

## Rezumatul Tezei de doctorat

Teza de doctorat, intitulată “**Posibilități de obținere a produselor din carne cu valoare adăugată prin valorificarea unor subproduse alimentare de origine vegetală**”, este structurată în 2 părți principale: **Partea I. Stadiul actual al cunoașterii și Partea a II - a. Cercetări proprii.**

Cele 2 părți menționate sunt precedate de **Introducere**, iar la finalul tezei sunt prezentate **concluziile generale, elementele de originalitate și perspectivele de continuare a cercetărilor.**

Teza de doctorat elaborată, este structurată pe **5 capitole**, cuprinde **51 figuri, 6 tabele și 2 anexe**, și beneficiază de aportul a **274 referințe bibliografice, de actualitate și revelante pentru tema de cercetare abordată.** În teză este inclusă și lista cu lucrările științifice publicate de doctorandă în domeniul cercetării efectuate.

### INTRODUCERE

În această parte sunt prezentate următoarele aspecte: scopul tezei de doctorat; motivația alegerii temei de cercetare; **importanța și actualitatea** tematicii abordate; gradul de încadrare a temei în preocupările internaționale, naționale, regionale ale colectivului de cercetare; obiectivele științifice propuse spre îndeplinire în cadrul cercetărilor proprii, precum și aprecieri asupra gradului de inovare a cercetărilor realizate.

**Scopul prezentei Teze de Doctorat**, cu titlul “*Posibilități de obținere a produselor din carne cu valoare adăugată prin valorificarea unor subproduse alimentare de origine vegetală*”, a constat în recuperarea, condiționarea și exploatarea potențialului bioactiv al subproduselor rezultate la procesarea tomatelor și ardeiului gras în vederea obținerii unor formule de produse din carne de porc (cârnați) fără adaos de aditivi sintetici. Astfel, s-a evaluat posibilitatea dezvoltării unor formule inovative de cârnați, cu funcționalitate îmbunătățită prin includerea în rețeta de fabricație a acestora a subproduselor menționate, ca substituent al nitritului de sodiu.

**Motivația alegerii temei de cercetare** este susținută de faptul că în ultima perioadă a crescut interesul consumatorilor de carne și preparate din carne pentru produsele cu etichetă curată (fără adaos de aditivi), cunoscute fiind efectele negative ale acestor aditivi asupra sănătății umane. În același timp în industria fructelor și legumelor, unde anual se generează cantități foarte mari de subproduse, care nu sunt valorificate ulterior, se fac eforturi mari în direcția recuperării și valorificării acestora, datorită potențialului bioactiv pe care acestea îl posedă dar și din perspectiva beneficiilor economice, sociale și de mediu.

Alegerea subproduselor provenite din procesarea tomatelor și ardeiului este motivată de faptul că aceste legume sunt printre cele mai importante din punct de vedere al consumului. Cantitatea de deșeuri generată la procesarea tomatelor este estimată la aproximativ 50.000 de tone pe an, ceea ce reprezintă o problemă gravă de eliminare, cu un impact negativ asupra mediului. Subprodusul rezultat la prelucrarea tomatelor, constând din pielețe și semințe, conține o mare varietate de substanțe biologic active, în principal compuși polifenolici și licopen care posedă activitate antioxidantă, hipolipidemică și anticarcinogenă. Pielețele de tomate mai conțin cantități însemnate de fibre iar semințele conțin acizi grași nesaturați.

Producția de ardei gras a crescut considerabil în ultimii ani, însă pierderile anuale ale acestei culturi sunt estimate la 40%. Ardeiul gras este o legumă cu valoare nutritivă ridicată care, după prelucrare, generează cantități însemnate de subproduse bogate în compuși fitochimici. Subprodusele rezultate la procesarea ardeilor conțin cantități însemnate de compuși bioactivi (fenoli, flavonoide, carotenoizi, tocoferol și polizaharide pectice) care prezintă proprietăți antioxidante, antibacteriene, antifungice, imunosupresoare și imunostimulante și activități antidiabetice, antitumorale și neuroprotectoare și au o potențială utilizare ca aditivi alimentari funcționali. În acest context, valorificarea subproduselor reprezintă o temă de mare interes, atât pentru cercetători cât și pentru procesatori, cu efecte benefice pentru populație, economie și mediu.

Ipoteza care a stat la baza acestei cercetări este că substanțele bioactive prezente în subprodusele provenite de la procesarea tomatelor și a ardeiului gras, după condiționare, prezintă premizele de a substitui aditivii sintetici utilizați în rețeta de fabricație a produselor din carne. În acest context, această lucrare a avut ca scop evaluarea potențialului subproduselor rezultate din tomate și ardei gras de a fi utilizate, ca aditivi naturali în rețeta de fabricație a cârnaților, pentru înlocuirea nitritului de sodiu. Prin includerea subproduselor menționate în rețeta de fabricație a cârnaților s-a avut în vedere îmbunătățirea stabilității oxidative și a caracteristicilor nutritive a produselor elaborate, prelungirea termenului de valabilitate a acestora, fără deprecierea proprietăților senzoriale.

**Tematica abordată este importantă și de actualitate** ținând cont de preocupările din ultima perioadă din ce în ce mai mari ale consumatorilor pentru produse sănătoase cu eticheta curată, fără adaos de aditivi dar și pentru preocuparea cu privire la recuperarea și valorificarea subproduselor din industria legumelor și nu numai, în contextul dezvoltării unei economii circulare. Valorificarea subproduselor rezultate în industria procesării legumelor ar putea reprezenta o modalitate de a crește sustenabilitatea alimentară, în același timp putând fi valorificate și în scopul îmbunătățirii valorii nutritive și funcționalității produselor alimentare. Aceste subproduse pot reprezenta și o sursă alternativă de nutrienți necesari pentru a susține cererea globală de alimente funcționale.

**Tematica aleasă în prezenta teză de doctorat se încadrează în preocupările internaționale, naționale, regionale**, întrucât deșeurile și subprodusele alimentare reprezintă a doua cea mai mare cauză a emisiilor de gaze cu efect de seră. Din punct de vedere economic, subprodusele și pierderile agricole pot afecta atât veniturile fermierilor, cât și pe cele ale consumatorilor. Prin urmare, utilizarea subproduselor agricole nu numai că ajută fermierii și economia clienților, dar, de asemenea, poate crește sustenabilitatea alimentară și reduce insecuritatea alimentară, în special pentru țările subdezvoltate.

Există puține informații pe plan național și internațional, privind valorificarea subproduselor rezultate la procesarea tomatelor și ardeilor în direcția obținerii de produse alimentare inovative, aceasta constituind rațiunea de a investiga posibilitatea valorificării potențialului bioactiv al acestor subproduse și vederea conceperii și dezvoltării unor formule de produse din carne cu valoare adăugată.

#### **Obiectivele științifice propuse pentru rezolvare în cadrul cercetării științifice:**

- Recuperarea și condiționarea subproduselor rezultate la procesarea tomatelor și ardeiului gras prin uscare în vederea conservării potențialului bioactiv al acestora;
- Investigarea proprietăților antioxidante ale subproduselor de procesare a tomatelor și ardeiului gras, atât în stare brută, cât și după condiționare;
- Valorificarea subproduselor provenite de la procesarea tomatelor în vederea obținerii a două tipuri de cârnați cu valoare adăugată: afumați și uscați, respectiv afumați și fierți;
- Valorificarea subproduselor rezultate la procesarea ardeiului gras în direcția obținerii a două tipuri de cârnați cu valoare adăugată: afumați și uscați, respectiv afumați și fierți.

Astfel, teza de doctorat, structurată în două părți principale, **urmărește exploatarea potențialului bioactiv al subproduselor condiționate provenite din procesarea a două materii prime de origine vegetală (tomate, respectiv ardei gras)**, prin includerea în rețeta de fabricație a cârnaților afumați și uscați, respectiv afumați și fierți, în vederea dezvoltării unor formule inovative, cu funcționalitate îmbunătățită.

Ideea principală care a stat la baza cercetărilor realizate în prezenta teză de doctorat, s-a axat pe faptul că până în prezent există studii limitate privind utilizarea subproduselor rezultate din procesarea tomatelor și ardeilor, ca sursă alternativă de compuși biologic activi, pentru înlocuirea aditivilor sintetici în preparate din carne. În această direcție, posibilitatea încorporării subproduselor de la procesarea tomatelor și ardeilor, ca alternativă la aditivii sintetici (în special nitratul și nitritul de sodiu) în rețeta cârnaților este foarte atractivă. Fortifierea produselor din carne cu ingrediente funcționale bogate în

antioxidanți, permite creșterea conținutului de compuși bioactivi din produsele obținute, fapt ce duce și la creșterea calității nutriționale și senzoriale.

## PARTEA I. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

**Partea I**, cuprinde două capitole și este structurată în 10 subcapitole. Această parte prezintă o sinteză a informațiilor disponibile în literatura de specialitate privind procesele oxidative din carne precum și date referitoare la utilizarea antioxidanților naturali în carne și produsele din carne.

Primul capitol intitulat “*Generalități privind procesul de oxidare și antioxidanții*” oferă informații referitoare la procesul de oxidare care apare în carne și preparatele din carne, efectele acestora asupra sănătății oamenilor, toxicitatea antioxidanților sintetici, antioxidanții sintetici utilizați cu regularitate în industria cărnii, precum și antioxidanții naturali utilizați până în prezent în carne și produsele din carne.

**Capitolul 2**, intitulat “*Subprodusele de procesare a materilor prime de origine vegetală, surse potențiale de antioxidanți*” prezintă o sinteză complexă a informațiilor regăsite în literatura de specialitate cu privire la caracteristicile generale, potențialul bioactiv al subproduselor vegetale rezultate în industria alimentară. Sunt prezentate de asemenea informații de actualitate cu privire la subprodusele provenite de la procesarea tomatelor și ardeiului, cu accent asupra funcționalității acestora.

## PARTEA a II-a. CERCETĂRI PROPRII

**Această parte a tezei de doctorat** include cercetările proprii efectuate și prezintă rezultatele obținute, fiind structurată în **3 capitole (3, 4 și 5)**.

Scopul cercetărilor efectuate în **Capitolul 3**, intitulat “*Obținerea și condiționarea subproduselor de la procesarea tomatelor și ardeiului gras*” a constat în condiționarea subproduselor rezultate de la procesarea tomatelor și ardeiului gras prin uscare convectivă în vederea păstrării compușilor bioactivi și a proprietăților antioxidante ale acestora. S-a urmărit conservarea potențialului funcțional al subproduselor vizate în vederea valorificării ulterioare a acestora ca ingrediente funcționale și înlocuitori ai nitritului de sodiu în vederea obținerii a două tipuri de cârnați din carne de porc: afumați și uscați, respectiv afumați și fierți.

Obiectivele avute în vedere în cadrul acestui capitol sunt:

- prezentarea materialelor vegetale luate în studiu (tomate și ardei gras) și separarea subproduselor rezultate în urma procesării;
- condiționarea prin uscare convectivă a subproduselor în condiții controlate de temperatură și timp;
- evaluarea impactului tratamentelor termice aplicate în vederea condiționării asupra caracteristicilor antioxidante ale subproduselor investigate, prin determinarea conținutului de polifenoli totali, licopen, capacitatea antioxidantă totală, identificarea și cuantificarea compușilor polifenolici individuali.

Tomatele proaspete (*Solanum lycopersicum*) și ardeiul gras (*Capsicum annuum*), au fost achiziționați din supermarketurile locale (Timișoara, județul Timiș, România). Au fost folosite două tipuri de tomate (roșii mari de grădină - RM și roșii cherry - RC) și două tipuri de ardei gras (ardei gras roșu - AR și galben - AG).

Cele două tipuri de roșii (roșii cherry și roșii mari de grădină) au fost prelucrate în vederea obținerii sucului, fiind colectat subprodusul rezultat. Pentru ardeiul gras roșu și galben au fost investigate principalele fracții: pulpa de ardei gras și subprodusul rămas după separarea pulpei.

Produsele secundare rezultate de la procesarea tomatelor și ardeiului gras au fost condiționate prin uscare convectivă timp de 16 ore la o temperatură de 60°C pentru a evita degradarea compușilor bioactivi. După uscare, subprodusele condiționate au fost măcinate iar pulberea rezultată a fost utilizată în rețeta de fabricație a două tipuri de cârnați: afumați și uscați, respectiv afumați și fierți.

### Concluzii parțiale

- Subprodusele rezultate din procesarea tomatelor și ardeiului gras reprezintă materii prime sustenabile, insuficient valorificate până în prezent, care rezultă în cantități considerabile în industria alimentară, fiind bogate în compuși polifenolici cu activitate antioxidantă ridicată;
- Conținutul de compuși polifenolici totali, flavonoide totale și licopen din roșiile cherry (RC) este mai mare comparativ cu cel al roșilor mari (RM), atât în cazul tomatelor ca atare cât și în cazul subproduselor proaspete dar și a subproduselor condiționate prin uscare convectivă la temperatura moderată.
- Atât conținutul de compuși polifenolici totali cât și cel de flavonoide totale înregistrat în cazul ardeiului gras roșu (AR) este mai mare comparativ cu cel obținut pentru ardeiul gras galben (AG). Această constatare se menține și în cazul subproduselor obținute de la procesarea ardeilor, atât în stare brută, cât și după condiționarea prin uscare.
- Valorile activității antioxidante înregistrate în cazul subproduselor proaspete (brute) au fost mai mici comparativ cu cel al materiilor prime de proveniență. Condiționarea prin uscare a subproduselor a condus la scăderi în activitatea antioxidantă a materialului deshidratat.
- Deși procesul de condiționare a subproduselor brute de procesare a tomatelor și ardeilor grași prin uscare convectivă a avut ca efect reducerea conținutului de compuși bioactivi și a activității antioxidante totale, subprodusele condiționate înregistrează încă niveluri ridicate ale caracteristicilor antioxidante ceea ce justifică valorificarea ulterioară a acestora prin reintegrarea în lanțul alimentar ca sursă de compuși bioactivi. Pe această bază, am avut în vedere utilizarea acestor subproduse ca aditivi naturali care să înlocuiască nitritul de sodiu în vederea dezvoltării unor formule inovative de cârnați din carne de porc.

În urma studiilor efectuate în acest capitol, s-au obținut date referitoare la conținutul de polifenoli totali, flavonoide totale, capacitatea antioxidantă totală, profilului polifenolic individual evaluat prin analiza LC-MS și a conținutului de licopen în cazul tomatelor. Aceste informații ne-au permis ulterior calculul cantităților de subproduse condiționate care au fost încorporate în rețeta de fabricație a formulilor de cârnați din carne de porc în vederea substituirii nitritului de sodiu. În proiectarea formulilor de cârnați, s-a avut în vedere asigurarea anumitor niveluri de compuși polifenolici totali furnizate de adaosul de subproduse condiționate.

**Cercetările prezentate în Capitolul 4**, intitulat *”Valorificarea subproduselor de la procesarea tomatelor la obținerea unor formule de cârnați de porc cu valoare adăugată”* au avut drept scop valorificarea subproduselor rezultate din procesarea tomatelor ca substituent al nitritului de sodiu în vederea dezvoltării unor formule de cârnați atât afumați și uscați, cât și afumați și fierți.

Astfel, pulberea obținută prin deshidratarea urmată de măcinarea a subproduselor de la procesarea tomatelor a fost inclusă în rețeta de fabricație a cârnaților pentru a asigura un nivel de compuși polifenolici totali egal cu 50, 90, 180 și 270 mg echivalenți de acid galic (GAE)/kg de carne crudă prelucrată. Aportul de compuși polifenolici furnizat prin adaosul de subprodus în rețeta de fabricație a cârnaților a fost stabilit în acord cu conținutul minim de nitriți necesar pentru 1 kg de carne crudă procesată (90 mg de nitriți/kg de carne procesată).

Obiectivele propuse pentru rezolvare în acest capitol:

- Dezvoltarea unor formule de cârnați prin includerea în rețeta de fabricație a subproduselor de la procesarea tomatelor, în scopul valorificării potențialului bioactiv al acestora;
- Analiza proximată a formulilor de cârnați concepute, comparativ cu probele martor de cârnați cu sau fără adaos de nitrit de sodiu;
- Evaluarea stabilității oxidative a formulilor de cârnați elaborate pe baza indicilor chimici specifici (indicele de peroxid, indice de p-anisidină, valoarea TOTOX și valoarea acidului tiobarbituric - TBA), comparativ cu probele martor de cârnați cu sau fără adaos de nitrit de sodiu;
- Evaluarea caracteristicilor senzoriale ale formulilor de cârnați obținute.

## Concluzii parțiale

- Pulberea obținută din subprodusele deshidratate de la prelucrarea tomatelor a fost utilizată pentru obținerea unor formule de cârnați din carne de porc, fiind inclusă în rețeta de fabricație a acestora în cantități care asigură un nivel de compuși polifenolici egal cu 50, 90, 180 și 270 mg echivalenți de acid galic (GAE)/kg de carne crudă prelucrată. Nivelul de compuși polifenolici furnizat prin suplimentarea cu subprodusele de la procesarea tomatelor (SRCU și SRMU) a fost stabilit ținând cont de conținutul minim de nitriți adăugați la un kg de carne crudă procesată (90 mg de nitriți/kg de carne procesată).
- Conținutul de umiditate al probelor de cârnați analizate a fost semnificativ influențat de tratamentele aplicate și de proporția de subproduse de la procesarea tomatelor (SRMU și SRCU) incluse în rețeta de fabricație. Odată cu creșterea cantității de subproduse încorporate conținutul de umiditate a scăzut atât în cazul probelor afumate și uscate cât și în cazul probelor afumate și fierte.
- Conținutul de proteine al probelor de cârnați a înregistrat o ușoară creștere pe măsură ce nivelul de adaos de SRMU și SRCU a crescut. Tratamentul termic aplicat nu a influențat conținutul de proteine.
- Conținutul de grăsime al formulelor de cârnați a fost influențat de cantitatea de subproduse încorporate, o ușoară reducere a conținutului de grăsime fiind observată pe măsură ce nivelul de SRMU și SRCU a crescut, proba martor având procentul cel mai mare de grăsime. Tipul de tratament termic aplicat nu influențează semnificativ conținutul de grăsime.
- Conținutul de substanțe minerale a fost semnificativ mai mare ( $p < 0.05$ ) în cazul probelor de cârnați cu adaos de subproduse de la procesarea tomatelor, observându-se creșterea acestuia odată cu creșterea cantității de SRMU și SRCU încorporată. Tratamentele termice nu au influențat conținutul de substanțe minerale.
- Pentru conținutul de NaCl nu au existat diferențe semnificative între probele de cârnați studiate;
- Conținutul de carbohidrați nu a fost influențat de tratamentul termic aplicat sau de adaosul de subproduse în rețeta de fabricație a cârnaților.
- Valoarea energetică a scăzut pe măsura creșterii cantității de SRMU și SRCU în formulele de cârnați, tratamentele termice neavând nici o influență asupra acestei valori.
- valorile indicelui de peroxid (PV), indicelui de p-anisidină (p-AV), valoarea oxidării totale (TOTOX) și valoarea acidului tiobarbituric (TBA) au fost semnificativ mai mari în cazul probelor control în comparație cu probele cu adaos de nitrit de sodiu, respectiv SRMU și SRCU, pe parcursul celor 20 de zile de depozitare.
- valorile acestor indici au fost influențate atât de cantitatea de SRMU și SRCU adăugată, cât și de tratamentele termice aplicate formulelor de cârnați elaborate. Astfel, valorile acestora au scăzut odată cu creșterea cantității de subproduse de la procesarea tomatelor (SRMU și SRCU) încorporate în rețeta de fabricație a cârnaților. În plus, au fost înregistrate valori mai mici ale indicilor menționați pentru probele de cârnați cu adaos de SRCU comparativ cu cele cu adaos de SRMU. În ceea ce privește influența tratamentului termic aplicat cârnaților, s-a observat că în cazul probelor care au fost supuse procesului de afumare și fierbere s-au înregistrat valori mai scăzute ale indicilor evaluați comparativ cu cele ale probelor de cârnați afumați și uscați.
- Pe baza determinării indicilor specifici (PV, p-AV, TOTOX și TBA) pentru evaluarea stabilității oxidative a formulelor de cârnați, se poate concluziona că pentru ambele tipuri de cârnați, efectul inhibitor al nitritului de sodiu față de degradarea oxidativă pe perioada depozitării se poate obține prin substituirea acestuia cu o cantitate de SRCU care asigură un nivel de TPC de cel puțin 180 mg GAE/kg de carne brută prelucrată. În mod similar, adaosul unei cantități de SRMU care asigură un nivel de compuși polifenolici totali de 270 mg GAE/kg de carne crudă procesată poate substitui nitritul de sodiu în formulele de cârnați elaborate.
- Analiza senzorială a formulelor de cârnați a condus la constatarea că probele suplimentate cu cele mai mari cantități de subproduse de procesare a tomatelor au obținut cele mai mari punctaje pentru toate atributele evaluate: culoare, gust, miros (aromă), textură și acceptabilitate generală.

**Cercetările din cadrul Capitolului 5, intitulat “Valorificarea subproduselor de la procesarea ardeiului gras la obținerea unor formule de cârnați de porc cu valoare adăugată”** au fost direcționate în scopul valorificării subproduselor rezultate la procesarea ardeilor grași galbeni și roșii ca substituent al nitritului de sodiu în vederea dezvoltării unor formule de cârnați atât afumați și uscați, cât și afumați și fierți.

Astfel, pulberea obținută prin deshidratarea urmată de măcinare a subproduselor de la procesarea ardeiului gras galben și roșu a fost inclusă în rețeta de fabricație a cârnaților pentru a asigura un nivel de compuși polifenolici totali egal cu 50, 90, 180 și 270 mg echivalenți de acid galic (GAE)/kg de carne crudă prelucrată. Atât rețetele de fabricație a cârnaților cât și metodologia de lucru au fost similare cu cele utilizate la obținerea formulilor de cârnați cu adaos de subproduse de la procesarea tomatelor.

Obiectivele propuse pentru rezolvare în acest capitol:

- Dezvoltarea unor formule de cârnați prin includerea în rețeta de fabricație a subproduselor de la procesarea ardeiului gras galben și roșu, în scopul valorificării potențialului bioactiv al acestora;
- Analiza proximată a formulilor de cârnați concepute, comparativ cu probele martor de cârnați cu adaos de nitrit de sodiu, respectiv fără nici un aditiv;
- Evaluarea stabilității oxidative a formulilor de cârnați obținute pe baza indicilor chimici specifici (indicele de peroxid, indice de p-anisidină, valoarea TOTOX și valoarea acidului tiobarbituric - TBA), comparativ cu probele martor de cârnați cu adaos de nitrit de sodiu, respectiv fără nici un aditiv;
- Evaluarea caracteristicilor senzoriale ale formulilor de cârnați obținute.

### Concluzii parțiale

- Subprodusele condiționate obținute prin procesarea ardeiului gras galben și roșu, au fost valorificate pentru obținerea unor formule de cârnați din carne de porc, fiind incluse în rețeta de fabricație a acestora în cantități stabilite pe bază de calcule tehnologice pentru a asigura niveluri de compuși polifenolici totali de 50, 90, 180 și 270 mg echivalenți de acid galic (GAE)/kg carne crudă prelucrată.
- Conținutul de umiditate al probelor de cârnați a fost semnificativ influențat de cantitatea de subprodus (SAGU și SARU) inclus în rețeta de fabricație a formulilor elaborate. Acesta a scăzut odată cu creșterea cantității de subprodus adăugat. Tratamentele termice aplicate au influențat în mică măsură conținutul de umiditate al formulilor de cârnați cu adaos de SAGU și SARU
- Conținutul de proteine și de grăsime al probelor de cârnați suplimentate cu SAGU și SARU a fost în mică măsură influențat de cantitatea de subprodus inclusă în rețeta de fabricație. O ușoară scădere a conținutului de proteine și grăsime a fost observată odată cu creșterea cantității de SAGU și SARU. Tratamentul termic aplicat nu a prezentat influență asupra acestor parametri.
- Conținutul de substanțe minerale a fost semnificativ mai mare ( $p < 0.05$ ) în cazul probelor de cârnați cu adaos de subproduse de procesare a ardeilor grași, acesta crescând odată cu creșterea cantității de SAGU și SARU adăugată în rețeta de fabricație a formulilor elaborate. Tratamentele termice aplicate nu a influențat conținutul de substanțe minerale.
- Pentru conținutul de NaCl nu au existat diferențe semnificative între probele de cârnați studiate.
- Conținutul de carbohidrați a crescut odată cu creșterea cantității de SAGU și SARU inclusă în formulile de cârnați obținute, nefiind influențat de tratamentele termice aplicate;
- Valoarea energetică a scăzut odată cu creșterea cantității de SAGU și SARU în formulile de cârnați, tratamentele termice neavând nici o influență asupra acestui parametru.
- valorile indicelui de peroxid (PV), indicelui de p-anisidină (p-AV), valoarea oxidării totale (TOTOX) și valoarea TBA au fost semnificativ mai mare în cazul probelor control, comparativ cu probele cu adaos de nitrit de sodiu, respectiv cele cu adaos de SAGU și SARU, pe parcursul celor 20 de zile de depozitare.
- valorile acestor indici au fost influențate atât de cantitatea de SARU și SAGU adăugată, cât și de tratamentele termice aplicate cârnaților. Astfel, valorile acestora au scăzut odată cu creșterea cantității de SAGU și SARU utilizate în formulile cu cârnați. În plus, au fost înregistrate valori mai mici ale indicilor menționați pentru probele de cârnați cu adaos de SARU în comparație cu cele cu adaos de SAGU. În ceea ce privește influența tratamentului termic aplicat cârnaților, s-a observat că în cazul probelor care au fost

- supuse procesului de afumare și fierbere s-au înregistrat valori mai scăzute ale indicilor evaluați comparativ cu cele ale probelor de cârnați afumați și uscați.
- Conform rezultatelor obținute pentru indicii specifici (PV, p-AV, TOTOX și TBA) pentru aprecierea stabilității oxidative, se poate concluziona că pentru ambele tipuri de cârnați (afumați și uscați, respectiv afumați și fierți), efectul inhibitor al nitritului de sodiu față de degradarea oxidativă se poate obține prin înlocuirea acestuia cu o cantitate de SARU care asigură un nivel de TPC de cel puțin 180 mg GAE/kg de carne brută prelucrată, respectiv o cantitate de SAGU care asigură un nivel de TPC de 270 mg GAE/kg de carne procesată brută.
  - În ceea ce privește atributele senzoriale, cele mai bune rezultate ale atributelor evaluate s-au înregistrat pentru formulele de cârnați în care au fost încorporate cele mai mari cantități de subproduse de procesare a ardeiului gras:

### III. CONCLUZII GENERALE

Cercetările efectuate din prezenta teză au condus la îndeplinirea obiectivelor propuse, în continuare fiind prezentate concluziile generale formulate pe baza rezultatelor obținute:

#### **Condiționarea prin uscare convectivă a subproduselor de la procesarea tomatelor și ardeilor grași în scopul conservării proprietăților bioactive ale acestora:**

- Conținutul de compuși polifenolici totali, flavonoide totale și licopen din roșiile cherry (RC) este mai mare comparativ cu cel al roșilor mari (RM), atât în cazul tomatelor materie primă cât și în cazul subproduselor de procesare brute și a celor condiționate prin uscare convectivă;
- Și în cazul ardeilor grași, conținutul de compuși polifenolici totali și cel de flavonoide totale pentru materiile prime sunt mai ridicate comparativ cu cele înregistrate în subprodusele brute și condiționate. Atât TPC cât și TFC pentru ardeiul gras roșu (AR) este mai mare comparativ cu cel obținut pentru ardeiul gras galben (AG). Această constatare se menține și în cazul subproduselor de la procesarea ardeilor, atât în stare brută, cât și după condiționare;
- Valorile înregistrate pentru conținutul de compuși bioactivi investigați și capacitatea antioxidantă a probelor analizate au înregistrat valori diferite în funcție de soi, acestea variind în ordinea: RC > RM > SRC > SRM > SRCU > SRMU pentru tomate, respectiv PAR > PAG > PARU > SAR > PAGU > SARU > SAG > SAGU în cazul ardeilor grași;
- S-a identificat un număr de 11 compuși polifenolici (acid galic, acid protocatecic, acid cafeic, epicatechină, acid p-cumaric, acid ferulic, rutin, acid rozmarinic, resveratrol, quercitină și kaempferol) atât în probele de tomate și ardei gras proapete, cât și în subprodusele brute și condiționate obținute la procesarea acestora. În probele de tomate, respectiv subprodusele aferente, cantitățile cele mai mari s-au înregistrat pentru rutin iar în ardei, respectiv subprodusele corespunzătoare cantitățile cele mai ridicate s-au înregistrat pentru quercitină, acidul protocatecic și acidul galic;
- Condiționarea subproduselor de procesare a tomatelor și ardeilor grași prin uscare convectivă la o temperatură moderată de 60°C timp de 16 h, asigură prelungirea conservabilității prin reducerea conținutului de apă, asigurând totodată și stabilitatea compușilor bioactivi;
- Deși uscarea subproduselor brute de procesare a tomatelor și ardeilor grași conduce la unele pierderi în conținutul de compuși bioactivi și în activitatea antioxidantă, subprodusele condiționate reprezintă o sursă valoroasă de compuși bioactivi, ceea ce justifică utilizarea lor ca ingrediente cu valoare adăugată în diferite formule alimentare.

#### **Valorificarea subproduselor de la procesarea tomatelor la obținerea unor formule de cârnați cu valoare adăugată:**

- Cercetările efectuate au evidențiat posibilitatea de a exploata potențialul bioactiv al produselor secundare de prelucrare a tomatelor ca strategie de reformulare a cârnaților fără adaos de nitriți.

- Rezultatele obținute relevă potențialul produselor secundare de prelucrare a tomatelor de a proteja formulele de cârnați împotriva degradării oxidative a fracției lipidice dar și de a îmbunătăți valoarea funcțională a produselor din carne.
- Formulele de cârnați suplimentate cu SRMU și SRCU au prezentat un conținut mai mare de proteine și cenușă și un conținut mai redus de grăsimi.
- Suplimentarea cârnaților cu anumite cantități de SRMU și SRCU a condus la produse cu stabilitate oxidativă mai mare, atât din punct de vedere al oxidării primare, cât și al oxidării secundare pe parcursul depozitării în condiții de refrigerare.
- În formulele de cârnați cu adaos de SRCU care asigură un nivel de compuși polifenolici totali de minim 180 mg GAE/kg de carne prelucrată, s-au înregistrat valorile ale indicilor specifici pentru evaluarea stabilității oxidative (PV, p-AV, valoarea TOTOX și TBA) comparabile cu cele înregistrate în probele de cârnați cu adaos de nitrit de sodiu. În formulele de cârnați suplimentate cu o cantitate de SRMU care asigură un nivel de compuși polifenolici totali de 270 mg GAE/kg de carne prelucrată brută, s-au înregistrat valori similare ale indicilor menționați cu cele obținute în cazul probelor de cârnați cu adaos de nitrit de sodiu.
- Pentru ambele tipuri de cârnați (afumați și uscați, respectiv afumați și fierți) depozitați în condiții de refrigerare o perioadă de 20 de zile, se poate obține un efect inhibitor față de degradarea oxidativă, similar cu cel al nitritului de sodiu, prin înlocuirea acestuia cu o cantitate de SRCU care asigură un nivel de TPC de cel puțin 180 mg GAE/kg de carne brută prelucrată, respectiv o cantitate de SRMU care asigură un nivel de TPC de 270 mg GAE/kg de carne procesată brută.
- În concluzie, produsele secundare de prelucrare a tomatelor ar putea constitui un substituent natural atractiv pentru nitritul de sodiu utilizat în mod obișnuit în rețetele de fabricare a produselor din carne.

#### **Valorificarea subproduselor de la procesarea ardeilor grași la obținerea unor formule de cârnați cu valoare adăugată:**

- Rezultatele obținute au demonstrat capacitatea subproduselor de prelucrare a ardeilor grași de a asigura protecție împotriva degradării oxidative a fracției lipidice din formulele de cârnați păstrate în condiții de refrigerare o perioadă de 20 de zile. În plus, acest studiu a evidențiat posibilitatea de a exploata potențialul bioactiv al subproduselor de prelucrare a ardeilor grași ca strategie de reformulare a cârnaților fără adaos de nitriți.
- S-a constatat că încorporarea de SAGU și SARU în rețeta formulelor de cârnați, ca înlocuitor al nitritului de sodiu, a îmbunătățit profilul nutrițional al probelor, conducând la un conținut mai ridicat de substanțe minerale, respectiv mai scăzut de grăsimi, comparativ cu probele martor. De asemenea valoarea energetică a formulelor de cârnați cu adaos de SAGU și SARU a scăzut semnificativ comparativ cu probele martor.
- Suplimentarea cârnaților cu SAGU și SARU a condus la produse cu stabilitate oxidativă îmbunătățită, adaosul subproduselor menționate având efect inhibitor atât asupra proceselor de oxidare primară, cât și secundară.
- Adaosul de SARU în formulele de cârnați care asigură un nivel de TPC de minim 180 mg GAE/kg de carne prelucrată a condus la valori ale indicilor specifici pentru aprecierea stabilității oxidative (PV, p-AV, valoarea TOTOX și TBA) comparabile cu cele înregistrate în probele de cârnați cu adaos de nitrit de sodiu. În formulele de cârnați suplimentate cu SAGU la un nivel care asigură un TPC de 270 mg GAE/kg de carne prelucrată brută, s-au înregistrat valori similare ale indicilor evaluați cu cele obținute în cazul probelor de cârnați cu adaos de nitrit de sodiu.
- Astfel, pentru ambele tipuri de cârnați depozitați în condiții de refrigerare o perioadă de 20 de zile, se poate obține un efect inhibitor împotriva degradării oxidative, similar cu cel al nitritului de sodiu, prin înlocuirea acestuia cu o cantitate de SARU care să asigure un TPC de cel puțin 180 mg GAE/kg de carne brută prelucrată, respectiv o cantitate de SAGU care asigură un aport de TPC de 270 mg GAE/kg de carne procesată brută.
- În concluzie, produsele secundare de prelucrare a ardeilor grași ar putea reprezenta o alternativă pentru nitritul de sodiu utilizat în rețetele de fabricare a produselor din carne.



Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor efectuate demonstrează eficiența utilizării subproduselor de prelucrare a tomatelor și ardeilor grași în vederea înlocuirii nitritului de sodiu din cârnații de porc, din punct de vedere al potențialului antioxidant, și promovează utilizarea acestora ca aditivi naturali cu rol în limitarea proceselor de degradare oxidativă a fracției lipidice din produsele investigate.

Datele generate din această teză prezintă o mare importanță aplicativă și valoare științifică ridicată, contribuind la extinderea direcțiilor de valorificare a subproduselor rezultate din procesarea tomatelor și ardeilor grași în noi formule de produse alimentare cu funcționalitate îmbunătățită.

#### **IV. ELEMENTE DE ORIGINALITATE ȘI PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR**

Originalitatea cercetărilor realizate derivă din următoarele aspecte, care sporesc valoarea științifică a studiilor efectuate:

- Furnizarea de dovezi solide în ceea ce privește proprietățile antioxidante ale subproduselor de procesare a tomatelor și ardeilor grași roșii și galbeni. Subprodusele rezultate de la procesarea ambelor legume sunt surse valoroase de compuși bioactivi cu proprietăți antioxidante dovedite, care pot fi exploatate într-o varietate de produse alimentare;
- S-a demonstrat că activitatea antioxidantă a subproduselor investigate este puternic corelată cu conținutul lor în compuși polifenolici totali și în nivelul de flavonoide;
- Exploatarea potențialului bioactiv al subproduselor de prelucrare a tomatelor și ardeilor pentru crearea de noi formule de cârnați cu valoare adăugată, fără nitrit de sodiu în compoziție;
- Procedura de stabilire a cantităților de subproduse condiționate incluse în rețeta formulelor de cârnați, ca înlocuitori ai nitritului de sodiu, prin asigurarea unor niveluri specifice de compuși polifenolici totali reprezintă o abordare nouă;
- Cercetările efectuate au condus la propunerea unei noi direcții de valorificare a subproduselor de procesare a tomatelor și ardeilor grași prin includerea acestora în rețeta de fabricație a două tipuri de cârnați (afumați și uscați respectiv afumați și fierți);
- Studiile realizate oferă informații noi referitoare la impactul adaosului subproduselor de la procesarea tomatelor și ardeilor grași, asupra stabilității oxidative a produselor din carne. Pe baza analizei senzoriale s-a evaluat gradul de acceptabilitate maxim privind încorporarea subproduselor investigate în rețeta de fabricație a cârnaților;
- Includerea subproduselor de procesare a tomatelor și ardeilor grași în rețeta de fabricație a celor două tipuri de cârnați a condus la formule inovative cu valoare adăugată, fără deprecierea caracteristicilor senzoriale;
- Cel mai important aspect legat de suplimentarea formulelor de cârnați cu subproduse de procesare a tomatelor și ardeilor grași a constat în limitarea proceselor de oxidare primară și secundară a lipidelor, contribuind astfel la creșterea stabilității oxidative a acestora.
- Rezultatele obținute oferă informații relevante referitoare la corelațiile dintre conținutul de compuși bioactivi ai subproduselor încorporate și stabilitatea oxidativă a formulelor de cârnați concepute.
- Pe baza indicilor specifici pentru evaluarea stabilității oxidative a fracției lipidice (PV, p-AV, TOTOX și TBA) a fost posibilă stabilirea cantității de subproduse condiționate incluse în rețetele de fabricație a formulelor elaborate pentru ambele tipuri de cârnați, pentru a obține un efect inhibitor față de degradarea oxidativă, similar cu cel al nitritului de sodiu pe parcursul depozitării în condiții de refrigerare de o perioadă de depozitare de 20 de zile. Astfel, nitritul de sodiu poate fi substituit din formulele de cârnați prin adaosul unor cantități de subprodus de procesare a tomatelor cherry, respectiv de la prelucrarea ardeiului gras roșu care asigură un nivel de compuși polifenolici totali de cel puțin 180 mg GAE/kg de carne prelucrată. În cazul subprodusului rezultat la procesarea tomatelor mari, respectiv a ardeiului gras galben, sunt necesare cantități care asigură un nivel de TPC de 270 mg GAE/kg de carne.

- Pentru aceleași cantități de subproduse de prelucrare a tomatelor și ardeilor grași, s-a observat un efect inhibitor mai puternic împotriva oxidării lipidelor în cazul cârnaților afumați și fierți, comparativ cu cei afumați și uscați.
- Pe lângă îmbunătățirea stabilității oxidative, încorporarea subproduselor în rețeta formulelor de cârnați ca înlocuitor al nitritului de sodiu a îmbunătățit și profilul nutrițional al acestora.
- Rezultatele derivate din această teză demonstrează eficacitatea subproduselor de procesare a tomatelor și ardeilor grași pentru a înlocui nitritul de sodiu în cârnații de porc în ceea ce privește potențialul antioxidant și promovează utilizarea lor ca aditivi naturali pentru a întârzia sau limita procesele de degradare oxidativă în cârnații fără nitriți care implică diferite fluxuri tehnologice, atât afumarea și uscarea, cât și afumarea și fierberea.
- Informațiile generate din studiile efectuate contribuie, de asemenea, la dezvoltarea cunoștințelor privind îmbunătățirea funcționalității produselor din carne prin creșterea nivelului de compuși bioactivi.

### **Perspective de continuare a cercetărilor**

Următoarele direcții de cercetare au fost identificate și propuse în vederea continuării cercetărilor în direcția valorificării potențialului bioactiv al subproduselor de la procesarea tomatelor și ardeiului gras:

- Extinderea studiilor asupra evaluării stabilității termice a compușilor biologic activi și a activității antioxidante a subproduselor de la procesarea tomatelor și ardeiului gras în scopul aprecierii potențialului de aplicare în industria alimentară;
- Dezvoltarea altor produse alimentare cu valoare adăugată (noi formule de produse din carne, produse de panificație, produse de patiserie, produse lactate);
- Valorificarea subproduselor de procesare a tomatelor și ardeiului gras în direcția obținerii de extracte/preparate/compozite naturale cu conținut optimizat în compuși bioactivi în vederea utilizării ca antioxidanți naturali în industria alimentară;
- Extinderea cercetărilor asupra stabilității oxidative a formulelor de cârnați obținute prin procedee noi de tratament termic;
- Evaluarea impactului suplimentării formulelor de cârnați cu subproduse de la procesarea tomatelor și ardeilor asupra proprietăților microbiologice ale acestora;
- Evaluarea posibilității de transfer tehnologic către agenții economici din industria cărnii, în vederea testării și obținerii formulelor de cârnați elaborate, la scară industrială.