

REZUMAT

Cuvinte cheie: ovine, CLA, grăsimi protejate, Optigen, Yea Sacc, acizi grași, indici bioproductivi, indici sanogeni.

Teza de doctorat cu titlul „*Tehnici nutriționale de îmbunătățire a performanțelor bioproductive la oile mame și mieii sugari*” este structurată în două părți: partea de studiu bibliografic, respectiv stadiul actual al cunoașterii și partea de contribuții personale. Teza de doctorat cuprinde un număr de 8 capitole, la care se adaugă referințele bibliografice utilizate și anexele. Lucrarea integrală însumează un număr de 178 pagini, 47 tabele, 21 figuri și 145 de referințe bibliografice.

Stadiul actual al cunoașterii

Capitolul 1. Particularități ale digestiei și hrănirii la ovine

Ovinele, ca și alte rumegetoare, dispun de un sistem digestiv specializat, compus din patru compartimente stomacale – rumen, reticul, omasum și abomasum – fiecare având un rol esențial în procesele de fermentație, absorbție și digestie enzimatică.

Digestia ruminală este o interacțiune complexă între hrană, populația microbiană și animal. În interiorul rumenului, caracteristicile fluxului pot fi împărțite într-o fază lichidă, particule suficient de mari pentru a trece în rumen și particule care sunt prinse în rumen, deoarece sunt prea mari pentru a trece prin orificiul omasal. După expunerea la populația microbiană și la rumegetare, care diminuează dimensiunea particulelor, ingesta trece în restul tractului digestiv. Produsele de fermentare sunt AGV (acetic, propionic, valeric și butiric), acid lactic, dioxid de carbon, metan, proteine microbiene și polizaharide microbiene. AGV sunt absorbiți prin perețele rumenului în fluxul sangvin, pentru a fi utilizați în metabolism. Acidul lactic, proteina microbiană și polizaharidele microbiene sunt introduse în restul tractului digestiv, având loc o digestie și o absorbție ulterioară.

Ovinele au nevoie de o dietă echilibrată energetic și proteic pentru a menține funcțiile metabolice de bază și pentru producție. Furajele de bază, precum fânul și pășunea, sunt completate adesea cu concentrate pentru a atinge nivelurile optime de energie și proteină.

Microbiota intestinală a oilor este un ecosistem complex, alcătuit predominant din bacterii, fungi și protozoare. Această comunitate joacă un rol esențial în digestia fibrelor vegetale, sinteza acizilor grași volatili și menținerea

sănătății generale a animalului.

Capitolul 2. Suplimente nutriționale utilizate pentru îmbunătățirea producțiilor la ovine

Creșterea performanțelor productive și menținerea sănătății animalelor în sistemele moderne de creștere a ovinelor implică adaptarea strategiilor la sistemul de creștere. În acest context, utilizarea suplimentelor nutriționale este considerată esențială pentru optimizarea producției de lapte, carne, reproducție și imunității ovinelor.

Grăsimile protejate în rumen (RPF) sunt forme insolubile de lipide care nu sunt degradate de microbi și nu suferă biohidrogenare în rumen, asigurând disponibilitatea acizilor grași în intestin. Sursele principale de acizi grași în alimentația oilor includ cerealele, semințele oleaginoase și suplimentele lipidice, fiecare contribuind diferit la profilul lipidic al dietei. Aminoacizii esențiali, precum metionina și lizina, sunt protejați prin încapsulare pentru a preveni degradarea lor ruminală și a permite absorbția eficientă în intestinul subțire.

Acidul linoleic conjugat (CLA), în special izomerul 9-cis, 11-trans (acid rumenic), are o activitate biologică ridicată și este prezent în proporție de 80–90% în grăsimea laptelui.

Microbiota intestinală poate fi influențată prin includerea de bacterii benefice sau prebiotice în rație, iar componentele din drojdii (β -glucani, manan-oligozaharide) contribuie la stimularea sistemului imunitar și la menținerea unui pH ruminal optim, prevenind acidoza.

O direcție actuală de cercetare vizează sincronizarea compușilor azotați și a carbohidraților în rumen pentru a îmbunătăți utilizarea nutrienților, eficiența energetică și pentru a reduce impactul asupra mediului. În acest context, utilizarea compușilor cu azot neproteic, precum ureea cu eliberare lentă (Optigen®), reprezintă o strategie eficientă și economică pentru optimizarea metabolismului azotului și creșterea performanțelor animalelor.

Contribuție personală

Teza de doctorat cu titlul “*Tehnici nutriționale de îmbunătățire a performanțelor bioproductive la oile mame și mieii sugari*” pornește de la ipoteza conform căreia administrarea suplimentelor nutriționale în rația ovinelor determină îmbunătățirea parametrilor zootehnici (ex. spor mediu zilnic, conversia furajelor), a

statusului de sănătate (ex. parametri hematologici și biochimici în limite fiziologice), precum și a calității produselor de origine animală (ex. compoziția chimică a laptelui, brânzei telemea sau calitatea cărnii), comparativ cu ovinele hrănite cu o rație de bază fără suplimente.

Obiectivele cercetării, elaborate în acord cu scopul vizează:

- Îmbunătățirea cantității și a calității laptelui la oile mame prin folosirea unor grăsimi protejate;
- Îmbunătățirea cantității și a calității laptelui la oile mame prin folosirea CLA (acid linoleic conjugat);
- Îmbunătățirea cantității și a calității laptelui la oile mame prin folosirea unor probiotice (drojdii vii);
- Îmbunătățirea cantității și a calității laptelui la oile mame prin folosirea unei surse de N neproteic și surse de metionină protejată;
- Îmbunătățirea cantității și a calității laptelui la oile mame prin folosirea unui produs format din mai multe suplimente nutriționale (grăsimi protejate, CLA, drojdii vii, Optigen și metionină protejată);
- Îmbunătățirea performanțelor bioproductive ale mieilor sugari și a calității cărnii prin folosirea suplimentelor nutriționale în alimentația oilor mame;
- Îmbunătățirea indicilor sanogeni ai laptelui de oaie, produselor lactate și cărnii de miel prin folosirea diferitelor suplimente nutriționale în alimentația oilor mame.

Materiale și metode

Studiul implică două experimente, cu administrarea unor suplimente nutriționale individual și în diferite combinații.

În primul experiment, cele 60 de ovine au fost împărțite aleatoriu în 4 loturi cărora li s-a administrat o rație de bază care să satisfacă necesarul zilnic conform stării fiziologice. Ovinele au fost grupate astfel:

- Lotul martor (LM) a primit doar rația de bază (RB);
- La lotul experimental 1 (LE1) rația de bază a fost suplimentată cu 12 g/cap/zi cu produsul Optima 100, ce reprezintă grăsimi protejate;

- La lotul experimental 2 (LE2), RB a fost suplimentată cu CLA în cantitate de 12 g/cap/zi;
- Cele două suplimente nutritive au fost adăugate la RB, fiecare în cantitate de 12 g/ cap/zi, la lotul experimental 3 (LE3).

Al doilea experiment a fost efectuat pe 90 de oi mame de rasă Țurcană în perioada de alăptare a mieilor, utilizând același adăpost de creștere a ovinelor, cu aceleași condiții din primul experiment.

Cele 90 de ovine au fost împărțite aleatoriu în 6 loturi cărora li s-a administrat o rație de bază care să satisfacă necesarul zilnic conform stării fiziologice. Alegerea suplimentelor nutriționale a avut în vedere crearea unui produs furajer format din mai multe suplimente nutriționale care să îmbunătățească cantitatea și calitatea laptelui (conținutul în acizi grași) și a brânzei telemea, dar și indicii bioproductivi și calitatea cărnii la mieii sugari. Ovinele au fost grupate astfel:

- Lotul martor (LM) a primit doar rația de bază (RB);
- La lotul experimental 1 (LE1) format din 15 oi mame, rația de bază a fost suplimentată cu 12 g/cap/zi cu produsul Optima 100 (grăsimi protejate), 12 g/cap/zi cu produsul Optigen (azot neproteic) și 12 g/cap/zi de *Saccharomyces cerevisiae* (Yea Sacc - probiotice);
- La lotul experimental 2 (LE2), format din 15 oi mame, RB a fost suplimentată cu CLA în cantitate de 12 g/cap/zi, Optigen în cantitate de 12 cap/zi și 12 g/cap/zi de Yea Sacc;
- În cazul lotului experimental 3 (LE3), format din 15 oi mame, suplimentele adăugate la rația de bază au fost +12 g/cap/zi de Optima 100 și +12 g/cap/zi de Met Prot (metionină protejată);
- Lotul experimental 4 (LE4) format din 15 oi mame a primit, pe lângă rația de bază, +12 g/cap/zi de CLA, +12 g/cap/zi de Met Prot;
- Cele cinci suplimente nutritive au fost adăugate la RB, fiecare în cantitate de 12 g/cap/zi, la lotul experimental 5 (LE5), format tot din 15 oi mame.

Studiul 1 — Evaluarea efectului grăsimilor protejate și a acidului linoleic conjugat din rația oilor mame asupra unor indici nutritivi, bioproductivi și sangvini, precum și a indicilor sanogeni ai acestora și a mieilor sugari

Scopul acestui studiu a fost de a cuantifica efectul pe care l-au avut suplimentele nutritive Optima 100 (grăsimi protejate) respectiv CLA (acid linoleic

conjugat) administrate în rația ovinelor mame în perioada de alăptare asupra unor indici nutritivi, bioproductivi și sangvini la miei în perioada de alăptare precum și asupra calității și cantității laptelui (acizi grași) de la oile mame din experiment. Materialele și metodele folosite au fost descrise în secțiunea anterioară.

Concluziile principale au relevat următoarele:

- Adăugarea grăsimilor protejate în alimentația oilor mame determină obținerea unor greutatea a mieilor pe întreaga perioadă de creștere semnificativ mai mari (cu 23,25%) comparativ cu mieii ale căror mame nu au consumat furaj în care au fost încorporate grăsimi protejate. Rezultate similare se obțin și în cazul furajării oilor cu furaj în care au fost încorporate grăsimi protejate și CLA (15,83%).
- Per total acizi grași, se poate constata că adăugarea grăsimilor protejate, dar și a CLA-ului determină modificări ale profilului acizilor grași astfel: dacă este să ne referim la Σ SFA aceștia au scăzut la LE1 cu 5,89%, la LE2 cu 5,15% și la LE3 cu 5,38%. În ceea ce privește Σ MUFA se poate constata că aceștia au crescut cu 12,26% la LE1, cu 8,3% la LE2 și cu 25,66% la LE3; la fel, a crescut și Σ PUFA, respectiv cu 179,2% la LE1, cu 194,33% la LE2 și cu 5,91 % la LE3.
- Fortificarea rației oilor mame prin suplimentarea cu grăsimi protejate (Optima 100) (LE1) și CLA (LE2) a condus la o creștere semnificativă a profilului de acizi grași nesaturați din lapte, în special a acidului linoleic (C18:2 9,12-CIS) de două ori mai mare și a acidului linolenic (C18:3 9,12,15-CIS) de aproximativ 5 ori comparativ cu conținutul laptelui de la oile din lotul de control, datorită intensificării procesului de biohidrogenare ruminală.
- În ceea ce privește profilul acizilor grași din carnea de miel, sunt diferențe în ceea ce privește Σ SFA la LE1, aceștia fiind mai mici cu 2,25 % comparativ cu lotul de control; PUFA totali nu diferă semnificativ între loturi, dar compoziția lor individuală variază, LE1 și LE3 au Σ PUFA mai mare cu 1,63%, respectiv cu 1,25% comparativ cu LC. Astfel, la LE1 valorile C20:2 Acid eicosadienic, C20:3 Acid eicosatrienic, C22:5 Acid docosapentaenoic, C22:6 Acid docosahexaenoic sunt mai mari comparativ cu LM.
- Raportul n-6/n-3 s-a redus în toate loturile experimentale, indicând o îmbunătățire a echilibrului acizilor grași esențiali, cea mai scăzută valoare fiind observată la LE2.

- Indicele PI (peroxidabilității lipidice) a fost cel mai mare la LE2, urmat de LE1, ceea ce poate sugera o compoziție mai susceptibilă la oxidare, dar și o prezență crescută a acizilor grași polinesaturați benefici ($p \leq 0,001$).
- Indicele TI (trombogenezei) a scăzut la toate loturile experimentale ($p \leq 0,001$), ceea ce sugerează un risc cardiovascular potențial mai redus.
- Indicele HPI (hipocolesterolemic/hipercolesterolemic) a crescut ușor în toate loturile, însă aceste creșteri nu au fost semnificative statistic ($p \geq 0,05$).
- Analiza economică a demonstrat că suplimentarea rației de bază cu Optima 100 (LE1) este cea mai rentabilă opțiune. Deși presupune un cost suplimentar considerabil (236,48 RON/oi), aceasta a dus la cea mai mare creștere a producției de lapte (1453,8 litri) și a generat un profit net superior (2372,45 RON) comparativ cu lotul martor (LM).

Studiul 2. Evaluarea efectului sinergic al unor suplimente nutriționale (grăsimi protejate, CLA, drojzii vii, sursă de azot neproteic și metionină protejată) din rația oilor mame, asupra unor indici nutritivi, bioproductivi și sangvini ai acestora și a mieilor sugari, precum și a indicilor sanogeni

Al doilea studiu a avut ca scop cuantificarea efectului sinergic al unor suplimente nutritive administrate oilor mame în timpul perioadei de alăptare. Ne-am propus să evaluăm efectul suplimentelor Optima 100 (grăsimi protejate), CLA (acid linoleic conjugat), probiotice (Yea Sacc), Met Prot (metionină protejată) și Optigen (azot neproteic) asupra mai multor parametri cheie. Mai exact, am analizat indicii nutritivi, bioproductivi și sangvini la miei în perioada de alăptare, alături de calitatea și cantitatea laptelui produs de oile mame din experiment. Pe baza profilului de acizi grași ai laptelui și ai cărnii de miel, am stabilit indicii sanogeni ai acestor produse, respectiv modul în care influențează sănătatea consumatorilor.

Concluziile principale arată următoarele:

- Σ SFA din lapte nu a prezentat diferențe semnificative ($p = 0.264$), dar laptele de la oile din loturile cu suplimente (LE2, LE3 și LE4) au avut valori ușor mai scăzute față de martor.
- Σ MUFA a rămas relativ constant între loturi, aceștia fiind cu 8,23% mai mari la LE2 și cu 4,83% la LE4, dar la diferențe nesemnificative din punct de vedere statistic $p = 0.569$. Conținutul de acid oleic cis-9 (C18:1 Δ 9) a variat între 16,7 și 18,3%, fără diferențe relevante statistic ($p = 0.852$), cel mai mare fiind la

LE2. Reducerea semnificativă a izomerilor trans ai acidului oleic (C18:1 trans-9) în LE1 și LE4 indică o biohidrogenare mai eficientă și o scădere a intermediarilor trans, acest aspect fiind un avantaj nutrițional important, dat fiind impactul negativ al acizilor grași trans asupra sănătății umane.

- ΣPUFA a fost mai ridicat în LE2 și LE4 față de martor, dar diferența globală nu a atins pragul de semnificație statistică ($p = 0.206$), ΣPUFA fiind cu 50,04 puncte procentuale mai mare la LE2 și cu 44,03 puncte procentuale la LE4; acidul linoleic (C18:2 Δ9,11) a fost influențat semnificativ ($p = 0.006$), cu valori mai mari în LE2 și LE4 (0,65–0,77%) față de martor (0,40%), iar restul PUFA (C18:3, C20:4) nu au arătat diferențe semnificative.
- Valorile acizilor grași hipercolesterolemici (HFA), au fost relativ constante între tratamente, situându-se în jurul valorii de 50% (cu cea mai mică valoare la brânza telemea de la LE3), acest fapt sugerând o contribuție semnificativă a acizilor grași saturați la profilul lipidic general al brânzei.
- Acizii grași hipocolesterolemici (hFA) au prezentat variații notabile, cele mai mari valori fiind înregistrate în brânza provenită din tratamentul LE3 (23.05%), urmată de LM (22.08%), ceea ce sugerează o compoziție mai favorabilă sănătății cardiovasculare pentru aceste două tratamente.
- Raporturile PUFA/SFA, MUFA/SFA și UFA/SFA au fost cele mai ridicate tot la brânza din LE3, indicând o ușoară îmbunătățire a compoziției lipidice, ceea ce indică o pondere crescută a acizilor grași nesaturați, recunoscuți pentru efectele lor protectoare asupra sănătății cardiovasculare.
- Raportul n-6/n-3, comparativ cu laptele de oaie a avut valori cu mult mai reduse, apropiindu-se la toate loturile experimentale de valoarea 4. Toate tratamentele, cu excepția martorului (LM – 3.36) și a LE5 – (3,34), au depășit acest prag, cu valori între 4.1 și 4.45.
- Raportul hipocolesterolemic/hipercolesterolemic (h/H) a urmat aceeași tendință, cele mai bune valori fiind obținute în LE3 (0.464). Deși aceste valori sunt sub pragul ideal (>1.0), ele indică un echilibru mai bun între acizii grași benefici și cei dăunători în cazul acestor două tratamente.
- Indicii de risc cardiovascular, precum indicele aterogenic (AI) și indicele trombogen (TI), au fost cei mai scăzuți în cazul tratamentului LE3, astfel, potențialul redus al brânzei din LE3 de a favoriza dezvoltarea bolilor cardiovasculare.

- Grăsimile saturate (SFA) au avut valori relativ constante între grupuri, fără diferențe semnificative statistice ($p > 0.05$), dar s-au observat tendințe de reducere a acestora la toate loturile experimentale cu valori mai reduse la LE4 și LE3.
- Σ MUFA au crescut semnificativ în LE1–LE4 comparativ cu martorul ($p = 0.005$). Creșterea s-a datorat în special acidului oleic cis-9 (C18:1), valorile cele mai ridicate fiind în LE4 (36,3%) și LE3 (34,96%). Izomerii trans ai acidului oleic (C18:1 trans-9) au scăzut semnificativ în LE1 și LE4 comparativ cu martorul → indică o biohidrogenare ruminală mai completă și un profil lipidic mai sănătos.
- Grăsimile polinesaturate (PUFA) au fost mai scăzute în grupurile experimentale (4,1–5,0%) vs. martor (6,39%), fără diferențe semnificative. O scădere evidentă a acidului linolenic (C18:3, omega-3) a fost observată în toate loturile suplimentate → potențial efect negativ asupra aportului de PUFA esențiali.
- Trigliceridele (TG) au scăzut semnificativ în toate grupurile suplimentate comparativ cu martorul ($p = 0.005$) ceea ce denotă un efect pozitiv al suplimentelor asupra metabolismului lipidic.
- Ureea serică (BUN) a scăzut în toate loturile suplimentate ($p = 0.000$) și indică o utilizare mai eficientă a azotului și o funcție renală/metabolică îmbunătățită.
- Colesterolul total (TCHO), HDL, LDL nu au prezentat diferențe semnificative, deși TCHO a fost mai mare la mieii din lotul martor.
- Glicemia (GLU) a înregistrat o scădere la LE4 și LE5 ceea ce face posibilă o eficiență metabolică crescută.
- Transaminazele hepatice (GPT, GOT), lipaza (LIP) și bilirubinele → nu au suferit modificări, ceea ce presupune o funcția hepatică și digestivă normală.
- Legat de eficiența economică a laptelui produs, LE1 (CLA + Optigen + Yea-Sacc) este singurul lot mai profitabil decât martorul, LE1 având cea mai mare producție de lapte, LE2–LE5 înregistrând costuri ridicate necompensate de producția de lapte. Chiar dacă LE1 este singurul lot rentabil economic pe termen scurt, alte loturi ar putea deveni rentabile dacă produsele lactate și carnea obținute sunt comercializate ca alimente funcționale (alimente cu conținut ridicat de acizi grași benefici sănătății consumatorului uman). În acest caz, diferența de profit s-ar transfera în prețul produsului finit, justificând investiția.

Pe baza rezultatelor obținute în cadrul celor două experimente efectuate privind suplimentarea rației oilor mame cu grăsimi protejate, acid linoleic conjugat (CLA) precum și (Optigen, Yea-Sacc, metionină protejată), se pot formula următoarele recomandări, cu valoare aplicativă atât în contextul fermelor comerciale, cât și în cercetarea viitoare:

1. Introducerea strategică a suplimentelor nutriționale în rația oilor mame, în special în perioadele de gestație avansată și alăptare, pentru a valorifica efectele benefice asupra sporirii producției de lapte, îmbunătățirii calității nutriționale a laptelui și cărnii și optimizării sănătății metabolice a animalelor.
2. Alegerea suplimentelor în funcție de obiectivul exploatației, în funcție de prioritățile tehnologice și economice ale exploatației, recomandând astfel:
 - pentru creșterea producției de lapte și a profitului economic net: utilizarea grăsimilor protejate (LE1), care au generat sporuri de producție semnificative (+31,3%) și cel mai ridicat profit net/oaie (+2372,45 RON).
 - pentru îmbunătățirea profilului lipidic și obținerea de produse funcționale: combinarea suplimentelor de tip CLA și metionină protejată (LE3), care au condus la scăderea indicilor de risc cardiovascular (AI, TI) și creșterea indicilor sanogeni (HPI, h/H).
3. Suplimentarea indirectă a hrănirii mieilor prin laptele matern astfel având în vedere efectele pozitive ale suplimentelor administrate oilor mame în sistemele de creștere intensivă, pentru a spori eficiența transmiterii nutrienților prin lapte și a susține dezvoltarea timpurie a tineretului ovin.
4. Monitorizarea stării metabolice a animalelor în urma suplimentării hranei oilor mame prin determinarea parametrilor biochimici serici (GPT, GOT, LIP, BUN, glicemie) în fazele de introducere a suplimentelor, mai ales în fermele comerciale mari.
5. Valorificarea diferențiată a produselor de origine animală- loturile experimentale care nu au înregistrat cea mai mare rentabilitate prin sporul depus de miei pot deveni profitabile în contextul unei valorificări superioare a produselor obținute și anume: lapte și brânzeturi etichetate ca „produse funcționale”, cu profil lipidic optimizat; carne de miel îmbogațită în acizi grași esențiali (omega-3 și omega-6), cu potențial sanogen crescut.

Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei de doctorat

1. Evaluarea integrată a efectelor grăsimilor protejate, CLA, metionină protejată, Yea Sacc, Optigen, asupra unei game largi de parametri zootehnici, biochimici, nutriționali și economici, oferind date noi și relevante pentru optimizarea sistemelor de furajare a oilor mame.
2. Identificarea unor relații directe între suplimentarea rației oilor mame și dezvoltarea timpurie a mieilor.
3. Optimizarea profilului lipidic al produselor animale (lapte, brânză, carne) prin intervenție nutrițională asupra rațiilor oilor mame.
4. Contribuții la dezvoltarea de produse funcționale de origine animală (lapte, brânză și carne) cu risc aterogenic și trombogenic redus.

ABSTRACT

Keywords: sheep, CLA, rumen-protected fat, Optigen, Yea Sacc, fatty acids, bioproductive indices, health indices

The doctoral thesis entitled "*Nutritional Techniques to Improve Bioproductive Performance in Ewes and Suckling Lambs*" is structured into two main parts: a literature review, presenting the current state of knowledge, and a section of original contributions. The thesis comprises 8 chapters, followed by bibliographic references and annexes. The complete work consists of 178 pages, 47 tables, 21 figures and 151 references.

Current state of knowledge

Chapter 1. Particularities of digestion and feeding in sheep

Sheep, like other ruminants, have a specialized digestive system composed of four stomach compartments—the rumen, reticulum, omasum, and abomasum—each with an essential role in the processes of fermentation, absorption, and enzymatic digestion.

Ruminal digestion is a complex interaction between food, the microbial population, and the animal. The fermentation products are volatile fatty acids (VFAs), lactic acid, carbon dioxide, methane, microbial proteins, and microbial polysaccharides. VFAs are absorbed through the rumen wall into the bloodstream, while the other products pass into the rest of the digestive tract for further digestion and absorption.

Sheep need an energy and protein-balanced diet to maintain basic metabolic functions and for production. Basic forages, such as hay and pasture, are often supplemented with concentrates to achieve optimal energy and protein levels.

The intestinal microbiota of sheep is a complex ecosystem, composed predominantly of bacteria, fungi, and protozoa. This community plays an essential role in the digestion of plant fibers, the synthesis of VFAs, and the maintenance of the animal's overall health.

Chapter 2. Nutritional supplements used to improve production in sheep

To increase animal performance and maintain health in modern sheep farming systems, adapting nutritional strategies is crucial, and the use of nutritional

supplements is considered essential.

Rumen-protected fats (RPF) are insoluble forms of lipids that are not degraded by microbes, ensuring the availability of fatty acids directly in the intestine. Essential amino acids, such as methionine and lysine, are also protected by encapsulation to prevent their ruminal degradation.

Conjugated linoleic acid (CLA), especially the 9-cis, 11-trans isomer (rumenic acid), has high biological activity and is present in 80–90% of milk fat.

Probiotics, such as beneficial bacteria or yeasts (which contain β -glucans and mannan-oligosaccharides), contribute to stimulating the immune system and maintaining an optimal ruminal pH, preventing acidosis.

Another effective strategy is the use of non-protein nitrogen compounds, such as slow-release urea (Optigen®). This helps to optimize nitrogen metabolism and increase animal performance.

Materials and methods

The study involved two experiments, with the administration of nutritional supplements individually and in different combinations.

In the first experiment, 60 sheep were randomly divided into 4 groups that were given a basic ration to meet their daily needs according to their physiological state. The sheep were grouped as follows:

Control Group (LM): received only the basic ration (BR);

- Experimental Group 1 (LE1): the basic ration was supplemented with 12 g/head/day of the Optima 100 product, which represents protected fats;
- Experimental Group 2 (LE2): the BR was supplemented with CLA in the amount of 12 g/head/day;
- Experimental Group 3 (LE3): the two nutritional supplements were added to the BR, each in the amount of 12 g/head/day.

The second experiment was conducted on 90 Țurcană breed ewes during the lamb suckling period, using the same sheep rearing shelter, with the same conditions as in the first experiment.

The 90 sheep were randomly divided into 6 groups that were given a basic ration to meet their daily needs according to their physiological state. The choice of nutritional supplements was made with the aim of creating a feed product consisting

of several nutritional supplements to improve the quantity and quality of milk (fatty acid content) and telemea cheese, as well as the bioproductive indices and meat quality in suckling lambs. The sheep were grouped as follows:

Control Group (LM): received only the basic ration (BR);

- Experimental Group 1 (LE1): consisting of 15 ewes, the basic ration was supplemented with 12 g/head/day of the Optima 100 product (protected fats), 12 g/head/day of the Optigen product (non-protein nitrogen), and 12 g/head/day of *Saccharomyces cerevisiae* (Yea Sacc - probiotics);
- Experimental Group 2 (LE2): consisting of 15 ewes, the BR was supplemented with CLA in the amount of 12 g/head/day, Optigen in the amount of 12 g/head/day, and 12 g/head/day of Yea Sacc;
- Experimental Group 3 (LE3): consisting of 15 ewes, the supplements added to the basic ration were +12 g/head/day of Optima 100 and +12 g/head/day of Met Prot (protected methionine);
- Experimental Group 4 (LE4): consisting of 15 ewes, received, in addition to the basic ration, +12 g/head/day of CLA, and +12 g/head/day of Met Prot;
- Experimental Group 5 (LE5): also consisting of 15 ewes, all five nutritional supplements were added to the BR, each in the amount of 12 g/head/day.

Study 1: The effect of protected fats and conjugated linoleic acid from lactating ewes' ration on nutritional, bioproductive, and blood indices, as well as health indices of ewes and suckling lambs.

The purpose of this study was to quantify the effect of the nutritional supplements Optima 100 (protected fats) and CLA (conjugated linoleic acid) administered in the diet of lactating ewes on nutritional, bioproductive, and blood indices in suckling lambs, as well as on the quality and quantity of milk (fatty acids) from the ewes in the experiment. The materials and methods used were described in the previous section.

The main conclusions revealed the following:

- The addition of protected fats to the diet of ewes leads to significantly higher lamb weights throughout the entire growth period (by 23.25%) compared to lambs whose mothers did not consume feed containing protected fats. Similar results were obtained when feeding ewes with feed containing protected fats and CLA (15.83%).

- Regarding total fatty acids, it was found that the addition of protected fats, as well as CLA, causes changes in the fatty acid profile: in terms of Σ SFA, they decreased in LE1 by 5.89%, in LE2 by 5.15%, and in LE3 by 5.38%. Concerning Σ MUFA, they were found to have increased by 12.26% in LE1, by 8.3% in LE2, and by 25.66% in LE3; similarly, Σ PUFA also increased, by 179.2% in LE1, by 194.33% in LE2, and by 5.91% in LE3.
- The fortification of the ewes' diet by supplementing with protected fats (Optima 100) (LE1) and CLA (LE2) led to a significant increase in the unsaturated fatty acid profile of the milk, especially linoleic acid (C18:2 9,12-CIS) which was two times higher and linolenic acid (C18:3 9,12,15-CIS) which was approximately 5 times higher compared to the milk content from the control group ewes, due to the intensification of the ruminal biohydrogenation process.
- Regarding the fatty acid profile in lamb meat, there were differences in Σ SFA in LE1, where they were 2.25% lower compared to the control group; total PUFA did not differ significantly between groups, but their individual composition varied, with LE1 and LE3 having a higher Σ PUFA by 1.63% and 1.25%, respectively, compared to the control group. Thus, in LE1, the values for C20:2 Eicosadienoic acid, C20:3 Eicosatrienoic acid, C22:5 Docosapentaenoic acid, C22:6 Docosahexaenoic acid were higher compared to the control group.
- The n-6/n-3 ratio decreased in all experimental groups, indicating an improvement in the balance of essential fatty acids, with the lowest value observed in LE2.
- The PI index (lipid peroxidability) was highest in LE2, followed by LE1, which may suggest a composition more susceptible to oxidation, but also an increased presence of beneficial polyunsaturated fatty acids ($p \leq 0.001$).
- The TI index (thrombogenicity) decreased in all experimental groups ($p \leq 0.001$), which suggests a potentially reduced cardiovascular risk.
- The HPI index (hypocholesterolemic/hypercholesterolemic) slightly increased in all groups, but these increases were not statistically significant ($p \geq 0.05$).
- The economic analysis showed that supplementing the basic ration with Optima 100 (LE1) is the most cost-effective option. Although it involves a considerable additional cost (236.48 RON/ewe), it led to the highest increase in milk production (1453.8 liters) and generated a higher net profit (2372.45 RON) compared to the control group (LM).

Study 2: Evaluation of the synergistic effect of nutritional supplements (protected Fats, CLA, live yeasts, non-protein nitrogen source, and protected methionine) from the ewes' diet on their nutritional, bioproductive, and blood indices, as well as health indices in suckling lambs

The second study aimed to quantify the synergistic effect of nutritional supplements administered to ewes during the lactation period. We set out to evaluate the effect of the supplements Optima 100 (protected fats), CLA (conjugated linoleic acid), probiotics (Yea Sacc), Met Prot (protected methionine), and Optigen (non-protein nitrogen) on several key parameters. Specifically, we analyzed the nutritional, bioproductive, and blood indices in lambs during lactation, along with the quality and quantity of milk produced by the ewes in the experiment. Based on the fatty acid profile of the milk and lamb meat, we established the health indices of these products, namely how they influence consumer health.

The main conclusions are as follows:

- Σ SFA in milk did not show significant differences ($p = 0.264$), but milk from ewes in the supplemented groups (LE2, LE3, and LE4) had slightly lower values than the control group.
- Σ MUFA remained relatively constant between groups, being 8.23% higher in LE2 and 4.83% in LE4, but with statistically insignificant differences ($p = 0.569$). The content of cis-9 oleic acid (C18:1 Δ 9) varied between 16.7 and 18.3%, with no statistically relevant differences ($p = 0.852$), with the highest value being in LE2. The significant reduction of trans isomers of oleic acid (C18:1 trans-9) in LE1 and LE4 indicates more efficient biohydrogenation and a decrease in trans intermediates, which is an important nutritional advantage given the negative impact of trans fatty acids on human health.
- Σ PUFA was higher in LE2 and LE4 compared to the control group, but the overall difference did not reach statistical significance ($p = 0.206$), with Σ PUFA being 50.04 percentage points higher in LE2 and 44.03 percentage points higher in LE4; linoleic acid (C18:2 Δ 9,11) was significantly affected ($p = 0.006$), with higher values in LE2 and LE4 (0.65–0.77%) compared to the control group (0.40%), while the rest of the PUFA (C18:3, C20:4) showed no significant differences.
- The values of hypercholesterolemic fatty acids (HFA) were relatively constant between treatments, staying around 50% (with the lowest value in telemea cheese from LE3), a fact that suggests a significant contribution of saturated fatty acids to the general lipid profile of the cheese.

- Hypocholesterolemic fatty acids (hFA) showed notable variations, with the highest values recorded in cheese from the LE3 treatment (23.05%), followed by LM (22.08%), suggesting a more favorable composition for cardiovascular health for these two treatments.
- The PUFA/SFA, MUFA/SFA, and UFA/SFA ratios were also highest in the cheese from LE3, indicating a slight improvement in the lipid composition, which points to an increased proportion of unsaturated fatty acids, known for their protective effects on cardiovascular health.
- The n-6/n-3 ratio, compared to sheep milk, had much lower values, approaching a value of 4 in all experimental groups. All treatments, with the exception of the control group (LM – 3.36) and LE5 – (3.34), exceeded this threshold, with values between 4.1 and 4.45.
- The hypocholesterolemic/hypercholesterolemic (h/H) ratio followed the same trend, with the best values obtained in LE3 (0.464). Although these values are below the ideal threshold (>1.0), they indicate a better balance between beneficial and harmful fatty acids in the case of these two treatments.
- The cardiovascular risk indices, such as the atherogenic index (AI) and thrombogenic index (TI), were lowest in the LE3 treatment, thus showing the reduced potential of the cheese from LE3 to favor the development of cardiovascular diseases.
- Saturated fats (SFA) had relatively constant values between groups, with no statistically significant differences ($p > 0.05$), but there were reduction tendencies in all experimental groups, with lower values in LE4 and LE3.
- Σ MUFA increased significantly in LE1–LE4 compared to the control group ($p = 0.005$). The increase was mainly due to cis-9 oleic acid (C18:1), with the highest values in LE4 (36.3%) and LE3 (34.96%). Trans isomers of oleic acid (C18:1 trans-9) decreased significantly in LE1 and LE4 compared to the control group → indicating more complete ruminal biohydrogenation and a healthier lipid profile.
- Polyunsaturated fats (PUFA) were lower in the experimental groups (4.1–5.0%) vs. the control group (6.39%), with no significant differences. An obvious decrease in linolenic acid (C18:3, omega-3) was observed in all supplemented groups → a potential negative effect on the intake of essential PUFAs.

- Triglycerides (TG) decreased significantly in all supplemented groups compared to the control group ($p = 0.005$), which denotes a positive effect of the supplements on lipid metabolism.
- Serum urea (BUN) decreased in all supplemented groups ($p = 0.000$) → indicating a more efficient utilization of nitrogen and an improved renal/metabolic function.
- Total cholesterol (TCHO), HDL, LDL showed no significant differences, although TCHO was higher in lambs from the control group.
- Blood glucose (GLU) showed a decrease in LE4 and LE5, which makes a higher metabolic efficiency possible.
- Hepatic transaminases (GPT, GOT), lipase (LIP), and bilirubins → did not undergo changes, which suggests a normal hepatic and digestive function.
- Recommendations regarding the economic efficiency of the produced milk: LE1 (CLA + Optigen + Yea-Sacc) is the only group more profitable than the control group, with LE1 having the highest milk production. LE2–LE5 recorded high costs that were not compensated by milk production. Even if LE1 is the only economically profitable group in the short term, other groups could become profitable if the dairy and meat products obtained are marketed as functional foods (foods with a high content of beneficial fatty acids for human health). In this case, the profit difference would be transferred to the price of the finished product, justifying the investment.

Recommendations

Based on the results obtained from the two experiments regarding the supplementation of ewes' rations with protected fats, conjugated linoleic acid (CLA) as well as (Optigen, Yea-Sacc, protected methionine), the following recommendations can be formulated, with application value both in the context of commercial farms and in future research:

1. Strategic introduction of nutritional supplements into the ewes' ration, especially during advanced gestation and lactation, to harness the beneficial effects on increasing milk production, improving the nutritional quality of milk and meat, and optimizing the metabolic health of the animals.
2. Choosing supplements based on the farm's objective, depending on the technological and economic priorities of the farm, thus recommending:

- for increasing milk production and net economic profit: the use of protected fats (LE1), which generated significant production increases (+31.3%) and the highest net profit/ewe (+2372.45 RON).
 - for improving the lipid profile and obtaining functional products: the combination of CLA and protected methionine (LE3) supplements, which led to a decrease in cardiovascular risk indices (AI, TI) and an increase in health indices (HPI, h/H).
3. Indirect supplementation of lamb feeding through mother's milk, given the positive effects of supplements administered to ewes in intensive farming systems, to increase the efficiency of nutrient transfer through milk and support the early development of young sheep.
 4. Monitoring the metabolic state of the animals following supplementation of the ewes' feed by determining serum biochemical parameters (GPT, GOT, LIP, BUN, blood glucose) in the phases of supplement introduction, especially in large commercial farms.
 5. Differentiated valorization of animal products—the experimental groups that did not record the highest profitability through the gain of the lambs can become profitable in the context of a superior valorization of the products obtained, namely: milk and cheeses labeled as "functional products," with an optimized lipid profile; lamb meat enriched in essential fatty acids (omega-3 and omega-6), with increased health potential.

Originality and innovative contributions of the Doctoral Thesis

1. Integrated evaluation of the effects of protected fats, CLA, protected methionine, Yea Sacc, and Optigen on a wide range of zootechnical, biochemical, nutritional, and economic parameters, providing new and relevant data for optimizing ewe feeding systems.
2. Identification of direct relationships between supplementing the ewes' diet and the early development of lambs.
3. Optimization of the lipid profile of animal products (milk, cheese, meat) through nutritional intervention in the ewes' rations.
4. Contributions to the development of functional animal products (milk, cheese, and meat) with reduced atherogenic and thrombogenic risk.