP	10,46	327

Determinarea indicelui de cădere (Falling Number) a evidențiat o reducere progresivă a valorilor FN odată cu creșterea proporției de făină de roșii în amestec, de la 447 s în cazul probei martor la 327 s pentru amestecul cu 15%. Valoarea ridicată înregistrată de proba martor indică o activitate α -amilazică redusă, în timp ce scăderea indicelui de cădere la probele cu adaos sugerează o intensificare aparentă a activității enzimaticе sau o modificare a comportamentului sistemului amidon-apă.

Corelând aceste rezultate cu parametrii obținuți prin analiza Mixolab, se observă că valorile C3 (consistența maximă în etapa de gelatinizare a amidonului) cresc odată cu adaosul de făină de roșii, ceea ce indică o capacitate mai mare de formare a gelului amidonos. În același timp, parametrii C4, care reflectă stabilitatea aluatului la temperaturi ridicate și influența activității α -amilazice asupra amidonului gelatinizat, sugerează o reducere a degradării enzimaticе în probele cu adaos, comparativ cu martorul.

4.3.2.5. Concluzii

Analiza comparativă a rezultatelor obținute prin farinografie, extensografie și Mixolab evidențiază faptul că adaosul de făină de roșii influențează semnificativ comportamentul reologic al aluatului, efectele fiind dependente de proporția utilizată.

Din punct de vedere farinografic, creșterea progresivă a capacității de hidratare odată cu majorarea nivelului de adaos (de la 66,40% la 75,50%) confirmă contribuția fibrelor și pectinelor din pudra de roșii la reținerea apei.

Totodată, stabilitatea aluatului a fost maximă la 5% adaos, indicând o consolidare moderată a rețelei glutenice. La concentrații mai mari (10% și 15%), s-a observat o reducere a stabilității și o creștere a gradului de înmuiere, ceea ce sugerează diluarea glutenului și competiția pentru apă între proteine și fibrele vegetale.



Rezultatele extensografice confirmă aceste observații. La 5% făină de roșii s-a înregistrat cea mai mare energie și un raport R/E echilibrat (aproximativ 1,8-2,2), indicând un raport optim între elasticitate și extensibilitate. În schimb, la 10% și mai ales la 15%, s-a constatat o creștere accentuată a rezistenței la extensie concomitent cu reducerea extensibilității, determinând valori foarte ridicate ale raportului R/E. Acest comportament reflectă un aluat excesiv de tenace și rigid, cu potențial redus de expansiune în timpul fermentației și coacerii.

Analiza Mixolab a evidențiat influența adaosului de făină de roșii asupra comportamentului termomecanic al aluatului. Creșterea ușoară a parametrului C2 la probele cu adaos indică o stabilitate mai bună a rețelei proteice în etapa inițială de încălzire. Valorile mai ridicate ale C3 sugerează o intensificare a procesului de gelatinizare a amidonului, asociată cu capacitatea crescută de hidratare a sistemului.

În etapa corespunzătoare activității α -amilazice (C4), probele cu făină de roșii au prezentat o scădere mai redusă a consistenței comparativ cu martorul, indicând o activitate enzimatică mai moderată. În faza finală (C5), proba cu 15% a înregistrat cea mai mică valoare a consistenței, ceea ce sugerează un posibil efect favorabil asupra reducerii retrogradării amidonului și, implicit, asupra menținerii prospețimii produsului finit.

În ansamblu, amestecul cu 15% făină din pielite de roșii prezintă valori ale indicelui de cădere situate într-un interval mai favorabil pentru panificație, concomitent cu o bună stabilitate reologică evidențiată prin parametrii Mixolab, sugerând un potențial tehnologic superior comparativ cu proba martor însă scăderea valorilor FN în cazul amestecurilor cu făină de roșii nu indică neapărat o creștere reală a activității α -amilazice, ci poate reflecta modificări structurale ale matricei amidonoase și efecte de diluție.

Adaosul de făină din pielite de roșii influențează semnificativ proprietățile reologice ale aluatului, efectele fiind dependente de concentrație. Prin urmare, din perspectivă reologică și tehnologică, proporția optimă de făină din pielite de roșii în condițiile experimentale analizate este de 5%, această concentrație asigurând un echilibru favorabil între hidratare, stabilitate și rezistența rețelei glutenice

4.3.3. Caracterizarea microbiologică a produselor obținute

Rezultatele obținute pentru cele 16 probe analizate sunt prezentate în [tabelul 4.14](#).



Tabelul 4.14. Determinarea numărului de drojdii și mucegaiuri

Tip produs	Martor	Cu adaos de făină din pielțe de roșii		
		5 %	10 %	15 %
		Drojdii și mucegaiuri, ufc/g		
Paste	< 10	< 10	< 10	< 10
Grisine	< 10	< 10	< 10	< 10
Fursecuri	< 10	< 10	< 10	< 10
Chifle	< 10	< 10	< 10	< 10

Conform [ordinului nr. 27/2011 al A.N.S.V.S.A.](#) privind aprobarea criteriilor microbiologice și de igienă care se aplică produselor alimentare, în cazul „Produselor de panificație simple”, limitele admise pentru Drojdii și mucegaiuri sunt între 10-100 ufc/g.

4.3.4. Conținutul total de fenoli și activitatea antioxidantă

4.3.4.1. Conținutul total de fenoli

Compușii fenolici sunt esențiali pentru sănătatea umană, având numeroase beneficii precum acțiuni antioxidante, antiinflamatorii și antimicrobiene ([Shahidi et al., 2015](#)). Rezultatele conținutului de fenoli totali determinați pentru produsele analizate sunt prezentate în [tabelul 4.15](#).

Tabelul 4.15. Conținutul total de fenoli în probele analizate

Proba	TPC, mg GAE/100 g s.u.		Proba	TPC, mg GAE/100 g s.u.
P1	44,29 ± 0,33 ^d		P9	39,55 ± 0,14 ^d
P2	56,90 ± 2,12 ^c		P10	78,03 ± 2,62 ^c
P3	69,57 ± 0,05 ^b		P11	82,89 ± 0,25 ^b
P4	86,03 ± 0,39 ^a		P12	105,72 ± 2,68 ^a
P5	49,79 ± 0,42 ^d		P13	43,99 ± 0,73 ^d
P6	59,38 ± 0,11 ^c		P14	76,31 ± 0,91 ^c
P7	77,47 ± 0,07 ^b		P15	102,03 ± 1,15 ^b
P8	89,14 ± 0,72 ^a		P16	117,37 ± 1,80 ^a

Valorile sunt exprimate ca medie ± deviație standard (n = 3).

Valorile urmate de litere diferite în același set de produse sunt semnificativ diferite (p < 0,05).



Conținutul total de fenoli al pastelor făinoase (probele P1-P4) a variat între 44,29-86,03 mg GAE/100g s.u. Proba martor, P1 a prezentat cel mai mic conținut în compuși polifenolici, 44,29 mg GAE/100g s.u., în timp cea mai mare concentrație de polifenoli totali a fost înregistrat de proba P4, 86,03 mg GAE/100g s.u. Se observă că nivelul de TPC crește o dată cu creșterea procentului de adaos de pudră de roșii, după cum urmează: $P1 < P2 < P3 < P4$. Conținutul de compuși fenolici a crescut cu 28,49% în proba P2, 57,08% în proba P3, și cu 94,26% în proba P4 comparativ cu proba martor, P1.

Conținutul total de fenoli al grisinelor (probele P5-P8) s-a încadrat între 49,79 mg GAE/100g s.u și 89,14 mg GAE/100g s.u. Concentrația de polifenoli totali a crescut direct proporțional cu adaosul de făină de roșii, P5 prezentând cel mai mic conținut de compuși fenolici în timp ce P8 a fost cel mai bogat în TPC. Creșterea în TPC a fost exponențială, astfel că în comparație cu proba martor (P5), proba P6 a înregistrat o concentrație mai mare cu 19,27%, proba P7 cu 55,59% iar proba P8 cu 79,03%.

Fursecurile (probele P9-P12) au avut un conținut total de fenoli încadrat între 39,55-105,72 mg GAE/100g s.u. Cea mai mare concentrație în TPC a prezentat-o proba P12, în timp ce proba martor, P9, a fost cea mai săracă în compuși fenolici. Comparativ cu proba martor, creșterea concentrației de TPC în probele P10, P11, și P12 a fost semnificativă. Astfel că proba P10 a înregistrat un TPC de 2 ori mai mare comparativ cu proba martor, în timp ce în probele P11 și P12 conținutul de compuși fenolici a crescut cu 109,58%, respectiv 167,30%.

Chiflele (probele P13-P16) au prezentat un conținut total de fenoli cuprins între 43,99-117,37 mg GAE/100g s.u. Cel mai mare TPC a fost înregistrat de proba P16, proba cu cea mai mare cantitate de făină de roșii, în timp ce proba martor, doar din făină de grâu a prezentat cel mai mic TPC.

Se observă că odata cu creșterea conținutului de făină de roșii, crește și conținutul de polifenoli totali. Cea mai mare creștere se poate observa în probele de fursecuri și chifle.

4.3.4.2. Activitatea antioxidantă DPPH

Rezultatele activității antioxidante pentru produsele analizate sunt prezentate în [tabelul 4.16](#).

Activitatea antioxidantă a pastelor (probele P1-P4) variat între 34,52-68,86 mg TE/100g s.u. Cea mai mare valoare DPPH a prezentat-o proba P4, în timp ce proba martor, P1, a înregistrat cea mai mică activitate antioxidantă. Comparativ cu proba martor, creșterea activității antioxidante a fost exponențială, de la 39,66% în proba P2, până la 99,46% în proba P4. Această creștere se datorează adaosului de făină din pielțe de roșii în probele de paste.



Tabelul 4.16. Activitatea antioxidantă în probele analizate

Proba	DPPH, mg TE/100 g s.u.		Proba	DPPH, mg TE/100 g s.u.
P1	34,52 ± 5,20 ^d		P9	48,03 ± 1,50 ^d
P2	48,21 ± 1,43 ^c		P10	69,41 ± 0,06 ^c
P3	60,30 ± 2,95 ^b		P11	70,58 ± 0,91 ^b
P4	68,86 ± 2,06 ^a		P12	81,89 ± 1,39 ^a
P5	0,25 ± 0,02 ^d		P13	54,76 ± 2,92 ^c
P6	0,70 ± 0,08 ^c		P14	70,78 ± 1,79 ^c
P7	32,01 ± 4,46 ^b		P15	82,50 ± 1,66 ^b
P8	58,15 ± 0,50 ^a		P16	87,67 ± 2,58 ^a

Valorile sunt exprimate ca medie ± deviație standard (n = 3).

Valorile urmate de litere diferite în același set de produse sunt semnificativ diferite (p < 0,05).

Pentru probele de sărățele, P5-P8, activitatea antioxidantă DPPH a fost între 0,25-58,15 mg TE/100g s.u. Valoarea activității antioxidante a crescut odata cu creșterea procenului de făină de roșii. Astfel, P8 a avut cea mai mare valoare DPPH, 58,15 mg TE/100g s.u., în timp ce proba martor, P5, a înregistrat cea mai mică activitate antioxidantă, 0,25 mg TE/100g s.u.

Rezultatele valorilor DPPH pentru fursecuri (probele P9-P12) s-au încadrat între 48,03-81,89 mg TE/100g s.u. În comparație cu proba martor, activitatea antioxidantă a crescut cu 44,50, și 46,94% în probele P10 și P11, și cu 70,49% în proba P12. Procentul de făină de roșii a condus la creșterea activității antioxidante.

Activitatea antioxidantă DPPH a chiflelor (probele P13-P16) a fost cuprinsă între 54,76 și 87,67 mg TE/100g s.u. În comparație cu proba martor, P13, activitate antioxidantă a crescut cu 29,25% în P14, 50,66% în P15, și 60,09% în P16. Adaosul de pudră de roșii a condus la îmbogățirea cu compuși antioxidanți.

Yagci *et al.* (2022), au dezvoltat 4 produse (extrudate) în care au adăugat diferite procente, 5, 10, 15, 20% de tescovină de roșii pentru a studia evoluția conținutului total de fenoli și a activității antioxidante DPPH. Conținutul total de fenoli au variat între 38,50 și 196,30 mg GAE/100 g s.u. Probele cu adaos de pudră de roșii au prezentat o concentrație TPC mai mare comparativ cu proba martor. Creșterea a fost de 102,86% în extrudatele cu 5% pudră de roșii, 259,22% pentru cele cu 10% pudră de roșii, 409,35% în probele cu 15% adaos de pudră de tomate, și 409,87% în cele cu 20% făină de roșii. Rezultatele indică faptul că extrudatele au avut o creștere mai accentuată a conținutului de polifenoli față de probele investigate în cadrul acestei cercetări. În ceea ce privește activitatea antioxidantă, extrudatele au prezentat o creștere DPPH



față de proba martor cu valori încadrate între 54,10-97,00 mg TE/100g s.u. Comparativ cu probele din prezenta cercetare, extrudatele cu 10% făină de roșii au înregistrat cea mai mare cantitate de TPC, respectiv cea mai mare creștere în comparație cu proba martor, 79,30%.

Stoica *et al.* (2026) au investigat potențialul pudrei de roșii ca ingredient natural în brânzeturile semitari. Brânza a fost îmbogățită cu concentrații variabile de făină de roșii (5%, 7%), iar fiecare variantă a fost evaluată cu privire la conținutul de polifenoli totali și activitatea antioxidantă prin metoda ABTS. Proba martor a prezentat un TPC de 84,66 mg GAE/100 g substanță proaspătă (s.p.), în timp ce cele 2 variante nou dezvoltate au înregistrat un conținut de compuși fenolici de 101,50, respectiv 123,66 mg GAE/100 g s.p. Activitatea antioxidantă ABTS a variat între 215,24-831,71 μ mol TE/g s.p. Similar cu probele analizate în cercetarea prezentă, activitatea antioxidantă a crescut cu creșterea procentului de făină de roșii.

Isik & Topkaya (2015) au studiat potențialul utilizării pudrei de roșii în dezvoltarea de biscuiți și investigarea conținutului de polifenoli totali și evaluarea activității antioxidante. Biscuiții au fost preparați prin înlocuirea a 4, 8 și 12% din făină în formule cu tescovină de roșii uscată. Rezultatele concentrației de compuși fenolici a variat între 55,52-127,58 mg GAE/100g. După adaosul de pudră de roșii, TPC a crescut cu 30,60% în proba cu 4%, 98,01% în proba cu 8%, respectiv cu 142,93%, în proba 12%.

4.3.4.3. Corelația dintre TPC și DPPH

Pentru fiecare set de produse, paste, grisine, fursecuri și chifle, s-a analizat corelația dintre conținutul total de fenoli și activitatea antioxidantă DPPH (Tabelul 4.17).

Tabelul 4.17. Determinarea factorului de corelație dintre TPC și DPPH

Produsul	Paste	Grisine	Fursecuri	Chifle
Factorul de corelație, r	0,9860	0,9704	0,9984	0,9980

Se evidențiază o corelație semnificativă între conținutul total de compuși fenolici, TPC, și activitatea antioxidantă determinată prin metoda DPPH pentru fiecare set de probe analizat.

În cazul probelor de paste, coeficientul de corelație Pearson a fost $r = 0,9860$, ceea ce corespunde unui coeficient de determinare $r^2 = 0,9722$, indicând faptul că 97,22% din variația activității antioxidante poate fi explicată prin variația conținutului total de fenoli. Pentru probele de fursecuri, s-a obținut un coeficient de corelație $r = 0,9704$, cu $r^2 = 0,9417$, evidențiind o asociere puternică între TPC și activitatea antioxidantă. În cazul probelor de grisine, coeficientul de corelație a fost $r = 0,9984$ ($r^2 = 0,9968$), iar pentru probele de chifle s-a înregistrat $r = 0,9980$, cu $r^2 = 0,9960$.



Valorile ridicate ale coeficienților de corelație confirmă existența unei relații liniare foarte puternice între conținutul total de compuși fenolici și capacitatea antioxidantă a produselor analizate.

4.3.4.4. Concluzii

Suplimentarea cu făină de roșii a determinat creșterea semnificativă a conținutului total de polifenoli în toate produsele analizate (paste, sărățele, fursecuri și chifle), comparativ cu probele martor formulate exclusiv cu făină de grâu. Activitatea antioxidantă, evaluată prin metoda DPPH, a crescut proporțional cu nivelul de înlocuire a făinii de grâu (5%, 10% și 15%), evidențiind o corelație directă între procentul de făină de roșii și capacitatea de neutralizare a radicalilor liberi. Rezultatele sugerează că făina de roșii reprezintă un ingredient funcțional eficient, contribuind la îmbunătățirea profilului bioactiv al produselor de panificație și paste făinoase. Creșterea progresivă a valorilor TPC și DPPH indică faptul că fortificarea la nivel de 15% a avut cel mai pronunțat efect antioxidant.

Integrarea făinii de roșii în produse cerealiere poate constitui o strategie viabilă pentru dezvoltarea de alimente cu valoare funcțională crescută și potențial benefic asupra sănătății, prin aport suplimentar de compuși fenolici cu rol antioxidant.

4.3.5. Determinarea proprietăților texturale

4.3.5.1. Proprietățile texturale ale pastelor

Proprietățile texturale ale pastelor obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P1) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P2), 10% (P3) și 15% (P4) sunt prezentate în figura 4.6 (fermitatea) și figura 4.7 (elasticitatea, coezivitatea și gumozitatea).

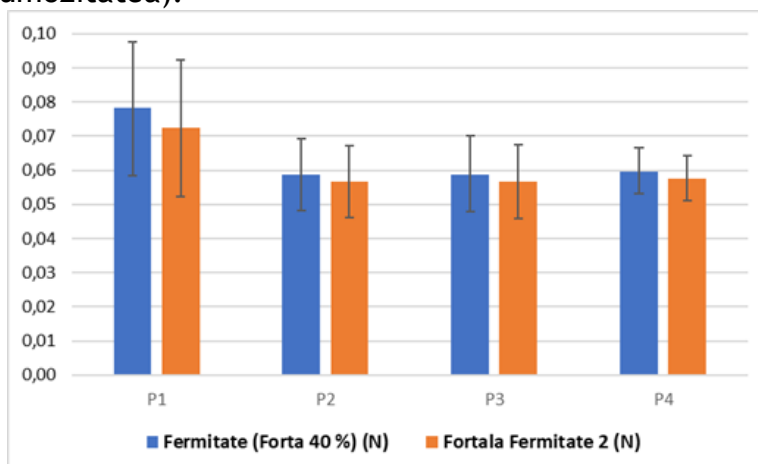


Fig. 4.6. Fermitatea pastelor din făină de grâu martor (P1) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P2), 10% (P3) și 15% (P4)



În ceea ce privește **fermitatea** (Forța la 40%), proba martor P1 prezintă valoarea cea mai ridicată (0,08 N), în timp ce toate probele cu adaos (P2, P3, P4) au valori ușor mai scăzute (0,06 N). Aceasta indică faptul că introducerea subprodusului din roșii determină o ușoară reducere a rezistenței la deformare. Din punct de vedere structural, fibrele și fracțiile solide din roșii pot perturba matricea proteică a pastelor, determinând o textură ușor mai puțin rigidă.

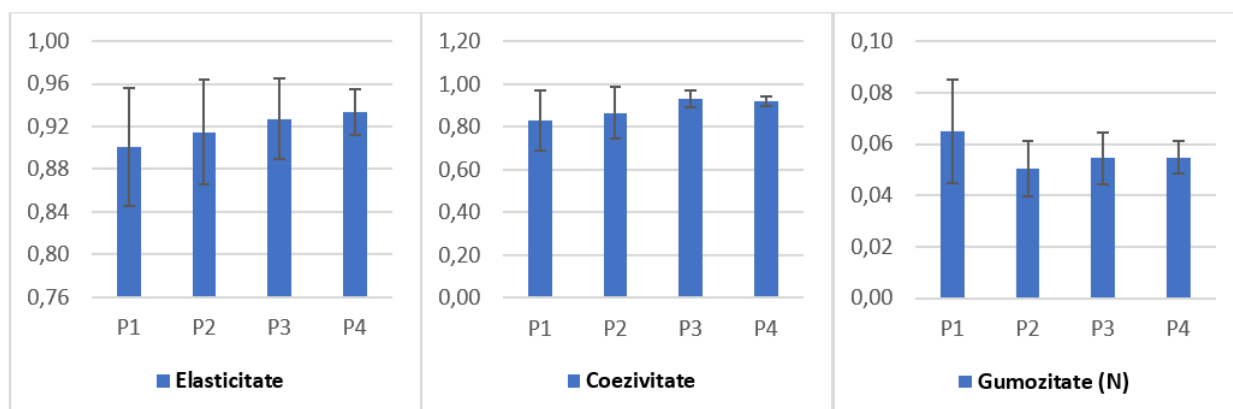


Fig. 4.7. Elasticitatea, coezivitatea și gumozitatea pastelor din făină de grâu martor (P1) și făină de grâu cu adaos de făină din pielițe de roșii 5% (P2), 10% (P3) și 15% (P4)

Aceeași tendință se observă și la **forța de fermitate 2**, unde P1 are 0,07 N, iar probele cu adaos se stabilizează la 0,06 N. Prima și a doua fermitate se schimbă direct proporțional. Parametrul **elasticitate** prezintă o ușoară creștere odată cu adaosul de subprodus, de la 0,90 (P1) la 0,93 (P3 și P4). Aceasta indică o capacitate mai bună de revenire după compresie în probele cu concentrație mai mare de subprodus din roșii. Prezența fibrelor poate contribui la această elasticitate crescută, prin distribuirea tensiunilor în matrice.

Coezivitatea crește progresiv de la 0,83 (P1) la 0,93 (P3), menținându-se ridicată și la P4 (0,92). Această evoluție arată că structura internă devine mai bine integrată pe măsură ce procentul de subprodus crește.

În ceea ce privește **gumozitatea**, valorile scad ușor de la 0,06 N (P1) la 0,05 N pentru probele cu adaos. Aceasta confirmă faptul că produsul devine ușor mai puțin dens și mai puțin solicitant la masticăție, ceea ce poate fi perceput pozitiv din punct de vedere senzorial.

Adaosul de subprodus din roșii în paste determină: o ușoară reducere a fermității, o creștere a elasticității, o creștere semnificativă a coezivității, o reducere discretă a gumozității. Modificările sunt moderate și nu indică deteriorarea calității texturale.



La niveluri intermediare (P3), se observă un echilibru favorabil între elasticitate și coezivitate, sugerând o structură bine stabilizată, fără pierderea fermității caracteristice pastelor.

În ansamblu, datele arată că subprodusul din roșii poate fi integrat fără a afecta negativ parametrii texturali esențiali, contribuind chiar la o ușoară optimizare a structurii interne.

4.3.5.2. Proprietățile texturale ale griselor

Proprietățile texturale ale griselor obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P5) și făină de grâu cu adaos de făină din pielțe de roșii 5% (P6), 10% (P7) și 15% (P8) sunt prezentate în [figura 4.8](#) (fermitatea și fragilitatea).

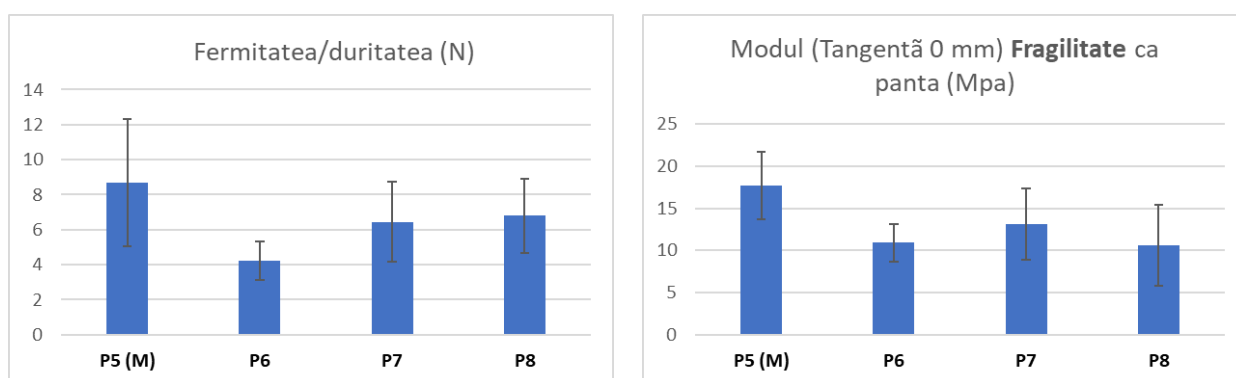


Fig. 4.8. Fermitatea și fragilitatea griselor din făină de grâu martor (P5) și făină de grâu cu adaos de făină din pielțe de roșii 5% (P6), 10% (P7) și 15% (P8)

Proba P5 prezintă cea mai mare valoare atât pentru fermitate (8,69), cât și pentru fragilitate (17,69). Această combinație sugerează un produs relativ dur, dar care se fracturează ușor la aplicarea forței, caracteristică asociată unei texturi crocante pronunțate. Din punct de vedere senzorial, această structură poate fi percepută ca fiind intens crocantă, cu rupere rapidă și sunet clar la masticare.

Proba P6 înregistrează cea mai mică fermitate (4,22) și o fragilitate redusă (10,9), indicând o structură mai puțin rigidă și mai puțin casantă. Senzorial, aceasta poate fi percepută ca fiind mai puțin crocantă, posibil ușor mai friabilă sau cu o rezistență mecanică mai scăzută la mușcare.

Probele P7 și P8 prezintă valori intermediare ale fermității (6,45 și 6,79). Fragilitatea este mai ridicată la P7 (13,09) comparativ cu P8 (10,64), ceea ce sugerează că P7 are o structură mai predispusă la fractură decât P8. Proba P8, deși are o fermitate apropiată de P7, manifestă o fragilitate mai redusă, indicând o structură mai compactă și o rupere mai puțin bruscă.



Corelând cele două atribute, se observă că nivelul de adaos al subprodusului din roșii influențează echilibrul dintre duritate și fragilitate. Valorile mai ridicate pot fi asociate cu modificări ale structurii aluatului.

Din punct de vedere senzorial, un nivel optim ar trebui să ofere un echilibru între fermitate și fragilitate, astfel încât produsul să fie perceput ca „crocant”, dar nu excesiv de dur sau prea friabil. În acest context, probele P7 și P8 par să prezinte un profil textural mai echilibrat comparativ cu extremele reprezentate de P5 (prea dur și foarte fragil) și P6 (mai puțin ferm și mai puțin crocant).

4.3.5.3. Proprietățile texturale ale fursecurilor

Proprietățile texturale ale fursecurilor obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P9) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P10), 10% (P11) și 15% (P12) sunt prezentate în figura 4.9 (duritatea și fragilitatea).

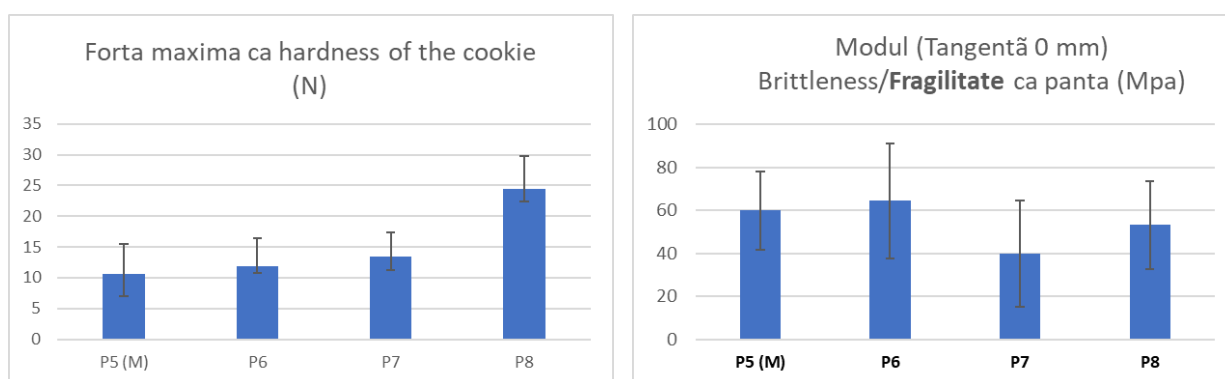


Fig. 4.9. Duritatea și fragilitatea fursecurilor din făină de grâu și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5%, 10% și 15%

Forța maximă ca hardness of the cookie (N) sau duritatea, scăzută la probele P5-P6: ~11 N indică fursecuri mai moi și mai fragede, tipice consumatorilor care preferă texturi delicate. Proba P8 cu valoarea de 24.48 N arată duritate ridicată, posibil prea tare pentru gust senzorial plăcut, necesitând mai multă forță la mușcătură și risc de percepție negativă ca "greu de mestecat".

Fragilitatea sau rigiditatea înaltă la proba P6: 64 MPa sugerează fragilitate mare și crocanță intensă, dorită în fursecuri clasice; valoarea joasă la proba P7: 39.81 MPa implică elasticitate mai mare, posibil mai puțin crocant, cu tendință spre gumos/cleios.

4.3.5.4. Proprietățile texturale ale chiflelor

Proprietățile texturale ale chiflelor obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P13) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P14), 10% (P15)



și 15% (P16) sunt prezentate în [figura 4.10](#) (fermitatea, gumozitatea, coezivitatea și elasticitatea).

Fermitatea probelor la 24 h a crescut progresiv de la P13 la P16, indicând faptul că adaosul de subprodus din roșii determină o structură mai compactă a miezului.

După 48 h, probele P13, P14 și P15 au prezentat o creștere a fermității, evidențiind procesul normal de învechire prin retrogradarea amidonului.

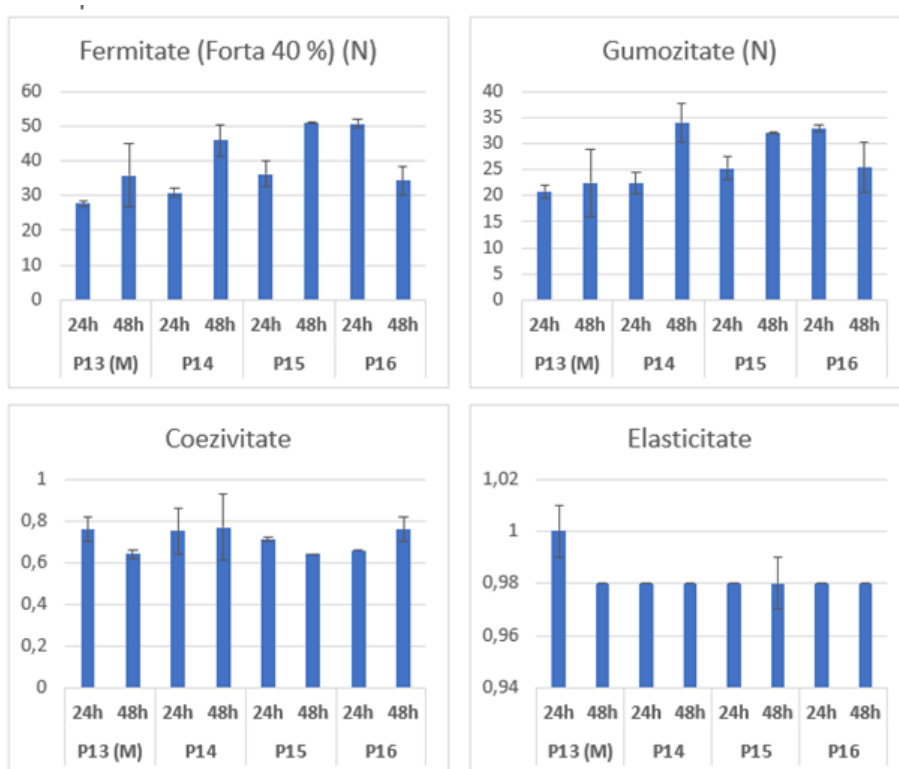


Fig. 4.10. Fermitatea, gumozitatea, coezivitatea și elasticitatea chiflilor din făină de grâu mator (P13) și făină de grâu cu adaos de făină din pielțe de roșii 5% (P14), 10% (P15) și 15% (P16)

Proba P16 a manifestat o scădere a fermității la 48 h comparativ cu 24 h, sugerând un posibil efect al fibrelor din subprodus asupra redistribuirii apei și încetării procesului de întărire.

Coeficientul de coezivitate a rămas relativ constant între probe, indicând menținerea integrității structurale a miezului.

Elasticitatea s-a menținut la valori aproape constante pentru toate variantele, demonstrând că adaosul nu a afectat capacitatea de revenire a miezului după compresie.

Gumozitatea a urmat tendința fermității, crescând la majoritatea probelor după 48h, cu excepția probei P16, unde s-a observat o diminuare.



4.3.6. Determinarea culorii

4.3.6.1. Parametrii de culoare ai pastelor

Parametrii de culoare măsurați (L^* , a^* , b^*) pentru paste obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P1) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P2), 10% (P3) și 15% (P4) sunt prezentați în figura 4.11.

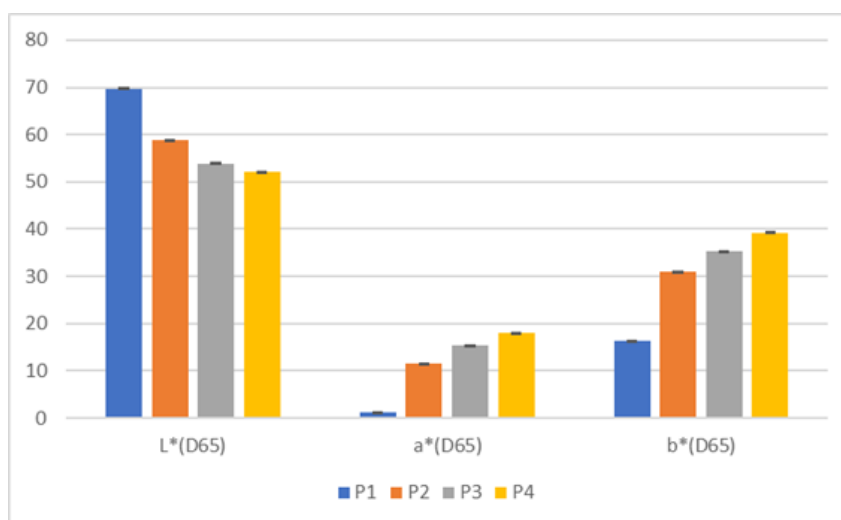


Fig. 4.11. Reprezentarea grafică a parametrilor de culoare pentru paste obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P1) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P2), 10% (P3) și 15% (P4)

Se observă o scădere constantă a luminozității L^* de la P1 (69,77) la P4 (52,05). Aceasta indică o diminuare a luminozității, respectiv o închidere progresivă a culorii pe măsură ce crește procentul de făină de roșii. Proba martor P1 prezintă cea mai deschisă culoare, specifică pastelor fără adaos, în timp ce P4 are cea mai intensă nuanță, mai profundă.

Parametrul a^* crește semnificativ de la 1,25 (P1) la 18,09 (P4), această evoluție confirmă aportul făinii de roșii, care determină intensificarea nuanței roșiatice. Diferența dintre P1 și celelalte probe este foarte evidentă, ceea ce sugerează un impact vizual puternic chiar și la niveluri moderate de adaos.

În ceea ce privește parametrul b^* , valorile cresc progresiv de la 16,32 (P1) la 39,24 (P4). Aceasta indică o creștere a tonurilor galben-portocalii, ceea ce contribuie la formarea unei culori roșu-portocalii specifice produselor pe bază de tomate. Intensificarea simultană a a^* și b^* arată că nu este vorba doar de o simplă roșire, ci de o saturare globală a culorii către zona caldă a spectrului.

Corelând cei trei parametri, se poate afirma că adaosul de făină de roșii determină: scăderea luminozității, creșterea intensității roșii, creșterea tonurilor galben-portocalii, amplificarea saturației generale a culorii.



În concluzie, analiza instrumentală confirmă eficiența făinii de roșii ca ingredient natural de colorare și arată o relație direct proporțională între procentul de adaos și intensitatea culorii produsului finit.

4.3.6.2. Parametrii de culoare ai grisinelor

Parametrii de culoare măsurați (L^* , a^* , b^*) pentru grisine obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P5) și făină de grâu cu adaos de făină din pielețe de roșii 5% (P6), 10% (P7) și 15% (P8) sunt prezentați în figura 4.12.

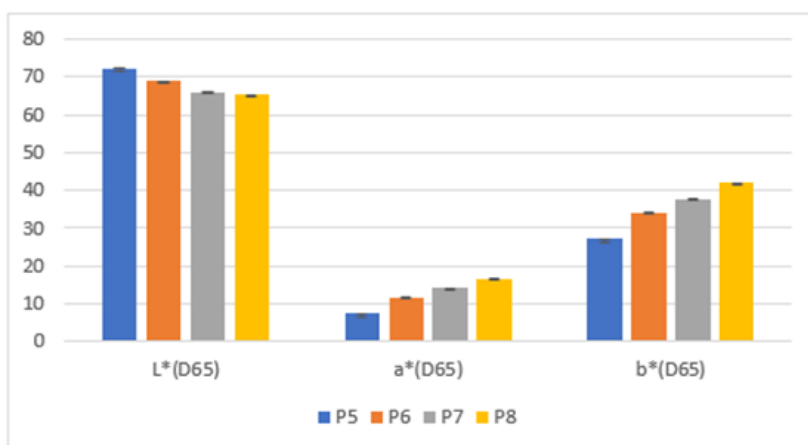


Fig. 4.12. Reprezentarea grafică a parametrilor de culoare pentru grisine obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P5) și făină de grâu cu adaos de făină din pielețe de roșii 5% (P6), 10% (P7) și 15% (P8)

Analizând parametrii de culoare L^* , a^* și b^* pentru grisinele cu adaos de subproduse din roșii (P5-P8), se observă o influență clară și progresivă a adaosului asupra caracteristicilor cromatice ale produsului.

Valorile L^* (luminozitate) scad de la P5 la P8. Proba P5 prezintă cea mai mare luminozitate, ceea ce indică un produs mai deschis la culoare, în timp ce P8 înregistrează cele mai mici valori L^* , sugerând o intensificare a culorii și un aspect mai închis. Această tendință este în concordanță cu creșterea procentului de subprodus din roșii.

Parametrul a^* (componenta roșu-verde) prezintă o creștere constantă de la P5 la P8. Această evoluție indică o intensificare progresivă a nuanței roșiatice, direct corelată cu procentul de subprodus din roșii.

În mod similar, valorile b^* (componenta galben-albastru) cresc semnificativ de la P5 la P8, indicând accentuarea nuanțelor galbene. Creșterea simultană a parametrilor a^* și b^* sugerează dezvoltarea unor tonuri portocaliu-roșiatice tot mai intense.



Corelând cei trei parametri, se observă o relație inversă între L^* și valorile a^*/b^* : pe măsură ce procentul adăugat de subprodus de roșii crește produsul devine mai închis la culoare, crește intensitatea componentelor roșii și galbene. Această evoluție confirmă faptul că adaosul de subprodus din roșii influențează semnificativ culoarea finală a grisinelor, determinând o diferențiere clară între variantele analizate.

4.3.6.3. Parametrii de culoare ai fursecurilor

Parametrii de culoare măsurați (L^* , a^* , b^*) pentru fursecuri obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P9) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P10), 10% (P11) și 15% (P12) sunt prezentați în [figura 4.13](#).

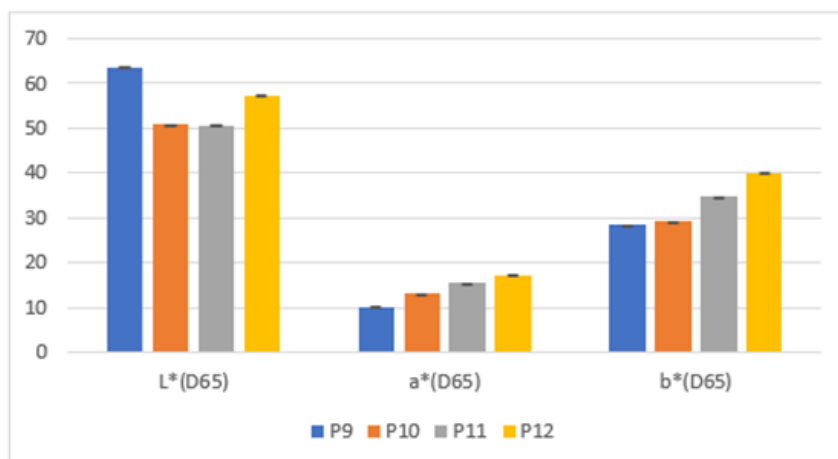


Fig. 4.13. Reprezentarea grafică a parametrilor de culoare pentru fursecuri obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P9) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P10), 10% (P11) și 15% (P12)

Analizând parametrii de culoare L^* , a^* și b^* pentru fursecurile cu adaos de subproduse din roșii (P9-P12), se observă o influență evidentă a nivelului de adaos asupra profilului cromatic al produsului finit.

Valorile L^* (luminozitate) indică o variație dependentă de procentul de subprodus de roșii adăugat. Proba P9 prezintă cea mai mare valoare L^* , ceea ce corespunde unui produs mai deschis la culoare. La P10 și P11 se observă o scădere semnificativă a luminozității, indicând o închidere a culorii. P12 prezintă o ușoară creștere a valorii L^* față de P10 și P11, însă rămâne sub nivelul P9. Adaosul de subprodus din roșii contribuie la reducerea luminozității, dar în cazul fursecurilor această evoluție poate fi influențată suplimentar de reacțiile de brunificare intensă specifice produselor cu conținut ridicat de zahăr și grăsime.

Parametrul a^* (componenta roșu-verde) crește constant de la P9 la P12. Această evoluție indică intensificarea progresivă a nuanței roșiatice, corelată direct cu



creșterea proporției de subprodus din roșii. Valorile mai mari ale a^* confirmă stabilitatea licopenului în matricea fursecului chiar și în condițiile unei coaceri mai intense.

În același timp, parametrul b^* (componenta galben-albastru) prezintă o creștere accentuată de la P9 la P12. Intensificarea componentei galbene, asociată creșterii simultane a valorilor a^* , conduce la dezvoltarea unor tonuri portocaliu-roșiatice tot mai pronunțate. La P12 se observă cele mai ridicate valori atât pentru a^* , cât și pentru b^* , ceea ce indică cea mai intensă expresie cromatică a pigmentului din roșii.

Corelând cei trei parametri, se constată că scăderea luminozității este asociată cu creșterea intensității cromatice (a^* și b^*), ceea ce determină o culoare mai saturată și mai caldă. În cazul fursecurilor, această evoluție poate fi amplificată de reacțiile Maillard și caramelizare, care contribuie suplimentar la formarea nuanțelor brun-roșiatice.

4.3.6.4. Parametrii de culoare ai chiflelor

Parametrii de culoare măsurați (L^* , a^* , b^*) pentru fursecuri obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P13) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P14), 10% (P15) și 15% (P16) sunt prezentați în [figura 4.14](#).

Analiza parametrilor de culoare L^* , a^* și b^* , determinați la miezul chiflei, evidențiază influența directă a adaosului de subprodus din roșii asupra caracteristicilor cromatice ale produsului, precum și o bună stabilitate între ziua 1 (z1) și ziua 2 (z2).

Valorile L^* (luminozitate) scad progresiv de la P13 la P16, indicând o închidere treptată a culorii miezului. Proba P13 prezintă cel mai deschis miez, în timp ce P16 înregistrează cele mai mici valori L^* , ceea ce sugerează un miez mai intens colorat. Colorația mai închisă a miezului este dat de creșterea procentului de subprodus din roșii adăugat.

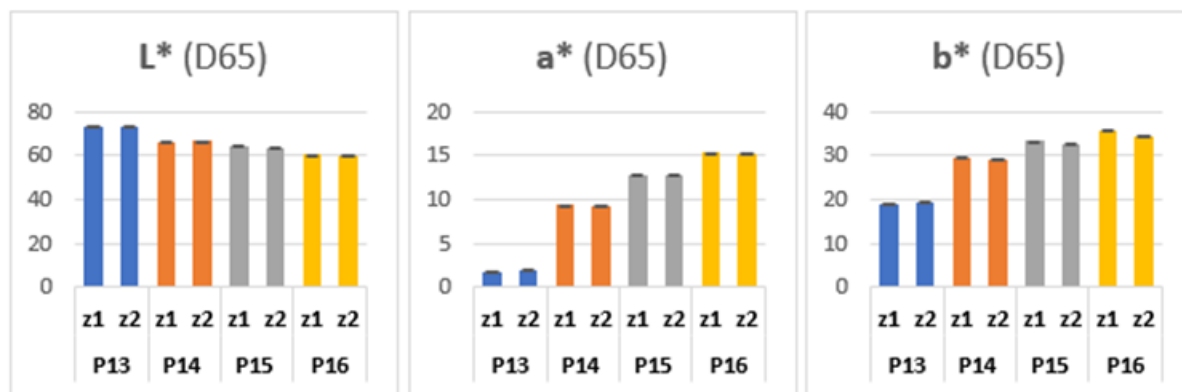


Fig. 4.14. Reprezentarea grafică a parametrilor de culoare pentru chifle obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P13) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P14), 10% (P15) și 15% (P16)



Parametrul a^* (axa verde-roșu) prezintă o creștere constantă și semnificativă de la P13 la P16. Valorile reduse ale a^* la P13 indică o colorare slabă, în timp ce valorile maxime înregistrate la P16 reflectă o intensitate crescută a nuanței roșiatice, direct proporțională cu nivelul adaosului de subprodus din roșii.

Parametrul b^* (axa albastru-galben) crește progresiv de la P13 la P16, indicând o accentuare a componentei galbene. În combinație cu creșterea valorilor a^* , această evoluție conduce la formarea unor tonuri portocaliu-roșiatice ale miezului. Corelarea creșterii simultane a^* și b^* cu scăderea L^* evidențiază o intensificare globală a culorii, specifică produselor îmbogățite cu subproduse din roșii.

Comparativ între ziua 1 și ziua 2, diferențele sunt minore pentru toate cele trei coordonate, ceea ce indică o bună stabilitate a pigmentilor naturali în intervalul analizat. Această stabilitate sugerează că adaosul de subprodus din roșii nu determină modificări cromatice semnificative pe termen scurt, iar culoarea miezului se menține constantă în primele 24 de ore.

4.3.7. Analize prin spectroscopie FT-IR

Analiza prin spectroscopie FT-IR s-a realizat pentru toate produsele obținute, dar și pentru făina de grâu cultivată convențional și făina din piețițe de roșii.

4.3.7.1. Analiza FT-IR a făinii albe de grâu

Analiza FT-IR s-a realizat pentru făină albă de grâu soiul Arnold cultivat convențional și făină albă de grâu tip 650. Spectrele FT-IR ale făinii albe sunt prezentate în [Anexa 4.1](#), [Figurile A4.1](#) (făină de grâu albă, soiul Arnold) și [A4.2](#) (făină albă de grâu 650). În [tabelul A4.1](#) este prezentată legenda specifică a spectrelor din [figurile A4.1](#) și [A4.2](#).

În [Figura A4.1](#) și [Figura A4.2](#) se observă regiunea marcată cu A, situată între aproximativ 3600 și 3000 cm^{-1} , prezintă o bandă foarte lată și intensă care corespunde vibrațiilor de întindere ale grupărilor hidroxil (O-H). Aceasta indică prezența apei din umiditatea făinii și a legăturilor de hidrogen din structura polizaharidelor, precum amidon. În această zonă se regăsesc și vibrațiile grupărilor N-H din structura proteinelor ([Golea et al., 2023](#); [Hong et al., 2021](#)). Se observă că făina albă de grâu 650 și făina albă Arnold prezintă o absorbție mai mare în regiunea $3600\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$ față de făina de roșii, ceea ce sugerează un conținut mai ridicat de amidon sau o stare de hidratare diferită.

Regiunea B regăsită între 3000 și 2800 cm^{-1} evidențiază vibrațiile de întindere ale legăturilor C-H (din grupările $\text{-CH}_2\text{-}$ și -CH_3), care sunt asociate atât cu structura glucidică, cât și cu micile cantități de lipide prezente în făina albă ([Golea et al., 2023](#); [Hong et al., 2021](#)).



În regiunea de „fingerprint” (amprenteii), cuprinsă între 1600 și 1000 cm^{-1} se regăsesc benzile evidențiate cu C și D. Acestea sunt importante pentru caracterizarea fracțiunii proteice (glutenul). Regiunea C, situată în jurul valorii de 1650 cm^{-1} , reprezintă banda amidă I, generată în principal de vibrația de întindere a legăturii C=O din scheletul peptidic. În imediata apropiere se află regiunea D specifică amidei II. Aceasta se regăsește între 1550 și 1500 cm^{-1} și apare ca urmare a vibrațiilor de deformare N-H și de întindere C-N. Profilul acestor două benzi poate oferi informații despre structura secundară a proteinelor din făinuri (Hong *et al.*, 2021). Cele două probe prezintă profiluri similare, deși intensitățile variază ușor, reflectând mici diferențe în structura proteică.

Regiunile E și F sunt caracteristice vibrațiilor de deformare ale grupărilor C-H și O-H. Cel mai intens vârf al întregului spectru este regiunea G, cuprinsă între 1200 și 900 cm^{-1} . Acesta este regiunea caracteristică amidonului, reprezentând vibrațiile de întindere ale legăturilor C-O și C-C. Deoarece făina albă este compusă în proporție de peste 70% din amidon, acest semnal prezintă cea mai mare absorbantă, servind drept indicator principal pentru puritatea și tipul de carbohidrați prezenți (Hong *et al.*, 2021; Fetouhi *et al.*, 2019).

4.3.7.2. Analiza FT-IR a făinii din pielite de roșii

Făina de roșii (Anexa 4.2, Figura A4.4) prezintă o bandă intensă situată între 3500 și 3200 cm^{-1} (regiunea A), atribuită vibrațiilor de întindere ale grupărilor hidroxil. Aceasta reflectă prezența apei reziduale și a compușilor polihidroxicici, precum zaharurile (glucoză, fructoză), dar și a polizaharidelor structurale precum pectină și celuloză specifice pulpei și cojilor de roșii. În intervalul 3000-2800 cm^{-1} se observă două peak-uri ascuțite corespunzătoare vibrațiilor de întindere asimetrică și simetrică ale legăturilor C-H din grupările metil și metilen. Aceste legături sunt specifice acizilor grași. Spectrul specific făinii de roșii prezintă o intensitate pronunțată și semnificativă în această zonă, fapt ce poate indica un conținut mai mare de lipide sau compuși din coaja și semințele de tomate (Golea *et al.*, 2023; Hong *et al.*, 2021).

La aproximativ 1740 cm^{-1} se observă semnalul evidențiat cu C, care este caracteristic vibrației grupării carbonil (C=O). Acest peak indică prezența esterilor din trigliceride, cât gradul de metoxilare al pectinelor din matricea vegetală. Zona cuprinsă între 1650 și 1200 cm^{-1} este dominată de benzile amida I și amida II, care sunt caracteristice vibrațiilor legăturilor peptidice, confirmând prezența proteinelor vegetale în făina de roșii.

Intervalul spectral 1200-900 cm^{-1} (regiunea G) este regiunea „fingerprint” (amprenteii digitale) pentru carbohidrați în care se regăsesc vibrațiile de întindere C-O și C-C ale zaharurilor simple și ale fibrelor regăsite în făina de roșii. Spectrul indică o compoziție



bazătă mai degrabă pe fibre și zaharuri simple decât pe amidon complex (Hong *et al.*, 2021; Fetouhi *et al.*, 2019).

4.3.7.3. Analiza FT-IR a pastelor

În Anexa 4.3, Figura A4.5 și Tabelul A4.3 sunt prezentate spectrul FT-IR al probei de paste P4 cu 15% făină de roșii, respectiv atribuirea benzilor caracteristice și semnificația grupărilor funcționale identificate. Figura A4.6 conține spectrele FT-IR suprapuse ale probelor de paste, iar Figura A4.7 prezintă spectrele FT-IR alăturate.

Spectrele FT-IR ale probelor evidențiază benzile de absorbție și regiune spectrale specifice, fundamentale pentru caracterizarea principalelor componente macromoleculare alimentare. În urma analizelor realizate privind spectroscopia FT-IR, s-a observat că numeroase grupări funcționale absorb radiația infraroșie la aproximativ același număr de undă, indiferent de structura restului moleculei. Regiunea spectrului infraroșu de la 1600 la 1000 cm^{-1} se numește regiunea de “fingerprint” (amprenta) (Golea *et al.*, 2023). Această regiune este remarcabilă pentru numărul mare de benzi de absorbție. În această regiune se găsesc diferite peak-uri, fiind atribuite, de exemplu, vibrațiilor de întindere C-O, C-C și C-N, vibrațiilor de deformare C-H și unor benzi datorate inelelor de benzen. În regiunea 750-650 cm^{-1} se regăsește o vibrație de forfecare a legăturii C=O (How to Interpret an Infrared Spectrum).

Vibrația de întindere a grupării O-H apare în intervalul 3600-3000 cm^{-1} , fiind marcată cu A în Figura 4.31, indicând prezența grupărilor hidroxil libere, adesea asociate cu umiditatea sau fibrele celulozice, în cazul analizei produselor făinoase (How to Interpret an Infrared Spectrum; Sanahuja *et al.*, 2009). Hidrocarburile saturate, prezintă absorbție caracteristică în regiunea 3000-280 cm^{-1} datorită vibrațiilor de întindere ale legăturilor C-H (Altıkat & Alma, 2024; Arslan *et al.*, 2020). În cazul analizei probelor făinoase, inclusiv paste, aceste legături provin din structura proteinelor (How to Interpret...).

Creșterea proporției de făină de roșii nu determină o variație liniară a intensității benzilor de absorbție în spectrele FT-IR. În regiunile 3300 cm^{-1} (vibrații O-H) și 3000-2800 cm^{-1} (vibrații C-H), proba cu 5% adaos prezintă cele mai scăzute intensități, în timp ce proba P4 (15%) înregistrează absorbanta maximă.

Rezultatele indică faptul că substituția parțială a făinii de grâu cu făină de roșii favorizează retenția apei în matricea pastelor, efect atribuit conținutului crescut de fibre și pectine bogate în grupări hidroxil (-OH), care contribuie la intensificarea benzilor asociate compuşilor polari.

Regiunea 1750-1650 cm^{-1} este specifică legăturilor C=O din acizi organici sau amide și poate prezenta o ușoară creștere de intensitate la probele cu adaos mai mare de făină



de roșii, atribuibilă acizilor organici și compușilor carboxilici specifici materiei prime vegetale.

În spectrele FTIR ale făinurilor, benzile pentru Amida I, II și III sunt asociate cu vibrațiile caracteristice ale legăturilor peptidice din proteine, găsite în regiunea $1600\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$. Aceste benzi sunt utilizate pentru a analiza compoziția și structura proteinelor din făinuri, cum ar fi glutenul din făina de grâu, care se regăsește în regiunea $1750\text{-}1100\text{ cm}^{-1}$. Banda caracteristică pentru Amida I ($\sim 1700\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$) este cea mai intensă, fiind asociată în principal cu vibrațiile de întindere ale legăturii $\text{C}=\text{O}$ din structura peptidică. Poziția exactă a benzii depinde de structura secundară a proteinelor (α -helix, β -sheet etc.). Amida II ($\sim 1575\text{-}1480\text{ cm}^{-1}$) este mai puțin intensă decât banda Amida I și este asociată cu combinația dintre vibrațiile de forfecare N-H și vibrațiile de întindere C-N (How to Interpret...; Fevzioghu *et al.*, 2020; Fetouhi *et al.*, 2019). La fel ca în cazul poziției amidei I, poziția amidei III depinde de structura secundară a proteinelor, fiind asociată cu vibrațiile complexe ale legăturilor C-N (vibrație de întindere) și N-H (vibrație de deformare) din proteine. Ea se regăsește între 1300 și 1200 cm^{-1} și oferă informații despre configurația secundară a proteinelor (helix α și foaie β) (Golea *et al.*, 2023; Altıkat & Alma, 2024).

Spectrele FTIR permit evaluarea structurii proteinelor din produsele făinoase. Schimbările în poziția și intensitatea benzilor pot indica modificări în structura glutenului sau în gradul de procesare al făinii (Golea *et al.*, 2023). Se observă că intensitatea peak-ului specific Amidei I crește astfel: paste P2, P3, P1 și P4. Este de așteptat ca proba mator P1 să prezinte printre cele mai mari intensități ale peak-ului ca urmare a faptului că făina de grâu este cea care influențează această structură. În același timp, în cazul amidei I spectrele probelor P1 și P3 se intersectează, în timp ce în cazul amidelor II și III ordinea creșterii intensităților rămâne aceeași.

Regiunea $1200\text{-}800\text{ cm}^{-1}$ este specifică polizaharidelor, iar banda din jurul 1000 cm^{-1} reflectă structura acestora. Banda din jurul $1065\text{-}950\text{ cm}^{-1}$ este legată de vibrațiile de întindere ale legăturilor C-O din structura glucozei (How to Interpret...). Este caracteristică prezenței polizaharidelor, în special amilozei și amilopectinei din amidon (Fetouhi *et al.*, 2019). La fel ca și în cazul amidei I, intensitatea peak-ului din jurul 1000 cm^{-1} crește în ordinea paste P2, P3, P1 și P4. În paste, contribuția principală vine din amidonul din făina de grâu și, prin urmare, este normal ca matorul P1 (100% făină de grâu) să aibă o valoare mare a intensității în această zonă.

4.3.7.4. Analiza FT-IR a grisinelor

În Anexa 4.4, Figura A4.8 și Tabelul A4.4 sunt prezentate spectrul FT-IR al probei de grise P8 cu 15% făină de roșii, respectiv atribuirea benzilor caracteristice și semnificația grupărilor funcționale identificate. Figura A4.9 conține spectrele FT-IR



suprapuse ale probelor de grisine, iar [Figura A4.10](#) prezintă spectrele FT-IR alăturate pentru probele de grisine.

Spectrele obținute prin analiza FT-IR pentru probele de grisine evidențiază prezența unor benzi de absorbție și regiuni spectrale caracteristice. Acestea permit identificarea și caracterizarea principalelor componente macromoleculare din matricea alimentară.

Numeroase grupări funcționale absorb radiația infraroșie la anumite valori ale numărului de undă, independent de natura structurii moleculei. Intervalul spectral cuprins între 1600 și 1000 cm^{-1} se identifică ca fiind regiunea de „fingerprint” (amprentei) deoarece se găsește un număr mare de benzi de absorbție complexe, care caracterizează structura proteinelor ce se găsesc în compoziția sărățelelor ([Golea et al., 2023](#)). Printre cele mai importante legături care prezintă vibrații de întindere în această zonă pot fi menționate: C-O, C-C și C-N, dar și vibrații de deformare C-H ([How to Interpret...](#)). Datorită caracterului său complex și specific fiecărei matrice analizate, regiunea de „fingerprint” (amprentei) constituie un instrument valoros pentru diferențierea compozițională a probelor alimentare.

Banda de absorbție caracteristică vibrației de întindere a grupării O-H se regăsește în intervalul $3600\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$, evidențiată în [Figura 4.34](#) cu litera A. Această bandă este asociată cu apa prezentă în proba de analizat, dar și cu structuri polizaharidice de tip celulozic ([Altikat & Alma, 2024](#); [Arslan et al., 2024](#)). În domeniul analizei produselor de panificație, această bandă de absorbție este caracteristică atât pentru umiditatea matricei, cât și pentru caracterizarea structurală a polizaharidelor de tip fibre alimentare.

Analiza comparativă a spectrelor FT-IR ([Figurile A4.9 și A4.10](#)) indică faptul că mărirea proporției de făină de roșii în formularea grisinilor nu influențează în mod proporțional intensitatea benzilor de absorbție. Creșterea nivelului de adaos nu influențează în mod direct structura globală a matricei vegetale. În regiunea $3600\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$, se observă că proba de sărățele ce conține 5% făină de roșii prezintă cea mai mare intensitate a benzii de absorbție, fiind urmată de proba ce conține cea mai mare proporție, de 15% de făină de roșii. Această variație nu prezintă tendință liniară în raport cu concentrația făinii de roșii, ceea ce poate indica diferențe în interacțiunile intermoleculare. De asemenea și în regiunea $1700\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ se observă o intensitate puțin mai mare a probei P6, dar nu semnificativă. Însă, în ceea ce privește restul regiunilor spectrale, nu se observă nicio diferență de intensitate în funcție de probă și implicit în funcție de conținutul de făină de roșii.

Benzile de absorbție din regiunea $3000\text{--}2800\text{ cm}^{-1}$ sunt atribuite vibrațiilor de întindere ale legăturilor C-H din grupările alifaticе (-CH₃ și -CH₂-), astfel: vibrațiile asimetrice de la 2930 la 2920 cm^{-1} , iar cele simetrice de la 2860 la 2850 cm^{-1} . Cu C în [Figura 4.34](#) se observă regiunea cuprinsă între 1750 și 1650 cm^{-1} , care este specifică legăturilor C=O din acizii organici sau din amide.



În spectrele FTIR ale probelor de grisine, benzile D, E și F sunt corespunzătoare amidei I, II și III, fiind atribuite vibrațiilor specifice legăturilor peptidice din structura proteinelor, fiind localizate între 1600 și 1200 cm^{-1} . Aceste regiuni spectrale sunt esențiale pentru caracterizarea fracției proteice din aceste produse făinoase, având în vedere că acestea conțin și făină de grâu. Proteinele din făina de grâu contribuie semnificativ la evidențierea benzilor din domeniul 1750-1100 cm^{-1} . Banda Amida I, evidențiată cu litera D în [Figura A4.9](#) (~1700-1600 cm^{-1}) este cea mai intensă și este asociată frecvent cu vibrațiile de întindere ale legăturii C=O din gruparea peptidică. Poziția exactă a benzii depinde de structura secundară a proteinelor (α -helix, β -sheet etc.). Din acest motiv, banda specifică amidei I este una sensibilă, care își modifică conformația imediat în funcție de modificările care apar la nivelul produsului alimentar, în timpul procesării. Amida II (~1575-1480 cm^{-1}) prezintă o intensitate mai redusă decât banda Amida I, fiind asociată cu vibrațiile de forfecare N-H și vibrațiile de întindere C-N ([Golea et al., 2023](#); [Fevzioglu et al., 2020](#); [Fetouhi et al., 2019](#)). Similar benzii amida I, poziția amidei III este depedentă de structura secundară a proteinelor. În cazul probelor de grisine, aceasta se regăsește între 1300 și 1200 cm^{-1} și oferă informații despre configurația secundară a proteinelor (helix α și foaie β). Ea este sugestivă pentru vibrațiile legăturilor C-N (vibrație de întindere) și N-H (vibrație de deformare) din proteine ([Golea et al., 2023](#); [Altıkat & Alma, 2024](#)).

Intervalul 1200-800 cm^{-1} este atribuit polizaharidelor, iar banda semnificativă din jurul 1000 cm^{-1} reflectă structura acestora. Peak-ul regăsit în intervalul 1065 și 950 cm^{-1} este asociat cu vibrațiile de întindere ale legăturilor C-O din structura glucozei ([How to Interpret...](#)). Această regiune este caracteristică prezenței polizaharidelor, în special amilozei și amilopectinei din amidon, fiind componenta majoră din produsele pe bază de făină ([Fetouhi et al., 2019](#)).

Prin urmare, spectroscopia FT-IR permite investigarea structurii proteinelor din produsele făinoase. Modificările observate în intensitatea și forma benzilor în regiunea amidelor, indică variații ale structurii secundare a glutenului sau transformări induce ca urmare a procesării tehnologice. După cum se observă și în [Figura 2](#), spectrele celor 4 probe se suprapun, deci nu există modificări ca urmare a creșterii conținutului de făină de roșii ([Golea et al., 2023](#)).

4.3.7.5. Analiza FT-IR a fursecurilor

În [Anexa 4.5](#), [Figura A4.11](#) și [Tabelul A4.5](#) sunt prezentate spectrul FT-IR al probei de fursecuri P12 cu 15% făină de roșii, respectiv atribuirea benzilor caracteristice și semnificația grupărilor funcționale identificate. [Figura A4.12](#) conține spectrele FT-IR suprapuse ale probelor de fursecuri, iar [Figura A4.13](#) prezintă spectrele FT-IR alăturate pentru probele de fursecuri.



Se observă din spectrele FTIR că au compoziție complexă, cu un conținut redus de umiditate, cu excepția probei ce conține 5% făină de roșii (după cum se vede și din regiunea A care are o absorbantă mai scăzută), proprietate caracteristică fursecurilor.

În regiunea B, între 3000-2800 cm⁻¹, se regăsesc 2 benzi intense specifice vibrațiilor C-H aromatice și alifatică din proteine și lipide, însă lipidele au o contribuție mai semnificativă fiind vorba de probe de fursecuri (Altikat & Alma, 2024; Arslan *et al.*, 2024).

Regiunile D, E, F sunt caracteristice amidei I (C=O), amidei II (N-H, C-N) și amidei III (CH, NH), confirmându-se prezența proteinelor din făina de roșii în special. Intensitatea acestor benzi este influențată de modificările structurale care apar ca urmare a procesării/tratamentului termic, care poate duce la denaturarea proteică și la obținerea reacțiilor Maillard (Golea *et al.*, 2023; Fevzioglu *et al.*, 2020; Fetouhi *et al.*, 2019).

Vibrațiile C-O și C-O-C din amidon, dar și din polizaharide, se regăsesc în regiunea G, între 1200 și 900 cm⁻¹. Astfel, spectrul indică faptul că fursecurile au un conținut semnificativ de amidon, ca urmare a conținutului de făină din care sunt făcute (Fetouhi *et al.*, 2019).

De asemenea, se observă o bandă și la aproximativ 1450 cm⁻¹ (G) care este caracteristică vibrațiilor de deformare -CH₂- din lanțurile alifatică din lipide și carbohidrați (Golea *et al.*, 2023).

Proba P10 ce conține 5% făină de roșii se diferențiază de celelalte prin prezența unor peak-uri de absorbție cu maxime mai pronunțate, ceea ce indică faptul că adaosul de 5% făină de roșii influențează semnificativ structura fursecurilor. De menționat este faptul că nu se observă, din punct de vedere calitativ, prezența/absența altor peak-uri.

4.3.7.6. Analiza FT-IR a chiflelor

În Anexa A4.6, Figura A4.14 și Tabelul A4.6 sunt prezentate spectrul FT-IR al probei de chifle P16 cu 15% făină de roșii, respectiv atribuirea benzilor caracteristice și semnificația grupărilor funcționale identificate. Figura A4.15 conține spectrele FT-IR suprapuse ale probelor de grisine, iar Figura A4.16 prezintă spectrele FT-IR alăturate pentru probele de grisine.

Spectrele FT-IR ale chiflelor evidențiază o compoziție tipică pentru un produs de panificație îmbogățit cu fibre vegetale (provenite din făina din roșii). Banda A din intervalul 3600-3000 cm⁻¹ este atribuită vibrațiilor de întindere ale grupărilor O-H provenite din apă, fibre celulozice și polizaharide. În regiunea B (3000-2800 cm⁻¹) apar benzile corespunzătoare vibrațiilor C-H alifatică și aromatice asociate proteinelor,



lipidelor și compușilor bioactivi din făina de roșii Altıkat & Alma, 2024; Arslan *et al.*, 2024).

Se observă că la aproximativ 1700 cm^{-1} nu se regăsește niciun peak, ceea ce face ca structura amidei I să nu fie vizibilă în spectrul FT-IR în cazul probelor de chiflă. Pe de altă parte, în regiunile D și E se observă benzile specifice amidelor II și III din structura proteinelor, ținând cont că în cazul probelor de chiflă, pot exista interacțiuni proteină-fibră ca urmare a adăugării făinii de roșii (Golea *et al.*, 2023; Fevzioglu *et al.*, 2020; Fetouhi *et al.*, 2019).

Cea mai intensă bandă de absorbție, după cum se observă și în Figura 8, este cea ce se regăsește între 1200 și 900 cm^{-1} , fiind atribuită vibrațiilor C-O și C-O-C din amidon și polizaharide. Astfel, se poate concluziona că amidonul este componenta majoritară din compoziția chiflilor, spectrometria FT-IR indicând modificări structurale ca urmare a coacerii acestora. De asemenea, se observă și prezenta proteinelor și fibrelor, specifice produselor de panificație cu adaos vegetal de roșii (Fetouhi *et al.*, 2019).

4.3.7.7. Analiza componentelor principale

Spectrele FT-IR au fost transformate în șiruri de valori. Datele obținute au fost folosite în prelucrări chemometrice folosind programul XLSTAT un add-in pentru Microsoft Office Excel.

Analiza componentelor principale (PCA) este o tehnică care încearcă să reducă seturi complexe de date constând din mai multe variabile diferite la un număr mai mic de variabile noi, care reușește totuși să descrie variația datelor originale. Aceste variabile noi, numite componente principale, sunt alese pentru a fi independente și pentru a maximiza variația găsită în setul original de date. Componentele principale semnificative sunt selectate pe baza valorilor proprii, iar numărul acestor variabile noi este bine să fie mai mic decât variabilele originale.

Astfel, rolul metodei PCA este de a reduce un număr mare de variabile în mai puține, mai simple, mai relevante. Analiza Componentelor Principali este o analiză multivariată, iar componentele principale sunt combinații de variabile.

Analiza Componentelor Principali presupune mai multe etape:

- Pregătirea datelor (variabilelor) originale pentru analiza PCA - acestea pot fi date brute, transformate sau recodate. Se întocmește un tabel în Microsoft Office Excel ce conține un număr M de probe descrise de un număr N de variabile (originale);
- Se activează programul XLSTAT/Analysing data (Analiza datelor)/Principal Component Analysis (Analiza Componentelor Principali);
- Se selectează datele originale pentru analiza statistică PCA;
- Se efectuează prelucrarea PCA a acestor date.



În acest studiu a fost utilizată metoda chemometrică Analiza Componentelor Principali (PCA), oferită de software-ul XLSTAT. Pentru analiza PCA, nu s-a folosit întregul spectru, ci doar anumite zone în care au fost observate diferențe semnificative. Pentru analiză a fost folosită doar zona de fingerprint $1680\text{-}800\text{ cm}^{-1}$.

După prelucrarea statistică a spectrului IR, transformat în valori numerice și analizat utilizând metoda PCA, s-a obținut un indice de discriminare de 99,56% Acest rezultat indică faptul că modelul PCA a reușit să diferențieze cu o precizie foarte ridicată probele analizate, explicând 99,56% din variația totală a datelor. Cu alte cuvinte, acest indice reflectă o capacitate excelentă a modelului de a separa și clasifica corect probele pe baza caracteristicilor spectrale identificate.

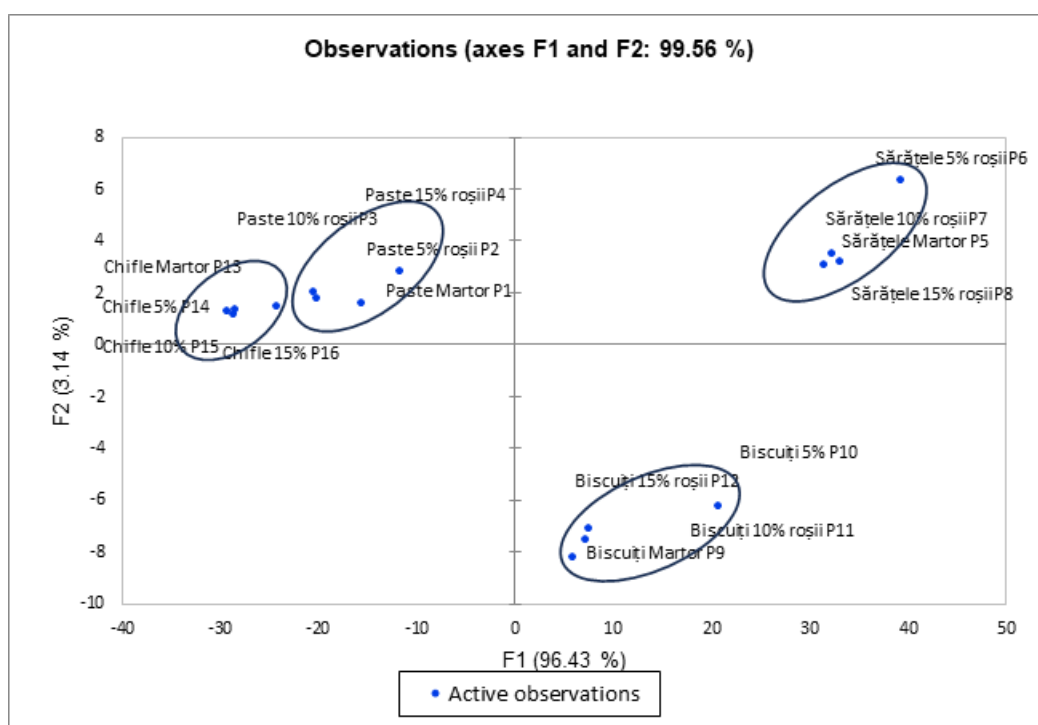


Fig. 4.15. Analiza PCA pentru produsele obținute cu adaosuri diferite de FP

F1 explică 96,43% din variație, indicând că diferențele majore sunt determinate de compoziția de bază a matricilor. Separarea între produse este coerentă cu rețelele:

- Chiflele și pastele, formulate predominant din făină și apă, sunt dominate spectral de amidon și gluten; diferențele dintre ele pot proveni din fermentație (chifle) și din structura diferită a amidonului după procesare.
- Grisinele includ proteine lactice (brânză, smântână) și ou, ceea ce modifică profilul Amida I și II față de glutenul din făină, explicând separarea lor pronunțată.
- Fursecurile conțin zahăr și ou, ceea ce influențează regiunea $1200\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$ (zaharoză) și raportul Amida I/II prin aport proteic suplimentar.



Analiza FT-IR corelată cu PCA, permite diferențierea clară a produselor pe baza compoziției proteice și glucidice și evidențiază efectul sistematic al substituției cu făină de roșii.

FT-IR furnizează o amprentă moleculară sensibilă la modificări structurale ale proteinelor și carbohidraților, iar analiza chemometrică reduce complexitatea spectrală la modele statistice robuste, facilitând clasificarea și evaluarea variațiilor de formulare.

Tipul de produs (matricea alimentară) are un efect spectral mai puternic decât nivelul de substituție cu făină de roșii, iar regiunea $1600-800\text{ cm}^{-1}$ este suficientă pentru diferențierea clară a probelor pe baza compoziției proteice și glucidice.

Prin urmare, combinația FT-IR-PCA reprezintă o metodă rapidă, nedistructivă și eficientă pentru caracterizarea și diferențierea matricilor alimentare.

4.3.8. Analiza senzorială

4.3.8.1. Analiza senzorială a pastelor

Analiza senzorială a pastelor a fost realizată cu 11 consumatori cu vârsta medie de 37 ani dintre care 7 femei și 4 bărbați.

Atributele senzoriale determinate pentru paste obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P1) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P2), 10% (P3) și 15% (P4) sunt prezentate în [figura 4.16](#).

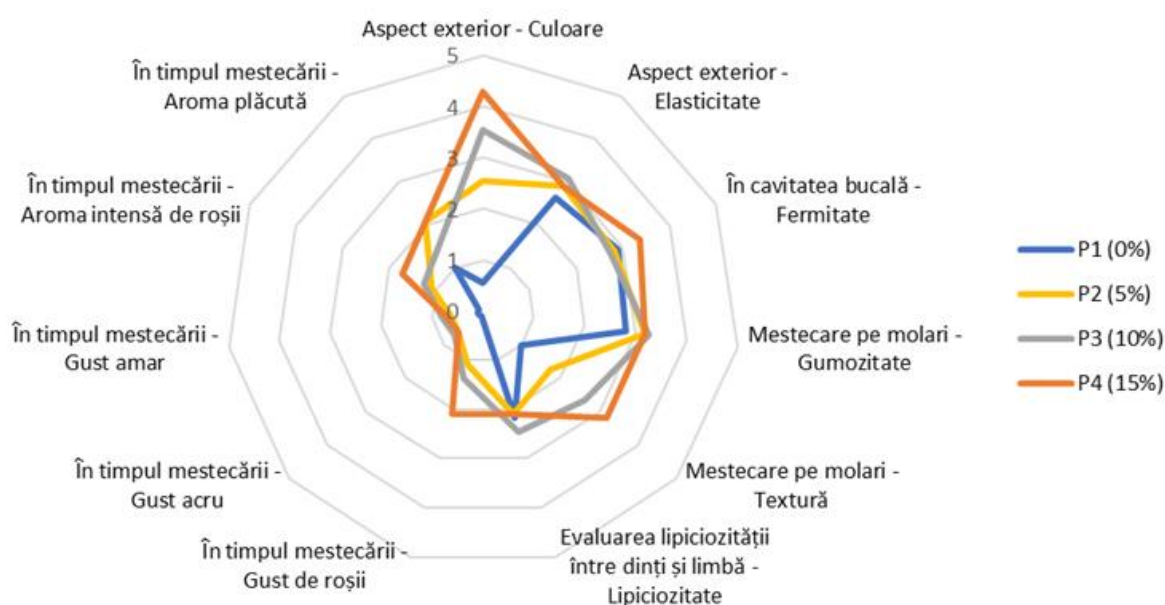




Fig. 4.16. Caracteristicile senzoriale ale pastelor obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P1) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P2), 10% (P3) și 15% (P4)

În ceea ce privește aspectul exterior - culoare, proba martor P1 (0%) are cea mai scăzută intensitate (1), confirmând lipsa pigmentului specific. Odată cu introducerea subprodusului de roșii, culoarea devine semnificativ mai intensă, valorile maxime fiind înregistrate la P4 (15%) și P3 (10%), ceea ce indică o îmbunătățire vizuală clară. Proba P2 (5%) prezintă o colorare intermediară, proporțională cu nivelul de adaos.

Fermitatea și gumozitatea în timpul masticăției au valori constante (3) pentru toate probele, ceea ce sugerează că adaosul de subprodus din roșii, în intervalul 5-15%, nu influențează semnificativ structura mecanică a produsului. Matricea rămâne stabilă din punct de vedere textural.

În ceea ce privește textura percepută la masticăție, P1 are valoare scăzută (1), indicând o percepție mai puțin plăcută sau mai puțin structurată comparativ cu probele cu adaos. P3 și P4 obțin scoruri superioare (3), sugerând o schimbare, o sesizare a particulelor de la făina de roșii, în timpul masticăției odată cu creșterea procentului de subprodus. P2 prezintă un nivel intermediar.

Lipiciozitatea este constantă (2) pentru toate variantele, ceea ce arată că adaosul de roșii nu generează efecte negative de aderență în cavitatea bucală.

Pe plan gustativ și aromatic, diferențele sunt mai evidente. Proba martor (P1) nu prezintă gust sau aromă de roșii (0), ceea ce era de așteptat. La P4 (15%) se înregistrează cele mai ridicate valori pentru gust și aromă de roșii, ceea ce confirmă o corelație directă între procentul de adaos și intensitatea senzorială. P3 (10%) și P2 (5%) prezintă intensități moderate, proporționale cu concentrația.

De asemenea, apar ușoare note de acru și amar în probele cu adaos (scor 1), însă intensitatea este redusă și nu pare dominantă. Aceste note pot proveni din compuși naturali ai subprodusului de roșii.

În ceea ce privește aroma plăcută, toate probele cu adaos (5-15%) obțin scoruri mai mari decât martorul, ceea ce sugerează că introducerea subprodusului îmbunătățește percepția globală aromatică.

Proba P4 (15%) prezintă cea mai intensă expresie senzorială (culoare și aromă), însă din perspectivă de echilibru, varianta P3 (10%) poate oferi un compromis optim între intensitate aromatică și menținerea unui profil gustativ armonios, fără accentuarea notelor secundare (acru/amar).

4.3.8.2. Analiza senzorială a grisinelor



Analiza senzorială a grisinelor a fost realizată cu 10 consumatori cu vârsta medie de 37 ani dintre care 4 femei și 6 bărbați.

Atributele senzoriale determinate pentru grisine obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P5) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P6), 10% (P7) și 15% (P8) sunt prezentate în [figura 4.17](#).

Aspectul exterior are același scor (4) pentru toate probele, ceea ce indică faptul că adaosul, indiferent de procent (5%, 10%, 15%), nu a influențat negativ forma, uniformitatea sau impresia vizuală generală a produsului. Din punct de vedere tehnologic, acest rezultat sugerează o bună integrare a ingredientului în matricea aluatului.

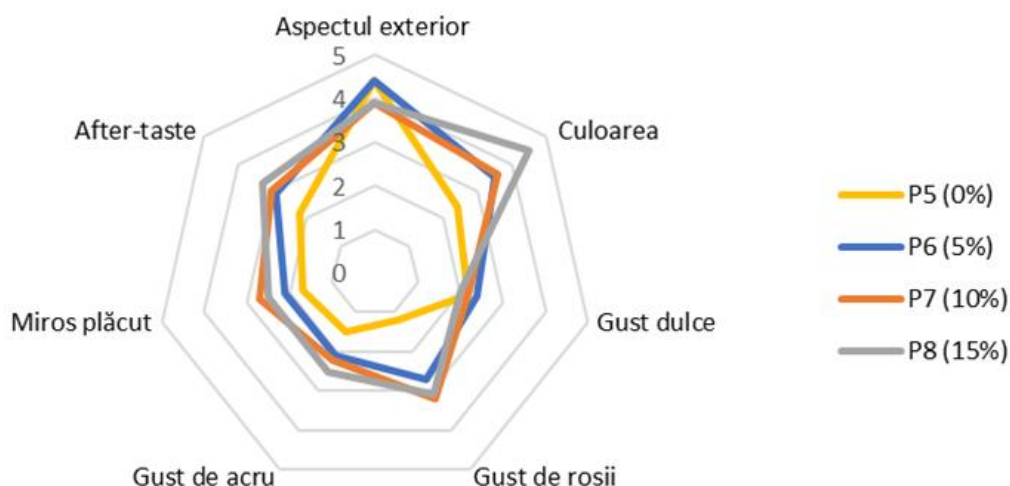


Fig. 4.17. Caracteristicile senzoriale ale grisinelor obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P5) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P6), 10% (P7) și 15% (P8)

În cazul culorii, se observă o diferențiere clară: proba martor (0%) are scorul cel mai mic (2), în timp ce probele cu adaos 5% și 10% au scor 4, iar 15% atinge valoarea maximă (5). Aceasta confirmă impactul semnificativ al pigmentului din roșii asupra intensității cromatice. Datele se corelează cu datele instrumentale unde cresc valorile parametrilor a^* și b^* și scad valorile parametrului L^*). La 15%, culoarea este percepută ca fiind cea mai intensă și distinctivă.

Gustul dulce rămâne constant (2) pentru toate variantele, ceea ce indică faptul că adaosul de subprodus din roșii nu modifică percepția gustului specific al grisinelor.

La gustul de roșii, se constată o creștere clară față de martor, toate probele cu adaos având scor 3. Aceasta arată că ingredientul este perceput senzorial încă de la 5%, iar



intensitatea rămâne relativ similară între 5-15%, sugerând un prag de percepție deja atins la nivelurile mai mici.

Gustul de acru este ușor mai intens la 15% (3), comparativ cu 5% și 10% (2), ceea ce indică o accentuare a notei acide la niveluri mai mari de adaos. Totuși, diferența nu este foarte pronunțată.

În ceea ce privește mirosul plăcut, scorul crește la 10% și 15% (3), sugerând o contribuție aromatică pozitivă a subprodusului din roșii. La 5% și la martor, intensitatea este mai redusă (2).

After-taste-ul este mai persistent la probele cu adaos (3) comparativ cu martorul (2), indicând o persistență aromatică specifică ingredientului vegetal.

Rezultatele arată că adaosul de subprodus din roșii influențează predominant culoarea, gustul specific, aroma și persistența gustativă, fără a afecta aspectul exterior sau dulceața. Intensificarea maximă a culorii și a notei acide la 15% sugerează o exprimare mai puternică a ingredientului funcțional.

Din punct de vedere al acceptabilității totale a probelor de grisine cu adaos de subprodus de roșii, nu au fost înregistrate diferențe semnificative.

4.3.8.3. Analiza senzorială a fursecurilor

Analiza senzorială a fursecurilor a fost realizată cu 10 consumatori cu vârsta medie de 37 ani dintre care 4 femei și 6 bărbați

Atributele senzoriale determinate pentru fursecuri obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P9) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P10), 10% (P11) și 15% (P12) sunt prezentate în [figura 4.18](#).

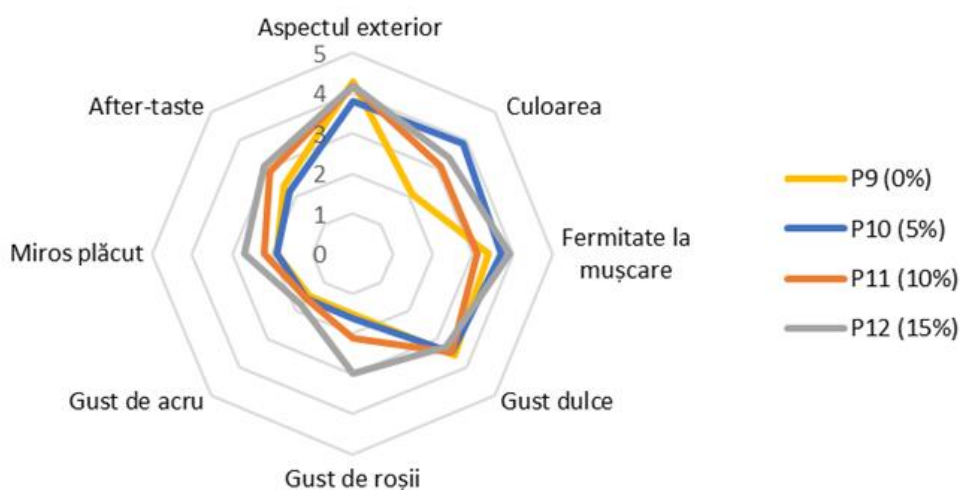




Fig. 4.18. Caracteristicile senzoriale ale fursecurilor obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P10) și făină de grâu cu adaos de făină din pielițe de roșii 5% (P11), 10% (P12) și 15% (P3)

Aspectul exterior a fost evaluat uniform (scor 4) pentru toate variantele, ceea ce indică faptul că adaosul de subprodus din roșii nu a influențat negativ forma, suprafața sau prezentarea produsului. Din punct de vedere comercial, toate probele sunt corespunzătoare.

Culoarea prezintă diferențe clare între variante. Proba P10 (5%) a obținut scorul maxim (4), sugerând o nuanță atractivă, echilibrată. La nivelurile de 10% și 15% (P11 și P12), scorul scade la 3, indicând o intensificare a culorii care poate deveni ușor atipică pentru categoria produsului. Proba martor (0%) are scorul 2, ceea ce sugerează că adaosul contribuie pozitiv la îmbunătățirea atractivității cromatice.

Fermitatea la mușcare este bine apreciată la 5% și 15% (scor 4), indicând o textură crocantă optimă. La 10% și la martor (0%) scorul este 3, ceea ce poate sugera o textură ușor mai puțin echilibrată. Se observă că un adaos moderat sau mai ridicat poate contribui la îmbunătățirea structurii.

Gustul dulce este bine menținut la 0%, 5% și 10% (scor 4), dar scade la 15% (scor 3), ceea ce indică faptul că la niveluri mai mari adaosul începe să modifice echilibrul dulce caracteristic fursecurilor.

Gustul de roșii devine mai perceptibil la 15% (scor 3), comparativ cu celelalte variante (scor 2). Aceasta arată o intensificare a notei specifice, care poate fi un avantaj funcțional, dar trebuie corelată cu acceptabilitatea consumatorilor.

Gustul de acru rămâne constant (scor 2) pentru toate probele, ceea ce indică faptul că adaosul nu generează o aciditate excesivă percepută senzorial.

Mirosul plăcut este mai bine evaluat la 15% (scor 3), sugerând o contribuție aromatică pozitivă la concentrații mai mari, în timp ce celelalte variante rămân la nivel moderat (scor 2).

After-taste-ul este superior la 10% și 15% (scor 3), indicând o persistență aromatică mai pronunțată și mai complexă față de martor și varianta 5%.

În ansamblu, varianta cu 5% adaos (P10) prezintă cel mai echilibrat profil senzorial, combinând culoare atractivă, textură optimă și menținerea gustului dulce specific. Varianta cu 15% oferă o identitate senzorială mai pronunțată (culoare, aromă, gust de roșii), dar cu o ușoară diminuare a echilibrului dulce. Varianta martor rămâne mai neutră din punct de vedere aromatic și cromatic.

4.3.8.4. Analiza senzorială a chiflelor



Analiza senzorială a chiflelor a fost realizată cu 15 consumatori cu vârsta medie de 33 ani dintre care 10 femei și 5 bărbați.

Atributele senzoriale determinate pentru chifle obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P13) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P14), 10% (P15) și 15% (P16) sunt prezentate în [figura 4.19](#).

În ceea ce privește **aspectul exterior**, probele cu 0% și 10% au obținut cel mai mare scor (5), ceea ce indică o acceptabilitate vizuală foarte bună. La 5% și 15%, scorul este ușor mai redus (4), sugerând că adaosul mai mare poate modifica ușor uniformitatea sau percepția suprafeței.

Pentru **culoare**, se observă o creștere evidentă a intensității odată cu procentul de adaos. Proba martor (0%) are scorul cel mai mic (1), confirmând lipsa nuanței specifice roșiatice. La 5% și 10%, scorul este moderat (3), iar la 15% se înregistrează scorul maxim (4), ceea ce indică o percepție clară și apreciată a culorii specifice ingredientului adăugat. Această tendință este în concordanță cu datele instrumentale (creșterea parametrilor a^* și b^* și scăderea parametrului L^*).

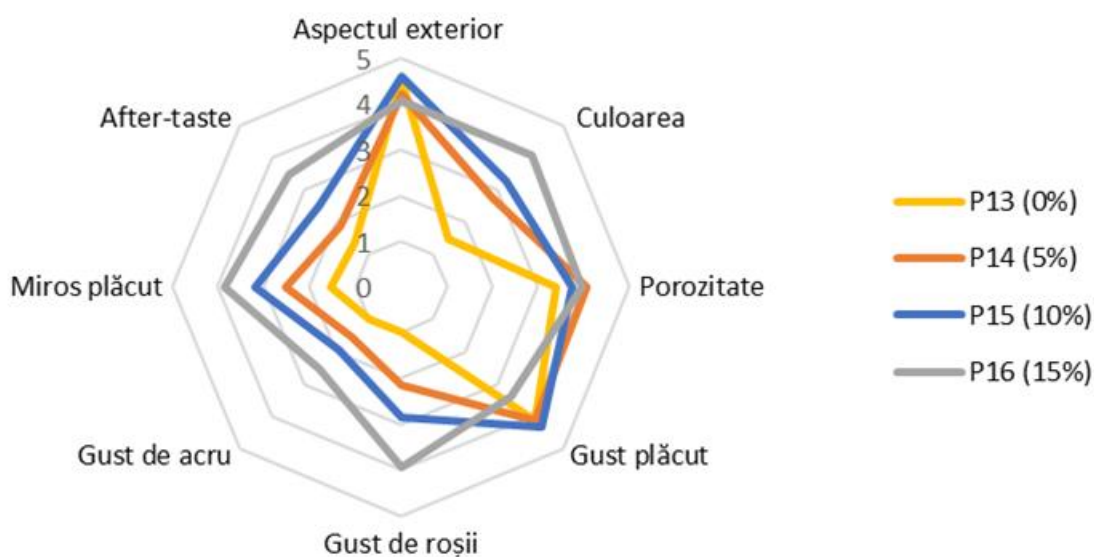


Fig. 4.19. Caracteristicile senzoriale ale chiflelor obținute din făină de grâu cultivat convențional (martor, P13) și făină de grâu cu adaos de făină din pielite de roșii 5% (P14), 10% (P15) și 15% (P16)

Porozitatea este mai bine apreciată la probele cu adaos 5%, 10%, 15% (4) comparativ cu martorul (3). Aceasta poate indica o influență pozitivă a subprodusului din roșii asupra structurii miezului.

În ceea ce privește **gustul plăcut**, scorurile sunt ridicate și relativ constante (4) pentru 0%, 5% și 10%, însă scad la 15% (3). Acest lucru sugerează că adaosul moderat (5-10%)



nu afectează negativ acceptabilitatea generală, dar la 15% începe să influențeze echilibrul gustativ.

Pentru **gustul de roșii**, se observă o creștere proporțională cu procentul de adaos, acest lucru confirmă percepția clară a ingredientului funcțional și validarea senzorială a diferențierii probelor.

În schimb, **gustul de acru** crește ușor odată cu nivelul de adaos, ceea ce indică faptul că la 15% poate apărea o ușoară notă acidă, totuși, nivelul rămâne moderat.

Pentru **mirosul plăcut**, scorul maxim este la 15% (4), ceea ce sugerează o intensificare aromatică apreciată de consumatori. Proba martor are scor mai scăzut (2).

În ceea ce privește **after-taste-ul**, valorile cresc față de martor la probele cu adaos, indicând o persistență aromatică mai pronunțată, fără a deveni deranjantă.

Acceptabilitatea totală a probelor de chifle cu adaos de subprodus din roșii au fost, de la cea mai preferată la cea mai puțin preferată, după cum urmează:

$$418 (10\%) > 237 (5\%) > 594 (0\%) = 873 (15\%)$$

Datele indică faptul că adaosul de subprodus din roșii influențează pozitiv culoarea, aroma și complexitatea gustativă a chiflor. Nivelul de 10% pare optim, deoarece menține un echilibru între gust plăcut (4), percepție clară a roșiei (3), aciditate moderată (2) și aspect foarte bine apreciat (5).

Prin urmare, din punct de vedere senzorial și al acceptabilității globale, procentul de 10% reprezintă varianta cea mai echilibrată, combinând valoarea funcțională cu o bună apreciere din partea consumatorilor.

4.4. Concluzii

Pastele făinoase reprezintă o sursă valoroasă de carbohidrați complecși, care asigură energie constantă organismului. Grisinele, produse de panificație uscată cu un conținut redus de umiditate, pot reprezenta o gustare practică și relativ ușor digerabilă. Fursecurile, deși sunt încadrate în categoria produselor dulci, pot face parte dintr-o alimentație sănătoasă dacă sunt consumate ocazional și în cantități moderate. Chiflele, ca produse de panificație fermentate, oferă carbohidrați necesari activităților zilnice.

Adaosul de făină din pielite de roșii în făina de grâu pentru obținerea produselor analizate - paste făinoase, grisine, fursecuri și chifle - contribuie la valorificarea unui ingredient din bioeconomia circulară care influențează pozitiv proprietățile produselor și asigură diversificarea alimentației cu produse îmbogățite cu fibre, cu acceptabilitate îmbunătățită.



Bibliografie

- Allison, B.J. , Simmons, C.W. **2017**. *Valorization of tomato pomace by sequential lycopene extraction and anaerobic digestion*. Biomass and Bioenergy, 105, 331-341. [10.1016/j.biombioe.2017.07.019](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.07.019)
- Altıkat A. & Alma M. H. (2024). Comprehensive Analysis of Physico-mechanical, Color, and FT-IR Properties in Diverse Wheat Varieties. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 14, no. 3, pp. 1031-1049, 2024, doi: 10.21597/jist.1489821.
- Arslan F. N. et al. (2020). FT-IR spectroscopy with chemometrics for rapid detection of wheat flour adulteration with barley flour. *Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, vol. 15, no. 3, pp. 245-261, doi: 10.1007/s00003-019-01267-9.
- Brighina, S., Pulvirenti, L., Siracusa, L., Arena, E., Faulisi, M. V., & Restuccia, C. (2024). Small-sized tomato pomace: Source of bioactive compounds and ingredient for sustainable production of functional bread. *Foods*, 13(21), 3492.
- Chung, H. J. (2007). Quality attributes of cookies prepared with tomato powder. *Journal of Food Science and Nutrition*, 12(4), 229-233.
- Coelho, M.C., Rodrigues, A.S., Teixeira, J.A., Pintado, M.E. **2023**. *Integral valorisation of tomato by-products towards bioactive compounds recovery: Human health benefits*. Food Chemistry, 410, 135319. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135319>
- Dragomir, N., Nicolae, C. G., Bordei, I. Ş., & Bădulescu, L. (2021). Development of nutritionally enhanced pasta with different organic powders. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 64(1).
- Fetouhi A. et al. (2019). Investigation of viscoelastic behaviour of rice-field bean gluten-free dough using the biophysical characterization of proteins and starch: a FT-IR study. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 56, no. 3, pp. 1316-1327, doi: 10.1007/s13197-019-03602-2.
- Fevzioglu M., Ozturk O.K., Hamaker B.R. & Campanella O.H. (2020). Quantitative approach to study secondary structure of proteins by FT-IR spectroscopy, using a model wheat gluten system. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 164, pp. 2753-2760, 2020, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.07.299.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). Guide to good hygiene practices for cereal-based products. FAO.
- Golea C.M., Codină G.G. & Oroian M. (2023). Prediction of wheat flours composition using fourier transform infrared spectrometry (FT-IR). *Food Control*, vol. 143, 2023, doi: 10.1016/j.foodcont.2022.109318.
- Hong T., Yin J.Y., Nie S.P. & Xie M.Y. (2021). Applications of infrared spectroscopy in polysaccharide structural analysis: Progress, challenge and perspective. *Food Chemistry*, vol. X 12, no. 100168, doi: 10.1016/j.fochx.2021.100168.



- IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară - Parțial 2
- IM3.9 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar convențional.
- International Association for Cereal Science and Technology. (2019). ICC standard methods for the analysis of cereals and cereal products. ICC.
- Isik, F., & Topkaya, C. (2016). Effects of tomato pomace supplementation on chemical and nutritional properties of crackers. *Italian Journal of Food Science*, 28(3), 525.
- Isik, F., Topkaya, C. 2016. *Effects Of Tomato Pomace Supplementation on Chemical And Nutritional Properties of Crackers*. Ital. J. Food Sci., 28, 525-535.
- Kadri, F., Bouasla, A., Amrani, M., Baibout, A. K., Benchettah, H., Hidalgo, A., & Barkat, M. (2024). Pasta fortification with tomato peel by-product: Impact on technological and antioxidant properties. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 16(2), 169-180.
- Lazăr, A. M., Burnete, A. G., Catană, L., Catană, M., Stamatie, G., Teodorescu, R. I., Belc, N., Vlăduț, V. (2019). Enrichment of pasta with functional ingredients obtained from vegetable waste and by-products, in order to increase the nutritional and antioxidant potential.
- Majzoobi, M., Ghavi, F. S., Farahnaky, A., Jamalain, J., & Mesbahi, G. (2011). Effect of tomato pomace powder on the physicochemical properties of flat bread (Barbari bread). *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(2), 247-256.
- Ministerul Agriculturii și Alimentației. Colecție de Standarde Profesionale Morărit - Panificație Vol. I, București 1997.
- Ministerul Industriei Alimentare. Centrala Industrială de Morărit și Panificație Colecție de Standarde Pentru Industria de Morărit și Panificație, București, 1989.
- Nour, V., Ionica, M. E., & Trandafir, I. (2015). Bread enriched in lycopene and other bioactive compounds by addition of dry tomato waste. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 8260-8267.
- Regulamentul (CE) nr. 178/2002 al Parlamentului European și al Consiliului din 28 ianuarie 2002
- Regulamentul (UE) NR. 1169/2011 al Parlamentului European și al Consiliului
- Regulamentul CE 2073/2005 privind criteriile microbiologice pentru produsele alimentare
- Sanahuja A.B., Moya M.S.P., Pérez S.E.M., Teruel N.G. & Carratalá M.L.M. (2009). Classification of four almond cultivars using oil degradation parameters based on FTIR and GC data. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 86, no. 1, pp. 51-58, doi: 10.1007/s11746-008-1323-x.
- Secondi, L., Principato, L., Ruini, L., Guidi, M. 2019. *Reusing Food Waste in Food Manufacturing Companies: The Case of the Tomato-Sauce Supply Chain Sustainability*, 11 (7), 2154. <https://doi.org/10.3390/su11072154>
- SR 2213-11:2007 Produse dulci. Determinarea conținutului de grăsime.
- SR 2213-12:2009 Produse dulci. Determinarea conținutului de zahăr.



- SR 2213-17:2009 Produse dulci. Determinarea conținutului total de substanțe proteice și a conținutului de substanțe proteice din lapte.
- SR 2213-4:2007 Produse dulci. Determinarea conținutului de apă și alte substanțe volatile.
- SR 2213-6:2009 Produse dulci. Determinarea cenușii.
- SR 90:2007 Făină de grâu. Metode de analiză.
- SR 91:2007 Pâine și produse proaspete de patiserie. Metode de analiză.
- SR EN 15587:2019 Cereale și produse cerealiere. Determinarea conținutului de impurități în grâu (*Triticum aestivum* L.), grâu durum (*Triticum durum* Desf.), secară (*Secale cereale* L.), triticeale (*Triticosecale* Wittmack spp) și orz pentru hrana animalelor (*Hordeum vulgare* L.).
- SR EN ISO 20483:2014 Cereale și leguminoase. Determinarea conținutului de azot și calculul conținutului de proteină brută. Metoda Kjeldhal.
- SR EN ISO 2171:2023 Cereale, leguminoase și produse derivate. Determinarea conținutului de cenușă prin calcinare.
- SR EN ISO 3093:2010 - Grâu, secară și făinuri corespunzătoare, grâu durum și făină grifică de grâu durum. Determinarea indicelui de cădere conform Hagberg - Perten Bordei D., 2007. Controlul calității în industria panificației-Metode de analiză, Editura Academica, Galați
- SR EN ISO 5530-1:2015 - Făină de grâu. Caracteristici fizice ale aluaturilor. Partea 1: Determinarea absorbției apei și a proprietăților reologice utilizând un farinograf
- SR EN ISO 5530-2:2015 - Făină de grâu. Caracteristici fizice ale aluaturilor. Partea 2: Determinarea proprietăților reologice utilizând un extensograf
- SR EN ISO 712-1:2024 Cereale și produse din cereale. Determinarea umidității. Partea 1: Metoda de referință.
- SR ISO 21527-1/2:2009
- STAS 756/3-85 Paste făinoase. Metode de analiză.
- Stoica, F., Rațu, R.N., Motrescu, I., Râpeanu, G., Constantin, O.E., Cara, I.G., Țopa, D., Jităreanu, G. **2026**. *Utilization of Tomato Pomace Powder as a Bioactive Ingredient in Semi-Hard Cheese Production: A Study on Nutritional Profile and Sensory Qualities*. Foods, 15, 542. 542 <https://doi.org/10.3390/foods15030542>
- Viuda-Martos, M., Sanchez-Zapata, E., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López, J. **2014**. *Tomato and Tomato Byproducts. Human Health Benefits of Lycopene and Its Application to Meat Products: A Review*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1032-1049. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.623799>
- Yagci, S., Caliskan, R., Gunes, Z.S., Capanoglu, E., Tomas, M. **2022**. *Impact of tomato pomace powder added to extruded snacks on the in vitro gastrointestinal behaviour and stability of bioactive compounds*. Food Chemistry, 368, 130847. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130847>

*** How to Interpret An Infrared Spectrum. Available:
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Map%3A_Organic_Chemi



[stry_\(Bruice\)/13%3A_Mass_Spectrometry_Infrared_Spectroscopy_and_Ultraviolet_Visible_Spectroscopy/13.1.16%3A_How_to_Interpret_An_Infrared_Spectrum](#) Accessed: Feb. 10, 2025. [Online].

5. Concluzii IM3.11 (final)

Raportul A3.3_IM3.11_UDJG pentru indicatorul de monitorizare IM3.11 - **Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară** prezintă activitățile efectuate în perioada octombrie 2025 - martie 2026, în cadrul subactivității A3.3 - Influența tehnologiilor alimentare asupra biodisponibilității nutrienților.

Raportul are la bază informațiile din rapoartele tehnice de progres parțial RP4 (octombrie 2025), RP5 (noiembrie 2025 - ianuarie 2026) elaborate și prezentate de către IBA, UDJG și toți ceilalți parteneri implicați (USAMV, INMA, USV, ITIM, INOE și UB).

Activitățile derulate în perioada octombrie 2025 - martie 2026 sunt următoarele:

- Determinarea profilului acizilor grași din grâu cultivat convențional prin analiza GC-FID (ITIM);
- Analiza moleculară a materialului vegetal de la specii *Solanum* sp. (UB);
- Optimizarea testelor de nutrigenomică pe celule pre-adipocite și evaluarea expresiei genelor asociate obezității (UB);
- Furnizarea mazării cultivate convențional (INMA) și măcinarea acesteia pentru a obține făină de mazăre (IBA);
- Analiza elementală a mazării cultivate convențional (INOE, USAMV);
- Furnizarea făinii de tescovină din struguri albi și negri, ingredient obținut în subactivitatea A3.2 - Exercițiu de bioeconomie circulară (USVT);
- Caracterizarea făinii de mazăre prin studiul efectului tratamentului termic asupra culorii și proprietăților funcționale ale acesteia (UDJG);
- Studiul digestibilității proteinelor din mazăre (UDJG);
- Studiul efectului tratamentului termic asupra activității inhibitorilor tripsinici (UDJG);
- Caracterizarea hidrolizatelor din mazăre obținute cu proteaze digestive (UDJG);



- Caracterizarea subproduselor rezultate la valorificarea strugurilor (UDJG);
- Analiza microbiologică a făinii de mazăre și tescovină (UDJG);
- Obținerea pastelor vegetale tartinabile (UDJG);
- Analiza microbiologică a pastelor vegetale tartinabile (UDJG);
- Evaluarea nutrițională a pastelor vegetale tartinabile (UDJG);
- Evaluarea senzorială a pastelor vegetale tartinabile (UDJG);
- Evaluarea texturii pastelor vegetale tartinabile (UDJG);
- Evaluarea culorii pastelor vegetale tartinabile (UDJG);
- Obținerea produselor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pieițe de roșii: paste, grisine, fursecuri și chifle (IBA);
- Analiza fizico-chimică a produselor obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) (IBA);
- Analiza reologică a produselor obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) (IBA);
- Caracterizarea microbiologică a produselor obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) (IBA);
- Determinarea conținutului total de fenoli și a activității antioxidante în produsele obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) (IBA);
- Caracterizarea texturală a produselor obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) (IBA);
- Evaluarea culorii produselor obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) (IBA);
- Analiza prin spectrometrie FT-IR a produselor obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) (IBA);
- Analiza senzorială a produselor obținute (paste, grisine, fursecuri și chifle) (IBA);
- Întocmirea rapoartelor de progres pentru IM3.11 - parțial 1 și IM3.11 - parțial 2 realizată de UDJG (P6), coordonator subactivitate A3.3;
- Întocmirea IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară realizată de UDJG (P6), coordonator subactivitate A3.3.

Activitățile realizate și raportate în cadrul IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară au respectat planul de lucru propus în proiect și s-au finalizat cu obținerea matricei 2 din materii prime cultivate convențional cu adaos de ingrediente obținute în subactivitatea A3.2 - Bioeconomie circulară și reprezentată de cel puțin două produse alimentare din materii prime cultivate convențional cu adaos de ingrediente din bioeconomia circulară, astfel:

- Paste vegetale tartinabile din leguminoase cultivate convențional - făină de mazăre galbenă și verde - și un ingredient din bioeconomia circulară - făină de tescovină din struguri negri;



- Paste făinoase, produse făinoase (grisine și fursecuri) și produse de panificație (chifle) din grâu cultivat convențional - făină de grâu - și un ingredient din bioeconomia circulară - făină din piețițe de roșii.

Produsele obținute au fost caracterizate complet din punct de vedere al compoziției biochimice, proprietăților fizico-chimice, microbiologice, tehnologice, nutriționale și senzoriale. Astfel, au fost determinate proprietățile texturale, reologice (în cazul produselor din făină de grâu), culoarea, aspectele igienice (evaluarea microbiologică) și analiza senzorială în vederea determinării acceptabilității de către consumatori potențiali, așa cum este prezentat în raport. De asemenea, au fost efectuate analize specifice, de exemplu determinarea conținutului de fenoli totali, a activității antioxidante și analiza cu spectroscopia FT-IR.

Cercetările prezentate în acest raport vor continua, în etapa următoare, cu obținerea matricei 3 din materii prime cultivate sustenabil cu adaos de ingrediente obținute în subactivitatea A3.2 - Bioeconomie circulară, respectiv cel puțin două produse obținute din materii prime cultivate sustenabil cu adaos de ingrediente din bioeconomia circulară. Pentru comparație pertinentă, aceste produse vor fi cel puțin următoarele:

- paste vegetale tartinabile din făină de mazăre cultivată sustenabil cu adaos de făină de tescovină din struguri negri;
- paste făinoase din făină de grâu cultivat sustenabil cu adaos de făină din piețițe de roșii.



Echipa de experți care a participat la realizarea activităților raportate și elaborarea Raportului IM3.11 (final)

IM3.11 - Raport experimental de obținere a unui produs alimentar folosind materii prime convenționale și un ingredient obținut prin bioeconomie circulară (final)

Nume și prenume	Funcția în proiect	Contribuția la activitate
P6 UDJG - Coordonator al subactivității A3.3		
TURTOI Maria	Responsabil A3.3 / Cercetător - expert	Coordonarea activităților de cercetare din subactivitatea A3.3 Colectare livrabile parțiale de la partenerii din proiect și întocmirea rapoartelor de progres: RP4_A3.3_IM3.11-partial-1_UDJG RP5_A3.3_IM3.11_Partial-2_UDJG și a raportului final: A3.3_IM3.11_UDJG_Raport
APRODU Iuliana	Cercetător - expert	Caracterizarea făinii din semințe de struguri și a făinii din coajă de struguri Obținerea și caracterizarea produsului alimentar din mazăre cultivată convențional cu adaos de făină de tescovină obținută prin bioeconomie circulară (coordonare cercetare UDJG și redactare rapoarte tehnice partener UDJG)
BARI Daniela	Asistent cercetare	Obținerea produsului alimentar din mazăre cultivată convențional cu adaos de făină de tescovină obținută prin bioeconomie circulară
CONSTANTIN Oana Emilia	Cercetător - expert	Analiza microbiologică a făinii de tescovină, a făinii de mazăre verde convențională, tratată termic și a pastei vegetale tartinabile



Nume și prenume	Funcția în proiect	Contribuția la activitate
P6 UDJG - Coordonator al subactivității A3.3 (continuare)		
PATRAȘCU Livia	Cercetător - expert	Caracterizarea făinii din semințe de struguri și a făinii din coajă de struguri Obținerea și caracterizarea produsului alimentar din mazăre cultivată convențional cu adaos de făină de tescovină obținută prin bioeconomie circulară
VASILEAN Ina	Cercetător - expert	Caracterizarea făinii din semințe de struguri și a făinii din coajă de struguri Obținerea și caracterizarea produsului alimentar din mazăre cultivată convențional cu adaos de făină de tescovină obținută prin bioeconomie circulară
IBA - Lider proiect		
CUCU Șerban	Cercetător - expert	Analize fizico-chimice ale făinii de mazăre Coordonare activitate din partea IBA și comunicare cu responsabilul de activitate; Caracterizare senzorială a produselor obținute (paste, grisine, fursecuri, chifle) - participare în panelul de lucru; Determinarea proprietăților texturale
NICOLCIOIU Bogdan	Cercetător - expert	Caracterizarea materiilor prime prin metode fizico-chimice; Obținere produse - paste, grisine, fursecuri, chifle; Caracterizare senzorială a produselor obținute - participare în panelul de lucru; Analiza conținutului total de fenoli și activitatea antioxidantă
FLOREA Cristian	Cercetător - expert	Caracterizarea materiilor prime prin metode fizico-chimice; Obținere produse - paste, grisine, fursecuri, chifle; Caracterizare senzorială a produselor obținute - participare în panelul de lucru; Analiza conținutului total de fenoli și activitatea antioxidantă
ANGHEL Mihaela	Cercetător - expert	Analiza conținutului total de fenoli și activitatea antioxidantă; Determinarea culorii



Nume și prenume	Funcția în proiect	Contribuția la activitate
IBA - Lider proiect (continuare)		
SUSMAN Iulia	Cercetător - expert	Caracterizare materii prime prin metode reologice; Caracterizare senzorială a produselor obținute - participare în panelul de lucru; Analiza conținutului total de fenoli și activitatea antioxidantă
CRIVEANU STAMATIE Gabriela	Cercetător - expert	Caracterizare senzorială a produselor obținute - coordonare panel experți, interpretare și prelucrare rezultate obținute; Determinarea proprietăților texturale; Determinarea culorii
ADASCĂLULUI Marian	Cercetător - expert	Caracterizare microbiologică a produselor obținute
MANOLACHE Fulvia	Cercetător - expert	Caracterizare senzorială a produselor obținute - participare în panelul de lucru și prelucrare rezultate obținute; Analize prin spectroscopie FT-IR
P1 INOE		
BECZE Anca	Cercetător - expert	Coordonarea analizelor elementale ale materiilor prime, interpretarea datelor experimentale și contribuții la redactarea și integrarea rezultatelor în cadrul raportului
SOCACIU Bianca Nicoleta	Cercetător - expert	Realizarea analizelor elementale, pregătirea și prelucrarea probelor, procesarea și validarea datelor experimentale
P2 ITIM		
COVACIU Florina	Cercetător - expert	Determinarea profilului acizilor grași din grâu cultivat convențional prin analiza GC-FID Determinarea profilului acizilor grași și a indicilor nutriționali în grâu cultivat în regim ecologic; stabilirea profilului complet al acizilor grași și analiza comparativă a două materii prime fundamentale: grâu și mazăre crescute în regim convențional.



Nume și prenume	Funcția în proiect	Contribuția la activitate
P2 ITIM (continuare)		
MAGDAȘ Dana Alina	Cercetător - expert	Coordonarea activității desfășurate de INCDTIM în cadrul subactivității A3.3. Coordonarea activității dedicate determinării profilului acizilor grași din probe de grâu și de mazăre; Contribuții privind analiza statistică în vederea diferențierii probelor de grâu în raport cu regimul de creștere (organic vs. convențional), pe baza amprentei izotopice și elementale și profilului de acizi grași.
MAGDAȘ Ariana	Cercetător - expert	Evaluarea statistică a setului experimental de date obținut în urma analizei probelor de grâu pentru determinarea rapoartelor izotopice ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^2\text{H}/^1\text{H}$ și $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$), a conținutului de macro-elemente (Na, Mg, K, Ca) și micro-elemente (Cu, Ni, Fe, Mn) și a profilului acizilor grași, în vederea identificării markerilor de diferențiere a grâului provenit din sistemul de agricultură convențională de cel cultivat în sistem ecologic
DAVID Maria	Cercetător - expert	Contribuții privind analiza probelor de grâu cultivat în regim ecologic cu ajutorul spectrometrului de absorbție atomică în flacără, ContraAA 800D. Participare la determinarea profilului izotopic al probelor de grâu organic.
CRISTEA Gabriela	Cercetător - expert	Amprentarea izotopică ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) a probelor de grâu și de mazăre; interpretarea rezultatelor obținute în urma amprentării izotopice a probelor vegetale.
DEHELEAN Adriana	Cercetător - expert	Contribuții privind analiza macro-mineralelor (Na, Mg, Ca, K) și oligoelementelor (Cu, Fe, Mn) pentru setul de probe format din 3 probe de grâu, obținute prin practici de agricultură organică
PETRICĂ Nicoleta	Cercetător - expert	Înregistrarea și prepararea probelor de grâu crescute în regim ecologic în vederea determinării profilului izotopic și elemental. Determinarea amprentei izotopice ^{13}C aferentă probelor de grâu obținute printr-un regim de creștere ecologic.



Nume și prenume	Funcția în proiect	Contribuția la activitate
P2 ITIM (continuare)		
PUȘCAȘ Romulus	Cercetător - expert	Prepararea probelor de grâu crescute în regim ecologic utilizând procesul de distilare criogenică pentru extragerea totală a apei și determinarea amprentelor izotopice ale $\delta^2\text{H}$ și $\delta^{18}\text{O}$ cu ajutorul analizorului de izotopi pentru probe lichide.
CUREAN Ioana	Cercetător - expert	Contribuții privind determinarea profilului acizilor grași și a indicilor nutriționali în grâu cultivat în regim ecologic, precum și în două probe (grâu și mazăre) crescute în regim convențional.
P3 USV Timișoara		
RADULOV Isidora	Cercetător - expert	Furnizarea făinii de tescovină de struguri albi și negri
P7 UB		
GRĂDIȘTEANU Grațela	Cercetător - expert	Analiză moleculară - extragere ADN din probe vegetale, frunze de la plante din genul <i>Solanum</i> sp.
TEGA Iulian	Cercetător - expert	Analiză moleculară - extragere ADN din probe vegetale, frunze de la plante din genul <i>Solanum</i> sp. Instalare și punere în funcțiune PCR digital Optimizarea testelor de nutrigenomică pe celule pre-adipocite și evaluarea expresiei genelor asociate obezității

Responsabil întocmire raport RP5_A3.3_IM3.11-partial-2_UDJG

Maria TURTOI

Responsabil Subactivitate A3.3



Anexe

Anexa 1. Scheme de operații

Anexa 1 conține schemele de operații pentru obținerea produselor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii.

Anexa 1.1. Schema de operații pentru obținerea pastelor făinoase

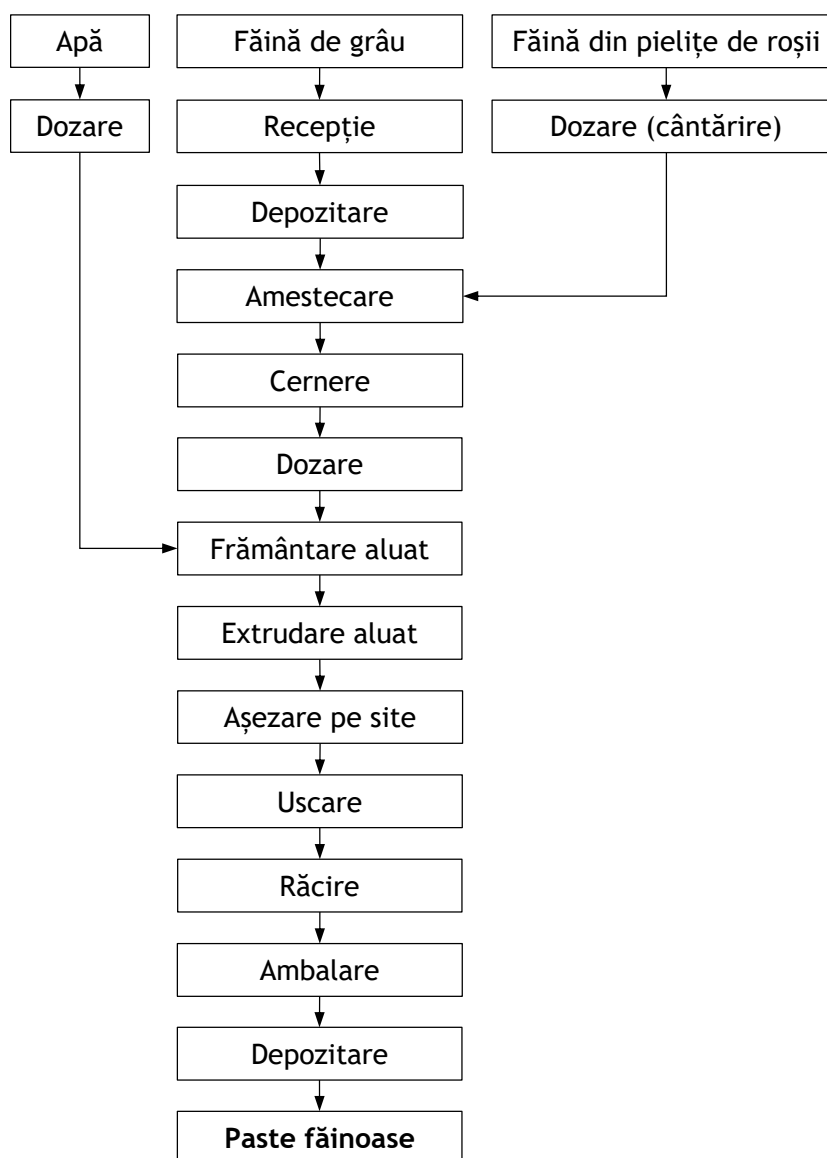


Fig. A.1.1. Schema de operații a procesului tehnologic de obținere a pastelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielițe de roșii



Anexa 1.2. Schema de operații pentru obținerea grisinelor

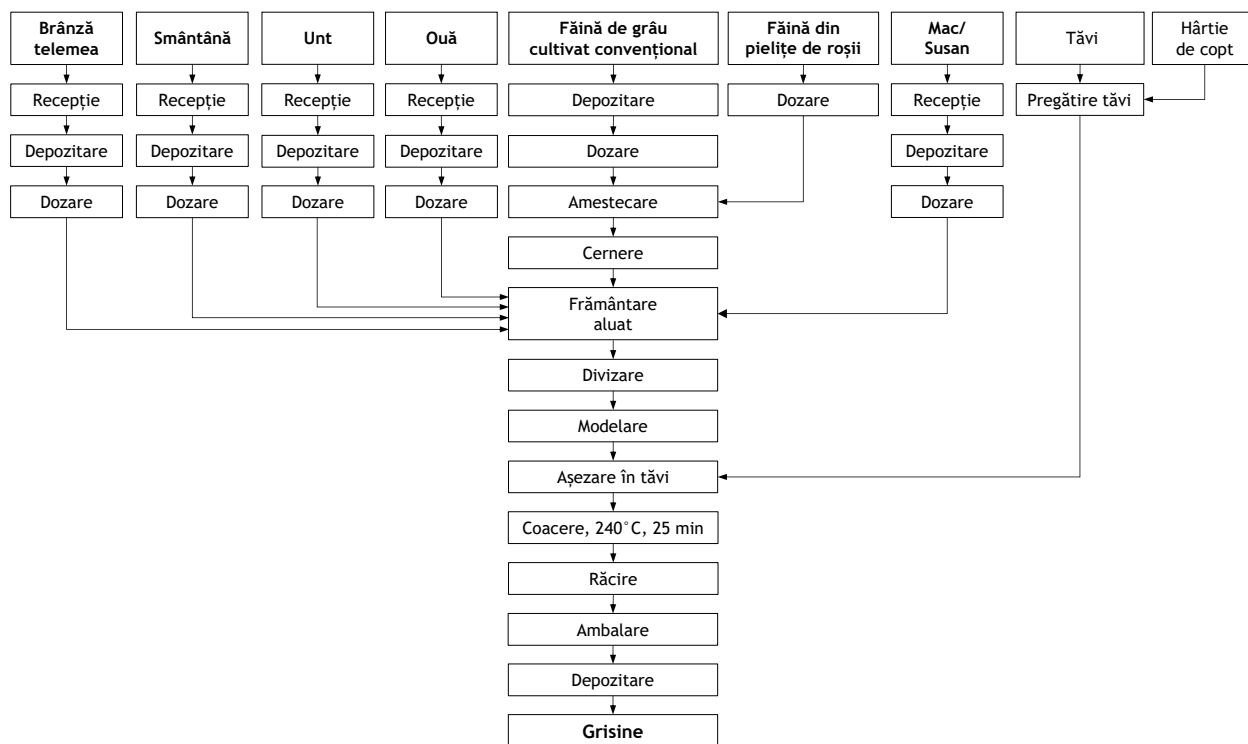


Fig. A1.2. Schema de operații a procesului tehnologic de obținere a grisinelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielite de roșii



Anexa 1.3. Schema de operații pentru obținerea fursecurilor

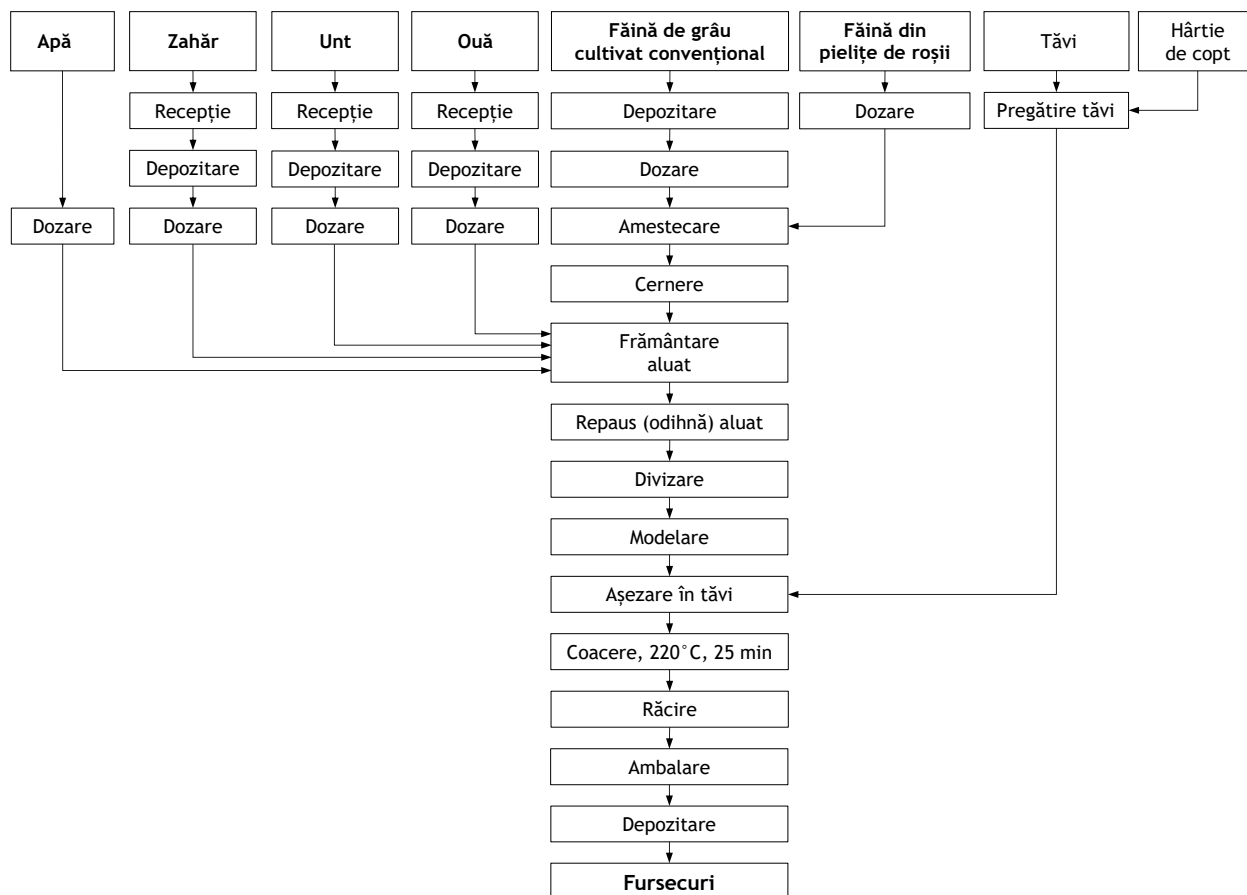


Fig. A1.3. Schema de operații a procesului tehnologic de obținere a fursecurilor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din piele de roșii



Anexa 1.4. Schema de operații pentru obținerea chiflelor

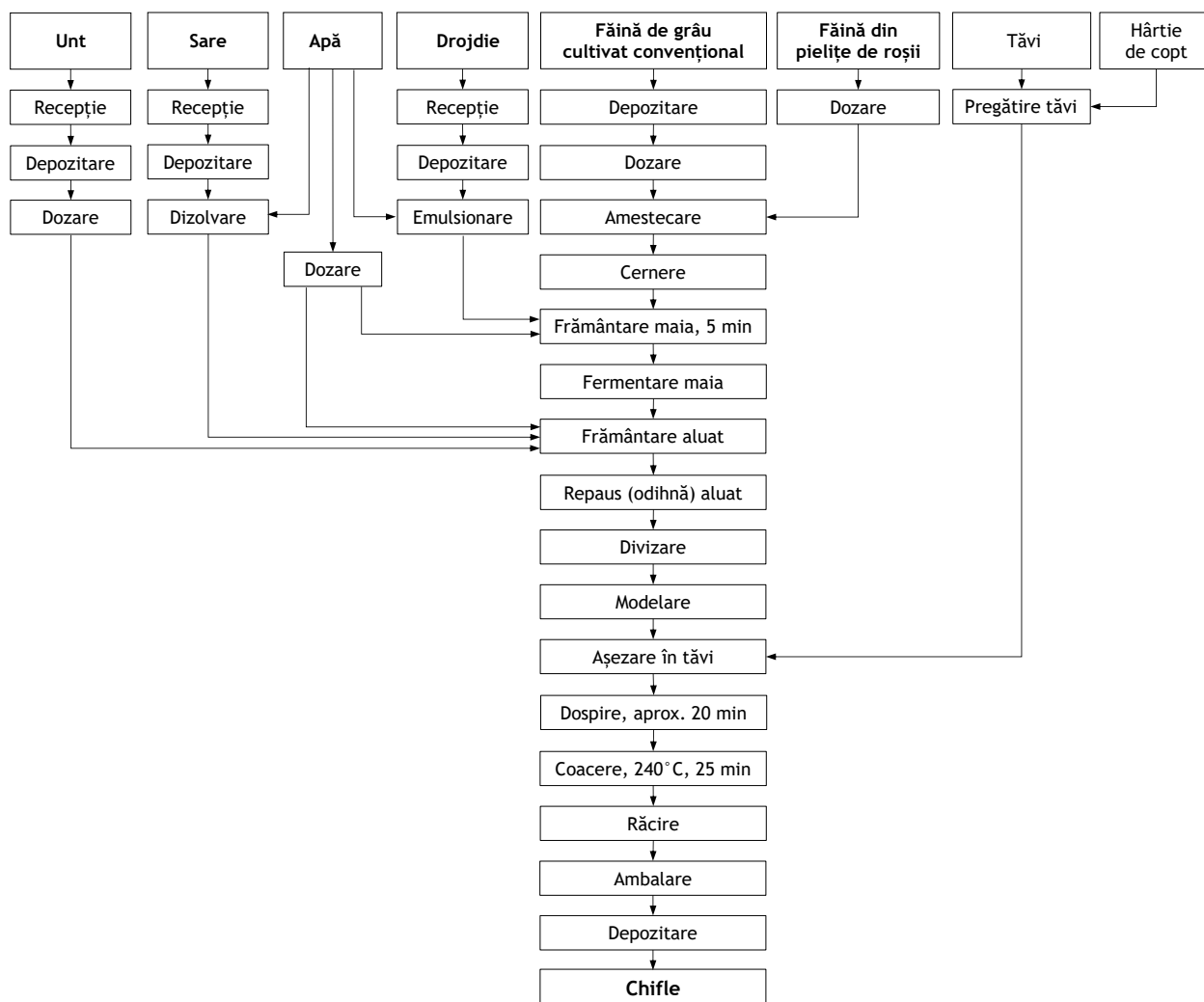


Fig. A1.4. Schema de operații (bloc) a procesului tehnologic de obținere a chiflelor din făină de grâu cultivat convențional cu adaos de făină din pielite de roșii



Anexa 2. Farinograme

Anexa 2 conține farinogramele obținute la analiza reologică a făinii de grâu și a amestecurilor de făină de grâu cu 5%, 10% și 15% făină din pielite de roșii, obținute cu Farinograful Brabender

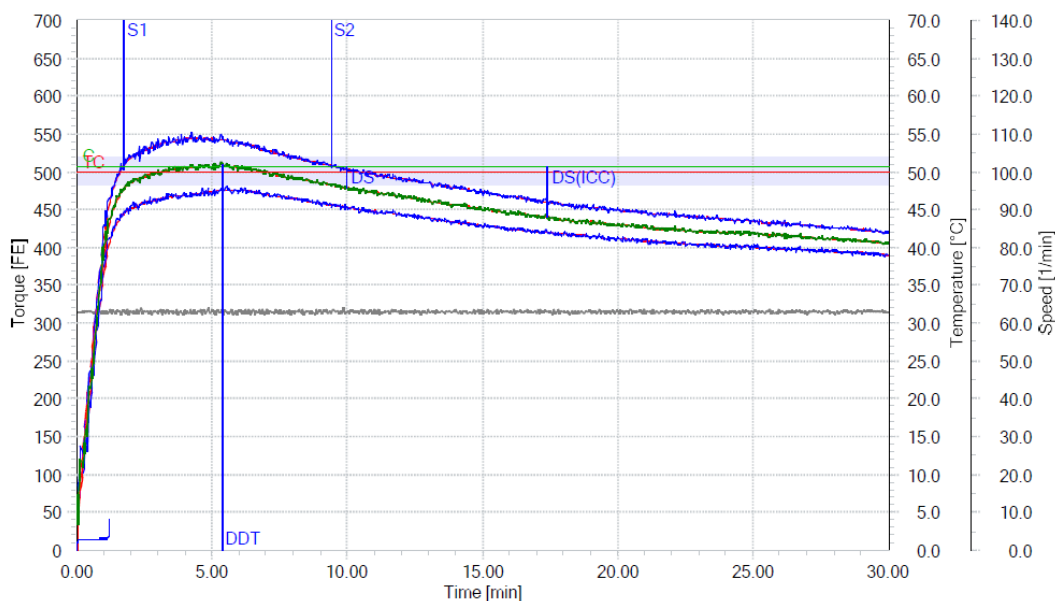


Fig. A2.1. Farinograma obținută pentru proba martor (făină de grâu 100%)

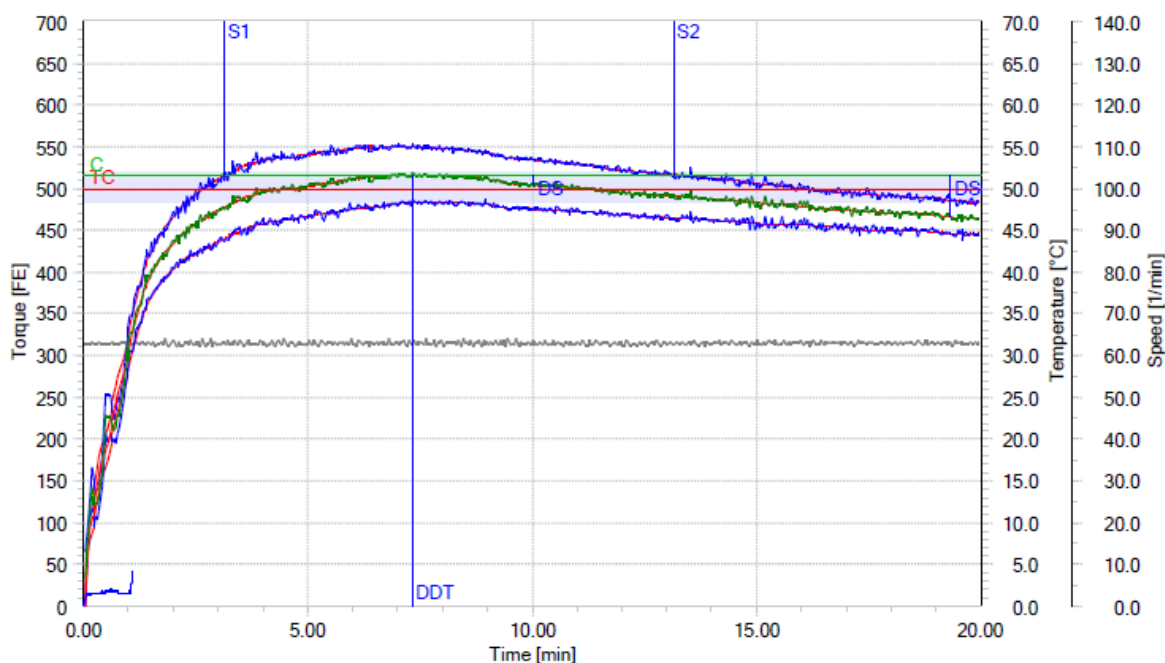


Fig. A2.2. Farinograma obținută pentru proba din FG + 5% FP

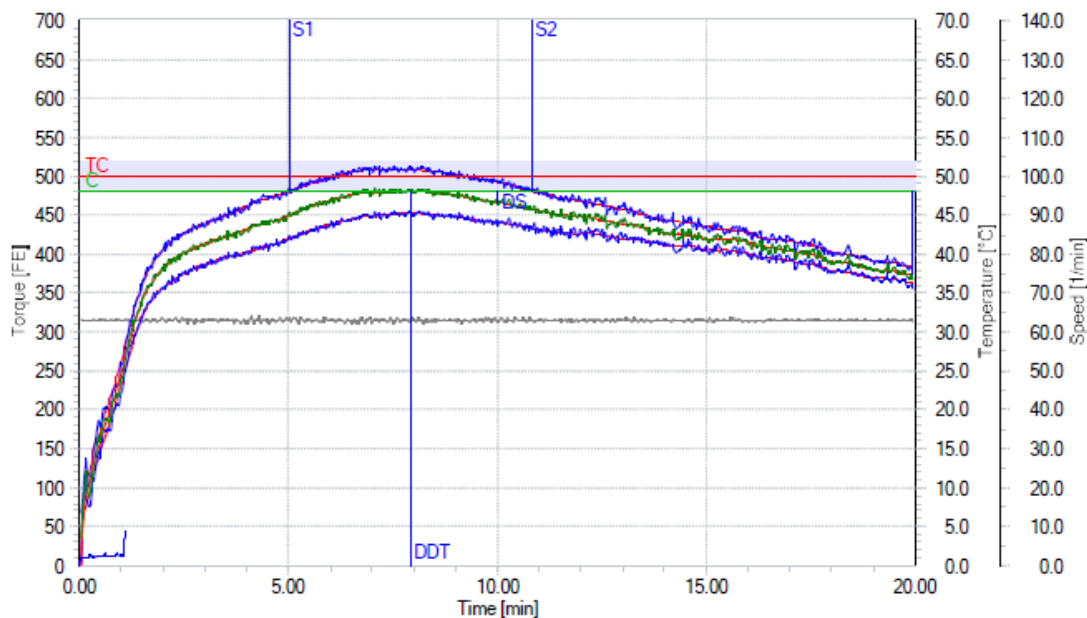


Fig. A2.3. Farinograma obținută pentru proba din FG + 10% FP

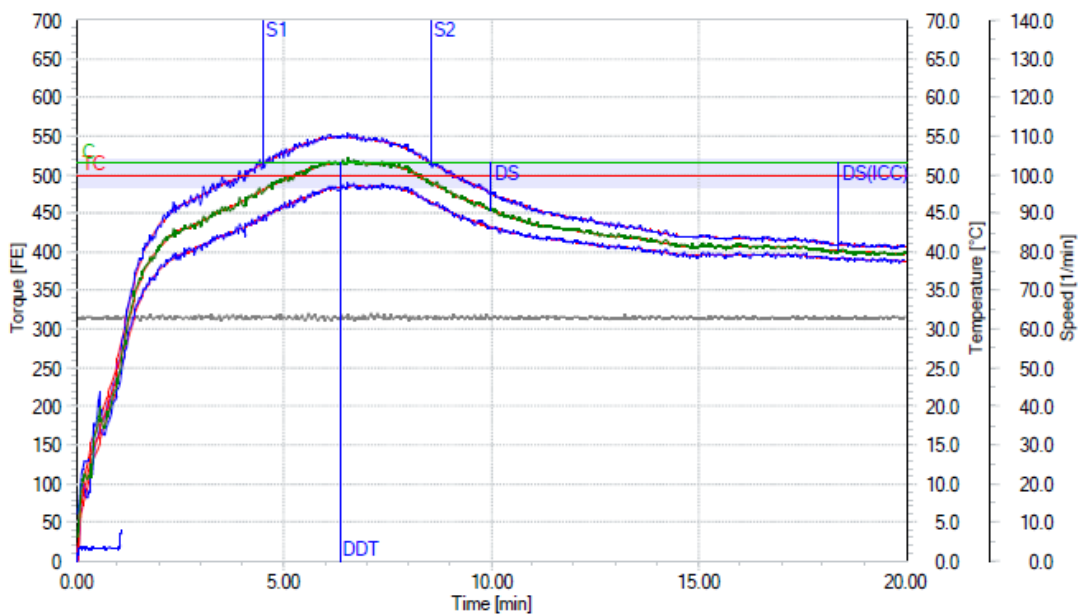


Fig. A2.4. Farinograma obținută pentru proba din FG + 15% FP



Anexa 3. Extensograme

Anexa 3 conține extensogramele obținute la analiza reologică a făinii de grâu și a amestecurilor de făină de grâu cu 5%, 10% și 15% făină din pielite de roșii, obținute cu Extensograful Brabender

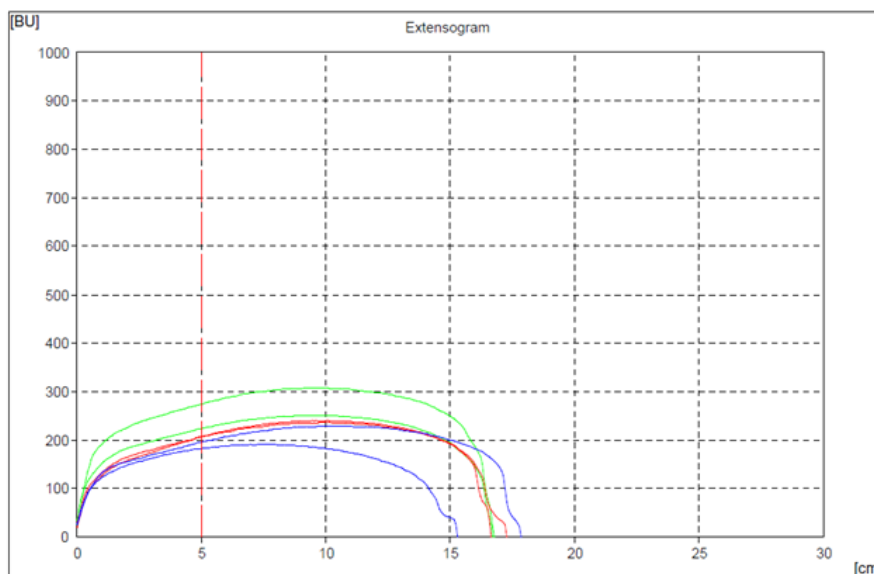


Fig. A3.1. Extensograma obținută pentru proba martor (făină de grâu 100%)

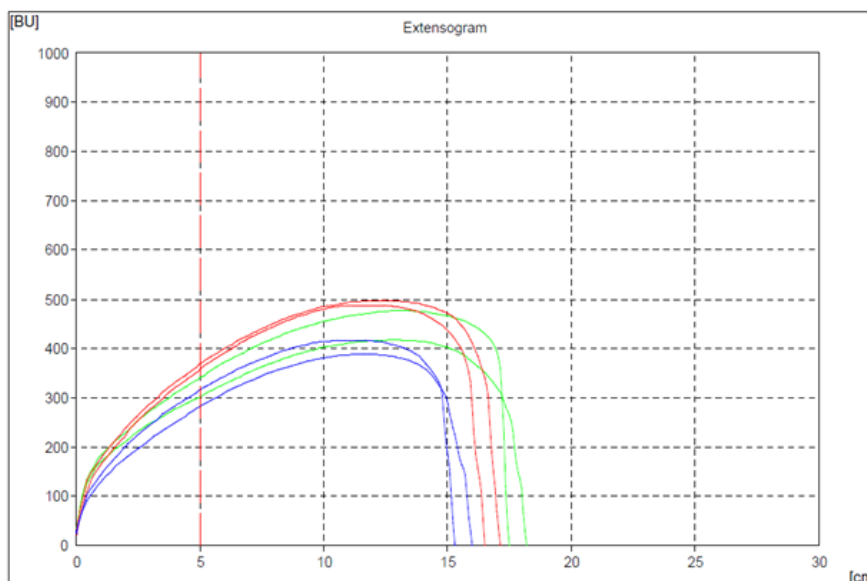


Fig. A3.2. Extensograma obținută pentru proba din FG + 5% FP

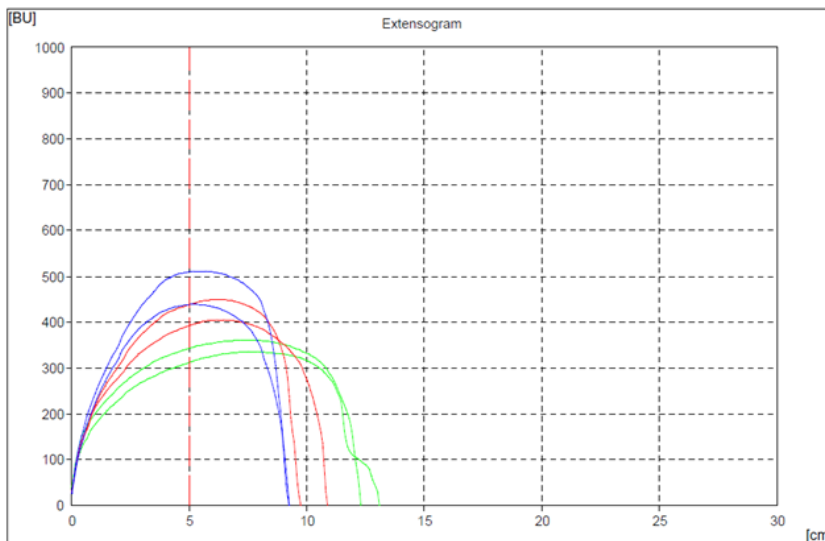


Fig. A3.3. Extensograma obținută pentru proba din FG + 10% FP

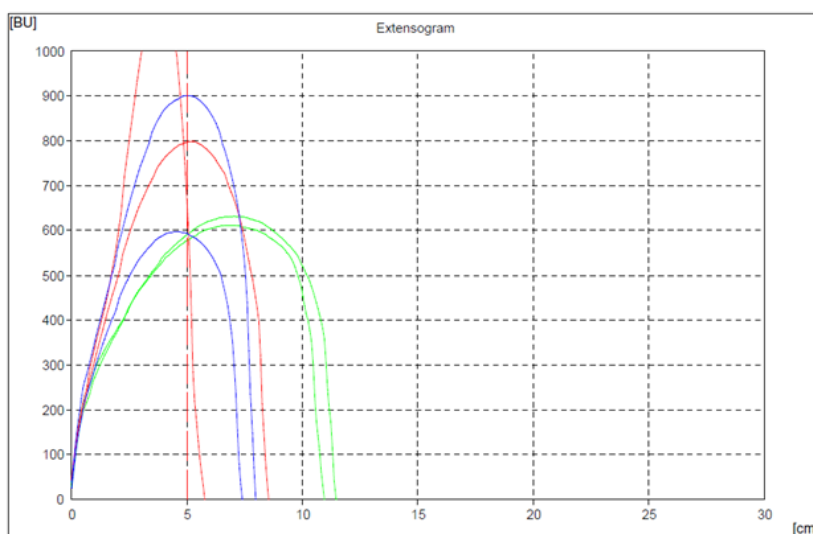


Fig. A3.4. Extensograma obținută pentru proba din FG + 15% FP



Anexa 4. Spectre FT-IR

Anexa 4 conține spectrele obținute la analiza prin spectroscopie FT-IR a făinii albe de grâu, făinii din pielite de roșii, și a produselor obținute (paste, grisine, fursecuri, chifle) și tabele cu legenda specifică - atribuirea benzilor caracteristice și semnificația grupărilor funcționale identificate

Anexa 4.1. Spectrele FT-IR ale făinii albe de grâu

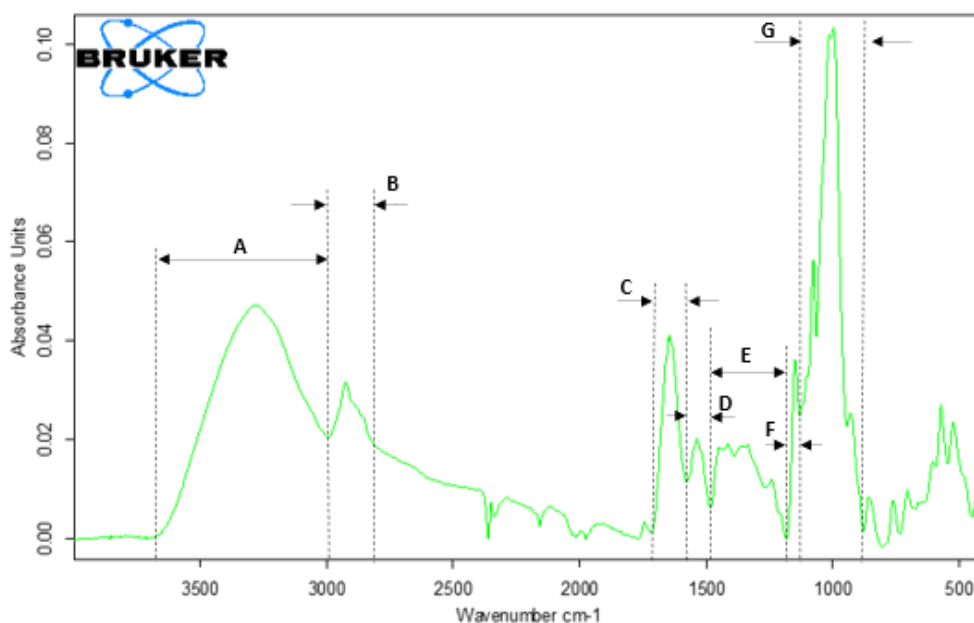


Fig. A4.1. Spectrul FT-IR al făinii albe de grâu, soiul Arnold

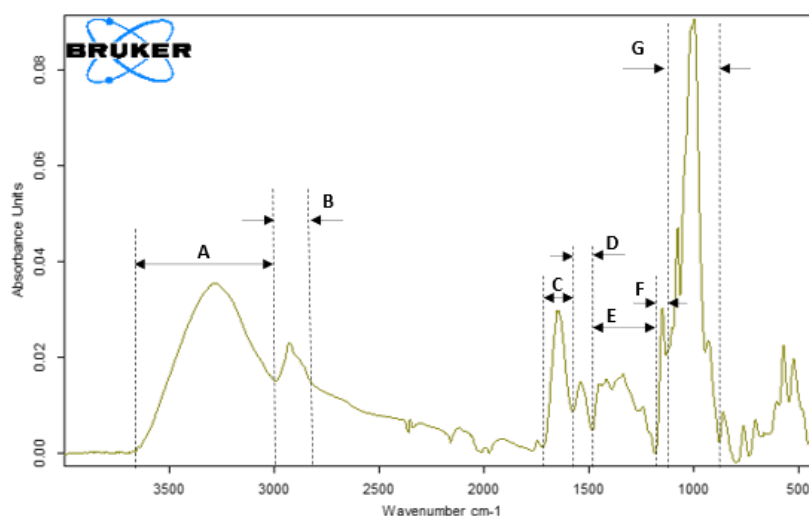


Fig. A4.2. Spectrul FT-IR al făinii albe de grâu 650



Tabelul A4.1. Legenda specifică figurilor 4.27 și 4.28

Legendă	Semnificație, atribuire
A	-OH din fibre celulozice, -OH din apă (vibrație de întindere)
B	C-H aromatic și alifatic din proteine
C	Amidă I (C=O) sau C=O din acizi (vibrație de alungire)
D	Amidă II (N-H, C-N)
E, F	C-H și O-H (vibrații de deformare)
G	Amidon, vibrații de deformare C-O, C-C

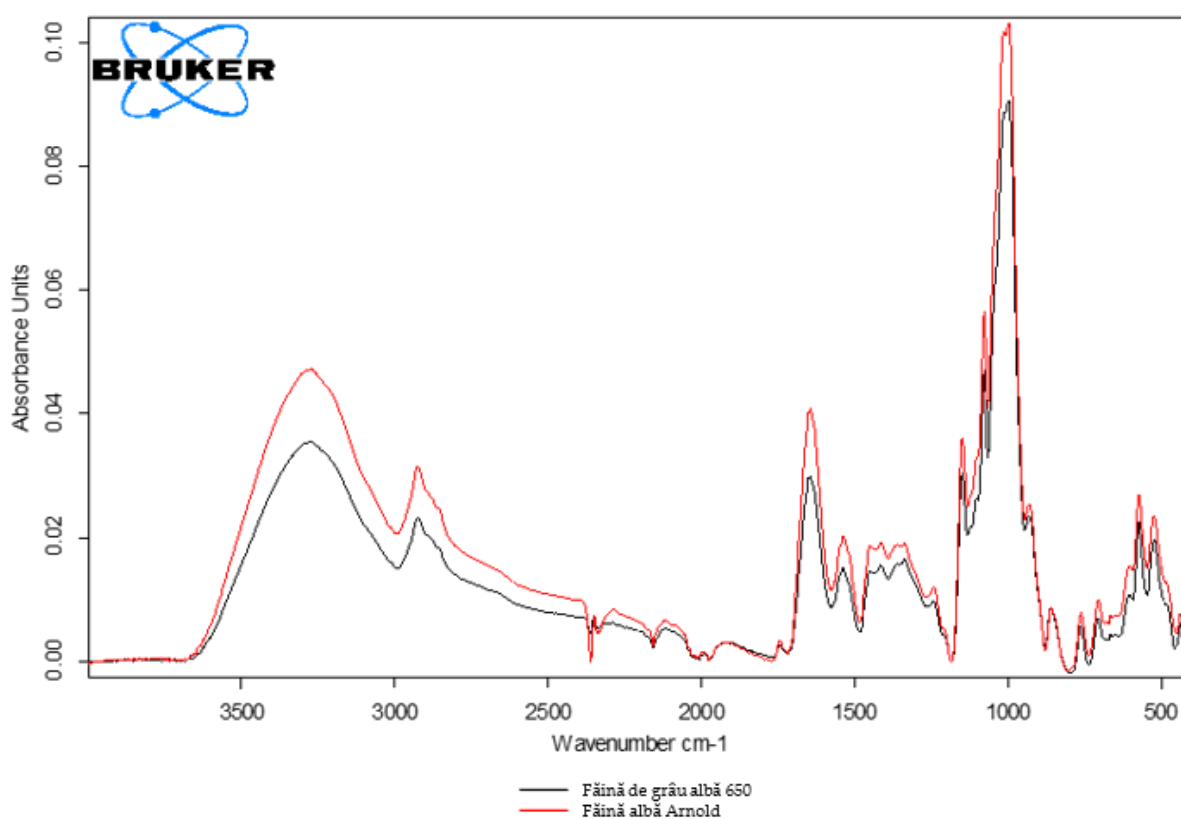


Fig. A4.3. Spectrele FT-IR suprapuse ale făinurilor albe



Anexa 4.2. Spectrele FT-IR ale făinii din pielițe de roșii

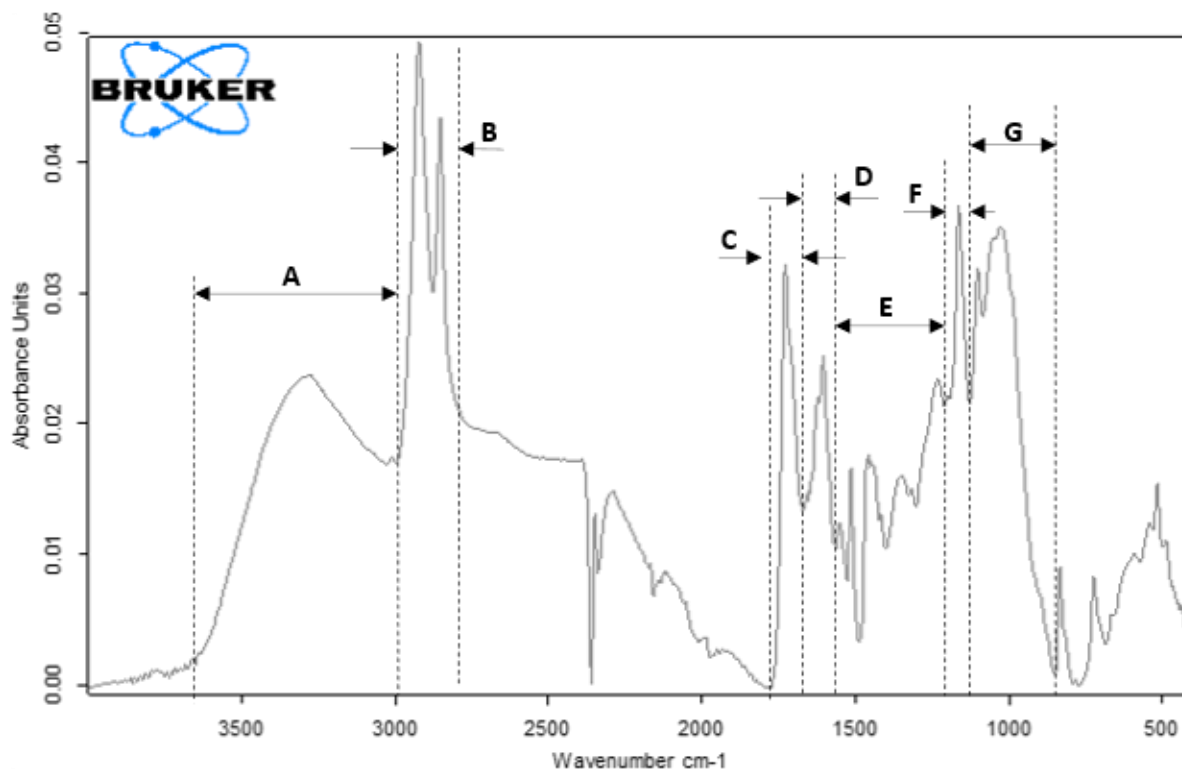


Fig. A4.4. Spectrul FT-IR al făinii din pielițe de roșii

Tabelul A4.2. Legenda specifică figurii A4.4

Legendă	Semnificație, atribuire
A	-OH din fibre celulozice, -OH din apă (vibrație de întindere)
B	C-H aromatic și alifatic din proteine
C	C-H alchil
D	Amidă I (C=O) sau C=O din acizi (vibrație de alungire)
E	Amidă II (N-H, C-N)
F	Amidă III (CH, NH)
G	Fibre și zaharuri



Anexa 4.3. Spectrele FT-IR ale pastelor

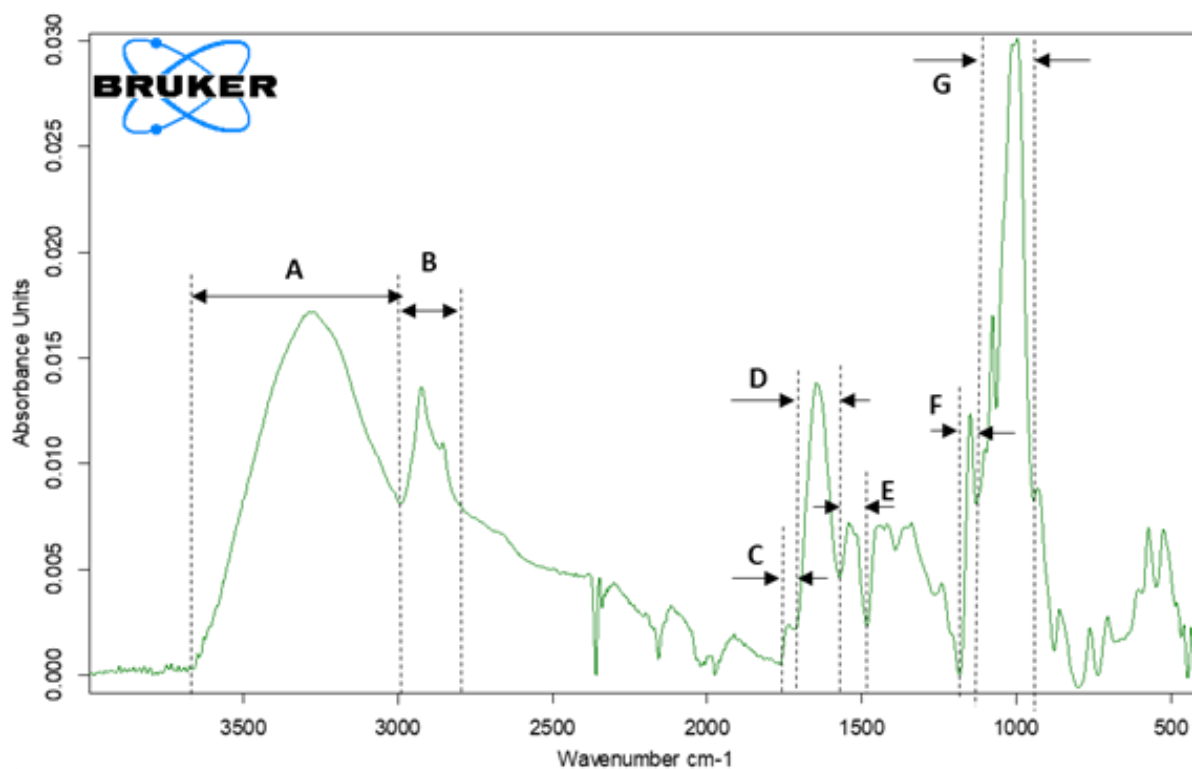


Fig. A4.5. Spectrul FT-IR al pastelor (P4) obținute din FG Arnold cu adaos de 15% FP

Tabelul A4.3. Legenda specifică figurii A4.5

Legendă	Semnificație, atribuire
A	-OH din fibre celulozice, -OH din apă (vibrație de întindere)
B	C-H aromatic și alifatic din proteine
C	C-H alchil
D	Amidă I (C=O) sau C=O din acizi (vibrație de alungire)
E	Amidă II (N-H, C-N)
F	Amidă III (CH, NH)
G	Amidon

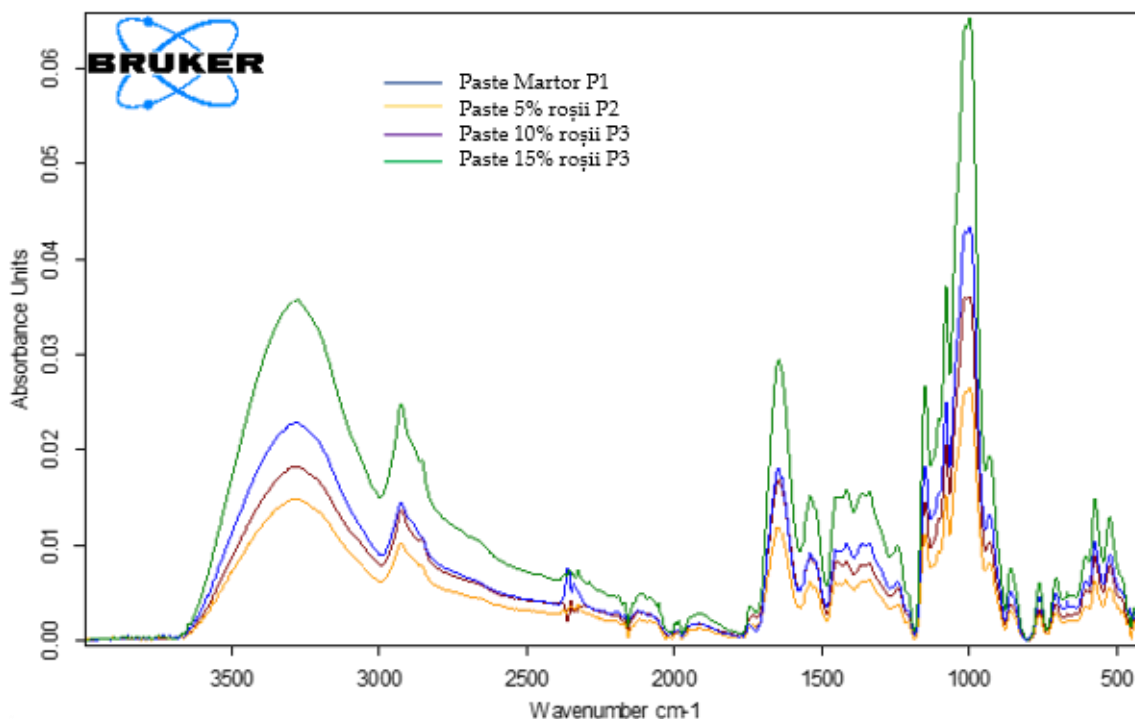


Fig. A4.6. Spectrele FT-IR suprapuse ale pastelor

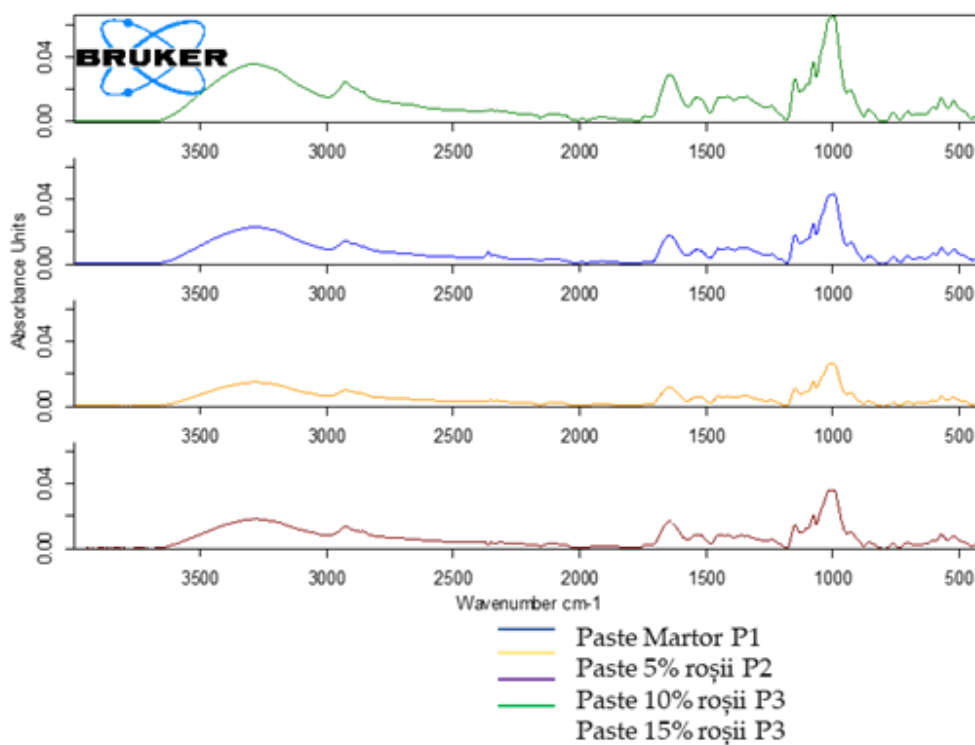


Fig. A4.7. Spectrele FT-IR ale pastelor



Anexa 4.4. Spectrele FT-IR ale grisinelor

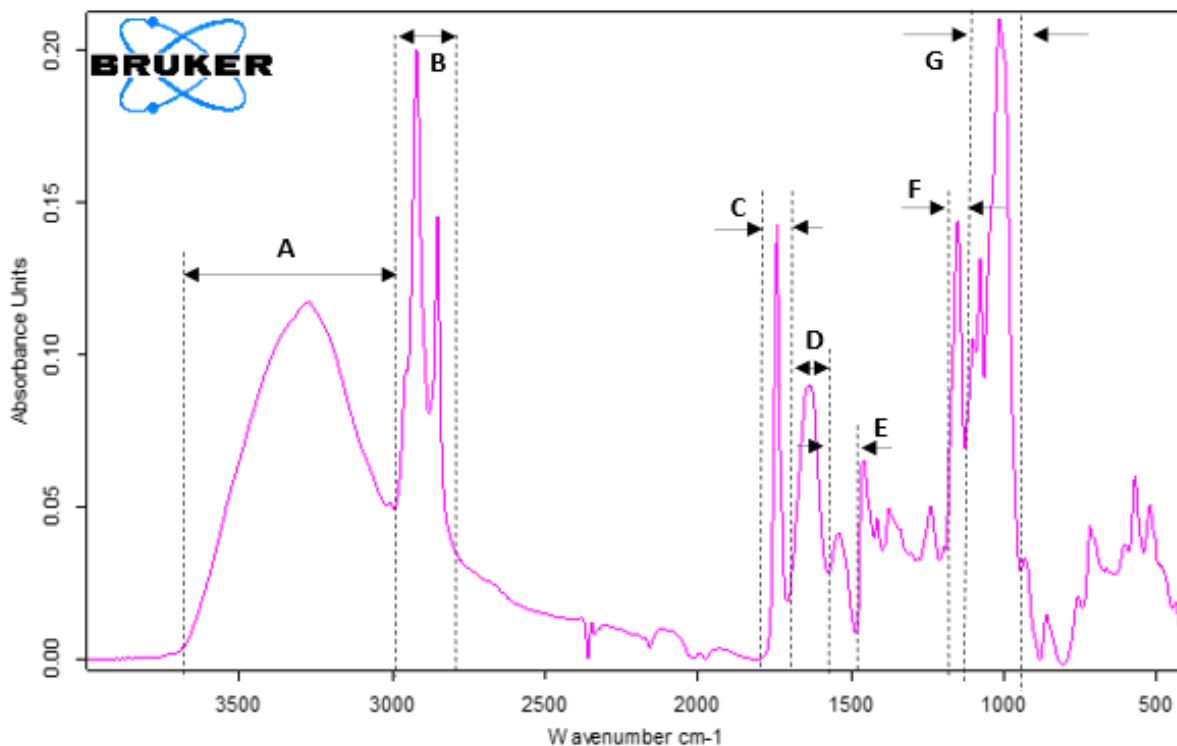


Fig. A4.8. Spectrul FT-IR al grisinelor (P8) obținute din FG Arnold cu adaos de 15% FP

Tabelul A4.4. Legenda specifică figurii A4.8

Legendă	Semnificație, atribuire
A	-OH din fibre celulozice, -OH din apă (vibrație de întindere)
B	C-H aromatic și alifatic din proteine
C	C-H alchil
D	Amidă I (C=O) sau C=O din acizi (vibrație de alungire)
E	Amidă II (N-H, C-N)
F	Amidă III (CH, NH)
G	Amidon

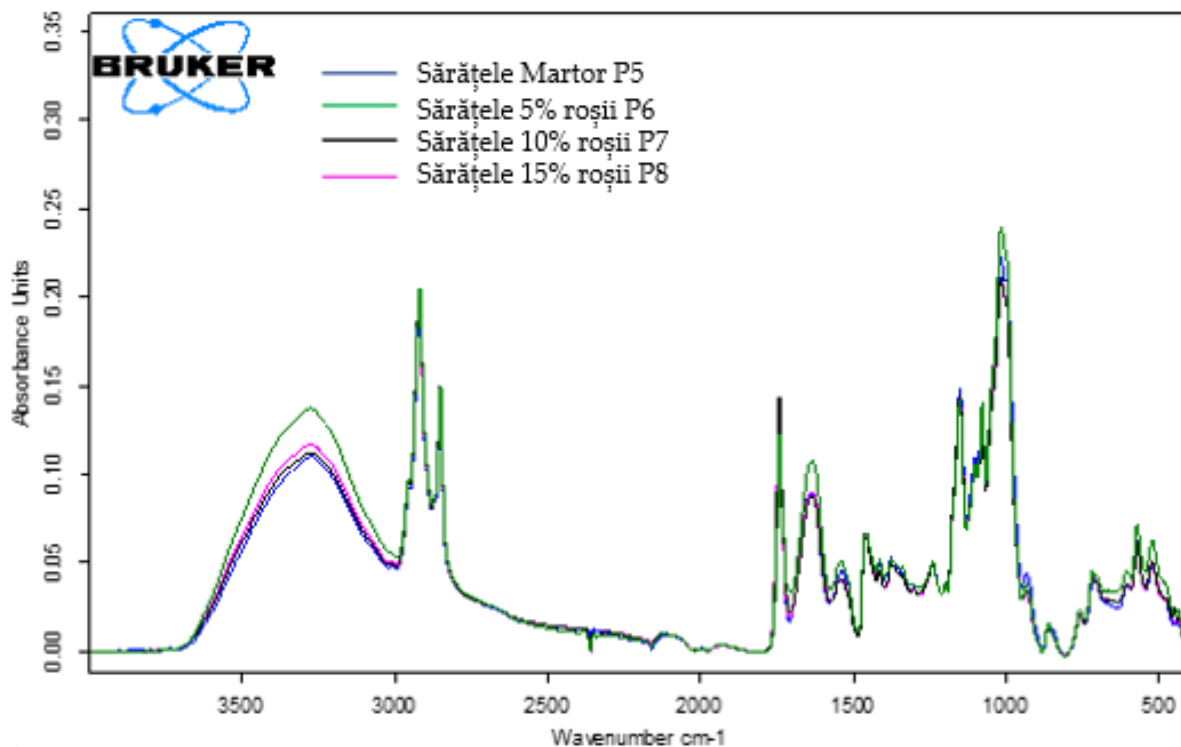


Fig. A4.9. Spectrele FT-IR suprapuse ale grisinelor

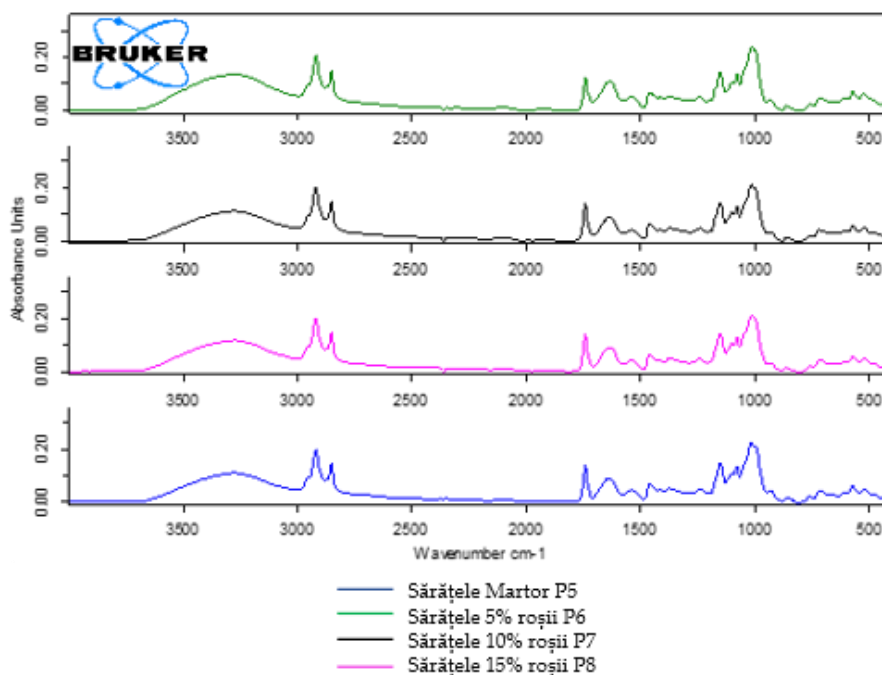


Fig. A4.10. Spectrele FT-IR alăturate ale grisinelor



Anexa 4.5. Spectrele FT-IR ale fursecurilor

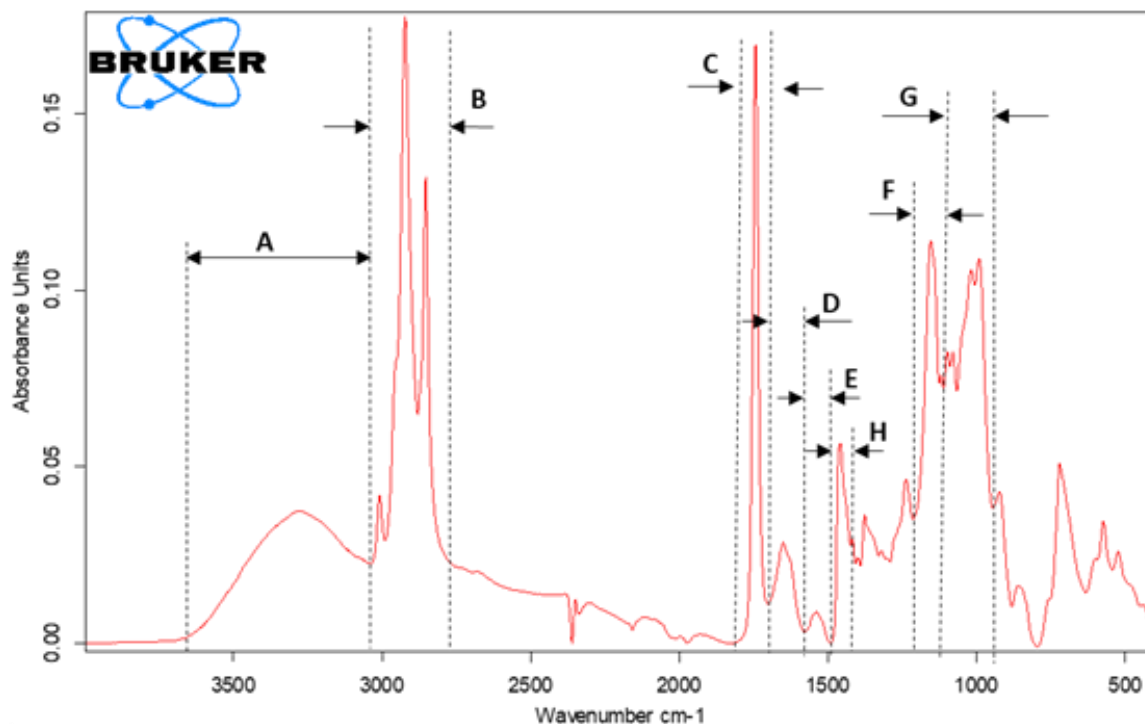


Fig. A4.11. Spectrul FT-IR al fursecurilor (P12) obținute din FG Arnold cu adaos de 15% FP

Tabelul A4.5. Legenda specifică figurii A4.11

Legendă	Semnificație, atribuire
A	-OH din fibre celulozice, -OH din apă (vibrație de întindere)
B	C-H aromatic și alifatic din proteine
C	C-H alchil
D	Amidă I (C=O) sau C=O din acizi (vibrație de alungire)
E	Amidă II (N-H, C-N)
F	Amidă III (CH, NH)
G	Amidon
H	Vibrație de deformare -CH ₂ -

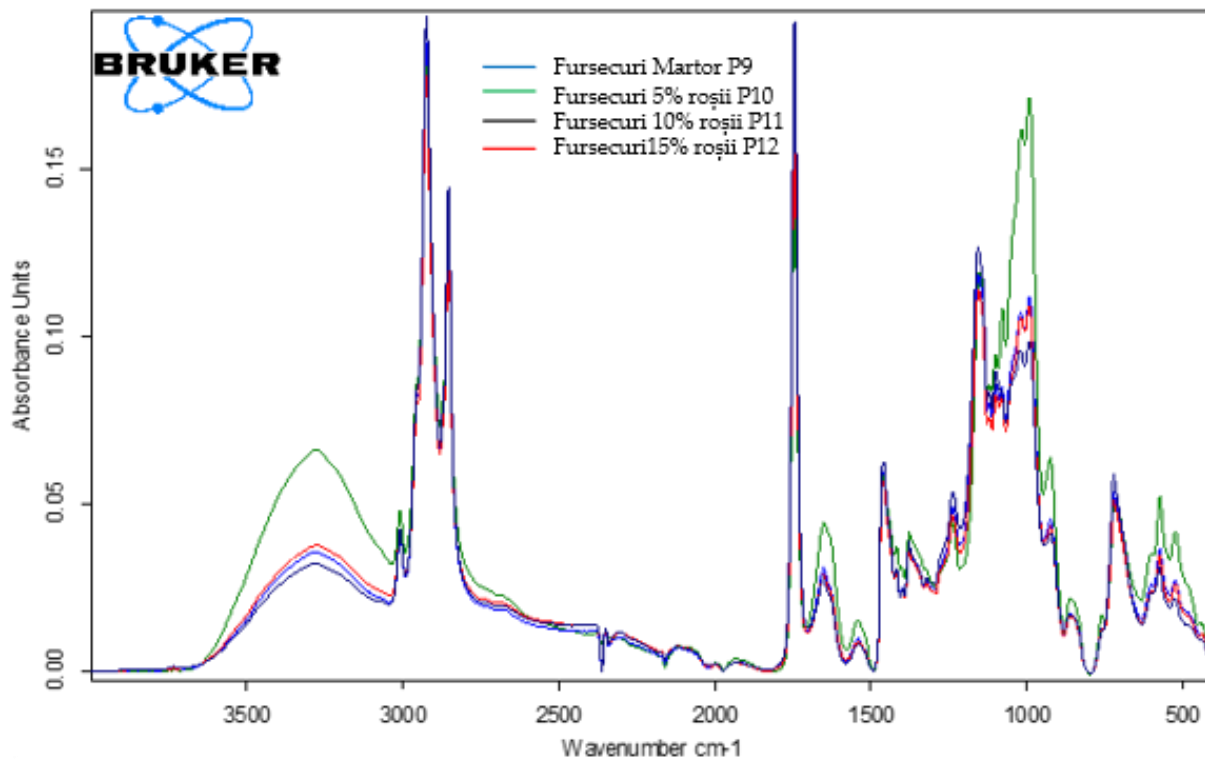


Fig. A4.12. Spectrele FT-IR suprapuse ale fursecurilor

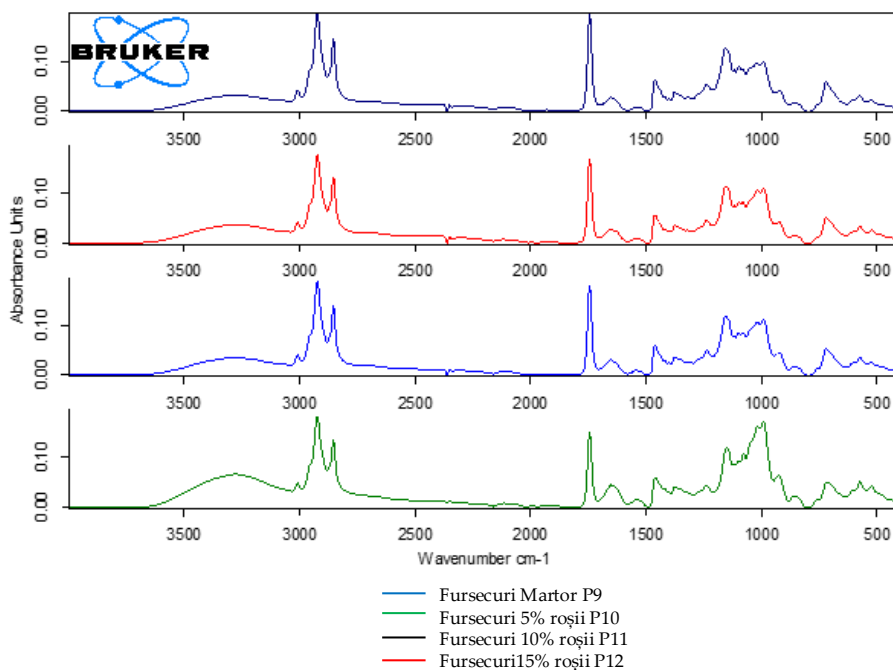


Fig. A4.13. Spectrele FT-IR alăturate ale fursecurilor



Anexa 4.6. Spectrele FT-IR ale chiflelor

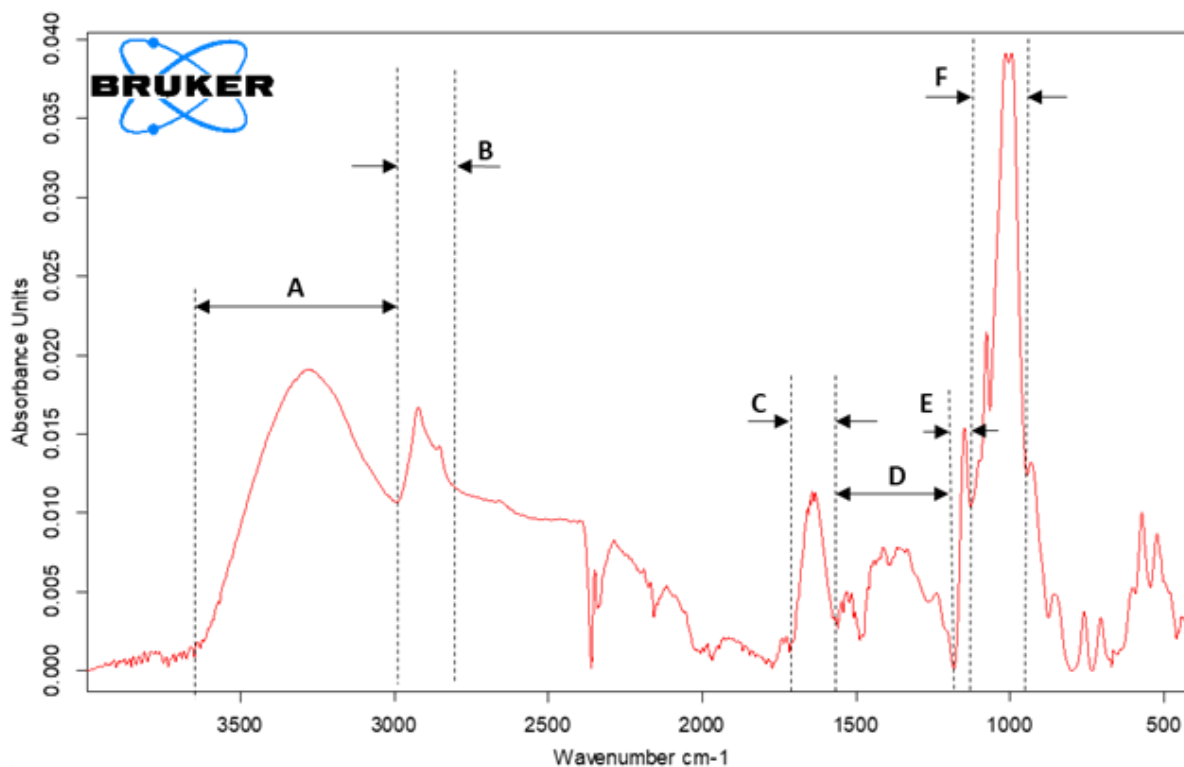


Fig. A4.14. Spectrul FT-IR al chiflelor (P16) obținute din FG Arnold cu adaos de 15% FP

Tabelul A4.6. Legenda specifică figurii A4.13

Legendă	Semnificație, atribuire
A	-OH din fibre celulozice, -OH din apă (vibrație de întindere)
B	C-H aromatic și alifatic din proteine
C	C-H alchil
D	Amidă II (N-H, C-N)
E	Amidă III (CH, NH)
F	Amidon

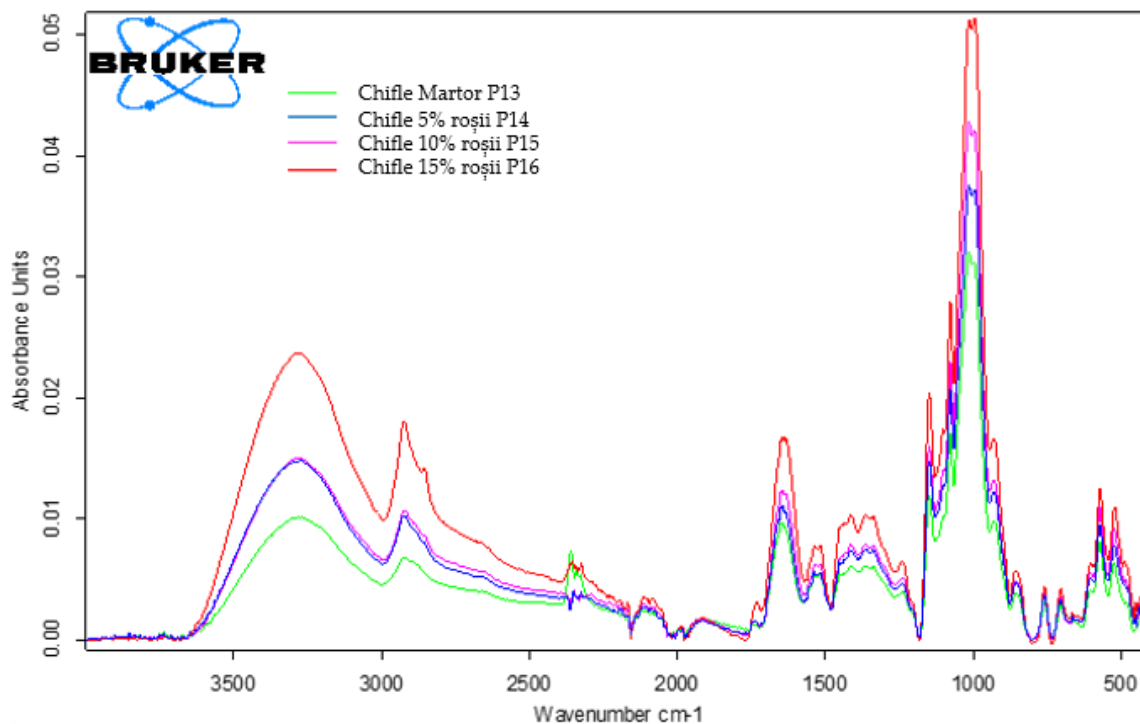


Fig. A4.15. Spectrele FT-IR suprapuse ale chiflilor

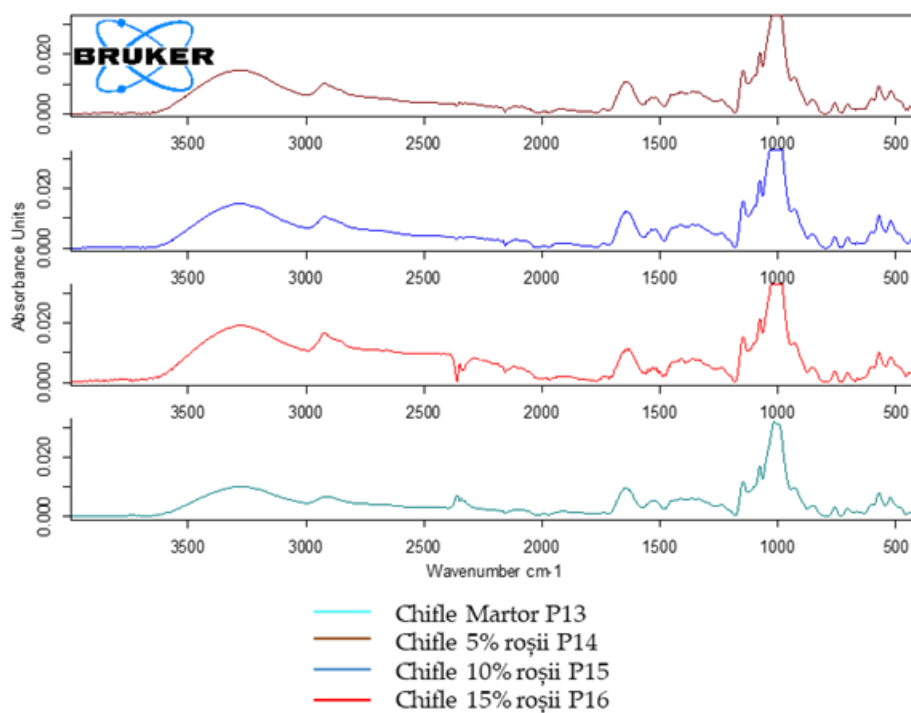


Fig. A4.16. Spectrele FT-IR alăturate ale chiflilor