

UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI  
MEDICINĂ VETERINARĂ BUCUREȘTI

FACULTATEA DE AGRICULTURĂ

## **TEZĂ DE DOCTORAT**

# **CERCETĂRI PRIVIND UTILIZAREA DE TEHNICI ECOLOGICE ÎN VEDEREA CREȘTERII CONSERVABILITĂȚII CĂRNII**

**Conducător științific**  
Prof.univ.dr. PETRU NICULIȚĂ

**Doctorand**  
Asist.univ. MIRA OANA TURTOI

BUCUREȘTI  
2008

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b> .....	1
<b>PARTEA I. STUDIU DOCUMENTAR PRIVIND STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ȘI TEHNICI NOI, ECOLOGICE, UTILIZATE ÎN DOMENIUL PROCESĂRII ȘI CONSERVĂRII CĂRNII</b> .....	7
<b>1. STUDIU PRIVIND COMPOZIȚIA, STRUCTURA, CARACTERISTICILE FIZICO-CHIMICE ȘI MICROBIOLOGICE ALE CĂRNII</b> .....	8
<b>1.1. Compoziția, structura și caracteristicile fizico-chimice ale cărnii</b> .....	8
<b>1.1.1. Compoziția chimică a cărnii</b> .....	8
<b>1.1.2. Structura cărnii</b> .....	11
<b>1.1.3. Caracteristicile fizico-chimice ale cărnii</b> .....	14
<b>1.2. Microstructura fibroasă a cărnii</b> .....	20
<b>1.3. Microbiologia cărnii</b> .....	25
<b>1.3.1. Surse de contaminare microbiană</b> .....	26
<b>1.3.2. Procesele și factorii determinanți de multiplicare a microbiotei</b> .....	34
<b>1.3.3. Reglementări actuale privind calitatea din punct de vedere microbiologic, controlul igienei, asigurarea inocuității și siguranței pentru consum a cărnii</b> .....	35
<b>2. TEHNICI ACTUALE UTILIZATE ÎN ANALIZA, EVALUAREA ȘI ASIGURAREA CALITĂȚII CĂRNII</b> .....	37
<b>2.1. Elemente de bază privind calitatea cărnii</b> .....	37
<b>2.2. Factorii care influențează calitatea cărnii</b> .....	39
<b>2.2.1. Culoarea cărnii</b> .....	40
<b>2.2.2. Oxidarea lipidelor</b> .....	42
<b>2.2.3. Încărcătura microbiană a cărnii</b> .....	45
<b>2.2.4. Pierderea de suc</b> .....	47

2.3.	Indicatori ai calității cărnii.....	48
2.3.1.	Calitatea senzorială a cărnii.....	49
2.3.2.	Calitatea igienică a cărnii.....	54
2.3.3.	Calitatea tehnologică a cărnii.....	55
2.3.4.	Calitatea etică și estetică a cărnii.....	57
2.3.5.	Calitatea nutrițională a cărnii.....	57
2.4.	Tehnici de monitorizare on-line a calității cărnii.....	58
3.	<b>STUDIUL PRIVIND METODELE ȘI METODELE NOI, ECOLOGICE, DE CONSERVARE ȘI AMBALARE A CĂRNII.....</b>	65
3.1.	Noi tehnici și tehnologii ecologice de conservare a cărnii.....	65
3.1.1.	Tehnici de conservare prin utilizarea câmpurilor electrice pulsatorii.....	65
3.1.2.	Tehnici de conservare prin tratare la presiuni înalte a cărnii.....	69
3.1.3.	Tehnici de conservare prin utilizarea de tratamente ionizante.....	70
3.1.4.	Alte tehnici de conservare.....	71
3.2.	Noi tehnici ecologice de ambalare a cărnii.....	79
3.2.1.	Elemente teoretice și tehnologice de bază privind ambalarea cărnii.....	80
3.2.2.	Materiale moderne și noi de ambalare.....	83
3.2.3.	Tehnici de ambalare în vacuum.....	88
3.2.4.	Tehnici de ambalare în atmosferă modificată.....	90
3.2.5.	Tehnici de ambalare în atmosferă controlată și sisteme de ambalare activă.....	92
3.2.6.	Influența tehnicilor de ambalare asupra dezvoltării diferitelor microorganisme în carne.....	95
3.2.7.	Reglementări actuale privind ambalarea cărnii.....	104
4.	<b>CONCLUZII ALE STUDIULUI DOCUMENTAR ȘI PLANUL DE CERCETARE.....</b>	107
4.1.	Concluzii ale studiului documentar.....	107
4.2.	Planul de cercetare.....	111

<b>PARTEA a II-a. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND PROCESAREA, CONSERVAREA ȘI AMBALAREA CĂRNII PRIN UTILIZAREA DE TEHNICI NOI, ECOLOGICE, ÎN VEDEREA CREȘTERII CONSERVABILITĂȚII.....</b>	<b>112</b>
<b>5. MATERIALE, METODE ȘI APARATURĂ UTILIZATE ÎN EXPERIMENTĂRI.....</b>	<b>113</b>
<b>5.1. Materiale utilizate în experimentări.....</b>	<b>115</b>
<b>5.2. Metode de lucru și metode de analiză utilizate în experimentări.....</b>	<b>127</b>
<b>5.2.1. Metode de lucru.....</b>	<b>127</b>
<b>5.2.2. Metode de analiză.....</b>	<b>147</b>
<b>5.3. Aparatura utilizată în experimentări.....</b>	<b>165</b>
<b>6. CERCETĂRI <i>IN VITRO</i> PRIVIND EFECTUL TRATAMENTULUI CU CÂMPURI ELECTRICE PULSATORII (PEF) ASUPRA UNOR MICROORGANISME PATOGENE CARE POT CONTAMINA CARNEA.....</b>	<b>178</b>
<b>6.1. Experimentări <i>in vitro</i> privind efectul PEF asupra <i>E.coli</i>.....</b>	<b>178</b>
<b>6.2. Experimentări <i>in vitro</i> privind efectul PEF asupra <i>Pseudomonas aeruginosa</i>.....</b>	<b>183</b>
<b>6.3. Concluzii.....</b>	<b>188</b>
<b>7. CERCETĂRI <i>IN VIVO</i> PRIVIND EFECTUL TRATAMENTULUI PEF ASUPRA <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i>.....</b>	<b>189</b>
<b>7.1. Experimentări privind efectul PEF asupra cărnii de porc tocate, inoculată cu <i>Pseudomonas aeruginosa</i> și păstrată în stare refrigerată.....</b>	<b>189</b>
<b>7.2. Experimentări privind efectul PEF asupra pulpei de porc inoculată cu <i>Pseudomonas aeruginosa</i> și păstrată în stare refrigerată.....</b>	<b>200</b>
<b>7.3. Concluzii.....</b>	<b>204</b>
<b>8. CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL PEF ASUPRA CONSERVABILITĂȚII CĂRNII DE PORC REFRIGERATE.....</b>	<b>206</b>
<b>8.1. Experimentări privind efectul PEF asupra conservabilității cărnii de porc tocate refrigerate.....</b>	<b>206</b>
<b>8.2. Experimentări privind efectul PEF asupra conservabilității pulpei de porc refrigerate.....</b>	<b>208</b>
<b>8.3. Concluzii.....</b>	<b>210</b>

<b>9. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND AMBALAREA ÎN ATMOSFERĂ MODIFICATĂ ȘI ÎN VACUUM A CĂRNII.....</b>	<b>212</b>
<b>9.1. Experimentări privind ambalarea în atmosferă modificată și în vacuum a cărnii de porc.....</b>	<b>212</b>
<b>9.1.1. Analiza senzorială.....</b>	<b>212</b>
<b>9.1.2. Analiza fizico-chimică.....</b>	<b>214</b>
<b>9.1.3. Analiza microbiologică.....</b>	<b>218</b>
<b>9.2. Testarea și stabilirea parametrilor optimi de funcționare a unui model experimental de mașină de ambalare în vacuum și atmosferă modificată realizat de RODAX.....</b>	<b>220</b>
<b>9.2.1. Analiza senzorială.....</b>	<b>220</b>
<b>9.2.2. Analiza fizico-chimică.....</b>	<b>221</b>
<b>9.2.3. Analiza microbiologică.....</b>	<b>225</b>
<b>9.3. Experimentări privind ambalarea în atmosferă modificată a cărnii de pui.....</b>	<b>230</b>
<b>9.4. Concluzii.....</b>	<b>242</b>
<b>10. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND STABILIREA TEHNOLOGIEI DE AMBALARE A CĂRNII DE PUI ÎN ATMOSFERĂ MODIFICATĂ COMBINATĂ CU AGENȚI ANTIMICROBIENI.....</b>	<b>244</b>
<b>10.1. Experimentări privind efectul unor agenți antimicrobieni asupra conservabilității cărnii de pui.....</b>	<b>244</b>
<b>10.1.1. Analiza senzorială.....</b>	<b>245</b>
<b>10.1.2. Analiza fizico-chimică.....</b>	<b>247</b>
<b>10.1.3. Analiza microbiologică.....</b>	<b>250</b>
<b>10.2. Experimentări privind creșterea conservabilității cărnii de pui prin combinarea tratamentului cu agenți antimicrobieni cu ambalarea în atmosferă modificată.....</b>	<b>252</b>
<b>10.2.1. Analiza senzorială.....</b>	<b>254</b>
<b>10.2.2. Analiza fizico-chimică.....</b>	<b>258</b>
<b>10.2.3. Analiza microbiologică.....</b>	<b>262</b>
<b>10.3. Stabilirea tehnologiei de ambalare a cărnii de pui în atmosferă modificată combinată cu agenți antimicrobieni.....</b>	<b>270</b>
<b>10.3.1. Tehnologia de ambalare a porțiunii anatomice piept de pui.....</b>	<b>275</b>

10.3.2. Tehnologia de ambalare a porțiunii anatomice pulpă de pui.....	277
10.3.3. Controlul calitativ al produselor finite.....	279
10.4. Concluzii.....	281
<b>PARTEA a III-a. CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII ORIGINALE ALE AUTORULUI ȘI TRANSFERUL TEHNOLOGIC AL REZULTATELOR CERCETĂRILOR.....</b>	<b>284</b>
<b>11. CONCLUZII GENERALE ȘI CONTRIBUȚII ORIGINALE ALE AUTORULUI....</b>	<b>285</b>
11.1. Concluzii generale.....	285
11.1.1. Concluzii generale privind efectul <i>in vitro</i> al tratamentului PEF asupra unor microorganisme patogene care pot contamina carnea.....	285
11.1.2. Concluzii generale privind efectul <i>in vivo</i> al tratamentului PEF asupra <i>Ps. aeruginosa</i> .....	286
11.1.3. Concluzii generale privind efectul PEF asupra conservabilității cărnilor de porc refrigerate.....	287
11.1.4. Concluzii generale privind ambalarea în vacuum și MAP a cărnilor.....	287
11.1.5. Concluzii generale privind stabilirea tehnologiei de ambalare a cărnilor de pui în atmosferă modificată combinată cu agenți antimicrobieni.....	288
11.2. Contribuții originale ale autorului.....	290
<b>12. DISEMINAREA ȘI TRANSFERUL TEHNOLOGIC AL REZULTATELOR CERCETĂRILOR.....</b>	<b>293</b>
<b>13. LISTA LUCRĂRILOR PUBLICATE ȘI/SAU COMUNICATE ÎN TIMPUL STAGIULUI DE DOCTORAT.....</b>	<b>296</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>300</b>

## INTRODUCERE

Carnea și produsele din carne reprezintă surse concentrate de proteine valoroase calitativ, a căror componență în aminoacizi compensează neajunsurile celorlalte materii prime alimentare. O altă caracteristică nutritivă importantă a cărnii o reprezintă conținutul acesteia în fier absorbabil, în zinc și în vitaminele grupului B, cu rol esențial într-o nutriție sănătoasă.

Un aspect deosebit de important care trebuie luat în considerare atunci când se analizează calitățile nutritive ale cărnii este acela că metodele uzuale de conservare influențează negativ proprietățile ei nutritive și organoleptice. Din acest motiv, se preferă procedeele neagresive, cum ar fi, de exemplu, utilizarea temperaturilor de refrigerare, care modifică într-o mai mică măsură însușirile senzoriale și nutriționale ale cărnii. În plus, conservarea cărnii prin refrigerare prezintă și avantajul unor consumuri energetice și dotări mai puțin costisitoare pentru producerea frigului pe toate verigile lanțului frigorific. Totuși, inconvenientul refrigerării este acela că durata de păstrare a cărnii este redusă (maxim 8 zile). Acest fapt a impus necesitatea găsirii unor procedee auxiliare, premergătoare refrigerării, care să prelungească conservabilitatea cărnii. În ultimii ani au fost puse la punct o serie de astfel de procedee, dintre care cel care răspunde cel mai bine exigențelor consumatorilor este ambalarea în atmosferă modificată (MAP). Această metodă modernă de conservare, care utilizează proceduri neagresive, nedistructive și necontaminante pentru produsele alimentare în general și pentru carnea proaspătă în particular, combină refrigerarea cu atmosfera modificată de gaze în interiorul ambalajului; astfel, adaugă, la efectul temperaturilor scăzute de micșorare a vitezelor de reacții enzimatice, efectul bactericid sau bacteriostatic al atmosferei create în ambalaj. Acest procedeu combinat a căpătat o deosebită dezvoltare în ultimele două decenii atât în America de Nord și Europa, cât și în toate țările dezvoltate din lume și încă nu a atins întregul potențial.

Tehnologiile de ambalare a cărnii au evoluat rapid în ultimele două decenii; cu toate acestea, în ciuda inovațiilor majore înregistrate în domeniul materialelor și

sistemelor de ambalare, principiile fundamentale ale ambalării cărnii rămân aceleași. Ambalarea cărnii proaspete are ca scop întârzierea alterării microbiene a acesteia, accelerarea unor activități enzimatică care îmbunătățesc frăgezimea, reducerea pierderilor în greutate precum și, acolo unde este cazul, păstrarea culorii roșii a cărnii până la consumator. [8] Deshidratarea, oxidarea lipidelor, decolorarea și pierderea aromei sunt cele mai importante procese de care trebuie să se țină cont la conservarea cărnii și produselor din carne.

În prezent, există o multitudine de sisteme de ambalare a cărnii, fiecare având caracteristicile și aplicațiile lui. Aceste sisteme variază de la ambalarea în folie polimerică pentru depozitarea de scurtă durată la temperaturi de refrigerare până la ambalarea în atmosferă de 100% CO<sub>2</sub> pentru depozitarea de lungă durată la refrigerare. [57]

Orientarea industriei de comercializare a cărnii cu amănuntul spre ambalarea și distribuția realizate centralizat a condus la creșterea interesului pentru găsirea unor alte tipuri de sisteme de ambalare cu utilizare potențială în viitor. De regulă, singurul criteriu al consumatorilor în alegerea cărnii proaspete este aspectul. [41] Drept urmare, un sistem de conservare eficient este acela care menține culoarea naturală a cărnii pe toată durata de depozitare la refrigerare, pe lanțul de distribuție, până la expunerea în magazinele de comercializare cu amănuntul. [33] De asemenea, în cazul produselor distribuite pe distanțe mai lungi, se impune asigurarea unei conservabilități mai mari. Sistemele de conservare care satisfac aceste cerințe sunt ambalarea în atmosferă modificată (MAP) și ambalarea în vacuum. Acestea necesită materiale de ambalare cu caracteristici speciale, precum și modalități de ambalare deosebite, cum ar fi caserole ambalate în folie permeabilă pentru gaze care sunt apoi introduse într-un ambalaj mai mare în interiorul căruia este atmosferă modificată. Acest sistem de ambalare poate fi superior MAP, asigurând menținerea unui aspect acceptabil al cărnii pentru o perioadă de timp suficientă după scoaterea caserolelor din ambalajul mare și expunerea produselor ambalate individual în vitrinele frigorifice ale magazinelor.

În concluzie, selectarea unei anumite metode de ambalare-conservare corespunzătoare unui anumit produs – carne proaspătă sau procesată – pentru o anumită piață de desfacere necesită cunoașterea principalelor procese degradative care au loc în produs, a condițiilor generale de igienă pe lanțul de procesare precum și a



temperaturilor la care va fi expus produsul de-a lungul lanțului de distribuție, depozitare și desfacere.

Unul dintre cele mai importante criterii de selectare a alimentelor în rândul consumatorilor este, după criteriile de gust și siguranță, ușurința cu care poate fi preparat. Consumatorii doresc alimente ușor și rapid de preparat. [38] Familiile moderne au devenit în ultimii ani din ce în ce mai puțin numeroase și în prezent tot mai mulți oameni trăiesc singuri. De asemenea, din ce în ce mai multe femei sunt angajate în câmpul muncii și nu doresc alimente care să necesite o preparare complicată. Un alt motiv pentru care sunt preferate alimentele care pot fi preparate cu ușurință este stilul de viață din ce în ce mai aglomerat și faptul că timpul petrecut la serviciu este din ce în ce mai îndelungat. De aceea, consumatorii optează evident pentru carnea porționată și ambalată în pachete mici, destinată preparării rapide, și care să aibă un aspect atrăgător în raftul magazinelor de desfacere cu amănuntul.

Sistemul centralizat de ambalare a cărnii oferă numeroase avantaje importante, atât pentru industrie, cât și pentru consumatori. Pentru industrie, acestea sunt: reducerea costurilor totale de producție; reducerea costurilor de transport; reducerea pierderilor datorate evaporării și a pierderilor de suc; îmbunătățirea trasabilității produsului; centralizarea producției, care conduce la reducerea cheltuielilor implicate de mâna de lucru; personalul lucrează cu o viteză mare deoarece linia de producție este automatizată iar fiecare are locul lui bine definit; toată producția este urmărită îndeaproape de personal specializat, asigurându-se astfel o mai mare siguranță alimentelor realizate.

Avantajele pentru consumatori constau într-o mai bună sanitație și o palatabilitate crescută datorită maturării controlate a produsului. De asemenea, se îmbogățește varietatea de produse din carne disponibilă consumatorilor. În urmă cu 15 – 20 de ani, în rețeaua comercială din țara noastră, numai carnea de pasăre se găsea în magazine gata ambalată. În prezent, se găsesc și carne proaspătă de porc, de vită și de miel, precum și numeroase produse din carne.

Principalele cauze ale deprecierei cărnii care conduc la pierderi economice sunt modificările de culoare, deprecierea și alterarea microbiană și pierderea de suc. Pe de altă parte, pentru a avea siguranța faptului că produsele din carne livrate consumatorilor sunt de bună calitate, acestea trebuie ambalate în materiale care să le asigure protecție

împotriva contaminării bacteriologice, oxidării, deshidratării, decolorării și pierderilor de aromă. [46] Atunci când se alege tipul și forma ambalajului pentru produsele din carne, trebuie să se țină cont de factorii care influențează conservabilitatea lor, factori care trebuie măsurați și cuantificați acolo unde este posibil.



Având ca scop principal creșterea conservabilității cărnii prin utilizarea unor tehnici ecologice moderne, prezenta teză de doctorat este structurată în trei părți. Pentru a realiza obiectivul pe care ni l-am propus, în prima parte am efectuat un studiu documentar privind stadiul actual al dezvoltării tehnicilor ecologice noi utilizate în domeniul procesării, conservării și ambalării cărnii. Acest studiu a inclus mai multe etape. În prima etapă am realizat o privire de ansamblu asupra compoziției, structurii și caracteristicilor fizico-chimice și microbiologice ale cărnii. A doua etapă a constat în evidențierea și analiza tehnicilor actuale utilizate în evaluarea și asigurarea calității cărnii. În ultima etapă a primei părți a tezei am studiat și analizat tehnicile și tehnologiile ecologice de conservare, precum și noile tehnici ecologice de ambalare a cărnii.

După efectuarea studiilor teoretice și bibliografice și stabilirea concluziilor care au rezultat din acestea, am elaborat planul de cercetare pe baza căruia am realizat cercetările experimentale. Partea a doua a tezei cuprinde cercetările experimentale privind procesarea, conservarea și ambalarea cărnii prin utilizarea de tehnici noi, ecologice, în vederea creșterii conservabilității. Mai întâi am studiat efectul *in vitro* al tratamentului cu câmpuri electrice pulsatorii (PEF) asupra celor mai importante microorganisme patogene care pot contamina carnea (*Escherichia coli* și *Pseudomonas aeruginosa*). Apoi am urmărit efectul acestui tratament asupra *Pseudomonas aeruginosa* inoculată în carnea de porc, precum și asupra conservabilității cărnii de porc. În finalul celei de-a doua părți a tezei de doctorat am realizat cercetări experimentale privind ambalarea în atmosferă modificată a două tipuri de carne (de porc și de pui), precum și efectul unor agenți antimicrobieni naturali asupra conservabilității cărnii de pui. Pentru a potența efectul MAP și al agenților antimicrobieni asupra creșterii conservabilității cărnii de pui, am combinat aceste două tratamente și am stabilit tehnologia de ambalare a cărnii de pui în atmosferă modificată, combinată cu tratamentul prealabil al cărnii cu agenți antimicrobieni.