

UNIVERSITATEA ”ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE APLICATE ȘI INGINEREȘTI
DOMENIUL DE DOCTORAT: INGINERIA PRODUSELOR ALIMENTARE

TEZĂ DE DOCTORAT

Coordonator științific:

Prof.univ.dr.ing. Sonia AMARIEI

Doctorand:

Ing. Ancuța PETRARU

Suceava

2024

UNIVERSITATEA ”ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE APLICATE ȘI INGINEREȘTI
DOMENIUL DE DOCTORAT: INGINERIA PRODUSELOR ALIMENTARE

TEZĂ DE DOCTORAT
CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND VALORIFICAREA
ȘROTURILOR OLEAGINOASE LA OBȚINEREA UNOR
MATERIALE COMESTIBILE DESTINATE AMBALĂRII
PRODUSELOR ALIMENTARE

Coordonator științific:

Prof.univ.dr.ing. Sonia AMARIEI

Doctorand:

Ing. Ancuța PETRARU

Suceava

2024

Mulțumiri

Doresc să adresez mulțumiri doamnei prof. univ. dr. ing. **Sonia AMARIEI**, coordonatorul tezei de doctorat pentru tot sprijinul, îndrumarea și recomandările acordate. Cunoștințele vaste, experiența și sfaturile dumneaei au fost de un adevărat ajutor și sprijin pe perioada studiilor doctorale. Toată susținerea doamnei profesor m-a încurajat să merg mai departe și să mă dezvolt atât pe partea profesională, dar și pe partea personală.

Un deosebit respect și mulțumire către comisia de îndrumare: prof. univ. dr. ing **Gheorghe GUTT**, prof. univ. dr. ing **Mircea Adrian OROIAN** și prof. univ. dr. ing. **Silvia MIRONEASA** pentru toate încurajările și pentru toată atenția acordată acestei teze de doctorat.

Mulțumiri adresez și colectivului Facultății de Inginerie Alimentară pentru sfaturile acordate. Doresc de asemenea să mulțumesc colegilor Școlii Doctorale pentru sprijinul profesional acordat în special: dr. ing **Ancuța CHETRARIU**, dr. ing. **Ana BATARIUC**, dr. ing. **Ionuț AVRAMIA** și dr. ing. **Florin URSACHI**.

Nu în ultimul rând mulțumesc părinților mei, **Oltița și Silviu PETRARU**, care m-au sprijinit și îndrumat necondiționat, dar și surorii mele, **Larisa PETRARU**, pentru ajutorul și sfaturile primite.

CUPRINS

SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT	12
INTRODUCERE	17
CAPITOLUL 1. DIRECȚII DE VALORIFICAREA ȘROTURILOR OLEAGINOASE REZULTATE DUPĂ EXTRAGEREA LA RECE A ULEIURILOR. OBȚINEREA FILMELOR ALIMENTARE	18
1.1. Semințe oleaginoase. Aspecte generale	18
1.2. Procesarea semințelor oleaginoase. Obținerea șroturilor și caracterizarea lor fizico-chimică.....	19
1.3. Factori antinutriționali	25
1.4. Posibilități de valorificare a șroturilor oleaginoase	27
1.4.1. Extracția de compuși bioactivi	28
1.4.2. Proteine	28
1.4.3. Antioxidanți.....	29
1.4.4. Fibre alimentare	31
1.5. Substrat pentru producția de ingrediente funcționale	32
1.6. Furaje pentru hrana animalelor	35
1.7. Aplicații la realizarea de produse alimentare noi.....	35
1.8. Depozitare pe sol și producere de bio-combustibili.....	35
1.9. Filmele comestibile.....	36
1.10. Proprietăți tehnologice ale filmelor/acoperirilor comestibile	37
1.10.1. Proprietăți mecanice.....	37
1.10.2. Proprietăți de barieră	38
1.10.3. Afinitatea pentru apă	38
1.10.4. Permeabilitatea la gaze (oxigen- OP, dioxid de carbon- CP).....	39
1.11. Legile și reglementările privind ambalajele alimentare.....	40
1.12. Materialele folosite în prepararea filme comestibile	40
1.12.1. Proteine	40
1.12.2. Polizaharide.....	41
1.12.3. Lipide	42
1.12.4. Plastifianți	42
1.12.5. Aditivi	43
1.12.6. Emulgatori/Surfactanți	43
1.13. Dezvoltarea de filme și acoperiri comestibile prin folosirea de subproduse rezultate după extragerea uleiului din semințe oleaginoase	44
1.14. Concluzii parțiale.....	56
CAPITOLUL 2. MATERIILE PRIME, METODELE ȘI ECHIPAMENTELE UTILIZATE ÎN OBȚINEREA DE FILME COMESTIBILE	57
2.1. Materii prime.....	57
2.2. Reactivi chimici	58
2.3. Aparatură.....	58
2.4. Metode de cercetare a semințelor oleaginoase	58
2.4.1. Proprietăți fizice	58
2.4.1.1. Dimensiunea și aspectul semințelor.....	58
2.4.1.2. Parametri geometrici.....	59
2.4.1.3. Parametri gravimetrici	60
2.4.2. Determinarea proprietăților chimice	60
2.4.2.1. Determinarea umidității	60

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale
comestibile destinate ambalării produselor alimentare

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

2.4.2.2. Determinarea cenușii	61
2.4.2.3. Proteine	61
2.4.2.4. Lipide	62
2.4.2.5. Conținut de minerale	62
2.4.2.6. Acizi grași	63
2.4.2.7. Aminoacizi	63
2.5. Metode de cercetare a șroturilor oleaginoase	64
2.5.1. Proprietăți fizico-chimice	64
2.5.1.1. Umiditate	64
2.5.1.2. Conținutul de cenușă	64
2.5.1.3. Conținutul de lipide	64
2.5.1.4. Conținutul de proteine	64
2.5.1.5. Conținutul de fibre	65
2.5.1.6. Determinarea culorii	65
2.5.1.7. Determinarea acizilor grași	65
2.5.1.8. Determinarea aminoacizilor	66
2.5.1.9. Conținutul de minerale	66
2.5.1.10. Siguranța materiilor prime	66
2.6. Proprietăți funcționale	66
2.6.1. Capacitatea de absorbție a apei (WHC)	66
2.6.2. Capacitatea de absorbție a uleiului (OHC)	67
2.6.3. Densitatea în vrac	67
2.6.4. Capacitatea de emulsionare (EC) și stabilitatea emulsiei (ES)	67
2.6.5. Capacitatea de spumare și stabilitatea spumei	68
2.6.6. Concentrația minimă de gelifiere (LGC)	68
2.6.7. Gradul de umectarea făinii	68
2.7. Obținerea filmelor	69
2.8. Metode de cercetare a filmelor obținute	70
2.8.1. Evaluarea aspectului peliculelor	70
2.8.2. Afinitate pentru apă	70
2.8.2.1. Activitatea apei	70
2.8.2.2. Umiditate (WC)	70
2.8.2.3. Solubilitate	71
2.8.3. Proprietăți mecanice	71
2.8.3.1. Rezistența la tracțiune și duritate	71
2.8.3.2. Modulul elastic	71
2.8.3.3. Grosime	71
2.8.3.4. Densitate	72
2.8.4. Proprietăți de permeabilitate	72
2.8.4.1. Permeabilitate la vapori de apă (WVP) și viteza de transmitere a vaporilor de apă (WVTR)	72
2.8.4.2. Permeabilitatea la oxigen (OxyP)	73
2.8.4.3. Permeabilitate la lipide (OP)	73
2.8.4.4. Permeabilitate la dioxid de carbon (COP)	73
2.8.5. Proprietăți optice	74
2.8.5.1. Culoare	74
2.8.5.2. Permeabilitate la radiații luminoase și ultraviolete	74
2.8.5.3. Opacitatea	75
2.8.5.4. Transparența	75
2.8.5.5. Conținutul de polifenoli	75

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale
comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

2.8.5.6. Activitate antioxidantă.....	75
2.8.6. FT-IR.....	76
2.8.7. Stabilitate microbiologică	76
2.9. Metode de cercetare a stabilității produselor ambalate în filmele obținute	76
2.9.1. Analiza culorii.....	77
2.9.2. Determinarea conținutului de grăsime	77
2.9.3. Determinarea umidității	77
2.9.4. Determinarea conținutului de proteine.....	77
2.9.5. Indicele de peroxid.....	77
CAPITOLUL 3. CARACTERIZAREA ȘROTURILOR CA MATERIE PRIMĂ PENTRU REALIZAREA DE AMBALAJE BIODEGRADABILE ȘI COMESTIBILE.....	79
3.1. Studiu compoziției nutritive și a proprietăților fizice pentru semințele oleaginoase	79
3.1.1. Proprietăți chimice	79
3.1.2. Dimensiunea, forma și proprietățile gravimetrice ale semințelor	81
3.1.2.1. Semințe de floarea soarelui.....	81
3.1.2.2. Semințe de cânepă	86
3.1.2.3. Semințe de rapiță	86
3.1.2.4. Semințe de in	87
3.1.2.5. Semințe de susan	87
3.1.2.6. Concluzii parțiale.....	87
3.2. Caracterizarea șroturilor oleaginoase	91
3.3. Siguranța șroturilor oleaginoase.....	94
3.4. Studiu comparativ privind compoziția de minerale din semințele,uleiurile și șroturile oleaginoase.....	95
3.5. Studiu comparativ privind compoziția de acizi grași din semințe, ulei și șroturile de floarea soarelui.....	99
3.6. Studiu comparativ privind compoziția de aminoacizi.....	106
3.7. Conținutul de polifenoli și activitatea antioxidantă.....	110
3.7.1. Srot de floarea soarelui	110
3.7.2. Șrot de rapiță.....	112
3.7.3. Șrot de in	114
3.7.4. Șrot de susan	117
CAPITOLUL 4. Dezvoltarea de filme comestibile prin introducerea de șrot de floarea soarelui.....	121
4.1. Afinitatea pentru apă.....	122
4.2. Proprietăți de barieră.....	123
4.2.1 Permeabilitate la vapori de apă (WVP) și viteza de transmitere a vaporilor de apă(WVTR).....	123
4.2.2 Permeabilitate la oxigen (OxyP)	124
4.2.3 Permeabilitate la lipide (OP).....	124
4.3. Grosimea, densitate, rezistență la tracțiune și duritate.....	124
4.4. Proprietăți optice.....	125
4.5. FT-IR	128
4.6. Aspect și morfologie.....	129
4.7. Stabilitatea microbiologică	130
4.8. Analiza statistică.....	131
4.9. Concluzii parțiale.....	133
CAPITOLUL 5. Dezvoltarea de filme comestibile prin introducerea de șrot de in.....	134
5.1 Ajustarea modelului matematic pentru dezvoltarea membranelor	134

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale
comestibile destinate ambalării produselor alimentare

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

5.2	Activitatea apei	140
5.3	Proprietăți optice.....	141
5.3.1	Culoarea	141
5.3.2	Spectru UV-ViS	143
5.4	Rugozitate	143
5.5	Concluzii parțiale.....	146
	CONCLUZII FINALE	147
	DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR.....	148
	BIBLIOGRAFIE.....	154

LISTĂ DE NOTAȚII ȘI ABREVIERI

a*	Intensitatea culorii roșu-verde;
a_w	Indicele de activitate a apei;
AA	Aminoacizi;
Ap, Apk	Aria proiectată a semințelor și a miezurilor;
AG	Acizi grași;
b*	Intensitatea culorii albastru-galben,
BD	Densitate în vrac;
Co	Cobalt;
De, Dek	Diametru echivalent al semințelor și al miezurilor;
ELISA	Testul imunosorbant legat de enzimă;
FAME	Esterii metilici ai acizilor grași;
FAO	Organizația pentru Alimentație și Agricultură;
FDA	Administrația Alimentelor și Medicamentelor;
Fe	Fier,
FTIR	Spectroscopie cu infraroșu apropiat și transformată Fourier;
GC-MS	Gaz cromatograf cuplat cu spectroscopia de masa;
GRAS	Recunoscut în general sigur;
H	Duritate;
ICP-MS	Spectrometru de masă cuplat inductiv;
ISO	Organizația Internațională pentru Standardizare,
L*	Luminozitate;
L,l	Lungimea semințelor și a miezurilor;
Li	Litiu;
LDPE	Polietilenă de joasă densitate;
LOD	Limită de detecție,
LOQ	Limita de cuantificare;
LSOC1-21	Membrane cu adaos de șrot de in;
M,m	Masa semințelor oleaginoase și a miezurilor;
MUFA	Acizi grași mononesaturați;
OHC	Capacitate de absorbție a uleiului;
OP	Permeabilitatea la lipide;
OxyP	Permeabilitate la oxygen;
PC	Presare la cald;
PUFA	Acizi grași polinesaturați;
PR	Presare la rece;

PV	Indice de peroxid;
RH	Umiditatea relativă;
S, Sk	Suprafața semințelor și a miezurilor,
SFA	Acizi grași saturați;
SFOC1-5	Membrane cu adaos de 0.1-0.5g de șrot de susan,
SC	Șrot de cânepă;
SI	Șrot de in,
SS	Șrot de susan;
SR	Șrot de rapiță;
T,t	Grosimea semințelor și a miezurilor;
TI	Taliu;
Ti	Titan;
TS	Rezistență la tracțiune;
UFA	Acizi grași nesaturați;
UV	Ultraviolete;
V, Vk	Volumul semințelor și a miezurilor;
W,w	Lățimea semințelor și a miezurilor;
WC	Umiditate;
WHC	Capacitate de absorbție a apei;
WS	Solubilitate;
WVP	Permeabilitatea la vapori de apă;
WVTR	Viteza de transfer a vaporilor de apă;
ΔE*	Diferență de culoare;
pb	Densitatea în vrac;
pt	Densitatea reală;
φ	Porozitate;
Ψ, Ψk	Sfericitatea semințelor și a miezurilor.

SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT

Scopul tezei de doctorat, “Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale comestibile destinate ambalării produselor alimentare”, este determinarea calității nutritive a șroturilor oleaginoase rezultate ca produse secundare din extracția la rece a uleiurilor vegetale și valorificarea lor prin dezvoltarea de ambalaje comestibile promovând astfel „economia circulară”. Compozițiile filmelor vor fi optimizate, iar pentru filmele obținute se vor evalua proprietățile fizice, optice, de barieră, afinitatea pentru apă, aspectul și stabilitatea microbiologică.

Obiectivele științifice urmărite în vederea atingerii scopului propus au fost următoarele:

1. Studiul literaturii de specialitate asupra stadiului actual al cercetărilor privind direcțiile de valorificare a șroturilor oleaginoase și dezvoltarea de ambalaje comestibile;
2. Determinarea proprietăților fizico-chimice ale semințelor și turtelor de floarea soarelui și transformările care au loc în etapele de prelucrare a materiei prime. Acest studiu este important pentru a evalua pierderile în procesare și pentru a evidenția compoziția bioactivi;
3. Evaluarea calității nutritive a semințelor și șrotului de cânepă rezultat după extracția uleiului: siguranța alimentară, proprietăți fizico-chimice, conținut în elemente minerale, conținut total de polifenoli și activitate antioxidantă, conținut de aminoacizi și de acizi grași;
4. Evaluarea calității nutritive a semințelor de in și a șrotului rezultat după extracția uleiului: siguranța alimentară, proprietăți fizico-chimice, conținut în elemente minerale, conținut total de polifenoli și activitate antioxidantă, conținut de aminoacizi și de acizi grași;
5. Evaluarea calității nutritive a semințelor de susan și a șrotului rezultat ca produs secundar după extracția uleiului: siguranța alimentară, proprietăți fizico-chimice, conținut în elemente minerale, conținut total de polifenoli și activitate antioxidantă, conținut de aminoacizi și de acizi grași;
6. Evaluarea calității nutritive a semințelor de rapiță și a șrotului rezultat ca produs secundar după extracția uleiului: siguranța alimentară, proprietăți fizico-chimice, conținut în elemente minerale, conținut total de polifenoli și activitate antioxidantă, conținut de aminoacizi și de acizi grași;
7. Evaluarea calității nutritive a semințelor de nucă și a șrotului rezultat ca produs secundar după extracția uleiului: siguranța alimentară, proprietăți fizico-chimice, conținut în elemente minerale, conținut total de polifenoli și activitate antioxidantă, conținut de aminoacizi și de acizi grași;
8. Studiu comparativ al calității diferitelor șroturilor oleaginoase, în scopul identificării compozițiilor valoroși ce pot conferi valoare adăugată ambalajelor comestibile rezultate;
9. Stabilirea ingredientelor pentru obținerea de potențiale ambalaje alimentare comestibile;
10. Optimizarea ingredientelor utilizând modele matematice experimentale și analiza statistică a datelor;

11. Evaluarea proprietăților noilor ambalaje alimentare dezvoltate prin adaos de șroturi oleaginoase: aspectul morfologic, afinitate pentru apă, proprietăți mecanice, de barieră, optice și stabilitatea microbiologică.

Cuvinte cheie: semințe oleaginoase, șroturi oleaginoase, valorificare, economie circulară, ambalaje consumabile

Teza de doctorat intitulată “**Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale comestibile destinate ambalării produselor alimentare**” este structurată în 5 capitole și concluziile generale, lista de abrevieri și referințele bibliografice.

Capitolul 1. intitulat “**Direcții de valorificare a șroturilor oleaginoase rezultate după extragerea la rece a uleiurilor la obținerea filmelor alimentare**” prezintă stadiul actual al cercetării privind compoziția fizico-chimică și direcțiile de valorificare a șroturilor oleaginoase rezultate după presarea la rece a semințelor oleaginoase.

Semințele oleaginoase sunt un grup de semințe al căror ulei este comestibil și potrivit pentru consumul uman. Cele două metode tradiționale pentru extracția uleiurilor presupun fie utilizarea unei prese mecanice (la cald sau rece) fie utilizarea solvenților (Ramadan, 2020). Procesul mecanic presupune inițial încălzirea semințelor oleaginoase la temperaturi de 100°C respectiv 50-60°C.

Caracteristicile fizico-chimice ale șroturilor extrase prin cele două procese diferă din punct de vedere al conținutului de proteine (mai scăzut când șroturile au fost obținute după presarea la rece), lipide (6-7% pentru procesul mecanic și <1% în cazul utilizării de solvenți) și fibre (mai scăzut la cele presate la rece) (Gupta et al., 2019). În plus proprietățile organoleptice ale uleiurilor extrase la rece au fost mai apreciate de către consumatori decât cele extrase la cald (Koubaa et al., 2016).

Șroturilor oleaginoase pot fi valorificate prin metode convenționale ce presupun utilizarea acestora ca furaje sau compost, incinerare și conversia în biocombustibili (Mateos-Aparicio et al., 2019). Folosirea în hrană animalelor se datorează conținutului bogat în proteine, lipide, celuloză și hemiceluloză (Otles et al., 2018). Prin compostare, deșeurile produc metan și conduc implicit la poluarea mediului. Din aceste motive, guvernele încearcă să reducă compostarea deșeurilor prin reglementări (ce impun următoarele măsuri: interzicerea depozitelor de deșeuri, impunerea de taxe, dezvoltarea de soluții alternative și de infrastructuri) și conștientizarea cetățenilor (Otles et al., 2015). Creșterea îngrijorărilor cu privire la costurile ridicate pentru depozitarea deșeurilor și impactul negativ asupra mediului conduc la noi metode de valorificare care presupun recuperarea/recapturarea componentelor valoroși, producerea de ingrediente funcționale, dezvoltarea de produse alimentare și filme alimentare (Osorio et al., 2021)

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale
comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

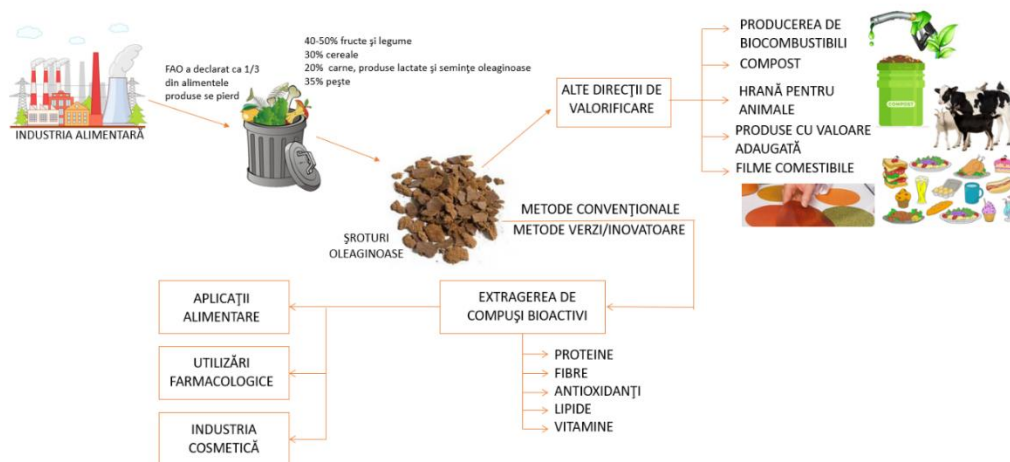


Figura 1.1 Posibilități de valorificare a șroturilor oleaginoase.

Ambalajul alimentar este foarte important deoarece oferă informații pentru consumatori, protecție împotriva potențialelor daune fizice și contaminărilor de mediu (factori chimici și microbiologici). De obicei, materialele folosite pentru ambalare sunt sticla, hârtia, metalele, materialele plastice și materialele polimerice. Dintre acestea, plasticele sunt de preferat datorită proprietăților bune (cost redus, rezistență bună la tracțiune și protecție bună împotriva umidității, oxigenului, mirosului neplăcut și microorganismelor). Dezavantajul major al plasticului este efectul crucial asupra mediului, ele nu sunt biodegradabile.

Filmele comestibile și biodegradabile sunt materiale de ambalare alternative viitoare pentru reducerea deșeurilor de plastic, îmbunătățind în același timp stabilitatea, calitatea și siguranța oferită consumatorilor.

Prezentarea schematică a dezvoltării de ambalaje alimentare este prezentată în Figura 1.2.

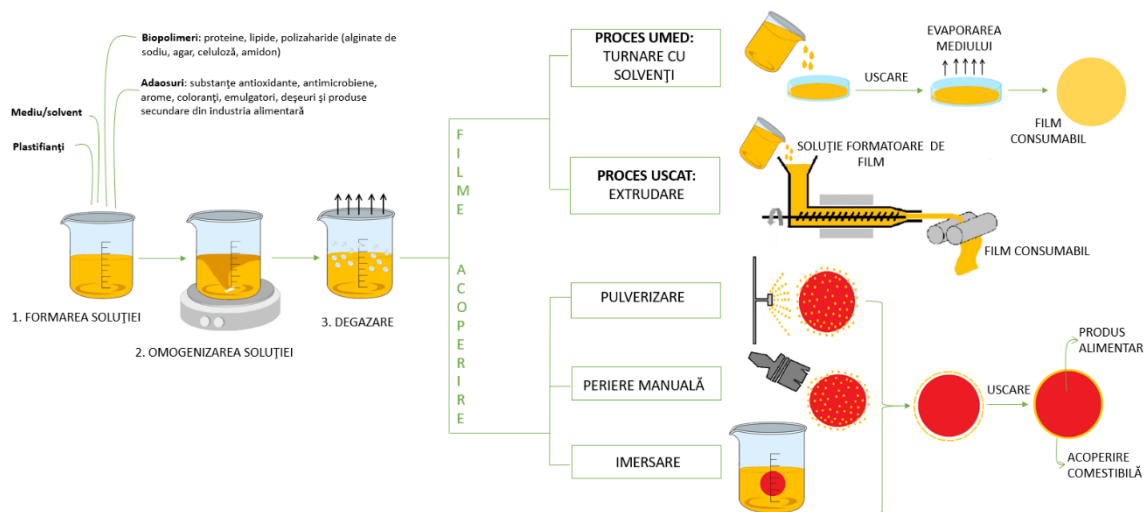


Figura 1.2. Prezentarea schematică a dezvoltării de ambalaje alimentare.

Utilizarea rezidurilor și a produselor secundare din industria alimentară a trezit un mare interes pentru producția de ambalaje comestibile. Valorificarea subproduselor promovează noțiunea de sustenabilitate și reciclare/reutilizarea acestora, adăugând astfel mai multă valoare alimentelor și reducând, de asemenea, costurile și riscurile privind eliminarea lor în mediu (Hamed et al., 2022).

Capitolul 2, “Materiile prime, metodele și echipamentele utilizate în obținerea de filme comestibile” prezintă metodele de evaluare și aparatura folosită.

Șroturile de floarea soarelui și cânepă provin de la fabrici locale din județul Suceava (PISOK A.B. INTERNATIONAL SRL și NEL-CRIS S.R.L.). Șroturile de in, susan și rapiță au fost achiziționate de la OLEOMET S.R.L. București, județul Ilfov.

Șroturile au fost măcinate cu o moară de laborator Kitchen Aid (Whirlpool Corporation, USA). Cu ajutorul unui sistem de sitare vibrațional Retsch AS200 basic (Haan, Germania) au fost cernute în vederea obținerii de particule de diferite dimensiuni (200, 180 și 125 μm).

În prima parte au fost prezentate metodele de analiză pentru proprietățile fizico-chimice (umiditate, lipide, protein, cenușă, fibre, conținutul în aminoacizi, acizi grași și elemente minerale), siguranța alimentară (indice de activitatea apei și prezența micotoxinelor) pentru semințele oleaginoase și pentru șroturile rezultate după presarea la rece. În partea a doua au fost prezentate metoda de obținere a filmelor consumabile cu programarea experimentelor în Design Expert (trial version) și metodele de caracterizare a filmelor obținute (proprietăți optice, de barieră, de afinitate pentru apă, mecanice și stabilitatea microbiologică).



Figura 2.1. Semințele și șroturile oleaginoase studiate: a- semințe de floarea soarelui cu șroturile sub formă de peleți ș, b- semințe de cânepă și șrotul obținut după presarea uleiului, c- semințe de in și șrotul obținut după presarea uleiului, d- semințe de rapiță și șrotul obținut după presarea uleiului, e- semințe de susan și șrotul obținut după presarea uleiului

Capitolul 3, Caracterizarea șroturilor ca materie primă pentru realizarea de ambalaje biodegradabile și comestibile prezintă rezultatele evaluării nutriționale atât pentru semințele oleaginoase cât și pentru șroturile rezultate.

Cercetările au urmărit:

- analiza fizică și chimică a semințelor oleaginoase;
- analiza chimică, funcțională și a siguranței alimentare a șroturilor oleaginoase;
- comparație în conținutul de minerale, aminoacizi și acizi grași dintre semințele și șroturile oleaginoase.

Proprietăți chimice

Caracteristicile nutriționale ale semințelor (floarea soarelui, cânepă, rapiță, in și susan) mature și uscate la soare sunt rezumate în Figura 3.1.

Semințele de floarea soarelui prezintă cantitatea cea mai mare de lipide, iar rapița cea mai mare cantitate de minerale și proteine. Toate semințele prezintă valori ale umidității mici.

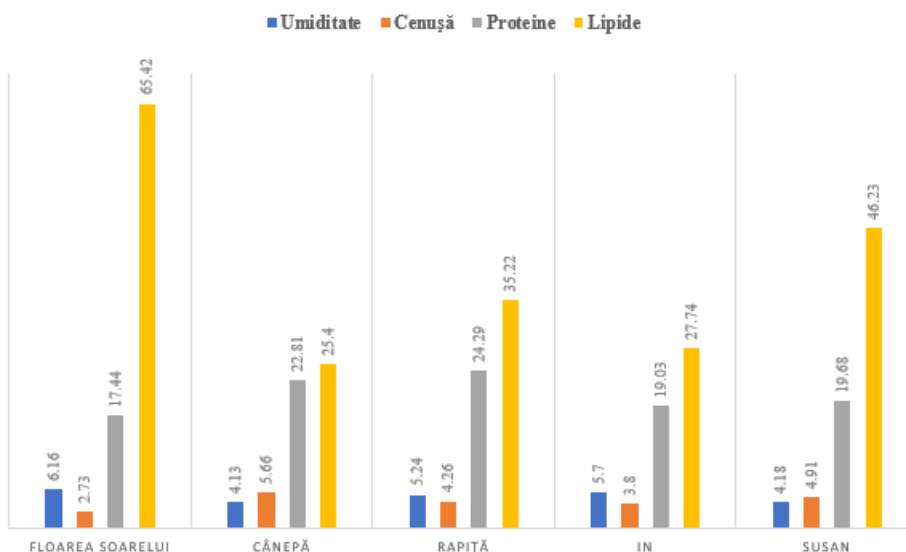


Figura 3.1. Caracterizarea nutrițională a semințelor oleaginoase

Dimensiunea, forma și proprietățile gravimetrice ale semințelor

Proprietățile dimensionale sunt importante pentru proiectarea mașinilor de procesare/prelucrare a semințelor.

Lipidele sunt predominante în structura celulară a miezului și din acest motiv, masa lor poate fi considerată un potențial parametru de calitate (Munder et al., 2017). Pentru a verifica această afirmație, au fost calculați coeficienții de corelație dintre dimensiunea, forma și parametrii gravimetrice pentru un eșantion de 145 de semințe.

Toate corelațiile au fost semnificative la $p < 0,05$. Raporturile L/W, L/T, W/T indică faptul că lungimea depinde de lățime și grosime, cu toate acestea, lățimea depinde de grosime. Raportul dintre lungimea, lățimea și grosimea miezului a arătat o corelație scăzută între

acestea. Coeficientul de corelație pentru rapoartele L/l, W/w și T/t indică faptul că semințele mari la decorticate dau miezuri mari.

Pentru a investiga influența masei, s-au calculat toate combinațiile de raport cu parametrii spațiali ai semințelor și miezurilor. Masa depinde de grosime și lățime în semințe întregi și de lungime în miezuri. S-a constatat o relație moderată între caracteristicile spațiale ale semințelor și miezului cu masa boabelor. Mai mult, s-au găsit corelații puternice între semințe și masa miezului ($r = 0,97$).

Având în vedere valorile obținute, masa poate fi folosită ca parametru pentru clasificarea semințelor de floarea soarelui în trei clase. Limitele de masă pentru fiecare clasă au fost stabilite de Munder și colab. : pentru clasa I, $m \leq 0,045$ g, pentru clasa II între 0,045–0,070 g și $m > 0,070$ g pentru clasa a treia (Munder et al., 2017). O proporție de 13,08% din totalul eșantionului de semințe de floarea soarelui intră în clasa I, un procent de 55,23% în a doua și unul de 21,68% în cea de a treia.

Proprietățile dimensionale, geometrice și gravimetrice ale semințelor și miezurilor sunt prezentate în Tabelul 3.1. Analiza ANOVA a demonstrat că odată cu creșterea masei (tranziția de la o categorie la alta), proprietățile fizice (dimensiunea și aspectul) și spațiale ale semințelor întregi și miezurilor au crescut semnificativ ($p < 0,05\%$), acestea devin mai lungi, late, groase, rotunde și grele. Creșterea semnificativă a densității în vrac și scăderea porozității cu clasele este corelată cu sfericitatea deoarece obiectele mai rotunde tind să ocupe un spațiu egal într-un anumit volum. Deoarece grosimea era mai mică decât lățimea atât în miezuri, cât și în semințe, acestea pot fi descrise ca fiind corpuri ovale, comprimate (Munder et al., 2017).

Cele mai grele semințe sunt cele de floarea-soarelui, urmate de cânepă, in, rapiță și susan. Valorile densității absolute au indicat că, semințele de floarea soarelui, in și rapiță vor pluti în apă, iar cele de cânepă și susan se vor scufunda în apă. (Malik et al., 2016). Cea mai mare sfericitate prezintă semințele de rapiță, urmate de cânepă, susan, floarea soarelui și in prin urmare, cu cât sfericitatea este mai mare cu atât semințele se vor usca mai greu în aer.

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Tabelul 3.1. Parametri dimensionali și gravimetrice pentru semințele și boabele nesortate și cele trei categorii ale acestora, n = 145 (Petru et al., 2021).

Parametri	Semințe nesortate		Clasificarea în funcție de masa					
			Clasa I		Clasa II		Clasa III	
	Interval	Media	Interval	Media	Interval	Media	Interval	Media
Proprietăți spațiale								
L, mm	8,61-13,11	11,16 ± 0,96	8,67-11,53	10,21 ± 0,67	8,61-12,26	10,67 ± 0,72	10,63-13,11	11,96 ± 0,52
W, mm	3,94-7,03	5,48 ± 0,82	3,90-4,30	4,11 ± 0,10	3,90-5,74	4,97 ± 0,53	5,71-7,03	6,44 ± 0,29
T, mm	1,96-4,50	3,34 ± 0,56	1,96-3,03	2,40 ± 0,29	1,96-3,91	3,03 ± 0,42	3,64-4,78	4,03 ± 0,24
D_e, mm	4,33-7,11	5,88 ± 0,72	4,33-5,02	4,64 ± 0,18	4,33-6,11	5,42 ± 0,46	6,37-7,11	6,77 ± 0,18
Ψ, -	0,41-0,62	0,53 ± 0,04	0,40-0,52	0,46 ± 0,03	0,40-0,62	0,51 ± 0,04	0,52-0,62	0,57 ± 0,02
V, mm³	36,51-201,30	113,88 ± 46,76	35,79-63,08	46,06 ± 7,60	35,79-119,01	83,87 ± 22,36	145,76-219,77	176,00 ± 17,38
S, mm²	58,93-158,64	110,15 ± 26,78	58,93-79,23	67,80 ± 5,45	58,93-117,14	93,01 ± 14,91	127,49-158,64	143,88 ± 7,83
A_p, mm²	26,82-69,78	48,48 ± 10,64	26,82-38,92	33,33 ± 2,56	26,82-53,70	41,70 ± 5,87	49,90-69,78	60,48 ± 4,21
l, mm	2,52-5,00	8,58 ± 0,66	3,06-4,14	7,67 ± 0,59	7,45-9,48	8,50 ± 0,48	7,99-10,26	9,14 ± 0,46
w, mm	6,92-10,26	3,96 ± 0,43	6,92-8,83	3,53 ± 0,22	2,52-4,40	3,83 ± 0,33	3,79-5,00	4,39 ± 0,29
t, mm	1,24-3,36	2,35 ± 0,35	1,63-2,48	2,00 ± 0,22	1,24-2,91	2,27 ± 0,28	1,90-3,36	2,67 ± 0,28
D_{em}, mm	3,50-5,21	4,30 ± 0,38	3,50-4,17	3,77 ± 0,18	3,58-4,66	4,18 ± 0,21	4,20-5,21	4,74 ± 0,20
Ψ_m, -	0,40-0,58	0,50 ± 0,03	0,41-0,54	0,49 ± 0,03	0,40-0,58	0,49 ± 0,03	0,45-0,58	0,52 ± 0,03
V_m, mm³	18,50-77,94	41,05 ± 12,58	20,06-36,46	26,99 ± 4,45	18,50-57,64	36,65 ± 7,23	34,91-77,94	55,88 ± 8,75
S_m, mm²	38,42-85,24	58,39 ± 10,33	38,42-54,65	44,37 ± 4,38	40,20-68,14	55,11 ± 5,57	55,50-85,24	70,72 ± 6,08
A_{pm}, mm²	17,35-37,58	26,76 ± 4,24	17,35-25,44	20,49 ± 2,18	17,51-30,74	25,56 ± 2,51	23,83-37,58	31,52 ± 2,75

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Proprietăți gravimetrice

M, g	0,0634 ± 0,02	0,0395 ± 0,001	0,0569 ± 0,003	0,07856±0,007
p_b, kg/m³	404,54 ± 2,76	395,23 ± 2,53	415,08 ± 2,49	425,47 ± 3,13
p_t, kg/m³	704,81 ± 1,15	708,07 ± 4,63	691,22 ± 1,3	650,33 ± 2,25
Φ, kg/m³	42,60 ± 0,77	44,18 ± 0,95	39,95 ± 0,93	34,58± 0,18
m, g	0,0467 ± 0,014	0,0264 ± 0,006	0,0431 ± 0,007	0,0626 ± 0,007
p_{bm}, kg/m³	525,29 ± 4,03 ^b	414,81 ± 5,29	484,00 ± 3,05	598,08 ± 4,43
p_{tm}, kg/m³	1072,13 ± 0,75 ^b	1079,69 ± 0,45	1074,41 ± 1,21	1068,60 ± 0,73
Φ_m, kg/m³	51,02 ± 0,03 ^c	61,58 ± 0,02	54,95 ± 0,05	44,03 ± 0,04

L, W, T, M, D_e, ψ, V, S, A_p- lungimea, lățimea, grosimea, masa, diametru echivalent, sfericitatea, volumul, suprafață și aria proiectată a semințelor de floarea soarelui; **l, w, t, m, D_{em}, ψ_m, V_m, S_m, A_{pm}**- lungimea, lățimea, grosimea, masa, diametru echivalent, sfericitatea, volumul, suprafață și aria proiectată a miezurilor de floarea-soarelui; **p_b, p_{bm}**- densitate în vrac a semințelor întregi, respectiv a miezurilor; **p_t, p_{tm}**- densitate reală; **Φ, Φ_m** – porozitate.

Caracterizarea șroturilor oleaginoase

Proprietățile fizico-chimice ale șroturilor oleaginoase presate la rece sunt prezentate în Figura 3.2.

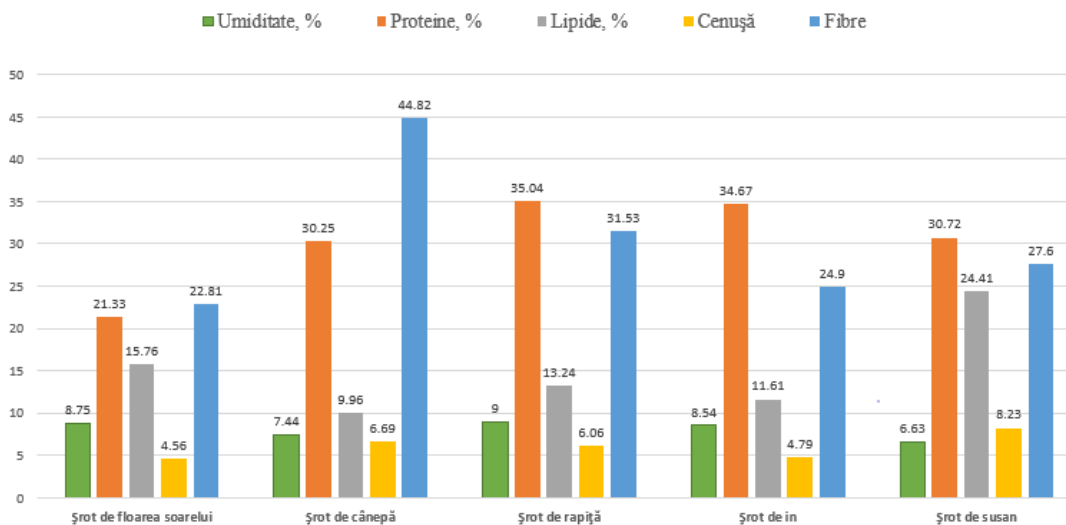


Figura 3.2. Valorile nutriționale pentru șroturile oleaginoase

Compoziția nutritivă a turtelor diferă considerabil în funcție de calitatea semințelor, tehnica de extracție și parametrii de păstrare. Nu a fost găsită nicio diferență semnificativă ($p < 0,05$) între conținutul de umiditate, substanță uscată și proteine pentru șrotul de in (SI), rapiță (SR) și floarea soarelui (SFS). În plus, SI prezintă valori semnificative mai mari de proteine, dar mai mici de lipide, cenușă și fibre decât șrotul de susan (SS) și cânepă (SC).

Analiza nutrițională a semințelor întregi și șroturilor rezultate după presare la rece a uleiurilor arată diferențe între parametri studiați. Prezența uleiului rezidual produce o diluare a concentrației celorlalți nutrienți, eliminarea acestuia explică creșterea produsă.

Proteinele au prezentat cea mai mare creștere în șroturile oleaginoase. Diferențele în conținutul de proteine sunt semnificative la nivelul de încredere 95%. Rezultatele arată potențialul acestor subproduse ca surse de proteine în formulările alimentare și nutriția umană.

Capacitatea de reținere a uleiului a SR a fost ușor mai mare decât a celorlalte șroturi studiate, diferența fiind una semnificativă (nivel de încredere de 95%). Capacitatea de absorbție și reținere a apei este o proprietate funcțională valoroasă, deoarece poate îmbunătăți textura șroturilor, poate întări reținerea aromei și poate reduce pierderile de umiditate și grăsime în produselor alimentare (Zhu et al., 2023). Diferența găsită între turte a fost semnificativă ($p < 0,05$).

Diferența densității în vrac (BD) a fost semnificativă. Parametrul a scăzut odată cu umiditatea și a crescut atunci când conținutul de lipide a scăzut. BD este o proprietate importantă în industria alimentară la procesele de ambalare și manipulare.

Parametrul L^* variază de la cea mai închisă pentru șrotul de floarea soarelui până la cea mai deschisă pentru șrotul de rapiță, diferențele între probe fiind semnificative. Valoarea cea mai mare pentru parametru a^* a fost obținută pentru SI, aceasta are o culoare mai roșie decât celelalte probe. Pe de altă parte, valoarea cea mai mică a fost obținută pentru SFS. Valoarea cea mai mare

pentru parametru b^* , a fost obținută pentru SR, aceasta are o culoare mai galbenă decât celelalte probe. Diferențele între șroturi pentru cei doi parametri au fost semnificative ($p < 0,05$).

În concluzie, subprodusele rezultate de la presare la rece a uleiului prezintă valoare nutritivă ridicată și parametri funcționali buni. Șroturile pot fi folosite ca ingrediente funcționale sau pentru extracția compușilor bioactivi ce pot fi încorporați în alimente deoarece sunt avantajoase din punct de vedere nutrițional, social și economic (Arrutia et al., 2020).

Siguranța șroturilor oleaginoase

Valorile obținute pentru activitatea apei au fost scăzute mai mici de 0,6, ceea ce nu permite dezvoltarea mucegaiurilor, drojdiilor și bacteriilor (Ghosh et al., 2018).

Analiza minerală prin ICP-MS a arătat absența metalelor grele, cum ar fi plumbul, mercurul și cadmiu în toate tipurile de șroturi oleaginoase studiate.

δ -9-tetrahidrocannabinolul (THC) în semințele de cânepă este $< 0,3\%$, nu poate provoca nicio intoxicație și, prin urmare, este potrivită pentru producția agricolă.

Rezultatele pentru micotoxinele studiate s-au încadrat în limita legală permisă stabilită de Uniunea Europeană.

Studiu comparativ privind compoziția de minerale din semințele, uleiurile și șroturile oleaginoase

După extracția uleiului, majoritatea mineralelor au crescut în turtă, în timp ce conținutul în Fe, Co și Li a scăzut. O comparație între semințele întregi, turtele rezultate după presarea la rece și uleiurile obținute, din punct de vedere a compoziției minerale arată că turtele sunt mai bogate și sunt un ingredient valoros pentru dezvoltarea de noi produse alimentare.

Studiu comparativ privind compoziția de acizi grași din semințe și șroturile oleaginoase

Calitatea uleiului este determinată de compoziția în acizi grași, deoarece aceștia afectează stabilitatea oxidativă, gustul și valoarea nutrițională (Bamigboye et al., 2010).

Compoziția acizilor grași (AG) a semințelor, turtelor și uleiului este prezentată în Figura 3.3. Au fost determinați în total 31 acizi grași, dintre care 15 au fost saturați (SFA), 7 mononesaturați (MUFA) și 9 polinesaturați (PUFA).

Cea mai mare valoare de acizi grași polinesaturați prezintă șrotul de in, urmat de susan, rapiță, cânepă și floarea soarelui. Cei mai abundenți AG au fost acidul linoleic, pentadecanoic, arahidonic, palmitic și oleic.

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

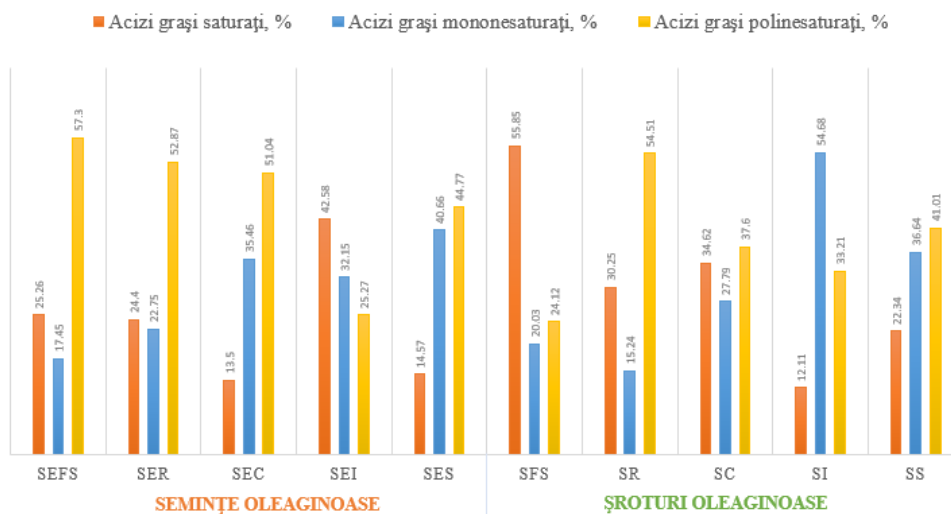


Figura 3.3. Compoziția în acizi grași a semințelor și șroturilor oleaginoase

Studiu comparativ privind compoziția de aminoacizi

Proteinele au prezentat cea mai mare creștere în turtele oleaginoase. Pentru a evalua calitatea acestora s-a determinat profilul aminoacizilor (AA).

A fost obținut un conținut total de aminoacizi mai mare în turte decât în semințe. Toți AA esențiali, în organism, trebuie să ajungă printr-o dietă echilibrată deoarece nu pot fi sintetizați în corpul uman.

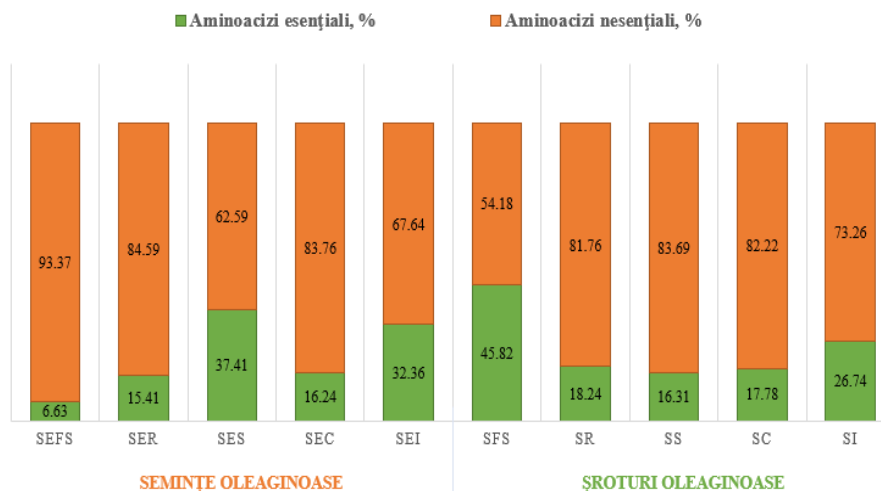


Figura 3.4. Profilul aminoacidic din semințele, uleiul și șroturile oleaginoase

Ordinea descrescătoare a probelor, referitor la conținutul de AA esențiali, este următoarea: SES > SEI > SI > SC > SS > SEC > SER. Cel mai abundent AA în floarea soarelui și în este valina, în rapiță glutamina, iar în susan și cânepă acidul glutamic.

Conținutul de polifenoli și activitatea antioxidantă

Evaluarea modificării valorilor conținutului de polifenoli totali (TPC) și activitatea de captare a radicalilor liberi (DPPH) la aplicarea de diferite tratamente termice și de ultrasonare s-a realizat utilizând softul Design Expert 11 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, MN, SUA, versiunea trial) prin metodologia suprafeței de răspuns cu modelul Box-Behnken. În model s-au variat 4 factori: temperatură (A:30-50°C), timpul (B:10-20 min), amplitudine de ultrasonare (C:40-100%) și solventul folosit pentru extracție (D:metanol, apă și etanol).

În urma analizei de variație ANOVA pentru **șrotul de floarea-soarelui** se observă că modelele pătratice alese sunt semnificative la $p < 0,001$ și explică cu acuratețe răspunsurile.

Interacțiunea dintre AxC influențează negativ ($p < 0,001$) mai mult la etanol (Figura 3.5a), apoi la metanol și apă. Interacțiunea dintre A și D influențează negativ ($p < 0,001$) valoarea TPC când se folosește apa și metanolul, iar pozitiv când se folosește etanolul (Figura 3.5b). Interacțiunea dintre C și D influențează semnificativ ($p < 0,001$) pozitiv când se folosește metanolul și etanolul și negativ când se folosește apa (Figura 3.5c)

Pentru activitatea de captare a radicalilor liberi prin metoda DPPH, timpul ($p < 0,05$) și tipul de solvent ($p < 0,001$) au influențat negativ, cel mai mult, valoarea răspunsului. Cele mai mici valori au fost obținute prin folosirea mai întâi a etanolului (Figura 3.5d) urmată de apă și metanol.

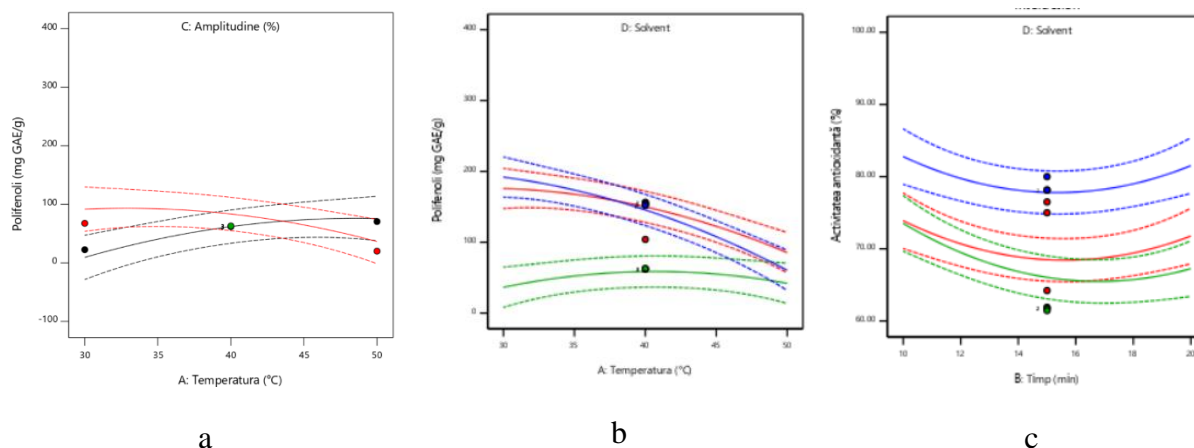


Figura 3.5. Efectul interacțiunilor dintre factori asupra conținutului de polifenoli (a,b) și activitatea antioxidantă (c). Pentru b și c culoarea verde corespunde etanolului, albastru metanolului, iar roșu apei.

Rezultatele analizei de variație ANOVA pentru modelele pătratice utilizate pentru predicția variației compușilor fenolici și activitatea antioxidantă la **șrotul de rapiță** au aratat ca acestea sunt semnificative și au explicat 94% și 91% din variația datelor.

Temperatura și amplitudinea au avut un efect pozitiv mai mare asupra conținutului de TPC atunci când apa a fost utilizată ca solvent de extracție. Pe de altă parte, timpul a avut un efect negativ mai mare atunci când solventul utilizat a fost etanolul.

Temperatura a avut un efect pozitiv mai mare asupra activității antioxidante atunci când apa a fost folosită ca solvent de extracție. Pe de altă parte, timpul și amplitudinea au avut un efect mai mare atunci când solventul utilizat a fost etanolul. Doar combinația dintre timp și amplitudine a avut un efect pozitiv asupra activității antioxidante pentru toți solventii utilizați.

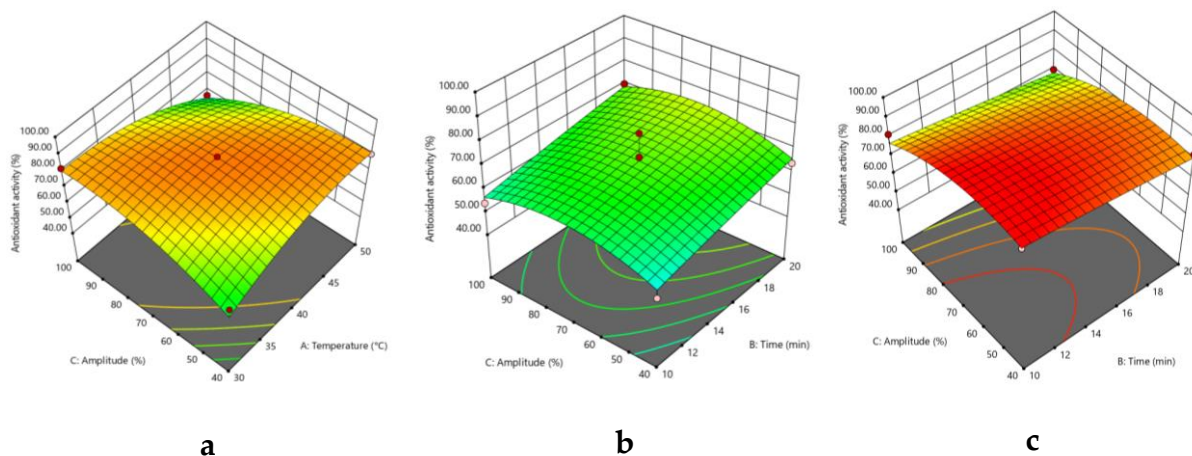


Figura 3.6. Suprafețe de răspuns care arată efectul parametrilor de extracție și al diferiților solvenți asupra activității radicalilor liberi DPPH de captare. Pentru apă (a), pentru etanol (b) și pentru metanol (c).

Rezultatele analizei ANOVA au demonstrat că modelele matematice alese pentru cele două răspunsuri ale **șrotului de in** sunt precise ($p < 0,0001$) și au explicat 88 și 94% din variația datelor.

Temperatura a avut un efect pozitiv asupra conținutului de polifenoli când se folosesc ca mediu de extracție apa și etanol. Indiferent care din cei trei solvenți au fost folosiți, amplitudinea are un efect negativ asupra răspunsului TPC. Variabila timp are un efect pozitiv când se folosește metanol și apoi apa ca solvent. Interacțiunea între timp și solventul folosit a avut cea mai mare influență negativă semnificativă ($p < 0,01$) asupra activității antioxidante pentru toți solvenții folosiți. În schimb interacțiunea între amplitudine și solvent este negativă doar la folosirea apei și etanol ca medii de extracție. Temperatura indiferent de tipul de solvent folosit a influențat negativ capacitatea antioxidantă.

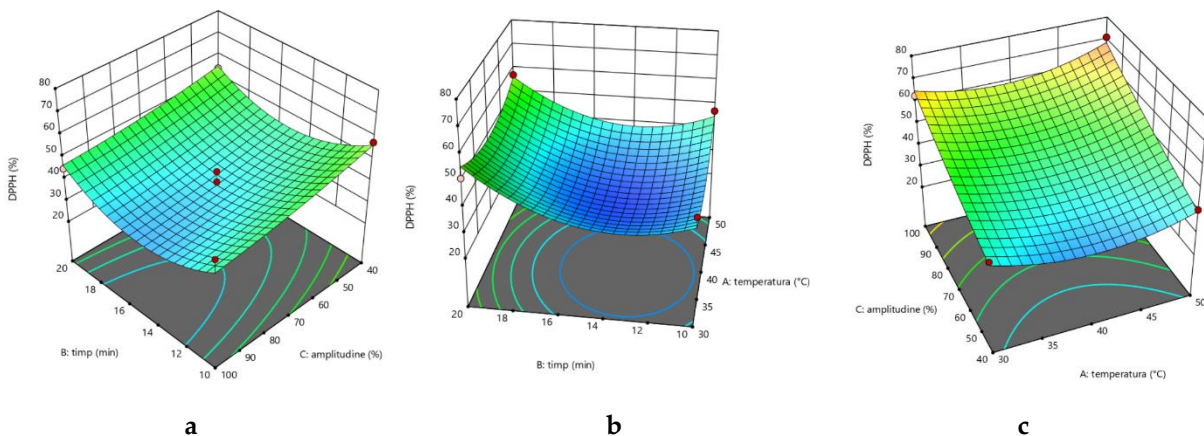


Figura 3.7. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectele combinate al factorilor folosind diferiți solvenți asupra activității DPPH. apă (a), etanol (b) și metanol (c).

Modelele pătratic aplicate datelor experimentale pentru polifenoli totali și activitatea antioxidantă pentru **șrotul de susan** au fost semnificative și au explicat 97 și 95% variația datelor.

Interacțiunea dintre temperatura x timp a influențat pozitiv, iar interacțiune temperatura x amplitudine a influențat negativ valoarea TPC. În schimb interacțiunea dintre temperatura x timp și temperatura x amplitudine a avut efectele opuse la cele descrise anterior asupra activității antioxidante. Interacțiunea dintre timp și amplitudine a fost semnificativă ($p < 0,05$) doar pentru activitatea antioxidantă.

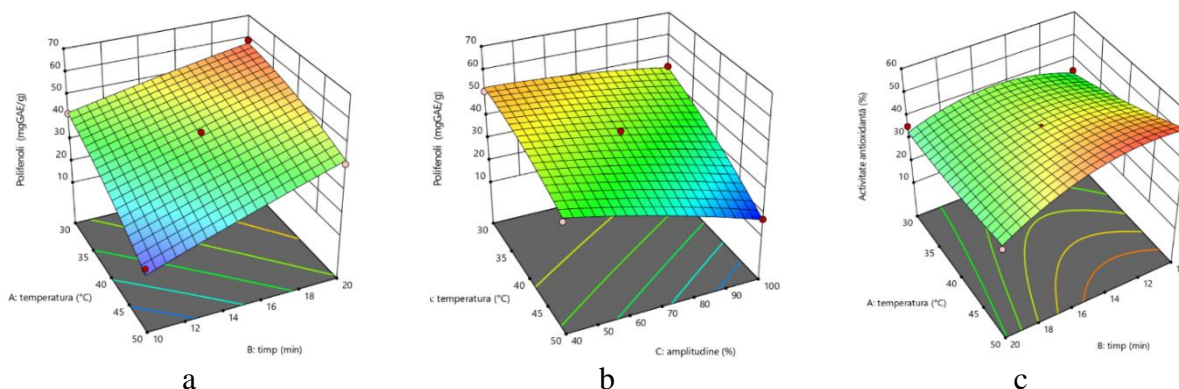


Figura 3.8. Reprezentarea suprafețelor de răspuns pentru efectele combinate ale factorilor folosind diferiți solvenți asupra TPC (a,b, solvent apă) și activității DPPH (c solvent metanol)

Rezultatele analizei de varianțe ANOVA pentru modelele pătratice utilizate pentru predicția variației conținutului de polifenoli și activitatea antioxidantă pentru **șrotul de cânepă** au arătat că acestea sunt semnificative la $p < 0,0001$ și au explicat 96% din variația datelor.

Cea mai mare influență pozitivă asupra conținutului de polifenoli este dată de timp și solvent (apă și etanol). Pe de altă parte influența negativă cea mai mare este dată de interacțiunea dintre temperatură și solvent (apă).

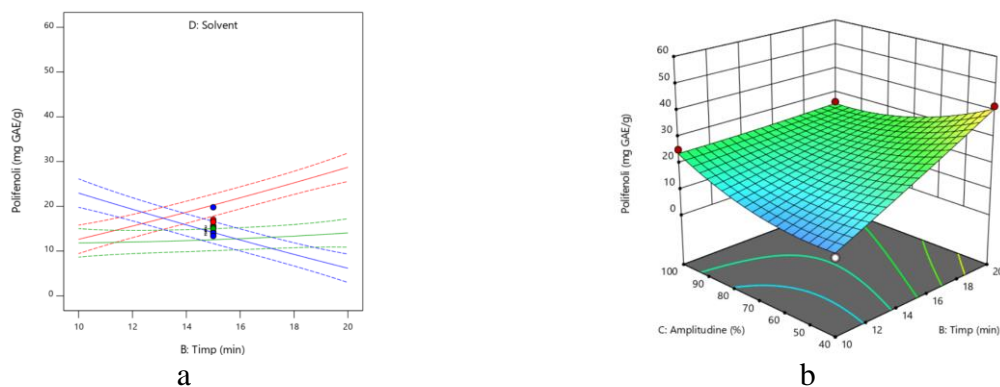


Figura 3.9. Reprezentarea efectelor asupra TPC (a) și a activității antioxidante (b)

Activitatea antioxidantă este influențată pozitiv de timp și amplitudine, iar negativ de temperatură și solvent. Interacțiunea negativă cea mai mare este dată de temperatură și amplitudine

Capitolul 4, Dezvoltarea de filme comestibile prin introducerea de șrot de floarea soarelui, urmărește analiza șrotului de floarea-soarelui ca sursă potențială în realizarea unor membrane comestibile. Utilizarea turtei de floarea-soarelui a dus la o creștere a proprietăților filmului cât și a valorii nutritive.

Filmele au fost dezvoltate printr-o metodă de turnare umedă. Alginatul de sodiu a fost dizolvat în apă distilată (1 g în 100 mL) la 50 °C timp de 1 oră folosind un agitator magnetic cu temperatură constantă. După dizolvarea completă, s-au adăugat în soluție 0,5 g de glicerol și diferite proporții (0,1-0,5 g) de șrot de floarea soarelui (SFS). Soluțiile de film au fost turnate în vase Petri și uscate la 50 °C într-un cuptor cu aer pentru 48 de ore. Filmele obținute au fost păstrate în picuri sigilate la 20 °C și 50% umiditate relativă (RH) înainte de teste ulterioare.

Afinitatea pentru apă

Proprietățile privind afinitatea față de apă a filmelor obținute sunt prezentate în Tabelul 4.1. Valorile conținutului de apă au variat de la 13,07 la 19,45%, arătând o diferență semnificativă ($p > 0,05$) între filmul martor și filmul de turtă de floarea soarelui. Conținutul de apă a scăzut odată cu cantitatea de SFS introdusă deoarece făina din turtă este lipofilă și nu permite încorporarea apei.

Mai mult umiditatea poate depinde de grosime și rugozitatea suprafeței (dimensiunile particulelor, cantitatea acestora și condițiile de evaporare) deoarece particulele pot îngreuna pătrunderea apei (Nur Alim et al., 2021). Filmul de control a avut o umiditate mai mare datorită prezenței abundente a grupării hidrofile din alginatul de sodiu (Luo et al., 2019).

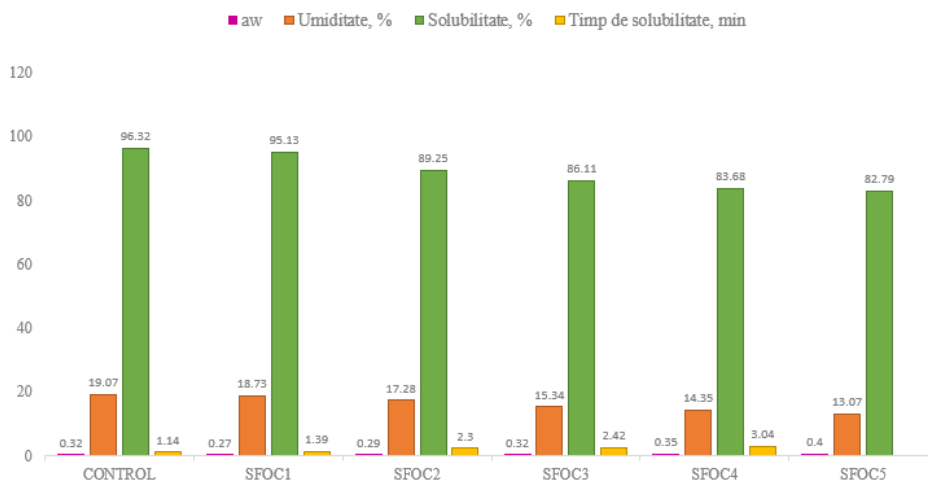


Figura 4.1. Afinitatea pentru apă pentru filmelor obținute

Toate probele au prezentat valori ale a_w bune (între 0,29 și 0,40) și, prin urmare, au fost considerate că nu vor favoriza creșterea microorganismelor (Droźłowska, 2020). Valorile a_w au crescut cu cantitatea de turtă adăugată, acest lucru se poate datora creșterii în componente (proteine, fibre și carbohidrați) care rețin mai multă apă (Mikus et al., 2021).

Solubilitatea este o cerință importantă pentru filme, deoarece de aceasta depinde utilizarea potențială a filmelor comestibile (de exemplu, încapsularea aditivului alimentar sau menținerea integrității produsului). Solubilitatea obținută pentru filme a fost ridicată. Când s-a adăugat turtă de ulei de floarea soarelui, s-a observat o scădere semnificativă ($p > 95\%$) a solubilității. Scăderea

poate fi legată de creșterea componentelor solide, în special grăsimi și fibre. Alte motive pot fi diferențele de grosime și structura neomogenă a membranelor (Mikus et al., 2021).

Proprietăți de barieră

Permeabilitatea la vapori de apă (WVP) este un indicator al capacității membranei de a preveni transferul de umiditate. O valoare mare influențează negativ calitatea și termenul de valabilitate al alimentelor (Vartiainen et al., 2014).

Tabelul 4.1 Proprietățile de barieră și valorile indicelui de peroxid ale membranelor testate.

Probe	WVP, g x mm/KPa x h x m ²	WVTR, g/h	PV, meq O ₂ /kg	OP, g x mm x m ⁻² x day ⁻¹
Control	1,66 × 10 ⁻⁴ ± 5,00 × 10 ⁻⁷ c	13,55 ± 0,05 c	5,50 ± 0,24 a	0,027 ± 0,001 d
SFOC1	1,98 × 10 ⁻⁴ ± 1,02 × 10 ⁻⁵ d	13,78 ± 0,74 c	2,24 ± 0,14 d	0,017 ± 0,000 d
SFOC2	1,95 × 10 ⁻⁴ ± 2,45 × 10 ⁻⁶ d	11,56 ± 0,18 b	2,24 ± 0,14 d	0,018 ± 0,001 d
SFOC3	1,37 × 10 ⁻⁴ ± 1,00 × 10 ⁻⁶ b	7,94 ± 0,05 a	2,33 ± 0,00 d	0,019 ± 0,001 c
SFOC4	1,30 × 10 ⁻⁴ ± 1,00 × 10 ⁻⁶ b	7,34 ± 0,22 a	3,50 ± 0,24 c	0,030 ± 0,001 b
SFOC5	1,13 × 10 ⁻⁴ ± 1,30 × 10 ⁻⁶ a	6,95 ± 0,93 a	4,83 ± 0,24 b	0,034 ± 0,000 a

Litere superscripte diferite (a,b,c și d) sunt semnificativ diferite (p<0,05%) conform testului Turkey post-hoc

WVP a fost semnificativ (p<0,05) afectată de cantitatea de SFS adăugată, valorile au scăzut de la 1,98 × 10⁻⁴ la 1,13 × 10⁻⁴ g × mm/KPa × h × m². Valorile obținute indică o îmbunătățire a proprietăților de barieră de vapori ale filmelor. Scăderea se poate datora concentrației mai mari de turtă, care face filmele mai groase și mai dense. După cum era de așteptat, cele mai scăzute valori WVTR au fost înregistrate pentru proba cu cel mai mare adaos de turtă de floarea-soarelui.

Valoarea peroxidului (PV) obținută pentru uleiul descoperit a fost de 7,67 meq O₂/Kg, care a fost mai mare decât valorile PV obținute pentru uleiul acoperit cu membranele obținute. Rezultatele indică faptul că toate membranele au fost capabile să formeze o barieră bună împotriva oxigenului atmosferic, protejând alimentele care urmează să fie ambalate de reacțiile de oxidare nedorite.

Pe hârtia de filtru nu s-au observat pete, aceasta confirmă proprietățile excelente de barieră ale membranelor obținute împotriva grăsimilor.

Grosimea, densitate, rezistență la tracțiune și duritate

Grosimea a crescut odată cu creșterea cantității de SFS, iar diferențele au fost semnificative (nivel de încredere 95%). Această creștere se poate datora: creșterii conținutului de solide (SFS), diferențe de structură și compoziție chimică (conținut mare de fibre de SFS) și caracterului hidrofob al constituentilor peliculei.

La creșterea conținutului de SFS, a fost observată o tendință semnificativă de scădere a rezistenței la tracțiune și a durității peliculelor.

Tabelul 4.2. Valorile de grosime, densitate, rezistență la tracțiune și duritate ale filmelor.

Probe	Grosime, mm	Densitate, g/cm ³	TS, MPa	Duritate, N
Control	0,029 ± 0,01 ^a	1,53 ± 0,03 ^a	27,11 ± 1,97 ^a	25,11 ± 0,19 ^a
SFOC1	0,034 ± 0,002 ^b	1,45 ± 0,03 ^{a,b}	22,15 ± 1,36 ^b	22,26 ± 0,74 ^b
SFOC2	0,040 ± 0,002 ^c	1,39 ± 0,01 ^b	18,24 ± 0,22 ^c	21,89 ± 0,26 ^c
SFOC3	0,041 ± 0,003 ^c	1,38 ± 0,02 ^b	15,73 ± 0,28 ^d	18,39 ± 1,69 ^d
SFOC4	0,043 ± 0,003 ^{c,d}	1,25 ± 0,04 ^c	12,17 ± 0,39 ^e	15,70 ± 0,50 ^e
SFOC5	0,044 ± 0,003 ^d	1,04 ± 0,01 ^d	8,66 ± 0,77 ^f	12,52 ± 0,50 ^f

Când sunt urmate de litere superscripte diferite (a, b, c, d, e, f), acestea sunt diferite din punct de vedere statistic la un nivel de încredere de 95%.

Proprietăți optice

Proprietățile optice ale materialului de ambalare sunt importante deoarece de acestea depinde acceptarea produselor de către consumatori.

Valorile L*, a* și b* sunt în intervalul de la 73,10 la 92,97, de la -2,10 la -5,53 și, respectiv, de la 10,3 la 23,46.

Filmele cu SFS au prezentat o culoare mai închisă decât filmul de control (valorile L* scad); diferențele au fost semnificativ diferite la p<0,05. Cantitatea de SFS a influențat semnificativ (nivel de încredere de 95%) culoarea probelor (Figura 4.2).

În ceea ce privește valorile obținute pentru coordonatele cromatice a* și b*, s-au observat diferențe semnificative (p<0,05) între filmele martor și cele cu SFS. La creșterea cantității de SFS, valorile a* au scăzut, în timp ce valorile b* au crescut semnificativ (p>95%). Coordonatele negative a* și pozitive b* implică o colorare predominant verzuie/gălbuie în filme.

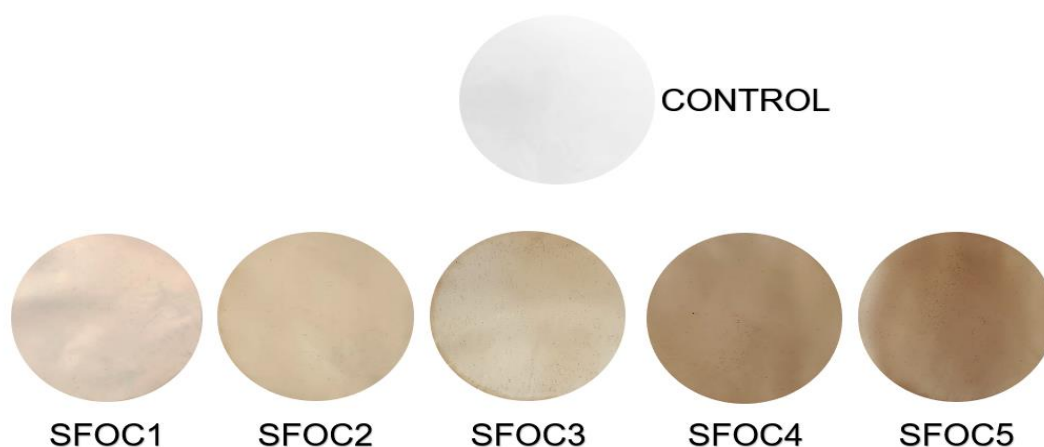


Figura 4.2. Variația de culoare între probele cu adaos de SFOC și proba martor.

În comparație cu proba de control, filmele cu SFS au prezentat o absorbție bună a luminii între 200 nm și 400 nm. Având în vedere faptul că aceasta se află în spectrul UV, eșantioanele au capacitatea de a proteja produsele împotriva radiațiilor UV. După cum se observă în Figura 4.3, absorbția luminii în regiunea UV a fost: SFOC5 > SFOC4 > SFOC3 > SFOC2 > SFOC1 > control.

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale
comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

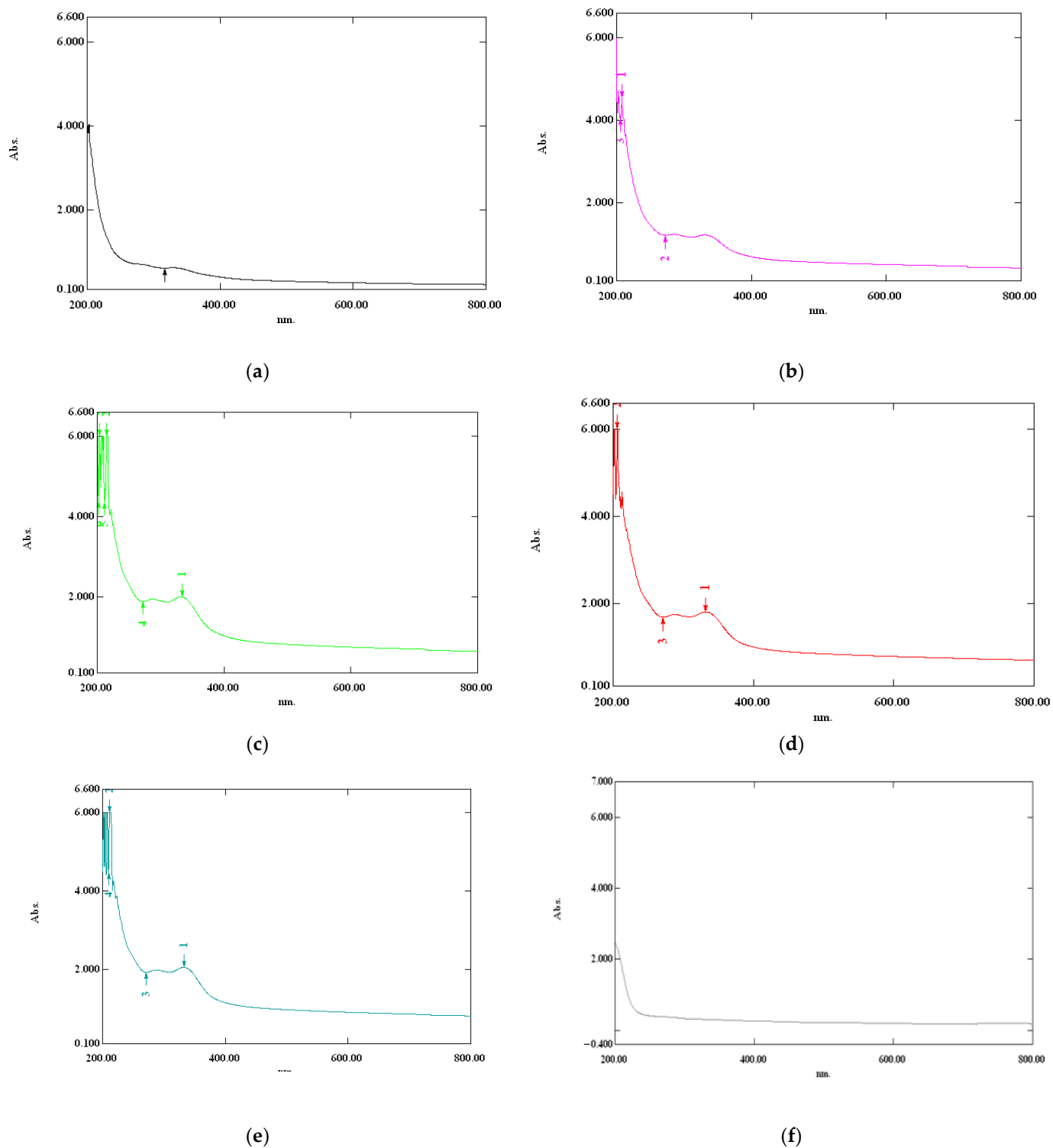


Figura 4.3. Spectrele de absorbție între 200 și 800 nm ale membranei cu SFOC și probe de control: (a–e) sunt membrane cu 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 și respectiv 0,5 g SFOC; (f): proba de control.

În domeniul vizibil (400–800 nm), toate probele au prezentat valori scăzute de absorbție, oferind astfel un acces vizual ridicat. Mai mult decât atât, absorbția membranelor SFOC în câmpul vizibil a fost mai mare decât absorbția pentru proba de control. Acest lucru se datorează întunecării membranelor pe măsură ce a fost adăugat SFS.

Niveluri mai mari de adăugare au ca rezultat valori mai mici de transparență și, respectiv, valori mai mari de opacitate

FT-IR

Spectrele FTIR ale tuturor membranelor obținute au prezentat patru numere de undă de absorbție în trei zone de spectre diferite, și anume 3500–3200 cm⁻¹, 3000–2800 cm⁻¹ și 1000–1030 cm⁻¹, care pot fi asociate cu întinderea legăturilor O-H, C-H (simetrice și asimetrice) și C-O-C grupuri. Mai mult, acestea sunt benzile largi caracteristice prezente în structura alginatului (Amariei et al., 2022).

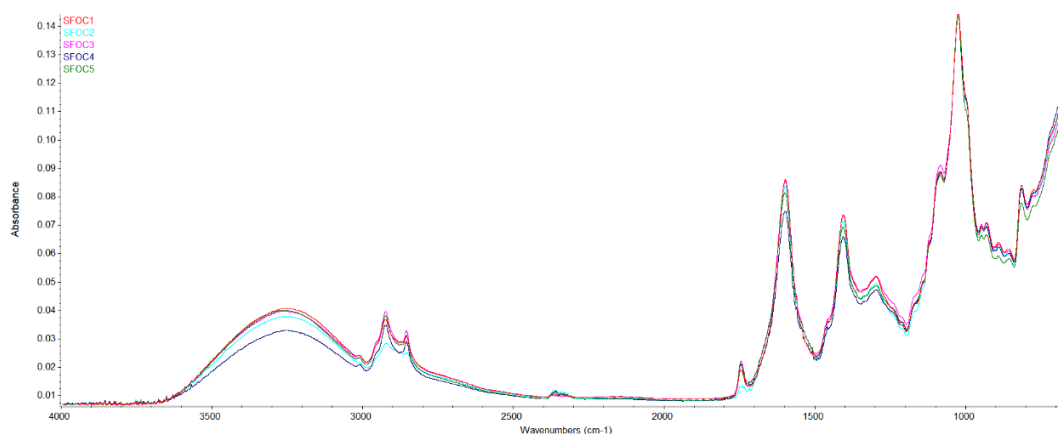


Figura 4.4. Spectrele FT-IR ale probelor SFOC1, SFOC2, SFOC3, SFOC4, SFOC5.

Unele dintre vârfuri s-au deplasat la o intensitate mai mică (2927,14 cm⁻¹ la 2920,29 cm⁻¹) și/sau mai mare (de la 323,50 cm⁻¹ la 328,52 cm⁻¹ și de la 1023,46 cm⁻¹ la 1024,51 cm⁻¹) odată cu creșterea de SFS, care a indicat interacțiunile dintre alginatul de sodiu și făina de turtă. În comparație cu probele de control din filmele cu adaos de SFS, s-a găsit un vârf suplimentar la 1743–1744 cm⁻¹, posibil atribuit grupului ester carbonilic prezent în moleculele lipidice (Matwijczuk, A., Oniszcuk, T., Matwijczuk, A., Chruściel, E., Kocira, A., Niemczynowicz, A., Wójtowicz, A., Combrzyński, M., Wiącek, 2019; Riyanta, A.B., Riyanto, S., Lukitaningsih et al., 2020).

Filmele au prezentat o bandă de absorbție pronunțată între 1600 cm⁻¹ și 1300 cm⁻¹, care corespunde întinderii asimetrice și simetrice a legăturii COO (Luo et al., 2019).

Spectrele SFOC au arătat o bandă de absorbție la 1634,51 cm⁻¹ și 1540,32 cm⁻¹, corespunzătoare regiunii amidei I și, respectiv, II. (Barth, 2007)..

Aspect și morfologie

Cu ochiul liber, filmul de control era incolor și transparent, în timp ce filmele pe bază de SFS erau maronii, foarte strălucitoare și aveau un miros nuanțat de floarea soarelui. Toate filmele

au prezentat o structură omogenă, ușor de manevrat și rezistente atunci când sunt manipulate manual.

Văzute la **microscopul SEM** proba martor a prezentat o structură netedă și uniformă. Odată cu adăugarea de turtă de ulei de floarea soarelui, filmele au arătat structuri cu rugozitate crescută, dar continue.

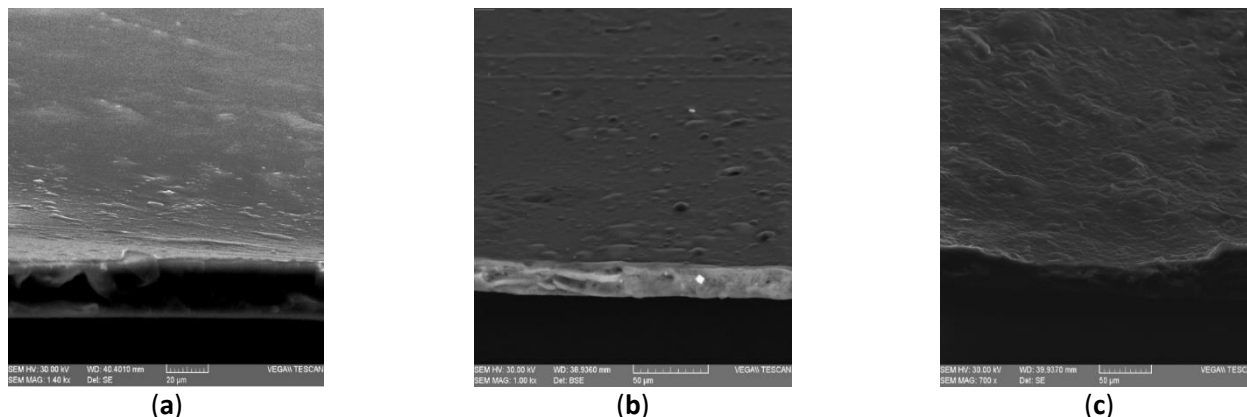


Figura 4.5. Imagini SEM (a), SFOC1 (b) și SFOC5 (c).

Rugozitatea a crescut odată cu creșterea cantității de SFS adăugată, datorită creșterii particulelor fibroase. Mai mult, nu s-au găsit pori sau rupturi pe structura în secțiune transversală a tuturor membranelor, ceea ce indică faptul că filmele erau dense și continue.

Stabilitatea microbiologică

Filmele cu SFS au prezentat o stabilitate microbiologică ridicată. Pe mediile de cultură nu s-au dezvoltat *Coliforms*, *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* sau *Listeria*. În ceea ce privește numărul total, cele mai mari valori au fost găsite pentru SFOC5 datorită conținutului ridicat de material vegetal. Toate valorile obținute s-au încadrat în limita permisă, stabilită de reglementările standard și de siguranță alimentară (FSSAI), reglementările europene și Administrația pentru Alimente și Medicamente (FDA).

Stabilitatea microbiană a filmelor se datorează și prezenței alginatului de sodiu, care oferă protecție generală și crește rezistența împotriva agenților microbieni (Leid et al., 2005; Venkatesan et al., 2015).

Analiza statistică

Relația dintre proprietățile de afinitate a apei, caracteristicile barierei, proprietățile optice, densitatea și grosimea sunt prezentate în Figura 4.6. Cele două componente principale au explicat 96,79% din varianța totală (PC1 = 80,66% și PC2 = 16,12%). În ceea ce privește probele, s-au observat relații bune între SFOC1 și SFOC2 și între SFOC4 și SFOC5.

S-au găsit corelații pozitive ridicate între parametrii a^* , b^* , ΔE^* , opacitate, timpul de solubilitate și grosimea. S-au găsit și alte corelații pozitive între umiditate, WVTR și densitate, între transmitanță și transparentă și între L^* și solubilitate. S-au găsit corelații negative între proprietățile optice, proprietățile de afinitate la apă și proprietățile de barieră.

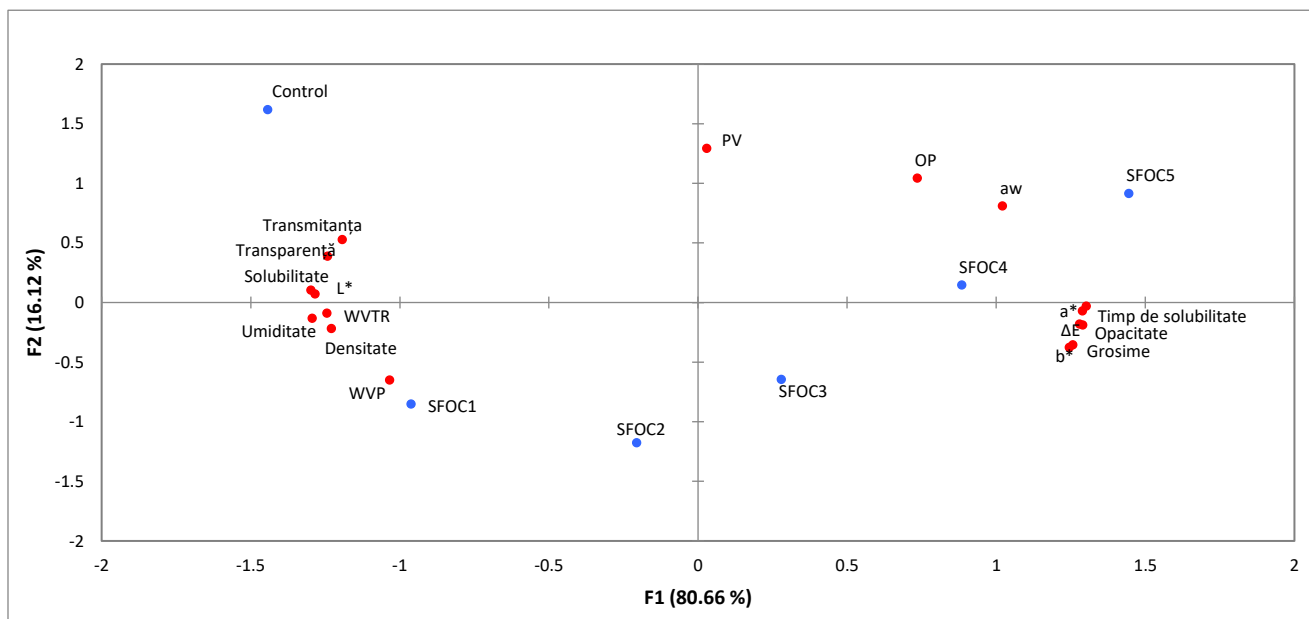


Figura 4.6. Analiza bi-plot a componentelor principale: distribuția afinității apei, proprietățile optice și de barieră, parametrii de densitate și grosime și mostre.

Capitolul 5, Dezvoltarea de filme comestibile prin utilizarea șrotului de in, reprezintă un studiu al posibilității de dezvoltare de membrane cu diferite adaosuri de șrot de in, glicerină și ulei de soia. Utilizarea șrotului de in a produs o modificare atât a proprietăților filmului cât și a valorii lor nutritive.

Ajustarea modelului matematic pentru dezvoltarea membranelor

În vederea dezvoltării membranelor și analizării efectelor asupra proprietăților acestora a fost aplicat un design optimal în care s-au variat cantitatea, ingredientele, șrot de in (A:0,1-2 g), glicerina (B:0,5-1 g), ulei de soia (C:0,4-0,8) și granulozitatea (D:125-200 μm). Pentru fiecare din cele 21 experimente planificate s-a determinat afinitatea pentru apă, proprietăți mecanice, proprietăți de barieră și proprietăți optice. Analiza de variație a demonstrat că toate modelele statistice pentru răspunsurile urmărite sunt semnificative ($p < 0,01$) și explică în mod adecvat variația datelor.

Cantitatea de șrot adăugată a influențat pozitiv cel mai mult **grosimea** membranelor. Pe de altă parte, interacțiunea dintre cantitatea de șrot și cea de glicerină afectează negativ cel mai mult acest răspuns.

Interacțiunea dintre cantitatea de șrot și granulozitatea acestuia are influența pozitivă semnificativă cea mai mare ($p < 0,001$), iar cantitatea de ulei are influența cea mai mare negativă asupra **densității** filmelor.

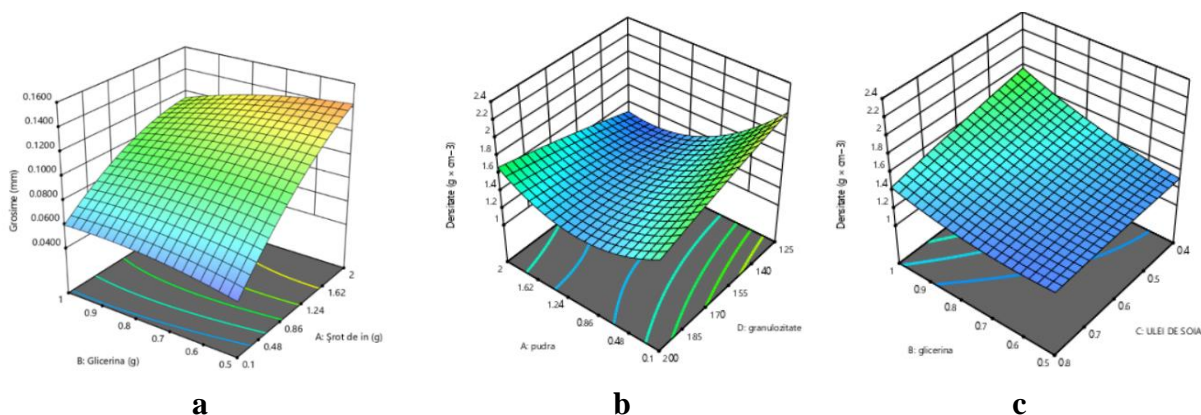


Figura 5.1. Suprafețe de răspuns pentru grosime (a, b) și densitate (c)

Cantitatea de șrot introdusă, interacțiunea dintre cantitatea de șrot și glicerină și interacțiunea dintre ulei și granulozitate influențează negativ **conținutul de apă** al membranelor. Șrotul și uleiul fiind lipofile nu permit încorporarea apei. Pe de altă parte, creșterea cantității de glicerină a produs o creștere a umidității filmelor. Interacțiune dintre glicerină și ulei a influențat pozitiv umiditatea membranelor.

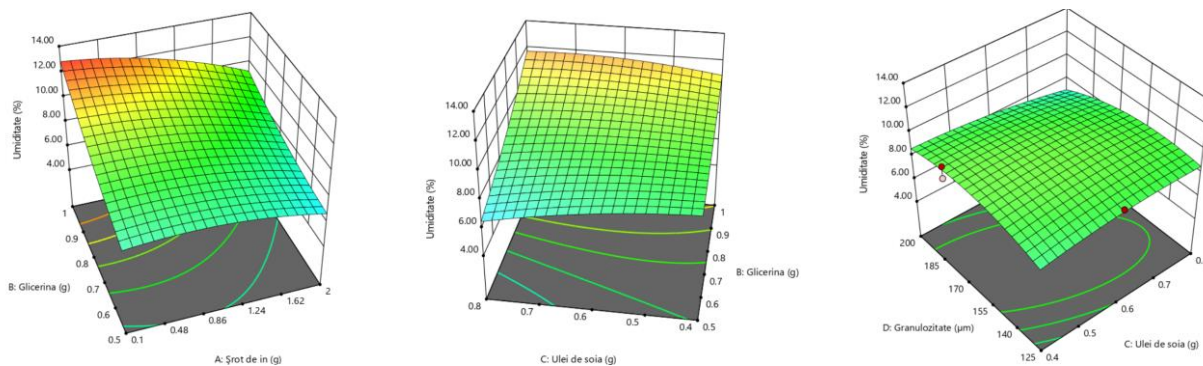


Figura 5.2. Suprafețe de răspuns pentru umiditatea filmelor obținute

Cantitatea de șrot adăugată în membrane influențează negativ, iar cea de ulei de soia influențează pozitiv **solubilitatea membranelor**. Interacțiunea dintre cantitatea de șrot cu glicerină și interacțiunea dintre cantitatea de glicerină și ulei de soia scade semnificativ ($p < 0,001$) solubilitatea filmelor.

Duritatea este influențată pozitiv de cantitatea de glicerină și granulozitate, iar negativ de cantitatea de ulei de soia.

Rezistența la tracțiune a filmelor este influențată semnificativ negativ cel mai mult de cantitatea de șrot și glicerină. În schimb, granulozitatea șrotului și cantitatea de ulei influențează pozitiv acest răspuns.

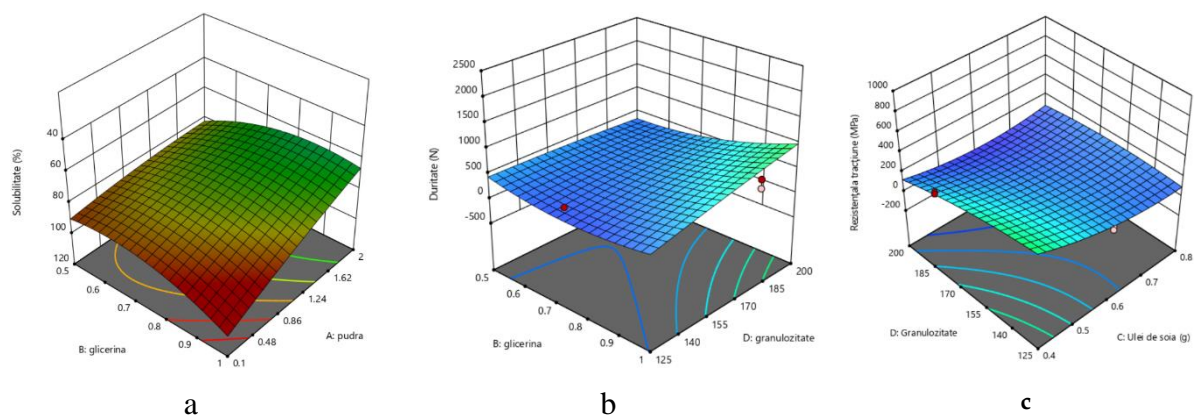


Figura 5.3. Efectele factorilor asupra solubilității (a), durtății (b) și rezistenței la tracțiune (c).

Creșterea cantității de șrot și ulei, cantității de ulei și glicerină, cantității de șrot și glicerină crește **permeabilitatea la vapori de apă**.

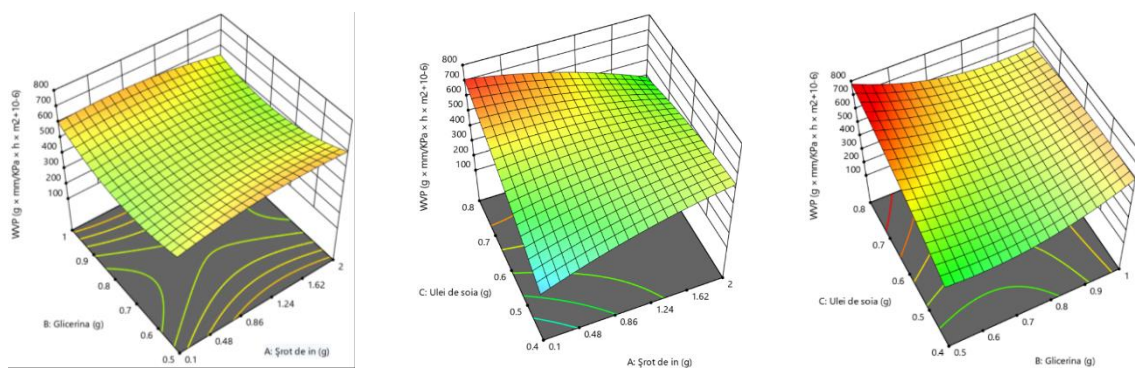


Figura 5.4. Efectele interacțiunilor dintre ingrediente asupra WVP

Termeni pătratici și lineari ai cantității de șrot adăugată produce cea mai mare creștere a valorii de **polifenoli totali**. În schimb uleiul de soia are o influență negativă asupra valorii TPC.

Termenii pătratic și linear ai granulozității șrotului adăugat au influențat pozitiv cel mai mult **activitatea antioxidantă**. Pe de altă parte, interacțiunea dintre glicerina, ulei de soia și cantitatea de șrot, cu granulozitatea șrotului adăugat, afectează negativ cel mai mult acest răspuns.

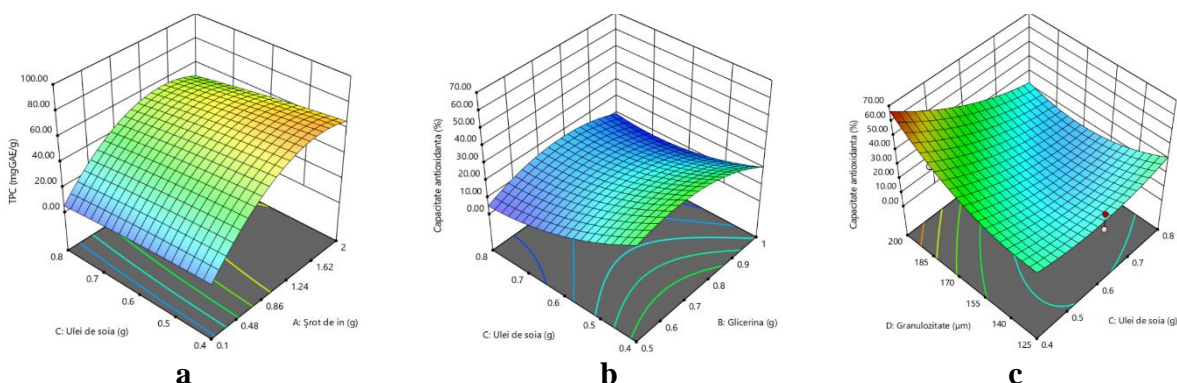


Figura 5.5. Suprafețe de răspuns pentru conținutul de polifenoli (a) și activitatea antioxidantă (b,c)

Toate membranele au prezentat valori bune ale indicelui de activitate a apei (0,38-0,41). Analiza ANOVA pentru modelul pătratic ales a aratat că acesta este semnificativ și explică 97% din variația datelor.

Valorile au crescut cu cantitatea de turtă adăugată deoarece a crescut cantitatea de componente (proteine, fibre și carbohidrați) care rețin mai multă apă (Mikus et al., 2021). Pe de altă parte uleiul de soia a influențat negativ valoarea indicelui.

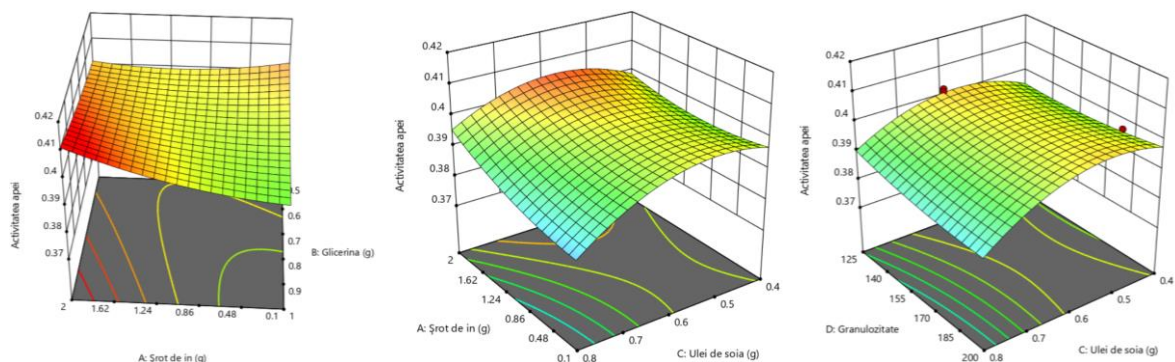


Figura 5.6. Suprafețe de răspuns pentru indicele de activitate a apei

Culoarea

Filmele au prezentat o culoare mai închisă decât filmul de control deoarece valorile L^* scad. Cantitatea de șrot și granulozitatea probelor influențează cel mai mult culoarea probelor. O granulozitate mai fină și creșterea cantității de șrot și ulei produce o scădere a parametrului L^* .

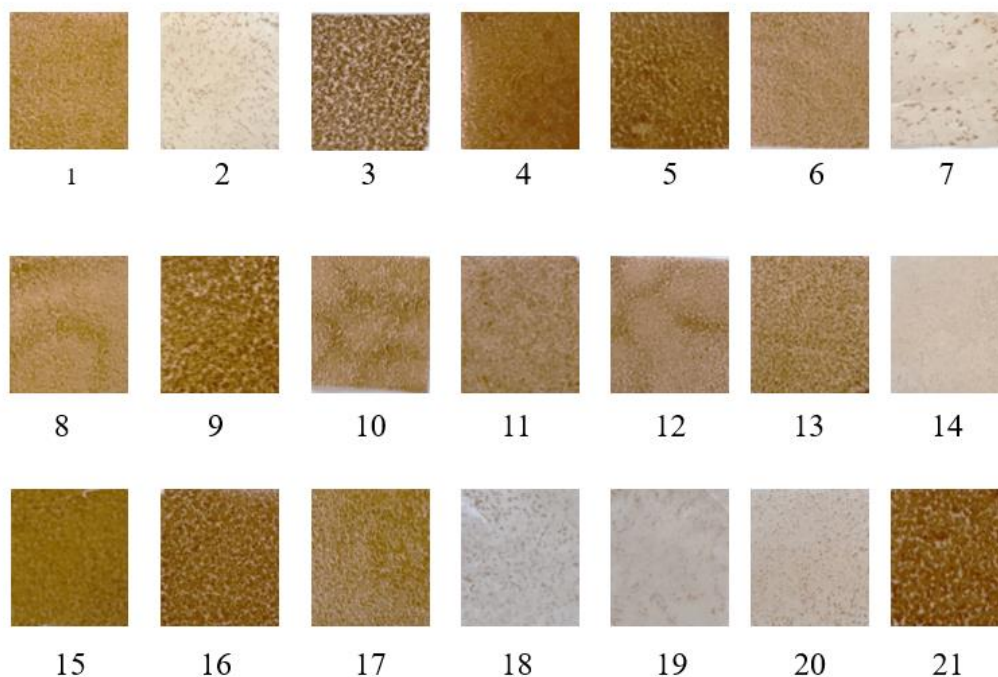


Figura 5.7. Variația de culoare între probele cu adaos de șrot de in

În ceea ce privește valorile obținute pentru coordonatele cromatice a^* și b^* , s-a observat același trend. Coordonatele pozitive a^* și b^* implică o colorare predominant roșie/gălbuie în filme.

Spectru UV-VIS

Toate probele prezintă absorbții mari în domeniul UV (200-400 nm) și absorbții mici în domeniul vizibil (400-800 nm). Acest lucru oferă ambalajelor capacitatea de a proteja împotriva efectelor radiațiilor UV și de asemenea accesul vizual la produsele alimentare. Cea mai mare protecție o oferă ambalajele cu un conținut mai mare de șrot oleaginos. Spectrele sunt prezentate în Figura 5.8.

Protecția oferită de probele realizate cu conținuturi diferite de șrot variază astfel: LSOC2, 3, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16 > LSOC14 > LSOC1 > LSOC20 > LSOC19 > LSOC21 > LSOC6 > LSOC4 > LSOC18.

Rugozitate

Încorporarea șrotului a condus la o suprafață aspră, grunjoasă, fără goluri și crăpături. Adăosul unor cantități mai mari de glicerină și ulei de soia conduce la suprafețe mai netede. Pe de altă parte, o granulozitate mare conduce la suprafețe mai rugoase.

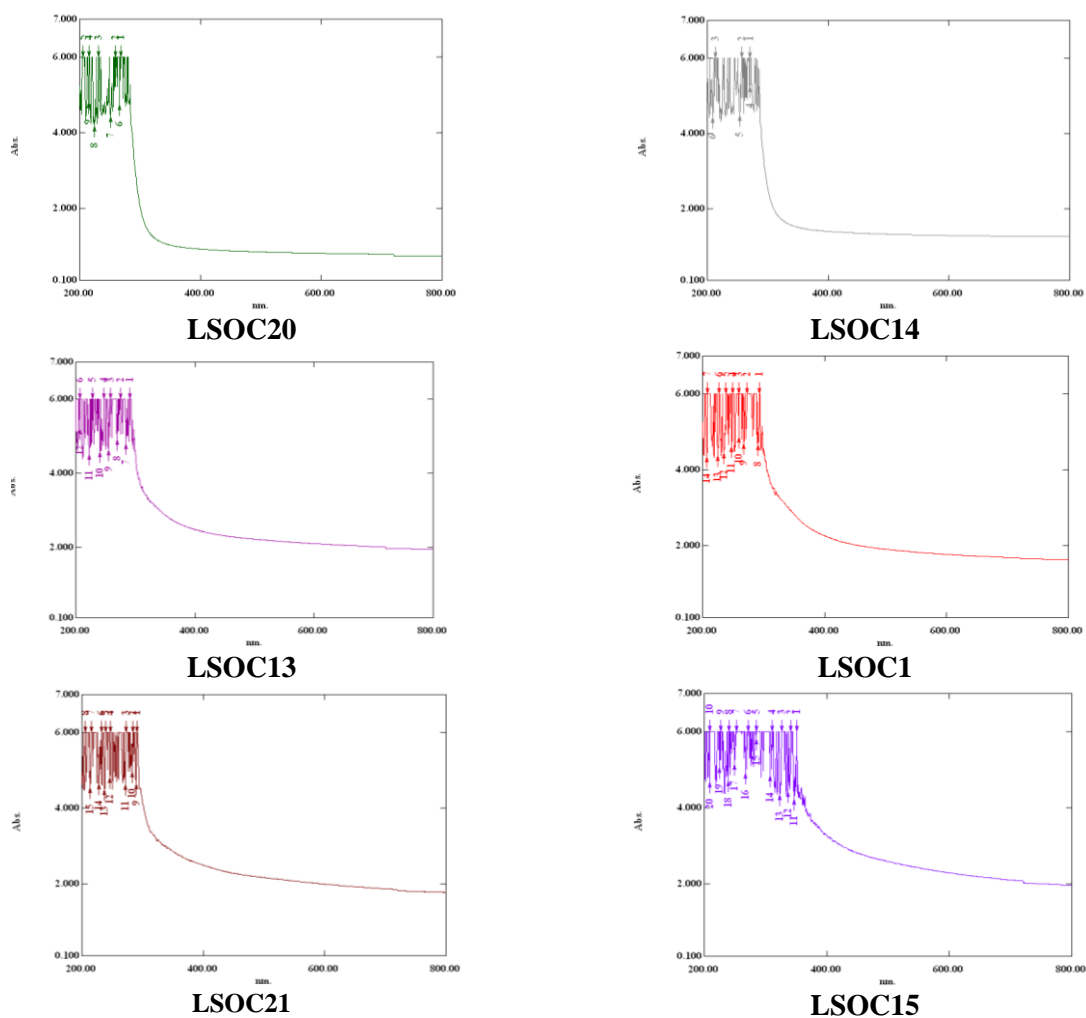


Figura 5.8. Permeabilitatea la radiațiile luminoase pentru membranele cu șrot de in

Capitolul 6, Concluzii finale, prezintă concluziile cercetărilor efectuate și contribuțiile personale la dezvoltarea domeniului abordat.

Cercetările realizate până în prezent au evidențiat că șroturile sunt subproduse bogate în compuși bioactivi și prezintă un potențial ridicat pentru dezvoltarea de filme biodegradabile și consumabile.

Cercetările evidențiază două direcții diferite de valorificare a șroturilor oleaginoase. Prima, include posibilitatea adăugării unei cantități în hrana animalelor, sau în alimente (doar șrotul de nucă, floarea soarelui, susan și dovleac) fără a influența negativ calitatea produselor finale. A doua, prevede extragerea de proteine și dezvoltare de filme și acoperiri comestibile.

O comparație între turte și semințe arată că turtele sunt mai bogate în minerale, proteine (21,33-34,67%) cu aminoacizi esențiali (15,41-45,82%) și fibre (22,81-44,82%). Totodată ele mai conțin lipide (4,56-8,23%) bogate în acizi grași nesaturați. Toate acestea fac din șroturile oleaginoase ingrediente valoroase pentru consumul uman.

Membranele obținute atât prin adaos de șrot de in cât și de floarea soarelui sunt uniforme fără fisuri. Toate membranele prezintă valori ridicate ale grosimii și rugozității și valori mai scăzute la proprietăți mecanice. Proprietățile mecanice au crescut la membranele în care s-a adăugat ulei de soia. Membranele cu adaos de șroturi oferă protecție împotriva radiațiilor UV.

Proprietățile bune de barieră (mai bune la cele cu adaos de ulei de soia) și indicii de activitate mic garantează siguranță microbiologică pentru produsele ce vor fi ambalate. De asemenea, ele conțin o cantitate moderată de polifenoli ce prezintă activitate antioxidantă.

Toate acestea demonstrează calitatea acestor materiale și posibilitatea de a le înlocui pe cele clasice.

Contribuțiile originale sunt următoarele:

- caracterizarea avansată a semințelor și șroturilor rezultate după presarea la rece prin aplicarea de metode moderne de analiză precum: cromatografia de lichide de înaltă performanță (HPLC), microscopia cu scanare electronică (SEM), spectroscopia de absorbție moleculară UV-VIS, spectroscopia de masă cuplată inductiv (ICP-MS), analiza FTIR, etc.
- utilizarea în întregime a șrotului de diferite granulozități pentru realizarea de membrane comestibile și biodegradabile;
- utilizarea uleiului de soia ca emulgator în dezvoltarea filmelor comestibile;
- optimizarea ingredientelor pentru obținerea de membrane comestibile cu caracteristici specifice, destinate ambalării unor produse alimentare;

Prin obiectivele propuse și rezultatele obținute, teza are o contribuție științifică în domeniul valorificării subproduselor rezultate după extracția la rece a uleiurilor vegetale

DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR

Rezultatele cercetărilor efectuate s-au materializat prin publicarea a 6 articole științifice în jurnale de specialitate indexate Web of Science, dintre care 4 articole aflate în zona roșie (Q1), 2 articole aflate în zona galbenă (Q2), 1 articol în baze de date internaționale și prin comunicarea a 11 lucrări la manifestări științifice naționale și internaționale.

A. Articole/studii publicate în reviste cotate ISI Web of Knowledge

1. Petraru, A; Amariei, S. Oil press-cakes and meals valorization through circular economy approaches: A review. *Applied Sciences* 2020, 10(21),7432, <https://doi.org/10.3390/app10217432>, IF(2020)=2.68 (Q2)
2. Petraru, A; Ursachi, F; Amariei, S. Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using Sunflower Oilcakes as a Functional Ingredient. *Plants* 2021,10(11), 2487, <https://doi.org/10.3390/plants10112487>, IF(2022)= 4.0 (Q1)
3. Gheorghită(Pușcășelu), R.; Anchidin-Norocel, L.; Petraru, A., Ursachi, F. Strategies and challenges for successful implementation of green economy concept: edible materials for meat products packaging, *Foods* 2021, 10(12), 3035, <https://doi.org/10.3390/foods10123035>, IF(2021)= 4.7 (Q1)
4. Amariei, S; Ursachi, F; Petraru, A. Development of New Biodegradable Agar-Alginate Membranes for Food Packaging, *Membranes* 2022, 12 (6), 576, <https://doi.org/10.3390/membranes12060576>, IF(2022)=4.56 (Q1)
5. Petraru, A; Amariei, S. Sunflower Oilcake as a Potential Source for the Development of Edible Membranes. *Membranes* 2022, 12(8), 789, <https://doi.org/10.3390/membranes12080789>, IF(2022)=4.56 (Q1)
6. Petraru, A; Amariei, S. A Novel Approach about Edible Packaging Materials Based on Oilcakes—A Review, *Polymers* 2023, 15(16), 3431, <https://doi.org/10.3390/polym15163431>, IF(2023)= 4.7 (Q1)

B. Articole/studii publicate în reviste indexate in ISI Proceedings (IEEE)

1. Leahu, A.; Ghinea, C.; Petraru, A.; Ropciuc, S. Defatted Sesame Seed Cake: Influence on the Physicochemical and Textural Characteristics of Mayonnaise. In Proceedings of the 2022 E-Health and Bioengineering Conference (EHB); IEEE, 2022; pp. 01–04.

C. Articole/studii publicate în reviste indexate în baze de date internaționale BDI

1. Petraru, A; Amariei, S. Recovery of Bioactive Compounds From Oilcakes - a Review. *Food and Environment Safety Journal* 2022, 21(4): 364–381, : <http://fens.usv.ro/index.php/FENS/article/view/936/826>

D. Lucrări publicate în volumele de rezumate ale unor manifestări științifice naționale și internaționale în domeniul tezei de doctorat

1. Amariei, S., Avrămia, I., Ursachi, F., Chetrariu, A., Petraru, A. 2021, Biopolymers: a solution for replacing polyethylene in food packaging, 8th Edition of the International

- Conference Biotechnologies, Present and Perspectives, Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava, România, Book of Abstracts, p. 81, ISSN: 2068-0819
2. Petraru, A., Amariei, S. 2021, Oilcakes-A potential source of dietary fiber, 8th Edition of the International Conference Biotechnologies, Present and Perspectives, Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava, România, Book of Abstracts, p. 94, ISSN: 2068-0819
 3. Petraru, A., Amariei, S. 2022, Valorization of sunflower oilcake in the production of eco-friendly films, International scientific conference of young students, Youth scientific achievements to the 21 st century nutrition problem solution, 88 th edition Kiev, Ucraina, Book of Abstracts part 1, p. 54-55, ISSN: 2457-3388
 4. Petraru, A., Amariei, S. 2022, Oilcakes-important sources for the production of value-added edible membranes, Ahi Evran 2nd International Conference on Scientific Research, Kirşehir Ahi Evran University, Kirşehir, Turkey, Book of Abstracts p. 930, ISSN: 978-625- 8246-37-7
 5. Petraru, A., Amariei, S. 2022, Valorization of sunflower hulls in the production of biodegradable packaging for meat products, The 17 th International Conference of constructive design and technological optimization in machine building field. Bacău, România, Conference proceedings-Abstracts, p. 77, ISSN: 2457-3388
 6. Petraru, A., Amariei, S. 2022, Rapeseed oilcake: a potential source for the production of biodegradable membranes, The 17 th International Conference of constructive design and technological optimization in machine building field. Bacau, Romania, Conference proceedings: Abstracts, p. 76, ISSN: 2457-3388
 7. Petraru, A., Amariei, S. 2022, Hempseed oilcake- a valuable byproducts in the production of edible films, International education & innovative sciences congress, 6 th edition, Burdur, Turcia, Abstract Book, p 960, ISSN: 978-625- 6380-82
 8. Petraru, A., Amariei, S. 2023, Turning linseed oilcake into a resource for the production of edible biopolymer films, International scientific conference of young students, Youth scientific achievements to the 21 st century nutrition problem solution, 89 th edition. Kiev, Ukraine, Book of Abstracts part 1, p. 54
 9. Petraru, A., Amariei, S. 2023, A novel approach to value sesame oilcake, International Ege Agriculture Congress, Ege University, Faculty of Agriculture. Izmir, Turkey, p. 137, ISBN: 978-625-367-426-7
 10. Petraru, A., Amariei, S. 2024, Walnut oilcake- possible source for the production of edible films? 90 International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution, p. 10

E. Lucrări comunicate la manifestări științifice naționale și internaționale

1. Amariei, S., Avrămia, I., Ursachi, F., Chetrariu, A., Petraru, A. 2021, Biopolymers: a solution for replacing polyethylene in food packaging, 8th Edition of the International Conference Biotechnologies, Present and Perspectives, Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava, România,

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale
comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT



- Petraru, A., Amariei, S. 2021, Oilcakes-A potential source of dietary fiber, 8th Edition of the International Conference Biotechnologies, Present and Perspectives, Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava, România.



- Petraru, A., Amariei, S. 2022, Valorization of sunflower oilcake in the production of eco-friendly films, International scientific conference of young students, Youth scientific achievements to the 21 st century nutrition problem solution, 88 th edition Kiev, Ucraina.



- Petraru, A., Amariei, S. 2022, Oilcakes-important sources for the production of value-added edible membranes, Ahi Evran 2nd International Conference on Scientific Research, Kirşehir Ahi Evran University, Kirşehir, Turkey.

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale
comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT



- Petrușcu, A., Amariei, S. 2022, Valorization of sunflower hulls in the production of biodegradable packaging for meat products, The 17 th International Conference of constructive design and technological optimization in machine building field. Bacău, România.
- Petrușcu, A., Amariei, S. 2022, Rapeseed oilcake: a potential source for the production of biodegradable membranes, The 17 th International Conference of constructive design and technological optimization in machine building field. Bacau, Romania, Conference proceedings: Abstracts, p. 76, ISSN: 2457-3388
- Petrușcu, A., Amariei, S. 2022, Hempseed oilcake- a valuable byproducts in the production of edible films, International education & innovative sciences congress, 6 th edition, Burdur, Turcia.



- Petrușcu, A., Amariei, S. 2022, Membrane biodegradabile și comestibile din șroturi oleaginoase, INNOPACK Conference, Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava, România
- Leahu, A.; Ghinea, C.; Petrușcu, A.; Ropciuc, S. Defatted Sesame Seed Cake: Influence on the Physicochemical and Textural Characteristics of Mayonnaise, IEEE E-HEALTH AND BIOENGINEERING CONFERENCE - EHB 2022 10-th edition, Iași, Romania, November 17-19, 2022
- Petrușcu, A., Amariei, S. 2023, Turning linseed oilcake into a resource for the production of edible biopolymer films, International scientific conference of young students, Youth scientific achievements to the 21 st century nutrition problem solution, 89 th edition. Kiev, Ukraine.

Cercetări experimentale privind valorificarea șroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale
comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT



11. Petraru, A., Amariei, S. 2023, A novel approach to valorize sesame oilcake, International Ege Agriculture Congress, Ege University, Faculty of Agriculture. Izmir, Turkey.



12. Petraru, A., Amariei, S. 2024, Walnut oilcake- possible source for the production of edible films? 90 International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution.



F. Participări și premii la saloane de invenție

1. Petraru, A., Amariei, S. Valorification of oilcakes in obtaining edible membranes for food products packaging, The VIII-th International Fair of Innovation and Creative Education for Youth (ICE-USV), Ștefan cel Mare, Suceava. Medalia Aur

Cercetări experimentale privind valorificarea sroturilor oleaginoase la obținerea unor materiale comestibile destinate ambalării produselor alimentare
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT



G. Premierea rezultatelor cercetării – articole premiate UEFISCDI

1. PN-IV-P2-2.3- PRECISI-2023- 70378, A. Petraru, S. Amariei, Sunflower Oilcake as a Potential Source for the Development of Edible Membranes.
2. PN-IV-P2-2.3- PRECISI-2023- 70539, S. Amariei, F. Ursachi, A. Petraru, Development of New Biodegradable Agar-Alginate Membranes for Food packaging.
3. PN-IV-P2-2.3- PRECISI-2023- 71067, A. Petraru, S. Amariei, Nutritional characteristics assessment of sunflower seeds, oil and cake. Perspective of using sunflower oilcakes as a functional ingredient.

H. Membru proiecte de cercetare

1. Membru grup țintă proiect DECIDE- dezvoltare prin educație antreprenorială și cercetare inovativă doctorală și postdoctorală, Proiect cofinanțat din Programul Operațional Capital Uman 2014-2020;
2. Materiale biodegradabile și comestibile pentru industria cărnii, produse de importanță majoră în implementarea conceptului de economie verde, cod PN-III-P2-2.1-PED2019-3863, acronim MatCARN

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Agidew, Misganaw Gedlu; Dubale, Amare Aregahegn; Atlabachew, Minaleshewa; Abebe, Wasihun. (2021). Fatty Acid Composition, Total Phenolic Contents and Antioxidant Activity of White and Black Sesame Seed Varieties from Different Localities of Ethiopia. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1): 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00215-w>
- Amariei, Sonia; Ursachi, Florin; Petraru, Anuța. (2022). Development of New Biodegradable Agar-Alginate Membranes for Food Packaging. *Membranes*, 12(576): 1.
- Arrutia, Fátima; Binner, Eleanor; Williams, Peter;; Waldron, Keith W.; (2020). Oilseeds beyond Oil: Press Cakes and Meals Supplying Global Protein Requirements. *Trends in Food Science and Technology*, 100(September 2019): 88–102. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.044>
- Bamigboye, Adeola Yewande; Okafor, Augusta Chinyeaka; Adepoju, Oladejo Thomas. (2010). Proximate and Mineral Composition of Whole and Dehulled Nigerian Sesame Seed. *African Journal of Food Science and Technology*, 1(3): 71–75. <http://www.interestjournals.org/AJFST>
- Barth, Andreas. (2007). Infrared Spectroscopy of Proteins. , 1767: 1073–1101.
- Droźłowska, Emilia. (2020). Valorization of Flaxseed Oil Cake Residual from Cold-Press Oil Production as a Material for Preparation of Spray-Dried Functional Powders for Food Droźłowska, Emilia Łopusiewiapplications as Emulsion Stabilizers. *Biomolecules*, 10(1).
- Ghosh, Soumen; Khuntia, Anjali; Mitra, Jayeeta. (2018). Thermodynamic and Mathematical Background of Water Activity and Its Significance from Microbiological Point of View for Food Products. *Trends & Prospects in Food Technology, Processing and Preservation*, New Delhi(India): 1–12.
- Gupta, Antima; Sharma, Rajan; Sharma, Savita; Singh, Balijit. (2019). Oilseed as Potential Food Ingredient. *Trends and Prospects in Foods Technology, Processing and Preservation*, (November): 191–215.
- Hamed, Imen; Jakobsen, Anita Nordeng; Lerfall, Jørgen. (2022). Sustainable Edible Packaging Systems Based on Active Compounds from Food Processing Byproducts: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(1): 198–226.
- Koubaa, Mohamed; Mhemdi, Houcine; Barba, Francisco J.; Roohinejad, Shahin; Greiner, Ralf; Vorobiev, Eugène. (2016). Oilseed Treatment by Ultrasounds and Microwaves to Improve Oil Yield and Quality: An Overview. *Food Research International*, 85: 59–66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.007>
- Leid, Jeff G.; Willson, Carey J.; Shirliff, Mark E.; Hassett, Daniel J.; Parsek, Matthew R.; Jeffers, Alyssa K. (2005). The Exopolysaccharide Alginate Protects Pseudomonas Aeruginosa Biofilm Bacteria from IFN- γ -Mediated Macrophage Killing . *The Journal of Immunology*, 175(11): 7512–7518.
- Luo, You; Liu, Haiqing; Yang, Shanzhong; Zeng, Jiarui; Wu, Zhenqiang. (2019). Sodium Alginate-Based Green Packaging Films Functionalized by Guava Leaf Extracts and Their Bioactivities. *Materials*, 12(18).
- Ma, Xuan; Wang, Zhi; Zheng, Chang; Liu, Changsheng. (2022). A Comprehensive Review of Bioactive Compounds and Processing Technology of Sesame Seed. *Oil Crop Science*, 7(2): 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2022.05.003>

Malik, Mudasir Ahmad; Saini, Charanjiv Singh. (2016). Engineering Properties of Sunflower Seed: Effect of Dehulling and Moisture Content. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1).

Mateos-Aparicio, I.; Matias, A. (2019). *Food Industry Processing By-Products in Foods* (C. M. Galanakis, Ed.). London, UK: Academic Press. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=Ih2kDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA239&dq=carminic+acid+pressurized+liquids+extraction&ots=HHSw2AmAzH&sig=1hMqbjdKgbQY1Pr2avLMsecOi4Q>

Matwijczuk, A., Oniszczyk, T., Matwijczuk, A., Chruściel, E., Kocira, A., Niemczynowicz, A., Wójtowicz, A., Combrzyński, M., Wiącek, D. (2019). Use of FTIR Spectroscopy and Chemometrics with Respect to Storage Conditions of Moldavian Dragonhead Oil.

Mikus, Magdalena; Galus, Sabina; Ciużyńska, Agnieszka; Janowicz, Monika. (2021). Development and Characterization of Novel Composite Films Based on Soy Protein Isolate and Oilseed Flours. *Molecules*, 26(12): 3738. <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/12/3738>

Munder, Simon; Argyropoulos, Dimitrios; Müller, Joachim. (2017). Class-Based Physical Properties of Air-Classified Sunflower Seeds and Kernels. *Biosystems Engineering*, 164: 124–134.

Nur Alim, Bahmid; Dekker, Matthijs; Fogliano, Vincenzo; Heising, Jenneke. (2021). Development of a Moisture-Activated Antimicrobial Film Containing Ground Mustard Seeds and Its Application on Meat in Active Packaging System. *Food Packaging and Shelf Life*, 30(August): 100753. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100753>

Osorio, Lady Laura Del Rio; Flórez-López, Edwin; Grande-Tovar, Carlos David. (2021). The Potential of Selected Agri-Food Loss and Waste to Contribute to a Circular Economy: Applications in the Food, Cosmetic and Pharmaceutical Industries. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(2).

Otles, Semih; Kartal, Canan. (2018). Food Waste Valorization, 371–399, in: *Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry: Improving Production and Processing*. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-811935-8.00011-1>

Otles, Semih; Despoudi, Stella; Bucatariu, Camelia; Kartal, Canan. (2015). Food Waste Management, Valorization, and Sustainability in the Food Industry, 3–23, in: Galanakis, C. M. (Ed.), *Food Waste Recovery*. London, UK: Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800351-0/00001-8>

Petraru, Anuța; Ursachi, Florin; Amariei, Sonia. (2021). Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using Sunflower Oilcakes as a Functional Ingredient. *Plants*, 10(11).

Ramadan, Mohamed Fawzy. (2020). *Introduction to Cold Pressed Oils: Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications*. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-818188-1.00001-3>

Riyanta, A.B., Riyanto, S., Lukitaningsih, E. and; Rohman, A. (2020). The Employment of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Chemometrics for Analysis of Candlenut Oil in Binary Mixture with Grape Seed Oil. , 4(February): 184–190.

Vartiainen, Jari; Vähä-Nissi, Mika; Harlin, Ali. (2014). Biopolymer Films and Coatings in Packaging Applications—A Review of Recent Developments. *Materials Sciences and Applications*, 05(10): 708–718.

Venkatesan, Jayachandran; Bhatnagar, Ira; Manivasagan, Panchanathan; Kang, Kyong Hwa; Kim, Se Kwon. (2015). Alginate Composites for Bone Tissue Engineering: A Review.

International Journal of Biological Macromolecules, 72: 269–281.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.07.008>

Zhu, Xiaoyan; Chen, Yiling; Hao, Shanxin; Jin, Shiyu; Li, Xiangqian. (2023).
Improvement of the Nutritional Quality of Rapeseed Meal through Solid-State Fermentation with
B. Subtilis, *S. Cerevisiae*, and *B. Amyloliquefaciens*. *Fermentation*, 9(5): 492.
<https://www.mdpi.com/2311-5637/9/5/492>