

## REZUMAT

al tezei de doctorat:

### CERCETĂRI PRIVIND OBTINEREA UNOR PRODUSE DE PANIFICAȚIE PE BAZĂ DE CEREALE ȘI PSEUDOCEREALE

elaborată de: HÎNCU I. (MANOLACHE) Fulvia Ancuța  
sub îndrumarea Prof. univ. dr. MARIN Doru Ioan

**Cuvinte cheie:** *Avena nuda* L., *Amaranthus sp.*, produse de panificație, RMN, uleiuri esențiale

Teza de doctorat intitulată „**Cercetări privind obținerea unor produse de panificație pe bază de cereale și pseudocereale**” a fost realizată în cadrul Școlii Doctorale “Ingineria și Managementul Resurselor Vegetale și Animale”, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București.

În ultimii ani, se acordă o atenție deosebită sănătății populației încurajându-se consumul de alimente sănătoase. Având în vedere faptul că stilul de viață al populației s-a schimbat și există o tendință de a se consuma produse care să aducă beneficii nutriționale și cu un conținut scăzut de zahăr, teza de doctorat intitulată „**Cercetări privind obținerea unor produse de panificație pe bază de cereale și pseudocereale**” are ca **scop principal** obținerea unor produse de panificație noi pe bază de *Avena nuda* L. și *Amaranthus sp.*, cu beneficii nutriționale asupra consumatorilor și care respectă regulile de siguranță și securitate alimentară. În cadrul tezei au fost realizate experimentări în vederea obținerii atât a produselor convenționale (biscuiți, paste), cât și a unor produse speciale (batoane), fără gluten și fără zahăr adăugat.

În cercetările realizate în cadrul tezei au fost aplicate atât metode clasice de analiză cât și metode noi, moderne și nedistructive (neinvazive), rapide și „prietenose” cu mediul înconjurător, pentru a se demonstra că se obțin rezultate similare în condițiile unui consum mai mic de reactivi, energie și timp. Tehnicile spectrale (ex. RMN, FT-IR, UV-VIS) sunt rapide, au cost relativ scăzut și oferă o mulțime de informații într-un singur test, făcându-le potrivite pentru controlul on-line și/sau la nivel de proces.

În cadrul tezei au fost stabilite și realizate patru **obiective principale**:

1. Analiza stadiului actual al cercetărilor privind evoluția, cultivarea și utilizarea cerealelor (în special a ovăzului) și pseudocerealelor (în special a *Amaranthus*-ului) în produse de panificație. A fost prezentat stadiul actual al cercetărilor privind proprietățile uleiurilor esențiale și utilizările acestora.

2. Valorificarea speciilor *Avena nuda* L. și *Amaranthus sp.* prin elaborarea a trei matrici alimentare: două convenționale (biscuiți și paste) și o matrice cu conținut scăzut de gluten sau aglutenică și vegană, respectiv testarea acestora prin diferite metode de analiză (clasice și moderne) în vederea determinării compoziției nutriționale, proprietăților senzoriale, de textură, acceptabilității de către consumatori și siguranței alimentare.

3. Analiza și testarea uleiurilor esențiale de *Mentha arvensis*, *M. piperita* și *M. spicata* la ambalarea unei matrici alimentare obținute în cadrul tezei, în vederea prelungirii termenului de valabilitate.

4. Elaborarea concluziilor și recomandărilor rezultate în urma cercetărilor realizate.

Teza de doctorat a fost structurată și elaborată conform normele în vigoare și cuprinde 10 capitole, conține un număr de 216 pagini, 88 tabele, 161 figuri și 162 de referințe bibliografice.

**Capitolul I „Stadiul actual al cunoașterii”** prezintă informații din literatura de specialitate privind stadiul actual al evoluției culturii de ovăz atât la nivel și național cât și la nivel mondial. Tot în acest capitol a fost prezentat stadiul actual al valorificării ovăzului și pseudocerealelor (în special a *Amaranthus*-ului atât în produse de panificație convenționale cât și în produse aglutenice, pentru persoane cu alimentație specială. Stadiul actual al cercetărilor privind proprietățile uleiurilor esențiale a fost prezentat de asemenea în acest capitol. Pentru realizarea documentării au fost consultate publicații și articole științifice de specialitate, manuale, cărți, site-uri web ale oficialilor din domeniu (Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, Anuarul Statistic al României, FAO etc).

**În capitolul II „Obiectivele cercetărilor, material și metode de cercetare utilizate”** sunt prezentate: scopul principal, obiectivele cercetării, materialul biologic studiat și metodele de analiză utilizate în cadrul tezei. Pentru realizarea obiectivelor propuse a fost necesară obținerea materiilor prime (*Avena nuda* L. și *Amaranthus sp.*). Au fost prezentate metodele de cercetare utilizate la analiza probelor de ovăz nedecorticat (cu palee), la probele de ovăz decorticat, la analiza grăsimii (lipidelor) din materialele biologice luate în studiu, precum și la analiza materiilor prime și a matricelor alimentare obținute.

**Capitolul III „Cadrul natural și instituțional în care s-au desfășurat cercetările”** prezintă cadrul natural și instituțional în care s-au desfășurat cercetările din perioada stagiului de doctorat, realizate în cadrul Școlii Doctorale pentru Ingineria și Managementul Resurselor Vegetale și Animale, domeniul Agronomie din Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București. Cercetările prezentate în cadrul acestei teze de doctorat au

fost realizate în Câmpul Experimental al Facultății de Agricultură de la Ferma Didactică Moara Domnească (Ilfov), Centrul de Cercetare pentru Agricultură Durabilă, Stația Pilot de Procesare Cereale și Făinuri și în laboratoarele de analiză a produselor alimentare, din cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Bioresurse Alimentare IBA-București.

Tot în acest capitol au fost prezentate de asemenea condițiile climatice din anii agricole în care s-au cultivat speciile *Avena sativa*, *Avena nuda* L. și *Amaranthus sp.* cu scopul obținerii materiilor prime utilizate în experimentări.

**Capitolul IV „Rezultate privind obținerea materiei prime de *Avena sp.* și *Amaranthus sp.*”** prezintă rezultate privind cultivarea și producțiile realizate pentru materiilor prime principale (ovăz și amarant) utilizate în experimentările efectuate pentru obținerea produselor de panificație din cadrul acestei teze. Producțiile obținute au fost de 2879 kg/ha la *Avena sativa*, 3568 kg/ha la *Avena nuda* L. iar la *Amaranthus* producția de semințe a fost cuprinsă între 1863 kg/ha la varietatea Burgundi și 3027 kg/ha la varietatea Golden.

**Capitolul V „Rezultate privind analiza producției de *Avena sp.* și *Amaranthus sp.*”** prezintă rezultatele obținute în urma caracterizării diferitelor soiuri de ovăz, a varietăților de *Amaranthus*, utilizate în experimentările privind obținerea unor produse de panificație. Pentru o caracterizare completă și pentru ca matricea alimentară obținută să fie sigură pentru consumul uman au fost realizate testări microbiologice.

Pentru a avea o imagine asupra caracteristicilor calitative și nutriționale ale diferitelor surse de ovăz, în **subcapitolul 5.1 „Caracterizarea unor soiuri de ovăz”** au fost analizate șase soiuri de ovăz, patru soiuri de boabe de ovăz cu palee (*Avena sativa* L.) și două soiuri de ovăz golaș (*Avena nuda*.). Probele au fost analizate din punct de vedere fizico-chimic (umiditate, proteină, cenușă, fibră brută, grăsime) din punct de vedere al conținutului în metale și elemente minerale, amprenta senzorială, conținutul în aminoacizi, conținutul de gluten, gliadină și deoxinivalenol. Rezultatele obținute au fost prelucrate statistic prin analiza componentelor principali (PCA).

În **subcapitolul 5.2 „Cercetări privind analiza comparativă a unor cereale și pseudocereale”** au fost testate zece probe de cereale și pseudocereale, prin diferite metode de analiză (clasice și moderne), după cum urmează: șase probe de ovăz, trei probe de amarant și o probă de grâu. Majoritatea probelor luate în studiu au fost cultivate în Câmpul Experimental de la Ferma Didactică și Experimentală Moara Domnească, Ilfov. Rezultatele obținute au fost prelucrate statistic prin Analiza Componentelor Principali (PCA) și analiza ierarhică a clusterelor (HCA). S-au observat diferențe compoziționale atât între cereale cât și între cerealele

și pseudocerealele analizate. Proba de *Amaranthus*, varietatea Alegria a avut cel mai mare conținut de proteină, 20,49%, această valoare fiind apropiată de cea a ovăzului.

În ceea ce privește conținutul de calciu al probelor luate în studiu s-a observat că probele de semințe de *Amaranthus* au avut cel mai mare conținut de până la 179,76 mg/100 g, varietatea Alegria în timp ce proba de grâu a avut un conținut de calciu de cinci ori mai mic.

În **subcapitolul 5.3 „Caracterizarea prin metoda spectroscopică  $^1\text{H-RMN}$ , a unor genotipuri de *Amaranthus* cultivate în perioada 2011-2013”** sunt prezentate rezultatele privind caracterizarea prin metoda spectroscopică  $^1\text{H-RMN}$ , a opt genotipuri de *Amaranthus* cultivate în perioada 2011-2013. S-au observat diferențe din punct de vedere al conținutului de acizi grași saturați, dinesaturați și saturați în funcție de anul cultivării și specia analizată.

**Capitolul VI „Rezultate privind obținerea de biscuiți pe bază de ovăz”** conține rezultatele obținute în urma analizării produselor realizate din făină de ovăz, prin diferite metode, pentru o caracterizare completă a acestora.

În **subcapitolul 6.1 „Determinarea proprietăților reologice ale făinurilor folosite la obținerea biscuiților cu făină de ovăz din comerț”** au fost analizate proprietățile reologice empirice ale aluaturilor realizate din diferite făinuri și amestecurilor de făinuri folosind aparatul Mixolab, care apoi au fost folosite la obținerea biscuiților. Au fost efectuate probe de coacere, folosind făină de grâu semialbă și făină integrală de ovăz din comerț, pentru a se stabili rețeta și parametrii optimi de producție.

**Subcapitolul 6.2 „Studiu preliminar privind testarea comportării făinii de ovăz la obținerea unor matrici alimentare”** prezintă rezultatele obținute în urma analizării a trei probe de biscuiți: o probă martor cu făină de grâu 900, o probă cu 50% făină de ovăz și o probă cu 100% făină de ovăz. Probele au fost analizate din punct de vedere fizico-chimic, al conținutului de beta glucan, metale și minerale. Rezultatele obținute în urma analizei senzoriale descriptive au arătat faptul că proba de biscuiți din făină de ovăz, a obținut calificativul satisfăcător (14,22), ceea ce înseamnă ca adaosul de făină de ovăz modifică (înrăutățește) proprietățile organoleptice ale produsului.

**Subcapitolul 6.3 „Determinarea proprietăților reologice ale făinurilor folosite la obținerea biscuiților cu făină de ovăz *Avena nuda* L.”** prezintă rezultatele obținute în urma analizei proprietăților reologice empirice ale aluaturilor realizate din diferite făinuri și amestecurilor de făinuri folosind aparatul Mixolab, care apoi au fost folosite la obținerea biscuiților cu făină de ovăz cultivat în Câmpul Experimental la Ferma Didactică Moara Domnească.

**Subcapitolul 6.4 „Rezultate privind obținerea unor biscuiți pe bază de făină de ovăz din specia *Avena nuda* L.”** prezintă rezultatele obținute în urma analizării a cinci probe de biscuiți obținuți din procente diferite (P1-0%, P2-25%, P3-50%, P4-75% și P5-100%) de făină de ovăz *Avena nuda* L. cultivat la Moara Domnească. Probele au fost analizate din punct de vedere al parametrilor fizico-chimici (umiditate, grăsime, proteină, cenușă, zahăr), dar și al conținutului de celuloză, fibră alimentară totală, elemente minerale (Ca, Fe, Mg, K, Na, Zn, Se, Cu, Mn), conținut de acrilamidă, de acizi grași și din punct de vedere microbiologic (drojdii și mucegaiuri).

Probele s-au încadrat în limitele normale privind încărcătura microbiană și nivelul de acrilamidă. Conform analizei senzoriale descriptive, o dată cu creșterea adaosului de făină de ovăz *Avena nuda* L. din rețetă, proprietățile organoleptice ale probelor de biscuiți s-au modificat în sens negativ. Conform rezultatelor obținute, procentul de făină de ovăz *Avena nuda* L. adăugat în rețetă poate fi de maxim 75% astfel încât produsul să fie acceptat de consumatori și să fie încadrat în categoria „bun”.

**Capitolul VII „Rezultate privind obținerea unor paste din făinuri diferite”** este structurat în trei subcapitole.

**În subcapitolul 7.1 „Obținerea și stabilirea tipului de modelare a pastelor”** este prezentat procedeul tehnologic de obținerea al pastelor. S-au realizat experimentări privind valorificarea a patru tipuri de făină: făină de grâu semialbă, făină de ovăz din comerț, făină de ovăz *Avena nuda* L. și făină de *Amaranthus*. În urma acestora s-a stabilit că făinurile luate în studiu se pretează pentru modelarea pastelor tip tagliateli.

**Subcapitolul 7.2 „Rezultate privind analiza compozițională a pastelor”** prezintă rezultatele obținute în urma analizării parametrilor compoziționali (umiditate, conținut de proteine, grăsime, cenușă, celuloză, acizi grași, conținut de metale și minerale) și structurali (textură, culoare) ai pastelor. Rezultatele privind determinarea glutenului și gliadinei au arătat că doar proba de paste din făină de *Amaranthus* se încadrează în categoria produselor „fără gluten”.

**În subcapitolul 7.3 „Rezultate analize fizice paste (textură și culoare)”** se prezintă datele obținute în urma analizării texturii pastelor înainte de fierbere (rezistența la rupere și comprimarea) și după fierbere (fermitatea și elasticitatea). Probele au fost analizate și din punct de vedere al parametrilor de culoare: L, a\*, b\*, C\*-cromaticitatea și h\*nuanța.

**Capitolul VIII „Rezultate privind obținerea de batoane cu adaos de *Amaranthus*”** prezintă rezultatele obținute în urma elaborării unor matrici alimentare vegane (batoane) pe

bază fulgi de ovăz și cu adaos de *Amaranthus* (semințe, respectiv făină de *Amaranthus*), precum și analiza acestora prin diferite metode în vederea caracterizării complete.

**Subcapitolul 8.1 „Teste experimentale privind stabilirea rețetei de batoane”** conține date preliminare pentru stabilirea rețetei de batoane pe bază de ovăz și *Amaranthus*, în care s-a urmărit înlocuirea fulgilor de ovăz cu semințe/făină *Amaranthus*. Pentru stabilirea rețetei finale de batoane cu fulgi de ovăz și semințe/făină de *Amaranthus* au fost realizate mai multe variante experimentale. În urma testelor efectuate s-a ajuns la concluzia că produsul trebuie să conțină făină de *Amaranthus* (nu semințe), să aibă o masă finală de  $40 \pm 5$  g, o lungime de 8 cm, o lățime de 3 cm și o grosime de 1 cm.

În **subcapitolul 8.2 „Variante experimentale pentru obținerea batoanelor cu făină de *Amaranthus*”** au fost prezentate variantele experimentale realizate pentru obținerea de batoane, în care s-a urmărit înlocuirea fulgilor de ovăz din rețetă cu făină de *Amaranthus*. Au fost realizate variante experimentale în care fulgii de ovăz au fost înlocuiți cu 20% făină de *Amaranthus* (V1), 40% făină de *Amaranthus* (V2) și 60% făină de *Amaranthus* (V3). Pentru comparare a fost realizată și o probă martor (M), cu 100% fulgi de ovăz.

Variantele experimentale obținute au fost analizate din punct de vedere compozițional (analize fizico-chimice, conținut de metale și minerale, polifenoli, capacitate antioxidantă, acrilamidă, gluten și gliadină) și al caracteristicilor fizice (textură și culoare).

În urma determinării conținutului de acrilamidă s-a constatat că valoarea recomandată (de  $150 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) pentru acest tip de produse este departe de a fi atinsă, ceea ce înseamnă că toate probele de batoane realizate sunt sigure pentru consumul uman. În același timp rezultatele analizelor microbiologice au arătat că probele sunt conforme din punct de vedere microbiologic. În urma determinării conținutului de gluten și gliadină probele s-au încadrat în categoria: “*Produs fără gluten*”. Atât analiza senzorială preferențială cât și cea descriptivă au evidențiat faptul că, o dată cu creșterea cantității de făină de *Amaranthus* adăugată în rețetă, preferința evaluatorilor asupra produsului a scăzut treptat, astfel batonul cu 60% făină de *Amaranthus*, a obținut cel mai mic punctaj la ambele teste.

Tot în acest capitol au fost analizate din punct de vedere al permeabilității și al migrării cele două tipuri de filme folosite la ambalarea batoanelor. În urma calculării eficienței economice pentru fiecare variantă experimentală realizată, s-a observat că batoanele obținute au un preț apropiat de cel al batoanelor de pe piață din aceeași categorie fiind în unele cazuri chiar mai mic.

**Capitolul IX „Analiza, selectarea și utilizarea uleiului esențial de mentă la ambalarea batonului cu făină de *Amaranthus*”** prezintă rezultatele obținute prin analiza,

selectarea și testarea a trei uleiuri esențiale: *Mentha arvensis*, *M. piperita* și *M. spicata*, în vederea alegerii uleiului potrivit care să ajute la prelungirea termenului de valabilitate al batoanelor cu făină de *Amaranthus*. A fost dezvoltată, validată și utilizată o metodă de dozare a compușilor majori din uleiul esențial de mentă prin spectroscopie <sup>1</sup>H-RMN. Uleiurile au fost testate din punct de vedere al capacității antimicrobiene și s-a stabilit concentrația minimă inhibitorie, care, ulterior, a fost folosită la pulverizarea ambalajului în care a fost introdus batonul realizat cu făină de *Amaranthus*. S-a obținut o prelungire a termenului de valabilitate al batoane de la 10 la 14 luni în cazul ambalării utilizând filmul triplu strat (PE/EVOX/PP) și de la 8 la 10 luni pentru filmul simplu strat (BOPP).

**Capitolul X „Concluzii și recomandări”** prezintă concluziile cercetărilor realizate și recomandările rezultate din acestea. În urma cercetărilor realizate se recomandă să se cultive ovăz *Avena nuda* L., deoarece spre deosebire de *Avena sativa*, acesta nu necesită decorticare.

Materiile prime obținute în Câmpul Experimental de la Moara Domnească (ovăzul și amaranth-ul) au fost conforme din punct de vedere calitativ, compozițional și microbiologic. Atât în cazul ovăzului (specia *Avena nuda* L.) cât și a *Amaranthus*-ului se pot obține producții bune cantitative și calitative astfel încât acestea să poată fi introduse în circuitul producție de alimente.

Atât ovăzul cât și *Amaranthus*-ul au proprietăți nutriționale deosebite și pot fi folosite la obținerea de produse noi de panificație (biscuiți, paste, batoane) care să aducă un aport nutrițional ridicat în comparație cu produsele pe bază de grâu. Au fost dezvoltate două produse convenționale (biscuiți și paste) și un produs vegan, aglutenic, fără zahăr adăugat, pe bază de fulgi de ovăz și *Amaranthus*.

Uleiul esențial de *Mentha spicata* are o capacitate anti microbiană mai mare comparativ cu *M. piperita* și *M. arvensis*. În concentrație de 1:5 ulei esențial de *Mentha spicata* în etanol 10% poate fi folosit cu succes la pulverizarea ambalajelor pentru prelungirea termenului de valabilitate al produsului ambalat.

Valorificarea rezultatelor obținute în cadrul prezentei teze s-a realizat prin publicarea a **3 articole științifice ca prim autor**, publicate în reviste **cotate sau indexate ISI**, precum și prin participarea la **1 congres** internațional și la **3 conferințe** naționale.