
TEZĂ DE DOCTORAT

Biosistem integrat pentru producția de compuși funcționali din reziduuri cerealiere

Doctorand **Silvia Amalia Nemeș**
(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

Conducător de doctorat
Prof.univ. dr. Dan Cristian Vodnar

Rezumat

Producția globală de cereale reprezintă un aspect fundamental al agriculturii, furnizând nutrienți esențiali pentru populație. Grâul (*Triticum aestivum* L. și *Triticum durum* L.) continuă să fie alimentul de bază, cel mai consumat la nivel mondial, fiind cultivat pe o suprafață de peste 215 milioane de hectare în 2023. Ovăzul (*Avena sativa* L.), deși consumat în cantități mai mici, a înregistrat o creștere semnificativă a producției, depășind 30 de milioane de tone în 2023. Cu toate acestea, din producția la scară largă rezultă cantități considerabile de subproduse, în special tărâțe de cereale, care rămân adesea subexploatate. Tărâțele de cereale, derivate în principal din straturile exterioare ale boabelor, sunt bogate în fibre dietetice, vitamine, minerale și compuși bioactivi. În ciuda potențialului lor nutrițional, o parte considerabilă din tărâțe este frecvent direcționată către aplicații cu valoare redusă, cum ar fi hrana animalelor, sau este considerată reziduu, subliniind nevoia urgentă a metodelor inovatoare pentru valorificarea lor.

Acizii fenolici sunt un grup de fitochimicale din alimentele de origine vegetală care prezintă proprietăți antioxidante, antiinflamatorii, prebiotice și anticancerigene. Aceștia pot ajuta la reducerea riscului de boli cronice, fiind de interes pentru industria alimentară și industria farmaceutică. Consumul de acizi fenolici a fost asociat cu un risc mai mic de boli cardiovasculare datorită capacității lor de a reduce inflamația și stresul oxidativ, de a scădea tensiunea arterială și de a îmbunătăți profilul lipidic. Pe lângă potențialele beneficii pentru sănătate, acizii fenolici îmbunătățesc sănătatea intestinului prin stimularea creșterii bacteriilor benefice și suprimarea bacteriilor dăunătoare, contribuind astfel la sănătatea digestivă. Studiile asupra profilului fenolic al tărâțelor de cereale au arătat că acidul ferulic este unul dintre cei mai importanți compuși, fiind strâns asociat cu lignina și polizaharidele din pereții celulari. Alți compuși importanți includ acidul p-hidroxibenzoic, acidul vanilic, acidul siringic, acidul cafeic și acidul p-cumaric. Fermentația este deosebit de eficientă în eliberarea acestor compuși fenolici conjugați și în producerea de noi metaboliți, cum ar fi derivații acidului ferulic, cafeic și vanilic. *Aspergillus niger*, un fung larg utilizat, este capabil să producă peste 19 tipuri de enzime, cum sunt: celuloza, pectinaza și proteaza, prin fermentație pe substrat solid a diverselor subproduse agroindustriale. În plus, poate genera produse bioactive valoroase, inclusiv compuși polifenolici cu efect antioxidant.

Această teză se remarcă prin utilizarea efectelor ultrasunetelor și microundelor ca pretratamente pentru fermentația pe substrat solid, pentru a îmbunătăți eliberarea și solubilitatea compușilor bioactivi din tărâțele de cereale, mai specific, compușii fenolici. Aceste tehnologii (ultrasunete și microunde) au demonstrat că îmbunătățesc considerabil eficiența proceselor de fermentație, crescând astfel bioactivitatea și valoarea nutrițională a tărâțelor. Studiile au evaluat cu atenție caracteristicile nutriționale și bioactive ale tărâțelor de grâu și ovăz după diferite metode de pretratament și fermentație. De asemenea, au fost determinate cele mai eficiente condiții pentru creșterea producției de compuși biochimici cu activitate antioxidantă prin investigarea efectelor pretratamentelor acide și alcaline asociate cu fermentația pe substrat solid.

Abordările și perspectivele demonstrate prin studii în această teză pot fi extinse și la alte subproduse agricole, crescându-le astfel valoarea.

Obiectivele principale ale acestei teze:

Ipoteza centrală a acestei teze de doctorat se centrează asupra tărațelor de grâu și tărațelor de ovăz, considerate deșeuri agroindustriale, pentru a fi valorificate eficient prin compușii bioactivi valoroși conținuți utilizând metode inovatoare de procesare. Aceste metode vor permite reutilizarea sustenabilă a subproduselor în cadrul conceptului de economie circulară, reducând în cele din urmă deșeurile și contribuind la securitatea alimentară. Pentru a testa această ipoteză, au fost stabilite mai multe obiective specifice pentru a ghida procesul de cercetare și a asigura explorarea și validarea completă a abordării. Aceste obiective sunt:

01. Dezvoltarea unei tehnologii integrate pentru valorificarea tărațelor de cereale: Evaluarea proceselor tehnologice integrate pentru valorificarea sustenabilă a tărațelor de grâu și ovăz, pentru scalabilitate industrială și reducerea impactului asupra mediului.

02. Îmbunătățirea calității nutriționale și a bioactivității tărațelor: Investigarea efectelor pretratamentelor acide și alcaline asupra calității nutriționale și bioactivității tărațelor de grâu, având ca scop optimizarea acestor pretratamente pentru maximizarea beneficiilor pentru sănătate.

03. Producția de compuși fenolici și lipide: Îmbunătățirea producției de compuși fenolici și lipide în tărațele de ovăz prin pretratamente acide și fermentație pe substrat solid utilizând *Aspergillus niger*, pentru îmbunătățirea randamentului compușilor bioactivi.

04. Integrarea pretratamentelor cu fermentația pe substrat solid: Evaluarea efectelor combinate ale pretratamentelor cu ultrasunete și microunde urmate de fermentația pe substrat solid asupra tărațelor de grâu, pentru îmbunătățirea proprietățile funcționale ale tărațelor.

Prin realizarea acestor obiective, acest studiu de doctorat își propune să aducă o contribuție semnificativă în domeniul producției alimentare sustenabile, aliniindu-se eforturilor globale de reducere a risipei alimentare și promovării principiilor economiei circulare.

Concluziile generale ale acestei teze de doctorat:

1. Cercetarea a demonstrat că integrarea proceselor tehnologice avansate pentru valorificarea tărațelor de cereale contribuie la sustenabilitatea economică și ecologică a producției de cereale. Metodele utilizate au transformat tărațele de grâu și ovăz, în mod tradițional subproduse cu valoare redusă, în compuși funcționali de mare valoare, promovând astfel reducerea deșeurilor și eficiența resurselor în industria cerealelor.

2. Aplicarea pretratamentelor acide și alcaline, urmate de fermentația pe substrat solid cu *Aspergillus niger*, a crescut semnificativ calitatea nutrițională și bioactivitatea tărațelor de grâu și ovăz. Cercetarea a optimizat aceste tratamente maximizând beneficiile pentru sănătate, indicând potențialul lor pentru dezvoltarea alimentelor funcționale.

3. Pretratamentele cu ultrasunete și microunde s-au dovedit a fi tehnologii extrem de eficiente pentru eliberarea și solubilitatea compușilor bioactivi din tărațele de cereale. Aceste tehnologii, în combinație cu pretratamentele acide și alcaline tradiționale, au îmbunătățit semnificativ eficiența proceselor de fermentație, demonstrând potențialul lor pentru scalabilitatea industrială.

4. Combinarea pretratamentelor cu ultrasunete și microunde cu fermentația pe substrat solid a îmbunătățit producția de compuși fenolici și lipide în tărațele de

ovăz și eliberarea zaharurilor, acizilor organici și compușilor fenolici în tărâțele de grâu.

5. Cercetarea a demonstrat eficiența utilizării fungului *Aspergillus niger* în fermentația pe substrat solid a tărâțelor de cereale, îmbunătățind semnificativ calitatea nutrițională și bioactivitatea acestora.

6. Constatările acestei teze de doctorat oferă aplicații practice și furnizează metode pentru utilizarea tărâțelor de cereale în producția de alimente funcționale și nutraceutice.

Studiile ulterioare ar putea explora aplicarea de noi pretratamente pentru a îmbunătăți solubilitatea și biodisponibilitatea acestor compuși. În plus, integrarea tărâțelor de cereale bogate în compuși bioactivi în produsele alimentare ar putea crește valoarea lor nutrițională și competitivitatea pe piață.

Originalitatea și contribuțiile personale:

Teza de doctorat prezintă mai multe contribuții originale în domeniul producției alimentare sustenabile, în special în valorificarea tărâțelor de cereale. Cercetarea introduce metodologii noi și oferă informații în înțelegerea și aplicarea tehnologiilor de bioprosesare pentru tărâțele de grâu și ovăz.

Una dintre contribuțiile principale ale acestei cercetări este dezvoltarea unor procese tehnologice integrate pentru valorificarea sustenabilă a tărâțelor de grâu și ovăz. Cercetarea a demonstrat cu succes cum aceste subproduse, în mod tradițional cu valoare redusă, pot fi transformate în compuși funcționali prin metode noi de procesare.

Această cercetare este pionieră în aplicarea tehnologiilor de ultrasunete și a microundelor ca pretratament pentru fermentația pe substrat solid, pentru a îmbunătăți eliberarea și solubilitatea compușilor bioactivi din tărâțele de cereale. Aceste tehnologii au demonstrat că îmbunătățesc semnificativ eficiența proceselor de fermentație, crescând astfel bioactivitatea și calitatea nutrițională generală a tărâțelor. Teza oferă o evaluare completă a profilurilor nutriționale și bioactive ale tărâțelor de grâu și ovăz, în urma diferitelor procese de pretratament și fermentație. Investigând efectele pretratamentelor acide și alcaline, combinate cu fermentația pe substrat solid, studiul a identificat condițiile optime pentru maximizarea randamentului compușilor antioxidanți. Această abordare contribuie la înțelegerea modului în care diferitele tratamente afectează bioactivitatea tărâțelor de cereale, contribuind în acest fel la dezvoltarea produselor alimentare funcționale îmbunătățite.

Rezultatele înregistrate în această teză deschide calea pentru mai multe direcții viitoare. Acestea includ optimizarea suplimentară a tehnicilor de bioprosesare pentru o gamă mai largă de subproduse de cereale, extinderea proceselor pentru aplicații industriale și integrarea tărâțelor de cereale bogate în compuși bioactivi în produse alimentare pentru a le crește valoarea nutrițională. În plus, studiile viitoare ar putea explora aplicarea diferitelor pretratamente noi pentru a îmbunătăți solubilitatea și biodisponibilitatea compușilor bioactivi.