



UNIVERSITATEA “ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA
FACULTATEA DE INGINERIE ALIMENTARĂ
Domeniul Ingineria Produselor Alimentare



TEZĂ DE DOCTORAT

REZUMAT

Coordonator științific:

Prof. univ. dr. ing. Silvia MIRONEASA

Doctorand:

Ing. Mădălina IUGA

SUCEAVA
2021

**UNIVERSITATEA “ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA
FACULTATEA DE INGINERIE ALIMENTARĂ
Domeniul Ingineria Produselor Alimentare**

**Cercetări și contribuții privind impactul
tratamentului hidrotermic al făinii de grâu
și al adaosului de pielețe de struguri asupra
calității pastelor făinoase**

Coordonator științific:

Prof. univ. dr. ing. Silvia MIRONEASA

Doctorand:

Ing. Mădălina IUGA

**SUCEAVA
2021**

Mulțumiri

"Pe măsură ce cucerim vârf, după vârf vedem în fața noastră tărâmurii pline de frumusețe și importanță, dar nu vedem scopul, nu vedem orizontul; în distanță încă domnesc piscuri care rodesc celor care le cațără perspective tot mai largi, și adâncesc sentimentul, adevărul, arătat de fiecare progres în știință că *"minunate sunt lucrurile Domnului"* (Sir Joseph John Thomson, 1909). Realizarea acestei teze de doctorat este unul dintre "vârfurile cucerite" în primul rând cu ajutorul **Lui Dumnezeu** și al oamenilor deosebiți care mi-au îndrumat pașii spre succes și cărora le sunt profund recunoscătoare.

Cuvinte de mulțumire, aleasă prețuire și întreaga mea recunoștință se îndreaptă către **Prof. univ. dr. ing. Silvia Mironeasa**, coordonator al acestei lucrări, pentru răbdarea, sfaturile și încrederea acordată. *Vă mulțumesc, doamna profesor, pentru tot sprijinul și îndrumarea oferite pe parcursul anilor de studiu și pentru faptul că mi-ați oferit un model de perseverență și profesionalism, alături de domnul Prof. univ. dr. ing. Costel Mironeasa și pentru că ați contribuit la formarea mea umană și profesională.*

Adresez cuvinte de mulțumire comisiei de îndrumare, **Prof. univ. dr. ing. Sonia Amariei, Prof. univ. dr. ing. Gheorghe Gutt, Prof. univ. dr. ing. Mircea Adrian Oroian și Prof. univ. dr. ing. Georgiana Gabriela Codină** pentru timpul acordat și pentru recomandările oferite pe parcursul elaborării tezei de doctorat care au condus la îmbunătățirea rezultatelor și a lucrării.

În mod deosebit, îmi exprim întreaga recunoștință și adresez mulțumiri pentru sprijinul și contribuția semnificativă la formarea mea ca specialist în industria alimentară domnului **Prorector Prof. univ. dr. Mihai Dimian** și domnului **Decan Prof. univ. dr. ing. Mircea Adrian Oroian**. De asemenea, adresez mulțumiri întregului colectiv de cadre didactice al Facultății de Inginerie Alimentară pentru cunoștințele împărtășite și pentru că mi-a călăuzit pașii spre o carieră în industria alimentară.

Aduc mulțumiri distinșilor referenți **Prof. univ. dr. ing. Sonia Amariei, Prof. univ. dr. ing. Maria Turtoi și Prof. univ. dr. ing. Violeta Nour** pentru onoarea de a face parte din comisia de susținere publică și de a recenza această teză.

Cercetările prezentate în această teză nu ar fi fost complete fără ajutorul **S.I. dr. ing. Irina Beșliu-Băncescu** și **dr. Amer Masri**, cărora le mulțumesc pentru sprijinul acordat. Adresez cuvinte de mulțumire **Prof. dr. Carlos Galdino Martínez García, Prof. dr. Víctor Daniel Avila Akerberg și Prof. Tanya M. González Martínez** pentru cunoștințele împărtășite și apreciere. De asemenea, doresc să adresez cuvinte de mulțumire colegilor de la școala doctorală, în mod special **drd. ing. Ancuța Petraru, drd. ing. Ancuța Chetrariu, drd. ing. Florin Ursachi, drd. ing. Ionica Verniceanu și drd. ing. Ionuț Avrămia**.

Mulțumesc soțului meu **Lucian** pentru dragostea, răbdarea și încurajările oferite pe parcursul acestor ani. Mulțumesc prietenilor și în mod special **dr. Cristina Salas Vargas** pentru că mi-au fost alături în fiecare clipă.

Nu în ultimul rând, *dedic această teză părinților mei Viorel și Carmen* și familiei cărora țin să le mulțumesc pentru iubirea necondiționată, educația, sprijinul moral și material și răbdarea de care au dat dovadă în formarea mea ca om. Această teză este dedicată, de asemenea, *străbunicii mele [Viorica]*, cea care a fost și va fi modelul meu în viață.

CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

LISTĂ DE ABREVIERI

INTRODUCERE

SCOP ȘI OBIECTIVE

CAPITOLUL 1. FUNDAMENTARE TEORETICĂ ȘI STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRIILOR

1.1. Caracterizarea făinii de grâu

1.2. Caracterizarea pielitelor de struguri

1.3. Efectele adaosului de pielite de struguri în produse pe bază de făină de grâu rafinată

1.3.1. Interacțiuni între componentele pielitelor de struguri și cele ale făinii de grâu

1.3.2. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra caracteristicilor moleculare

1.3.3. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra caracteristicilor reologice

1.3.4. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra proprietăților fizice ale produsului finit

1.3.5. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra texturii produsului finit

1.3.6. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra caracteristicilor nutriționale ale produsului finit

1.3.7. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra caracteristicilor senzoriale

1.4. Efectele tratamentului hidrotermic asupra caracteristicilor materiilor prime și produselor finite pe bază de făină rafinată de grâu

1.4.1. Efectele tratamentului hidrotermic asupra proprietăților fizice ale amidonului și făinurilor

1.4.2. Efectul tratamentului hidrotermic asupra caracteristicilor moleculare

1.4.3. Efectul tratamentului hidrotermic asupra digestibilității amidonului

1.4.4. Efectul tratamentului hidrotermic asupra caracteristicilor reologice și de textură

1.4.5. Efectul tratamentului hidrotermic asupra caracteristicilor senzoriale ale produsului finit

Concluzii parțiale

Bibliografie

CAPITOLUL 2. METODOLOGIA DE CERCETARE

2.1. Materiale, reactivi, aparatură

2.1.1. Materiale

2.1.2. Reactivi

2.1.3. Aparatură

2.2. Metode

2.2.1. Pregătirea probelor, programarea experimentelor și fabricarea pastelor făinoase

2.2.2. Determinarea compoziției chimice

2.2.3. Determinarea activității antioxidante și a conținutului total de polifenoli

2.2.4. Determinarea proprietăților tehnologice ale materiilor prime

2.2.5. Determinarea caracteristicilor făinii

2.2.6. Determinarea caracteristicilor reologice și de textură ale aluatului

2.2.8. Determinarea texturii pastelor făinoase

2.2.9. Evaluarea microstructurii

2.2.10. Determinarea comportamentului în timpul fierberii pastelor făinoase

2.2.11. Analiza caracteristicilor senzoriale

2.3. Prelucrarea statistică a datelor experimentale

Concluzii parțiale

Bibliografie

CAPITOLUL 3. CERCETĂRI PRIVIND CARACTERISTICILE MATERIILOR PRIME

Concluzii parțiale

Bibliografie

CAPITOLUL 4. CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL TRATAMENTULUI HIDROTERMIC ASUPRA CALITĂȚII FĂINII ȘI PRODUSULUI FINIT

4.1. Efectul tratamentului hidrotermic asupra calității făinii, aluatului și produsului finit

4.2. Optimizarea parametrilor procesului de tratament hidrotermic

Concluzii parțiale

Bibliografie

CAPITOLUL 5. CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL ADAOSULUI DE PIELIȚE DE STRUGURI ASUPRA CALITĂȚII FĂINII DE GRÂU ȘI PRODUSULUI FINIT

5.1. Efectul adaosului de pielițe de struguri asupra calității făinii de grâu și produsului finit

5.2. Optimizarea dozei de adaos de pielițe de struguri

Concluzii parțiale

Bibliografie

CAPITOLUL 6. CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL COMBINAT AL TRATAMENTULUI HIDROTERMIC AL FĂINII DE GRÂU ȘI AL ADAOSULUI DE PIELIȚE DE STRUGURI ASUPRA CALITĂȚII FĂINII ȘI PRODUSULUI FINIT

6.1. Efectul parametrilor tratamentului hidrotermic și al adaosului de pielițe de struguri asupra calității făinii și produsului finit

6.2. Optimizarea parametrilor tratamentului hidrotermic și a adaosului de pielițe de struguri

Concluzii parțiale

Bibliografie

CAPITOLUL 7. CARACTERIZAREA PRODUSELOR OBȚINUTE DIN OPTIMIZAREA PROCESELOR

7.1. Caracteristici fizico-chimice

7.2. Studiul structurii secundare a proteinelor și amidonului prin spectrometrie FT– IR

7.3. Caracteristici reologice ale aluaturilor

7.4. Microstructura pastelor făinoase

7.5. Caracteristici senzoriale ale pastelor făinoase

7.6. Analiza relațiilor dintre variabile

Concluzii parțiale

Bibliografie

CONCLUZII GENERALE

CONTRIBUȚII ORIGINALE

DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

LISTĂ DE FIGURI

LISTĂ DE TABELE

LISTĂ DE ABREVIERI

ACP	analiza componentelor principale;
ADR	amidon digerabil rapid, în % substanță uscată;
AR	amidon rezistent, în % substanță uscată;
ADL	amidon digerabil lent, în % substanță uscată;
AA	activitate antioxidantă, în %;
CAA	capacitate de absorbție a apei, în %;
C*	chroma;
CH	capacitate de hidratare, în %;
CRA	capacitate de reținere a apei, în g/g;
CTP	conținut total de polifenoli, în μg/g;
CTSP	conținut total de substanțe pectice, în %;
FT – IR	spectroscopie în infraroșu cu transformată Fourier;
GAE	echivalenți acid galic;
G'	modul de elasticitate, în Pa;
G''	modul de vâscozitate, în Pa;
G*	modul complex, în Pa;
GU	conținut de gluten umed, în %;
IC	indicele de cădere, în s;
IDG	indice de deformare a glutenului;
IS	indice de solubilitate;
J	complanța, în Pa ⁻¹ ;
L*	luminozitate;
MSR	metodologia suprafeței de răspuns;
OTH	proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrototermic;
OPS	proba cu doza optimă de adaos de pielițe de struguri;
OTPS	proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielițe de struguri;
PF	pierderi de substanțe solide în timpul fierberii, în %;
RVA	Rapid Visco Analyser;
RVL	regiune vâsco – elastică liniară;
SEM	microscopie electronică de scanare;
T _g	temperatura inițială de tranziție sticloasă a amidonului, în °C;
T _i	temperatura de tranziție sticloasă a amidonului, în °C;
η _{max}	vâscozitatea maximă, în Pa·s.

SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT

Scopul prezentei teze de doctorat a avut în vedere studiul și optimizarea tratamentului hidrotermic al făinii de grâu și adaosului de pielețe de struguri (*Vitis vinifera*) pentru îmbunătățirea proprietăților nutriționale și funcționale ale pastelor făinoase, precum și caracterizarea din punct de vedere fizico-chimic a produselor obținute.

Obiectivele urmărite în vederea atingerii scopului propus au fost următoarele:

O1: Realizarea unui studiu critic privind stadiul actual al cercetărilor referitoare la efectele tratamentelor hidrotermice și adaosului de subproduse din vinificație în produse coapte și paste făinoase.

O2: Selectarea materiilor prime și stabilirea metodologiei de cercetare.

O3: Caracterizarea fizico-chimică a materiilor prime utilizate în cercetare.

O4: Stabilirea matricilor experimentale și analiza parametrilor fizico-chimici pentru studiul efectului tratamentului hidrotermic, efectului adaosului de pielețe de struguri și al efectului combinat al tratamentului hidrotermic și adaosului de pielețe de struguri asupra făinii de grâu și pastelor făinoase.

O5: Studiarea efectului tratamentului hidrotermic asupra calității făinii de grâu și pastelor făinoase, optimizarea parametrilor implicați în procesul de tratament și validarea rezultatelor.

O6: Studiarea efectului adaosului de pielețe de struguri asupra calității făinii de grâu și pastelor făinoase, optimizarea dozei de adaos și validarea rezultatelor.

O7: Studiarea efectului combinat al tratamentului hidrotermic și adaosului de pielețe de struguri asupra calității făinii de grâu și pastelor făinoase, optimizarea parametrilor implicați și validarea rezultatelor.

O8: Realizarea unei caracterizări avansate din punct de vedere fizico-chimic și al structurii produselor obținute din procesele de optimizare.

Cuvinte cheie:

- Făină de grâu;
- Pielețe de struguri;
- Tratament hidrotermic;
- Paste făinoase;
- Parametri de proces;
- Optimizare;
- Proprietăți fizico-chimice;
- Microstructură.

Prezenta teză intitulată „*Cercetări și contribuții privind impactul tratamentului hidrotermic al făinii de grâu și al adaosului de pielețe de struguri asupra calității pastelor făinoase*” cuprinde lista de abrevieri, introducerea unde sunt menționate scopul și obiectivele lucrării, 7 capitole care includ în final fiecare concluzii parțiale și bibliografie, concluziile generale ale tezei, contribuțiile originale și diseminarea rezultatelor cercetării.

Capitolul 1 intitulat „*Fundamentare teoretică și stadiul actual al cercetărilor*” prezintă studiul critic al literaturii de specialitate privind efectele tratamentelor hidrotermice și ale adaosului de subproduse din vinificație asupra calității produselor coapte și pastelor făinoase.

Pielilele de struguri sunt considerate surse de fibre alimentare (Zhu și colab., 2015; Spinei și Oroian, 2021) și sunt în același timp bogate în compuși fenolici cu activitate antioxidantă (Iuga și colab., 2017). Consumul unor alimente cu conținut ridicat de fibre și antioxidanți poate duce la reducerea apariției unor boli cronice precum constipație, unele forme de cancer sau boli cardiovasculare (Kendall și colab., 2010; Rasines-Perea și colab., 2018). Conceptul de ”fibre antioxidante” definit pentru prima dată de Saura-Calixto (1998) poate fi aplicat și în cazul pielilelor de struguri, întrucât acestea au un conținut de fibre raportat la substanța uscată mai mare de 50% (Mironeasa, 2017), iar activitatea antioxidantă este echivalentă sau mai mare decât cea a 50 mg de vitamina E (Iuga și colab., 2017).

Făina rafinată de grâu are o valoare nutrițională scăzută deoarece învelișurile exterioare și o parte din endosperm se elimină la măcinare, iar gradul de extracție depinde de tipul de făină dorit. Prin urmare, făina albă rezultată în urma unei extracții de maxim 75% are un conținut de fibre, minerale, vitamine și compuși bioactivi mai scăzut față de făina integrală (Dewettinck și colab., 2008; Vignola și colab., 2016). Unul dintre componentele majore ale făinii de grâu este amidonul care este format din molecule liniare de amiloză cu legături $\alpha - 1,4$ glucozidice și amilopectină, un polimer complex ce conține legături $\alpha - 1,4$ și $\alpha - 1,6$ glucozidice. Structura granulei de amidon cuprinde lanțurile de amiloză și amilopectină, inele de creștere, regiuni amorfe și zone cristaline (Wang și colab., 2016). Produsele alimentare pe bază de amidon sunt cunoscute ca având un indice glicemic ridicat, ceea ce poate duce la afecțiuni precum obezitate și/sau diabet (Guzar, 2012). Reducerea indicelui glicemic se poate obține prin introducerea de cereale și pseudo-cereale integrale, prin utilizarea compușilor fenolici care reduc digestibilitatea amidonului (Guzar, 2012) sau prin modificarea prin tratament hidrotermic a amidonului cu scopul creșterii conținutului de amidon greu digerabil și de amidon rezistent și scăderii conținutului de amidon ușor digerabil (Collar, 2017; Chen și colab., 2015).

Tratamentele hidrotermice aplicate sistemelor alimentare pe bază de amidon produc o reorganizare a lanțurilor de amiloză și amilopectină, ceea ce determină modificarea cristalinității granulelor, a proprietăților reologice de vâscozitate, a proprietăților termice și de gelatinizare și, nu în ultimul rând, au loc schimbări în ceea ce privește digestibilitatea. Toate aceste fenomene modifică reologia aluatului și textura produselor finite (Colar, 2017; Lan și colab., 2008). Cele mai cunoscute tratamente hidrotermice sunt temperarea în exces de apă (eng. Annealing – ANN) și tratamentul hidrotermic cu restricție de apă (eng. Heat Moisture Treatment – HMT), iar diferențele dintre cele două sunt temperaturile de lucru și nivelul de umiditate. În cazul tratamentului hidrotermic cu restricție de apă sistemul pe bază de amidon este supus unei temperaturi mai mari decât temperatura de gelatinizare, iar la temperare se aplică temperaturi între temperatura de gelatinizare și cea de vitrifiere, iar apa este în exces (Lan și colab., 2008; Ferreira Silva și colab., 2017). Efectele tratamentelor hidrotermice asupra sistemelor pe bază de amidon depind atât de parametrii de lucru (temperatura și umiditatea), de originea botanică, de raportul dintre amiloză și amilopectină, de modul lor de aranjare, dar și de prezența componentelor precum lipide, proteine, compuși fenolici (Adebawale și colab., 2005; Chen și colab., 2015; Ferreira Silva și colab., 2017; Guzar, 2012).

Adaosul pielilelor de struguri, subproduse din vinificație, poate îmbunătăți proprietățile funcționale ale produselor pe bază de făină rafinată de grâu prin creșterea conținutului de fibre și de compuși cu activitate antioxidantă. Tratamentele hidrotermice aplicate materiilor prime pot conduce la modificarea caracteristicilor acestora și prin urmare, la obținerea unor produse finite îmbunătățite atât din punct de vedere nutrițional, cât și senzorial. Conform literaturii de specialitate, au fost studiate efectele separate ale adaosului de subproduse din vinificație și al tratamentelor hidrotermice asupra sistemelor pe bază de amidon. Prezenta lucrare își propune

studiul efectului singular și sinergic al îmbogățirii cu fibre și antioxidanți din pielețe de struguri și al tratamentului hidrotermic aplicat făinii de grâu asupra aluatului și implicit asupra calității produsului finit.

Capitolul 2 intitulat „*Metodologia de cercetare*” prezintă materialele și metodele utilizate în cercetările experimentale. Materialele utilizate au fost făina albă de grâu tip 650 și pielețele de struguri împreună cu fracțiuni de pulpă separate din tescovină. După uscarea tescovinei în etuvă, au fost îndepărtate manual semințele și codițele, iar subprodusul rezultat, denumit în continuare pielețe de struguri, a fost măcinat și cernut.

Tratamentul hidrotermic al făinii de grâu (figura 2.1) a fost realizat conform metodei descrise de Collar și Armero (2018).

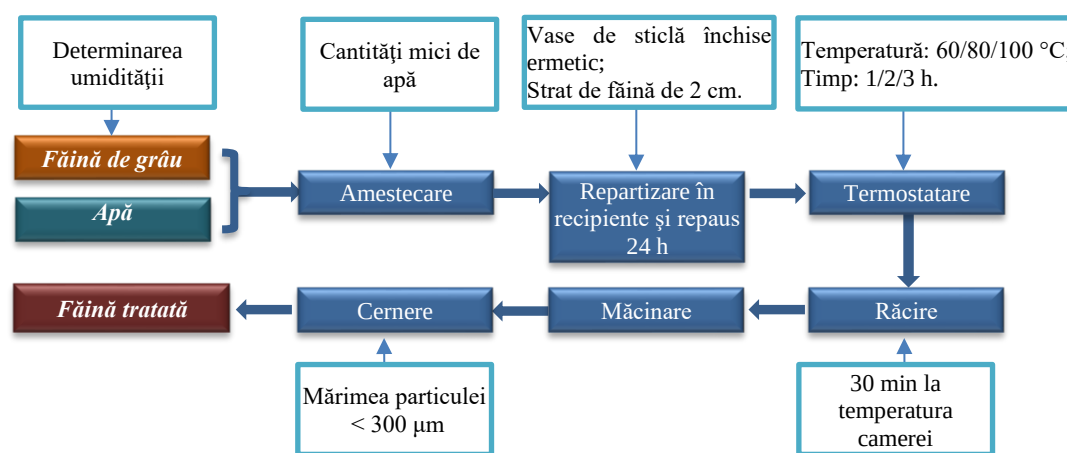


Figura 2.1. Reprezentarea grafică a procedeului de tratament hidrotermic al făinii de grâu

Au fost proiectate trei matrici experimentale pentru evaluarea efectelor parametrilor tratamentului hidrotermic asupra făinii de grâu, al adaosului de pielețe de struguri și respectiv ale efectelor lor combinate asupra caracteristicilor de calitate ale făinii și pastelor făinoase. Pentru studiul efectului tratamentului hidrotermic asupra făinii de grâu și pastelor făinoase a fost utilizat experimentul central compozițional, cu trei factori: temperatura, variată de la minim 60 °C la maxim 100 °C; timpul, variat de la minim 1 h la maxim 3 h și umiditatea făinii, variată de la minim 14% la maxim 30%. În urma stabilirii matricei experimentale au rezultat un număr de 20 experimente dintre care 6 sunt experimente repetate în punctul central. Pentru studiul efectului adaosului de pielețe de struguri asupra făinii de grâu și pastelor făinoase, matricea de experimente a fost stabilită prin utilizarea experimentului de tip D-optim cu un singur factor în care doza de adaos a fost variată la 6 nivele (1, 2, 3, 4, 5 și 6%) și au rezultat astfel 6 probe. Matricea experimentală pentru evaluarea efectului combinat al tratamentului hidrotermic și al adaosului de pielețe de struguri asupra caracteristicilor făinii compozit, aluatului și pastelor făinoase a fost realizată prin utilizarea experimentului central compozițional, cu patru factori: temperatura, variată de la minim 60 °C la maxim 100 °C, timpul, variat de la minim 1 h la maxim 3 h, umiditatea făinii, variată de la minim 14% la maxim 30%, respectiv doza de adaos de pielețe de struguri, variată de la minim 1% la maxim 6%. Astfel, au rezultat un număr de 30 de experimente dintre care 6 sunt experimente repetate în punctul central.

Pentru obținerea aluatului, proba de făină formulată conform matricei experimentale a fost amestecată timp de 10 min într-un mixer de laborator cu o cantitate de apă astfel încât să se obțină o umiditate a aluatului de 40%, apoi aluatul a fost lăsat în repaus timp de 15 min înainte de extrudare. Aluatul a fost extrudat prin utilizarea unei matrițe pentru paste făinoase de tip *Rigatoni*, iar uscarea pastelor făinoase a fost realizată în 3 trepte de temperatură diferite.

În vederea îndeplinirii obiectivelor propuse au fost utilizate echipamentele din cadrul laboratoarelor Universității “Ștefan cel Mare” din Suceava, precum și din cadrul altor laboratoare de cercetare. Caracterizarea materiilor prime a fost realizată prin determinarea proprietăților de culoare, a proprietăților tehnologice (capacitate de absorbție și reținere a apei, indice de solubilitate) și a compoziției chimice. În plus, au fost determinate proprietățile făinii de grâu (capacitate de hidratare, conținut de gluten, indice de cădere). Pentru optimizarea parametrilor de proces și adaosului de pielite de struguri s-au considerat proprietățile de vâscozitate ale suspensiei de făină-apă (vâscozitatea maximă), modulul complex și coezivitatea aluatului, culoarea și fracturabilitatea pastelor făinoase uscate, proprietățile de textură ale pastelor făinoase fierte (masticabilitate), pierderile în timpul fierberii, conținutul de amidon rezistent, de fibre și polifenoli. Caracterizarea avansată a produselor optime și a probei martor a presupus evaluarea modificărilor la nivel molecular prin spectrometrie FT – IR, a variației modulelor vâscoelastice ale aluatului în funcție de temperatură, a comportamentului aluatului la fluaj și revenire, a microstructurii pastelor făinoase, a profilului senzorial, a activității antioxidante și a compoziției chimice.

Potrivirea datelor experimentale cu diverse modele matematice a fost verificată prin aplicarea analizei de regresie liniară multiplă. Gradul de potrivire al modelelor matematice obținute a fost evaluat prin analiza de varianță, la un nivel de semnificație de 95%, pe baza coeficientului de determinare (R^2), a coeficientului de determinare ajustat ($Adj.-R^2$) și a testului Fisher (F).

Optimizarea parametrilor tratamentului hidrotermic și a adaosului de pielite de struguri a fost realizată cu ajutorul programului Design Expert (versiunea de încercare) prin abordarea optimizării răspunsurilor multiple. În acest scop, a fost utilizată funcția obiectiv care presupune transformarea fiecărui răspuns prezis într-o funcție obiectiv individuală care include prioritățile dorite ale cercetătorului. În vederea optimizării factorilor considerați în prezenta lucrare, fiecărei variabile i s-a atribuit o categorie de importanță de nivel 3 și au fost stabilite o serie de condiții determinate de cerințele tehnologice, de natura procesului și de calitatea produsului finit. Valorile prezise pentru probele optime au fost verificate experimental și comparate cu ajutorul testului statistic *Student* (t). Caracteristicile produsului optim au fost comparate cu cele ale probei martor cu ajutorul aceluiași test, la un nivel de semnificație de 95%. Diferențele semnificative statistic ($p < 0,05$) între probele optime și martor au fost verificate prin aplicarea testului Tukey.

Capitolul 3 este intitulat „*Cercetări privind caracteristicile materiilor prime*” și prezintă principalele proprietăți fizice și chimice ale materiilor prime utilizate în cercetările experimentale. Culoarea materiilor prime influențează în mod direct culoarea și aspectul produsului finit. Făina din pielite de struguri din soiul Fetească Regală a avut o luminozitate mult mai redusă decât făina de grâu și a fost caracterizată de o nuanță roșiatică dată de valoarea pozitivă a parametrului a^* și o nuanță gălbuie dată de valoarea pozitivă a parametrului b^* . Făina din pielite de struguri a prezentat o capacitate de absorbție (CAA) și de reținere a apei (CRA), precum și un indice de solubilitate (IS) mai ridicate decât făina de grâu. Făina din pielite de struguri a avut un conținut mai ridicat de cenușă față de cea de grâu, iar conținutul semnificativ de fibre și polifenoli totali o face un candidat bun pentru îmbunătățirea nutrițională a pastelor făinoase. Pielitele de struguri studiate au prezentat un conținut total de substanțe pectice (CTSP), de 0,40% (s.u.), ceea ce poate fi important pentru comportamentul vâsco-elastic al aluaturilor și suspensiilor de făină compozit-apă, întrucât pot apărea interacțiuni cu proteinele (Lavelli și colab., 2016). Făina de grâu utilizată în experimentele din prezenta lucrare a fost caracterizată de un indice de cădere de 404,00 s, conținutul de gluten umed și de gluten uscat de 29,75%, respectiv de 10,03%, o capacitate de hidratare de 59,54% și un indice de deformare a glutenului de 6,17 mm.

Capitolul 4 - „Cercetări privind efectul tratamentului hidrotermic asupra calității făinii și produsului finit” are în vedere optimizarea parametrilor tratamentului hidrotermic al făinii de grâu în ceea ce privește conținutul de umiditate, temperatura și timpul pentru a obține cele mai bune proprietăți tehnologice și nutriționale ale făinii și pastelor făinoase.

Efectul tratamentului hidrotermic asupra calității făinii, aluatului și produsului finit

Probele de paste făinoase obținute conform matricei de experimente sunt prezentate în figura 4.1.

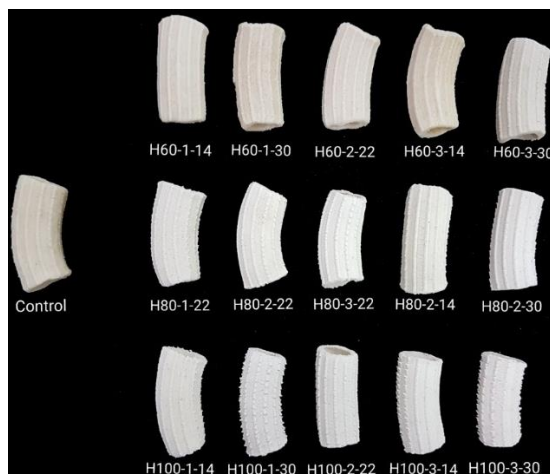


Figura 4.1. Probele de paste făinoase din făină de grâu tratată hidrotermic

Rezultatele analizei de varianță (ANOVA) pentru modelele pătratic utilizate în prezicerea variației datelor experimentale sunt prezentate în tabelul 4.1. Modelele pătratic au fost semnificative ($p < 0,01$) pentru toate răspunsurile luate în considerare și au explicat între 73 și 97% din variația datelor.

Tabelul 4.1. Coeficienții de regresie ai modelului pătratic pentru caracteristicile făinii, aluatului și produsului finit (luga și Mironeasa, 2021)

Factor	Caracteristica									
	$\eta_{\max}$ (Pa·s)	G* (Pa)	Coezivi- tate (adim.)	C* (adim.)	Fractura- bilitate (N)	Mastica- bilitate (J)	PF (%)	Amidon rezistent (% s.u.)	CTP (μ g GAE/g s.u.)	Fibre (% s.u.)
Const.	0,53	266385,67	0,33	19,21	-49,23	3891,46	6,35	3,42	108,80	1,24
A	1,65**	112624,83**	-0,08**	-2,20**	1,82*	-684,99**	2,68**	-0,70**	-11,97**	0,75**
B	0,62**	-22715,33	-0,04**	-0,33*	-6,60**	-520,26**	0,34**	-0,38**	-8,01**	0,07
C	-1,23**	51357,83**	-0,02**	-1,54**	2,98**	-235,06**	1,90**	0,69**	-5,39**	0,19**
A×B	0,74**	-45649,58**	-0,03**	0,52**	0,03	-183,40**	0,24	-0,06	-1,71	-0,12
A×C	-1,34**	43374,58**	-0,03**	0,30	-0,01	-25,24	1,32**	-0,03	-5,37**	-0,04
B×C	-0,72**	-6581,25	-0,02**	-0,33	-0,15*	359,89**	0,09	-0,40**	4,26*	-0,02
A ²	1,08**	32244,55	-0,02**	1,31**	-0,01**	-877,46**	1,55**	1,16**	-13,26**	-0,37**
B ²	0,44	-55906,28*	-0,02*	1,02**	2,31*	202,31**	-1,10**	-0,05	-2,84	0,09
C ²	0,08	-50493,78*	0,01	-0,40	-0,06**	-123,89*	-0,08	0,17	-6,44*	-0,11
<i>Evaluarea modelului</i>										
p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R ²	0,91	0,78	0,96	0,90	0,73	0,97	0,96	0,94	0,82	0,80
Adj.-R ²	0,89	0,73	0,95	0,88	0,67	0,96	0,95	0,94	0,78	0,75

*semnificativ la un nivel de semnificație $p < 0,05$, ** semnificativ la un nivel de semnificație $p < 0,01$, A – temperatură, B – timp, C – umiditate, $\eta_{\max}$ – vâscozitatea maximă, G* – modul complex, C* – Chroma, PF – pierderi de substanțe solide în timpul fierberii, CTP – conținut total de polifenoli, s.u. – substanță uscată.

Vâscozitatea maximă a suspensiei de făinii-apă ($\eta_{\max}$) a fost influențată semnificativ ($p < 0,01$) pozitiv de temperatura (figura 4.2A) și timpul (figura 4.2 B) aplicat, în timp ce conținutul de umiditate (C) a avut un efect negativ semnificativ (tabelul 4.1).

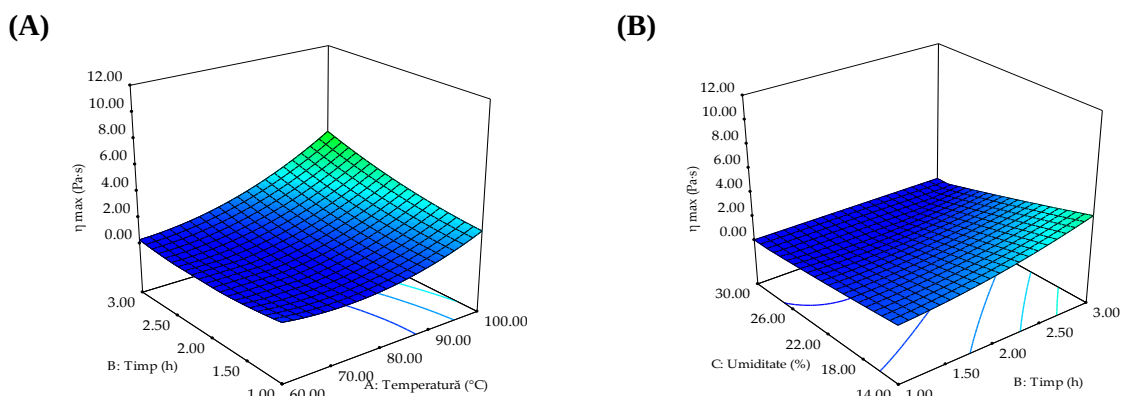


Figura 4.2. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra vâscozității maxime ($\eta_{\max}$) (Iuga și Mironeasa, 2021)

Modulul complex al aluatului (G^*) a înregistrat o creștere semnificativă ($p < 0,01$) pe măsură ce temperatura și umiditatea au fost mai ridicate (Figura 4.3 A, B), iar timpul a avut o influență nesemnificativă ($p > 0,05$) (tabelul 4.1).

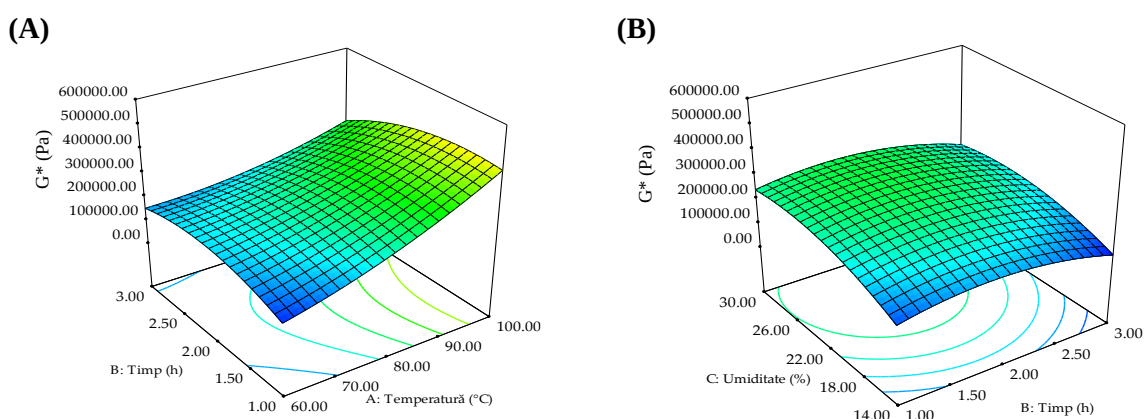


Figura 4.3. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra modului complex (G^*) al aluatului

Din analiza texturii aluatului s-a observat o influență negativă semnificativă ($p < 0,01$) a factorilor și a interacțiunilor dintre ei asupra coezivității acestuia (tabelul 4.1). S-a observat scăderea coezivității odată cu diminuarea temperaturii, timpului și umidității aplicate (figura 4.4 A, B).

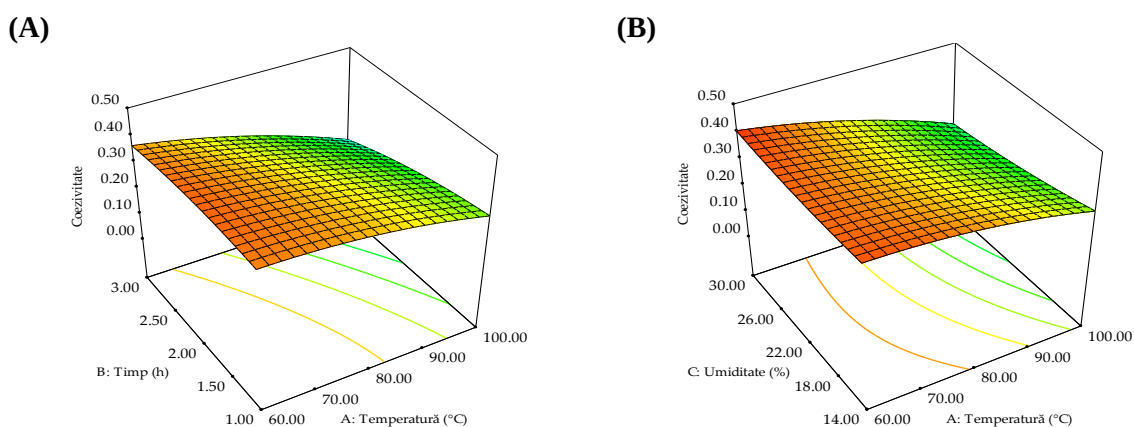


Figura 4.4. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra coezivității aluatului (Iuga și Mironeasa, 2021)

Temperatura, timpul și umiditatea aplicate făinii de grâu au afectat semnificativ ($p < 0,05$) în mod negativ Chroma (C^*) pastelor făinoase uscate, însă interacțiunea dintre temperatură

și timp a avut un efect pozitiv asupra acestui parametru (tabelul 4.1).

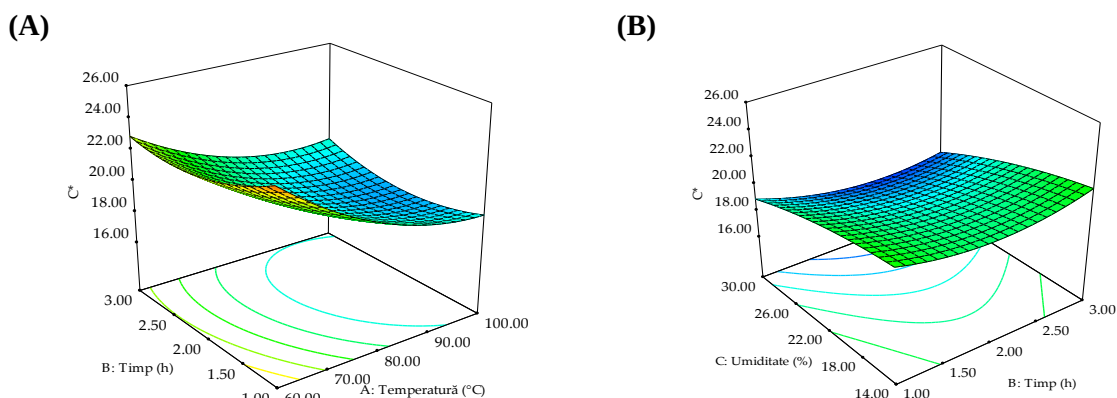


Figura 4.5. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra parametrului Chroma (C^*) al pastelor făinoase uscate

Temperatura și umiditatea au prezentat un efect pozitiv ($p < 0,01$), în timp ce factorul timp a influențat în mod negativ ($p < 0,01$) fracturabilitatea pastelor făinoase. S-a observat scăderea fracturabilității la aplicarea unui tratament hidrotermic la temperaturi mai mari de 80 °C și un conținut de umiditate al făinii mai mare de 20% (figura 4.6 A, B)

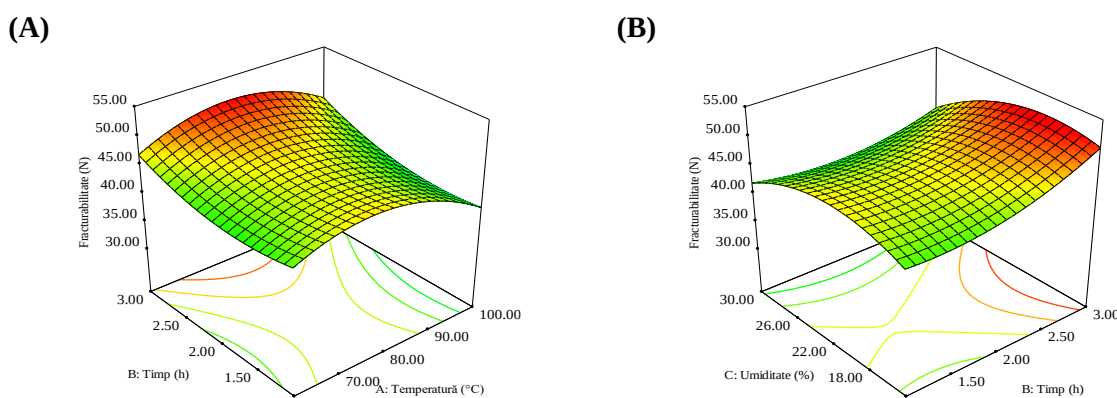


Figura 4.6. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra fracturabilității pastelor făinoase uscate (Iuga și Mironeasa, 2021)

Masticabilitatea pastelor a scăzut semnificativ ($p < 0,01$) odată cu creșterea temperaturii, timpului și nivelului de umiditate (figura 4.7 A, B). De asemenea, interacțiunea dintre factori a influențat semnificativ ($p < 0,01$) acest parametru, cu excepția interacțiunii temperatură-umiditate.

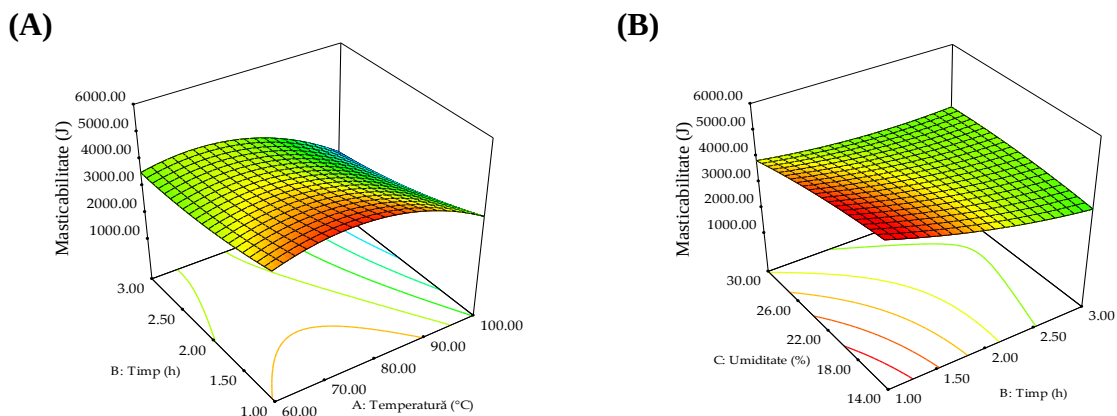


Figura 4.7. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra masticabilității pastelor făinoase (Iuga și Mironeasa, 2021)

Pierderile în timpul fierberii au crescut odată cu creșterea temperaturii și umidității făinii, iar la valori ale timpului de aplicare a tratamentului hidrotermic mai mari de 2 h, au scăzut (figura 4.8 A, B). Aceste modificări se pot datora denaturării proteinelor glutenice, favorizată de cantitatea de apă și temperatura mai ridicate, ceea ce a condus la formarea unei rețele mai slabe. Cercetările preliminare realizate în cadrul lucrării de față privind proprietățile glutenului (datele nu au fost prezentate) au arătat că în cazul aplicării tratamentului hidrotermic la temperaturi mai mari de 80 °C, glutenul din făina de grâu a fost deteriorat puternic.

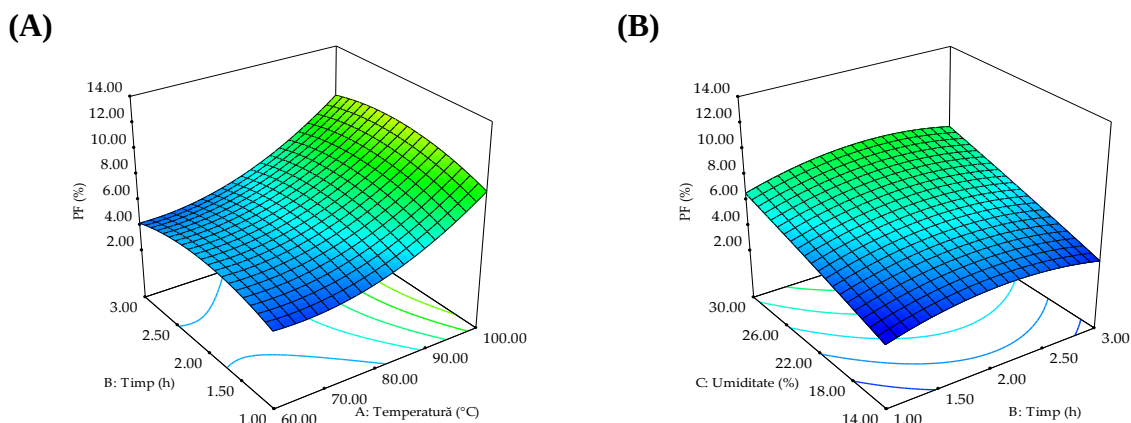


Figura 4.8. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra pierderilor de substanțe solide în timpul fierberii (PF) a pastelor făinoase (Iuga și Mironeasa, 2021)

Amidonul rezistent (AR) este cunoscut ca un ingredient funcțional cu multe beneficii pentru sănătate, în special pentru sistemul digestiv (creșterea volumului bolului fecal, scăderea pH-ului în colon) și pentru sistemul cardiovascular prin scăderea răspunsului glicemic (Pratiwi, Faridah și Lioe, 2018). Conținutul de amidon rezistent al pastelor făinoase a crescut semnificativ ($p < 0,01$) odată cu creșterea umidității făinii (figura 4.9 B), iar timpul și temperaturile de până la 90 °C au determinat scăderea semnificativă a acestuia (figura 4.9 A).

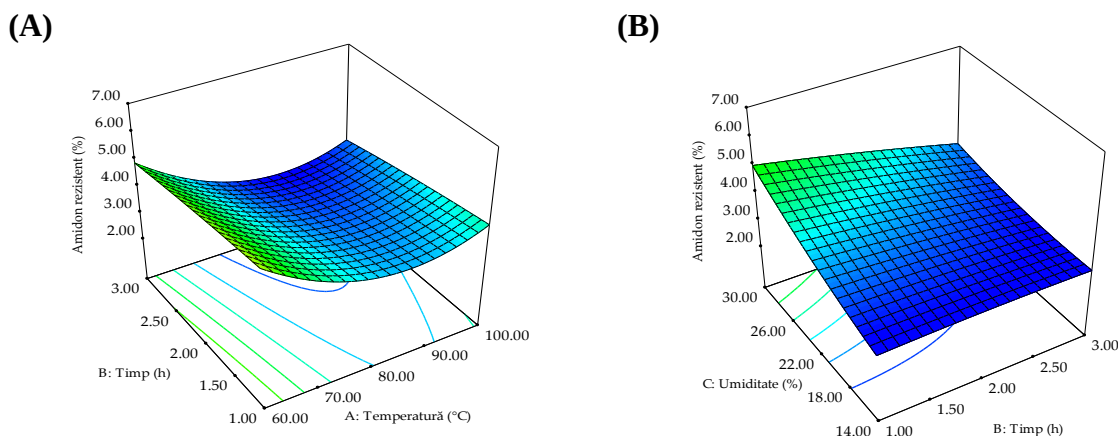


Figura 4.9. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra conținutului de amidon rezistent (Iuga și Mironeasa, 2021)

Conform datelor prezentate în tabelul 4.1, conținutul total de polifenoli (CTP) a fost afectat în mod negativ de temperatura, timpul și conținutul de umiditate al făinii ($p < 0,01$). Scăderea CTP odată cu creșterea severității tratamentului hidrotermic (figura 4.10 A, B) se poate datora distrugerii polifenolilor termosensibili la temperaturi ridicate (Larrauri, Rupérez și Saura-Calixto, 1997).

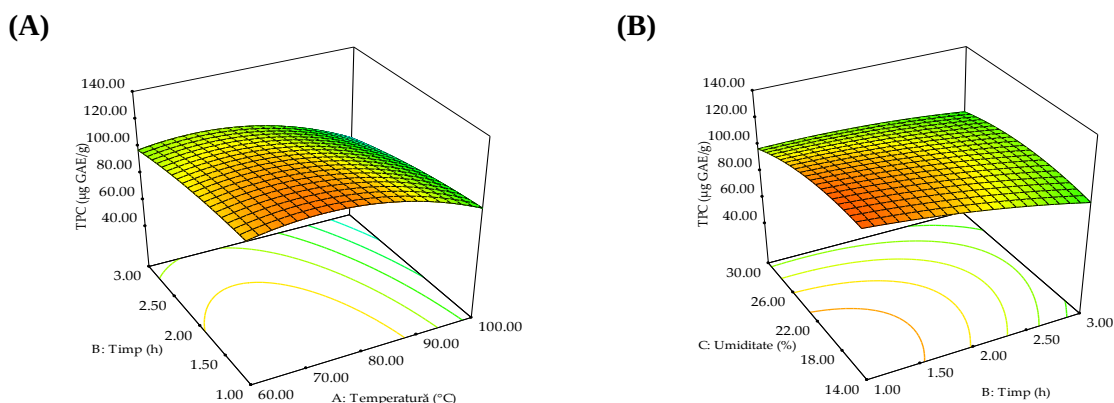


Figura 4.10. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra conținutului total de polifenoli (CTP) (Iuga și Mironeasa, 2021)

S-a observat o influență pozitivă semnificativă ($p < 0,01$) a temperaturii și umidității făinii asupra conținutului de fibre din pastele făinoase (tabelul 4.1), iar timpul și interacțiunile dintre factori au avut un efect nesemnificativ ($p > 0,05$).

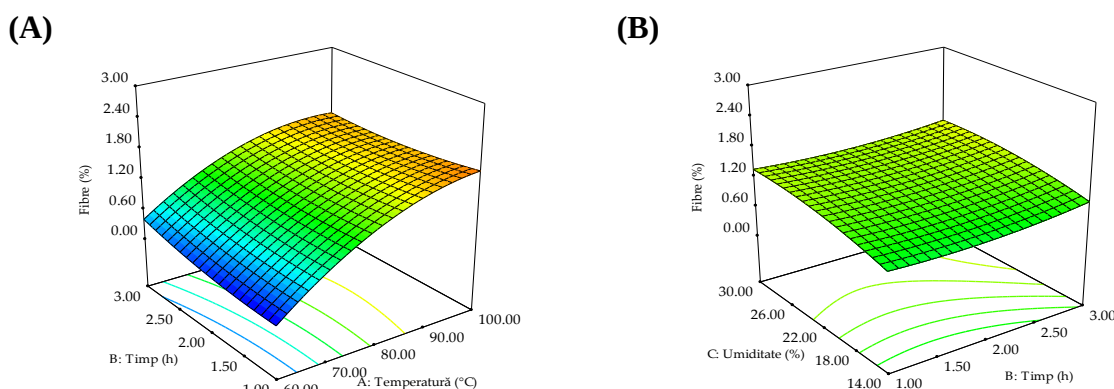


Figura 4.11. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și timp asupra conținutului de fibre (Iuga și Mironeasa, 2021)

Optimizarea parametrilor procesului de tratament hidrotermic

Validarea rezultatelor experimentale este prezentată în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2. Valori prezise și valori experimentale ale produsului optim vs. proba martor

Caracteristica	OTH		Martor
	Valori prezise	Valori experimentale	
A - Temperatură (°C)	85,30 ± 0,00	85,30 ± 0,00	-
B - Timp (h)	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	-
C - Umiditate (%)	26,80 ± 0,00	26,80 ± 0,00	-
$\eta_{\max}$ (Pa·s)	0,17 ± 0,07 ^x	0,18 ± 0,01 ^{xa}	0,42 ± 0,02 ^b
G* (Pa)	300293,14 ± 6875,48 ^x	295466,67 ± 6025,22 ^{xa}	51170,00 ± 1822,44 ^b
Coezivitate (adim.)	0,34 ± 0,02 ^x	0,34 ± 0,01 ^{xa}	0,36 ± 0,02 ^a
C* (adim.)	19,11 ± 0,87 ^x	18,61 ± 0,03 ^{ya}	21,74 ± 0,24 ^b
Fracturabilitate (N)	43,85 ± 2,79 ^x	43,59 ± 3,45 ^{xa}	41,13 ± 1,70 ^a
Masticabilitate (J)	4015,14 ± 173,93 ^x	3864,15 ± 100,07 ^{xa}	4974,99 ± 223,46 ^b
PF (%)	6,93 ± 0,67 ^x	6,79 ± 0,46 ^{xa}	5,21 ± 0,11 ^b
Amidon rezistent (% s.u.)	4,37 ± 0,30 ^x	4,44 ± 0,07 ^{xa}	2,55 ± 0,01 ^b
CTP (µg GAE/g s.u.)	101,37 ± 8,38 ^x	107,78 ± 3,42 ^{xa}	104,50 ± 0,94 ^a
Fibre (% s.u.)	1,55 ± 0,03 ^x	1,45 ± 0,05 ^{xa}	0,02 ± 0,00 ^b

OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrotermic, $\eta_{\max}$ – vâscozitatea maximă, G* – modul complex, C* – Chroma, PF – pierderi de substanțe solide în timpul fierberii, CTP – conținut total de polifenoli, s.u. – substanță uscată, valorile medii aflate pe același rând urmate de litere distincte (x-y pentru diferențele dintre valorile prezise și cele experimentale, a-b pentru diferențele dintre OTH și proba martor) diferă semnificativ ($p < 0,05$).

Produsul optim poate fi obținut prin tratarea făinii de grâu la 85,30 °C, la un nivel de umiditate de 26,80%, timp de 1 h (tabelul 4.2). Valorile prezise pentru cele zece răspunsuri au fost verificate și s-au obținut diferențe $\leq 5\%$ între acestea și valorile experimentale (tabelul 4.2). Comparativ cu proba martor, proba optimă (OTH) a prezentat valori mai mari pentru modulul complex (G^*), conținutul de amidon rezistent, conținutul total de polifenoli și cel de fibre, în timp ce Chroma, masticabilitatea și vâscozitatea maximă au fost mai mici, iar diferențele între cele două probe au fost semnificative ($p < 0,01$). Aluatul probei optime nu a prezentat o coezivitate semnificativ diferită ($p > 0,05$) față de martor.

Cercetările prezentate în **Capitolul 5** intitulat „Cercetări privind efectul adaosului de pielite de struguri asupra calității făinii de grâu și produsului finit” au avut drept scop evidențierea impactului componentelor din pielitele de struguri asupra proprietăților făinii de grâu, aluatului și pastelor făinoase și optimizarea dozei de adaos pentru a obține un produs de cea mai bună calitate.

Efectul adaosului de pielite de struguri asupra calității făinii de grâu și produsului finit

Probele de paste făinoase obținute conform matricei de experimente sunt prezentate în figura 5.1.

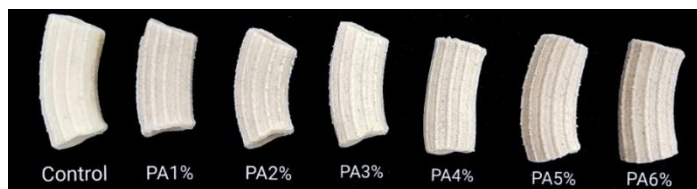


Figura 5.1. Probele de paste făinoase din făină de grâu cu adaos de pielite de struguri

Rezultatele analizei de varianță (ANOVA) prezentate în tabelul 5.1 au demonstrat că toate modelele matematice alese au fost semnificative și au prezis cu acuratețe răspunsurile, deoarece valorile lui F au fost semnificative ($p < 0,01$) în toate cazurile.

În alegerea modelului matematic pentru precizarea variației datelor experimentale pentru fiecare răspuns în parte s-a avut în vedere ca valoarea coeficientului de determinare ajustat $Adj.-R^2$ să fie cea mai mare și modelul să fie semnificativ ($p < 0,05$).

Tabelul 5.1. Coeficienții de regresie ai modelelor matematice pentru caracteristicile făinii compozit, aluatului și produsului finit (Iuga și Mironeasa, 2021)

Factor	Caracteristica									
	$\eta_{\max}$ (Pa·s)	G^* (Pa)	Coezivi tate (adim.)	C^* (adim.)	Fractura- bilitate (N)	Mastica- bilitate (J)	PF (%)	Amidon rezistent (% s.u.)	CTP (μ g GAE/g s.u.)	Fibre (% s.u.)
Const.	0,42	96083,29	0,40	23,08	46,23	3696,18	0,66	4,49	29,25	-4,58**
A	0,14**	23997,76**	0,02**	-2,72**	12,02**	-287,20**	6,33**	0,34*	117,50**	9,17**
A ²	-0,01	38352,65*	0,01	1,42	11,09**	79,49	-3,02*	-0,43**	-55,36*	-6,31**
A ³	-	808,26	-	-0,35	-3,29*	-	0,61	0,50**	11,16	2,01**
A ⁴	-	-27020,94	-	0,03	-7,60*	-	-0,04*	-	-0,77*	-0,30**
A ⁵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02**
<i>Evaluarea modelului</i>										
p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R^2	0,83	0,91	0,76	0,91	0,98	0,78	0,97	0,98	0,96	0,99
$Adj.-R^2$	0,81	0,88	0,73	0,88	0,98	0,75	0,96	0,97	0,95	0,99

*semnificativ la un nivel de $p < 0,05$, ** semnificativ la un nivel de $p < 0,01$, A – doza de pielite de struguri, $\eta_{\max}$ – vâscozitatea maximă, G^* – modul complex, C^* – Chroma, PF – pierderi de substanțe solide în timpul fierberii, CTP – conținut total de polifenoli.

Vâscozitatea maximă a suspensiei de făină-apă a crescut odată cu creșterea dozei de adaos de pielite de struguri (figura 5.1), iar cea mai mare influență pozitivă ($p < 0,01$) a fost observată pentru termenul liniar (tabelul 5.1).

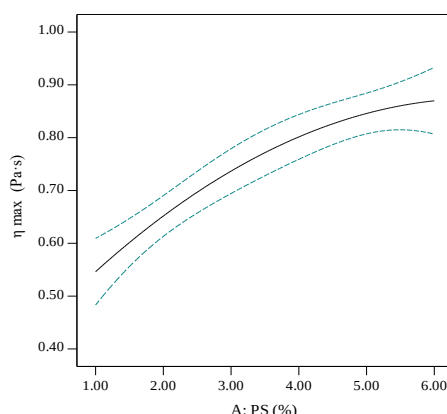


Figura 5.2. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra vâscozității maxime a suspensiei de făină-apă ($\eta_{\max}$) (Iuga și Mironeasa, 2021)

S-a observat o creștere a modulului complex (G^*) al aluatului odată cu creșterea dozei de pielite de struguri adăugată în făina de grâu (figura 5.3 A), iar termenul liniar și cel pătratic au avut o influență semnificativă ($p < 0,05$) asupra acestui parametru (tabelu 5.2).

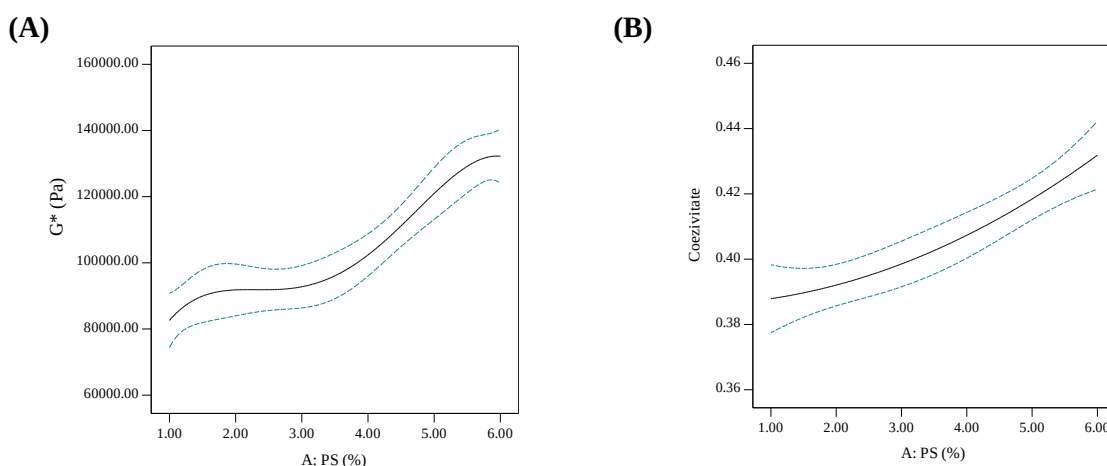


Figura 5.3. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra: (A) modulului complex al aluatului (G^*), (B) coezivității aluatului (Iuga și Mironeasa, 2021)

Adaosul de pielite de struguri a condus la obținerea unui aluat mai coeziv (figura 5.3 B), iar termenul liniar a avut cea mai mare influență semnificativă din punct de vedere statistic ($p < 0,01$) (tabelul 5.1). Efectele negative ale pielitelor de struguri – un ingredient bogat în fibre, au fost reduse la minimum datorită utilizării unei dimensiuni reduse a particulelor ($< 180 \mu\text{m}$).

S-a observat o scădere semnificativă ($p < 0,01$) a Chromei (C^*) odată cu creșterea dozei de adaos (figura 5.4 A). Cea mai mare influență negativă a fost obținută pentru termenul liniar al factorului (tabelul 5.1). Smith și Yu (2015) au raportat valori mai mari ale parametrului b^* (nuanța galbenă) și valori mai mici ale parametrului a^* (nuanța roșie) pentru pâinea cu adaos de tescovină de struguri.

Adăugarea pielitelor de struguri a determinat o creștere a fracturabilității odată cu creșterea dozei (figura 5.4 B). Cei patru termeni ai modelului matematic la puterea a 4-a au prezentat o influență pozitivă semnificativă ($p < 0,05$) asupra fracturabilității (tabelul 5.1).

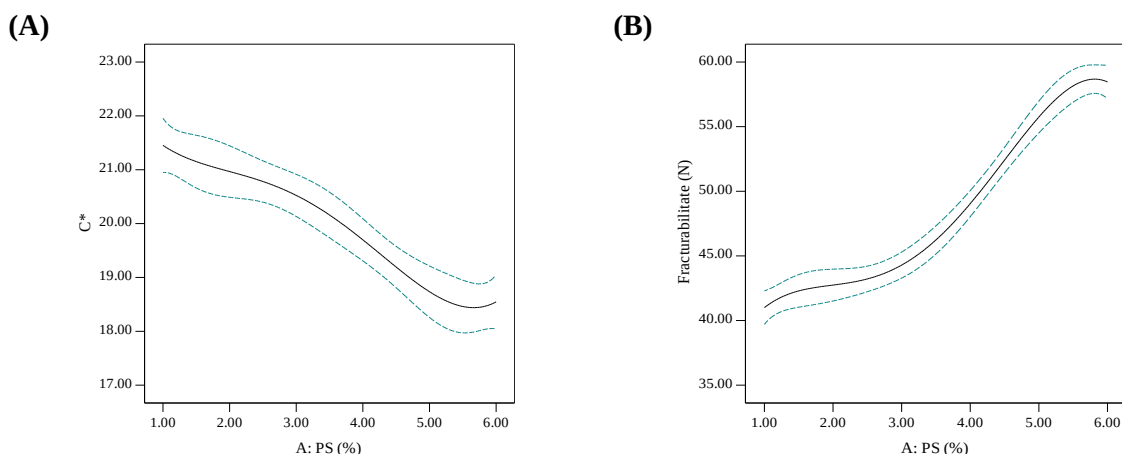


Figura 5.4. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra: (A) Chromei, (B) fracturabilității pastelor făinoase (Iuga și Mironeasa, 2021)

Adaosul de pielite de struguri în paste făinoase a determinat creșterea pierderilor de substanțe solide în timpul fierberii (PF) odată cu creșterea dozei (figura 5.5 A). Termenii liniar, pătratic și quartic au prezentat influențe semnificative ($p < 0,05$) asupra pierderilor în timpul fierberii (tabelul 5.1). O valoare acceptabilă a pierderilor de substanțe solide în timpul fierberii ar trebui să fie mai mică de 12% (Sant'Anna și colab., 2014), astfel încât rezultatele obținute au confirmat o calitate bună a pastelor făinoase din acest punct de vedere.

Creșterea dozei de pielite de struguri a determinat o scădere proporțională a masticabilității pastelor făinoase (figura 5.5 B), iar cea mai mare influență a fost observată pentru termenul liniar (tabelul 5.1).

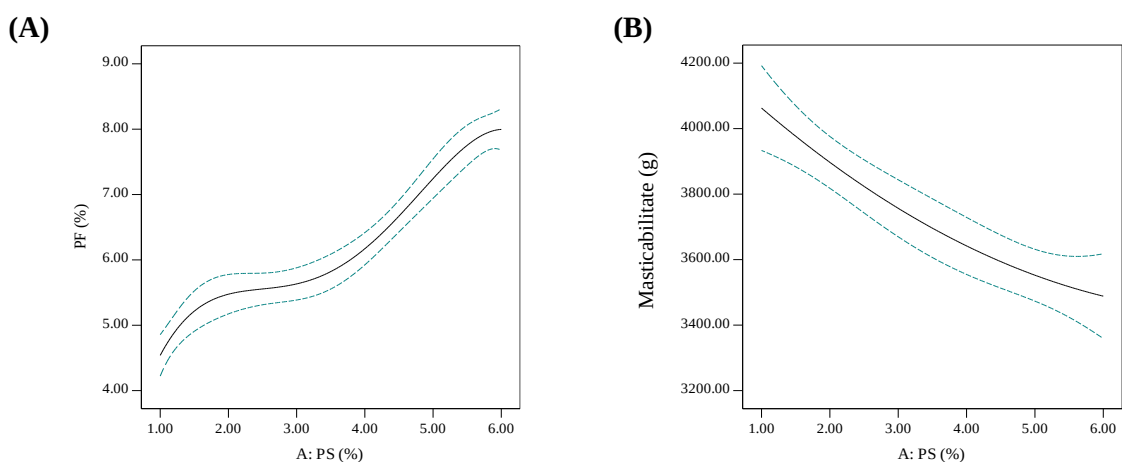


Figura 5.5. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra: (A) pierderilor de substanțe solide în timpul fierberii, (B) masticabilității pastelor făinoase (Iuga și Mironeasa, 2021)

Conținutul de amidon rezistent al pastelor făinoase cu adaos de pielite de struguri a fost influențat semnificativ ($p < 0,01$) de termenul liniar, pătratic și cubic al modelului predictiv (tabelul 5.1). Creșterea conținutului de amidon rezistent cu creșterea dozei de adaos (figura 5.6 A) poate fi atribuită interacțiunilor dintre polifenoli și amidon (Camelo-Méndez și colab., 2017) prin formarea legăturilor non-covalente (Rocchetti et. al., 2020).

S-a observat o influență pozitivă semnificativă ($p < 0,01$) a termenului liniar al dozei de pielite de struguri asupra răspunsului conținut total de polifenoli (CTP), în timp ce termenii pătratic și quartic au prezentat un efect negativ semnificativ ($p < 0,05$) (tabelul 5.1). Conținutul de polifenoli a crescut odată cu creșterea dozei de adaos (figura 5.6 B) ca o consecință a prezenței polifenolilor în ingredientul adăugat.

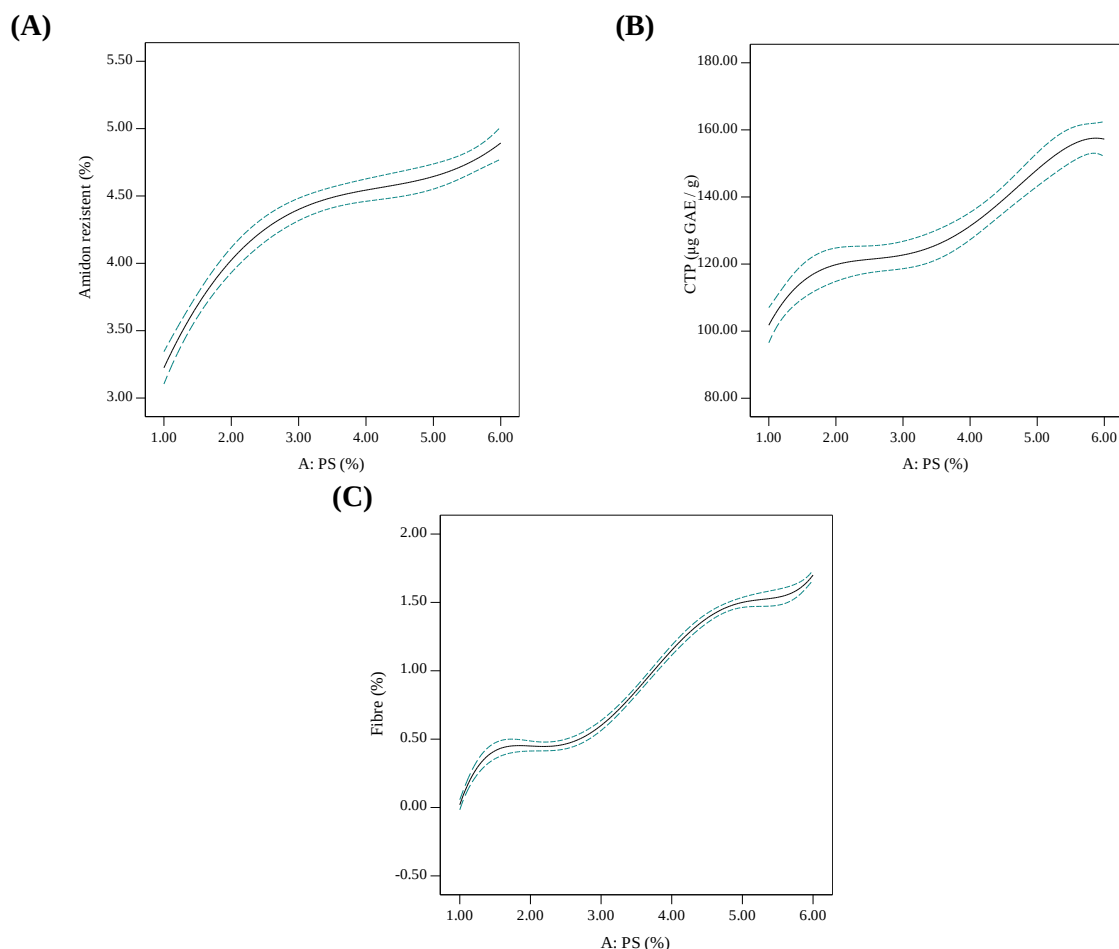


Figura 5.6. Efectul adaosului de pielite de struguri asupra: (A) conținutului de amidon rezistent, (B) polifenoli, (C) fibre (Iuga și Mironeasa, 2021)

Pielitele de struguri sunt o sursă bogată de fibre solubile și insolubile, iar încorporarea lor în pastele făinoase de grâu a determinat o creștere a conținutului total de fibre odată cu creșterea dozei (figura 5.6 C). Au fost observate influențe pozitive semnificative ($p < 0,01$) ale termenilor liniar, cubic și la puterea a 5-a, în timp ce termenii pătratic și quartic ai modelului predictiv au prezentat efecte negative ($p < 0,01$) asupra răspunsului (tabelul 5.1).

Optimizarea dozei de adaos de pielite de struguri

În vederea obținerii unor beneficii nutriționale maxime și a unor efecte negative minime asupra calității pastelor făinoase, optimizarea dozei de adaos în funcție de răspunsurile luate în considerare a condus la concluzia că făina de grâu poate fi suplimentată cu 4,62% pielite de struguri (tabelul 5.1), cu o valoare a funcției obiectiv de 0,57.

Pentru validarea modelului, au fost fabricate în aceleași condiții paste făinoase folosind doza optimă de pielite de struguri care a rezultat din procesul de optimizare. Răspunsurile au fost verificate în triplicat, iar diferențele dintre valorile experimentale și cele prezise au fost mai mici de 5%, cu excepția masticabilității, care a fost mai mică cu 6,86% decât valoarea prezisă. Comparativ cu proba martor, s-au obținut valori semnificativ ($p < 0,01$) mai mari pentru modululul complex (G^*), vâscozitatea maximă ($\eta_{\max}$), coezivitatea aluatului, fracturabilitatea pastelor făinoase uscate, pierderile de substanțe solide în timpul fierberii, conținutului de amidon rezistent, conținutului total de polifenoli și fibre, în timp ce pentru Chroma și masticabilitatea pastelor făinoase fierte au fost obținute valori mai mici (tabelul 5.1).

Tabelul 5.1. Valori prezise și valori experimentale ale produsului optim vs. proba martor

Caracteristica	OPS		Martor
	Valori prezise	Valori experimentale	
A - PS (%)	4,62 ± 0,00	4,62 ± 0,00	-
$\eta_{\max}$ (Pa·s)	0,83 ± 0,06 ^x	0,85 ± 0,06 ^{xa}	0,42 ± 0,02 ^b
G* (Pa)	113595,55 ± 6604,45 ^x	113733,33 ± 950,44 ^{xa}	51170,00 ± 1822,44 ^b
Coezivitate (adim.)	0,41 ± 0,01 ^x	0,41 ± 0,01 ^{xa}	0,36 ± 0,02 ^b
C* (adim.)	19,07 ± 0,40 ^x	19,26 ± 0,06 ^{ya}	21,74 ± 0,24 ^b
Fracturabilitate (N)	53,27 ± 1,04 ^x	55,50 ± 1,56 ^{xa}	41,13 ± 1,70 ^b
Masticabilitate (J)	3583,12 ± 116,08 ^x	3353,11 ± 162,77 ^{xa}	4974,33 ± 223,46 ^b
PF (%)	6,81 ± 0,25 ^x	7,03 ± 0,24 ^{xa}	5,21 ± 0,11 ^b
Amidon rezistent (% s.u.)	4,60 ± 0,10 ^x	4,79 ± 0,01 ^{ya}	2,55 ± 0,01 ^b
CTP (μg GAE/g s.u.)	141,48 ± 4,21 ^x	144,99 ± 2,78 ^{xa}	104,50 ± 0,94 ^b
Fibre (% s.u.)	1,43 ± 0,03 ^x	1,38 ± 0,03 ^{xa}	0,02 ± 0,00 ^b

OPS – proba cu doza optimă de adaos de piele de struguri, $\eta_{\max}$ – vâscozitatea maximă, G* – modul complex, C* – Chroma, PF – pierderi de substanțe solide în timpul fierberii, CTP – conținut total de polifenoli, s.u. – substanță uscată, valorile medii aflate pe același rând urmate de litere distincte (x-y pentru diferențele dintre valorile prezise și cele experimentale, a-b pentru diferențele dintre OPS experimental și proba martor) diferă semnificativ ($p < 0,05$).

Valoarea nutrițională și funcțională a pastelor făinoase a fost îmbunătățită comparativ cu proba martor și au fost menținuți parametrii de calitate. Chiar dacă s-a obținut o pierdere în timpul fierberii mai mare (6,81%), valoarea a fost mai mică de 12%, limita recomandată pentru paste făinoase de bună calitate. Proba cu doza optimă de adaos de piele de struguri (OPS) a prezentat un aluat mai coeziv, elastic și vâscos, care a determinat probabil rezistența mai mare la rupere (fracturabilitatea) a pastelor făinoase, ceea ce era de dorit.

În **Capitolul 6 - „Cercetări privind efectul combinat al tratamentului hidrotermic al făinii de grâu și al adaosului de piele de struguri asupra calității făinii și produsului finit”** este prezentată influența simultană a parametrilor (umiditate, temperatură și timp) de tratament hidrotermic aplicat făinii de grâu și a adaosului de piele de struguri asupra calității făinii și produsului finit și optimizarea efectului combinat a celor doi factori (tratamentul hidrotermic și adaosul de piele de struguri).

Efectul parametrilor tratamentului hidrotermic și al adaosului de piele de struguri asupra calității făinii și produsului finit

Proble de paste făinoase obținute conform matricei de experimente sunt prezentate în figura 6.1.



Figura 6.1. Probele de paste făinoase din făină de grâu tratată hidrotermic și cu adaos de piele de struguri obținute conform matricei experimentale

Predicția variației caracteristicilor făinii, aluatului și pastelor făinoase a fost estimată prin utilizarea modelelor matematice pătratice pentru modelarea datelor experimentale. Rezultatele analizei de varianță (ANOVA) pentru aceste modele predictive obținute sunt prezentate în tabelul 6.1. Modelele pătratice alese au fost semnificative ($p < 0,01$) pentru toate caracteristicile luate în considerare și au explicat între 73 și 97% din variația datelor (Iuga și Mironeasa, 2021b).

Tabelul 6.1. Coeficienții de regresie ai modelului pătratic pentru caracteristicile făinii de grâu tratate hidrotermic și cu adaos de pielite de struguri, aluatului și produsului finit (Iuga și Mironeasa, 2021a)

Factor	Caracteristica									
	$\eta_{\max}$ (Pa·s)	G* (Pa)	Coezivi- tate (10^{-2}) (adim.)	C* (adim.)	Fractura- bilitate (N)	Mastica- bilitate (J)	PF (%)	Amidon rezistent (% s.u.)	CTP (μ g GAE/g s.u.)	Fibre (% s.u.)
Const.	1,06	217411,33	33,00	19,14	40,28	3465,75	11,18	4,24	115,22	2,27
A	1,12**	107047,03**	-7,07**	-0,74**	-1,80**	-147,73**	2,25**	-0,62**	-11,78**	0,62**
B	0,37**	40595,19**	-2,35**	0,21*	-0,01	-143,94**	0,26**	0,35**	-6,40**	0,12**
C	-1,02**	56524,07**	-3,08**	-0,35**	-2,34**	-291,87**	2,17**	0,71**	-0,33	0,18**
D	0,05	19684,07**	0,57*	0,59**	3,18**	-175,34**	1,25**	0,53**	18,08**	0,57**
A×B	0,33**	36576,25**	-2,23**	0,31**	-1,46**	51,48*	-0,09	-0,08*	-5,80**	0,01
A×C	-0,97**	40044,58**	-1,82**	0,12	-2,01**	21,73	0,93**	0,12**	-3,42**	-0,33**
A×D	0,02	3026,25	-0,28	0,33**	-0,44	-7,63	-0,01	-0,10**	-1,10	-0,07*
B×C	-0,35**	17511,25**	-0,42	0,09	1,71**	5,67	0,13	-0,36**	1,79	-0,01
B×D	0,04	-7615,42	-0,12	0,19	-2,30**	-11,20	0,02	0,13**	0,78	0,05
C×D	0,01	-19313,75**	0,07	0,45**	0,43	15,39	-0,09	-0,20**	0,07	-0,04
A ²	0,30*	-4878,44	-0,62	0,95**	-1,80	34,72	-0,49*	1,50**	-14,53**	-0,50**
B ²	0,19	5754,89	-0,65	0,25	0,04	-17,64	-0,36	-0,01	2,53	0,17*
C ²	0,09	-13551,78	0,72	0,37	-0,32	31,50	-0,98**	-0,22*	4,73	-0,38**
D ²	0,17	3988,22	-1,93*	-0,68*	4,06**	51,52	0,48*	-0,13	0,11	0,25**
<i>Evaluarea modelului</i>										
p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
R ²	0,95	0,93	0,96	0,73	0,73	0,85	0,97	0,97	0,92	0,96
Adj.-R ²	0,94	0,91	0,96	0,73	0,67	0,85	0,97	0,97	0,92	0,96

*semnificativ la un nivel de $p < 0,05$, ** semnificativ la un nivel de $p < 0,01$, A – temperatură, B - timp, C – umiditate, D – doza de pielite de struguri, $\eta_{\max}$ – vâscozitatea maximă, G* – modul complex, C* – Chroma, PF – pierderi de substanțe solide în timpul fierberii, CTP – conținut total de polifenoli, s.u. – substanță uscată.

Temperatura, timpul de aplicare al tratamentului hidrotermic și umiditatea făinii au avut o influență semnificativă asupra vâscozității maxime a suspensiei de făină compozit-apă ($\eta_{\max}$), în timp ce efectul adaosului de pielite de struguri nu a fost semnificativ (tabelul 6.1). Valorile $\eta_{\max}$ au crescut pe măsură ce temperatura și timpul de aplicare a tratamentului hidrotermic au fost mai mari și au scăzut odată cu scăderea nivelului de umiditate a făinii (figura 6.2).

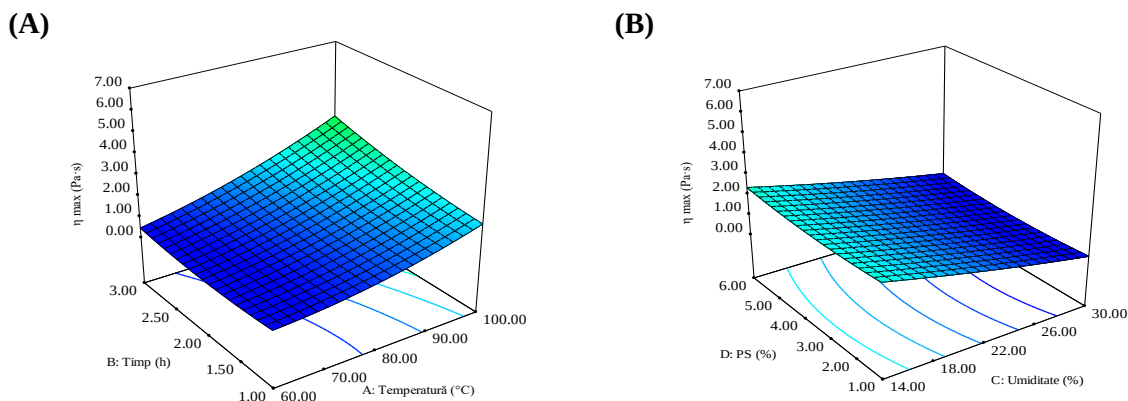


Figura 6.2. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielite de struguri (B) asupra vâscozității maxime ($\eta_{\max}$)

Toți cei patru factori considerați au prezentat un efect semnificativ ($p < 0,01$) asupra modulului complex (G^*) al aluatului (tabelul 6.1). G^* a arătat o tendință de creștere odată cu creșterea temperaturii, timpului, umidității și dozei de pielite de struguri (figura 6.2 A, B).

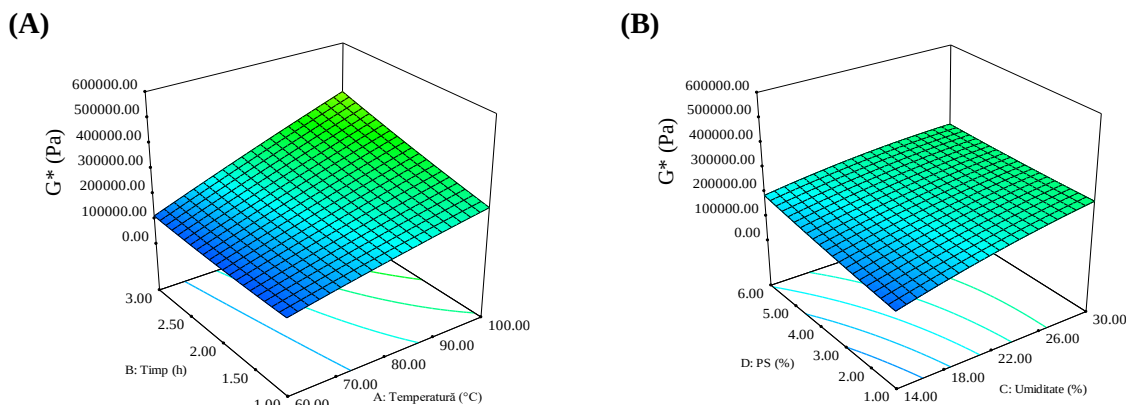


Figura 6.3. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielite de struguri asupra modulului complex (G^*) al aluatului (Iuga și Mironeasa, 2021a)

Umiditatea făinii, temperatura, timpul aplicat pentru tratarea hidrotermică a făinii de grâu și doza de pielite de struguri adăugată au prezentat un efect semnificativ ($p < 0,01$) asupra coezivității aluatului (tabelul 6.1). Coezivitatea aluatului a scăzut odată cu creșterea temperaturii, timpului și umidității făinii, în timp ce creșterea dozei de pielite de struguri a determinat creșterea acestui parametru (figura 6.4 A, B).

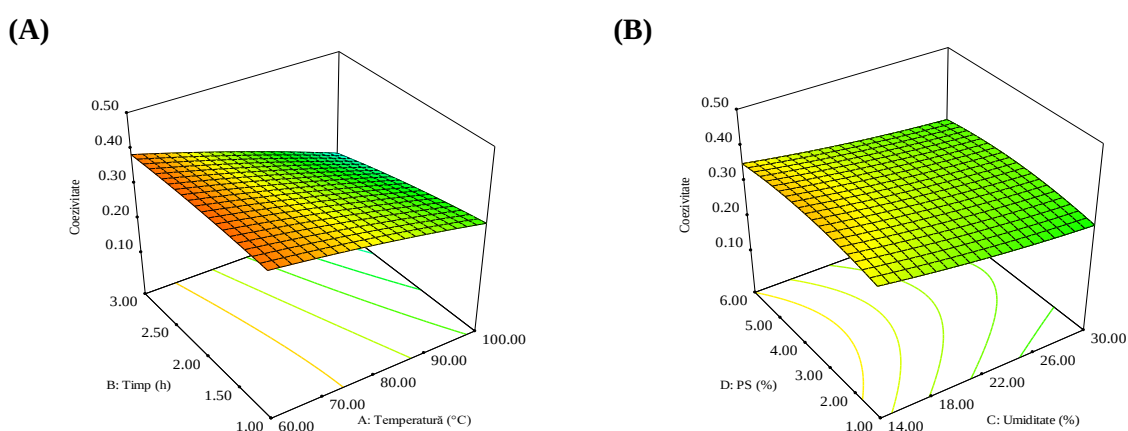


Figura 6.4. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielite de struguri asupra coezivității aluatului (Iuga și Mironeasa, 2021a)

Parametrii tratamentului hidrotermic și doza de pielite de struguri au influențat semnificativ Chroma (C^*) pastelor făinoase (tabelul 6.1). Chroma a înregistrat o scădere cu creșterea temperaturii până la valoarea de 80 °C și cu creșterea nivelului de umiditate (figura 6.5 A, B). Pe de altă parte, s-a observat o creștere a valorilor lui C^* cu creșterea timpului de tratare a făinii, iar mărirea dozei de pielite de struguri a determinat o creștere a valorilor lui C^* la doze mici, urmată de o scădere la doze mai mari de 4%.

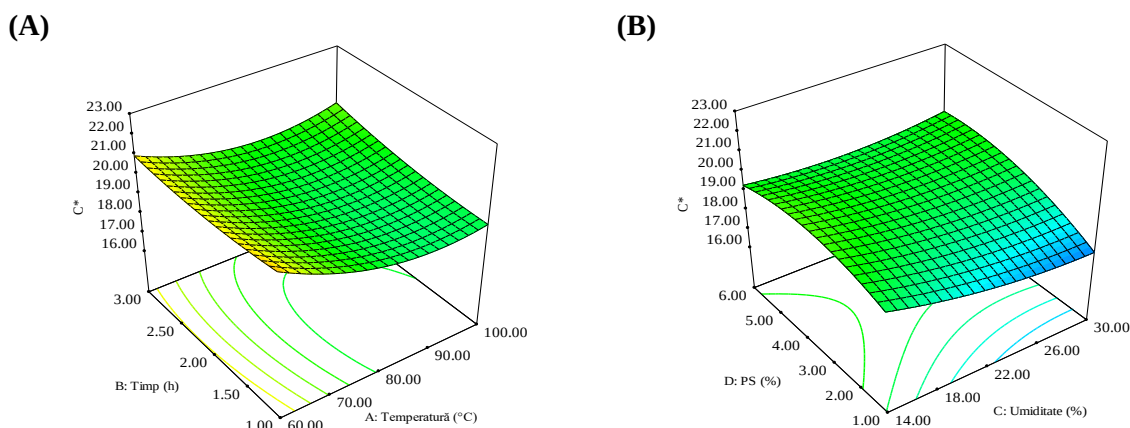


Figura 6.5. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielițe de struguri asupra Chromei (C*) pastelor făinoase (Iuga și Mironeasa, 2021a)

Fracturabilitatea pastelor făinoase uscate a fost influențată semnificativ ($p < 0,01$) de temperatura și nivelul de umiditate al făinii de grâu în timpul tratamentului hidrotermic și de doza de pielițe de struguri adăugată. Durata tratamentului hidrotermic nu a avut un efect semnificativ ($p > 0,05$) asupra fracturabilității. Temperatura și timpul de tratament hidrotermic au determinat scăderea fracturabilității pastelor făinoase odată cu creșterea lor, în timp ce mărirea dozei de adaos a condus la obținerea unor valori mai ridicate ale acestui parametru. Cercetările preliminare efectuate în cadrul prezentei teze au arătat că la temperaturi mai mari de 80 °C glutenul își pierde proprietățile. Astfel, o parte din impactul negativ al tratamentului hidrotermic ar putea fi diminuat prin utilizarea pielițelor de struguri, care sunt bogate în fibre solubile și zaharuri (Deng și colab., 2011).

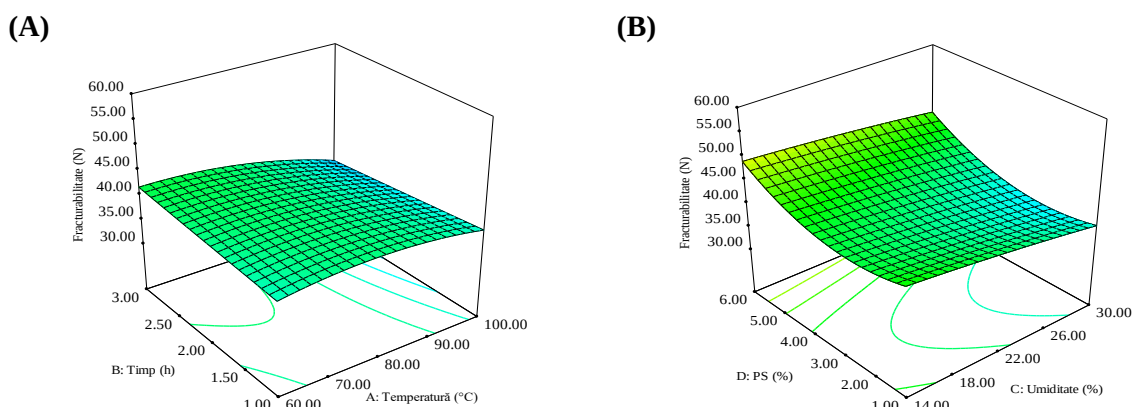


Figura 6.6. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielițe de struguri asupra fracturabilității pastelor făinoase (Iuga și Mironeasa, 2021a)

Masticabilitatea pastelor făinoase a fost influențată semnificativ ($p < 0,01$) de parametrii tratamentului hidrotermic și de doza de pielițe de struguri adăugată (tabelul 6.1). Masticabilitatea a scăzut ușor odată cu creșterea temperaturii, a timpului, a umidității și a dozei de pielițe de struguri (figura 6.7 A, B), probabil ca urmare a apariției porilor pe suprafața granulelor de amidon în timpul tratamentului hidrotermic (Piecyk și colab., 2018). Utilizarea dimensiunilor mici ale particulelor de făină ($< 180 \mu\text{m}$) ar putea avea un rol pozitiv important în scăderea masticabilității pastelor făinoase.

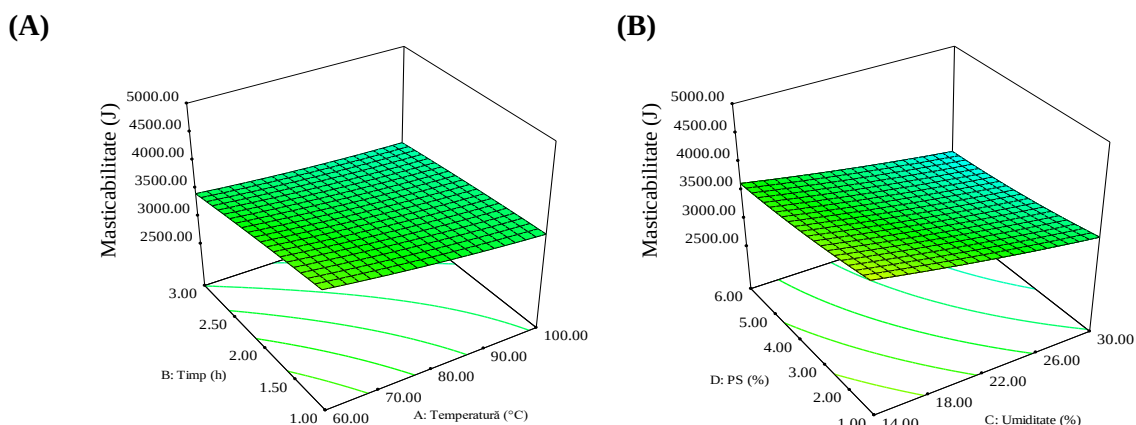


Figura 6.7. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielițe de struguri asupra masticabilității pastelor făinoase

Cei patru factori considerați au prezentat efecte semnificative ($p < 0,01$) asupra pierderilor de substanțe solide în timpul fierberii. Creșterea temperaturii, a timpului, a umidității și a dozei de pielițe de struguri a determinat eliberarea unei cantități mai mari de componente solide în apa de fierbere și prin urmare, valori mai mari ale pierderilor în timpul fierberii (figura 6.8 A, B).

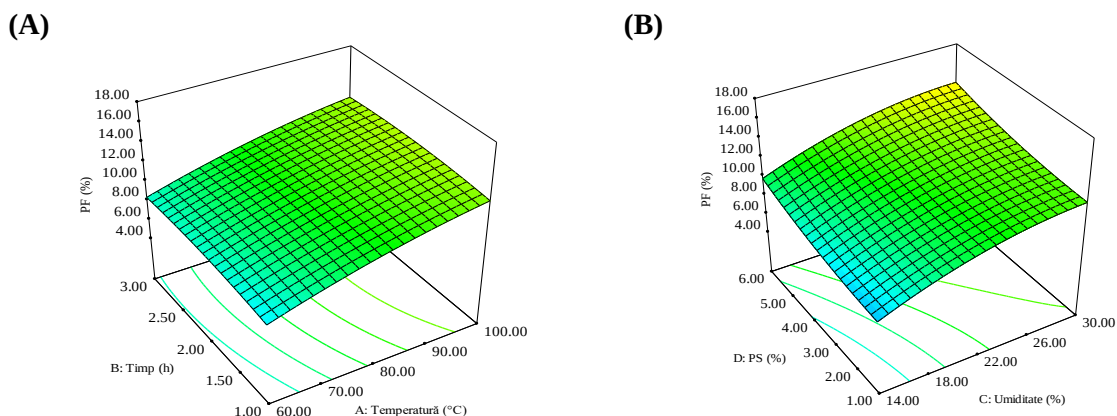


Figura 6.8. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielițe de struguri asupra pierderilor de substanțe solide în timpul fierberii (PF) (Iuga și Mironeasa, 2021a)

Parametrii tratamentului hidrotermic (temperatură, timp și umiditate) și doza de pielițe de struguri, precum și interacțiunea dintre acești factori au prezentat un efect semnificativ ($p < 0,01$) asupra conținutului de amidon rezistent al pastelor făinoase fierte (figura 6.9, tabelul 6.1).

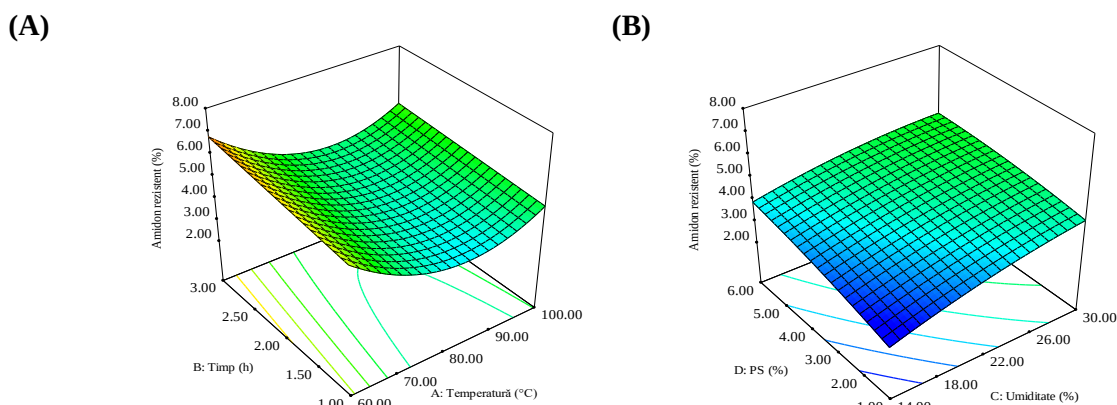


Figura 6.9. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielițe de struguri asupra conținutului de amidon rezistent

Parametrii tratamentului hidrotermic și doza de pielețe de struguri au prezentat un efect semnificativ ($p < 0,01$) asupra conținutului total de polifenoli (CTP), cu excepția nivelului de umiditate. Scăderea CTP al pastelor făinoase cu creșterea temperaturii și a timpului de tratament hidrotermic (figura 6.10 A, B) a fost contracarată prin adăugarea pielețelor de struguri care au determinat creșterea acestuia datorită prezenței compușilor bioactivi (Deng și colab., 2011; Tang și colab., 2018).

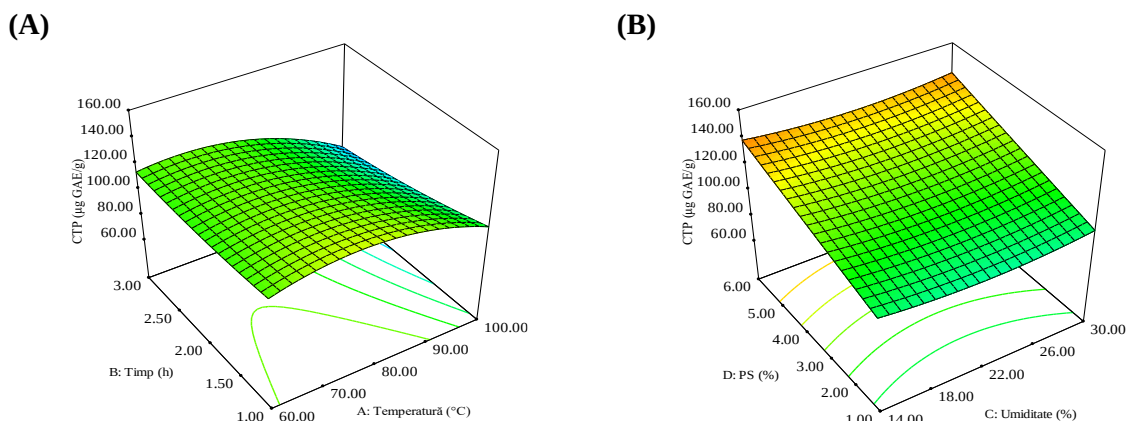


Figura 6.10. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielețe de struguri asupra conținutului total de polifenoli (CTP) (Iuga și Mironeasa, 2021a)

S-a observat un efect pozitiv semnificativ ($p < 0,01$) al factorilor temperatură, timp, umiditate și doză de adaos de pielețe de struguri asupra conținutului de fibre al pastelor făinoase (tabelul 6.1, figura 6.11). S-a observat o creștere a conținutului de fibre odată cu creșterea valorilor parametrilor tratamentului hidrotermic (figura 6.11 A, B)

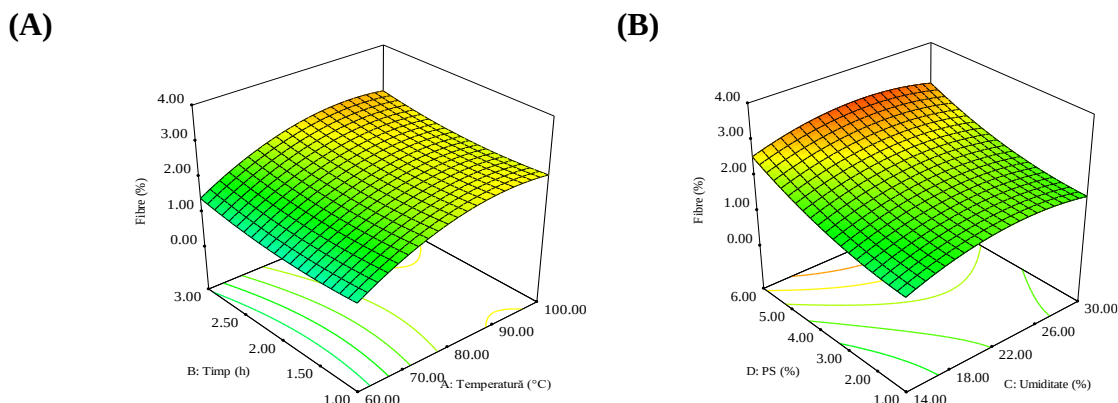


Figura 6.11. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectul combinat al factorilor: (A) timp și temperatură, (B) umiditate și doza de pielețe de struguri asupra conținutului de fibre (Iuga și Mironeasa, 2021a)

Optimizarea parametrilor tratamentului hidrotermic și a adaosului de pielețe de struguri

Valoarea nutrițională și funcțională a pastelor făinoase de grâu a crescut prin tratarea hidrotermică a făinii la anumiți parametri și prin suplimentarea acestuia cu pielețe de struguri până la o anumită doză. Conform rezultatelor obținute, parametrii optimi de tratament ai făinii de grâu au fost temperatura de 64,35 °C, timpul de 3 h și umiditatea făinii de 26,65% și o doză de adaos de 4,94% pielețe de struguri. S-a procedat la validarea modelului matematic propus (tabelul 6.1) prin repetarea experimentelor, iar diferențele dintre valorile prezise și cele

experimentale au fost mai mici de 5%, fapt ce arată că modelul matematic obținut descrie adecvat interdependența dintre parametrii cercetați.

Tabelul 6.1. Valorile prezise și valorile experimentale ale produsului optim vs. proba martor (Iuga și Mironeasa, 2021a)

Caracteristica	OTPS		Martor
	Valori prezise	Valori experimentale	
A - Temperatură (°C)	64,35 ± 0,00	64,35 ± 0,00	-
B - Timp (h)	3,00 ± 0,00	3,00 ± 0,00	-
C - Umiditate (%)	26,65 ± 0,00	26,65 ± 0,00	14,01 ± 0,16
D - Doza de pielițe de struguri	4,94 ± 0,00	4,94 ± 0,00	-
$\eta_{\max}$ (Pa·s)	0,45 ± 0,04 ^x	0,44 ± 0,03 ^{xa}	0,42 ± 0,02 ^a
G* (Pa)	169068,26 ± 3666,47 ^x	165166,67 ± 3493,33 ^{xa}	51170,00 ± 1822,44 ^b
Coezivitate (adim.)	0,36 ± 0,02 ^x	0,36 ± 0,01 ^{xa}	0,36 ± 0,02 ^a
C* (adim.)	20,66 ± 0,76 ^x	21,56 ± 0,06 ^{ya}	21,74 ± 0,24 ^b
Fracturabilitate (N)	44,39 ± 3,30 ^x	44,98 ± 0,73 ^{xa}	41,13 ± 1,70 ^b
Masticabilitate (J)	3153,17 ± 155,65 ^x	3333,38 ± 328,82 ^{xa}	4974,99 ± 223,46 ^b
PF (%)	10,53 ± 0,60 ^x	10,64 ± 0,83 ^{xa}	5,21 ± 0,11 ^b
Amidon rezistent (% s.u.)	6,45 ± 0,22 ^x	6,59 ± 0,02 ^{ya}	2,55 ± 0,01 ^b
CTP (μg GAE/g s.u.)	131,66 ± 6,81 ^x	135,25 ± 2,06 ^{xa}	104,50 ± 0,94 ^b
Fibre (% s.u.)	2,33 ± 0,18 ^x	2,25 ± 0,05 ^{xa}	0,02 ± 0,00 ^b

OTPS – proba optimă rezultată din optimizarea efectului combinat al tratamentului hidrotermic al făinii de grâu și al adaosului de pielițe de struguri, A – temperatură, B – timp, C – umiditate, D – doza de adaos, $\eta_{\max}$ – vâscozitatea maximă, G* – modul complex, C* – Chroma, PF – pierderi de substanțe solide în timpul fierberii, CTP – conținut total de polifenoli, s.u. – substanță uscată, valorile medii aflate pe același rând urmate de litere distincte (x-y pentru diferențele dintre valorile prezise și cele experimentale, a-b pentru diferențele dintre OTPS și proba martor) diferă semnificativ ($p < 0,05$).

Comparativ cu proba martor, s-a obținut un conținut de substanțe nutritive și de compuși bioactivi (amidor rezistent, polifenoli, fibre) pentru proba optimă (OTPS) semnificativ mai mare ($p < 0,01$). Mai mult, caracteristicile de calitate ale pastelor făinoase au fost îmbunătățite (modulul complex al aluatului, fracturabilitatea pastelor făinoase uscate, masticabilitatea pastelor făinoase fierte) ori s-au menținut la nivele acceptabile (Chroma, coezivitatea aluatului, pierderile de substanțe solide în timpul fierberii).

În **Capitolul 7** intitulat „Caracterizarea produselor obținute din optimizarea proceselor” sunt prezentate caracteristicile fizico-chimice, proprietățile reologice, microstructura și profilul senzorial al produselor optime. Pastele făinoase obținute în urma proceselor de optimizare sunt prezentate în figura 7.1

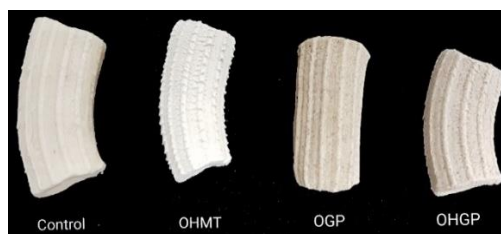


Figura 7.1. Pastele făinoase obținute în urma proceselor de optimizare: OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrototermic, OPS – proba cu doza optimă de adaos de pielițe de struguri, OTPS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielițe de struguri

Caracteristicile fizico-chimice ale pastelor făinoase obținute din optimizarea proceselor sunt prezentate în tabelul 7.1. Aplicarea tratamentului hidrotermic făinii de grâu a determinat

creșterea luminozității pastelor făinoase și scăderea intensității nunaței de galben. Pe de altă parte, adaosul pielitelor de struguri a condus la scăderea semnificativă ($p < 0,05$) a luminozității (L^*) și intensității nuanței de galben descrisă de valorile pozitive ale parametrului b^* comparativ cu proba martor. În plus, pigmenții prezenți în pielile de struguri au determinat trecerea de la o nuanță verzuie dată de valorile negative ale parametrului a^* , la o nuanță roșie dată de valorile pozitive ale acestuia. Conform datelor experimentale prezentate în tabelul 7.1, s-au obținut diferențe semnificative între proba OTH și proba martor ($p < 0,01$) în ceea ce privește compoziția chimică, cu excepția conținutul de cenușă. Tratamentul hidrotermic a determinat scăderea conținutului de proteine, glucide, amidon rezistent și a activității antioxidante, în timp ce conținutul de lipide și de amidon digerabil rapid au crescut. Adăugarea pielitelor de struguri în făina de grâu a determinat creșteri semnificative ($p < 0,01$) ale conținutului de proteine, lipide, cenușă și carbohidrați din paste făinoase OPS datorită aportului lor de substanțe nutritive. Proba OPS a prezentat o activitate antioxidantă mai mare comparativ cu proba martor, în concordanță cu valoarea crescută a conținutului de polifenoli din probele de paste făinoase cu adaos de pielite de struguri (tabelul 7.1).

Tabelul 7.1. Caracteristicile făinurilor și pastelor făinoase obținute din optimizarea proceselor (Iuga și Mironeasa, 2021a, b,c, d)

Caracteristica	Control	OTH	OPS	OTPS
<i>Culoare</i>				
L^*	72,54 ± 0,17 ^b	81,12 ± 1,76 ^a	67,02 ± 0,38 ^c	70,37 ± 0,28 ^b
a^*	-2,31 ± 0,20 ^b	-2,67 ± 0,26 ^b	0,39 ± 0,03 ^a	0,19 ± 0,06 ^a
b^*	21,61 ± 0,24 ^a	18,42 ± 0,05 ^c	19,26 ± 0,06 ^b	21,56 ± 0,06 ^a
<i>Caracteristici chimice</i>				
Umiditate (% s.u.)	11,54 ± 0,03 ^a	7,02 ± 0,12 ^d	11,27 ± 0,07 ^b	8,40 ± 0,03 ^c
Cenușă (% s.u.)	0,64 ± 0,02 ^b	0,63 ± 0,08 ^b	0,80 ± 0,08 ^{ab}	0,82 ± 0,06 ^a
Lipide (% s.u.)	0,13 ± 0,01 ^c	0,34 ± 0,05 ^a	0,21 ± 0,02 ^b	0,29 ± 0,01 ^a
Proteine (% s.u.)	13,93 ± 0,09 ^b	13,54 ± 0,10 ^c	14,29 ± 0,10 ^a	13,56 ± 0,17 ^c
Fibre (% s.u.)	0,02 ± 0,00 ^c	1,55 ± 0,05 ^b	1,45 ± 0,05 ^b	2,35 ± 0,05 ^a
Carbohidrați (% s.u.)	85,28 ± 0,11 ^a	83,83 ± 0,16 ^b	83,07 ± 0,22 ^c	82,76 ± 0,14 ^c
Amidon rezistent (% s.u.)	2,55 ± 0,01 ^d	4,44 ± 0,07 ^c	4,79 ± 0,01 ^b	6,59 ± 0,02 ^a
Amidon digerabil lent (% s.u.)	17,08 ± 0,42 ^b	9,61 ± 0,00 ^d	19,61 ± 0,95 ^a	13,79 ± 0,51 ^c
Amidon digerabil rapid (% s.u.)	69,32 ± 0,12 ^b	76,28 ± 0,00 ^a	54,38 ± 0,24 ^d	68,38 ± 0,31 ^c
CTP (μg GAE/g s.u.)	104,50 ± 0,94 ^c	107,78 ± 3,42 ^c	144,99 ± 2,78 ^a	135,25 ± 2,06 ^b
Activitate antioxidantă (%)	20,15 ± 0,26 ^c	3,63 ± 0,34 ^d	38,74 ± 1,14 ^a	32,00 ± 1,02 ^b
<i>Caracteristici senzoriale</i>				
Acceptabilitate generală	8,41 ± 0,04 ^a	8,00 ± 0,00 ^b	7,78 ± 0,03 ^c	7,55 ± 0,05 ^d
<i>Caracteristici moleculare</i>				
α -helix/lanțuri β	2,00 ± 0,08 ^a	1,26 ± 0,00 ^b	1,31 ± 0,02 ^b	1,92 ± 0,04 ^a
Cristalin/Amorf	1,24 ± 0,01 ^a	1,09 ± 0,00 ^c	1,26 ± 0,01 ^a	1,11 ± 0,01 ^b

OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrotermic, OPS – proba cu doza optimă de adaos de pielite de struguri, OTPS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielite de struguri, a-d valorile medii aflate pe același rând urmate de litere distincte diferă semnificativ ($p < 0,05$), s.u. – substanță uscată.

Conținutul de amidon digerabil rapid al probei OPS de paste făinoase a scăzut semnificativ ($p < 0,01$) comparativ cu proba martor, în timp ce conținutul de amidon digerabil lent a crescut. Aceste rezultate ar putea fi cauzate de interacțiunile dintre amidon și polifenoli care pot apărea în timpul fabricării pastelor făinoase. S-a demonstrat că polifenolii pot reduce viteza de digestie a amidonului datorită interacțiunilor lor prin intermediul legăturilor hidrofobe cu amiloza și fracția liniară a amilopectinei și/sau datorită efectelor de inhibare asupra enzimelor (Sun și Miao, 2019). Proba OTPS a prezentat un conținut semnificativ mai scăzut de proteine și carbohidrați ($p < 0,01$), probabil din cauza denaturării proteinelor în timpul tratamentului hidrotermic și modificării structurii amidonului (Iuga și Mironeasa, 2020a). Cantitatea de lipide și de cenușă a probei OTPS a crescut comparativ cu proba martor datorită

compoziției chimice a pielitelor de struguri adăugate. Aplicarea tratamentului hidrotermic asupra făinii de grâu și adaosul de pielețe de struguri au cauzat o scădere a conținutului de amidon digerabil lent și de amidon digerabil rapid în OTPS.

Studiul structurii secundare a proteinelor și amidonului prin spectrometrie FT– IR

Spectrele FT – IR obținute pentru probele de făină rezultate din procesele de optimizare (figura 7.2 A) au evidențiat benzi specifice caracteristice zonei "de amprentă" a carbohidraților (amidon) la aproximativ $960\text{--}1060\text{ cm}^{-1}$, benzi apărute datorită vibrațiilor legăturilor C–O și C–C. De asemenea, s-a observat prezența benzilor spectrale caracteristice proteinelor la $1600\text{--}1700\text{ cm}^{-1}$ care pot apărea în principal din vibrația de întindere C=O a grupărilor peptidice (Yu și colab., 2004; Arslan și colab., 2020). Banda spectrală observată la 3284 cm^{-1} a fost atribuită vibrațiilor de întindere -OH, în timp ce prezența benzii la 2926 cm^{-1} a fost atribuită vibrațiilor de întindere a grupării CH. În aceste zone s-au observat absorbante mai mari în cazul probei OPS probabil datorită prezenței compușilor fenolici (Zhao et. al., 2015). Compușii fenolici din pielitele de struguri au prezentat absorbții specifice în regiunea $1712\text{--}1704\text{ cm}^{-1}$ și $1609\text{--}1608\text{ cm}^{-1}$ corespunzătoare vibrațiilor de întindere a grupării carbonil, respectiv în regiunea $1519\text{--}1516\text{ cm}^{-1}$ date de vibrațiile de întindere ale grupării C=C (Silva și colab., 2014). Prezența grupării galoil a putut fi observată la un număr de undă de aproximativ 1747 cm^{-1} , bandă spectrală care corespunde vibrațiilor de întindere ale grupărilor carbonil (C=O) (Zhao și colab., 2015). Banda spectrală din zona $3000\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ ar putea fi atribuită prezenței grupărilor intermoleculare –OH ale ligninei și vibrațiilor de întindere simetrice și asimetrice legate de conținutul de umiditate al probei (Ertürk și Meral, 2019). Pentru caracterizarea structurii secundare a proteinelor s-a considerat banda specifică structurii Amidei II la aproximativ 1540 cm^{-1} datorată în principal vibrațiilor grupărilor NH și CN. Întrucât s-a observat o absorbantă mai mică în această zonă a probei tratate OTH comparativ cu proba martor, se poate afirma că a avut loc denaturarea proteinelor din grâu în timpul tratamentului hidrotermic.

În ceea ce privește structura secundară a proteinelor, proba martor a prezentat proporții mai mari de asociații intermoleculare și conformații α -helix comparativ cu asociațiile intramoleculare și structurile proteice β (figura 7.2 B2). Structurile proteice de tip β au fost predominante în cazul făinii tratate OTH, iar structurile de tip β răsucite și cele β antiparalele au fost prezente în proporții mai mari comparativ cu proba martor (figura 7.1 B1). Pentru proba OGP s-a observat prezența unor proporții mai mari de asociații inter și intra moleculare comparativ cu proba martor care nu a prezentat absorbantă în regiunea specifică asociațiilor intramoleculare. De asemenea, au fost identificate proporții mai mici de structuri α -helix pentru OGP comparativ cu proba martor, în timp ce structurile β -răsucite și antiparalele s-au regăsit în proporții mai mari.

Structurile secundare α -helix au fost dominante atât pentru proba OGP, cât și pentru proba martor. Rezultatele prezentului studiu au indicat o structură a aluatului mai puternică și mai coezivă în cazul probei OGP, care poate fi datorată formării complexelor dintre proteine și fibre. Prezența benzii spectrale la 1670 cm^{-1} poate fi datorată legăturilor non-hidrogen ale grupărilor carbonil din structurile β -răsucite ale proteinelor; atunci când grupările carbonil sunt legate de hidrogen cu alți compuși, ar trebui să aibă loc o scădere a benzii lor de absorbție la un număr de undă mai mic (Nawrocka și colab., 2015). Rezultatele prezentului studiu au arătat că, în cazul probei martor, grupările carbonil proteice au fost legate prin legături non-hidrogen, fapt demonstrat de prezența benzii la 1670 cm^{-1} , în timp ce în cazul probei OGP grupările carbonil ar fi format legături de hidrogen cu fibre sau alte componente ale pielitelor de struguri, fapt sugerat de deplasarea spre stânga a benzii de absorbție. Această deplasare a benzii ar putea fi atribuită și prezenței polizaharidelor, cum ar fi pectina din pielitele de struguri (Nawrocka și colab., 2015). Banda observată la 1625 cm^{-1} în cazul probei OGP poate fi asociată cu legăturile de hidrogen

ale agregatelor de proteine și/sau lanțurilor polipeptidice complexate cu compuși fenolici (Nawrocka și colab., 2017) din pielițele de struguri. În cazul probei OTPS nu s-au observat diferențe semnificative ($p > 0,05$) față de proba martor în ceea ce privește raportul α -helix/structuri β (tabelul 7.1).

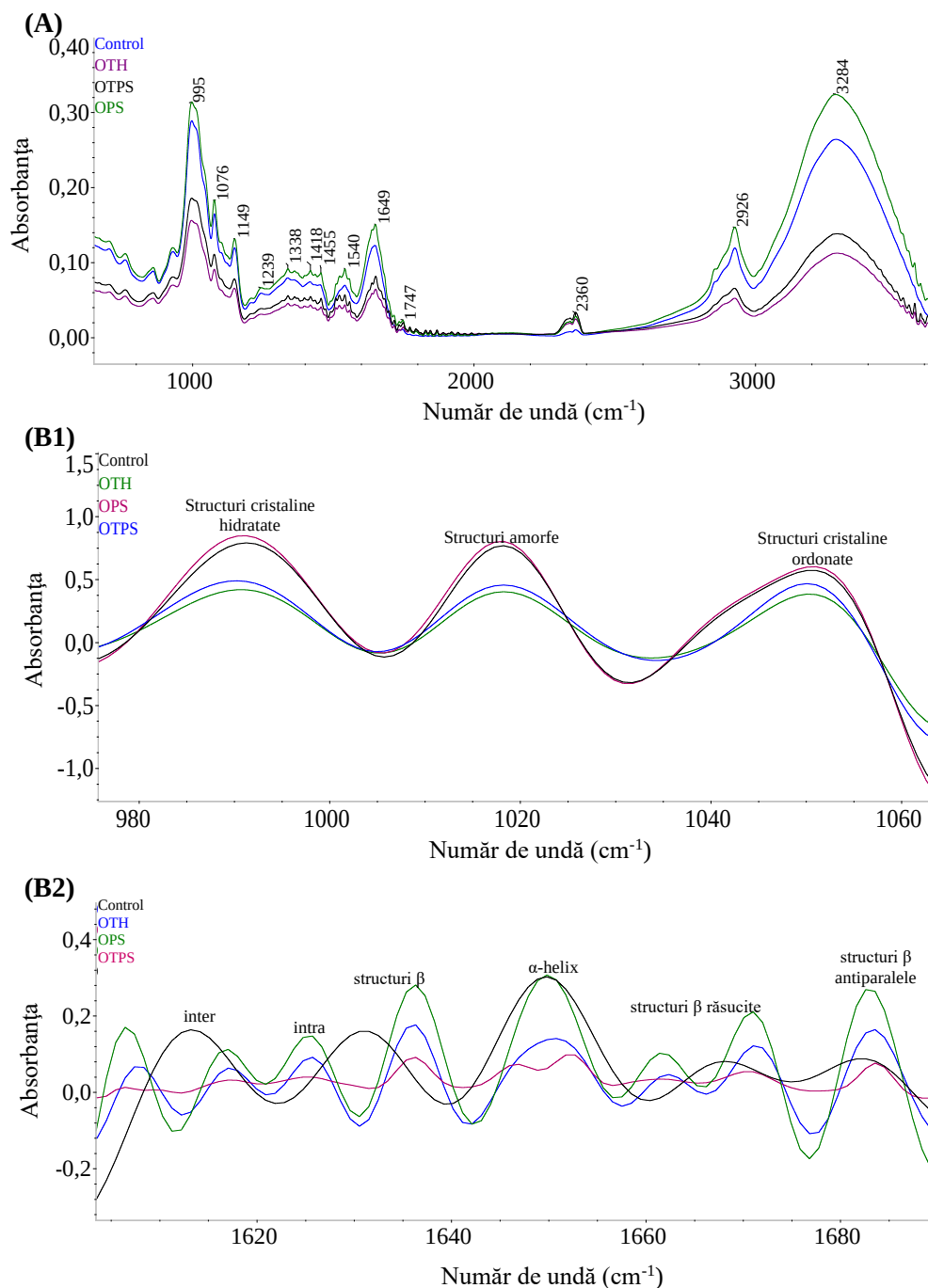


Figura 7.2. (A) Spectrele FT – IR ale probelor de făină optime și ale probei martor; (B) spectrul caracteristic amidonului obținut în urma aplicării deconvoluției (1), spectrul caracteristic fracțiunii Amidă I obținut în urma aplicării deconvoluției (2): OTH – proba de făină de grâu obținută din optimizarea procesului de tratament hidrototermic, OPS – proba cu doza optimă de adaos de pielețe de struguri, OTPS – proba de făină obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielețe de struguri

În ceea ce privește structura amidonului, proba martor a prezentat absorbante mai mari (figura 7.2 B1) comparativ cu OTH atât pentru regiunea caracteristică structurilor amorfe (1022 cm^{-1}), cât și pentru cele cristaline (1049 cm^{-1}), constatare care este în acord cu rezultatele prezentate de Chavez-Murillo și colab. (2019). În cazul probei cu adaos de pielite de struguri în făina de grâu netratată, nu s-au observat modificări semnificative asupra structurii amidonului între proba OPS și proba martor (tabelul 7.1). Pentru proba OTPS s-au observat absorbante mai mici în regiunile specifice structurilor cristaline și amorfe ale amidonului (figura 7.2 B1) comparativ cu proba martor. OHGP a prezentat un raport între zonele cristaline și cele amorfe semnificativ mai mic ($p < 0,01$) (tabelul 7.1) comparativ cu proba martor, ceea ce a sugerat pierderea moleculelor de apă.

Caracteristici reologice ale aluaturilor

Variația modulelor de elasticitate (G') și vâscozitate (G'') cu temperatura este prezentată în figura 7.3. Adaosul pielitelor de struguri și tratamentul hidrotermic al făinii de grâu au determinat valori mai mari ale lui G' și G'' comparativ cu proba martor (figura 7.3). Probele de aluat obținute din făină de grâu tratat hidrotermic (OTH și OTPS) au prezentat un comportament diferit în a treia etapă de încălzire când au manifestat o creștere ale modulelor de elasticitate și de vâscozitate la sfârșitul testului, la o temperatură mai mare de $90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tratamentul hidrotermic al făinii de grâu a avut un efect de scădere a temperaturii inițiale de gelatinizare (T_i) și a temperaturii de tranziție sticloasă (figura 7.4). Pe de altă parte, adaosul pielitelor de struguri (OPS, OTPS) a condus la obținerea unor valori mai mari ale T_i comparativ cu proba martor. Aceste modificări se pot datora interacțiunilor dintre componentele amidonului și lipide și/sau legăturilor formate în timpul tratamentului hidrotermic, similar cu datele raportate de Collar și Armero (2018).

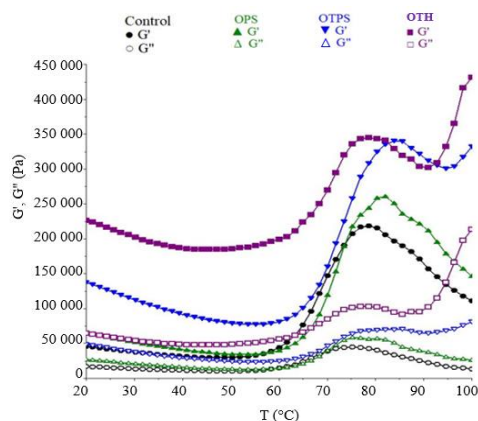


Figura 7.3. Variația modulelor de elasticitate (G') și vâscozitate (G'') în funcție de temperatură: OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrotermic, OPS – proba cu doza optimă de adaos de pielite de struguri, OTPS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielite de struguri

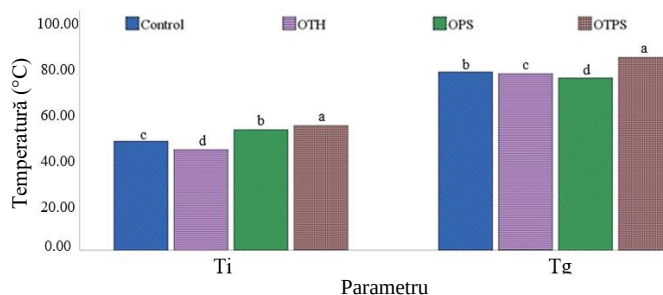


Figura 7.4. Parametrii de tranziție sticloasă ai făinurilor: T_i – temperatura inițială de gelatinizare, T_g – temperatura de tranziție sticloasă, OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrotermic, OPS – proba cu doza optimă de adaos de pielite de struguri, OTPS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielite de struguri, a-d coloanele marcate cu litere distincte diferă semnificativ ($p < 0,05$)

Evoluția complianței (J) în timp a probelor de aluat obținute în urma proceselor de optimizare este prezentată în figura 7.5. Tratamentul hidrotermic și adaosul pielitelor de

struguri au determinat o rezistență mai mare la deformare indicată de scăderea valorilor complianțelor comparativ cu proba martor.

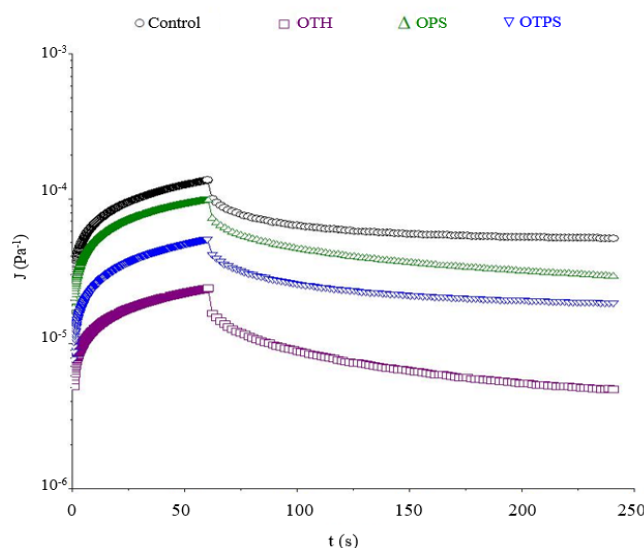


Figura 7.5. Comportarea la fluaj și revenire a aluatului pentru paste: OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrotermic, OPS – proba cu doză optimă de adaos de pielite de struguri, OTPS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielite de struguri (Iuga și Mironeasa, 2021d)

În comparație cu proba martor, s-au obținut valori mai mici ale parametrilor modelului Burger pentru probele din făină de grâu tratată și/sau cu adaos de pielite de struguri (tabelul 7.2). Comparativ cu proba martor, complianțele instantanee (J_{Co} , J_{Ro}) și cele de întârziere (J_{Cm} , J_{Rm}) atât pentru faza de fluaj, cât și pentru cea de revenire, au fost mai mici pentru probele OTH, OPS și OTPS, ceea ce a indicat o deformare instantanee și întârziată mai reduse, care pot fi datorate conținutului de apă din aluat (Ronda et al., 2013).

Tabelul 7.2. Parametrii modelului Burger pentru comportarea la fluaj și revenire a aluatului

Parametru	Control	OTH	OPS	OTPS
<i>Parametrii modelului Burgers pentru faza de fluaj</i>				
$J_{Co} \cdot 10^5 \text{ (Pa}^{-1}\text{)}$	$3,89 \pm 0,31^a$	$0,72 \pm 0,01^c$	$2,82 \pm 0,23^b$	$1,17 \pm 0,04^c$
$J_{Cm} \cdot 10^5 \text{ (Pa}^{-1}\text{)}$	$10,01 \pm 0,01^a$	$3,51 \pm 0,20^b$	$9,06 \pm 0,86^a$	$4,51 \pm 0,35^b$
$\lambda_C \text{ (s)}$	$33,20 \pm 1,64^{bc}$	$43,94 \pm 1,21^a$	$30,82 \pm 1,97^c$	$36,28 \pm 0,73^b$
$\mu_{Co} \cdot 10^{-6} \text{ (Pa} \cdot \text{s)}$	$1,08 \pm 0,06^c$	$3,64 \pm 0,21^a$	$1,51 \pm 0,16^c$	$2,86 \pm 0,38^b$
$J_{max} \cdot 10^5 \text{ (Pa}^{-1}\text{)}$	$14,24 \pm 0,79^a$	$3,39 \pm 0,10^c$	$10,81 \pm 0,81^b$	$4,91 \pm 0,36^c$
<i>Parametrii modelului Burgers pentru faza de revenire</i>				
$J_{Ro} \cdot 10^5 \text{ (Pa}^{-1}\text{)}$	$4,03 \pm 1,33^a$	$1,84 \pm 0,00^b$	$2,92 \pm 0,20^{ab}$	$1,67 \pm 0,28^b$
$J_{Rm} \cdot 10^5 \text{ (Pa}^{-1}\text{)}$	$5,59 \pm 1,15^a$	$0,67 \pm 0,00^b$	$4,50 \pm 0,54^a$	$1,93 \pm 0,06^b$
$\lambda_R \text{ (s)}$	$42,53 \pm 11,90^a$	$9,89 \pm 0,00^b$	$45,78 \pm 2,00^a$	$37,40 \pm 2,24^a$
$J_r \cdot 10^5 \text{ (Pa}^{-1}\text{)}$	$9,61 \pm 0,31^a$	$2,51 \pm 0,00^d$	$7,42 \pm 0,50^b$	$3,60 \pm 0,35^c$
$J_r/J_{max} \text{ (\%)}$	$67,51 \pm 4,27^a$	$74,19 \pm 2,32^a$	$68,68 \pm 1,02^a$	$73,33 \pm 1,71^a$

OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrotermic, OPS – proba cu doză optimă de adaos de pielite de struguri, OTPS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielite de struguri, J_{Co} – complianța instantanee în faza de fluaj, J_{Ro} – complianța instantanee în faza de revenire, J_{Cm} – complianța elastică întârziată în faza de fluaj, J_{Rm} – complianța elastică întârziată în faza de revenire, λ_C , λ_R – timpul de întârziere pentru faza de fluaj, respectiv de revenire, μ_{Co} – vâscozitatea la forfecare în momentul zero, J_{max} – complianța maximă în timpul fluajului, J_r – complianța la echilibru calculată ca suma dintre J_{Ro} și J_{Rm} , a-d valorile medii aflate pe același rând urmate de litere distincte diferă semnificativ ($p < 0,05$).

Capacitatea de revenire a aluatului dată de raportul dintre J_r și J_{max} a fost mai mare pentru aluatul de paste obținut din făină de grâu tratată hidrotermic și/sau cu adaos de pielite de struguri comparativ cu proba martor.

Microstructura pastelor făinoase

Microstructura pastelor făinoase determinată prin microscopie electronică de scanare este prezentată în figura 7.6.

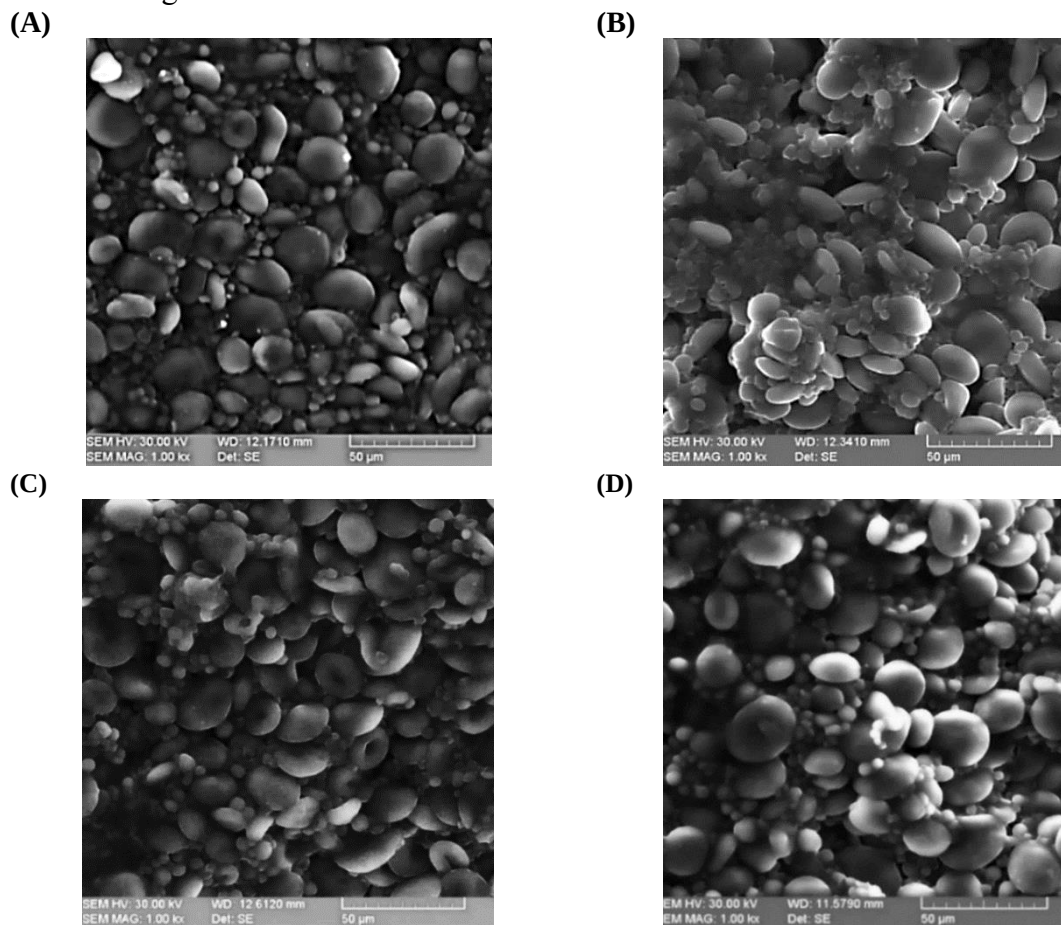


Figura 7.6. Microstructura pastelor făinoase observată prin microscopie electronică cu scanare (SEM): (A) Proba martor, (B) OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrottermic, (C) OPS – proba cu doză optimă de adaos de pielite de struguri, (D) OTPS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrottermic și de adaos de pielite de struguri (Iuga și Mironeasa, 2021a, b, c)

Pastele din făină de grâu netratată (martor) au prezentat o structură compactă formată dintr-o rețea de proteine care înglobează granulele de amidon rotunde sau lenticulare (figura 7.6 A). Tratamentul hidrottermic aplicat făinii de grâu a cauzat modificări structurale ale unor granule de amidon și s-a observat apariția unor fisuri și pori pe suprafața acestora (figura 7.6 B, D). De asemenea, s-a observat formarea unor aglomerări între granulele de amidon pentru probele OTH și OTPS, probabil ca urmare a fenomenelor de gelatinizare și umflare parțială care poate apărea în timpul tratamentului. În cazul probei cu adaos de pielite de struguri OPS, analiza microstructurii pastelor uscate a evidențiat o matrice bine dezvoltată, alcătuită din rețeaua de gluten care înglobează granule de amidon și fracțiuni de fibre (figura 7.6 C). În cazul probelor OPS și OTPS particulele de pielite de struguri au fost încapsulate în matricea de gluten fără a afecta rețeaua.

Analiza suprafeței pastelor făinoase a evidențiat o structură mai rugoasă a probelor obținute din făină de grâu tratată hidrottermic (OTH și OTPS) comparativ cu proba martor (figura 7.7). Acest fapt ar putea fi cauzat de denaturarea proteinelor glutenice și/sau modificarea proprietăților funcționale ale granulelor de amidon în timpul tratamentului. De asemenea, adaosul pielitelor de struguri a produs o ușoară creștere a rugozității suprafeței pastelor făinoase.

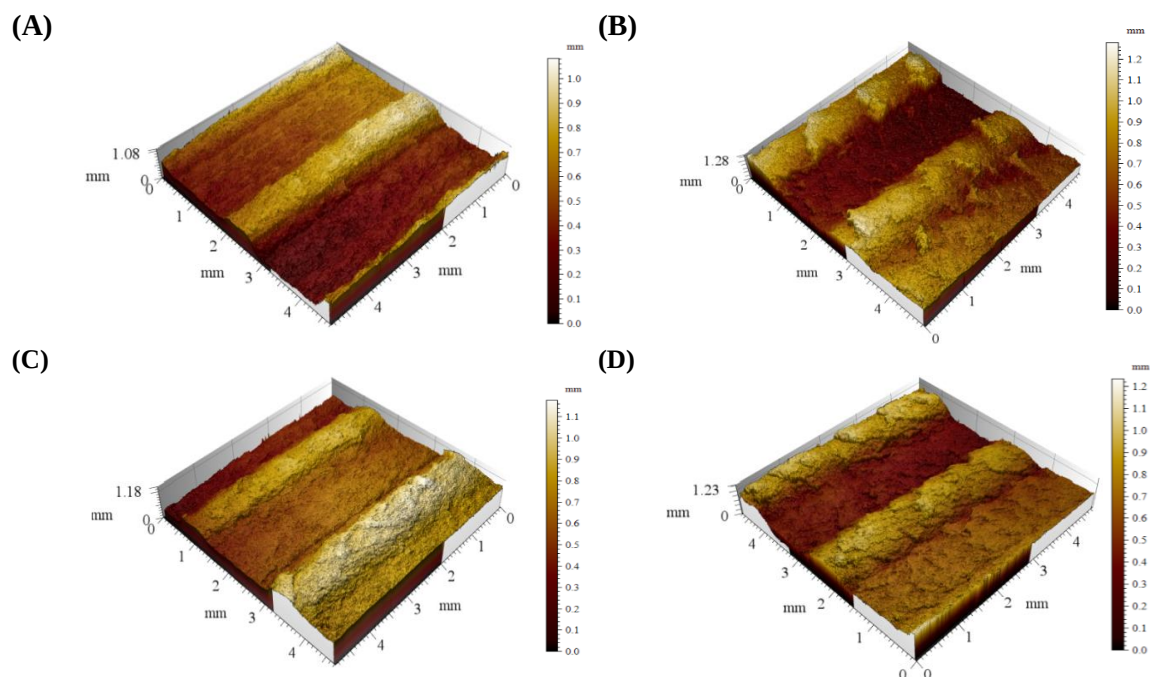


Figura 7.7. Structura tridimensională a suprafeței pastelor: (A) Proba martor, (B) OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrototermic, (C) OPS – proba cu doza optimă de adaos de pielțe de struguri, (D) OTHS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielțe de struguri (Iuga și Mironeasa, 2021a, b, c)

Caracteristici senzoriale ale pastelor făinoase

Atât aplicarea tratamentului hidrotermic făinii de grâu, cât și adaosul pielțelor de struguri în pastele făinoase au determinat o scădere a punctajului acordat pentru acceptabilitatea globală comparativ cu proba martor (tabelul 7.1). Atributele senzoriale ale pastelor făinoase obținute în urma proceselor de optimizare sunt prezentate în figura 7.8.

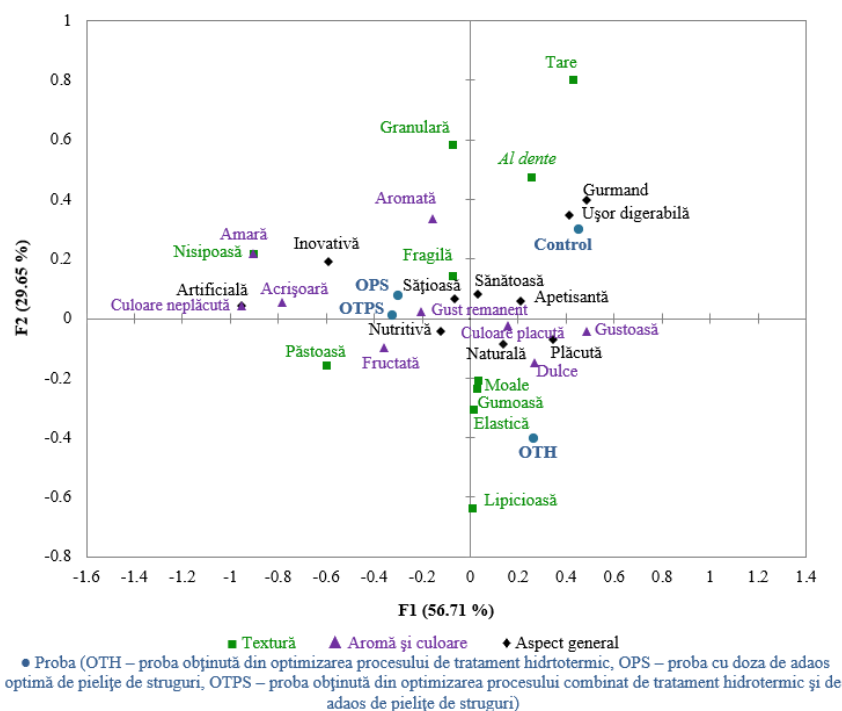


Figura 7.8. Graficul analizei de corespondență pentru atributele senzoriale ale pastelor făinoase

Analiza de corespondență a arătat că prima dimensiune (F1) a explicat 56,71% din inerția totală, iar cea de-a doua dimensiune (F2) 29,65%. Proba martor a fost caracterizată ca fiind ușor digerabilă, delicioasă, apetisantă, în timp ce proba OTH din făină de grâu tratată a fost evaluată ca fiind elastică, gumoasă, dulce, moale. Ambele probe care conțin pielițe de struguri au fost descrise ca fiind hrănitoare, fructate, acrișoare, fragile, inovative, cu o culoare plăcută și sățioase. S-a observat o apropiere între cele două probe cu adaos de pielițe de struguri (OPS și OTHPS). Pelițele de struguri au cauzat apariția unui gust remanent identificat de degustători probabil datorită prezenței polifenolilor.

Analiza relațiilor dintre variabile

Analiza componentelor principale care prezintă relațiile dintre caracteristicile analizate și probe este redată în figura 7.9. Prima componentă principală (PC1) a explicat 47,10% din varianța totală a variabilelor analizate, în timp ce a doua componentă principală (PC2) a explicat 40,92%. PC1 a fost asociată cu luminozitatea (L^*), conținutul de amidon digerabil rapid, conținutul de amidon digerabil lent, conținutul de proteine, activitatea antioxidantă a pastelor făinoase, vâscozitatea maximă a suspensiei de făină-apă ($\eta_{\max}$), coezivitatea și modulul complex al aluatului. PC2 a fost asociată cu conținutul de carbohidrați, fibre, amidon rezistent, pierderile la fierbere, acceptabilitatea și masticabilitatea pastelor făinoase. Întrucât au fost poziționate aproape de centru, Chroma (C^*), parametrul b^* , raportul α -helix/lanțuri β și temperatura de tranziție sticloasă (T_g) explică un procent mai redus din variația celor două componente principale.

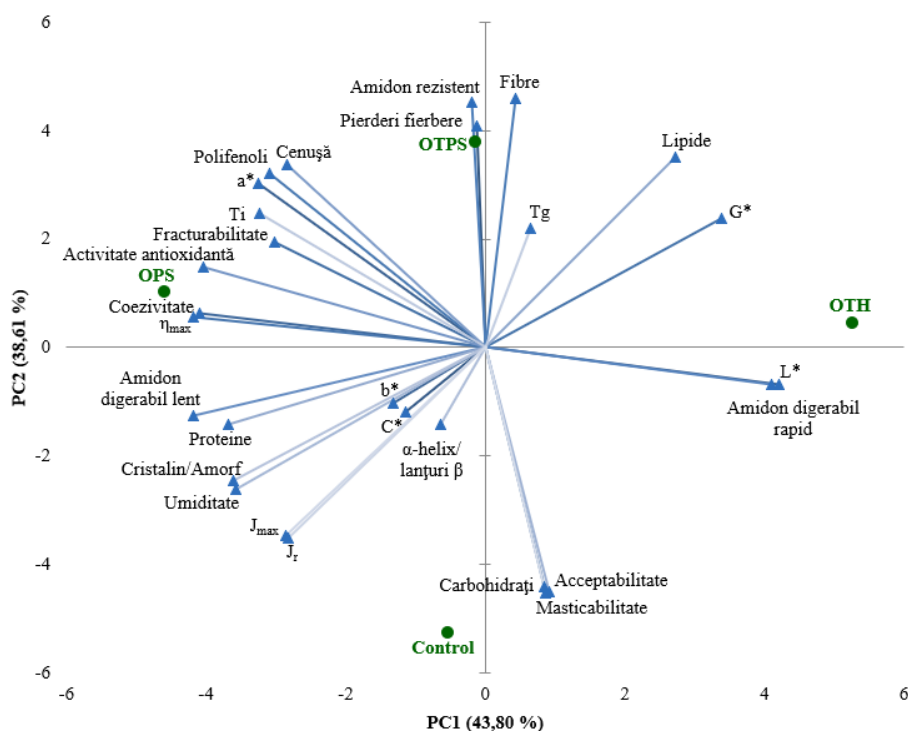


Figura 7.9. Graficul analizei componentelor principale pentru caracteristicile făinurilor, aluaturilor și pastelor făinoase: OTH – proba obținută din optimizarea procesului de tratament hidrottermic, OPS – proba cu doză optimă de adaos de pielițe de struguri, OTHPS – proba obținută din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic și de adaos de pielițe de struguri

Conținutul de amidon digerabil rapid și de amidon digerabil lent a fost corelat cu conținutul de umiditate ($r = -0,69$, respectiv $r = 0,94$, $p < 0,05$), în timp ce conținutul de amidon

rezistent a fost corelat pozitiv cu conținutul de fibre ($r = 0,98$, $p < 0,05$). Aceste corelații susțin afirmația că amidonul rezistent se comportă la digestie asemănător fibrelor (Barros și colab., 2018). Umiditatea a fost corelată semnificativ ($p < 0,05$) cu complianțele la fluaj ($J_{\max}$) și revenire (J_r) ($r = 0,97$), ceea ce evidențiază influența apei asupra comportamentului reologic al aluatului (Ronda și colab., 2013).

Acceptabilitatea pastelor a fost corelată negativ cu conținutul de amidon rezistent ($r = -0,97$, $p < 0,05$), conținutul de polifenoli ($r = -0,81$, $p < 0,05$) și cu conținutul de fibre ($r = -0,95$, $p < 0,05$). Aceste rezultate susțin constatări din literatura de specialitate care au demonstrat că punctajele pentru caracteristicile senzoriale ale pastelor făinoase au fost influențate direct de doza de pielite de struguri și de prezența fibrelor (Gaita și colab., 2020). Corelații pozitive semnificative ($p < 0,05$) au fost obținute între pierderile de substanțe solide în timpul fierberii și conținutul de fibre ($r = 0,88$), respectiv de amidon rezistent al pastelor făinoase ($r = 0,94$), ceea ce susține ipoteza eliberării mai accentuate a particulelor solide generată de efectul de diluare a glutenului și/sau de denaturarea proteinelor (Iuga și Mironeasa, 2020b; Koca și colab., 2018). Luminozitatea (L^*) și parametrul a^* au fost corelate cu conținutul total de polifenoli (CTP) ($r = -0,76$, respectiv $r = 0,97$, $p < 0,05$). Aceste corelații susțin ideea diminuării intensității culorii cauzată de prezența fibrelor și pigmentilor din țesuturile pielitelor de struguri (Walker și colab., 2014).

Coezivitarea aluatului a fost corelată pozitiv ($p < 0,05$) cu conținutul total de polifenoli ($r = 0,74$), cu conținutul de proteine ($r = 0,82$) și umiditate a pastelor făinoase ($r = 0,65$), precum și cu raportul dintre zonele cristaline și amorfă ale granulelor de amidon ($r = 0,71$). Masticabilitatea pastelor făinoase fierte a fost corelată negativ ($p < 0,05$) cu conținutul de fibre ($r = -0,89$), cu conținutul de polifenoli ($r = -0,80$) și de lipide ($r = -0,62$), iar cu conținutul de carbohidrați a fost corelată pozitiv ($r = 0,95$). Aceste corelații susțin ipoteza formării unor complexe între proteine, lipide, amidon și zaharuri (Koca și colab., 2018) care influențează textura produsului finit. Corelații semnificative ($p < 0,05$) s-au observat între fracturabilitatea pastelor făinoase uscate și vâscozitatea maximă a suspensiei de făină-apă ($r = 0,81$) și conținutul de proteine ($r = 0,63$).

Modulul complex (G^*) a fost corelat semnificativ ($p < 0,05$) cu conținutul de lipide ($r = 0,91$), proteine ($r = -0,64$), umiditate ($r = -0,94$), precum și cu raporturile dintre α -helix și lanțuri β ($r = -0,60$), zone cristaline/zone amorfă ale amidonului ($r = -0,86$) și complianța maximă în faza de fluaj ($r = 0,91$), respectiv de revenire ($r = 0,91$). Valorile modulului complex pot fi influențate de reorganizarea lanțurilor de amiloză și amilopectină din timpul tratamentului hidrotermic și de componentele chimice ale pielitelor de struguri (Chen și colab., 2015; Bender și colab., 2017).

Vâscozitatea maximă a suspensiei de făină – apă a fost corelată pozitiv cu conținutul de proteine ($r = 0,83$, $p < 0,05$), cu raportul dintre structurile cristaline și amorfă ale amidonului ($r = 0,77$, $p < 0,05$) și cu temperatura inițială de gelatinizare ($r = 0,68$, $p < 0,05$), ceea ce susține afirmația lui Li și a colaboratorilor săi (2020) care pune modificarea vâscozității suspensiei de făină de grâu-apă pe seama reorganizării lanțurilor de amiloză – amilopectină din amidon în timpul tratamentului și/sau interacțiunilor amidon–proteine. Conținutul total de polifenoli a fost corelat pozitiv cu activitatea antioxidantă a pastelor făinoase ($r = 0,86$, $p < 0,05$).

În finalul tezei de doctorat sunt prezentate **Concluziile generale** ale cercetării doctorale. La ora actuală, preocuparea consumatorilor pentru alimentele cu o valoare nutrițională și funcțională ridicată este în continuă creștere. Pastele făinoase sunt produse de bază în alimentație și sunt obținute fie din făină de grâu dur, fie din făină de grâu comun, mai ales în zonele unde cantitatea de grâu dur cultivată este redusă. În vederea obținerii unor caracteristici de calitate acceptabile, procesatorii aplică diverse tehnici pentru obținerea pastelor făinoase din grâu comun, precum prelucrarea aluatului sub vid, controlul parametrilor de extrudare, etc.

Pe de o parte, caracteristicile și comportamentul făinii de grâu în timpul procesării pot fi modificate prin aplicarea unor tratamente fizice precum tratamentul hidrotermic, care determină reorganizarea structurii amidonului și proteinelor, cu efecte benefice asupra digestibilității acestora. Studiile realizate până în prezent au demonstrat că are loc o creștere a conținutului de amidon rezistent în urma aplicării tratamentelor hidrotermice asupra amidonului sau făinii din cereale și pseudocereale.

Pe de altă parte, valorificarea subproduselor din industria vinului este o preocupare de actualitate în comunitatea academică, mai ales că aceste subproduse conțin o serie de compuși bioactivi care pot contribui la creșterea valorii funcționale a alimentelor. Prin utilizarea acestora, se are în vedere dezvoltarea de noi produse cu avantaje privind prețul de cost redus și protecția mediului înconjurător. Pelițele de struguri sunt surse importante de fibre solubile și insolubile și compuși cu activitate antioxidantă care pot crește valoarea nutrițională a produsului finit. Utilizarea unor astfel de ingrediente bogate în fibre în produse de panificație și în paste făinoase implică optimizarea atentă a dozei de adaos în vederea minimizării efectelor negative asupra calității produsului finit.

Luând în considerare aspectele menționate mai sus, prezenta lucrare evidențiază atât posibilitatea aplicării tratamentului hidrotermic asupra făinii de grâu comun în vederea modificării digestibilității produselor obținute din aceasta, cât și valorificarea superioară a pielitelor de struguri – subprodus cu valoare bioactivă ridicată, pentru obținerea unui sortiment de paste făinoase îmbunătățit din punct de vedere nutrițional și funcțional.

Concluziile generale desprinse în urma analizei stadiului actual al cercetărilor în domeniu, metodologiei de cercetare și rezultatelor experimentale obținute sunt următoarele:

- Efectele tratamentelor hidrotermice asupra caracteristicilor amidonului sau făinii depind de parametrii aplicați (temperatură, timp, umiditate), de originea botanică, conținutul de amiloză și amilopectină.
- Aplicarea tratamentelor hidrotermice are drept avantaj creșterea conținutului de amidon rezistent și amidon digerabil lent și scăderea conținutului de amidon digerabil rapid al sistemelor pe bază de amidon;
- Adaosul de pelițe de struguri, ca subprodus din industria vinificației, conduce la creșterea valorii nutriționale a produsului finit datorită aportului de fibre și antioxidanți.
- Pentru studiul efectelor tratamentului hidrotermic și ale adaosului de pelițe de struguri asupra calității făinii și pastelor făinoase s-au utilizat făină din grâu comun (*Triticum aestivum*) și pelițe de struguri din soiul Fetească Regală.
- Aparatura din cadrul laboratoarelor Universității “Ștefan cel Mare” din Suceava și din cadrul altor laboratoare de cercetare a permis determinarea caracteristicilor materiilor prime și produselor finite obținute din optimizarea proceselor.
- Pentru studiul efectului tratamentului hidrotermic al făinii de grâu și al efectului combinat al tratamentului hidrotermic aplicat făinii de grâu și al adaosului de pelițe de struguri s-a utilizat la proiectarea experimentelor modelul central compozițional, în timp ce pentru studiul efectului adaosului de pelițe de struguri s-a utilizat modelul factorial general.
- Studiul efectului tratamentului hidrotermic a evidențiat creșterea conținutului de amidon rezistent și de fibre al pastelor făinoase, precum și creșterea modulului complex al aluatului, urmată de o scădere a masticabilității, în timp ce coezivitatea aluatului și

pierderile de substanțe solide în timpul fierberii pastelor făinoase au fost menținute în limite acceptabile.

- Din optimizarea tratamentului hidrotermic aplicat asupra făinii de grâu au rezultat următorii parametri: temperatura de 85,30 °C, timpul de 1 h și un nivel de umiditate de 26,80%.
- Studiul efectului adaosului de pielite de struguri asupra proprietăților aluatului și pastelor făinoase a evidențiat o îmbunătățire a coezivității aluatului, fracturabilității pastelor făinoase uscate și masticabilității pastelor făinoase fierte, alături de creșterea conținuturilor de fibre, amidon rezistent și polifenoli datorat compoziției chimice a ingredientului adăugat.
- În urma procesului de optimizare a adaosului de pielite de struguri în paste de făină au rezultat o doză optimă de 4,62%.
- Studiul efectului combinat al tratamentului hidrotermic aplicat făinii de grâu și al adaosului de pielite de struguri asupra proprietăților aluatului și pastelor făinoase a evidențiat o îmbunătățire a valorii nutriționale a produsului finit prin creșterea conținutului de fibre, amidon rezistent și polifenoli ca urmare a modificărilor structurale generate de tratamentul hidrotermic și a interacțiunilor dintre componentele pielitelor de struguri și cele ale făinii de grâu.
- Din optimizarea procesului combinat de tratament hidrotermic aplicat asupra făinii de grâu și de adaos de pielite de struguri au rezultat următorii parametri: temperatura de 64,35 °C, timpul de 3 h, umiditatea făinii de 26,65% și o doză de pielite de struguri de 4,94%.
- Aplicarea tratamentului hidrotermic asupra făinii de grâu și/sau adaosul de pielite de struguri a condus la modificarea semnificativă a culorii pastelor făinoase, iar activitatea antioxidantă a crescut semnificativ odată cu adaosul pielitelor de struguri.
- Structura secundară a proteinelor a fost modificată atât în urma tratamentului hidrotermic, cât și prin adaosul de pielite de struguri, în timp ce raportul dintre zonele cristaline și amorfe ale granulelor de amidon a fost influențat doar de tratamentul hidrotermic.
- Studiul microstructurii pastelor făinoase a evidențiat apariția unor deformări ale granulelor de amidon și formarea unor aglomerări datorate gelatinizării parțiale a amidonului în timpul tratamentului hidrotermic al făinii de grâu, în timp ce adaosul de pielite de struguri și tratamentul făinii au condus la creșterea rugozității pastelor făinoase.
- Rezultatele obținute în urma studiului proprietăților reologice ale aluatului au evidențiat o creștere semnificativă a modulelor vâsco-elastice și a rezistenței aluatului la deformare odată cu aplicarea tratamentului hidrotermic asupra făinii de grâu și/sau cu adaosul de pielite de struguri.

În concluzie, tratamentul hidrotermic aplicat făinii de grâu poate reprezenta o alternativă convenabilă pentru modificarea proprietăților funcționale ale acesteia, în timp ce adaosul de pielite de struguri este o modalitate sustenabilă de îmbunătățire a valorii nutriționale a pastelor făinoase.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Aghamirzaei, M., Peighambaroust, S. H., Azadmard-Damirchi, S., și Majzoobi, M. (2015). Effects of grape seed powder as a functional ingredient on flour physicochemical characteristics and dough rheological properties. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(2), 365–373.
- Agi, A., Junin, R., Gbadamosi, A., Abbas, A., Azli, N.B., și Oseh, J. (2019). Influence of nanoprecipitation on crystalline starch nanoparticle formed by ultrasonic assisted weak-acid hydrolysis of cassava starch and the rheology of their solutions. *Chemical Engineering and Processing*, 142, 107556. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2019.107556>
- Ahmed, J. (2015). Effect of barley β -glucan concentrate on oscillatory and creep behavior of composite wheat flour dough. *Journal of Food Engineering*, 152, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.11.018>
- Alcazar-Alay, S.C., și Almeida Meireles, M.A. (2015). Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources. *Journal of Food Science and Technology*, 35(2), 215–236. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6749>
- Amariei, S., Norocel, L., Pădureț, S., și Gutt, G. (2018). Effect of grape seeds flour on the quality of summer salami. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(5), e13601. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13601>
- Arslan, F. N., Akin, G., Nihan, Ş., Elmas, K., Üner, B., și Yilmaz, I. (2020). FT - IR spectroscopy with chemometrics for rapid detection of wheat flour adulteration with barley flour. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 15(3), 245–261. <https://doi.org/10.1007/s00003-019-01267-9>
- Avramenko, N. A., Tyler, R. T., Scanlon, M. G., Hucl, P., și Nickerson, M. T. (2018). The chemistry of bread making: The role of salt to ensure optimal functionality of its constituents. *Food Reviews International*, 34(3), 204–225. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1261296>
- Bajerska, J., Mildner-szkudlarz, S., și Górna, P. (2015). The effects of muffins enriched with sour cherry pomace on acceptability, glycemic response, satiety and energy intake: a randomized crossover trial. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 2486–2493. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7369>
- Barros, J. H. T., Telis, V. R. N., Taboga, S., și Franco, C. M. L. (2018). Resistant starch: effect on rheology, quality, and staling rate of white wheat bread. *Journal of Food Science and Technology*, 55(11), 4578–4588. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3393-6>
- Benavent-Gil, Y., și Rosell, C.M. (2017). Comparison of porous starches obtained from different enzyme types and levels. *Carbohydrate Polymers*, 157, 533–540. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.10.047>
- Bender, A. B. B., Speroni, C. S., Salvador, P. R., Loureiro, B. B., Lovatto, N. M., Goulart, F. R., ... Penna, N. G. (2017). Grape Pomace Skins and the Effects of Its Inclusion in the Technological Properties of Muffins. *Journal of Culinary Science and Technology*, 15(2), 143–157. <https://doi.org/10.1080/15428052.2016.1225535>
- Beres, C., Freitas, S. P., Godoy, R. L. de O., de Oliveira, D. C. R., Deliza, R., Iacomini, M., ... Cabral, L. M. C. (2019). Antioxidant dietary fibre from grape pomace flour or extract: Does it make any difference on the nutritional and functional value? *Journal of Functional Foods*, 56(March), 276–285. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.03.014>

- Bordiga, M. (2016). *Valorization of Wine Making By-Products*. Novara, Italy: CRC Press.
- Bourekoua, H., Benatallah, L., Zidoune, M. N., și Rosell, C. M. (2016). Developing gluten free bakery improvers by hydrothermal treatment of rice and corn flours. *LWT - Food Science and Technology*, 73, 342–350. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.032>
- Brykova, T., Samohvalova, O., Grevtseva, N., Kasabova, K., și Grygorenko, A. (2017). The Influence of Grape Powders on the Rheological Properties of Dough and Characteristics of the Quality of Butter Biscuits. *Chemistry of Food Products and Materials*, 11(4), 33–38. <https://doi.org/10.15673/fst.v12i2.945>
- Bucsella, B., Takács, Á., Vizer, V., Schwendener, U., și Tömösközi, S. (2016). Comparison of the effects of different heat treatment processes on rheological properties of cake and bread wheat flours. *Food Chemistry*, 190, 990–996. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.073>
- Bustos, M. C., Paesani, C., Quiroga, F., și León, A. E. (2019). Technological and sensorial quality of berry-enriched pasta. *Cereal Chemistry*, 96(5), 967–976. <https://doi.org/10.1002/cche.10201>
- Camelo-Méndez, G. A., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., și Bello-Pérez, L. A. (2017). Functional study of raw and cooked blue maize flour: Starch digestibility, total phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Cereal Science*, 76, 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.06.009>
- Cetiner, B., Acar, O., Kahraman, K., Sanal, T., și Koksel, H. (2017). An investigation on the effect of heat-moisture treatment on baking quality of wheat by using response surface methodology. *Journal of Cereal Science*, 74, 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.01.002>
- Chandla, N. K., Saxena, D. C., și Singh, S. (2017). Processing and evaluation of heat moisture treated (HMT) amaranth starch noodles; An inclusive comparison with corn starch noodles. *Journal of Cereal Science*, 75, 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.05.003>
- Chavez-Murillo, C. E., Orona-Padilla, J. L., și de la Rosa Millan, J. (2019). Physicochemical, functional properties and ATR-FTIR digestion analysis of thermally treated starches isolated from black and bayo beans. *Starch/Stärke*, 71(3–4), 1–25. <https://doi.org/10.1002/star.201800250>
- Chen, X., He, X., Fu, X., și Huang, Q. (2015). In vitro digestion and physicochemical properties of wheat starch/flour modified by heat-moisture treatment. *Journal of Cereal Science*, 63, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.03.003>
- Chompoorat, P., Rayas-Duarte, P., Hernández-Estrada, Z. J., Phetcharat, C., și Khamsee, Y. (2018). Effect of heat treatment on rheological properties of red kidney bean gluten free cake batter and its relationship with cupcake quality. *Journal of Food Science and Technology*, 55(12), 4937–4944. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3428-z>
- Collar, C. (2017). Significance of heat-moisture treatment conditions on the pasting and gelling behavior of various starch-rich cereal and pseudocereal flours. *Food Science and Technology International*, 23(7), 623–636. <https://doi.org/10.1177%2F1082013217714671>
- Collar, C., și Armero, E. (2018). Impact of Heat Moisture Treatment and Hydration Level of Flours on the Functional and Nutritional Value-Added Wheat-Barley Blended Breads. *Food and Bioprocess Technology*, 11(5), 966–978. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2067-8>

- Collar, C., Villanueva, M., și Ronda, F. (2020). Structuring Diluted Wheat Matrices: Impact of Heat-Moisture Treatment on Protein Aggregation and Viscoelasticity of Hydrated Composite Flours. *Food and Bioprocess Technology*, 13, 475–487. <https://doi.org/10.1007/s11947-020-02406-z>
- Deng, Q., Penner, M. H., și Zhao, Y. (2011). Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*, 44(9), 2712–2720. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.026>
- Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kühne, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M., și Gellynck, X. (2008). Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 243–257. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.01.003>
- Dobson, C., Mottawea, W., Rodrigue, A., Pereira, B.L.B., Hammami, R., Power, K.A., și Bordenave, N. (2019). Impact of molecular interactions with phenolic compounds on food polysaccharides functionality. În: Ferreira, I., Barros, L., *Advances in Food and Nutrition Research*, vol. 90, United Kingdom: Academic Press.
- Ertürk, B., și Meral, R. (2019). The impact of stabilization on functional, molecular and thermal properties of rice bran. *Journal of Cereal Science*, 88, 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.05.011>
- Espinosa-Solis, V., Zamudio-Flores, P. B., Tirado-Gallegos, J. M., Ramírez-Mancinas, S., Olivas-Orozco, G. I., Espino-Díaz, M., ... Baeza-Jiménez, R. (2019). Evaluation of cooking quality, nutritional and texture characteristics of pasta added with oat bran and apple flour. *Foods*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/foods8080299>
- Ferreira Silva, W. M., Biduski, B., Oliveira Lima, K., Zanella Pinto, V., Hoffmann, J. F., Levien Vanier, N., și Guerra Dias, A. R. (2017). Starch digestibility and molecular weight distribution of proteins in rice granules subjected to heat-moisture treatment. *Food Chemistry*, 219, 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.134>
- Gaita, C., Alexa, E., Moigradean, D., Filomena, C., și Poiana, M.-A. (2020). Designing of high value-added pasta formulas by incorporation of grape pomace skins. *Romanian Biotechnological Letters*, 25(3), 1607–1614. <https://doi.org/10.25083/rbl/25.3/1607.1614>
- Gao, X., Tong, J., Guo, L., Yu, L., Li, S., Yang, B., Wang, L., Liu, Y., Li, F., Guo, J., Zhai, S., Liu, C., Rehman, A. ur, Farahnaky, A., Wang, P., Wang, Z., și Cao, X. (2020). Influence of gluten and starch granules interactions on dough mixing properties in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Hydrocolloids*, 106, 105885. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105885>
- González, M., Vernon-Carter, E. J., Alvarez-Ramirez, J., și Carrera-Tarela, Y. (2021). Effects of dry heat treatment temperature on the structure of wheat flour and starch in vitro digestibility of bread. *International Journal of Biological Macromolecules*, 166, 1439–1447. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.11.023>
- Guaita, M., și Bosso, A. (2019). Polyphenolic Characterization of Grape Skins and Seeds of Four Italian Red Cultivars at Harvest and after Fermentative Maceration. *Foods*, 8, 395–418. <https://doi.org/doi:10.3390/foods8090395>
- Gull, A., Prasad, K., și Kumar, P. (2018). Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.03.002>
- Guzar, I. (2012). *Effect of starch-polyphenol interactions on starch hydrolysis*. Ontario, Canada: University of Guelph.

- Haughey, S. A., Chevallier, O. P., McVey, C., și Elliott, C. T. (2021). Laboratory investigations into the cause of multiple serious and fatal food poisoning incidents in Uganda during 2019. *Food Control*, 121, 107648. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107648>
- Hu, Y., Wang, L., Zhu, H., și Li, Z. (2017). Modification of physicochemical properties and in vitro digestibility of wheat flour through superheated steam processing. *Journal of Cereal Science*, 74, 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.02.012>
- Iuga, M., Batariuc A., Mironeasa, S. (2021b). Synergistic effects of heat-moisture treatment regime and grape peels addition on wheat dough and pasta features. *Applied Sciences*, 11(12), 5403-5421. <https://doi.org/10.3390/app11125403>
- Iuga, M., Mironeas, S. (2021a). Simultaneous optimization of wheat heat moisture treatment and grape peels addition for pasta making. *LWT-Food Science and Technology*, 150, 112011. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112011>
- Iuga, M., Ropciuc, S., și Mironeasa, S. (2017). Antioxidant activity and total phenolic content of grape seeds and peels from Romanian varieties. *Food and Environment Safety Journal*, 16(4), 276-281.
- Iuga, M., și Mironeasa, S. (2020). A review of the hydrothermal treatments impact on starch based systems properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(22), 3890-3915.. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1664978>
- Iuga, M., și Mironeasa, S. (2021). Application of heat moisture treatment in wheat pasta production. *Food Control*, 128, 108176. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108176>
- Iuga, M., și Mironeasa, S. (2021). Use of Grape Peels By - Product for Wheat Pasta Manufacturing. *Plants*, 10(5), 926–943. <https://doi.org/10.3390/plants10050926>
- Kendall, C. W. C., Esfahani, A., și Jenkins, D. J. A. (2010). The link between dietary fibre and human health. *Food Hydrocolloids*, 24, 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.08.002>
- Koca, I., Tekguler, B., Arif Yilmaz, V., Hasbay, I., și Koca, A. F. (2018). The use of grape, pomegranate and rosehip seed flours in Turkish noodle (erişte) production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13343. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13343>
- Kuchtova, V., Kohajdová, Z., Karovičová, J., și Lauková, M. (2018). Physical, Textural and Sensory Properties of Cookies Incorporated with Grape Skin and Seed Preparations. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 68(4), 309–317. <https://doi.org/10.2478/pjfn-2018-0004>
- Kumar, R., și Khatkar, B. S. (2017). Thermal, pasting and morphological properties of starch granules of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Journal of Food Science and Technology*, 54(8), 2403–2410. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2681-x>
- Lan, H., Hoover, R., Jayakody, L., Liu, Q., Donner, E., Baga, M., ... Chibbar, R. N. (2008). Impact of annealing on the molecular structure and physicochemical properties of normal, waxy and high amylose bread wheat starches. *Food Chemistry*, 111(3), 663–675. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.055>
- Larrauri, J. A., Rupérez, P., și Saura-Calixto, F. (1997). Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4), 1390–1393. <https://doi.org/10.1021/jf960282f>

- Lavelli, V., Sri Harsha, P. S. C., Ferranti, P., Scarafoni, A., & Iametti, S. (2016). Grape skin phenolics as inhibitors of mammalian α -glucosidase and α -amylase - Effect of food matrix and processing on efficacy. *Food and Function*, 7(3), 1655–1663. <https://doi.org/10.1039/c6fo00073h>
- Lazaridou, A., Marinopoulou, A., și Biliaderis, C. G. (2019). Impact of flour particle size and hydrothermal treatment on dough rheology and quality of barley rusks. *Food Hydrocolloids*, 87, 561–569. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.08.045>
- Li, M., Liu, C., Zheng, X., Li, L., și Bian, K. (2020). Physicochemical properties of wheat flour modified by heat-moisture treatment and their effects on noodles making quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), 1–9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14590>
- Liao, L., Liu, H., Gan, Z., și Wu, W. (2019). Structural properties of sweet potato starch and its vermicelli quality as affected by heat-moisture treatment. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1122–1133. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1626418>
- Liu, K., Zhang, B., Chen, L., Li, X., și Zheng, B. (2019). Hierarchical structure and physicochemical properties of highland barley starch following heat moisture treatment. *Food Chemistry*, 271, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.193>
- Li, F. X., Li, F. H., Yang, Y. X., Ran, Y. I. N., și Jian, M. I. N. G. (2019). Comparison of phenolic profiles and antioxidant activities in skins and pulps of eleven grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 18(5), 1148–1158. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62138-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62138-0)
- Loubes, M. A., González, L. C., și Tolaba, M. P. (2018). Pasting behaviour of high impact ball milled rice flours and its correlation with the starch structure. *Journal of Food Science and Technology*, 55(8), 2985–2993. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3216-9>
- Lucarini, M., Durazzo, A., Kiefer, J., Santini, A., Lombardi-boccia, G., Souto, E. B., Romani, A., Lampe, A., Nicoli, S. F., Gabrielli, P., Bevilacqua, N., Campo, M., Morassut, M., și Cecchini, F. (2020). Grape Seeds: Chromatographic Profile of Fatty Acids and Phenolic Compounds and Qualitative Analysis by FTIR-ATR Spectroscopy. *Foods*, 9, 10–24. <https://doi.org/10.3390/foods9010010>
- Ma, Y., Xu, D., Sang, S., Jin, Y., Xu, X., și Cui, B. (2021). Effect of superheated steam treatment on the structural and digestible properties of wheat flour. *Food Hydrocolloids*, 112, 106362. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106362>
- Mamat, H., și Hill, S. E. (2018). Structural and functional properties of major ingredients of biscuit. *International Food Research Journal*, 25(2), 462–471.
- Marinelli, V., Padalino, L., Conte, A., Del Nobile, M. A., și Briviba, K. (2018). Red grape marc flour as food ingredient in durum wheat spaghetti: Nutritional evaluation and bioaccessibility of bioactive compounds. *Food Science and Technology Research*, 24(6), 1093–1100. <https://doi.org/10.3136/fstr.24.1093>
- Marta, H., Cahyana, Y., Arifin, H. R., și Khairani, L. (2019). Comparing the effect of four different thermal modifications on physicochemical and pasting properties of breadfruit (*Artocarpus altilis*) starch. *International Food Research Journal*, 26(1), 269–276.
- Melilli, M. G., Pagliaro, A., Scandurra, S., Gentile, C., și Di Stefano, V. (2020). Omega-3 rich foods: Durum wheat spaghetti fortified with *Portulaca oleracea*. *Food Bioscience*, 37, 100730. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100730>

- Minatel, I. O., Borges, C. V., Ferreira, M. I., Gomez, H. A. G., Chen, C.-Y. O., și Lima, G. P. (2017). Phenolic Compounds: Functional Properties, Impact of Processing and Bioavailability. In M. Soto-Hernández, M. P. Tenango, și R. García-Mateos (Eds.), *Phenolic Compounds - Biological Activity* (pp. 1–24). Intech. <https://doi.org/10.5772/66368>
- Mironeasa, S. (2017). *Valorificarea produselor secundare din vinificație*. Iași, Romania: Editura Performantica.
- Mironescu, M., și Mironescu, I.D. (2014). *Bioingineria amidonului, Vol. I. Amidonul. Enzimele amilolitice și modul lor de acțiune. Bioconversia amidonului la siropuri de glucoză și maltoză*. Sibiu, România: Editura Universității “Lucian Blaga”.
- Nawrocka, A., Miś, A., și Niewiadomski, Z. (2017). Dehydration of gluten matrix as a result of dietary fibre addition – A study on model flour with application of FT – IR spectroscopy. *Journal of Cereal Science*, 74, 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.02.001>
- Nawrocka, A., Szymańska-Chargot, M., Miś, A., Ptaszyńska, A. A., Kowalski, R., Waśko, P., și Gruszecki, W. I. (2015). Influence of dietary fibre on gluten proteins structure - A study on model flour with application of FT-Raman spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*, 46(3), 309–316. <https://doi.org/10.1002/jrs.4648>
- Nogales-Bueno, J., Baca-Bocanegra, B., Rooney, A., Miguel Hernández-Hierro, J., José Heredia, F., și Byrne, H. J. (2017). Linking ATR-FTIR and Raman features to phenolic extractability and other attributes in grape skin. *Talanta*, 167, 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.02.008>
- Oprea, O.B., Apostol, L., Bungau, S., Cioca, G., Samuel, A.D., și Badea, M. (2018). Researches on the chemical composition and the rheological properties of wheat and grape epicarp flour mixes. *Revista de chimie*, 69(1), 70-75.
- Oroian, M., Ursachi, F., și Dranca, F. (2020). Ultrasonics - Sonochemistry Influence of ultrasonic amplitude, temperature, time and solvent concentration on bioactive compounds extraction from propolis. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 64, 105021. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105021>
- Ortega-Heras, M., Gómez, I., de Pablos-Alcalde, S., și González-Sanjosé, M. L. (2019). Application of the Just-About-Right Scales in the Development of New Healthy Whole-Wheat Muffins by the Addition of a Product Obtained from White and Red Grape Pomace. *Foods*, 8(9), 419–434. <https://doi.org/10.3390/foods8090419>
- Oury, F.X., Lasme, P., Michelet, C., Dubat, A., Gardet, O., Heumez, E., Rolland, B., Rousset, M., Abecassis, J., Bar L’Helgouac’h, C., și Lullien-Pellerin, V. (2017). Bread wheat milling behavior: effects of genetic and environmental factors, and modeling using grain mechanical resistance traits. *Theoretical and Applied Genetics*, 130, 929-950. <https://doi.org/10.1007/s00122-017-2861-0>
- Pepe, L. S., Moraes, J., Albano, K. M., Telis, V. R. N., și Franco, C. M. L. (2016). Effect of heat-moisture treatment on the structural, physicochemical, and rheological characteristics of arrowroot starch. *Food Science and Technology International*, 22(3), 256–265. <https://doi.org/10.1177/1082013215595147>
- Piecyk, M., Drużyńska, B., Ołtarzewska, A., Wołosiaś, R., Worobiej, E., și Ostrowska-Ligęza, E. (2018). Effect of hydrothermal modifications on properties and digestibility of grass pea starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 2113–2120. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.07.063>

- Pinto, V., Goncalves Deon, V., Moomand, K., Levien Vanier, N., Pilatti-Riccio, D., da Rosa Zavareze, E., ... Guerra Dias, A. R. (2019). Characteristics of Modified Carioca Bean Starch upon Single and Dual Annealing, Heat-Moisture-Treatment, and Sonication. *Starch/Stärke*, 71(3–4), 1–24. <https://doi.org/10.1002/star.201800173>
- Pratiwi, M., Faridah, D. N., și Lioe, H. N. (2018). Structural changes to starch after acid hydrolysis, debranching, autoclaving-cooling cycles, and heat moisture treatment (HMT): A review. *Starch/Stärke*, 70(1–2), 1–13. <https://doi.org/10.1002/star.201700028>
- Rasines-Perea, Z., Ky, I., Cros, G., Crozier, A., și Teissedre, P.L. (2018). Grape Pomace: Antioxidant Activity, Potential Effect Against Hypertension and Metabolites Characterization after Intake. *Diseases*, 6(60). <https://doi.org/10.3390/diseases6030060>
- Rathnayake, H. A., Navaratne, S. B., și Navaratne, C. M. (2018). Porous Crumb Structure of Leavened Baked Products. *International Journal of Food Science*, 2019, 1-15. <https://doi.org/10.1155/2018/8187318>
- Rocchetti, G., Giuberti, G., Busconi, M., Marocco, A., Trevisan, M., și Lucini, L. (2020). Pigmented sorghum polyphenols as potential inhibitors of starch digestibility: An in vitro study combining starch digestion and untargeted metabolomics. *Food Chemistry*, 312, 126077. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126077>
- Roman, L., și Martinez, M.M. (2019). Structural Basis of Resistant Starch (RS) în Bread: Natural and Commercial Alternatives. *Foods*, 8, 267-287. <https://doi.org/10.3390/foods8070267>
- Ronda, F., Pérez-Quirce, S., Angioloni, A., și Collar, C. (2013). Impact of viscous dietary fibres on the viscoelastic behaviour of gluten-free formulated rice doughs: A fundamental and empirical rheological approach. *Food Hydrocolloids*, 32(2), 252–262. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.01.014>
- Samohvalova, O., Grevtseva, N., Brykova, T., și Grigorenko, A. (2016). The effect of grape seed powder on the quality of butter biscuits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11–81), 61–66. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.69838>
- Sant'Anna, V., Christiano, F. D. P., Marczak, L. D. F., Tessaro, I. C., și Thys, R. C. S. (2014). The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. *LWT - Food Science and Technology*, 58(2), 497–501. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.008>
- Saura-Calixto, F. (1998). Antioxidant Dietary Fiber Product: A New Concept and a Potential Food Ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4303–4306. <https://doi.org/10.1021/jf9803841>
- Sharma, P., și Kothari, S.L. (2016). Barley: impact of processing on physic-chemical and thermal properties – A review. *Food Reviews International*, 33(4), 359-381. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1175009>
- Shen, Q., Guo, P., Zhang, X., Mao, Z., Hou, L., și Dou, H. (2018). Characterization and Retrogradation of Maize Starch by Asymmetrical Flow Field Flow Fractionation. *EC Nutrition*, 13(5), 338-345.
- Silva, S. D., Feliciano, R. P., Boas, L. V., și Bronze, M. R. (2014). Application of FTIR-ATR to Moscatel dessert wines for prediction of total phenolic and flavonoid contents and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 150, 489–493. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.028>

- Smith, I. N., și Yu, J. (2015). Nutritional and Sensory Quality of Bread Containing Different Quantities of Grape Pomace from Different Grape Cultivars. *EC Nutrition*, 2, 291–301.
- Spinei, M. și Oroian, M. (2021). The potential of grape pomace varieties as a dietary source of pectic substances. *Foods*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/foods10040867>
- Su, C., Zhao, K., Zhang, B., Liu, Y., Jing, L., Wu, H., ... Li, W. (2020). The molecular mechanism for morphological, crystal, physicochemical and digestible property modification of wheat starch after repeated versus continuous heat-moisture treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 129, 109399. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109399>
- Sun, L., și Miao, M. (2019). Dietary polyphenols modulate starch digestion and glycaemic level: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 8398, 1–15. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1544883>
- Sun, K., Liao, A., Zhang, F., Thakur, K., Zhang, J., Huang, J.-H., și Wei, Z.-J. (2019). Microstructural, Textural, Sensory Properties and Quality of Wheat–Yam Composite Flour Noodles. *Foods*, 8, 519–532. <https://doi.org/10.3390/foods8100519>
- Tang, G. Y., Zhao, C. N., Liu, Q., Feng, X. L., Xu, X. Y., Cao, S. Y., Meng, X., Li, S., Gan, R. Y., & Li, H. Bin. (2018). Potential of grape wastes as a natural source of bioactive compounds. *Molecules*, 23(10), 1–20. <https://doi.org/10.3390/molecules23102598>
- Teles, A. S. C., Chávez, D. W. H., Oliveira, R. A., Bon, E. P. S., Terzi, S. C., Souza, E. F., ... Tonon, R. V. (2019). Use of grape pomace for the production of hydrolytic enzymes by solid-state fermentation and recovery of its bioactive compounds. *Food Research International*, 120, 441–448. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.083>
- Tien, N. N. T., Anh, T. N. Q., Phi, N. T. L., și Hung, P. Van. (2018). In Vitro and In Vivo Starch Digestibility and Quality of Bread Substituted with Acid and Heat-Moisture Treated Sweet Potato Starch. *Starch/Stärke*, 70(9–10). <https://doi.org/10.1002/star.201800069>
- Tkacz, K., Wojdyło, A., Nowicka, P., Turkiewicz, I., și Golis, T. (2019). Characterization in vitro potency of biological active fractions of seeds, skins and flesh from selected *Vitis vinifera* L. cultivars and interspecific hybrids. *Journal of Functional Foods*, 56, 353–363. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.03.029>
- Tolve, R., Pasini, G., Vignale, F., Favati, F., și Simonato, B. (2020). Effect of Grape Pomace Addition on the Technological, Sensory, and Nutritional Properties of Durum Wheat Pasta. *Foods*, 9, 354. <https://doi.org/doi:10.3390/foods9030354>
- Tuoc, T., și Glasgow, S. (2012). On the texture profile analysis test. *Quality of Life through Chemical Engineering*, October, 749–760.
- Vignola, M. B., Moiraghi, M., Salvucci, E., Baroni, V., și Pérez, G. T. (2016). Whole meal and white flour from Argentine wheat genotypes: Mineral and arabinoxylan differences. *Journal of Cereal Science*, 71, 217–223. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.09.002>
- Walker, R., Tseng, A., Cavender, G., Ross, A., și Zhao, Y. (2014). Physicochemical, Nutritional, and Sensory Qualities of Wine Grape Pomace Fortified Baked Goods. *Journal of Food Science*, 79(9), S1811–S1822. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12554>
- Wang, H., Zhang, B., Chen, L., și Li, X. (2016). Understanding the structure and digestibility of heat-moisture treated starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 88, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.03.046>

- Wang, J. J., Yang, J., Wang, Y., Zheng, H., Tian, Z., Zhang, Y., Ou, S., Hu, S. Q., și Chen, L. (2018). Heat and edible salts induced aggregation of the N-terminal domain of HMW 1Dx5 and its effects on the interfacial properties. *Food Hydrocolloids*, 82, 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.04.029>
- Yu, P., McKinnon, J. J., Christensen, C. R., și Christensen, D. A. (2004). Using synchrotron-based FTIR microspectroscopy to reveal chemical features of feather protein secondary structure: Comparison with other feed protein sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(24), 7353–7361. <https://doi.org/10.1021/jf0490955>
- Zhang, B., Zhao, K., Su, C., Gong, B., Ge, X., Zhang, Q., și Li, W. (2020). Comparing the multi-scale structure, physicochemical properties and digestibility of wheat A- and B-starch with repeated versus continuous heat-moisture treatment. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, 519–528. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.002>
- Zhao, X., Zhu, H., Zhang, G., și Tang, W. (2015). Effect of superfine grinding on the physicochemical properties and antioxidant activity of red grape pomace powders. *Powder Technology*, 286, 838–844. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.09.025>
- Zhou, S., Hong, Y., Gu, Z., Cheng, L., Li, Z., și Li, C. (2020). Effect of heat-moisture treatment on the in vitro digestibility and physicochemical properties of starch-hydrocolloid complexes. *Food Hydrocolloids*, 104(February), 105736. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105736>
- Zhou, Y., Dhital, S., Zhao, C., Ye, F., Chen, J., & Zhao, G. (2021). Dietary fiber-gluten protein interaction in wheat flour dough: Analysis, consequences and proposed mechanisms. *Food Hydrocolloids*, 111(2), 106203. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106203>
- Zhu, F., Du, B., Zheng, L., și Li, J. (2015). Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. *Food Chemistry*, 186, 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.057>
- Ziegler, V., Ferreira, C. D., da Silva, J., da Rosa Zavareze, E., Dias, A. R. G., de Oliveira, M., și Elias, M. C. (2018). Heat-moisture treatment of oat grains and its effects on lipase activity and starch properties. *Starch/Stärke*, 70(1–2), 2–9. <https://doi.org/10.1002/star.201700010>

CONTRIBUȚII ORIGINALE

Prezenta lucrare reprezintă o contribuție importantă în ceea ce privește posibilitatea diversificării gamei sortimentale de paste făinoase, precum și creșterea valorii nutriționale a acestora, preocupări de actualitate ale cercetătorilor din întreaga lume. Utilizarea pielitelor de struguri, subprodus valoros din industria vinificației, pentru dezvoltarea de noi produse reprezintă o modalitate sustenabilă de valorificare a acestora, iar aplicarea tratamentului hidrotermic făinii de grâu vine în întâmpinarea cerințelor consumatorilor privind alimentele funcționale de calitate superioară. Prin raportare la stadiul actual al cercetărilor în domeniu, lucrarea prezintă un grad de originalitate ridicat dat atât de tematica abordată, cât și de metodologia de cercetare și rezultatele prezentate și considerând următoarele aspecte:

- în premieră la nivel național și internațional au fost utilizate simultan două tehnici care au drept scop creșterea valorii nutriționale a pastelor făinoase și anume, aplicarea tratamentului hidrotermic asupra făinii de grâu tip 650 și adaosul de pielite de struguri din soiul Fetească Regală;
- a fost realizat studiul literaturii de specialitate până la momentul actual privind efectele adaosului de subproduse de vinificație, respectiv privind efectele tratamentelor hidrotermice asupra caracteristicilor făinii și produsului finit;
- au fost caracterizate materiile prime utilizate în obținerea pastelor făinoase – pielitele de struguri și făina rafinată de grâu tip 650;
- s-au identificat cei mai importanți parametri ai tratamentului hidrotermic care conduc la modificarea proprietăților făinii de grâu;
- s-a demonstrat faptul că temperatura, timpul și umiditatea făinii influențează semnificativ calitatea pastelor făinoase;
- s-a demonstrat că doza de pielite de struguri adăugată are efecte semnificative asupra proprietăților aluatului și pastelor făinoase;
- s-au pus în evidență efectele combinate ale parametrilor tratamentului hidrotermic aplicat făinii de grâu și ale dozei de pielite de struguri care au determinat modificări semnificative ale proprietăților reologice ale aluatului și ale caracteristicilor pastelor făinoase;
- s-au stabilit modelele matematice adecvate care au permis descrierea variației datelor experimentale în vederea predicției parametrilor de calitate studiați;
- s-au identificat parametrii optimi de tratament hidrotermic și/sau doza de adaos de pielite de struguri;
- s-au caracterizat din punct de vedere fizico-chimic, molecular, microstructural și senzorial produsele obținute din procesele de optimizare;
- s-a pus în evidență posibilitatea utilizării tratamentului hidrotermic și/sau adaosului de pielite de struguri pentru obținerea pastelor făinoase cu caracteristici nutriționale și tehnologice îmbunătățite.

Prin cercetările realizate în cadrul prezentei lucrări s-au atins toate obiectivele propuse, iar tematica abordată prezintă interes atât pentru procesatorii din industria pastelor făinoase, a vinificației, cât și pentru consumatorii interesați de produse cu caracter funcțional.

Perspective și direcții de cercetare

Tematica abordată în prezenta lucrare deschide noi orizonturi către cercetarea științifică și elaborarea unor studii experimentale cu privire la:

- posibilitatea aplicării tratamentelor hidrotermice și altor tipuri de cereale și pseudocereale cu scopul îmbunătățirii caracteristicilor nutriționale ale acestora;
- utilizarea altor tipuri de tratamente fizice sau fizico-chimice pentru modificarea proprietăților cerealelor sau pseudocerealelor;
- posibilitatea valorificării subproduselor din vinificație pentru obținerea de ingrediente sau produse cu proprietăți bioactive;
- valorificarea altor subproduse de origine vegetală pentru îmbunătățirea pastelor făinoase.

DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

A. Articole publicate în reviste indexate Web of Science și cotate ISI

1. **Iuga, M.**, Mironeasa, S. (2020). A review of the hydrothermal treatments impact on starch based systems properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(22), 3890-3915, IF (2020) = 11,176 (Q1). <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1664978>
2. **Iuga, M.**, Mironeasa, S. (2020), Potential of grape by-products as functional ingredients in baked goods and pasta, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5), 2473 – 2505, IF (2020) = 12,811 (Q1). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12597>
3. **Iuga M.**, Mironeasa S. (2021), Application of heat moisture treatment in wheat pasta production, *Food Control*, 128, 108176, IF (2020) = 5,548 (Q1) <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108176>
4. **Iuga M.**, Mironeasa S. (2021), Use of grape peels by-product for wheat pasta manufacturing, *Plants*, 10(5), 926 – 943, IF (2020) = 3,935 (Q1) <https://doi.org/10.3390/plants10050926>
5. **Iuga M.**, Batariuc, A., Mironeasa S. (2021), Synergistic effects of heat-moisture treatment regime and grape peels addition on wheat dough and pasta features, *Applied Sciences*, 11(12), 5403 – 5421, IF (2020) = 2,679 (Q2). <https://doi.org/10.3390/app11125403>
6. **Iuga M.**, Mironeasa S. (2021), Simultaneous optimization of wheat heat moisture treatment and grape peels addition for pasta making, *LWT – Food Science and Technology*, 150, 112011, IF (2020) = 4,952 (Q1). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112011>

B. Articol publicat în revistă indexată în alte baze de date internaționale (BDI)

1. **Iuga M.**, Mironeasa S. (2021), Characterization of pasta from heat moisture treated wheat flour and grape peels, *Food and Environment Safety Journal*, 20(2), 91 – 100. <https://doi.org/10.4316/fens.2021.011>

C. Lucrări comunicate la manifestări științifice cu caracter internațional

1. **Iuga, M.** (2018), Grape peels – wheat composite flour gluten characteristics evaluation, *International Conference for Students "Student in Bucovina" 8th Edition*, 15 – 16 noiembrie, Suceava, România, Student in Bucovina Abstracts, ISSN 2068 – 7648.
2. **Iuga, M.** (2019), Explotando el potencial de los granos y productos secundarios de uva en Rumania y México, *VI Seminario transdisciplinario de tesis y otros actores locales trabajando en la cuenca Presa de Guadalupe*, 2 – 3 februarie, Universidad Albert Einstein, Tlaxala, Estado de Mexico, Mexico.
3. **Iuga, M.** (2019), Granos y subproductos de uva como puntos comunes en el procesamiento de alimentos entre Mexico y Rumania, *Presentation at the Chemistry Faculty*, 4 aprilie, Universidad Autonoma del Estado de Mexico, Toluca, Estado de Mexico, Mexico.
4. **Iuga, M.** (2020), Use of grape peels for wheat pasta enrichment, *International Conference for Students "Student in Bucovina" 9th Edition*, 18 decembrie, Suceava, România, Student in Bucovina Abstracts, ISSN 2068-7648.

D. Alte publicații în domeniul tezei de doctorat

a. Articole publicate în reviste indexate Web of Science și/sau cotate ISI

1. Mironeasa, S., Zaharia, D., Codină, G.G., Ropciuc, S., **Iuga, M.** (2018), Effects of grape peels addition on mixing, pasting and fermentation characteristics of dough from 480 wheat flour type, *Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 75(1), 27 – 35. <http://10.15835/buasvmcn-fst:0021>
2. Mironeasa, S., **Iuga, M.**, Zaharia, D., Mironeasa, C. (2019), Optimization of grape peels particle size and flour substitution in white wheat flour dough, *Scientific Study și Research Chemistry și Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 20(1), 29 – 42, <http://pubs.ub.ro/?pg=revues&rev=csc6&inum=201901&ivol=1&iad=4837>
3. **Iuga, M.**, Mironeasa, C., Mironeasa, S. (2019), Oscillatory rheology and creep-recovery behaviour of grape seed-wheat flour dough: Effect of grape seed particle size, variety and addition level, *Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 76(1), 37-45. <http://10.15835/buasvmcn-fst:2018.0020>
4. Mironeasa, S., **Iuga, M.**, Zaharia, D., Mironeasa, C. (2019), Optimization of white wheat flour dough rheological properties with different levels of grape peels flour addition, *Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 76(1), 27 – 36. <http://10.15835/buasvmcn-fst:2018.0017>
5. Mironeasa, S., **Iuga, M.**, Zaharia, D., Mironeasa, C. (2019), Rheological analysis of wheat flour dough as influenced by grape peels of different particle sizes and addition levels, *Food and Bioprocess Technology*, 12(2), 228 – 245, IF (2019) = 3,356 (Q1). <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2202-6>
6. **Iuga, M.**, Ávila Akerberg, V.D., González Martínez, T.M., Mironeasa, S. (2019), Consumer preferences and sensory profile related to the physico-chemical properties and texture of different maize tortillas types, *Foods*, 8(11), 533 – 520, IF (2019) = 4,092 (Q1). <https://doi.org/10.3390/foods8110533>
7. **Iuga, M.**, Mironeasa, S. (2019), Grape seeds effect on refined wheat flour dough rheology: optimal amount and particle size, *Ukrainian Food Journal*, 8(4), 799 – 814. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2019-8-4-11>
8. **Ungureanu-Iuga, M.**, Dimian, M., Mironeasa, S. (2020), Development and quality evaluation of gluten-free pasta with grape peels and whey powders, *LWT – Food Science and Technology*, 130, 109714, IF (2020) = 4,952 (Q1). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109714>
9. **Iuga, M.**, Boestean, O., Ghendov-Mosan, A., Mironeasa, S. (2020). Impact of Dairy Ingredients on Wheat Flour Dough Rheology and Bread Properties, *Foods*, 9(6), 828 – 854, IF (2020) = 4,350 (Q2). <https://doi.org/10.3390/foods9060828>

b. Articole publicate în reviste indexate în alte baze de date internaționale (BDI)

1. **Ungureanu-Iuga, M.** (2020), By-products ingredients in corn based pasta: effects on the technological and quality characteristics, *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 24(1), 97 – 106. http://biotechnologyjournal.usamv.ro/pdf/2020/issue_1/Art14.pdf

c. Cereri de brevete de invenție în curs de evaluare/evaluate

Cereri înregistrate la OSIM

1. Mironeasa, S., Zaharia, D., Mironeasa, C., Dabija, A., **Iuga, M.** (2019), *Făină compozit pentru produse de panificație cu indice glicemic redus/Complex flour useful for bakery products, comprises wheat flour, grape skin flour, and grape seed flour from variety Feteasca Regala and has low glycemic index*, Patent Number RO133116 – A2, Derwent Primary Accession Number 2019 – 45988C, International Patent Classification A23L – 007/10.
2. Mironeasa, S., Zaharia, D., Mironeasa, C., Codină, G., **Iuga, M.** (2019), *Mix din făină de grâu tip 550 și făină din pielite și semințe de struguri/Flour mix product useful for bakery products comprises wheat flour, grape skin flour and grape seed flour*, Patent Number RO133117 – A2, Derwent Primary Accession Number 2019 – 45988B, International Patent Classification A23L – 007/10.
3. Mironeasa, S., **Iuga, M.**, Mironeasa, C. (2020), *Chiflă îmbunătățită nutrițional și procedeu de obținere a acesteia/Food product e.g. nutritionally improved bread roll, comprises protein, lipid, carbohydrate, fiber and mineral substances, has preset energy value, and is prepared by preparing dough, fermenting, molding, rising, and baking*, Patent Number RO133917 – A2, Derwent Primary Accession Number 2020 – 27604T, International Patent Classification A21D – 013/40.
4. Mironeasa, S., **Iuga, M.**, Mironeasa, C. (2020), *Chifla Merlot și procedeu de obținere a acesteia/Cereal product e.g. nutritionally improved bread roll, comprises protein, lipids, carbohydrates, fiber, mineral substances and has preset energy value*, Patent Number RO133916 – A2, Derwent Primary Accession Number: 2020 – 27604V, International Patent Classification A21D – 013/40.

Cereri înregistrate la OSIM și EPO

1. Mironeasa, S., **Ungureanu-Iuga, M.**, Mironeasa C., *Dispozitiv cu discuri pentru extracția uleiului din semințe oleaginoase/Device with discs for the oil extraction from oilseeds*, Patent Number RO00032 – A2; EP20464002.3 – 1017.

d. Comunicări la saloane de inventică și manifestări științifice cu caracter internațional

1. **Iuga, M.**, Mironeasa, S. (2018), Optimization of grape seeds particle size and flour replacement in white wheat flour dough, *The 84 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution"*, 23 – 24 aprilie, Kiev, Ucraina, *Book of abstracts*, p. 17.
2. **Iuga, M.**, Păvăleanu, A.D., Mironeasa, S. (2018), Empirical and dynamic rheological properties of wheat flour dough as influenced by grape peels addition, *The 84 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution"*, 23 – 24 aprilie, Kiev, Ucraina, *Book of abstracts*, p. 15.
3. Mironeasa, S., **Iuga, M.** (2018), Grape seeds addition influence on rheological behaviour of dough, *9th Central European Congress on Food (CEFood)*, 24 – 26 mai, Sibiu, România, *Abstracts Book*, p. 17.
4. Mironeasa, S., **Iuga, M.**, Zaharia, D., Mironeasa, C. (2018), Optimization of grape peels particle size and flour substitution in white wheat flour dough, *9th Central European Congress on Food (CEFood)*, 24 – 26 mai, Sibiu, România, *Abstracts Book*, p. 18.

5. Iuga, M., Mironeasa, C., Mironeasa, S. (2018), Oscillatory rheology and creep-recovery behaviour of grape seed-wheat flour dough: effect of grape seeds particle size, variety and addition level, *International Symposium prospects for the 3rd millennium agriculture*, 27 – 29 septembrie, Cluj-Napoca, România, Book of abstracts, vol. 5, p. 264.
6. Mironeasa, S., Iuga, M., Zaharia, D., Mironeasa, C. (2018), Response surface methodology as a tool in optimizing grape peels particle size and flour replacement in wheat flour dough, *International Symposium prospects for the 3rd millennium agriculture*, 27 – 29 septembrie, Cluj-Napoca, România, Book of abstracts, vol. 5, p. 268.
7. **Iuga, M.** (2019), Aspectos culturales y aprovechamiento de granos en Rumania y México, *Seminario de cultura y diseminación de resultados*, 8 aprilie, Instituto de Ciencias Agropecuarios y Rurales, Universidad Autonoma del Estado de Mexico, Toluca, Mexico.
8. Mironeasa, S., Mironeasa, C., Codina, G., **Iuga, M.** (2019), *Dispozitiv și metodă de extracție a uleiului din semințe oleaginoase*, INFOINVENT, 20 – 23 octombrie, Chișinău, Republica Moldova.
9. **Iuga M.** (2020), “De la idea a la publicación: Análisis de la calidad de las tortillas en Tlazala, su percepción y preferencia por el consumidor, *Online presentation at the Universidad Nacional Autonoma de Mexico*, 22 mai, Mexico City.
10. **Ungureanu-Iuga, M.** (2020), By – products ingredients in corn based pasta: effects on the technological and quality characteristics, *Agriculture for Life, Life for Agriculture*, 4 – 6 mai, București, România.
11. **Iuga, M.** (2021), Calidad de tortillas de Tlazala y pasta con maíz nixtamalizado, *X Seminario transdisciplinario de tesis y otros actores locales trabajando en la cuenca Presa de Guadalupe – online*, 17 – 18 mai, Tlazala, Estado de Mexico, Mexico.

e. Comunicări la saloane de inventică și manifestări științifice cu caracter național

1. **Iuga, M.** (2018), Grape seeds particle size and addition level effects on the rheological properties of refined wheat flour dough, *National Student Conference Innovativa 7th Edition* 9 – 12 mai, Oradea, România.
2. Beglița, V., Axentii, M., Ivan, A., **Iuga, M.** (2018), Calitatea pâinii din făină albă de grâu cu adaos de pielite și semințe din tescovina de struguri, *Simpozionul științific studențesc ”Siguranța Alimentară și Protecția Mediului”*, 9 – 12 mai, Târgoviște, România.
3. Codină, G.G., Dabija, A., Mironeasa, S., **Iuga, M.** (2018), Îmbunătățirea caracteristicilor reologice, biochimice, tehnologice în obținerea pâinii prin utilizarea de diferite făinuri compozite, *Expo-conferința Ingredients Show*, 11 – 12 octombrie, Sibiu, România.
4. Mironeasa, S., Zaharia, D., Mironeasa, C., Dabija, A., **Iuga, M.** (2019), Făină compozit pentru produse de panificație cu indice glicemic redus, *UGALINVENT*, 16 – 18 octombrie, Galați, România.
5. Mironeasa, S., **Iuga, M.**, Mironeasa, C. (2020), Nutritionally improved bun and manufacture process thereof, *INVENTCOR – online*, 17 – 19 decembrie, Deva, România.
6. Mironeasa, S., Mironeasa, C., **Iuga, M.** (2020), Multiple post-press for oil extraction from oilseeds, *INVENTCOR – online*, 17 – 19 decembrie, Deva, România.