

REZUMAT

al tezei de doctorat intitulată:

CERCETĂRI PRIVIND EFICACITATEA UNOR INGREDIENTE NATURALE ASUPRA MORFOLOGIEI ȘI CONSERVABILITĂȚII UNOR PREPARATE ARTIZANALE DIN CARNE

Doctorand: **IRIMIA Raluca-Aniela**

Conducător științific: **Prof. univ. Dr. MILITARU Manuella**

CUVINTE-CHEIE: ingrediente naturale, preparate artisanale din carne, conservabilitate, morfologie

Obiectivul general al acestei teze de doctorat, este de evalua impactul unei game diverse de ingrediente naturale, inclusiv uleiuri esențiale, antioxidanți naturali și diferite tipuri de sare asupra conservabilității și histostrucurii preparatelor din carne obținute artisanal.

În acest sens, cercetările întreprinse în realizarea prezentei teze de doctorat au vizat următoarele obiective:

A. Obiective majore:

- Obiectiv 1: Selecția și caracterizarea ingredientelor naturale de testat în vederea utilizării ulterioare în preparatele artisanale din carne;
- Obiectiv 2: Evaluarea fizico-chimică, microbiologică, histologică, histometrică și senzorială a produselor obținute în urma adărierii ingredientelor naturale în vederea determinării eficacității asupra conservabilității acestora;
- Obiectiv 3: Interpretarea statistică a datelor obținute și raportarea ingredientelor naturale cu eficacitatea cea mai crescută pentru scopul menționat.

B. Obiective minore:

Realizarea unui studiu bibliografic cu privire la:

- Utilizarea ingredientelor naturale cu rol conservat în industria cărnii;
- Perspectivele utilizării metodelor histologice pentru determinarea prospețimii cărnii și produselor din carne;
- Metodele de determinare a prospețimii preparatelor din carne în raport cu conservabilitatea;

Lucrarea este structurată în două părți și opt capitole, conform normelor de redactare impuse. Prima parte este reprezentată de un studiu bibliografic amplu cu privire la aspectele vizate de către obiectivele cercetării, cea de-a doua prezentând comprehensiv rezultatul cercetărilor personale efectuate.

Partea I

Studiul bibliografic prezentat în prima parte a tezei de doctorat este structurat în trei capitole.

Capitolul I: CERCETĂRI CU PRIVIRE LA UTILIZAREA INGREDIENTELOR NATURALE CU ROL CONSERVANT ÎN INDUSTRIA CĂRNII

CUVINTE-CHEIE: *uleiuri esențiale, antioxidanți naturali, sare neiodată naturală, sare iodată, apă minerală sărată*

Capitolul I introduce conceptele fundamentale esențiale pentru înțelegerea conservării artisanale a cărnii (Subcapitolul 1.1). Acesta debutează prin definirea noțiunii de produse artisanale din carne și a

semnificației lor culturale și culinare, abordând totodată provocările inerente conservării acestor tipuri de carne fără a recurge la aditivi sintetici. Totodată, este discutată importanța ingredientelor naturale în contextul cererii tot mai mari a consumatorilor pentru alimente naturale și mai puțin procesate. De asemenea, este subliniat rolul esențial al ingredientelor naturale în conservarea cărnii, aliniindu-se la preferințele consumatorilor cu privire la alimente sănătoase și sustenabile.

Obiectivele sunt clar enunțate, cuprinzând o cercetare cu privire la metodele artisanale de conservare și potențialul de utilizare a antioxidanților naturali și a uleiurilor esențiale în industria de obținere a preparatelor artisanale din carne (Subcapitolul 1.2 și 1.3). Acest capitol vizează literatura de specialitate pentru a oferi un context cuprinzător cu privire la subiectele relevante pentru ingredientele naturale și influența acestora asupra preparatelor artisanale din carne. În acest context, este vizată explorarea tehnicilor istorice și tradiționale de sărare, aprofundând principiile științifice care guvernează sărarea și impactul acesteia asupra atributelor produselor din carne. În continuare, capitolul trece în revistă utilizarea antioxidanților naturali, cum ar fi ierburile, condimentele și extractele de plante, în conservarea cărnii. Acesta elucidează mecanismele prin care acești antioxidanți atenuează alterarea oxidativă a cărnii, asigurând calitatea și durata de valabilitate a acesteia.

Examinarea se extinde apoi la uleiurile esențiale derivate din plante, evidențiind proprietățile antimicrobiene și antioxidante ale acestora. În plus, capitolul oferă o prezentare generală a metodelor de extracție a uleiurilor esențiale și a aplicațiilor acestora în conservarea calității cărnii.

Capitolul II: CERCETĂRI CU PRIVIRE LA UTILIZAREA METODELOR HISTOLOGICE PENTRU DETERMINAREA PROSPEȚIMII CĂRNII ȘI PRODUSELOR DIN CARNE

CUVINTE-CHEIE: *carne, preparate din carne, prospețime, conservabilitate, musculatură, histostructură*

În peisajul în continuă evoluție al conservării produselor alimentare, există o nevoie sporită de a aborda provocările cu care se confruntă industria. Acest capitol aprofundează semnificația diversificării metodelor de colectare a datelor pentru determinarea prospețimii, cu un accent deosebit pe conservarea cărnii. Imagistica microscopică, ca metodologie distinctă, apare ca o metodă de o importanță deosebită în acest domeniu, oferind perspective adiționale ce depășesc limitele analizelor numerice.

Subcapitolul 2.1 ce vizează perspectiva istorică și tendințele actuale ale metodelor histologice, subliniază acest tip de examinare ca fiind o abordare complementară pentru evaluarea integrității, calității și duratei de conservare a cărnii și a produselor din carne. În esența sa, metoda histologică implică o examinare meticuloasă la microscop a probelor de carne și produse din carne, evidențiind modificările subtile ale structurii și compoziției ce apar pe măsură ce carnea se alterează sau se maturează. Aceste transformări, adesea de natură submicroscopică, furnizează markeri importanți ai calității și siguranței cărnii și produselor din carne.

Analiza histologică dezvăluie modificările de la nivel celular din țesutul muscular, cum ar fi descompunerea fibrelor musculare, un fenomen care are un impact atât asupra aspectului, cât și asupra texturii cărnii. Această metodă își extinde aria de expertiză și asupra distribuției țesutului conjunctiv și a celui adipos, factori care influențează semnificativ frăgezimea și aroma. În plus, tehnicile de microscopie pot include identificarea tipurilor de bacterii din probele examinate, facilitând prevenția contaminării și menținerea siguranței produsului.

Cu toate acestea, metoda histologică nu este lipsită de provocări, acestea fiind prezentate în Subcapitolul 2.2, împreună cu perspectivele de la nivel mondial. Cerințele includ echipamente specializate și expertiză pentru pregătirea probelor, ceea ce face ca analiza să fie consumatoare de timp și solicitantă din punct de vedere financiar. Precizia rezultatelor depinde de diverși factori, inclusiv de calitatea probei, de competența tehnicianului și de tehnicile de colorare. În plus, deși evaluarea histologică este informativă, este posibil să nu cuprindă toate fațetele calității cărnii, cum ar fi gustul și aroma.

În ciuda acestor provocări, analiza histologică rămâne un instrument pragmatic și util pentru evaluarea prospețimii cărnii, în special atunci când este juxtapusă cu metode alternative. Adoptarea sa la nivel mondial, aprobată de organismele de reglementare din regiuni precum Uniunea Europeană și Statele Unite, subliniază rolul său esențial în conservarea modernă a cărnii și în controlul calității.

În peisajul în continuă evoluție a industriei alimentare, metodele histologice continuă să ofere o perspectivă microscopică complexă asupra prospețimii cărnii și a produselor din carne, consolidându-și poziția de componente indispensabile ale evaluării calității cărnii.

Totodată, în cadrul subcapitolului 2.3, este prezentată metodologia de obținere și examinare a specimenelor histologice, fiind menționată și utilitatea metodelor histologice cantitative în vederea evaluării gradului de prospețime a produselor și preparatelor alimentare din carne.

Capitolul III: CERCETĂRI CU PRIVIRE LA METODELE DE DETERMINARE A PROSPEȚIMII PREPARATELOR DIN CARNE ÎN RAPORT CU CONSERVABILITATEA

CUVINTE-CHEIE: azot ușor hidrolizabil, pH, metode microbiologice, NTG

În domeniul evaluării prospețimii produselor și preparatelor din carne, o abordare complexă implică atât evaluări fizico-chimice (Subcapitolul 3.1), cât și microbiologice (Subcapitolul 3.2). Printre evaluările fizico-chimice, măsurarea azotului ușor hidrolizabil joacă un rol esențial. Nivelurile crescute ale azotului ușor hidrolizabil semnifică adesea o degradare crescută a proteinelor, o etapă precursoră cheie a alterării cărnii, ceea ce face ca interpretarea să fie esențială pentru determinarea acceptabilității comercializării produsului. În plus, nivelurile de azot ușor hidrolizabil prezintă o corelație semnificativă cu durata de valabilitate a produselor din carne, subliniind relevanța acestora în evaluarea conservabilității.

Un alt parametru crucial în setul de metode utilizate pentru evaluarea prospețimii este măsurarea pH-ului, esențială pentru evaluarea calității cărnii. pH-ul influențează capacitatea de retenție a apei, stabilitatea culorii și siguranța microbiană, servind ca o sursă de caracterizare a cărnii din multiple perspective. Sunt utilizate diverse tehnici pentru măsurarea pH-ului, oferind informații despre aciditatea sau alcalinitatea cărnii, contribuind astfel la evaluarea calității și prospețimii sale generale. În plus, modificările pH-ului în timp, influențate de factori precum degradarea glicogenului și proliferarea microbiană, oferă informații esențiale despre prospețimea și conservabilitatea acesteia.

În același timp, determinările microbiologice joacă un rol esențial în evaluarea prospețimii cărnii. Aceste determinări implică diverse metode, medii de cultură și condiții de incubare adaptate pentru a cuantifica populațiile bacteriene. Aceste abordări meticuloase ajută la evaluarea încărcăturii microbiene din produsele din carne, iar rezultatele sunt interpretate pentru a obține informații despre calitate.

În acest cadru cuprinzător, integrarea evaluărilor fizico-chimice, inclusiv măsurarea azotului ușor hidrolizabil și a pH-ului, cu evaluările microbiologice, cum ar fi NTG, *E-coli*, și *Salmonella spp.*, formează împreună o bază solidă pentru evaluarea prospețimii și conservabilității cărnii și a produselor din carne. Aceste metodologii servesc în mod colectiv drept instrumente indispensabile pentru asigurarea calității și siguranței produselor și pentru respectarea standardelor de reglementare.

Partea a II-a

Cercetările proprii sunt structurate în patru capitole.

Capitolul IV: MATERIALELE ȘI METODELE UTILIZATE

CUVINTE-CHEIE: uleiuri esențiale, antioxidanți naturali, sare, metode fizico-chimice, metode microbiologice

În cadrul acestui capitol este expusă metodologia de cercetare, oferind informații despre selecția și caracterizarea ingredientelor naturale, producția de preparate artisanale din carne și diversele metode utilizate pentru a evalua efectele ingredientelor naturale selectate.

Subcapitolul 4.1 debutează cu selecția și caracterizarea meticuloasă a ingredientelor naturale. Evaluarea microbiologică *in vitro* a uleiurilor esențiale prin metoda Agar Well Diffusion a indicat faptul că uleiul esențial de *Cinnamomum zeylanicum* este un candidat remarcabil, prezentând o eficacitate excepțională împotriva agenților patogeni și de alterare comuni de origine alimentară. Capitolul aprofundează caracterizarea prin cuantificarea conținutului polifenolic al uleiului esențial. În același timp, este indicată metodologia de obținere a extractului liofilizat de afine, punând bazele unei caracterizări cuprinzătoare a ingredientului. Conținutul de minerale al sărurilor și al apei sărate cu minerale este determinat cu precizie prin metoda ICP-OES.

Procesul de selecție a preparatelor artisanale din carne a rezultat în alegerea pastramei artisanale din carne de porc ca matrice pentru cercetările ulterioare (Subcapitolul 4.2). Mai multe motive convingătoare, inclusiv posibilitatea ca matricea să se preteze la o monitorizare eficientă a gradului de prospețime prin metodele histologice și histometrice, subliniază această selecție. Produsul a fost obținut respectând o rețetă artizanală autentică obținută de la un producător local din jud. Prahova, asigurând autenticitatea și fidelitatea matricei de cercetare.

Subcapitolul 4.3 face o incursiune profundă în ceea ce privește metodele utilizate pentru evaluarea efectelor ingredientelor naturale selectate. O gamă variată de evaluări fizico-chimice și microbiologice, inclusiv azotul ușor hidrolizabil, pH, NTG, *Listeria spp.* și *Salmonella spp.* evidențiază impactul ingredientelor asupra preparatelor din carne. Studiile senzoriale completează evaluarea prin aprecierea acceptabilității produsului. Evaluările morfometrice cuprind măsurători ale suprafețelor nucleare, spațiului perifibrilar, diametrului fibrelor musculare și ale diametrului adipocitelor, vizând detaliile structurale ale calității cărnii. Metodele histologice și morfometrice, analizate prin software-ul Zeiss ZEN 3.4, au adăugat profunzime în ceea ce privește evaluarea prospețimii. Datele colectate au fost interpretate prin metode de analiză statistică, utilizând software-ul MedCalc V.22.007, dezvăluind perspectivele nuanțate derivate din această metodologie de cercetare.

Capitolul V: REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND EFECTUL ULEIULUI ESENȚIAL DE SCORTIȘOARĂ ASUPRA MORFOLOGIEI ȘI CONSERVABILITĂȚII UNOR PREPARATE DIN CARNE OBȚINUTE ARTIZANAL – EXPERIMENT I

CUVINTE-CHEIE: *ulei esențial, Cinnamomum zeylanicum, conservabilitate, morfologie*

În cadrul capitolului V, sunt expuse rezultatele activității exhaustive de cercetare a adității uleiului esențial de *Cinnamomum zeylanicum* în preparatele artisanale din carne, rezultatele și observațiile derivate oferind o perspectivă profundă asupra diferitelor aspecte ale conservării și calității cărnii.

Cercetarea debutează cu determinarea nivelurilor de azot ușor hidrolizabil în probele de pastramă artizanală, relevând tendințe intrigante. În special, tratamentul UES 0.5% (Ulei Esențial de Scorțișoară 0.5%) a prezentat în mod constant cele mai scăzute valori ale azotului ușor hidrolizabil în toate cele trei momente de timp: T0 (24 ore post-procesare), T1 (30 zile post-procesare) și T2 (60 zile post-procesare). Totodată, pe întreaga perioadă de cercetare, doar tratamentul UES 0,5% a menținut în mod constant valorile azotului ușor hidrolizabil sub limita legislativă 45 mg NH₃/100g. Această aderență remarcabilă la standardele de reglementare subliniază potențialul acestui tratament în asigurarea siguranței și conformității preparatelor din carne, precum și creșterea perioadei de valabilitate prin prelungirea prospețimii.

Ulterior, este aprofundat domeniul nivelurilor de pH și interacțiunea acestora cu diferite concentrații de UES. Clasificarea nivelurilor pH-ului evidențiază o tendință consecventă între tratamente. În toate momentele cercetării, lotul M (pastramă artizanală obținută cu adiție de sare iodată) prezintă în mod constant cele mai ridicate valori ale pH-ului, urmat de UES 0,5%, UES 0,25% și UES 0,12%. Această interacțiune dinamică între concentrația de UES și nivelurile de pH adaugă un nivel de complexitate înțelegerii aspectelor fizico-chimice ale conservării cărnii.

Din punct de vedere al determinărilor microbiologice, în toate punctele de timp și în cadrul tuturor grupurilor de tratament, prezența *Escherichia coli* β -glucuronidază-pozitivă rămâne la niveluri minime (<9,1 ufc/g). În mod similar, *Salmonella spp.* și *Listeria monocytogenes* sunt nedetectabile/25g. Aceste constatări subliniază eficacitatea strategiilor de conservare selectate împotriva agenților patogeni și de alterare comuni de origine alimentară.

Totodată, evaluarea histologică dezvăluie variații semnificative în privința diverselor elemente asociate cu fibrele musculare și adipocitele. Aspectul și numărul nucleilor fibrelor musculare, al striatiilor fibrelor musculare, al câmpurilor Conheim și al spațiilor perifibrilare prezintă modificări nuanțate pe parcursul perioadei de cercetare. Aceste modificări structurale oferă informații valoroase despre evoluția produselor din carne.

Mai mult, suprafața nucleilor fibrelor musculare prezintă o scădere consistentă în timp, în cazul tratamentului UES 0,5% fiind observate cele mai crescute valori, ulterior lotului M.

Evoluția diametrului fibrelor musculare urmează o tendință similară, cu o scădere generală în timp. Concentrația de UES pare să influențeze această tendință, UES 0,5% având cele mai crescute valori, ulterior lotului M.

Examinând spațiul perifibrilar dintre sarcolemă și endomisium, au fost observate expansiuni notabile, în special în cazul tratamentului cu UES 0,5%. Această expansiune oferă informații cruciale despre dinamica structurală a produselor din carne.

În cele din urmă, cercetarea cuprinde evaluarea senzorială a produselor obținute prin adăugarea UES pentru a măsura acceptabilitatea consumatorilor. Deși nu apar diferențe semnificative între tratamente, tratamentul UES 0,25% este perceput ca fiind cel mai suculent și cu cea mai intensă aromă. În plus, percepțiile consumatorilor au indicat tratamentul UES 0.5% ca având cel mai nespecific miros și cea mai crescută specificitate a culorii.

Capitolul VI: CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL PULBERII DIN FRUCTE LIOFILIZATE DE AFINE ASUPRA MORFOLOGIEI ȘI CONSERVABILITĂȚII UNOR PREPARATE DIN CARNE OBȚINUTE ARTIZANAL – EXPERIMENT II

CUVINTE-CHEIE: *pulbere liofilizată de afine, Vaccinium myrtillus L., conservabilitate, morfologie*

Capitolul VI prezintă rezultatele și informațiile obținute în urma analizei efectului pulberii de afine liofilizate (LAF) asupra preparatelor artisanale din carne. Această cercetare acoperă mai multe aspecte, oferind o perspectivă complexă asupra calității, conservabilității și atributelor senzoriale ale cărnii.

Capitolul debutează cu examinarea nivelurilor de azot ușor hidrolizabil în preparatele artisanale din carne artisanale, dezvăluind o dinamică particulară. În acest sens, tratamentul LAF 2% se evidențiază ca fiind unul remarcabil, având cele mai scăzute valori ale azotului ușor hidrolizabil la momentul inițial (T0) și demonstrând o eficiență remarcabilă în punctele ulterioare de timp (T1 și T2). Cu toate acestea, la momentul T2 sunt depășite limitele de reglementare, subliniind echilibrul delicat dintre conservare și calitate.

În ceea ce privește variabilitatea pH-ului, diferențele concentrației de LAF exercită o influență vizibilă. Clasificarea valorilor pH-ului evidențiază modele distincte în toate momentele cercetării, lotul M prezentând în mod constant cele mai ridicate valori ale pH-ului. De asemenea, LAF 2% depășește ușor valoarea prag observată în literatura de specialitate (5.3) la momentul T0, accentuând rolul esențial al monitorizării acidității în conservarea cărnii.

Din punct de vedere microbiologic, toate grupurile de tratament mențin niveluri minime de *Escherichia coli* pozitive la β -glucuronidază, un număr nedetectabil de *Salmonella spp.* și absența *Listeria monocytogenes* pe toată durata experimentului.

Pe de altă parte, studiul dezvăluie o corelație inversă între concentrația de LAF și nivelurile NTG, acest parametru crescând pe parcursul cercetării. Această observație evidențiază interacțiunea complexă dintre metodele de conservare și dinamica microbială.

În ceea ce privește examinarea histologică, cercetarea evidențiază variații în ceea ce privește aspectul și numărul nucleilor fibrelor musculare, a striatiilor fibrelor, a câmpurilor Conheim și a spațiilor perifibrilare. Aceste observații furnizează informații valoroase legate de transformările structurale ale preparatelor din carne și influența LAF. Evaluarea suprafeței nucleilor fibrelor musculare dezvăluie o scădere constantă în timp, tratamentul cu LAF 2% prezentând cele mai mari suprafețe, ulterior lotului M. Evoluția diametrului fibrelor musculare conturează o imagine nuanțată, cu o variabilitate influențată de tipul de musculatură, factori genetici și patologici. Această complexitate evidențiază provocarea de a extrapola rezultatele dincolo de condițiile experimentale controlate. Dimensiunile spațiului perifibrilar dintre sarcolemă și endomisium prezintă o expansiune notabilă, în special în cazul tratamentului LAF 2%. Cu toate acestea, această expansiune este observată la toate tratamentele în timp. Determinările cu privire la suprafețele adipocitelor evidențiază o scădere observată în timp pentru toate tratamentele, tratamentul LAF 2% prezentând cele mai crescute valori. Cu toate acestea, variabilitatea intrinsecă a dimensiunii adipocitelor subliniază necesitatea unei interpretări prudente.

În cele din urmă, evaluările senzoriale oferă informații despre acceptabilitatea consumatorilor. În timp ce parametrii de consistență nu prezintă disparități semnificative, attributele senzoriale, cum ar fi specificitatea mirosului (cel mai nespecific miros – LAF 1.5% și LAF 2%), specificitatea culorii (cea mai

nespecifică – LAF 1.5% și LAF 2%), suculența (cele mai scăzute valori – LAF 1.5% și 2%) și intensitatea aromei (cea mai intensă aromă – LAF 2%), prezintă subtilități intrigante ce oferă informații cu privire la dezirabilitatea produsului.

Capitolul VII: CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL SĂRII IODATE, SĂRII NATURALE NEIODATE ȘI A APEI MINERALE SĂRATE ASUPRA MORFOLOGIEI ȘI CONSERVABILITĂȚII UNOR PREPARATE DIN CARNE OBȚINUTE ARTIZANAL – EXPERIMENT III

CUVINTE-CHEIE: *sare iodată, sare neiodată naturală, apă minerală sărată, conservabilitate, morfologie*

Capitolul VII vizează rezultatele și observațiile derivate din experimentul III, concentrându-se pe impactul diferitelor metode de sărare și tipuri de sare asupra preparatelor artizanale din carne.

Studiul debutează prin examinarea nivelurilor azotului ușor hidrolizabil în preparatele artizanale din carne aferente experimentului III. La momentul inițial al cercetării (T0), tratamentul cu sare neiodată naturală (SNN) a înregistrat cele mai scăzute valori, o tendință care persistă pe tot parcursul studiului, inclusiv la momentele T1 și T2. Cu toate acestea, este important de subliniat faptul că valorile azotului ușor hidrolizabil pentru tratamentul SNN la momentele T1 și T2 depășesc limitele legislative de reglementare.

Totodată, în ceea ce privește efectul diferitelor metode de sărare asupra nivelului pH-ului, devine evident că acestea exercită un impact vizibil. Clasificarea pH-ului relevă modele distincte în toate punctele de timp ale cercetării, cu SI (sare iodată) prezentând în mod constant cele mai ridicate valori ale pH-ului. De asemenea, atât tratamentele SI, cât și SNN depășesc în mod constant pragul identificat în literatura de specialitate (5.3), subliniind importanța monitorizării pH-ului în conservarea cărnii.

Din punct de vedere microbiologic, deoarece toate grupurile de tratament au prezentat niveluri minime de *Escherichia coli* pozitiv la β -glucuronidază (sub limita de detecție), un număr nedetectabil de *Salmonella spp.* și absența *Listeria monocytogenes* pe tot parcursul experimentului. Evoluția NTG prezintă o dinamică intrigantă, SNN apărând ca fiind cel mai eficient tratament, deși nivelurile de NTG au fost peste valoarea de prag (1×10^7 ufc/g) la momentul T1 și T2.

În ceea ce privește examinarea histologică, cercetarea evidențiază fluctuații în ceea ce privește aspectul și numărul nucleilor fibrelor musculare, a striatiilor fibrelor musculare, a câmpurilor Conheim, a spațiilor perifibrilare și a adipocitelor. Aceste observații oferă informații valoroase legate de transformările structurale din cadrul preparatelor din carne și despre influența metodelor de sărare.

Explorarea suprafeței nucleilor fibrelor musculare relevă o scădere constantă în timp, tratamentul cu AM prezentând cele mai crescute valori totale. De asemenea, diametrul fibrelor musculare tinde să scadă în timp, variabilitatea fiind atribuită unor factori precum tipul musculaturii, factorii genetici și condițiile patologice. Această complexitate evidențiază provocările legate de generalizarea rezultatelor dincolo de condițiile experimentale controlate. Dimensiunile spațiului perifibrilar dintre sarcolemă și endomisium prezintă o expansiune notabilă, în special pentru tratamentul SI, acest fenomen fiind observat pentru toate tratamentele pe parcursul perioadei de cercetare. Evaluarea suprafețelor adipocitare evidențiază modele distincte, cu o scădere observată în timp pentru toate tratamentele, tratamentul SNN prezentând cele mai crescute valori. Cu toate acestea, variabilitatea intrinsecă a dimensiunii adipocitelor subliniază necesitatea unei interpretări prudente.

Analiza senzorială oferă informații suplimentare, nefiind detectate diferențe semnificative în ceea ce privește mirosul, culoarea și parametrii de consistență. Cu toate acestea, apar variații în ceea ce privește suculența, loturile AM și SI înregistrând valori mai mici, în timp ce SNN excelează în această privință. Intensitatea aromei este, de asemenea, influențată de tratament, tratamentele AM și SNN fiind percepute ca având o aromă mai intensă.