

UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
Școala doctorală de Științe Fundamentale și Inginerești



TEZĂ DE DOCTORAT

REZUMAT

PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNOR ALIMENTE CU DESTINAȚIE SPECIALĂ

Doctorand,
Luiza-Andreea TĂNASE (BUTNARIU)

Conducător științific,
Prof. univ. dr. ing. Elisabeta BOTEZ

Seria I.7: INGINERIA PRODUSELOR ALIMENTARE Nr. 23
GALAȚI
2024

Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați
Școala doctorală de Științe fundamentale și ingineriești



TEZĂ DE DOCTORAT

PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNOR ALIMENTE CU DESTINAȚIE SPECIALĂ (Rezumat)

Doctorand,

Luiza-Andreea TĂNASE (BUTNARIU)

Președinte:

Prof. univ. dr. ing. Gabriela Elena BHRIM

Universitatea „Dunărea de Jos”, Galați

Conducător științific:

Prof. univ. dr. ing. Elisabeta BOTEZ

Universitatea „Dunărea de Jos”, Galați

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. ing. Georgiana-Gabriela CODINĂ

Universitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava

Conf. univ. dr. ing. Liliana CECLU

Universitatea de Stat „Bogdan Petriceicu
Hașdeu”, Cahul, Republica Moldova

Prof. univ. dr. ing. habil. Nicoleta STĂNCIUC

Universitatea „Dunărea de Jos”, Galați

Seria I.7: INGINERIA PRODUSELOR ALIMENTARE Nr. 23

GALAȚI

2024

Seriile tezelor de doctorat susținute public în UDJG începând cu 1 octombrie 2013 sunt:

Domeniul fundamental ȘTIINȚE INGINEREȘTI

- Seria I 1: **Biotehnologii**
- Seria I 2: **Calculatoare și tehnologia informației**
- Seria I 3: **Inginerie electrică**
- Seria I 4: **Inginerie industrială**
- Seria I 5: **Ingineria materialelor**
- Seria I 6: **Inginerie mecanică**
- Seria I 7: **Ingineria produselor alimentare**
- Seria I 8: **Ingineria sistemelor**
- Seria I 9: **Inginerie și management în agricultură și**

dezvoltare rurală

Domeniul fundamental ȘTIINȚE SOCIALE

- Seria E 1: **Economie**
- Seria E 2: **Management**
- Seria E 3: **Marketing**
- Seria SSEF: **Știința sportului și educației fizice**
- Seria SJ: **Drept**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE UMANISTE

- Seria U 1: **Filologie- Engleză**
- Seria U 2: **Filologie- Română**
- Seria U 3: **Istorie**
- Seria U 4: **Filologie - Franceză**

Domeniul fundamental MATEMATICĂ ȘI ȘTIINȚE ALE NATURII

- Seria C: **Chimie**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE BIOMEDICALE

- Seria M: **Medicină**
- Seria F: **Farmacie**

CUPRINS

	Pag. teză	Pag. rezu mat
Introducere	12	6
Introduction	14	-
I. STUDIUL DOCUMENTAR		
Considerații teoretice privind proiectarea și realizarea unor produse cu destinație specială	16	-
CAPITOLUL 1. Plante cu potențial lactogen	17	9
1.1. Nutriția în timpul sarcinii	17	9
1.2. Plante cu potențial lactogen	20	9
1.3. Anason (<i>Pimpinella anisum</i> L.)	21	-
1.4. Anason stelat (<i>Illicium verum</i> L.)	22	-
1.5. Fenicul (<i>Foeniculum vulgare</i> L.)	22	-
1.6. Roiniță (<i>Melissa officinalis</i> L.)	23	-
1.7. Fân grecesc/Schinduf (<i>Trigonella foenum graecum</i> L.)	23	-
1.8. Cimbrisor (<i>Thymus serpyllum</i> L.)	24	-
1.9. Armurariu (<i>Silybum marianum</i> L.)	25	-
1.10. Chimion (<i>Cuminum cyminum</i> L.)	25	-
1.11. Metode de extracție a principiilor active din plantele cu potențial lactogen	26	-
1.12. Caracterizarea micronutrienților din compoziția alimentelor cu destinație specială	31	-
1.12.1. Compuși bioactivi	31	-
1.12.2. Compuși cu rol în stimularea lactației (trans-anetol, estragol)	32	-
CAPITOLUL 2. Materii prime utilizate la obținerea produselor de tip ready-to-eat cu destinație specială	34	11
2.1. Aspecte generale	34	11
2.2. Caracterizarea materiei prime de origine vegetală utilizată în studiul de cercetare	34	11
2.2.1. Ardei kapia roșu (<i>Capsicum annuum</i> L.)	34	11
2.2.2. Zucchini (<i>Curcubita pepo</i> L.)	34	11
2.2.3. Sfeclă roșie (<i>Beta vulgaris</i> L.)	34	12
2.2.4. Cartof dulce (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	35	12
2.3. Caracterizarea materiei prime de origine animală utilizată în studiul de cercetare	35	13
2.3.1. Mușchiuleț de curcan	36	13
2.3.2. Mușchiuleț de porc	36	14
2.3.3. Mușchiuleț de vită	37	14
CAPITOLUL 3. Tehnici de procesare termică	38	15
3.1. Aspecte generale	38	15
3.2. Convecție cu vapori de apă	39	-
3.3. Convecție cu aer cald	39	-
Referințe bibliografice	41	-
II. STUDIUL EXPERIMENTAL		
Proiectarea și realizarea unor alimente cu destinație specială	49	-
4. Obținerea și caracterizarea extractelor apoase din plante cu potențial lactogen	50	17
4.1. Aspecte generale	50	17
4.2. Obiectivele studiului	50	17
4.3. Materiale	50	-
4.4. Metode	51	-

4.4.1. Obținerea extractelor apoase din plante	51	-
4.4.2. Determinarea activității antioxidante a extractelor apoase	51	-
4.4.3. Determinarea conținutului de polifenoli totali a extractelor apoase	52	-
4.4.4. Determinarea conținutului total de flavonoide a extractelor apoase	52	-
4.4.5. Rețele neuronale artificiale (RNA)	53	-
4.4.6. Spectroscopie în Infraroșu cu Transformată Fourier	53	-
4.4.7. Microscopie confocală cu scanare laser (CLSM)	53	-
4.4.8. Analiza componentelor principale (PCA)	54	-
4.4.9. Analiza ierarhică a clusterelor (HCA)	54	-
4.4.10. Analiză statistică	54	-
4.5. Rezultate și discuții	54	18
4.5.1. Activitatea antioxidantă a extractelor apoase din plante	54	-
4.5.2. Conținutul total de polifenoli și flavonoide a extractelor apoase din plante	56	18
4.5.3. Rețele neuronale artificiale (RNA) utilizate pentru caracterizarea extractelor apoase	57	21
4.5.4. Analiza FT-IR a extractelor apoase	58	22
4.5.5. Microscopie confocală	59	22
4.5.6. Analiza componentelor principale (PCA)	60	24
4.5.7. Analiza ierarhică a clusterelor	61	-
4.6. Concluzii parțiale	62	25
5. Obținerea și caracterizarea produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrișor	63	26
5.1. Aspecte generale	63	26
5.2. Obiectivele studiului	63	26
5.3. Materiale și metode	64	-
5.3.1. Obținerea și procesarea produselor din carne tocată cu adaos de extract apos	64	-
5.3.2. Determinarea activității antioxidante	64	-
5.3.3. Determinarea conținutului de polifenoli totali	64	-
5.3.4. Determinarea conținutului total de flavonoide	64	-
5.3.5. Spectroscopie FT-IR	64	-
5.3.6. Analiza profilului textural (TPA)	64	-
5.3.7. Analiza comportamentului reologic al produselor din carne cu adaos de extract apos	65	-
5.3.8. Analiza digestibilității in vitro a produselor din carne cu adaos de extract apos	65	-
5.3.9. Determinarea culorii produselor din carne cu adaos de extract apos	66	-
5.3.10. Calorimetrie cu scanare diferențială (DSC)	66	-
5.3.11. Analiza caracteristicilor senzoriale a produselor din carne cu adaos de extract apos	66	-
5.3.12. Analiza statistică a datelor experimentale	67	-
5.4. Rezultate și discuții	67	27
5.4.1. Determinări realizate la procesare	67	-
5.4.2. Activitatea antioxidantă a produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrișor	69	-
5.4.3. Conținutul de polifenoli totali al produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrișor	70	-
5.4.4. Conținutul total de flavonoide al produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrișor	70	-
5.4.5. Analiza FT-IR a produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrișor	71	28

5.4.6. Influența tratamentelor termice asupra parametrilor texturali ai produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor	73	-
5.4.7. Comportamentul reologic al produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor	76	-
5.4.8. Digestibilitatea <i>in vitro</i> a produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor	77	-
5.4.9. Influența tratamentelor termice asupra parametrilor de culoare ai produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor	78	30
5.4.10. Calorimetria cu scanare diferențială a produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor	81	35
5.4.11. Analiză senzorială a produselor din carne obținute	82	36
5.5. Concluzii parțiale	83	38
6. Obținerea și caracterizarea piureurilor din vegetale cu adaos de extract apos de anason/ fenicul	85	40
6.1. Aspecte generale	85	40
6.2. Obiectivele studiului	85	40
6.3. Materiale și metode	85	-
6.3.1. Obținerea și procesarea produselor din vegetale cu adaos de extract apos din anason/fenicul	86	-
6.3.2. Determinarea activității antioxidante	87	-
6.3.3. Determinarea conținutului de polifenoli totali	87	-
6.3.4. Determinarea conținutului total de flavonoide	87	-
6.3.5. Determinarea conținutului de carotenoide	87	-
6.3.6. Spectroscopie FT-IR	87	-
6.3.7. Analiza profilului textural (TPA)	87	-
6.3.8. Analiza proprietăților reologice	88	-
6.3.9. Determinarea consistenței cu ajutorul consistometrului Bostwick	88	-
6.3.10. Analiza digestibilității <i>in vitro</i>	88	-
6.3.11. Analiza culorii în coordonate CIE L*a*b*	88	-
6.3.12. Calorimetrie cu scanare diferențială (DSC)	88	-
6.3.13. Analiza caracteristicilor senzoriale	89	-
6.4. Rezultate și discuții	89	41
6.4.1. Determinări realizate la procesare	90	-
6.4.2. Activitatea antioxidantă a piureurilor din vegetale cu adaos de extract apos de anason/ fenicul	93	-
6.4.3. Conținutul de polifenoli totali din piureurile vegetale cu adaos de extract apos de anason/ fenicul	94	-
6.4.4. Conținutul total de flavonoide din piureurile vegetale cu adaos de extract apos de anason/ fenicul	95	-
6.4.5. Conținutul de carotenoide din piureurile vegetale cu adaos de extract apos de anason/ fenicul	97	-
6.4.6. Analiza FT-IR a piureurilor vegetale cu adaos de extract apos de anason/ fenicul	98	42
6.4.7. Influența tratamentelor termice asupra parametrilor texturali ai piureurilor vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul	99	-
6.4.8. Comportamentul reologic al produselor din vegetale cu adaos de extract apos	102	-
6.4.9. Consistența piureurilor vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul	108	-
6.4.10. Digestibilitate <i>in vitro</i> a piureurilor vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul	109	-
6.4.11. Influența tratamentelor termice asupra parametrilor de culoare ai piureurilor vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul	110	-

6.4.12. Calorimetria cu scanare diferențială a piureurilor vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul	115	-
6.4.13. Analiza senzorială piureurilor vegetale obținute	116	-
6.5. Concluzii parțiale	117	43
CONCLUZII GENERALE	118	45
REFERINTE BIBLIOGRAFICE	119	-
CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR	127	46
DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR	128	46
ANEXE	131	-
ANEXA 1. LISTA FIGURILOR	131	-
ANEXA 2. LISTA TABELELOR	133	-
ANEXA 3.	134	-
ANEXA 4.	135	-

Cuvinte cheie: plante cu potențial lactogen, compuși biologic activi, ready-to-eat

Introducere

Potrivit OMS (Organizația Mondială a Sănătății), sugarii ar trebui să fie alăptați exclusiv la sân în primele 6 luni de viață pentru a avea o creștere și o dezvoltare fizică și psihomotorie optimă. În întreaga lume, femeile au întâmpinat probleme legate de alăptare, astfel devenind necesară adoptarea unei alimentații adecvate și a unui stil de viață sănătos. De asemenea, datorită programului din ce în ce mai încărcat, oamenii recurg tot mai des la variante mai rapide, cum ar fi produsele de tip Ready-To-Eat.

Alegerea temei de doctorat "Proiectarea și realizarea unor alimente cu destinație specială" s-a bazat pe oportunitatea de a exploata potențialul plantelor lactogene utilizate din cele mai vechi timpuri, alături de un aport de nutrienți necesari unui stil de viață sănătos.

Teza de doctorat intitulată " Proiectarea și realizarea unor alimente cu destinație specială" a vizat realizarea unor produse de tip Ready-To-Eat cu destinație specială, prin determinarea și caracterizarea fitochimică a extractelor apoase realizate din diferite plante lactogene, precum și utilizarea acestora în scopul obținerii unor produse de origine animală și vegetală cu valoare adăugată.

Cercetările derulate pe parcursul studiilor de doctorat au vizat următoarele obiective științifice:

- Realizarea extractelor apoase din plante medicinale, urmată de identificarea și cuantificarea principiilor active din extracte (conținut total de polifenoli, conținut total de flavonoide, activitate antioxidantă)
- Realizarea unor produse de tip Ready-To-Eat de origine animală, urmată de caracterizarea complexă a produselor cu destinație specială prin identificarea și cuantificarea principiilor active.
- Realizarea unor produse de tip Ready-To-Eat de origine vegetală, urmată de caracterizarea complexă a produselor cu destinație specială prin identificarea și cuantificarea principiilor active.

Teza de doctorat este structurată în două părți, după cum urmează:

- I. **STUDIUL DOCUMENTAR**, format din 3 capitole ce prezintă date recente din literatura de specialitate referitoare la nutriția în timpul sarcinii și alăptării, la plantele cu potențial lactogen, precum și la caracterizarea micronutrienților din compoziția acestora dar și a metodelor de extracție. De asemenea sunt prezentate și caracterizate materiile prime de origine animală și

vegetală dar și date din literatura de specialitate privind tehnicile de procesare termică utilizate la prelucrarea lor.

- II. **STUDIUL EXPERIMENTAL**, structurat în 3 capitole ce cuprind rezultatele studiilor de cercetare realizate pe parcursul stagiului doctoral, prezentate pe scurt după cum urmează:

CAPITOLUL 4, intitulat **”OBȚINEREA ȘI CARACTERIZAREA EXTRACTELOR APOASE DIN PLANTE CU POTENTIAL LACTOGEN”**, prezintă rezultatele obținute în cadrul experimentelor de extracție și caracterizarea fitochimică a extractelor apoase obținute din 8 plante cu potențial lactogen, prin utilizarea metodelor spectrofotometrice.

CAPITOLUL 5, intitulat **”OBȚINEREA ȘI CARACTERIZAREA PRODUSELOR DIN CARNE CU ADAOS DE EXTRACT APOS DE ROINIȚĂ/CIMBRIȘOR”** prezintă rezultatele obținute în etapele de procesare termică a diferitor tipuri de carne (curcan, porc și vită), precum și caracterizarea complexă (fitochimică, texturală, reologică) a produselor de tip Ready-To-Eat cu adaos de extract apos din plante lactogene (roiniță/cimbrișor).

CAPITOLUL 6, intitulat **”OBȚINEREA ȘI CARACTERIZAREA PIUREURILOR DIN VEGETALE CU ADAOS DE EXTRACT APOS DE ANASON/FENICUL”** prezintă rezultatele obținute în etapele de procesare termică și dezvoltare a variantelor de produse de tip Ready-To-Eat cu adaos de extract apos din plante lactogene (anason/fenicul) și caracterizarea acestora din punct de vedere fitochimic, textural și reologic.

Fiecare capitol al studiului experimental este structurat după cum urmează: Aspecte generale, Obiectivele studiului, Materiale, Metode, Rezultate și discuții, Concluzii parțiale și Referințe bibliografice.

CONCLUZII GENERALE, prezintă concluziile principale rezultate din determinările realizate în cadrul prezentei teze de doctorat.

CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR descrie principalele contribuții aduse la dezvoltarea cunoașterii în tematica abordată și noi perspective de continuare a cercetărilor.

DISEMINAREA REZULTATELOR prezintă principalele publicații și participări la manifestări științifice naționale și internaționale, care au avut drept scop valorificarea rezultatelor obținute în cadrul prezentei tezei de doctorat.

Drd.ing. Tănase (Butnariu) Luiza-Andreea - Proiectarea și realizarea unor alimente cu destinație specială

Teza de doctorat cuprinde 140 pagini, în care sunt incluse 35 figuri și 18 tabele. Studiul documentar reprezintă 25 % iar partea experimentală 75 %.

În final, sunt prezentate contribuțiile originale ale tezei de doctorat, cu impact în dezvoltarea cunoașterii în domeniu și perspectivele de continuare a cercetărilor, precum și diseminarea rezultatelor obținute în domeniul de cercetare abordat. Rezultatele cercetărilor au fost diseminate prin elaborarea a 6 articole științifice, 1 articol publicat în revistă cotate ISI Precedings (*10th Central European Congress on Food*), 5 articole publicate în reviste cotate ISI (2 articole în *Molecules*, un articol în *Processes* și 2 articole în *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galați*), precum și 22 de comunicări la manifestări științifice reprezentative pentru domeniul ingineriei produselor alimentare, naționale și internaționale.

Activitățile de cercetare din cadrul tezei de doctorat au fost desfășurate cu ajutorul Centrului integrat de cercetare, expertiză și transfer tehnologic (BioAliment-TehnIA) (www.bioaliment.ugal.ro), din cadrul Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor, Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați.

Teza s-a realizat sub coordonarea științifică a Prof. univ. dr. ing. Elisabeta BOTEZ, în calitate de conducător de doctorat și a comisiei de îndrumare alcătuită din: Ș.I. dr. ing. Oana-Viorela NISTOR, Ș.I. dr. ing. Doina-Georgeta ANDRONOIU și Ș.I. dr. ing. Gabriel-Dănuț MOCANU.

CAPITOLUL 1. Plante cu potențial lactogen

1.1. Nutriția în timpul sarcinii și alăptării

Alimentația este principala problemă cu care se confruntă omenirea în prezent. Ignoranța de care dau dovadă oamenii în ceea ce privește alimentația are ca rezultat o serie de boli moderne, cum ar fi sindromul metabolic, caracterizat prin tensiune arterială crescută, diabet, ateroscleroză și boli cardiovasculare în general (*Verbanac și al., 2019*).

Sarcina reprezintă o provocare din punct de vedere nutrițional, deoarece aportul de micronutrienți atât din perioada periconcepțională cât și din timpul sarcinii contribuie direct asupra dezvoltării organelor fetale și sănătății mamei. O alimentație necorespunzătoare poate conduce la numeroase deficiențe și poate cauza numeroase probleme, cum ar fi avortul, restricția de creștere intrauterină (RCIU), nașterea prematură și preeclampsia (PE) (*Milman și al., 2016*).

Cerințele nutriționale sunt diferite în timpul sarcinii față de cele din alte etape ale vieții, întrucât corpul mamei trebuie să susțină dezvoltarea embrionului, ulterior a fătului. Un aport nutritiv slab sau nesigur în timpul sarcinii poate duce la infecții, creștere fetală deficitară sau excesivă și risc crescut de boli metabolice. Efectele negative ale alimentației precare din timpul sarcinii se pot extinde timp de zeci de ani atât pentru mamă, cât și pentru copil (de exemplu diabetul și obezitatea) (*Cannon și al., 2020*).

Un mit comun care trebuie eliminat este faptul că gravidele ar trebui să „mănânce pentru doi”. Pot exista efecte dăunătoare asupra sănătății fătului și a mamei atunci când se mănâncă în exces. Recomandările privind consumul de energie în timpul sarcinii în Regatul Unit al Marii Britanii sunt de a crește aportul cu aproximativ 200 de calorii (aproximativ 837 kJ) pe zi și numai în al treilea trimestru de sarcină. Un plus de 200 de calorii este aproximativ echivalent cu adăugarea unei banane și a unui iaurt la dieta obișnuită. Aceste recomandări se bazează pe presupunerea că dezvoltarea fetală și creșterea în greutate gestațională rămân în parametri optimi, astfel încât monitorizarea ambelor pe toată durata sarcinii este esențială pentru a confirma că aportul de energie este adecvat pentru individ (*de Seymour și al., 2019*).

1.2. Plante cu potențial lactogen

De-a lungul anilor, rolul laptelui matern a devenit din ce în ce mai recunoscut ca fiind benefic în reducerea morbidității în rândul sugarilor și în special în rândul nou-născuților prematuri. Laptele matern este cunoscut a fi forma ideală de nutriție pentru bebeluș în primele 6 luni de viață, deoarece aduce aportul de nutrienți necesari unei dezvoltări sănătoase (*Özalkaya și al., 2018*). Alăptarea conferă, de asemenea, o serie de beneficii mamelor, care

includ riscul redus de cancer de sân, endometrial și ovarian, împreună cu revenirea mai rapidă la greutatea de dinainte de sarcină și îmbunătățirea stării psihologice a mamei care alăptează (*Grzeskowiak et al., 2019*).

Insuficiența laptelui matern a fost frecvent raportată ca fiind principalul motiv pentru întreruperea alăptării. Numeroase femei, în special cele care au născut prematur, au întâmpinat dificultăți în a produce cantitatea necesară de lapte (*Shawahna și al., 2018*).

În perioada postpartum, multe femei se confruntă cu probleme de sănătate acute și cronice (tuse, infecții, dureri de spate, migrenă, depresie și multe altele) și necesită tratament medicamentos. Acest caz este unul dintre motivele autoraportate de femei pentru întreruperea alăptării. În plus, mulți profesioniști din domeniul sănătății nu au cunoștințe științifice cu privire la medicamente și pot sfătui femeile să întrerupă alăptarea pe parcursul tratamentului (*Saha și al., 2015*).

S-a susținut că cel puțin 5% dintre femei se confruntă cu insuficiență a lactației (numite agalactii), în timp ce aproximativ 15% dintre femei se confruntă cu o aprovizionare inadecvată a laptelui matern (numite hipogalactii) la 3 săptămâni postpartum și numărul crește constant (*Oppong Bekoe și al., 2019*).

Galactogogii sunt alimente, suplimente farmaceutice sau pe bază de plante care sunt utilizate pentru a sprijini inițierea, continuarea sau creșterea producției de lapte matern (*Nur Hayati et al., 2019*). De asemenea, cresc secreția de prolactină și oferă un confort psihologic și o contribuție marginală la producerea laptelui matern. Producția de lapte uman este un proces fiziologic complex care implică factori fizici și emoționali și interacțiunea mai multor hormoni, dintre care cel mai important este considerat a fi prolactina (*Brodrribb, 2018*).

După cum se menționează în definiție, galactogogii sunt:

- alimente, precum floarea de banană, busuioc de lămâie, busuioc thailandez, pui, pește, dovleac și altele (*Buntuchai et al., 2017*);
- produse farmaceutice, cum ar fi metoclopramidă, domperidonă, clorpromazină și sulpiridă;
- plante medicinale.

Există numeroase plante în întreaga lume cunoscute sub numele de galactogogi. Cele mai frecvent utilizate plante medicinale în preparatele și formulările comerciale sunt feniculul, anasonul, anasonul stelat, shatavari, torbangunul, chimenul, mărarul, schinduful, roinița, ciulinul de lapte, cimbrul, cimbrisorul și multe altele (*Khorshidian et al., 2019*).

CAPITOLUL 2. Materii prime utilizate la obținerea produselor de tip ready-to-eat cu destinație special

2.1. Aspecte generale

Organizația Mondială a Sănătății estimează că în 2014, 300 de milioane de femei din lume erau obeze, afirmând că atunci când acestea vor deveni mame, șansele să aibă copii obezi sunt mult mai ridicate, mai ales dacă dezvoltă diabet gestational (Watson, 2015).

Însă, interesul consumatorilor pentru siguranța și calitatea alimentelor a crescut surprinzător în ultimii ani, crescând astfel și cererea pentru produsele gata preparate de tip Ready-To-Eat (RTE) (Nikmaram și al., 2018).

Procesarea alimentelor reprezintă un segment al industriei alimentare care transformă materiile prime de origine animală, vegetală și marină în produse alimentare intermediare sau finite cu valoare adăugată, sigure de consum. Această transformare necesită aplicarea forței de muncă, energie, mașini și cunoștințe științifice la o etapă (operație unitară) sau la o serie de etape (proces) în realizarea transformării dorite. Din materii prime se obțin ingrediente cu valoare adăugată sau produse finite care satisfac nevoile și confortul consumatorilor. În același timp se realizează și prelungirea duratei de valabilitate a materialelor alimentare, prin conservarea produsului împotriva pericolelor biologice, chimice și fizice (Clark și al., 2014).

2.2. Caracterizarea materiei prime de origine vegetală utilizată în studiul de cercetare

2.2.1. Ardei kapia roșu (*Capsicum annum L.*)

O legumă valoroasă este reprezentată de ardeiul dulce (*Capsicum annum L.*). Este o cultură de legume răspândită, care este consumată și cultivată în toată lumea. Popularitatea lor este în continuă creștere ca urmare a aromei, culorii (roșu, verde și galben) și valorii lor nutritive variate (Kaur & Kaur, 2020). Ardeiul kapia, aparține familiei *Solanaceae* și conține diverși compuși bioactivi, precum carotenoide, capsaicinoizi, compuși fenolici (flavonoide), vitamina C, vitamina E și numeroși acizi grași (Feng și al., 2022).

2.2.2. Zucchini (*Cucurbita pepo L.*)

Zucchini (*Curcubita pepo* L.), este foarte popular în alimentația oamenilor datorită numărului său scăzut de calorii (un zucchini de mărime medie are doar 25 de calorii) atribuit conținutului crescut de apă (aproximativ 96%). Totodată, aceștia au o valoare nutritivă ridicată datorită conținutului semnificativ de potasiu, acid folic și vitamina A. De asemenea, conțin un procent ridicat de magneziu, fosfor și vitamina C, care sunt necesare pentru a construi și menține oasele sănătoase. Consumul regulat de zucchini ajută la tratarea astmului și poate fi folosit în prevenirea scorbutului și a vânătăilor cauzate de o deficiență de vitamina C (Rolnik & Olas, 2020).

2.2.3. Sfeclă roșie (*Beta vulgaris* L.)

Sfecla roșie (*Beta vulgaris* L.) este un tubercul ce aparține familiei *Chenopodiaceae*, fiind originară din Europa și Africa de Nord. Deține proprietăți preventive împotriva a numeroase boli, cauzate de proliferarea radicalilor liberi, în principal datorită conținutului său ridicat de compuși bioactivi precum vitaminele (C, B1, B2, B3, B6 și B12) și polifenolii (betalaine și flavonoide) (Ramírez-Melo și al., 2022). În plus, sfecla roșie conține o cantitate semnificativă de acizi fenolici, cum ar fi acidul ferulic, protocatehic, vanilic, p-cumaric și acizii p-hidroxibenzoic și seringic (Hidalgo și al., 2018). Numeroase studii au raportat că sfecla roșie are proprietăți benefice sănătății, precum proprietăți antioxidante (Sawicki și al., 2016), antiinflamatorii și antihipertensive precum și anti-cancerigene, fiind un adjuvant al prevenirii cancerului și a bolilor cardiovasculare (Mella și al., 2022). Fiind o sursă de fier, aceasta tratează și previne anemia, iar acidul folic din sfeclă roșie poate proteja împotriva dizabilităților congenitale, în timp ce fibrele alimentare pot avea un efect benefic asupra colonului. Astfel, este o legumă foarte populară din punct de vedere nutrițional și economic (Ropelewska și al., 2022). Datorită impactului pozitiv asupra sănătății, sfecla roșie a fost ușor încorporată în diferite produse alimentare, cum ar fi vinul, înghețata, iaurtul, dulceața, pastelesau biscuiții (Cui și al., 2022).

2.2.4. Cartof dulce (*Ipomoea batatas* L.)

Ipomoea batatas, cunoscut în mod obișnuit drept cartoful dulce, aparține familiei *Convolvulaceae*. Tuberculii săi au fost inițial cultivați în America de Sud și în Antilele mari și mici. Diverse varietăți de *I. batatas* sunt acum cultivate pe scară largă în regiuni temperate tropicale, subtropicale și calde din întreaga lume între 40 °N și 32 °S. Tuberculul *I. batatas* este bogat în amidon, fibre dietetice, pectină, minerale, vitamine și compuși bioactivi. Este o sursă primară de amidon și o cultură productivă și adaptabilă. Este utilizat pe scară largă în producția industrială și agricolă alimentară și a devenit recent un obiectiv de cercetare datorită proprietăților sale nutriționale și funcționale unice care promovează sănătatea umană (Jiang și al., 2019).

2.3. Caracterizarea materiei prime de origine animală utilizată în studiul de cercetare

La fel ca și alte sectoare din industria alimentară, industria cărnii trece prin transformări majore și este condusă, printre altele, de schimbările în cerințele consumatorilor. Una dintre principalele tendințe care modelează evoluțiile în consumul de derivate din carne este interesul consumatorilor față de posibilitățile de îmbunătățire a sănătății prin alimentație. Alimentele funcționale pe bază de carne sunt văzute ca o oportunitate de a-și îmbunătăți „ imaginea ” și se adresează nevoilor consumatorilor, precum și pentru a îndeplini obiectivele nutriționale alimentare (*Sánchez-Muniz și al., 2012*).

Carnea este un aliment complex, cu o compoziție nutrițională puternic structurată. Procesarea termică a produselor din carne este esențială pentru realizarea unui produs plăcut și sigur de consum. Carnea devine comestibilă și mai digerabilă atunci când este supusă procesării. Cu toate acestea, tratamentul termic poate duce la modificarea nedorită a calității cărnii, cum ar fi pierderea valorii nutritive, în principal datorită oxidării lipidelor și modificării unor componente ale fracției proteice (*Białobrzewski și al., 2010*).

Carnea este considerată cea mai bună sursă de proteine de înaltă calitate datorită compoziției echilibrate în aminoacizi esențiali și a digestibilității ridicate a acestora. Pe lângă valoarea lor nutritivă, proteinele din carne au criptate în secvența lor peptide bioactive, care pot fi eliberate prin hidroliză enzimatică (*Martini și al., 2019*).

Produsele din carne tocată, cunoscute sub denumirea de “chiftele” sunt produse obținute din carne mărunțită care poate fi clasificată drept carne restructurată și este foarte populară în unele țări din regiunea asiatică și în anumite țări europene. Pot fi preparate folosind carne de vită, pui, porc sau pește, iar cele care sunt foarte populare și găsite pe scară largă pe piață sunt produsele din carne de vită. Pentru a obține beneficii economice, înlocuirea cărnii de vită în chiftele cu carne de preț mai mic, precum cea de porc, are loc frecvent.

2.3.1. Mușchiuleț de curcan

Carnea de pasăre este unul dintre cele mai populare produse alimentare din întreaga lume. Consumul de carne de pasăre a crescut în ultimele decenii în multe țări datorită, printre altele, costului de producție relativ redus, conținutului scăzut de grăsimi și valorii nutritive ridicate (*Karpińska-Tymoszczyk, 2014*).

Carnea de pasăre este o materie primă care este predispusă la alterare și la dezvoltarea agenților patogeni. De exemplu, *Campylobacter jejuni* alterează carnea crudă sau netratată termic, *Escherichia coli* O157:H7 contaminează carnea crudă, *Listeria monocytogenes* contaminează cârnații uscați, carnea și produsele din carne, *Clostridium* și *Salmonella* contaminează carnea de pasăre în general. Toate aceste contaminări contribuie la numărul de boli transmise de alimente în lume (Guyon și al., 2016).

2.3.2. Mușchiuleț de porc

În ultimele decenii, stilurile de viață privind consumul de carne s-au schimbat. Consumatorii au devenit mai selectivi, în special în ceea ce privește calitatea produselor, proprietățile funcționale și nutriționale, conștientizarea relației dintre hrană și sănătate, bunăstarea animalelor și îngrijirea mediului. Producția de carne de porc se ridică la aproximativ 50% din producția totală de carne din Europa și conform unui sondaj realizat de Organizația pentru Alimentație și Agricultură a Națiunilor Unite (FAO) în 2007, 75% dintre consumatori includ carnea de porc o dată pe săptămână în alimentația lor (Papadopoulou și al., 2011).

De asemenea, carnea de porc este cea mai vândută carne din Uniunea Europeană, iar vânzările acesteia sunt estimate la 9% din producția agricolă totală conform unui studiu realizat în anul 2015. O proporție ridicată din carnea de porc vândută (40%) este consumată sub formă de carne tocată. În plus, se prevede că această valoare va crește din cauza așteptărilor consumatorilor, care optează din ce în ce mai mult pentru mâncarea convenabilă (Pogorzelska și al., 2018). În general, carnea tocată de porc este apreciată de consumatori pentru comoditatea ei, deși termenul de valabilitate este limitat din cauza suprafeței mari expuse care favorizează alterarea (Papadopoulou și al., 2011).

2.3.3. Mușchiuleț de vită

Carnea de vită reprezintă o materie primă predispusă la alterare și la dezvoltarea agenților patogeni. De exemplu, *Escherichia coli* O157: H7 contaminează carnea crudă de vită, în special carnea tocată (Guyon și al., 2016). Astfel, este recomandat ca aceasta să fie în mod normal depozitată la temperaturi de refrigerare pentru a-și menține siguranța microbiană. De asemenea, depozitarea la rece permite activarea enzimelor proteolitice care descompun în principal proteinele miofibrilare (Vaskoska și al., 2020).

CAPITOLUL 3. Tehnici de procesare termică

3.1. Aspecte generale

Siguranța alimentară este una dintre problemele cele mai importante la nivel mondial. Pentru a preveni alterarea alimentelor și pentru a păstra calitatea alimentelor și condițiile sanitare necesare consumului uman, au fost explorate mai multe tipuri de tratamente fizice, chimice și biologice ale alimentelor cu diverse tehnologii (*Yeh și al., 2019*).

Înainte de a fi consumate, carnea și produsele din carne sunt supuse unor procese care pot afecta calitatea produselor finite. Printre acestea se numără sacrificarea, maturarea, depozitarea și altele. Carnea și produsele din carne sunt bogate în proteine și, în funcție de tipul de mușchi, conțin cantități variabile și proporții de lipide de stocare (triacilgliceroli) și lipide structurale (fosfolipide). Multă vreme, oxidarea lipidelor din alimentele musculare a fost considerată principala reacție care le afectează calitățile, în special cele senzoriale (*Guyon și al., 2016*).

Procesarea este un proces indispensabil definit ca aplicarea căldurii și / sau a altor forme de energie pentru pregătirea alimentelor pentru consum și este utilizat pentru îmbunătățirea palatabilității și disponibilității nutriționale a materiilor prime, împreună cu îmbunătățirea caracteristicilor lor senzoriale (deoarece anumite reacții induse de căldură pot afecta calitățile senzoriale ale produsului) și a siguranței alimentare (*Ángel-Rendón și al., 2019; Ayadi și al., 2009*).

De asemenea, tratamentul termic este unul dintre cele mai importante metode de conservare a legumelor. Prelucrarea termică a alimentelor este destinată, în primul rând, inactivării agenților patogeni și a altor microorganisme degradante capabile să le facă improprii consumului, precum și inactivării enzimelor. În plus, procesarea termică îmbunătățește biodisponibilitatea compușilor organici prezenți în alimente (de exemplu beta-carotenu) deoarece descompune structura celulozei celulelor vegetale. Din păcate, proprietățile senzoriale ale alimentelor, inclusiv nutrienții, culoarea și textura se modifică în timpul procesului. Modelele cinetice de distrugere termică sunt esențiale pentru proiectarea de noi procese care presupun un produs alimentar sigur și care oferă păstrarea calității produselor (*Dutta și al., 2006*).

Astfel, procesarea termică devine o etapă crucială de procesare atât în gospodărie, cât și la nivel industrial pentru a obține un produs sigur din punct de vedere microbiologic, de înaltă calitate și cu proprietăți senzoriale îmbunătățite (*Rabeller & Feyissa, 2018a, 2018b*).

În ceea ce privește produsele din carne tocată, procesarea termică este un element esențial. În general, produsele din carne tocată se prepară prin prăjire sau fierbere, dar prin această ultimă metodă calitatea este deteriorată, mai ales la suprafață, din cauza timpului lung de expunere la temperaturi ridicate (*Engchuan și al., 2014*). Carnea suferă numeroase modificări în timpul tratamentului termic, atât fizic cât și chimic, inclusiv pierderea în greutate, modificări ale capacității de reținere a apei, modificări de textură, contracția fibrelor musculare, schimbarea culorii și a aromelor, care sunt puternic dependente de denaturarea proteinelor și de pierderea apei. Caracteristicile de calitate ale produselor din carne gătită sunt, de asemenea, dependente de compoziția și caracteristicile porțiunilor anatomice folosite, de tratamentul termic utilizat, precum și de evoluția timpului / temperaturii în timpul gătitului (*Mora și al., 2011*).

Transferul de căldură este unul dintre principiile fundamentale de procesare aplicate în industria alimentară și are aplicații în diverse operațiuni unitare, precum procesarea termică, evaporarea (concentrarea) și uscarea, congelarea și dezghețarea, coacerea și gătitul. Încălzirea este folosită pentru a distruge microorganismele, pentru a oferi alimente sănătoase, a prelungi perioada de valabilitate prin distrugerea anumitor enzime și a promova un produs cu gust, miros și aspect acceptabil. Transferul de căldură este guvernat de schimbul de căldură dintre un produs și mediul înconjurător. Amploarea transferului de căldură crește, în general, odată cu creșterea diferenței de temperatură dintre produs și mediul înconjurător (*Clark și al., 2014*).

4. Obținerea și caracterizarea extractelor apoase din plante cu potențial lactogen

4.1. Aspecte generale

Alăptarea salvează vieți și promovează sănătatea fizică și mentală în întreaga copilărie și pe parcursul celorlalte etape de viață (*Khatun și al., 2018; Koko și al., 2019; Sankar și al., 2015*). Volumul redus de lapte matern este o problemă majoră care poate conduce la tulburări de ritm în alăptarea exclusivă la sân ori chiar la întreruperea alăptării exclusive definitiv (*Bumrungpert și al., 2018*).

Galactogenii sunt medicamente sau alte substanțe cu potențial stimulator în inițierea, întreținerea sau creșterea volumului de lapte matern (*Brodrribb, 2018*). Cu informații disponibile cu ușurință prin intermediul internetului, rețelelor de socializare, sistemelor de asistență și al personalului specializat din domeniul sănătății, femeile pot alege să utilizeze plante galactogene în mod profilactic sau ca răspuns la o secreție diminuată de lapte matern. În cadrul unui studiu realizat în anul 2012, estimările au sugerat că cel puțin 15% dintre femeile care alăptau urmau să încerce galactogeni pe bază de plante (*Zapantis și al., 2012*).

În întreaga lume și de-a lungul istoriei, femeile au folosit anumite plante medicinale pentru a-și stimula lactația. Majoritatea acestor plante nu au fost evaluate științific, dar utilizarea lor tradițională sugerează siguranță și o anumită eficacitate. Printre aceste plante medicinale se includ fânul grecesc, armurariul și multe altele (*Elemo și al., 2016*). Rapoartele științifice anterioare au studiat în mare parte plantele din familia *Apiaceae* și datorită potențialului lor antioxidant puternic (*Kalleli și al., 2019; Bettaieb Rebey și al., 2018; Sayed Ahmad și al., 2018; Bettaieb și al., 2010*).

4.2. Obiectivele studiului

- Selectarea plantelor medicinale cu ajutorul literaturii de specialitate, care ar putea fi utilizate ca ingrediente în alimentația cu destinație specială și anume, a femeilor în perioada de sarcină/alăptare.
- Identificarea metodelor optime de extracție a compușilor biologic activi ai plantelor medicinale.
- Obținerea extractelor apoase din plante prin utilizarea unor metode diferite de extracție: infuzie, macerare, decoctie și extracție asistată de microunde.

- Identificarea și cuantificarea principiilor active din extracte (conținut total de polifenoli, conținut total de flavonoide, activitate antioxidantă, prin metoda DPPH și ABTS).

4.5. Rezultate și discuții

Codificarea metodelor de extracție s-a realizat astfel:

I – Infuzare;

M – Macerare;

D – Decocție;

EAM 30 – Extracție asistată de microunde timp de 30 de secunde;

EAM 75 – Extracție asistată de microunde timp de 75 de secunde;

Probele/Extractele apoase analizate au fost codificate astfel:

An – Anason (*Pimpinella anisum* L.);

Fe – Fenicul (*Foeniculum vulgare* L.);

Ci – Cimbrisor (*Thymus serpyllum* L.);

Ar – Armurariu (*Silybum marianum* L.);

Ro – Roiniță (*Melissa officinalis* L.);

Sc – Schinduf (*Trigonella foenum-graecum* L.);

As – Anason stelat (*Illicium verum* L.);

Ch – Chimion (*Cuminum cyminum* L.).

4.5.2. Conținutul total de polifenoli și flavonoide a extractelor apoase din plante

Conținutul total de polifenoli al unor plante galactogene (tabelul 4.1) a variat între $3,283 \pm 0,011$ mg AG/mL și $34,315 \pm 0,00$ mg AG/mL. Dintre toate plantele, extractul din frunze de roiniță (*Melissa officinalis* L.) a înregistrat cel mai ridicat conținut total de polifenoli ($34,315 \pm 0,00$ mg Ag/mL) obținut prin decoctie, în timp ce semințele de Ar (*Silybum marianum* L.) au avut cel mai scăzut conținut total de fenolici ($3,283 \pm 0,011$ mg AG/mL) obținut cu tehnica de extracție EAM – 30. Rezultate similare au fost raportate de [Ulewicz-Magulska & Wesolowski, 2019](#) pentru unele plante utilizate în scopuri medicale și culinare. După cum se arată în Tabelul 1, cel mai mare conținut total de fenolici a fost obținut prin tehnica de extracție cu decoct, urmată de EAM – 30 > EAM – 75 > infuzie > macerare. Conform [Iwansyah și al., 2016](#) acest aspect poate fi explicat prin faptul că extractele apoase se pot dizolva rapid, pe baza polarității lor, a carbonilului și a acizilor organici. [Kormin și al., 2016](#) au observat rezultate similare pentru extractul pe bază de apă în comparație cu extractul obținut cu EAM și etanol, în cazul uleiului de palmier din Malaezia, obținut din trunchiul ferigilor epifite. De asemenea [Mata și al., 2007](#) a înregistrat valori asemănătoare pentru cinci plante utilizate ca mirodenii portugheze. În cazul

plantelor galactogene studiate, cea mai mare medie a conținutului total de fenolici a fost stabilită pentru proba Ro urmat de Ci > An > Fe > As > Ch > Ar > Sc. Rezultatele prezentate au accentuat importanța compușilor fenolici totali în comportamentul antioxidant al extractelor de plante galactogoge și au indicat că componentele fenolice au contribuit semnificativ la valorile capacității antioxidante totale.

Flavonoidele sunt clasa dominantă de compuși fenolici care se găsesc în aproape toate vegetalele și plantele care au proprietăți antioxidante. Cel mai mare conținut total de flavonoide (tabelul 4.1) al extractelor de plante lactogene studiate a fost înregistrat pentru frunzele de Ro (*Melissa officinalis* L.) și As (*Illicium verum* L.) ($5,779 \pm 0,014$ și $3,517 \pm 0,22$ mg EQ/mL), obținut prin două tehnici de extracție diferite (decoctie și EAM - 30). Cu toate acestea, semințele sau frunzele de Ar (*Silybum marianum* L.) și Sc (*Trigonella foenum-graecum* L.) au prezentat cel mai scăzut conținut total de flavonoide ($0,181 \pm 0,00$ și $0,145 \pm 0,00$ mg EQ/mL). Conform rezultatelor aferente prezentului studiu, extractul apos cu cel mai mare conținut total de flavonoide a fost obținut prin decoctie. Acest extract apos este sigur pentru consum ca atare sau în combinație cu diferite aliimente. O tendință similară a fost raportată de [Wong și al., 2014](#) pentru unele plante comestibile sălbatice din Malaezia și anume *Helminthostachys zeylanica*, *Schismatoglottis ahmadii*, *Heckeria umbelatum*, *Lasia spinosa*, *Gonostegia hirta* și *Aniseia martinicense*.

Raportul CTF/CTP al extractului de Fe (*Foeniculum vulgare* L.) a fost mult mai mare (0,61) în comparație cu celelalte extracte de plante galactagoge și a fost urmat de Ar > Ch > An > Sc > As > Ci > Ro. Acest lucru ar putea contribui la capacitatea sa antioxidantă totală, deoarece componentele flavonoide sunt cei mai activi compuși fenolici antioxidanți. Concentrațiile diferite de fenoli și flavonoide totale din extractul de ierburi galactagoge pot rezulta din mai mulți factori specifici plantelor, cum ar fi speciile, varietatea, influența sezonului de vegetație, precum și condițiile climatice, de cultivare și timpul de recoltare ([Iwansyah și al., 2016](#); [Iwansyah & Mohd Yusoff, 2012](#); [Saxena & Chagti, 2016](#); [Srivastava și al., 2013](#)).

Tabel 4.1. Influența tehnicilor de extracție asupra conținutului de polifenoli și flavonoide din extractele de plante galactogene

Metoda de extracție	Plante galactogene							
	An	Fe	Ci	Ar	Ro	Sc	As	Ch
Rezultate comparate în funcție de metoda de extracție								
Conținut de polifenoli totali (mg AG/mL)								
Macerare	6,649 ±0,00 4 ^C	5,151 ±0,02 2 ^C	12,50 4±0,0 17 ^B	3,515 ±0,00 4 ^C	24,40 ±0,01 3 ^A	3,374 ±0,00 6 ^C	4,535 ±0,00 1 ^C	3,958 ±0,00 5 ^C
Infuzie	7,207 ±0,05 C	5,335 ±0,01 C	17,92 2±0,0 3 ^B	4,201 ±0,02 C	27,45 3±0,0 4 ^A	5,025 ±0,01 C	8,266 ±0,01 C	4,417 ±0,00 C
Decocție	6,972 ±0,01 C	5,033 ±0,00 C	18,45 2±0,0 2 ^B	6,638 ±0,07 C	34,31 5±0,0 0 ^A	6,183 ±0,00 C	6,128 ±0,01 C	4,872 ±0,00 C
EAM - 30	7,058 ±0,01 3 ^C	5,465 ±0,00 9 ^C	11,51 5±0,0 15 ^B	3,283 ±0,01 1 ^C	28,82 2±0,0 21 ^A	4,735 ±0,00 3 ^C	12,33 5±0,0 1 ^C	4,272 ±0,00 5 ^C
EAM - 75	7,513 ±0,00 5 ^C	5,689 ±0,00 3 ^C	21,37 5±0,0 17 ^B	3,774 ±0,00 4 ^C	34,17 4±0,0 24 ^A	5,273 ±0,00 3 ^C	3,393 ±0,00 3 ^C	4,884 ±0,00 4 ^C
Conținut total de flavonoide (mg EQ/mL)								
Macerare	1,023 ±0,01 B	0,774 ±0,01 B	2,556 ±0,04 A,B	0,534 ±0,01 B	4,969 ±0,08 A	0,389 ±0,01 B	1,053 ±0,02 B	0,752 ±0,06 B
Infuzie	1,067 ±0,02 B	0,897 ±0,01 8 ^B	2,739 ±0,02 9 ^{A,B}	0,527 ±0,01 2 ^B	3,670 ±0,03 A	0,517 ±0,01 1 ^B	1,223 ±0,02 8 ^B	0,684 ±0,00 4 ^B
Decocție	1,175 ±0,01 1 ^B	0,820 ±0,00 9 ^B	3,267 ±0,01 6 ^{A,B}	1,122 ±0,01 4 ^B	5,779 ±0,01 4 ^A	0,905 ±0,01 9 ^B	0,902 ±0,01 3 ^B	1,207 ±0,01 4 ^B
EAM - 30	3,062 ±0,10 B	3,330 ±0,29 B	3,095 ±0,10 A,B	1,960 ±0,10 B	5,304 ±0,08 A	1,986 ±0,08 B	3,517 ±0,22 B	2,367 ±0,07 B
EAM - 75	0,359 ±0,01 B	0,366 ±0,01 B	0,308 ±0,00 A,B	0,181 ±0,00 B	0,399 ±0,01 A	0,145 ±0,00 B	0,224 ±0,00 B	0,371 ±0,00 B
Rezultate comparate în funcție de plantele lactogene								
Raport CTF/CTP								
Macerare	0,15	0,15	0,20	0,15	0,20	0,12	0,23	0,19
Infuzie	0,15	0,17	0,15	0,13	0,13	0,10	0,15	0,15
Decocție	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,15	0,15	0,25
EAM - 30	0,43	0,61	0,27	0,60	0,18	0,42	0,29	0,55
EAM - 75	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,07	0,08

Valorile de pe același rând cu superscript diferit (A-C) sunt semnificativ diferite (p≤0,05).

4.5.3. Rețele neuronale artificiale (RNA) utilizate pentru caracterizarea extractelor apoase

Datele empirice au fost prelucrate folosind modele de rețele neuronale artificiale. Datele de intrare sunt reprezentate de extractele de plante lactogene și tehnicile de extracție, în timp ce ieșirile sunt reprezentate de rezultatele determinărilor în ceea ce privește profilul fitochimic al extractelor (CTP și CTF, precum și activitatea antioxidantă determinată prin teste DPPH și ABTS).

Figura 4.3. prezintă Rețeaua Neuronală Artificială pentru extractele de plante lactogene, unde (a) reprezintă arhitectura RNA pentru prezentul studiu, în timp ce (b) reprezintă performanța valorilor de eroare rezultate în urma procesului de antrenament.

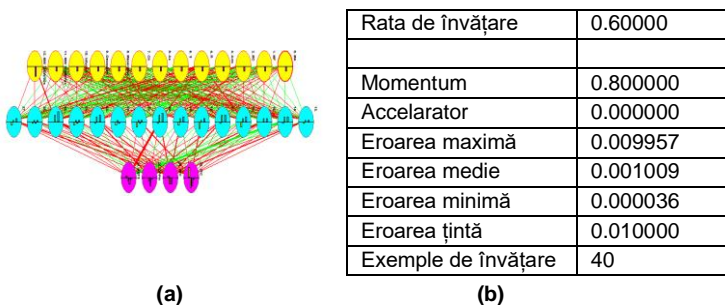


Figura 4.3. Rețeaua neuronală artificială pentru extractele de plante lactogene (a) și valorile de eroare rezultate (b)

Din figura 4.3 (a) se poate observa că rețeaua include doar un strat ascuns și un număr de 32 de neuroni. După acest pas, rețeaua a fost antrenată folosind 192 de cicluri de învățare și eroarea maximă obținută a fost de 0,01. Scăderea continuă a erorii prezentate în figura 4.3 (b) indică faptul că rețeaua neuronală este corect construită. După obținerea RNA-ului, acesta poate fi folosit pentru stabilirea eficienței maxime pentru fiecare analiză. Se pare că, cea mai fezabilă combinație între plantă și tehnicile de extracție asociate este reprezentată de extractul de roiniță obținut prin procesarea cu microunde, macerare sau infuzie. Pentru analizele CTP, DPPH și ABTS, cele mai bune rezultate s-au înregistrat pentru roiniță și anason stelat, extrase prin macerare și procesarea cu microunde, în timp ce pentru CTF plantele optime sunt roiniță și respectiv, chimenul, extrase la microunde. Chiar dacă există multe combinații în care orice analiză ar putea fi importantă sau relevantă, tehnicile de extracție și tipurile de plante sunt decisive.

4.5.4. Analiza FT-IR a extractelor apoase

Analiza FT-IR a extractelor apoase de plante a urmărit să dezvăluie prezența unor compuși sau grupe funcționale specifice, care sunt implicate în mecanismul beneficiilor pentru sănătate.

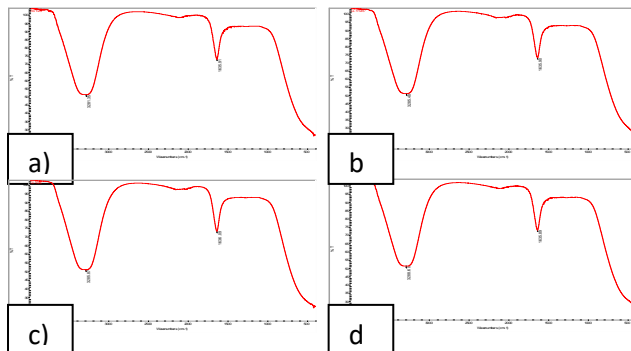


Figura 4.4. Spectre FT-IR a) Cimbrişor (extract apos 1:25); b) Cimbrişor (extract apos 1:12,5); c) Roiniță (extract apos 1:25); d) Roiniță (extract apos 1:12,5).

Spectrele FT-IR pentru ambele extracte apoase au dezvăluit prezența benzilor la $3288,6\text{ cm}^{-1}$ și subliniază prezența vibrațiilor de întindere -OH, care ar putea fi atribuite fenolilor, esterilor sau altor compuși nativi din aceste extracte. Benzile de absorbție din regiunea $1700 - 1500\text{ cm}^{-1}$ sunt definite de grupările amidice I și II responsabile pentru legăturile peptidice specifice proteinelor. Prezența benzilor la 1635 cm^{-1} indică întinderea C=O cuplată cu îndoirea în plan N-H (Balan și al., 2019) care sunt implicate în menținerea funcțiilor normale ale sistemului nervos central. Asemănarea ambelor extracte de cimbrişor și roiniță a indus ideea că unele componente specifice și comune sunt prezente în probe.

4.5.5. Microscopie confocală

CLSM a fost utilizată pentru a determina principalii compuși bioactivi care sunt prezenți în structura extractului. Acest tip de analiză ar putea fi utilă pentru a înțelege fenomenele și interacțiunile dintre unii compuși benefici pentru sănătate.

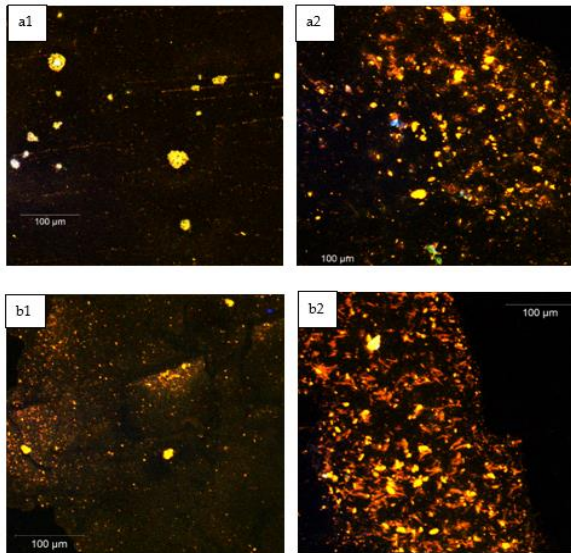


Figura 4.5. Imagini de microscopie cu scanare laser confocală ale probelor de cimbrişor (a1 și a2) și roiniță (b1 și b2)

Datorită faptului că extractele de cimbrişor și roiniță, obținute prin decoct, au înregistrat cele mai ridicate valori ale activității antioxidante, acestea au fost probele selectate pentru analiza microscopică confocală. Conținutul ridicat de compuși biologic activi din extractele acestor plante, diversitatea și complexitatea acestora, au determinat o gamă largă de emisie de fluorescență, între 550 - 650 nm. Extractul de cimbrişor obținut prin decoctie (extract apos 1:25), a evidențiat cei mai mari sferozomi cu dimensiuni cuprinse între 10-30 µm (figura 4.5 a1), în timp ce în extractul de cimbrişor (extract apos 1:12,5), au fost mai mici și cu tendință de agregare (figura 4.5 a2). Cei mai fini sferozomi (1-2 µm diametru) au fost obținuți în decoctul din *Melissa officinalis* (extract apos 1:25) (figura 4.5 b1), în timp ce cel de-al doilea (extract apos 1:12,5) a favorizat formarea de grupări mari de coacervate capturate într-o rețea densă cu o emisie predominant roșie (620 - 650 nm). Imaginile scanate cu laser punct cu punct au evidențiat multitudinea compușilor biologic activi care susțin activitatea antioxidantă intensă și justifică utilizarea extractelor în alimente cu

valoare nutritivă ridicată indicată în alimentația anumitor categorii cu nevoi nutriționale specifice.

4.5.6. Analiza componentelor principale (PCA)

Pentru alege tehnica de extracție, care ar asigura cea mai mare eficiență a extracției conținutului total de fenolici, a extracției totale a flavonoizilor, a activității de captare a DPPH-ului și a activității de captare a ABTS-ului, a fost aplicat PCA (figura 4.6) pentru a evalua corelațiile dintre CTP, CTF, DPPH sau ABTS (încărcări) și 8 plante medicinale diferite (scoruri).

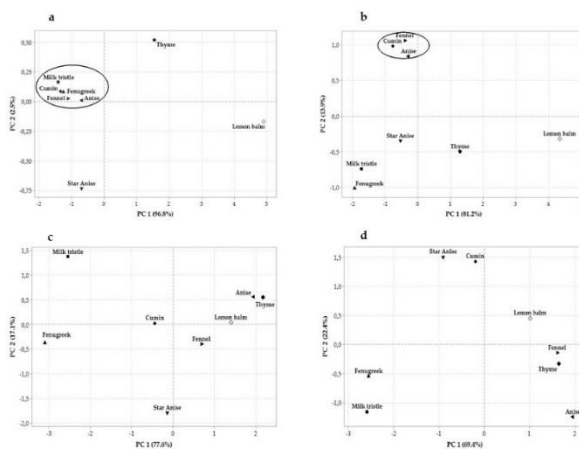


Figura 4.6. Graficele analizei componentelor principale (PCA); a – CTP pentru extractele de plante galactogene; b – CTF pentru extractele de plante galactogene; c – DPPH în extractele de plante galactogene; d – ABTS în extractele de plante galactogene.

Figura 4.6 a și b prezintă graficul general al conținutului total de polifenoli și flavonoide existent în extractele de plante galactogene. Aceleași tendințe au fost găsite la compararea cantităților de compuși polifenolici prezenți în extractele de plante galactogene obținute prin diferite tehnici de extracție, adică cel mai mare CTP a fost găsit în extractul din frunze de roiniță (*Melissa officinalis* L.), în timp ce cel mai mic CTP a fost obținut pentru extractul din semințe de armurariu (*Silybum marianum* L.). Pentru CTP s-a constatat că unele extracte de plante galactogene ar putea fi grupate precum extractul din armurariu (*Silybum marianum* L.), chimen (*Cuminum cyminum* L.), schinduf (*Trigonella foenum-graecum* L.), fenicul (*Foeniculum vulgare* L.) și anason

(*Pimpinella anisum* L.). S-au găsit tendințe similare ale CTF; în figura 4.6 b se poate observa, de asemenea, că unele extracte de plante galactogene pot fi grupate, cum ar fi fenicul (*Foeniculum vulgare* L.), chimen (*Cuminum cyminum* L.) și anason (*Pimpinella anisum* L.). Aceasta sugerează asemănarea dintre tehnicile de extracție utilizate pentru determinarea CTP și CTF în cazul probelor analizate. Când au fost examinate rezultatele activității de captare a DPPH sau ABTS (Figura 4.6 c și d) s-a constatat că feniculul, roinița, anasonul și cimbrisorul prezintă o activitate antioxidantă ridicată și sunt situate diametral opus chimenului, schindufului, armurariului și anasonului stelat care posedă o activitate antioxidantă scăzută. În consecință, se poate remarca, că influența CTP și a CTF asupra activității antioxidante în cazul acestor plante galactogene este cea mai scăzută. Aceste rezultate sunt în conformitate cu (*Hossain și al., 2011*) care a folosit PCA pentru a clasifica diferite condimente pe baza activității antioxidante și a compușilor antioxidanți polifenolici individuali.

4.6. Concluzii parțiale

- ✚ Pentru a îndeplini obiectivul principal al acestui capitol s-au folosit 8 plante lactogene, care au fost supuse extracției utilizându-se ca solvent apa, folosind 4 metode de extracție, precum macerarea, infuzia, decoctul și procesarea cu microunde.
- ✚ Prezentul studiu demonstrează activitatea antioxidantă ridicată, precum și conținutul ridicat de polifenoli și flavonoide al extractelor apoase de roiniță care ar putea fi implicate în menținerea statusului antioxidant și în protejarea împotriva acțiunii negative a radicalilor liberi. Alte plante lactogene, precum anasonul stelat sau cimbrisorul, prezintă și ele o activitate antioxidantă puternică.
- ✚ Modelarea datelor experimentale folosind RNA a demonstrat că activitatea antioxidantă, compușii fenolici și conținutul de flavonoide pot fi prezise cu mare acuratețe din mai multe extracte de plante lactogene, folosind 4 metode de extracție.
- ✚ Analiza PCA s-a dovedit a fi un instrument statistic foarte valoros pentru descrierea procesului de extracție folosind ca și criteriu de selecție conținutul de polifenoli totali prezenți în plantele lactogene. Rezultatele PCA indică faptul că roinița prezintă cele mai mari valori pentru conținutul de polifenoli totali, flavonoide și activitatea antioxidantă în comparație cu alte plante lactogene.
- ✚ Tehnica HCA a separat metodele de extracție în patru grupuri și a identificat o similitudine remarcabilă între grupurile a, b și c.
- ✚ Studii suplimentare privind digestibilitatea *in vitro* ar putea fi dezvoltate pe mai multe combinații de plante și/sau mai multe concentrații de plante utilizate ca ingrediente comerciale în unele alimente.

5. Obținerea și caracterizarea produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor

5.1. Aspecte generale

Carnea este o sursă de hrană extrem de nutritivă necesară unei alimentații echilibrate, care asigură un aport de proteine de calitate superioară, minerale, vitamine (complexul B) și mulți alți micronutrienți (fier, zinc, seleniu, fosfor) (*Pathare & Roskilly, 2016*). Consumul de carne, în special carnea roșie (carne de vită și porc), datează din antichitate și rămâne o necesitate într-un mod de viață sănătos și o formă de viață indispensabilă din punct de vedere nutrițional în societatea modernă (*Jiang & Xiong, 2016*). În schimb, la nivel mondial, consumul de carne de pasăre a crescut cu peste 30% în ultimii 10 ani. În special, carnea din piept de curcan este populară în rândul consumatorilor datorită conținutului scăzut de grăsimi și ridicat de proteine (*Rabeler & Feyissa, 2018a*).

Tratamentul termic al cărnii este o etapă crucială de procesare atât în mediul casnic, cât și în industria alimentară pentru a obține un produs sigur din punct de vedere microbiologic, de înaltă calitate și cu proprietăți senzoriale îmbunătățite (*Rabeler & Feyissa, 2018a, 2018b*). Acesta este un element esențial pentru producția de produse din carne.

Produsele din carne tocată sunt realizate și consumate la nivel industrial în întreaga lume. Cu toate acestea, conținutul acestora variază de la o regiune geografică la alta (*Oz, 2021*). În general, produsele din carne tocată se prepară prin prăjire sau fierbere, metode care influențează negativ în special aspectul exterior al produsului din cauza mediului de procesare și a timpului de expunere la temperaturi ridicate sau coacere (*Engchuan și al., 2014*).

Caracteristicile de calitate ale produselor din carne sunt, de asemenea, dependente de compoziția și caracteristicile porțiunilor anatomice folosite, de tratamentul termic utilizat, precum și de evoluția timpului / temperaturii în timpul procesării. Carnea suferă numeroase modificări în timpul tratamentului termic, atât fizice cât și chimice, inclusiv pierderea de masă, modificări ale capacității de reținere a apei, modificări de textură, contracția fibrelor musculare, schimbarea culorii și a aromelor, care sunt puternic dependente de denaturarea proteinelor și de pierderea apei (*Mora și al., 2011*).

5.2. Obiectivele studiului

- Realizarea unor produse de tip Ready-To-Eat cu destinație specială.

Drd.ing. Tănase (Butnariu) Luiza-Andreea - Proiectarea și realizarea unor alimente cu destinație specială

- Selectarea tipurilor de carne și a porțiunilor anatomice din punct de vedere al aportului nutritiv dar și din punct de vedere economic.
- Stabilirea concentrației de extract apos de cimbrisor/roiniță adăugat în produsul de origine animală.
- Identificarea tipurilor de tratament termic optime pentru realizarea produselor de tip ready-to-eat cu destinație specială.
- Obținerea și caracterizarea complexă a produselor de tip ready-to-eat cu destinație specială prin identificarea și cuantificarea principiilor active, analizei reologice și texturale și analizei senzoriale.
- Identificarea compuşilor cu rol în stimularea lactației prezenți în produse prin determinarea spectrelor FT-IR.

5.4. Rezultate și discuții

În tabelul 5.2 este prezentată codificarea produselor din carne tocată realizate și analizate.

Tabel 5.2. Codificarea produselor din carne tocată

Nr. Crt.	Codificare	Materia primă utilizată	Tipul tratamentului termic aplicat	Tipul extractului apos utilizat
1.	HP	Muşchiuleț de porc	Convecție cu aer cald	-
2.	ECPC	Muşchiuleț de porc	Convecție cu aer cald	Extract de cimbrisor
3.	ERPC	Muşchiuleț de porc	Convecție cu aer cald	Extract de roiniță
4.	SP	Muşchiuleț de porc	Convecție cu vapori de apă	-
5.	ECPA	Muşchiuleț de porc	Convecție cu vapori de apă	Extract de cimbrisor
6.	ERPA	Muşchiuleț de porc	Convecție cu vapori de apă	Extract de roiniță
7.	HT	Muşchiuleț de curcan	Convecție cu aer cald	-
8.	ECCC	Muşchiuleț de curcan	Convecție cu aer cald	Extract de cimbrisor
9.	ERCC	Muşchiuleț de curcan	Convecție cu aer cald	Extract de roiniță
10.	ST	Muşchiuleț de curcan	Convecție cu vapori de apă	-
11.	ECCA	Muşchiuleț de curcan	Convecție cu vapori de apă	Extract de cimbrisor
12.	ERCA	Muşchiuleț de curcan	Convecție cu vapori de apă	Extract de roiniță

13.	HB	Mușchiuleț de vită	Convecție cu aer cald	-
14.	ECVC	Mușchiuleț de vită	Convecție cu aer cald	Extract de cimbrîșor
15.	ERVC	Mușchiuleț de vită	Convecție cu aer cald	Extract de roiniță
16.	SB	Mușchiuleț de vită	Convecție cu vapori de apă	-
17.	ECVA	Mușchiuleț de vită	Convecție cu vapori de apă	Extract de cimbrîșor
18.	ERVA	Mușchiuleț de vită	Convecție cu vapori de apă	Extract de roiniță

5.4.5. Analiza FT-IR a produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrîșor

Trans-anetolul și estragolul sunt considerați doi compuși chimici estrogenici activi conform *Mokhtari & Ghoreishi, 2019*, prezenți în majoritatea plantelor destinate stimulării lactației. Analiza FT-IR a produselor din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrîșor a avut drept scop dezvăluirea prezenței unor compuși specifici sau grupări funcționale ale agenților estrogenici în cadrul produselor din carne tocată. Spectrele FT-IR ale tuturor probelor au fost înregistrate în intervalul spectral de 400-4000 cm^{-1} și sunt reprezentate în figura 5.5.

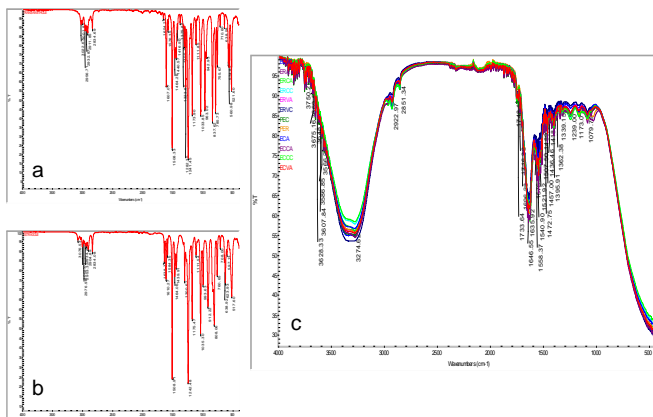


Figura 5.5. Spectre FT-IR a) trans-anetol b) estragol c) produse din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrîșor

Spectrele FT-IR au relevat prezența benzilor de absorbție la 3274 cm^{-1} , 1635 cm^{-1} și 1540 cm^{-1} , pentru toate produsele din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrișor.

Cel mai proeminent peak (3274 cm^{-1}) din spectrele FT-IR pentru probele analizate este atribuit apei (3200 cm^{-1} – 3550 cm^{-1}), fapt ce poate fi explicat atât datorită compoziției materiei prime care conține între 72-75% apă (*Ahmad și al., 2018; Watanabe și al., 2018, Vaskoska și al., 2021*).

Alte peak-uri proeminente, 1558 cm^{-1} , 1540 cm^{-1} , 1507 cm^{-1} , se regăsesc conform *Vaskoska și al., 2021* în regiunea proteică amide II (1500 cm^{-1} – 1600 cm^{-1}). Panta cuprinsă între 2800 cm^{-1} și 3500 cm^{-1} este atribuită lipidelor (colesterolului, fosfolipidelor) și creatinei (*Vaskoska et al., 2021*).

Benzile de absorbție proeminente întâlnite în regiunea cuprinsă între $1700 - 1500\text{ cm}^{-1}$ sunt dominate de vibrațiile de întindere a grupării $\text{C} = \text{O}$ și $\text{C} - \text{N}$ aparținând grupărilor amidice, care cuprind legăturile peptidice din proteine (*Balan și al., 2019*). Banda amidei I este cea mai proeminentă bandă din spectrul IR, care decurge din vibrația de întindere a grupării $\text{C} = \text{O}$ cu implicarea grupărilor N-H provenite din plierea proteinelor. Aceasta este deosebit de sensibilă la modificările structurii proteice secundare, fiind identificată în intervalul $1623\text{-}1637\text{ cm}^{-1}$ (*Caine și al., 2012*). Două peak-uri (1635 cm^{-1} și 1624 cm^{-1}) similare au fost identificate pentru probele din carne tocată analizate.

Conform *Caine și al., 2012* în intervalul $1350 - 1200\text{ cm}^{-1}$ poate fi identificată amida III care rezultă din plierea în plan a legăturii N-H și a vibrației de întindere C-N. Similar descoperirilor anterioare, amida III se poate regăsi în cazul produselor din carne tocată prin prezența benzilor la 1339 cm^{-1} și 1239 cm^{-1} .

În acord cu *Sahayaraj JGowri și al., 2015* se regăsesc vibrații de întindere $\text{C}=\text{O}$, în intervalul $1650\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$ datorate grupărilor cetone și vibrații de întindere $\text{C}=\text{C}$, în intervalul $1510\text{-}1450\text{ cm}^{-1}$ aparținând unor compuși aromatici. Atât pentru probele din carne tocată cât și pentru estragol au fost identificate benzi de absorbție caracteristice grupărilor cetone la 1635 cm^{-1} și 1638 cm^{-1} . Peak-ul corespunzător valorii de $1507\text{-}1508\text{ cm}^{-1}$ se regăsește atât în cazul probelor din carne cât și a trans-anetolului. Aceasta se datorează prezenței compușilor aromatici în ambele matrici analizate.

În intervalul $2935\text{-}2915\text{ cm}^{-1}$, conform *Sahayaraj JGowri și al., 2015*, se regăsesc vibrații ale întinderii asimetrice $-\text{CH}(\text{CH}_2)$ datorate unor compuși alifatici saturați. Aceste vibrații se întâlnesc și în probele din carne tocată și în cazul trans-anetolului la 2922 cm^{-1} și respectiv 2925 cm^{-1} . De asemenea, *Kurniawati și al., 2014; Rohman și al., 2011* semnalează vibrația asimetrică de întindere a grupării metilen ($-\text{CH}_2$) la 2924 cm^{-1} .

După *Sahoo și al., 2012*, în intervalul $1200\text{-}1250\text{ cm}^{-1}$, se regăsesc vibrații de întindere ale legăturii $\text{C}-\text{O}-\text{C}$. Prezența acestor tipuri de legături

evidențiată la 1241-1242 cm^{-1} a fost determinată atât în probele din carne tocată, cât și în probele etalon de trans-anetol și estragol.

Peak-ul specific trans-anetolului identificat la 1440 cm^{-1} se regăsește cu o variație la 1436 cm^{-1} în produsele din carne tocată. Acesta se încadrează în intervalul 1450-1400 cm^{-1} specific prezenței vibrațiilor de întindere a grupării carbonil (legătură C=O) (*Sahoo și al., 2012*).

În consecință, componenții constitutivi ai trans-anetolului și estragolului se regăsesc în produsele din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor.

5.4.9. Influența tratamentelor termice asupra parametrilor de culoare ai produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor

Culoarea cărnii este foarte importantă deoarece este singurul criteriu pe baza căruia consumatorii pot evalua produsul înainte de a-l achiziționa (*Guyon și al., 2016*).

Produsele din carne tocată cu extract apos de roiniță/cimbrisor au fost testate pentru a evalua schimbările induse de către tratamentul termic (convecție cu aer cald, convecție cu vapori de apă) aplicat.

Tabel 5.5. Efectele procesării prin convecție cu aer cald asupra parametrilor de culoare ai produselor din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor

Parame tri/ Probe	ECPC	ERPC	ECCC	ERCC	ECVC	ERVC
L*	50,47±2, 26 ^B	51,37±3, 76 ^B	57,58±0, 33 ^A	57,75±0, 29 ^A	42,08±0,64 C	40,93± 0,59 ^C
a*	4,65±0,1 2 ^B	4,83±0,4 8 ^B	2,68±0,0 2 ^C	2,30±0,0 1 ^C	6,99±0,30 ^A	6,97±0, 09 ^A
b*	7,33±0,1 1 ^A	7,39±0,0 3 ^A	6,55±0,0 9 ^{B, C}	6,44±0,2 1 ^C	6,77±0,14 ^B	7,15±0, 14 ^A
ΔE	19,38±2, 09 ^A	17,18±3, 32 ^A	18,29±0, 29 ^A	18,26±0, 28 ^A	16,39±0,42 A	12,20± 0,49 ^B
C*	8,68±0,1 6 ^B	8,83±0,2 4 ^B	7,07±0,0 8 ^C	6,83±0,2 0 ^C	9,73±0,31 ^A	9,98±0, 17 ^A
h*	-0,01 ±0,02 ^B	0,03±0,0 3 ^B	-1,20 ±0,13 ^C	-2,93 ±0,76 ^D	0,69±0, 03 ^A	0,61±0,01 A, B
WI	49,71±2, 19 ^B	50,57±3, 66 ^B	56,99±0, 33 ^A	57,20±0, 32 ^A	41,26±0,58 C	40,09± 0,61 ^C
BI	22,12±0, 62 ^C	22,13±1, 11 ^C	15,20±0, 24 ^D	14,47±0, 48 ^D	29,25±0,43 B	21,22± 1,06 ^A

Drd.ing. Tănase (Butnariu) Luiza-Andreea - Proiectarea și realizarea unor alimente cu destinație specială

YI	20,76±0,61 ^C	20,61±1,59 ^C	16,24±0,32 ^D	15,92±0,59 ^D	22,99±0,13 ^B	24,97±0,85 ^A
-----------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Mediile de pe același rând cu superscripturi diferite sunt semnificativ diferite ($p < 0,05$) din punct de vedere statistic.

Diferențele înregistrate între valorile componente de culoare roșie/verde a* se datorează tipurilor de carne folosite și anume porc, curcan și vită.

Cea mai mare diferență de culoare (ΔE) s-a înregistrat în cazul probei ECPC (19,38±2,09), în timp ce cea mai mică a fost obținută de proba ERVC (12,20±0,49).

Indicele de alb a înregistrat valoarea cea mai ridicată pentru proba ERCC (57,20±0,32), indicele de îmbrunare pentru proba ECVC (29,25±0,43), în timp ce indicele de galben a prezentat cea mai ridicată valoare pentru proba ERVC (24,97±0,85).

Tabel 5.6. Efectele procesării prin convecție cu vapori de apă asupra parametrilor de culoare ai produselor din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor

Parame tri/ Probe	ECPA	ERPA	ECCA	ERCA	ECVA	ERVA
L*	48,55±0,62 ^C	49,34±0,21 ^C	57,93±0,18 ^A	56,47±0,55 ^B	41,69±1,07 ^D	41,37±0,60 ^D
a*	4,83±0,04 ^C	4,78±0,07 ^C	2,10±0,04 ^D	2,11±0,01 ^D	6,39±0,16 ^A	6,12±0,04 ^B
b*	6,37±0,11 ^B	6,34±0,28 ^B	7,02±0,02 ^A	7,28±0,17 ^A	7,02±0,11 ^A	7,25±0,01 ^A
ΔE	17,48±0,60 ^B	15,29±0,23 ^D	18,83±0,18 ^A	17,20±0,47 ^{B,C}	16,44±0,81 ^C	13,09±0,42 ^E
C*	7,99±0,12 ^B	7,94±0,27 ^B	7,32±0,01 ^C	7,58±0,16 ^C	9,49±0,19 ^A	9,49±0,02 ^A
h*	0,26±0,01 ^C	0,25±0,04 ^C	5,35±2,13 ^A	3,13±0,73 ^B	0,51±0,01 ^C	0,41±0,01 ^C
WI	47,93±0,63 ^C	48,72±0,24 ^C	57,30±0,18 ^A	55,82±0,57 ^B	40,92±1,03 ^D	40,60±0,59 ^D
BI	21,03±0,61 ^B	20,53±0,85 ^B	15,28±0,06 ^C	16,24±0,52 ^C	29,22±0,22 ^A	29,70±0,43 ^A
YI	18,75±0,57 ^B	18,36±0,90 ^B	17,30±0,00 ^C	18,24±0,61 ^B	24,04±0,26 ^A	25,04±0,41 ^A

Mediile de pe același rând cu superscripturi diferite sunt semnificativ diferite ($p < 0,05$) din punct de vedere statistic.

În cazul produselor din carne tocată procesate prin convecție cu vapori de apă, s-au observat modificări ale valorilor parametrilor de culoare în funcție

de materia primă folosită. În cazul probelor din carne tocată de porc au fost determinate valori mai mici ($6,34 \pm 0,28$; $6,37 \pm 0,11$) pentru parametrul b^* , și semnificativ mai mari pentru produsele din carne tocată de curcan ($7,02 \pm 0,02$; $7,28 \pm 0,17$) și carne tocată de vită ($7,02 \pm 0,11$; $7,25 \pm 0,01$).

Potrivit *Zwolan și al., 2020* efectul extractelor din plante, asupra culorii produselor din carne, prezentat în literatura științifică este ambiguă. Acesta poate depinde parțial de tipul de materie primă utilizată pentru a produce extractul, tipul extracției dar mai ales de cantitatea introdusă în produs.

Culoarea probelor din carne poate fi influențată de gradul de difuzie a luminii de către mușchi, care este determinat atât de structura tridimensională a rețelei musculare, cât și de gradul de refracție al fluidului din jur. Acest fapt din urmă ar putea fi corelat cu prezența pigmentului proteinei globulare numite mioglobină (*Hughes și al., 2014*).

Tratamentul termic aplicat produselor din carne tocată a cauzat modificări de culoare ($p < 0.05$) la toate tipurile de materii prime utilizate: mușchiuleț de porc, curcan și vită. Creșterea valorii parametrului de culoare L^* a fost observată atât în urma procesării prin convecție cu aer cald, cât și în urma procesării prin convecție cu vapori de apă. În cazul produselor din carne tocată de porc, luminozitatea (L^*) a crescut cu 50,6% la procesarea prin convecție cu aer cald și cu 44,7% la procesarea prin convecție cu vapori de apă. Probele din carne tocată de curcan au înregistrat creșteri ale parametrului de culoare L^* de 37,8% la procesarea prin convecție cu aer cald și de 36,7% la procesarea prin convecție cu vapori de apă. Valoarea luminozității (L^*) a înregistrat aceeași creștere (38,3%) în cazul produselor din carne tocată de vită pentru ambele metode de procesare termică. În concluzie, majoritatea produselor din carne tocată supuse tratamentului prin convecție cu aer cald au înregistrat valori ale parametrului de culoare L^* mai ridicate comparativ cu chiftelele procesate prin convecție cu vapori de apă.

Temperatura la care este tratată carnea este un factor important care poate afecta culoarea cărnii. În general, tratamentele la temperaturi ridicate pot avea un impact major asupra culorii produsului finit (*Bak și al., 2019*). Datele obținute sunt în acord cu *García-Segovia și al., 2007*, care precizează că o valoare a parametrului L^* mai ridicată indică o culoare mai deschisă, ceea ce este de dorit pentru a se asigura faptul că produsele din carne vor beneficia de o acceptabilitate mai mare a consumatorilor. Acest aspect a fost susținut și de rezultatele analizei senzoriale pentru produsele evaluate în prezentul studiu.

Potrivit lui *Hughes și al., 2014* parametrii de culoare (a^* , b^*) tind să fie puternic asociați cu pigmentul mioglobinei din carne, în timp ce luminozitatea (L^*) este legată de caracteristicile structurale ale mușchiului și împreună determină capacitatea de reflexie a luminii care este percepută senzorial de către consumatori. Dar valorile luminozității mai pot fi explicate și prin faptul că, fibra de carne în timpul tratamentului termic scade în diametru, ceea ce

provoacă o mai mare disipare a luminii. Conform *Sazonova și al., 2019* contracția fibrelor musculare creează decalaje mari între fibre, iar miofibrilele par să se micșoreze, ceea ce ar crea o structură proteică mai densă. De asemenea, *Guyon și al., 2016* a raportat că modificări ale opacității cărnii pot fi cauzate de denaturarea globinei, de deplasarea grupului hem și de agregarea atât a proteinelor miofibrilare, cât și a proteinelor sarcoplasmatice.

În timpul tratamentului termic, culoarea cărnii de vită se schimbă de la un roșu închis până la o culoare gri-roz cu finisare într-o culoare maro deschis, modificări asociate cu denaturarea mioglobinei conform *García-Segovia și al., 2007*.

Tabel 5.7. Efectele procesării prin convecție cu aer cald asupra parametrilor de culoare ai produselor din carne tocată, cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor, refrigerate o săptămână

Parame tri/ Probe	ECPC	ERPC	ECCC	ERCC	ECVC	ERVC
L*	49,68±0,76 ^B	50,43±0,42 ^B	57,30±0,20 ^A	56,65±0,39 ^A	41,75±0,57 ^A	41,19±0,56 ^A
a*	3,23±0,02 ^B	2,70±0,00 ^C	1,93±0,00 ^D	1,58±0,00 ^E	3,59±0,00 ^A	3,56±0,00 ^A
b*	7,48±0,14 ^A	7,35±0,00 ^{6A, B}	7,16±0,19 ^{9B, C}	6,91±0,18 ^{8C}	7,38±0,00 ^{8A, B}	7,53±0,00 ^{1A}
ΔE	19,18±0,69 ^A	17,18±0,37 ^C	18,35±0,20 ^{A, B}	17,68±0,30 ^{B, C}	18,21±0,49 ^B	14,83±0,35 ^D
C*	8,15±0,14 ^A	7,83±0,00 ^{5B}	7,41±0,20 ^C	7,09±0,17 ^D	8,20±0,00 ^{3A}	8,32±0,00 ^{1A}
h*	-0,93±0,05 ^D	-2,25±0,13 ^E	1,58±0,13 ^{3A}	0,36±0,31 ^B	-0,53±0,09 ^C	-0,60±0,01 ^C
WI	49,02±0,72 ^B	49,82±0,43 ^B	56,66±0,25 ^A	56,07±0,41 ^A	41,18±0,56 ^C	40,60±0,55 ^C
BI	20,75±0,02 ^C	19,36±0,30 ^D	15,52±0,38 ^E	14,77±0,40 ^F	25,38±0,30 ^B	26,15±0,34 ^A
YI	21,51±0,08 ^C	20,82±0,34 ^D	17,84±0,39 ^E	17,43±0,58 ^E	25,24±0,08 ^B	26,10±0,33 ^A

Mediile de pe același rând cu superscripturi diferite sunt semnificativ diferite (p<0.05) din punct de vedere statistic.

Tabel 5.8. Efectele procesării prin convecție cu vapori de apă asupra parametrilor de culoare ai produselor din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor refrigerate o săptămână

Parame tri/ Probe	ECPA	ERPA	ECCA	ERCA	ECVA	ERVA
-------------------	------	------	------	------	------	------

Drd.ing. Tănase (Butnariu) Luiza-Andreea - Proiectarea și realizarea unor alimente cu destinație specială

L*	49,69±0, 45 ^B	49,32±0, 12 ^B	57,36±1, 68 ^A	55,97±0, 62 ^A	41,75±0, 85 ^C	40,51±0, 26 ^C
a*	2,80±0,0 1 ^D	2,99±0,1 3 ^C	1,16±0,0 2 ^E	1,32±0,0 6 ^E	3,50±0,0 9 ^B	3,67±0,1 2 ^A
b*	7,96±0,1 8 ^A	7,76±0,0 5 ^A	7,69±0,2 5 ^A	7,84±0,0 6 ^A	6,89±0,5 7 ^B	7,45±0,0 1 ^A
ΔE	19,41±0, 40 ^A	16,07±0, 04 ^C	18,78±1, 44 ^A	17,22±0, 45 ^{B,C}	18,16±0, 44 ^{A,B}	14,31±0, 25 ^D
C*	8,43±0,1 7 ^A	8,00±0,1 0 ^{A, B,C}	7,77±0,2 4 ^C	7,95±0,0 7 ^{B,C}	7,73±0,4 7 ^C	8,30±0,0 7 ^{A,B}
h*	-3,27 ±0,56 ^B	-1,33 ±0,26 ^B	4,38±4,1 7 ^A	-4,45 ±3,64 ^B	-0,44 ±0,26 ^B	-0,50 ±0,08 ^B
WI	48,99±0, 47 ^B	48,69±0, 10 ^B	56,65±1, 61 ^A	55,26±0, 60 ^A	41,24±0, 90 ^C	39,93±0, 27 ^C
BI	21,24±0, 65 ^C	20,43±0, 26 ^C	15,55±0, 03 ^D	16,49±0, 00 ^D	23,84±1, 99 ^B	26,59±0, 45 ^A
YI	22,87±0, 72 ^{B,C}	21,51±0, 09 ^{C,D}	19,14±0, 06 ^E	20,01±0, 08 ^{D,E}	23,58±2, 44 ^B	26,28±0, 22 ^A

Mediile de pe același rând cu superscripturi diferite sunt semnificativ diferite ($p < 0.05$) din punct de vedere statistic.

În tabelele 5.7 și 5.8 sunt prezentate caracteristicile de culoare ale probelor ce au fost păstrate în condiții de refrigerare (4°C) timp de o săptămână și respectiv de determinare a colorimetrice.

În cazul ambelor tratamente termice, valorile parametrului de culoare roșie/verde (a*) aproape s-au înjumătățit, iar ale componente de culoare albastru/galben b* au crescut (0,5 – 19,1%) comparativ cu probele proaspete, fapt ce a determinat modificarea valorilor indicilor. Astfel, datorită creșterii valorii parametrului b* s-a determinat și o creștere (1,56 – 16,4%) a indicelui de galben (YI) pentru toate probele.

Conform unui studiu realizat de *Karpińska-Tymoszczyk, 2014* pe produse din carne tocată de curcan, rezultate similare s-au obținut pentru parametrul b*, acestea fiind corelate cu intensitatea procesului de oxidare care are loc în timpul depozitării și care tinde să crească valoarea parametrului YI al probelor.

Potrivit *Karpińska-Tymoszczyk, 2014* o creștere a luminozității (L*) culorii odată cu creșterea timpului de stocare ar putea fi corelată de formarea crescută de metmioglobină, ceea ce înseamnă că în cazul produselor din carne tocată obținute prin convecție, în urma refrigerării timp de o săptămână a avut loc o scădere a cantității de metmioglobină, evidențiată prin scăderea parametrului L*.

5.4.10. Calorimetria cu scanare diferențială a produselor din carne cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor

Calorimetria cu scanare diferențială (DSC) poate fi utilizată pentru a monitoriza denaturarea proteinelor. Conform *Bertram și al., 2006*, studiile DSC pe carne au determinat trei etape de denaturare a proteinelor influențate de aplicarea tratamentelor termice, astfel: denaturarea miozinei la 40-60 °C, denaturarea proteinelor sarcoplasmice și a colagenului la 60-70 °C, în timp ce denaturarea actinei are loc la 80 °C.

S-a determinat variația fluxului de căldură a mușchiulețului de porc, curcan și vită în funcție de temperatură, realizându-se graficul prezentat în figura 5.9.

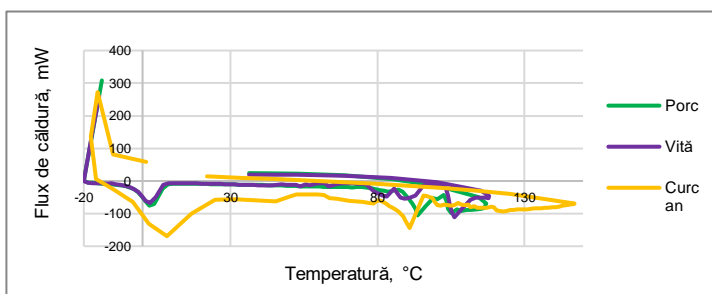


Figura 5.9. Variația fluxului de căldură în funcție de temperatură a mușchiulețului de porc, vită și curcan utilizat la obținerea produselor din carne tocată

Din figura 5.9 se poate observa faptul că toate probele suferă pierderi de masă în intervalul de temperaturi 2-8 °C datorate procesului de decongelare, cea mai mare pierdere fiind înregistrată de proba de mușchiuleț de curcan, iar cea mai mică pierdere de către proba de mușchiuleț de vită.

Conform *Jama și al., 2008* pierderea datorată decongelării se referă la pierderea de apă din carnea de vită rezultată din formarea exudatelor după congelare și decongelare. Astfel de pierderi sunt mai mici după congelarea rapidă comparativ cu, congelarea lentă.

Pierderea rezultată în urma procesării este un factor critic în industria cărnii, deoarece influențează randamentul tehnologic al procesării. Din perspectivă nutrițională, pierderea la procesare implică pierderea proteinelor solubile și a vitaminelor (*Purslow și al., 2016*).

Yarmand și al., 2013 a clasificat pe trei intervale de temperatură pierderile determinate de procesare și le-a asociat unor componente structurale ale cărnii. Astfel, denaturarea miozinei corespunde intervalului 54-

58 °C, modificarea structurii colagenului și proteinelor sarcoplasmice apare la 65-67 °C, pe când modificarea structurii actinei la 80-83 °C. În urma calorimetriei cu scanare diferențială realizate pe mușchi de cămilă, acesta a raportat pierderi la 58,17 °C, 68,48 °C și 84,16 °C atribuite fenomenelor menționate anterior.

Purslow și al., 2016 susține de asemenea, faptul că pierderile din carne suferite în urma procesării pentru toate tipurile de cărnuri sunt cauzate în principal de denaturarea termică. La temperaturi mai mari de 42 °C, are loc denaturarea miozinei prin producerea contracției laterale a fibrelor musculare, în timp ce la temperaturi mai ridicate (70-80 °C) are loc denaturarea actinei datorată contracției longitudinale a fibrelor musculare. În plus, a raportat că miozina din fibrele albe este mai puțin stabilă din punct de vedere termic, deci mai susceptibilă la denaturare, decât miozina din fibrele roșii, atât la carnea de vită, cât și la cea de pui.

5.4.11. Analiză senzorială a produselor din carne obținute

Conform *Pathare & Roskilly, 2016* metodele de procesare și calitatea materiei prime modifică caracteristicile senzoriale ale produsului finit. Printre măsurile fiabile și consecvente de evaluare a caracteristicilor cărnii se află metoda senzorială. Astfel, acceptabilitatea produsului analizat depinde în mare parte de decizia consumatorului final.

În cadrul analizei senzoriale a produselor din carne tocată au fost evaluate următoarele atribute: aspect exterior, aspect în secțiune, gust, aromă, aftertaste, mouthfeel, fermitate, elasticitate, coezivitate, suculență și apreciere generală. O parte dintre aceste atribute au fost alese astfel încât să poată fi corelate cu rezultatele analizei instrumentale a profilului textural al probelor.

Pentru evaluarea atributelor senzoriale specifice s-a utilizat o scară hedonică de la 1 la 9. În cazul produselor din carne tocată procesate prin convecție cu aer cald, proba ERVC a înregistrat cea mai mare valoare corespunzătoare atributului apreciere generală, $8 \pm 0,67$, la polul opus aflându-se proba ERPC cu un punctaj ce însumează nota $7 \pm 1,7$.

În cazul produselor din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor, procesate prin convecție cu vapori de apă, valoarea cea mai ridicată pentru aprecierea generală a fost înregistrată de către probele ERVA și ERPA cu un punctaj de $7,7 \pm 0,67$ și $7,7 \pm 0,48$, în timp ce proba ECPA a obținut cel mai scăzut punctaj, $7,1 \pm 1,37$.

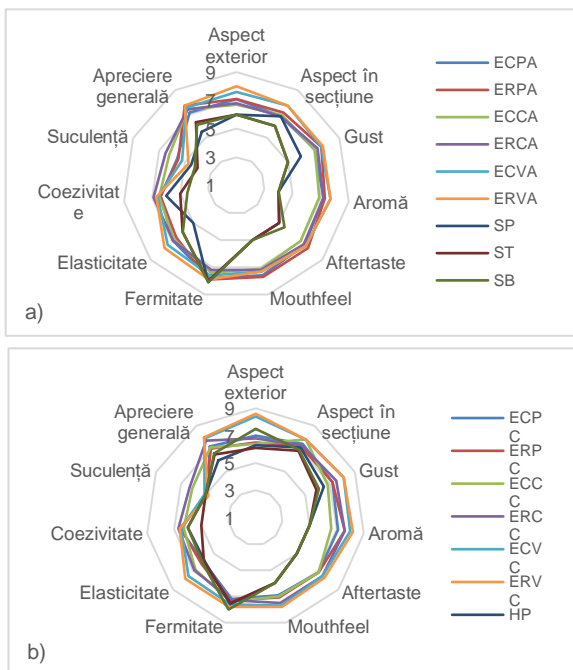


Figura 5.10. Analiza senzorială a produselor din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor, procesate prin convecție a) cu vapori de apă, b) cu aer cald.

Figura 5.10 reprezintă analiza senzorială a produselor din carne tocată procesate atât prin convecție cu aer cald cât și prin convecție cu vapori de apă și se poate observa faptul că în ambele situații nu au existat diferențe semnificative între probe induse de către extractul apos, lucru susținut și de către analiza texturală a probelor.

Aspectul exterior al produselor din carne tocată obținute prin convecție cu aer cald a fost evaluat ca uscat având o crustă foarte subțire, în timp ce aspectul exterior al produselor din carne tocată obținute prin convecție cu vapori de apă a fost evaluat ca fiind ușor umed asemănător produselor din carne tocată obținute prin fierbere. Pe de altă parte, aspectul în secțiune al probelor obținute prin convecție cu aer cald a fost găsit de către paneliști ca fiind neted și moderat uscat, iar al celor obținute prin convecție cu vapori de apă a fost declarat neted și moderat umed. Evaluarea aspectului exterior este critică, deoarece dacă aspectul este inacceptabil, toate celelalte atribute

senzoriale ajung să-și piardă semnificația în ochii consumatorilor, având ca rezultat un impact negativ asupra deciziilor lor de cumpărare (Pogorzelska și al., 2018).

5.5. Concluzii parțiale

- ✚ Interpretarea statistică a rezultatelor obținute indică că extractele apoase din plante au un impact semnificativ ($p < 0,05$) asupra conținutului fitochimic al produselor din carne tocată.
- ✚ Probele obținute din carne tocată de porc cu adaos de extract de roiniță procesate prin convecție cu aer cald (ERPC), respectiv cele obținute din carne tocată de vită cu adaos de extract de cimbrisor (ECVA) procesate prin convecție cu vapori de apă au înregistrat cele mai ridicate valori ale activității antioxidante. Acest aspect subliniază faptul că tipul de extract adăugat și metoda de procesare utilizată pentru cele două tipuri de carne influențează semnificativ activitatea antioxidantă a probelor analizate. Consumul celor două tipuri de produse din carne tocată poate participa la reducerea stresului oxidativ din organismul uman și urmările negative pe care excesul de radicali liberi îl generează.
- ✚ Probele cu adaos de extract apos de roiniță procesate prin convecție cu aer cald au înregistrat cea mai mare concentrație de polifenoli totali.
- ✚ În cazul conținutului total de flavonoide, s-au remarcat cele mai mari concentrații la probele obținute prin convecție cu vapori de apă, cu extract apos de roiniță.
- ✚ Determinările colorimetrice au relevat că produsele din carne tocată de vită procesate prin convecție cu aer cald au înregistrat cea mai bună intensitate a luminozității și a parametrilor de culoare roșu, respectiv galben, făcându-le cele mai apreciate de consumatori, fiind urmate de cele obținute din carne tocată de porc procesate prin aceeași metodă.
- ✚ Influența tratamentului termic aplicat este un factor determinant al texturii produselor din carne tocată și în acest caz procesarea prin convecție cu vapori de apă a determinat o textură mai fermă pentru toate probele în comparație cu cele obținute prin convecție cu aer cald. De asemenea, rezultatele determinărilor texturale arată că probele din mușchileț de curcan cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrisor, procesate prin convecție cu aer cald, dar și cele procesate prin convecție cu vapori de apă, necesită o cantitate mai mică de energie în timpul procesului de masticare comparativ cu celelalte probe analizate.

- ✚ Analiza FT-IR a determinat prezența mai multor peak-uri comune atât compușilor considerați adjuvanți ai lactației, trans-anetol și estragol, cât și în cadrul probelor din carne tocată cu adaos de extract apos de roiniță/cimbrișor analizate.
- ✚ Analiza DSC evidențiază trei etape de denaturare a proteinelor influențate de aplicarea tratamentelor termice: denaturarea miozinei în intervalul 40-60 °C, denaturarea proteinelor sarcoplasmatică și a colagenului la 60-70 °C și denaturarea actinei la temperaturi începând cu 80 °C.
- ✚ Extractele apoase de cimbrisor și roiniță se califică pentru a fi utilizate la obținerea de alimente ready-to-eat cu destinație specială atât din punct de vedere al proprietăților lactogene determinate prin analiză FT-IR, cât și a celorlalte proprietăți care participă la îmbunătățirea funcționării organismului uman.

6. Obținerea și caracterizarea piureurilor din vegetale cu adaos de extract apos de anason/ fenicul

6.1. Aspecte generale

Vegetalele sunt produse comercializate în principal proaspete, iar cele mai multe dintre ele sunt foarte perisabile, fiind predispuse la deteriorare imediat după recoltare. Procesarea este unul dintre diferitele mijloace tehnologice posibile pentru a le crește semnificativ termenul de valabilitate și disponibilitatea pe tot parcursul anului. De asemenea, procesarea mărește palatabilitatea și stabilitatea, crește disponibilitatea nutrienților și generează valoare adăugată produsului finit (*Wibowo și al., 2019*). În plus, vegetalele sunt surse bogate de proteine, grăsimi, carbohidrați, minerale, antioxidanți, fibre și apă. Alături de acestea, se adaugă un conținut ridicat de vitamine precum tiamină (B1), riboflavină (B2), niacină, piridoxină (B6), acid pantotenic (vitamina B5), acid folic, acid ascorbic (vitamina C), beta-caroten (provitamina A) (*Bureau și al., 2015; Fabbri & Crosby, 2016*).

Potrivit cercetărilor recente, există mai multe modalități de a spori disponibilitatea nutrienților prin alegerea tratamentului termic potrivit. Cele mai comune metode de procesare a vegetalelor sunt procesarea prin convecție cu vapori de apă, prăjirea, fierberea, sotarea, procesarea sous-vide sau procesarea cu microunde (*Fabbri & Crosby, 2016*).

Alimentele sunt produse complexe din punct de vedere fizic, cu proprietăți reologice și materiale care depind de timp și proces. Au fost alese tratamente termice pentru a asigura consumul și conservarea în siguranță, dar și pentru dezvoltarea gustului și a aromei (*Fryer & Robbins, 2005*). Comparând convecția aerului cald cu convecția vaporilor de apă, *Richardson, 2004* a afirmat că fluxul de aer este mult mai predisus la dezvoltarea turbulențelor decât fluxurile lichide, datorită faptului că se obțin valori crescute ale criteriului Reynolds. Prin urmare, turbulența crește viteza de circulație a unui fluid și transferul de căldură la suprafață în cazul coacerii. Pe de altă parte, convecția cu abur utilizează temperaturi mai scăzute (60-100 °C) și consumă mai puțină energie.

6.2. Obiectivele studiului

- Proiectarea și realizarea unor produse vegetale de tip ready-to-eat cu destinație specială.
- Selectarea unor vegetale cu potențial bioactiv și procesarea lor în piureuri.
- Identificarea și alegerea unor tratamente termice cu impact minim asupra valorii nutriționale a vegetalelor.

Drd.ing. Tănase (Butnariu) Luiza-Andreea - Proiectarea și realizarea unor alimente cu destinație specială

- Obținerea și caracterizarea complexă a produselor vegetale de tip ready-to-eat cu destinație specială prin identificarea și cuantificarea principiilor bioactive.
- Identificarea compușilor cu rol în stimularea lactației prezenți în produsele de origine vegetală cu ajutorul spectrelor FT-IR.

6.4. Rezultate și discuții

În tabelul 6.1 este prezentată codificarea produselor vegetale cu destinație specială.

Tabel 6.1. Codificarea produselor vegetale cu destinație specială

Materia primă utilizată	Codificare	Tipul tratamentului termic aplicat	Tipul extractului apos utilizat
Cartof dulce	CM ₁	Convecție cu vapori de apă	-
	EFCA		Extract de fenicul
	EACA		Extract de anason
	CM ₂	Convecție cu aer cald	-
	EFCC		Extract de fenicul
	EACC		Extract de anason
Ardei kapia roșu	AM ₁	Convecție cu vapori de apă	-
	EFAA		Extract de fenicul
	EAAA		Extract de anason
	AM ₂	Convecție cu aer cald	-
	EFAC		Extract de fenicul
	EAAC		Extract de anason
Zucchini	ZM ₁	Convecție cu vapori de apă	-
	EFZA		Extract de fenicul
	EAZA		Extract de anason
	ZM ₂	Convecție cu aer cald	-
	EFZC		Extract de fenicul
	EAZC		Extract de anason
Sfeclă roșie	SM ₁	Convecție cu vapori de apă	-
	EFSA		Extract de fenicul
	EASA		Extract de anason
	SM ₂	Convecție cu aer cald	-
	EFSC		Extract de fenicul
	EASC		Extract de anason

(T₀) - determinări realizate imediat după realizarea probelor;

(T₇) - determinări realizate după păstrarea probelor timp de 7 zile în condiții de refrigerare (4°C).

6.4.6. Analiza FT-IR a piureurilor vegetale cu adaos de extract apos de anason/ fenicul

În conformitate cu *Mokhtari & Ghoreishi, 2019*, trans-anetolul și estragolul sunt considerați doi compuși estrogenici activi prezenți în majoritatea plantelor destinate stimulării lactației. Analiza FT-IR a produselor vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul a avut drept scop dezvăluirea prezenței unor compuși specifici sau grupări funcționale ale acestor agenți estrogenici în cadrul produselor vegetale. Spectrele FT-IR ale tuturor probelor au fost înregistrate în intervalul spectral de 400-4000 cm⁻¹ și sunt reprezentate în figura 6.7.

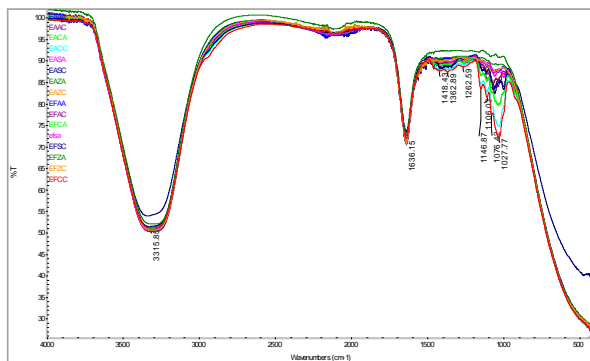


Figura 6.7. Spectrele FT-IR ale produselor vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul

Toate produsele vegetale analizate cu ajutorul spectroscopiei în infraroșu cu transformată Fourier, au înregistrat prezența unor benzi de absorbție la 3315 cm⁻¹, 1636 cm⁻¹ și 1418 cm⁻¹.

Peakul cel mai proeminent (3315 cm⁻¹) din spectrele FT-IR este atribuit grupărilor hidroxil -OH (3200 cm⁻¹–3550 cm⁻¹) (*Kaur & Kaur, 2020; Vaskoska și al., 2021*). Acest lucru se datorează compoziției chimice a materiilor prime utilizate.

Benzile de absorbție relevante din regiunea cuprinsă între 1700 - 1500 cm⁻¹ sunt dominate de vibrațiile de întindere a grupării C = O și C - N aparținând grupărilor amidice, care cuprind legăturile peptidice din proteine (*Balan și al.,*

2019). Cea mai proeminentă bandă din spectrul IR este banda amidei I, care decurge din vibrația de întindere a grupării C = O cu implicarea grupărilor N-H provenite din plierea proteinelor. Banda aceasta este deosebit de sensibilă la modificările structurii proteice secundare, fiind identificată în intervalul 1623-1637 cm^{-1} (Caine și al., 2012).

Produsele vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul au înregistrat peak-uri similare atribuite benzii amidei I la 1635 -1636 cm^{-1} .

Studiul realizat de Sahoo și al., 2012 atribuie prezența intervalului 1450-1400 cm^{-1} ca fiind specifică vibrațiilor de întindere a grupării carbonil (legătură C=O). În cadrul produselor vegetale analizate s-a evidențiat prezența acestor grupări la 1418 cm^{-1} .

Peak-urile prezente la 1558 cm^{-1} , 1540 cm^{-1} , 1507 cm^{-1} , se regăsesc în regiunea proteică amide II (1500 cm^{-1} –1600 cm^{-1}) (Vaskoska și al., 2021).

Sahayaraj JGowri și al., 2015 atribuie prezența vibrațiilor de întindere C=O, în intervalul 1650-1600 cm^{-1} grupărilor cetone și vibrațiile de întindere C=C-C, din intervalul 1510-1450 cm^{-1} unor compuși aromatici. Atât pentru probele vegetale cât și pentru estragol au fost identificate benzi de absorbție caracteristice grupărilor cetone la 1635 cm^{-1} și 1636 cm^{-1} . Peak-ul corespunzător valorii de 1507 cm^{-1} se regăsește atât în cazul probelor din vegetale cât și a trans-anetolului. Aceasta se datorează prezenței compușilor aromatici în ambele matrice analizate.

Într-un studiu realizat pe piureuri din mango, Labaky și al., 2021 evidențiază prezența benzilor de absorbție de la 995 cm^{-1} și 1103 cm^{-1} și le atribuie sucrozei și glucozei. Peak-uri similare (995 cm^{-1} și 997 cm^{-1}) ce sugerează prezența sucrozei se regăsesc și în cazul probelor din sfeclă roșie cu adaos de extract apos de fenicul/anason.

Produsele vegetale cu adaos de extract apos de anason/fenicul, obținute din cartofi dulci au înregistrat peak-uri proeminente la 1030 cm^{-1} . În urma cercetărilor realizate pe diferite tipuri de ardei gras, Kaur & Kaur, 2020 susține faptul că aceste peak-uri denotă prezența compușilor fenolici. De asemenea, peak-uri similare (1034 cm^{-1}) s-au întâlnit și în cazul probelor din ardei kapia tratate prin convecție cu aer cald.

6.5. Concluzii parțiale

Procesarea prin convecție cu vapori de apă a avut un impact redus asupra conținutului de compuși bioactivi din ardei și cartofi, în timp ce convecția cu aer cald a fost benefică în cazul probelor din sfeclă și zucchini.

Cel mai ridicat randament la procesare a fost înregistrat pentru zucchini prin convecție cu vapori de apă, comparativ cu cel mai redus, determinat de tratarea cartofului dulce prin convecție cu aer cald.

Conținutul total de polifenoli remanent rezultat în urma digestibilității gastrointestinale *in vitro*, a înregistrat cele mai ridicate valori în cazul probelor obținute din cartof dulce, la polul opus fiind probele obținute din sfeclă roșie.

Adaosul de extract apos de fenicul/anason a contribuit la îmbunătățirea caracteristicilor texturale, reologice, dar în special senzoriale ale tuturor probelor analizate.

Din punct de vedere colorimetric, procesarea termică a vegetalelor a condus la creșterea luminozității în cazul probelor din ardei kapia și sfeclă roșie comparativ cu probele din cartof dulce și zucchini, care au înregistrat o ușoară scădere a parametrului L^* .

Conform analizei FT-IR componenți constitutivi ai trans-anetolului și estragolului se regăsesc în probele din vegetale cu adaos de extract apos din anason/fenicul.

Piureurile din cartof dulce cu adaos de extract apos de anason au obținut cel mai ridicat punctaj al acceptabilității generale, în cazul ambelor tratamente termice.

CONCLUZII GENERALE

- ✚ Studiile de cercetare au urmărit obținerea unor produse de tip ready-to-eat prin combinarea unor matrici vegetale și animale, precum și prin utilizarea unui adaos de extract apos din plante medicinale cu potențial lactogen.
- ✚ Inițial s-au ales și procesat opt plante medicinale cu potențial lactogen în scopul obținerii de extracte apoase cu proprietăți galactogene, precum și identificarea și cuantificarea principiilor active din extracte.
- ✚ În urma cuantificării principiilor active din extractele apoase realizate, s-au ales ca variante optime extractele de cimbrisor și roiniță pentru a fi adaugate în produsele de origine animală și extractele apoase de anason și fenicul pentru a fi utilizate în produsele de origine vegetală.
- ✚ Rezultatele determinărilor *in vitro*, au evidențiat prezența compușilor polifenolici remanenți în urma celor două faze de digestie simulată atât în cazul produselor vegetale precum și în cazul celor de origine animală.
- ✚ Spectrele FT-IR ale tuturor probelor analizate au demonstrat prezența compușilor trans-anetol și estragol, compuși cu rol adjuvant în stimularea lactației.
- ✚ Studiile colorimetrice realizate atât la momentul T_0 cât și la momentul T_7 au demonstrat faptul că produsele prezintă o bună stabilitate la depozitare în condiții de refrigerare în cazul tuturor produselor de tip ready-to-eat realizate.
- ✚ Analizele texturale realizate precum și cuantificarea compușilor bioactivi și chiar și determinările colorimetrice realizate au condus la concluzia că, procesarea prin convecție cu vapori de apă a avut un impact mai redus asupra produselor comparativ cu procesarea prin convenție cu aer cald.
- ✚ De asemenea, conținutul de compuși bioactivi, rezultatele analizelor texturale și reologice realizate precum și determinările colorimetrice susțin concluzia că adaosul de extracte apoase galactogoge contribuie și la îmbunătățirea proprietăților texturale și reologice alături de obținerea unor produse cu beneficii pentru sănătate.

CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR

Obiectivul principal al tezei de doctorat a constat în proiectarea și realizarea unor alimente de tip ready-to-eat cu rol în stimularea lactației.

Noutatea studiului experimental constă în obținerea unor extracte apoase din plante medicinale recunoscute ca și adjuvanți ai lactației, utilizarea extractelor ca adaos în diverse produse de origine vegetală și animală, precum și caracterizarea fitochimică a acestor produse de tip ready-to-eat.

Studiile vor fi continuate cu asocierea produselor de origine animală cu adaos de extracte apoase din cimbrisor și roiniță cu cele de origine vegetală suplimentate cu extracte apoase din anason și fenicul. Produsul final va fi testat din punct de vedere microbiologic. De asemenea, un aspect important îl reprezintă alegerea unor ambalaje optime care să contribuie la conservarea caracteristicilor senzoriale și microbiologice ale produsului.

DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR

A. Articole publicate în reviste cotate ISI

1. **Tănase (Butnariu), L.-A.**, Nistor, O.-V., Andronoiu, D.-G., Mocanu, D.-G. and Botez, E. (2021) "Potential of herbs as galactogogues – A review", *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI - Food Technology*, 45(1), pp. 199-210. doi: <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2021.1.13>.

2. **Tănase, L.-A.**; Nistor, O.-V.; Andronoiu, D.-G.; Mocanu, G.-D.; Botezatu Dediu, A.V.; Botez, E. Different Types of Meatballs Enriched with Wild Thyme/Lemon Balm Aqueous Extract—Complex Characterization. *Molecules* 2022, 27, 3920. <https://doi.org/10.3390/molecules27123920>.

3. **Tănase, L.-A.**; Nistor, O.-V.; Mocanu, G.-D.; Andronoiu, D.-G.; Cîrciumaru, A.; Botez, E. Effects of Heat Treatments on Various Characteristics of Ready-to-Eat Zucchini Purees Enriched with Anise or Fennel. *Molecules* 2022, 27, 7964. <https://doi.org/10.3390/molecules27227964>.

4. **Tănase, L.-A.**; Andronoiu, D.-G.; Nistor, O.-V.; Mocanu, G.-D.; Botez, E.; Ștefănescu, B.I. Sweet Potatoes Puree Mixed with Herbal Aqueous Extracts: A Novel Ready-to-Eat Product for Lactating Mothers. *Processes* 2023, 11, 2219. <https://doi.org/10.3390/pr11072219>.

5. Nistor, O.-V., Andronoiu, D.-G., **Tănase (Butnariu), L.-A.**, & Mocanu, G.-D. (2023). The influence of gentle processing of orange sweet potato on quality properties of purees. *The Annals of the University Dunarea*

De Jos of Galati. Fascicle VI - Food Technology, 47(2), 64-76, <https://doi.org/https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2023.2.04>

B. Articole publicate în reviste cotate ISI proceedings

1. Tănase, L.-A. și al. (2022). Galactogogue Herbs: Antioxidant Activity and Bioactive Compounds' Content Determined from Aqueous Extracts. In: Brka, M., et al. 10th Central European Congress on Food. CE-Food 2020. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04797-8_12

C. Participări la manifestări științifice naționale și internaționale

1. Tănase L.-A., Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2020, *Galactagogues - Medicinal plants used for lactation stimulation - A review*, 8th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea "Dunărea de Jos", Galați, România

2. Mocanu D.-G., (Butnariu) Tănase L.-A., Nistor O.-V., (Dima) Gheonea I., Chirilă A. C., Andronoiu D.-G., Constantin O. E., Barbu V. V., Pătrașcu L., Botez E., 2020, *Health promoters from potato and pumpkin instant purée*, 5th Edition of International Conference on Chemical Engineering, Iași, România

3. Nistor O.-V., Mocanu D.-G., Andronoiu D.-G., Tănase (Butnariu) L.-A., Pătrașcu L., Barbu V. V., Ceclu L., 2020, *Novel technology to obtain pumpkin and quince puree*, 9th European Conference on Sensory and Consumer Research, Olanda

4. Tănase (Butnariu) L.-A., Mocanu D.-G., Andronoiu D.-G., Nistor O.-V., 2020, *Potential benefits of galactagogues plants extracts*, Conferința Științifico-Practică Națională „Inovația: Factor Al Dezvoltării Social-Economice”, Cahul, Republica Moldova.

5. Andronoiu D.-G., Tănase (Butnariu) L.-A., Costandache D., Mocanu D.-G., Nistor O.-V., 2020, *Expectant and breastfeeding mothers' food habits – a survey in Romania*, Conferința Științifico-Practică Națională „Inovația: Factor Al Dezvoltării Social-Economice”, Cahul, Republica Moldova.

6. Tănase (Butnariu) L.-A., Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Ciortan S., Ștefănescu B. I., Botez E., 2021, *Development of special designed meatballs technology*, 2nd International Virtual Conference On Raw Materials To Processed Foods din data de 3-4 Iunie 2021, Turcia.

7. Tănase L.-A., Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2021, *Meatballs for special destination: technological approaches*, 9th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea "Dunărea de Jos", Galați, România.

8. Tănase L.-A., Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2021, *Healthy vegetables for maternal diet - A review*, 9th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea "Dunărea de Jos", Galați, România.

9. Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., **Tănase L.-A.**, Mocanu G.-D., Barbu V.-V., Botez E., *The development of melon sorbets with acacia or lavender syrup*, International Conference on Raw Material to Processed Foods, din data de 3-4 Iunie 2021, Turcia
10. **Tănase L.-A.**, Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2021, *Galactogogue herbs: Antioxidant activity and bioactive compounds content determined from aqueous extracts*, 10th Central European Congress on Food, Sarajevo, Bosnia și Herțegovina.
11. **Tănase (Butnariu) L.-A.**, Andronoiu D.-G., Nistor O.-V., Mocanu G.I.-D., Botez E., 2022, *Phytochemical characterization of sweet potato purees enriched with fennel/anise aqueous extracts*, Multidisciplinary Conference on Sustainable Development, Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I”, Timișoara, România.
12. Andronoiu D.-G., Bitere M., Nistor O.-V., Mocanu G.-D., **Tănase (Butnariu) L.-A.**, *Revaluating carrots pomace – technological variants to enhance food quality*, Multidisciplinary Conference on Sustainable Development, 26-27 Mai 2022, Secția: Food Chemistry, Engineering & Technology, Facultatea de Inginerie Alimentară, Timișoara, România.
13. Manoliu A.G., Mântăilă S., **Tănase (Butnariu) L.-A.**, Andronoiu D.-G., Nistor O.-V., Mocanu G.-D., *Eco-efficient valorification of some by-products in order to obtain gellified products*, Multidisciplinary Conference on Sustainable Development, 26-27 Mai 2022, Secția: Food Chemistry, Engineering & Technology, Facultatea de Inginerie Alimentară, Timișoara, România.
14. **Tănase L.-A.**, Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2022, *Influence of hot air and steam convection on zucchini purees mixed with galactogogue aqueous extracts*, 10th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, România.
15. **Tănase L.-A.**, Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2022, *Phytochemical characterization of red pepper puree enriched with anise or fennel aqueous extract*, 10th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, România.
16. **Tănase L.-A.**, Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2023, *Characterization of red beetroot purees enriched with aqueous herbal extract with a special destination*, 11th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, România.
17. Nistor O.-V., **Tănase (Butnariu) L.-A.**, Mocanu D.-G., Andronoiu D.-G., 2023, *Preliminary research on sweet potato ready to eat purees*, Nutricon, Ohrid, Macedonia.
18. Murgoci C. G., **Tănase (Butnariu) L.-A.**, Nistor O.-V., Mocanu D.-G., 2023, *Quality evaluation of different types of sunflower oils*,

Multidisciplinary Conference on Sustainable Development, Facultatea de Inginerie Alimentară, Timișoara, România.

19. Popovici A. M., Mântăilă S., **Tănase (Butnariu) L.-A.**, Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., 2023, *Effects of different levels of basil (*Ocimum basilicum* L.) powder or extract on physicochemical, textural and sensorial characteristics of bread*, Multidisciplinary Conference on Sustainable Development, Facultatea de Inginerie Alimentară, Timișoara, România.

20. Popovici G. G., Mântăilă S., **Tănase (Butnariu) L.-A.**, Cotârleț M., Mocanu D.-G., 2023, *Influence of different drying methods on bioactive compounds, colour and antibacterial properties of some aromatic plants*, Multidisciplinary Conference on Sustainable Development, Facultatea de Inginerie Alimentară, Timișoara, România.

21. Glugă Ș., Vîină C. M., Iordache F. G., Nistor O.V., Mocanu G. D., **Tănase (Butnariu) L.**, Andronoiu D. G., 2023, *VALORIZATION OF BLUEBERRY POMACE AS FUNCTIONAL INGREDIENT AT YOGHURT MANUFACTURING*, 11th International Symposium Euro-Aliment 2023 - Insights of Future Foods – From concepts and challenges to technological innovations, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, România.

22. Ceclu L., **Tănase (Butnariu) L.-A.**, Nistor O.-V., 2023, *COMPARATIVE ASSESSMENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN DRIED CHERRY TOMATOES UNDER DIFFERENT CONDITIONS*, 11th International Symposium Euro-Aliment 2023 - Insights of Future Foods – From concepts and challenges to technological innovations, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, România.

D. Premii

1. Honorable mention - Prezentare, *Meatballs for special destination: technological approaches*, **Tănase L.-A.**, Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2021, 9th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, România.

2. Honorable mention – Prezentare, *Influence of hot air and steam convection on zucchini purees mixed with galactogogue aqueous extracts*, **Tănase L.-A.**, Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2022, 10th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, România.

3. Honorable mention - Poster, *Phytochemical characterization of red pepper puree enriched with anise or fennel aqueous extract*, **Tănase L.-A.**, Nistor O.-V., Andronoiu D.-G., Mocanu D.-G., Botez E., 2022, 10th Edition of Scientific Conference of Doctoral Schools, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, România.