

Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București

Facultatea de Horticultură

TEZĂ DE DOCTORAT

**INFLUENȚA UNOR AMELIORATORI DE NATURĂ
MICROBIANĂ ȘI VEGETALĂ ASUPRA CALITĂȚII
FĂINURILOR DE PANIFICAȚIE**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

Prof. Univ. Dr. Gheorghe Câmpeanu

DOCTORAND

Ing. Nicolae-Ciprian Popa

CUPRINS

| | |
|--|----|
| INTRODUCERE | 1 |
| PARTEA I: STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND ÎNSUȘIRILE DE PANIFICAȚIE A FĂINURILOR DIN GRÂU | 5 |
| CAP. 1. MORĂRITUL ȘI PANIFICAȚIA DIN PERSPECTIVE ISTORICE. CIVILIZAȚIA GRÂULUI | 5 |
| CAP. 2. GRÂUL ȘI PROPRIETĂȚILE SALE DE PANIFICAȚIE | 14 |
| 2.1. Factorii chimici și biochimici implicați în proprietățile de panificație a grâului și făinii..... | 14 |
| 2.2. Factorii genotipici și fenotipici implicați în proprietățile de panificație a grâului și făinii..... | 32 |
| 2.3. Factorii tehnologici implicați în proprietățile de panificație a grâului și făinii..... | 35 |
| CAP. 3. PRINCIPALELE METODE DE INVESTIGARE A PROPRIETĂȚILOR DE PANIFICAȚIE A GRÂULUI ȘI FĂINII | 37 |
| 3.1. Indicele de cădere Hagberg..... | 39 |
| 3.2. Amilograful..... | 39 |
| 3.3. Metoda farinografică..... | 40 |
| 3.4. Metoda alveografică..... | 41 |
| 3.5. Metoda extensografică..... | 42 |
| 3.6. Proba de coacere (Baking test)..... | 43 |
| CAP. 4. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND AMELIORAREA CALITĂȚILOR DE PANIFICAȚIE A FĂINURILOR DIN GRÂU | 44 |
| 4.1. Factori chimici cu acțiune oxidantă, utilizați în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 44 |
| 4.1.1. Efectul oxidant al acidului ascorbic..... | 46 |
| 4.1.2. Efectul oxidant al bromatului de potasiu..... | 48 |
| 4.1.3. Efectul oxidant al peroxidului de calciu..... | 49 |
| 4.1.4. Agenți oxidanți folosiți pentru accelerarea maturării făinii..... | 49 |
| 4.1.4.1. Clorul..... | 49 |
| 4.1.4.2. Dioxidul de clor..... | 50 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.4.3. Peroxidul de acetonă..... | 50 |
| 4.1.4.4. Azodicarbonamida..... | 51 |
| 4.2. Factori chimici cu acțiune reducătoare, utilizați în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 52 |
| 4.2.1. Efectul reducător al L-cisteinei..... | 53 |
| 4.2.2. Efectul reducător al bisulfidului de sodiu..... | 53 |
| 4.3. Factori chimici cu acțiune acidifiantă, utilizați în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 54 |
| 4.4. Factori chimici de natură coloidală (cu acțiune coloidală) utilizați în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 56 |
| 4.5. Factori de natură enzimatică utilizați în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 62 |
| 4.5.1. Amilaze folosite în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 64 |
| 4.5.2. Enzime proteolitice folosite în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 66 |
| 4.5.3. Enzime pentozanolitice folosite în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 69 |
| 4.5.4. Lipaze folosite în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 71 |
| 4.5.5. Efectul lipoxigenazei în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 72 |
| 4.5.6. Efectul glucozoxidazei în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 75 |
| 4.5.7. Efectul altor enzime în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 76 |
| 4.5.7.1. Sulfhidriloxidaza..... | 76 |
| 4.5.7.2. Polifenoloxidaza..... | 77 |
| 4.5.7.3. Peroxidaza..... | 77 |
| 4.5.7.4. Ascorbat oxidaza..... | 78 |
| 4.5.7.5. Hexozoxidaza..... | 78 |
| 4.5.7.6. Lactaza..... | 79 |
| 4.5.7.7. Transglutaminaza..... | 79 |
| 4.6. Efectul glutenului vital în ameliorarea calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 81 |
| 4.7. Efectul unor fibre asupra calităților de panificație a făinurilor din grâu..... | 85 |
| PARTEA a-II-a: CERCETĂRI PROPRII..... | 89 |
| CAP. 5. SCOPUL INVESTIGAȚIILOR..... | 89 |
| CAP. 6. ANALIZA PARAMETRILOR DE CALITATE A GRÂULUI CULTIVAT ÎN ROMÂNIA, ÎN PERIOADA 2002-2005 ȘI A UNOR MOSTRE DE GR ÂU CULTIVATE ÎN ALTE ZONE GEOGRAFICE..... | 92 |
| 6.1. Analiza parametrilor de calitate a grâului cultivat în România, în perioada 2002-2005..... | 92 |
| 6.1.1. Material și metode..... | 92 |

| | |
|--|-----|
| 6.1.2. Rezultate și discuții..... | 94 |
| 6.1.3. Concluzii parțiale..... | 108 |
| 6.2. Analiza calităților de panificație a unor mostre de grâu cultivate în alte zone geografice..... | 110 |
| 6.2.1. Material și metode..... | 110 |
| 6.2.2. Rezultate și discuții..... | 111 |
| 6.2.2.1. Caracterizarea fizico-chimică a grâului provenit din Rusia..... | 111 |
| 6.2.2.2. Caracterizarea fizico-chimică a grâului provenit din Statele Unite ale Americii..... | 116 |
| 6.2.2.3. Caracterizarea fizico-chimică a grâului provenit din Brazilia..... | 123 |
| 6.2.2.4. Caracterizarea fizico-chimică a grâului provenit din România..... | 128 |
| 6.2.2.5. Analiza semnificației diferențelor dintre parametri de calitate ai grânelor provenite din Brazilia, Rusia, S.U.A. și România..... | 130 |
| 6.2.2.6. Analiza diferențelor dintre principalii estimatori statistici la grânele studiate..... | 137 |
| 6.2.3. Concluzii parțiale..... | 143 |
| CAP. 7. EFECTELE ACȚIUNII UNUI PREPARAT PE BAZĂ DE L-CISTEINĂ ÎN FĂINURI PUTERNICE..... | 148 |
| 7.1. Material și metode..... | 149 |
| 7.2. Rezultate și discuții..... | 150 |
| 7.3. Concluzii parțiale..... | 165 |
| CAP. 8. TESTAREA UNOR PREPARATE ENZIMATICE UTILIZATE LA AMELIORAREA FĂINURILOR DIN GRÂU..... | 166 |
| 8.1. Utilizarea unui preparat enzimatic cu activitate preponderent hemicelulazică, pentru ameliorarea calităților tehnologice ale unor aluaturi provenite din făinuri de grâu..... | 166 |
| 8.1.1. Material și metode..... | 167 |
| 8.1.2. Rezultate și discuții..... | 169 |
| 8.1.3. Concluzii parțiale..... | 175 |
| 8.2. Utilizarea unui preparat enzimatic cu activitate proteazică, pentru ameliorarea calităților tehnologice ale unor aluaturi provenite din făinuri de grâu..... | 176 |
| 8.2.1. Material și metode..... | 177 |
| 8.2.2. Rezultate și discuții..... | 178 |
| 8.2.3. Concluzii parțiale..... | 193 |
| 8.3. Variația caracteristicilor vâsco-elastice ale aluaturilor, ca efect al ameliorării concomitente cu preparate ce conțin proteaze și L-cisteină..... | 195 |
| 8.3.1. Material și metode..... | 195 |
| 8.3.2. Rezultate și discuții..... | 196 |
| 8.3.3. Concluzii parțiale..... | 202 |
| CAP. 9. INFLUENȚA GLUTENULUI VITAL ASUPRA CALITĂȚILOR DE PANIFICAȚIE A UNOR FĂINURI DIN GRÂU..... | 203 |
| 9.1. Material și metode..... | 203 |
| 9.2. Rezultate și discuții..... | 204 |
| 9.3. Concluzii parțiale..... | 209 |

| | |
|--|-----|
| CAP. 10. STUDII PRIVIND INFLUENȚA UNOR PREPARATE DE ORIGINE VEGETALĂ ASUPRA CALITĂȚILOR DE PANIFICAȚIE A FĂINURILOR DIN GRÂU | 211 |
| 10.1. Investigații complexe privind utilizarea fibrelor din sfeclă de zahăr în panificație..... | 211 |
| 10.1.1. Material și metode..... | 211 |
| 10.1.2. Rezultate și discuții..... | 214 |
| 10.1.3. Concluzii parțiale..... | 222 |
| 10.2. Studii privind efectele adaosului de inulină asupra caracteristicilor vâsco-elastice ale aluaturilor..... | 223 |
| 10.2.1. Material și metode..... | 224 |
| 10.2.2. Rezultate și discuții..... | 225 |
| 10.2.3. Concluzii parțiale..... | 230 |
| 10.3. Considerații generale asupra utilizării fibrelor în panificație..... | 231 |
| CAP. 11. CONCLUZII FINALE | 232 |
| CAP. 12. CONTRIBUȚII ORIGINALE CU APLICABILITATE ÎN INDUSTRIA DE MORĂRIT ȘI PANIFICAȚIE | 239 |
| 12.1. Contribuții originale din punct de vedere a stabilirii obiectivelor de cercetare..... | 239 |
| 12.2. Contribuții originale din punct de vedere a cercetărilor teoretice, cu aplicabilitate în procesele tehnologice industriale..... | 241 |
| 12.3. Contribuții originale la diversificarea produselor de morărit și panificație, prin punerea în practică a rețetelor proprii, optimizarea proceselor tehnologice și obținerea de beneficii comerciale..... | 244 |
| 12.4. Direcții de cercetare ulterioară..... | 245 |
| BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ | 247 |

INFLUENȚA UNOR AMELIORATORI DE NATURĂ MICROBIANĂ ȘI VEGETALĂ ASUPRA CALITĂȚII FĂINURILOR DE PANIFICAȚIE

INTRODUCERE

Datorită modului de distribuire geografică, a gradului de acceptare din partea populației, a stabilității și a multiplelor posibilități de prelucrare, precum și datorită valorii nutritive, piața produselor derivate din cereale reprezintă o adevărată piață metabolică.

Pâinea și pastele făinoase procură cea mai mare parte dintre glucidele unei diete, sub formă de amidon, constituindu-se astfel în produse care răspund într-o manieră eficientă recomandărilor O.M.S. cu privire la o alimentație sănătoasă.

Principala problemă cu care se confruntă producătorii din acest sector de activitate este însă asigurarea cantitativă și calitativă a materiei prime.

Lipsa de omogenitate calitativă a materiei prime (grâul) a impulsionat domeniul cercetării mijloacelor de uniformizare a produselor finite, respectiv a mijloacelor de creștere a calității acestora.

Marile firme de morărit și panificație nu concep astăzi posibilitatea realizării de producții neameliorate, cu atât mai mult cu cât presiunea exercitată de concurența directă, dar și de creșterea exigențelor impuse prin legiferarea de noi standarde sau sisteme de management al calității, este tot mai mare.

În ceea ce privește grâul, s-au făcut eforturi la nivel național pentru înțelegerea legăturilor existente între o serie de caracteristici structurale ale glutenului și calitățile de panificație dezvoltate de acesta. O serie de cercetări au vizat analiza corelațiilor existente între anumiți parametri tehnologici și de calitate ai grâului și calitatea pâinii, precum și analiza corelațiilor sau necorelațiilor apărute între diverși indicatori de calitate ai grâului. Alte cercetări au pus accent pe influența interacțiunilor dintre genotip și mediu, asupra calităților de panificație la unele soiuri de grâu cultivate în România. Totodată, au fost explorate o serie de probleme aflate în sincronicitate cu preocupările de pe plan mondial, cum ar fi: caracterizarea structurală a diverselor clase de proteine glutenice, natura interacțiunilor dintre proteinele generatoare de gluten la nivel molecular și macromolecular, influența diversilor factori asupra proprietăților vâscoelastice ale glutenului, identificarea determinanților proprietăților reologice ale glutenului, identificarea altor componente implicate în structura sau modelarea proprietăților acestuia etc. Pe plan mondial se remarcă în același timp, un interes tot mai crescut cu privire la realizarea unor profile de calitate a grâului cultivat în diverse spații geografice, pe baza indicatorilor de calitate realizați de acesta în anumiți ani, cu scopul înlesnirii accesului procesatorilor la informațiile de care au nevoie, pentru realizarea unor strategii performante de menținere a calității.

Alte preocupări se referă la influența proceselor tehnologice de obținere a făinurilor, asupra calităților de panificație a acestora, în special asupra gradului de deteriorare a granulelor de amidon, care constituie substratul specific de acțiune a enzimelor, în cadrul diverselor biotehnologii alimentare bazate pe făina din grâu. O serie de studii au avut ca obiect influențele determinate de interacțiunile dintre amidon, proteine și lipide asupra unor caracteristici fizico-chimice ale aluaturilor, precum și rolul unor componente discrete ai făinii, așa cum sunt arabanii și pentozanii legați de gluten, asupra proprietăților de prelucrare a aluaturilor.

Rolul complex al fibrelor vegetale (tărâța de grâu, alte fibre de origine horticolă, precum inulina etc) în nutriție, a fost abordat de o serie de cercetări, rezultatele acestora determinând apariția unei piețe specifice de produse de mare interes, atât pentru procesatori cât și pentru consumatori.

Ameliorarea calităților de panificație a făinurilor provenite din grâne slabe, atacate de insecte, sau a făinurilor cu defecte, a constituit o preocupare majoră, atât pe plan mondial cât și în țara noastră, la care a contribuit tendința producătorilor de a limita arealul de utilizare a aditivilor chimici, în favoarea celor de natură enzimatică, a căror impact negativ asupra sănătății umane este redus. Principalele cercetări în domeniu au avut în vedere obținerea de preparate:

- **amilazice**, prin procedee fermentative din diverse specii fungice de *Aspergillus* (*A. oryzae*, *A. niger*) sau bacteriene (*Bacillus subtilis*), modificate genetic. Acestea se adaugă ca supliment făinurilor hipodiasfazice, în vederea hidrolizei amidonului la glucide fermentescibile, creșterea cantității de glucide fermentate exprimându-se apoi în creșterea cantității de CO₂ degajat, cu efect asupra volumului, texturii și culorii miezului, sau a culorii cojii produsului finit, respectiv în diminuarea ratei de învechire a pâinii;

- **hemicelulazice** (pentozanaze, arabinozidaze, xilanaze, acid ferulic - esteraze) în general de origine fungică (sursa: *Aspergillus niger*). Acestea contribuie în special, la creșterea capacității de frământare a aluatului și la diminuarea capacității de învechire a pâinii;

- **proteazice**, determinând diminuarea rezistenței aluatului, creșterea vitezei de adsorbție a apei, cu efecte asupra duratei frământării, accelerează formarea de precursori care intervin în ciclul de reacții Maillard, responsabil de aroma pâinii;

- **ester – esterazice** (fitazice și în special lipazice). **Fitazele** determină hidroliza fitaților la inozitol și acid fosforic, cu efecte importante pe plan nutrițional, împiedicând formarea complexului acid fitic - ion bivalent, care ar priva organismul de ioni metalici. **Lipazele** sunt implicate în hidroliza trigliceridelor, cu formare de acizi grași liberi, în special de acid linoleic, important în procesele de maturare a făinii, dar și în cele de râncezire a acesteia, pe parcursul depozitării. Majoritatea lipazelor obținute au fost **fosfolipaze**, care hidrolizează legăturile dintre acidul fosforic și glicerol, modificând astfel proprietățile tensioactive ale fosfolipidelor din făină, împiedicând totodată, interacțiunea acestora cu glutenul, amidonul, precum și cu substanțele aflate în faza gazoasă în aluat (la nivelul porilor miezului);

- **oxidoreductazice**, în special de tipul celor care funcționează pe baza de O₂ (lipoxigenaza, ascorbatoxidaza, polifenoloxidaza, glucozoxidaza, sulfhidriloxidaza), precum și pe bază de H₂O₂ (catalaza, peroxidaza). Preparatele enzimatiche obținute au fost folosite cu succes pentru ameliorarea proprietăților reologice ale aluaturilor, creșterea volumului și a porozității pâinii sau modificarea culorii și aromei acesteia.

În ciuda succeselor înregistrate până acum în domeniul utilizării calităților grâului în panificație, cunoștințele fundamentale legate de identificarea exactă a însușirilor specifice ale proteinelor glutenice, care determină proprietățile de panificație a făinii din grâu, rămân în mare parte învăluite în mister. Deși au fost analizați o serie de factori precum: secvența de aminoacizi, conținutul de grupări tiol și punți disulfidice, particularitățile conformaționale, hidrofobicitatea suprafețelor, solubilitatea, capacitatea de emulsionare sau spumare a proteinelor, distribuția masei moleculare a fracțiunilor glutenului, raportul dintre gliadine și glutenine, volumul specific

al anumitor fracțiuni sau subunități, niciunul dintre aceștia nu a putut oferi decât o explicație vagă și de cele mai multe ori particulară a fenomenelor care au loc în făină.

Numărul lucrărilor științifice dedicate problematicii panificației a cunoscut o creștere vertiginoasă în ultimii ani, odată cu punerea la punct a unor tehnici noi de abordare, cum ar fi: spectroscopia în infraroșu, ultrasonarea, scanarea densitometrică cu laser, calorimetria diferențială etc.

Dimensiunea interesului arătat de comunitatea științifică acestor probleme este confirmat de numărul mare de periodice consacrate domeniului: **Journal Of Science Of Foods And Agriculture, Journal Of Agricultural Food Chemistry, Cereal Foods World, Crop Science, Journal Of Cereal Science, Cereal Chemistry, Food Ingredients** etc.

În condițiile în care morăritul și panificația vor continua să fie unul dintre cele mai dinamice sectoare de activitate a industriei alimentare românești, dependența de o serie de factori mai puțin previzibili, așa cum sunt condițiile climaterice ale obținerii recoltelor, va putea fi depășită numai prin integrarea procesatorilor în fluxul mondial de informații și cercetări specifice domeniului.