

**REZUMAT**

**UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA  
BUCUREȘTI**

**FACULTATEA DE INGINERIE CHIMICĂ ȘI BIOTEHNOLOGII**

**ȘCOALA DOCTORALĂ: INGINERIE CHIMICĂ ȘI BIOTEHNOLOGII**

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

*Evaluarea analitică a unor markeri chimici/biochimici ai calității nutriționale a laptelui*

**Doctorand:** Chim. Oancea Alexandra - Gabriela

**Conducător științific:** Prof. Dr. Ing. RADU GABRIEL-LUCIAN

**Cuvinte cheie:** calitatea laptelui, status oxidativ, acizi grași esențiali, produși de degradare lipidică, compuși antioxidanți

**BUCUREȘTI**

**2024**

## REZUMAT

### CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

<b>INTRODUCERE</b>	<b>8</b>
<b>I. BIBLIOGRAFIE</b>	<b>16</b>
<b>CAPITOLUL 1. COMPOZIȚIA CHIMICĂ A LAPTELUI ȘI PRINCIPALII COMPUȘI BIOACTIVI</b>	<b>18</b>
1.1. Proteinele din lapte	18
1.1.1 Cazeinele	19
1.1.2 Proteinele din zer	21
1.2. Carbohidrații din lapte	21
1.3. Lipidele din lapte	22
1.4. Compoziția mineralelor din lapte	26
1.5. Compoziția vitaminelor din lapte	29
1.6. Conținutul de enzime din lapte	30
1.7. Conținutul de celule somatice din lapte	32
1.8. Bibliografie	32
<b>CAPITOLUL 2. TEHNICI ANALITICE UTILIZATE PENTRU DETERMINAREA COMPOZIȚIEI LAPTELUI</b>	<b>35</b>
2.1. Tehnici analitice utilizate pentru determinarea compoziției primare a laptelui	35
2.2. Tehnici analitice utilizate pentru determinarea compoziției de compuși cu importanță biologică	38
2.3. Bibliografie	45
<b>CAPITOLUL 3. FACTORI CE INFLUENȚEAZĂ COMPOZIȚIA CHIMICĂ A LAPTELUI</b>	<b>50</b>
3.1. Factori nutriționali ce influențează cantitatea de grăsime din lapte și profilul de acizi grași	51
3.2. Factori nutriționali ce influențează concentrația de proteine și profilul de peptide din lapte	54
3.3. Factori nutriționali ce influențează capacitatea antioxidantă a laptelui	57
3.4. Bibliografie	59
<b>CAPITOLUL 4. DEZVOLTAREA / VALIDAREA METODEI DE PREPARARE ȘI DE DETERMINARE SIMULTANĂ A IZOMERILOR VITAMINEI E UTILIZÂND RP-HPLC</b>	<b>62</b>
4.1. Introducere	62
4.2. Materiale și metode	65
4.2.1 Reactivii și aparatura	65
4.2.2 Prepararea soluțiilor	66
4.2.3 Principiul metodei	66
4.3. Rezultate și discuții	67
4.3.1. Validarea metodei de determinare a izomerilor vitaminei e prin RP-HPLC	67
4.3.1.1 Liniaritatea, domeniul de liniaritate	67
4.3.1.2. Exactitatea metodei	71
4.3.1.3. Precizia metodei	72
4.3.1.4. Limita de detecție și limita de cuantificare	76
4.3.1.5. Selectivitatea metodei	77
4.3.1.6. Sensibilitatea metodei	78
4.3.1.7. Recuperarea	79
4.3.2. Validarea metodei de preparare a probelor de lapte praf pentru determinarea $\alpha$ -tocoferolului prin RP-HPLC	80
4.3.2.1. Exactitatea	80

## REZUMAT

4.3.2.2. <i>Precizia</i>	81
4.3.2.3. <i>Recuperare</i>	83
4.4. Concluzii	84
4.5. Bibliografie	84
<b>CAPITOLUL 5. OPTIMIZAREA PARAMETRILOR TBARS PENTRU EVALUAREA STABILITĂȚII OXIDATIVE A LAPTELUI</b>	<b>86</b>
5.1. Introducere	86
5.2. Materiale și metode	87
5.3. Rezultate și discuții	89
5.3.1. <i>Studiul concentrației de TCA utilizată</i>	89
5.3.2. <i>Studiul tipului de antioxidant</i>	90
5.3.3. <i>Studiul timpului de incubare</i>	91
5.3.4. <i>Studiul concentrației de TBA</i>	92
5.3.5. <i>Aplicația practică a metodei TBARS optimizate pe probe de lapte</i>	94
5.4. Concluzii	98
5.5. Bibliografie	99
<b>CAPITOLUL 6. CARACTERIZAREA NUTRIȚIONALĂ A DIFERITELOR SURSE VEGETALE CU POTENȚIAL DE UTILIZARE ÎN NUTRIȚIA RUMEGĂTOARELOR</b>	<b>102</b>
6.1. Introducere	102
6.2. Materiale și metode	103
6.3. Rezultate și discuții	106
6.3.1. <i>Determinarea compoziției nutriționale pentru drojdia de bere inactivată</i>	106
6.3.2. <i>Determinarea compoziției nutriționale pentru semințele de in și muștar</i>	109
6.3.3. <i>Determinarea compoziției nutriționale pentru semințele și șrotul de cânepă</i>	113
6.4. Concluzii	118
6.5. Bibliografie	119
<b>CAPITOLUL 7. EFECTELE INCLUDERII DROJDIEI DE BERE INACTIVATĂ (PRODUS SECUNDAR AL INDUSTRIEI FABRICĂRII BERII) ÎN RAȚIA OILOR ASUPRA CALITĂȚII LAPTELUI ȘI PARAMETRILOR DE FERMENTAȚIE RUMINALĂ</b>	<b>125</b>
7.1. Introducere	125
7.2. Materiale și metode	127
7.2.1. <i>Designul experimental</i>	127
7.2.2. <i>Colectarea probelor</i>	128
7.2.3. <i>Analiza compoziției chimice proximale</i>	129
7.2.4. <i>Analiza compușilor bioactivi</i>	129
7.2.5. <i>Analiza lichidului ruminal</i>	130
7.2.6. <i>Analiza statistică</i>	130
7.3. Rezultate și discuții	131
7.3.1. <i>Efectul BSY asupra parametrilor fermentației ruminale</i>	131
7.3.2. <i>Efectele BSY asupra compoziției laptelui</i>	132
7.4. Concluzii	142
7.5. Bibliografie	143
<b>CAPITOLUL 8. EFECTELE INCLUDERII SEMINȚELOR DE IN ȘI MUȘTAR ÎN RAȚIA CAPRELOR ASUPRA COMPOZIȚIEI NUTRIȚIONALE A LAPTELUI</b>	<b>148</b>
8.1. Introducere	148
8.2. Materiale și metode	149
8.2.1. <i>Rația experimentală</i>	149

## REZUMAT

8.2.2. Colectarea probelor	150
8.2.3. Analiza compoziției chimice primare	150
8.2.4. Analiza compușilor hidrosolubili	151
8.2.5. Analiza compușilor liposolubili	151
8.2.6. Analize statistice	152
8.3. Rezultate și discuții	152
8.3.1. Compoziția chimică primară a laptelui	152
8.3.2. Compoziția de compuși liposolubili ai laptelui	154
8.3.3. Evaluarea proceselor de degradare ale laptelui	158
8.4. Concluzii	160
8.5. Bibliografie	161
<b>CAPITOLUL 9. EVALUAREA FRAȚIILOR PROTEICE DIN LAPTE ÎN URMA INCLUDERII ÎN RAȚIA VACILOR A SEMINȚELOR DE RAPIȚĂ</b>	<b>165</b>
9.1. Introducere	165
9.2. Materiale și metode	166
9.2.1. Designul experimental	166
9.2.2. Prelevarea probelor de lapte și analiza acestora	166
9.2.3. Analiza statistică	167
9.3. Rezultate și discuții	167
9.3.1. Efectele rației experimentale asupra compoziției chimice primare a laptelui	167
9.3.2. Efectele rației experimentale asupra distribuției fracțiilor proteice din lapte	169
9.3.3. Efectele rației experimentale asupra proporțiilor relative ale fracțiilor de cazeină	173
9.3.4. Efectele rației experimentale asupra proporțiilor relative ale fracțiilor de proteine din zer	174
9.4. Concluzii	175
9.5. Bibliografie	175
<b>CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE DE DEZVOLTARE</b>	<b>179</b>
C.1. Concluzii generale	179
C.2. Contribuții originale	179
C.3. Perspective de dezvoltare ulterioară	182
<b>ANEXE</b>	<b>184</b>
A.1.1. Articole publicate în tematica tezei	184
A.1.2. Comunicări științifice ințonaționale în tematica tezei de doctorat	184
A.1.3. Alte articole publicate	184
A.1.3.1. Articole indexate ISI	184
A.1.3.2. Articole indexate BDI	185
A.1.3.3. Comunicări științifice orale	187
A.1.3.3. Comunicări științifice poster	188

Laptele și produsele lactate reprezintă unul dintre cele mai importante alimente pentru toate categoriile de vârstă ale populației, luând în considerare compoziția sa în compuși nutritivi, care stă la baza menținerii unui stil de viață sănătos. Produsele lactate reprezintă o sursă majoră de energie și nutrienți pentru organismul uman, de aceea sunt consumate la nivel global în cantități foarte mari. Conform Eurostat 2015, în Europa se produc aproximativ 165

## REZUMAT

milioane de tone de lapte, astfel UE contribuie la producția globală de lapte cu aproximativ 25%, de aceea calitatea acestuia devine cu atât mai mult un subiect de interes într-o dezbatere continuă.

În acest context teza de doctorat abordează problematici importante în domeniul chimiei laptelui, oferind informații tehnico-științifice relevante pentru studiul compoziției chimice de finețe a laptelui, dar și aplicații practice în ceea ce privește strategiile nutriționale inovative pentru îmbunătățirea statusului antioxidant și compoziției în compuși bio-activi ai laptelui. De asemenea, teza prezentată utilizează o abordare multi-disciplinară, îmbinând evaluarea din punct de vedere chimic/biochimic a compoziției rațiilor experimentale și a laptelui, dar și zootehnică prin utilizarea nutriției de precizie și urmărirea unui design experimental complex pentru fiecare dintre cele trei experimente de nutriție.

În țara noastră există un portofoliu de analiză a compoziției laptelui concentrat în principal pe analiza compoziției chimice primare (proteină totală, grăsime totală, cazeine, lactoză, etc.). Acest lucru poate limita cercetările de specialitate asupra compoziției chimice de finețe a laptelui, acesta prezentând în compoziția sa compuși cu efecte deosebite asupra sănătății consumatorului, ce nu pot fi valorificați la adevăratul potențial. Chiar și la nivel internațional, sunt foarte puține studii de specialitate îndreptate către determinarea statusului antioxidant al laptelui, fapt deosebit de important în condițiile în care compoziția chimică a acestuia este bogată în acizi grași nesaturați, care sunt extrem de susceptibili la procesul de lipoxidare. În acest context, teza de doctorat a avut ca obiectiv principal studiul statusului antioxidant al laptelui, precum și al compușilor bioactivi ai acestuia, utilizând metode analitice optimizate și validate și aplicații practice, precum studiile de nutriție bazate pe strategii nutriționale inovative (de exemplu utilizarea drojdiei de bere inactivată sau a semințelor oleaginoase). Rezultatele obținute în cadrul tezei de doctorat sunt de interes atât pentru industria produselor lactate, cât și pentru fermieri și consumatori.

Teza de doctorat este structurată în nouă capitole, sistematizate în două părți:

**Partea I (Capitolele 1, 2 și 3)** a lucrării cuprinde trei capitole ce sistematizează stadiul actual al cunoașterii în ceea ce privește domeniul chimiei laptelui.

**Capitolul 1** intitulat **COMPOZIȚIA CHIMICĂ A LAPTELUI ȘI PRINCIPALII COMPUȘI BIOACTIVI** prezintă o analiză detaliată asupra principalilor compuși de interes din lapte. În acest capitol sunt clasificate și descrise principalele clase de compuși, relevante din punct de vedere al chimiei laptelui (proteine totale, cazeine totale, proteine din zer,

## REZUMAT

carbohidrați, grăsime totală, minerale, enzime, celule somatice). De asemenea, în cadrul acestui capitol sunt puși în evidență compușii cu activitate biologică regăsiți în compoziția laptelui, precum acizii grași esențiali (de exemplu acidul linoleic conjugat) și vitaminele (lipo- și hidro-solubile). Acest capitol aduce în față necesitatea evaluării pe scară largă a compoziției de finețe a laptelui ce poate exercita anumite efecte benefice asupra sănătății consumatorului, dar și asupra statusului oxidativ al laptelui și produselor lactate. De asemenea, este prezentată necesitatea evaluării compușilor susceptibili la oxidare (lipide nesaturate), dar și al compușilor antioxidanți din lapte, oxidarea lipidică ducând la modificări în ceea ce privește timpul de depozitare și proprietățile organoleptice ale acestuia.

**Capitolul 2** poartă titlul de **TEHNICI ANALITICE UTILIZATE PENTRU DETERMINAREA COMPOZIȚIEI LAPTELUI** și sistematizează tehnicile analitice utilizate până în prezent pentru determinarea principalilor componenți de interes din lapte (prezentați în capitolul 1). De asemenea, sunt sistematizate tehnici analitice utilizate pentru determinarea compoziției compușilor cu importanță biologică (vitamine, acizi grași, polifenoli), deosebit de importanți prin prisma efectelor benefice asupra consumatorului și statusului oxidativ al laptelui. În acest capitol sunt detaliate și sistematizate metodele întâlnite în literatura de specialitate în ceea ce privește determinarea capacității antioxidante din lapte și produse lactate.

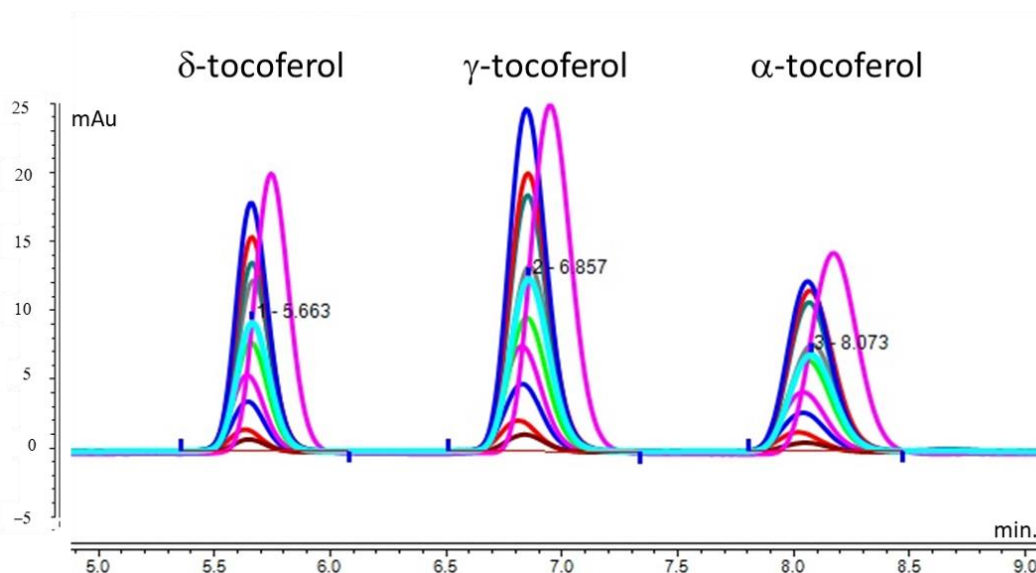
**Capitolul 3**, denumit **FACTORI CE INFLUENȚEAZĂ COMPOZIȚIA CHIMICĂ A LAPTELUI** prezintă o analiză detaliată a celor mai întâlniți factori ce pot duce la modificări în ceea ce privește constituenții de interes din lapte. Printre factorii cunoscuți se regăsesc stadiul lactației animalului, rasa acestuia sau condițiile de mediu. Unul dintre cei mai importanți factori ce poate ajuta la modularea compoziției laptelui în scopul dorit este nutriția animalului. Cu ajutorul nutriției de precizie, laptele poate fi îmbogățit în compuși de interes ce pot avea influențe benefice asupra sănătății consumatorului sau tehnologiei de procesare a laptelui. Sunt prezentate tehnici de furajare menite să îmbogățească laptele în compuși de interes (acizi grași, proteine), precum și strategii de furajare inovative bazate pe reutilizarea unor sub-produse din diferite industrii, cărora li se atribuie astfel valoare economică și care pot îmbunătăți laptele în compuși bio-activi (acizi grași esențiali, compuși antioxidanți).

**Partea a II-a** a lucrării cuprinde studii experimentale originale desfășurate în perioada stagiului doctoral. În fiecare dintre cele șase capitole sunt prezentate obiectivele urmărite,

## REZUMAT

materialele și metodele necesare, rezultatele și discuțiile asupra relevanței datelor obținute cât și concluziile studiului.

**Capitolul 4** intitulat “**DEZVOLTAREA / VALIDAREA METODEI DE DETERMINARE SIMULTANĂ A IZOMERILOR VITAMINEI E UTILIZÂND RP-HPLC**”, urmărește dezvoltarea și validarea unei metode simple și rapide de determinare simultană a  $\alpha$ -,  $\delta$ -,  $\gamma$ - tocoferolilor din probe de lapte. Scopul acestui capitol este reprezentat de obținerea și validarea unei metode de cromatografie de lichide de înaltă performanță cu fază inversă (RP-HPLC) care poate face posibilă determinarea simultană a izomerilor vitaminei E ( $\delta$ - tocoferol,  $\gamma$ - tocoferol,  $\alpha$ - tocoferol) din probe biologice (lapte). De asemenea, în cadrul acestui capitol este validată și metoda de preparare a probelor de lapte în vederea analizei RP-HPLC validate. Metoda a prezentat o liniaritate corespunzătoare, dreptele de calibrare obținute pentru fiecare compus prezentând un coeficient de determinare mai mare de 0,99. De asemenea, au fost obținute limite de detecție și de cuantificare scăzute, ceea ce poate permite detectarea și cuantificarea izomerilor vitaminei E la concentrații scăzute în probele de lapte (LOD $\delta$  - 0,29 mg/L, LOD $\gamma$  - 0,28 mg/L, LOD $\alpha$  - 0,07 mg/L; LOQ $\delta$  - 0,33 mg/L, LOQ $\gamma$  - 0,32 mg/L, LOQ $\alpha$  - 0,10 mg/L). De asemenea, metoda a prezentat un grad mare de recuperare pentru toți cei trei analiții, cu valori mai mari de 95%. În figura 1 se poate observa o cromatogramă reprezentativă, obținută în cazul realizării curbei de etalonare pentru izomerii vitaminei E.



**Figura 1.** Cromatogramele obținute pentru amestecurile de  $\delta$ - tocoferol,  $\gamma$ - tocoferol,  $\alpha$ - tocoferol, concentrații 0,5 mg/L - 10 mg/L.

## REZUMAT

Metoda de preparare a probelor de lapte pentru analiza izomerilor vitaminei E a fost validată pentru determinarea izomerului  $\alpha$ - tocoferol, prin utilizarea unui material de referință certificat Infant/Adult Nutritional Formula 1849a, care prezintă o concentrație cunoscută și exactă de  $\alpha$ - tocoferol, fiind obținut un grad de recuperare de 101,57%.

**Capitolul 5**, denumit “**OPTIMIZAREA PARAMETRILOR TBARS PENTRU EVALUAREA STABILITĂȚII OXIDATIVE A LAPTELUI**”, urmărește optimizarea unei metode TBARS pentru determinarea produșilor de oxidare lipidică specifici profilului de acizi grași din lapte. Scopul acestui capitol este reprezentat de optimizarea unei metode simple și rapide de determinare a oxidării lipidice din lapte, luând în considerare faptul că acesta prezintă un profil de acizi grași specific. Procesul de oxidare al acizilor grași din lapte duce la obținerea unor produși secundari diferiți de cei obținuți în cazul altor produse alimentare de origine animală, motiv pentru care metoda TBARS trebuie să fie optimizată pentru cuantificarea acestora. Metoda optimizată permite cuantificarea absorbanelor acestor clase de compuși, fiind propus următorul protocol: tratarea a 5 mL de lapte cu 10 ml de acid tricloracetic 20% (fără adăugare de antioxidant sintetic), centrifugarea la 3000 rpm, timp de 5 minute și filtrarea soluției obținute. Ulterior 2,5 mL de filtrat au fost incubati cu 1,5 mL de acid tiobarbituric 0,8%, timp de 90 de minute la 80 °C, după răcirea probelor au fost citite absorbantele produșilor de degradare la diferite lungimi de undă, specifice acestora (450 nm - aldehide saturate, 495 nm - dienale și 532 nm - malondialdehidă). În cadrul studiului metoda a fost aplicată pentru determinarea statusului de oxidare a șase probe de lapte provenite de la două specii de ruminante diferite (vacă și oaie). Au fost obținute absorbante cu valori mari pentru semnalele specifice aldehidelor saturate și dienalelor în probele de lapte de oaie, fapt ce este în concordanță cu profilul de acizi grași al celor două tipuri de probe (laptele de oaie fiind mai bogat în acizi grași nesaturați). Rezultatele obținute în acest studiu includ o metodă optimizată TBARS de determinare a statusului oxidativ al laptelui, articol publicat într-un jurnal internațional cotate ISI (Applied Sciences - IF 2,7).

**Capitolul 6**, intitulat „**CARACTERIZAREA NUTRIȚIONALĂ A DIFERITELOR SURSE VEGETALE CU POTENȚIAL DE UTILIZARE ÎN NUTRIȚIA RUMEGĂTOARELOR**” prezintă evaluarea din punct de vedere nutrițional a diverselor surse furajere alternative ce pot avea un potențial ridicat de utilizare în rațiile ruminanților. Scopul acestui studiu a fost de a investiga compoziția nutrițională a cinci surse furajere (semințe de cânepă, in, muștar, șrot de cânepă și drojdie de bere inactivată) ce pot avea potențial de includere în rația ruminanților. Sursele furajere alternative studiate au fost selectate astfel



## REZUMAT

Încât acestea să fie reprezentative pentru diferite categorii de furaje utilizate în nutriția rumegătoarelor (semințe oleaginoase, produse secundare din diferite industrii). Acestea au fost studiate din punct de vedere al compușilor bioactivi (compuși polifenolici, vitamine, acizi grași esențiali, capacitate antioxidantă) ce pot fi transferați prin nutriția animală în lapte și pot îmbunătăți astfel calitatea acestuia, precum și din punct de vedere al aportului de substanțe nutritive necesare bunei funcționări a organismului animal. În acest studiu semințele de in s-au remarcat ca având concentrații mari de acizi grași esențiali, precum grași,  $\alpha$ -linolenic și linoleic conjugat, deosebit de importanți pentru sănătatea umană, dar și pentru potențialul de influențare pozitivă a calității grăsimii din lapte. De asemenea, semințele de muștar, pe lângă un profil deosebit de acizi grași, au prezentat și un puternic potențial antioxidant, având cantități semnificative de acid ferulic (8,638 mg/g), vitamina E (244,49 mg/kg), polifenoli totali (28,47 mg/g echivalenți acid galic), prezentând de asemenea și o puternică capacitate antioxidantă (33,78  $\mu$ M echivalenți Trolox). În ceea ce privește produsele secundare din diferite industrii, drojdia de bere a fost selectată pentru studiile practice, având în vedere faptul că în industria berii este considerată un deșeu. Astfel prin nutriție animală i se poate atribui valoare economică, dat fiind faptul că a reprezentat o sursă bogată de compuși bioactivi, cu un conținut bogat de vitamina E (125,69 mg/kg) și o activitate antioxidantă considerabilă (13,26  $\mu$ M echivalenți Trolox). Astfel sursele furajere selectate pentru aplicațiile practice au fost semințele de in, semințele de muștar și drojdia de bere inactivată.

În **Capitolul 7, "EFECTELE INCLUDERII DROJDIEI DE BERE INACTIVĂ (PRODUS SECUNDAR AL INDUSTRIEI BERII) ÎN RAȚIA OILOR ASUPRA CALITĂȚII LAPTELUI ȘI PARAMETRILOR DE FERMENTAȚIE RUMINALĂ"** este prezentată influența includerii în rația oilor a drojdiei de bere inactivată, ca sub-produs din industria berii, asupra calității nutriționale a laptelui și asupra statusului oxidativ al acestuia. Scopul acestui studiu a fost de a investiga influența drojdiei de bere inactivată asupra parametrilor ce descriu fermentația ruminală și a mai multor parametri ai calității laptelui. Ipoteza principală a fost că drojdia de bere inactivată poate influența pozitiv fermentația rumenului, poate spori capacitatea antioxidantă a laptelui și poate influența alte componente minore ale laptelui, având proprietăți bioactive. Prin studierea profilului de acizi grași din lapte, a fost subliniat faptul că includerea drojdiei de bere inactivată în rația rumegătoarelor poate avea efecte benefice asupra calității laptelui, prin scăderea conținutului de acizi grași omega 6 și a raportului omega 6/ omega 3, o calitate superioară a grăsimii din lapte fiind caracterizată de un raport scăzut al acestora. De asemenea, a fost determinată și o creștere a conținutului de

## REZUMAT

polifenoli totali (2,383 mg/g echivalenți acid galic vs. 1,556 mg/g echivalenți acid galic), fapt ce poate fi corelat și cu o scădere semnificativă ( $p = 0,004$ ), a concentrației de diene conjugate din lapte, ca indicator al stadiului primar de oxidare al lipidelor din lapte. Mai mult, rația care include drojdie de bere inactivată a dus și la creșterea conținutului de calciu din lapte (1,182% vs. 1,063%), rezultat important din punct de vedere al sănătății consumatorilor. Concluziile acestui studiu arată faptul că drojdia de bere inactivată poate fi utilizată ca sursă alternativă de proteine, ajutând la îmbunătățirea compoziției laptelui, dar și a statusului antioxidant al acestuia prin îmbogățirea în substanțe antioxidante specifice. Articol publicat într-un jurnal internațional cotate ISI (Agriculture - IF 3,6).

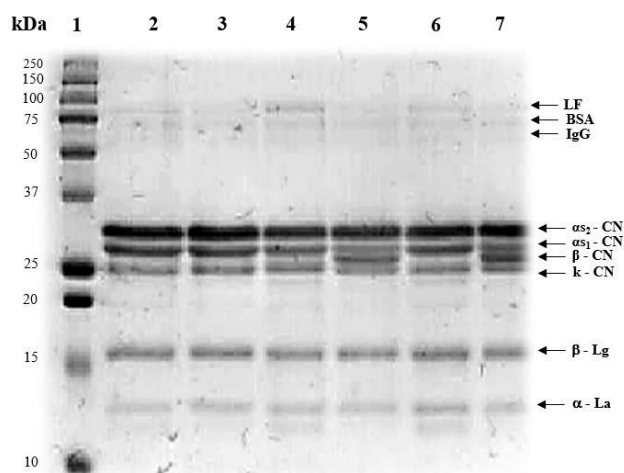
**Capitolul 8**, denumit “EFECTELE INCLUDERII SEMINTELOR DE IN ȘI MUȘTAR ÎN RAȚIA CAPRELOR ASUPRA COMPOZIȚIEI NUTRIȚIONALE A LAPTELUI” prezintă o abordare complexă în ceea ce privește potențialul semințelor de in de a influența pozitiv compoziția de acizi grași poli-nesaturați din lapte, dar și capacității semințelor de muștar de a contracara efectele de peroxidare la care aceștia sunt susceptibili. Scopul acestui studiu a fost de a caracteriza din punct de vedere nutrițional laptele provenit de la caprele hrănite cu semințe de in și muștar, având în vedere capacitatea inului de a crește concentrația de acizi grași poli-nesaturați și compoziției bogate a muștarului în compuși antioxidanți, ce pot influența statusul antioxidant al laptelui. Includerea exclusivă a semințelor de in rație a dus la o creștere semnificativă a conținutului de acizi grași poli-nesaturați (8,291 % vs. 5,738%), fapt deosebit de important pentru calitatea grăsimii din lapte. Concomitent are loc și o creștere a concentrației de acizi grași omega 3 (1,186 %) și o scădere a raportului omega 6/ omega 3 (6,316). De asemenea, și în cazul includerii amestecului de semințe de in și de muștar are loc o scădere semnificativă a raportului omega 6/ omega 3 (5,936). În ceea ce privește compușii antioxidanți liposolubili, a fost observat un conținut crescut de vitamina E în laptele provenit din grupul ce a primit rația cu amestec de semințe de in și muștar (32,92 mg/L), fapt ce poate fi explicat de aportul ridicat de vitamina E pe care îl aduc semințele de muștar în rație. De asemenea, studiul comparativ al celor două rații a evidențiat potențialul amestecului de semințe de a influența pozitiv concentrația de p-anisidină, parametru ce descrie etapa secundară de oxidare a lipidelor. Ambele rații experimentale au dus la o scădere a acestui parametru la momentul inițial. După 24 de ore de depozitare la temperatura camerei, indicele de p-anisidină a fost influențat, crescând pentru rația cu semințe de in, fapt ce poate fi cauzat de conținutul mai mare de acizi grași poli-nesaturați. Totuși nu au fost înregistrate diferențe între lotul martor și cel care a primit amestecul de semințe de in și muștar, fapt ce poate fi

## REZUMAT

datorat compoziției bogate în compuși antioxidanți, așa cum este prezentat în capitolul 6. Concluziile studiului subliniază faptul că semințele de in pot fi utilizate în rația caprelor pentru a îmbunătăți calitatea grăsimii laptelui, iar amestecul dintre semințele de muștar și in poate fi utilizat pentru a contracara efectele nedorite ale oxidării lipidice, în urma creșterii acizilor grași poli-nesaturați determinată de includerea semințelor de in în rații.

**Capitolul 9**, intitulat “EFECTELE INCLUDERII RAPIȚEI ÎN RAȚIA VACILOR DE LAPTE ASUPRA FRAȚIILOR PROTEICE DIN LAPTE” abordează o problemă des întâlnită în practicile zootehnice și anume administrarea de rețete furajere cu scopul de a îmbunătăți profilul de acizi grași din lapte, fără a se lua în calcul efectul asupra fracțiilor proteice în urma suplimentării. Scopul acestui studiu a fost evaluarea calității laptelui din punct de vedere al fracțiilor proteice în urma înlocuirii șrotului de soia cu semințe de rapiță. Studiul a cuprins evaluarea efectelor includerii semințelor de rapiță în hrana rumegătoarelor (ingredient furajer des utilizat pentru a influența calitatea lipidelor din lapte), prin electroforeză pe gel de dodecil sulfat de sodiu-poliacrilamidă (SDS-PAGE). Studiul a evidențiat scăderi ale conținutului de fracții proteice importante, precum k-caseina (25883 U.A. față de 32275 U.A.),  $\beta$ -lactoglobulina (52694 U.A vs. 61256 U.A.), albumina serică bovină (16934 U.A. vs. 19114 U.A.) și imunoglobulina G (17997 U.A. vs. 21554 U.A.). Aceste diferențe pot fi atribuite cantității mari de grăsime furnizată prin rație, fapt ce poate duce la o creștere a cantității de lapte produsă pe zi, astfel fiind influențate componentele proteice ale laptelui.

În figura 2 este prezentat modelul electroforetic reprezentativ pentru probele de lapte din experiment.



**Figura 2.** Selecție reprezentativă a modelului electroforetic al fracțiilor de proteine din lapte.

## REZUMAT

Efectele au fost atribuite exclusiv rației administrate, rasa vacilor neafectând semnificativ profilul de proteine din lapte. Concluziile studiului relevă importanța evaluării efectelor semințelor de rapiță asupra compoziției de peptide din lapte, prin prisma faptului că o creștere a conținutului de grăsime din lapte poate influența negativ fracțiile de proteine. Studiul a fost publicat într-un jurnal internațional cotate ISI (International Food Research Journal - IF 1,169).

În capitolul final sunt prezentate **CONCLUZIILE GENERALE, CONTRIBUȚIILE PERSONALE ȘI PERSPECTIVELE DE DEZVOLTARE ULTERIOARĂ** importante din punct de vedere al rezultatelor obținute. Dintre acestea, cele mai relevante din punct de vedere științific sunt următoarele:

- În cadrul tezei de doctorat au fost dezvoltate/optimizate două metode analitice simple și rapide care permit determinarea specifică a analiților biochimici relevanți din punct de vedere al calității laptelui. Metoda optimizată TBARS se adresează problematicii oxidării lipidice, des întâlnită în cazul laptelui și produselor lactate, dar care nu este evaluată în mod specific, conform profilului complex de acizi grași al acestuia. De asemenea, metoda validată de determinare a izomerilor vitaminei E propune o abordare simplă și rapidă pentru determinarea simultană a  $\alpha$ -,  $\delta$ - și  $\gamma$ - tocoferolului din lapte.

- Au fost stabilite strategii nutriționale inovative de îmbunătățire pe cale naturală (prin modul de furajare a animalelor) a calității grăsimii din lapte prin utilizarea unor nutrețuri cu compoziție deosebită în compuși bioactivi precum și prin valorificarea deșeurilor de la anumite industrii (industria berii), evaluându-se în același timp impactul acestor strategii asupra statusului oxidativ și compoziției în compuși antioxidanți ai laptelui.

- În cadrul tezei de doctorat a fost evaluat și efectul secundar al îmbogățirii compoziției laptelui în acizi grași poli-nesaturați asupra fracțiilor proteice din lapte cu importanță economică și medicală.

De asemenea, teza aduce în atenție un fenomen biologic important prin prisma consumatorului și a autorităților. Rezultatele acestei teze pot fi exploatare și în direcția completării actelor normative cu parametrii care descriu evoluția calității grăsimii (relevant mai ales în cazul produselor lactate îmbogățite în acizi grași nesaturați susceptibili la oxidare). Mai mult, prezența unor compuși antioxidanți, ca urmare a furajării animalelor cu anumite ingrediente, deschide noi direcții de cercetare în vederea îmbogățirii laptelui și din acest punct de vedere.

## REZUMAT

Nu în ultimul rând, atât metodologia cât și rezultatele tezei conduc la perspectiva valorificării unei game extinse de resurse furajere, ducând la diversificarea strategiilor de furajare (bazate pe noi rețete de nutrețuri combinate) care permit obținerea de produse lactate îmbogățite în diverși nutrienți. Astfel are loc deschiderea de noi oportunități de inovare pe fluxul de producere și procesare a laptelui, generând beneficii atât pentru producători și procesatori, cât și pentru consumatori. Aceste perspective subliniază intenția tezei de avea atât un caracter aprofundat, bazat pe cercetări de laborator, cât și un caracter aplicativ, bazat pe teste de nutriție, în condiții de practică zootehnică, asigurând astfel rezultate concrete, fundamentate științific.

## BIBLIOGRAFIA SELECTIVĂ

- [1] E. Kubicová, K. Predanociová, and Z. Kádeková, The importance of milk and dairy products consumption as a part of rational nutrition, *Potr. S. J. F. Sci.*, 2019, 13,1, 234–243.
- [2] M. Stobiecka, J. Król, A. Brodziak, Antioxidant activity of milk and dairy products, *Animals*, 2022, 12, 3, 1-27.
- [3] C. Grażyna, C. Hanna, A. Adam, B. M. Magdalena, Natural antioxidants in milk and dairy products, *Int. J. Dairy Technol.*, 2017, 70, 2, 165–178.
- [4] I.G. Tanase, G.L. Radu, A. Pana, M. Buleandra, *Validarea Metodelor Analitice Principii Teoretice si Studiu de Caz 2007*, Ed. Printech.
- [5] A.E. Untea, I. Varzaru, T.D. Panaite, T. Gavris, A. Lupu, M. Ropota, The effects of dietary inclusion of bilberry and walnut leaves in laying hens' diets on the antioxidant properties of eggs, *Animals*, 2020, 10, 191.
- [6] G. Plata-Pérez, J. C. Angeles-Hernandez, E. Morales-Almaráz, O. E. Del Razo-Rodríguez, F. López-González, A. Peláez-Acero, R. G. Campos-Montiel, E. Vargas-Bello-Pérez, R. Vieyra-Alberto, Oilseed supplementation improves milk composition and fatty acid profile of cow milk: A meta-analysis and meta-regression, *Animals*, 2022, 12, 13, 1-21.
- [7] S. Guha, H. Sharma, G. K. Deshwal, P. S. Rao, A comprehensive review on bioactive peptides derived from milk and milk products of minor dairy species, *Food Prod.*, 2021, 3, 1, 1-21.

## ARTICOLE PUBLICATE ÎN TEMATICA TEZEI DE DOCTORAT

1. **A.-G. Oancea**, C. Dragomir, A. Untea, M. Saracila, R. Turcu, A. Cismileanu, I. Boldea, G. L. Radu, The effects of brewer's spent yeast (BSY) inclusion in dairy sheep's diets on ruminal fermentation and milk quality parameters, *Agriculture*, 2023, 13, 8, 1-16. (FI=3,6, SRI= 1,491)
2. **A.-G. Oancea**, A. Untea, C. Dragomir, G. L. Radu, Determination of optimum TBARS conditions for evaluation of cow and sheep milk oxidative stability, *Appl. Sci.*, 2022, 12, 13, 1-10. (IF=2,7 , SRI= 0,910)

## REZUMAT

3. **A.-G. Oancea**, C. Dragomir, A. Cismileanu, G. L. Radu, The effect of dietary rapeseed on milk protein fractions in dairy cows, *Int. Food Res. J.*, 2021, 28, 6, 1310-1317. (IF=1,169, SRI=0,357).
4. **A.-G. Oancea**, A.E. Untea, M. Saracila, C. Dragomir, G. L. Radu, Nutritional characterisation of hemp seeds and cake as functional ingredients in ruminants' nutrition, *U.P.B. Sci. Bull., Series B*, Vol. 85, Iss. 4, 2023.