



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**AMELIORAREA CALITĂȚII BRÂNZETURILOR PRIN  
SUPLIMENTAREA CU ACIZI GRAȘI  
POLINESATURAȚI**

**Masterand:**

**Miron Ana**

**Conducător:**

**Popescu Liliana  
conf. univ., dr.**

**Chișinău, 2024**

## REZUMAT

Teza de master cu tema „Ameliorarea calității brânzeturilor prin suplimentarea cu acizi grași polinesaturați”, programul de studiu Calitatea și Siguranța Produselor Alimentare, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău 2024.

**Teza conține:** introducere, 4 capitole, concluzii, bibliografie, 63 de pagini, 18 tabele, 6 figuri. În teză au fost citate 28 de surse bibliografice.

**Cuvinte-cheie:** brânza Cheddar, ulei de in, acizi grași polinesaturați, stabilitate oxidativă.

**Scopul tezei:** constă în efectuarea unei analize a rolului acizilor grași omega-3 și omega-6, precum și raportul lor, asupra sănătății umane. În plus, teza s-a concentrat pe cele mai recente evoluții în ceea ce privește sursele alimentare, tehnologiile inovatoare și provocările de fortificare a brânzeturilor cu acizi grași omega-3.

**Obiective:** Printre obiectivele de bază au fost: studierea compoziției și beneficiilor nutriționale ale acizilor grași polinesaturați și profilului acizilor grași și conținutul de peptide bioactive din brânzeturile, identificarea strategiei tehnologice de fortificare a brânzeturilor cu acizi grași nesaturați, prezentarea caracteristicilor de calitate a brânzei Cheddar cu ulei de in microîncapsulat, descrierea recomandărilor tehnologice privind producerea brânzei Cheddar cu ulei de in microîncapsulat și elaborarea planului calității în procesul de fabricație a brânzei Cheddar cu ulei de in microîncapsulat.

**Metode aplicate:** La realizarea studiului au fost utilizate diferite metode, printre care analiza informației din punct de vedere analitic și expunerea descriptivă, cercetarea domeniului din punct de vedere teoretic și practic.

**Rezultate:** Încorporarea directă a uleiurilor și emulsiilor de uleiuri este cea mai studiată strategie de fortificare a alimentelor, deși creșterea pierderilor de grăsime este una dintre probleme, în timp ce retenția de ulei este afectată de profilul acizilor grași, de maturare și de timpul de depozitare. O atenție deosebită trebuie acordată faptului că acizi grași polinesaturați sunt susceptibili la oxidare, ceea ce are efecte negative asupra proprietăților senzoriale. Microîncapsularea este o alternativă pentru a proteja uleiul de oxidare. Uleiul de in este cea mai bogată sursă vegetală de acid gras esențial omega-3, în special acid  $\alpha$ -linolenic.

Suplimentarea brânzei Cheddar cu ulei de semințe de in microîncapsulat în proporție de 1% (g/g) va conduce la ameliorarea profilului de acizi grași ai brânzei, la creșterea stabilității lor pe durata maturării și depozitării brânzei, precum și la elaborarea controlată a acizilor grași în tractul gastrointestinal.

## SUMMARY

Master's thesis on the topic "Improving the quality of cheeses by supplementing with polyunsaturated fatty acids", study program Quality and Safety of Food Products, Technical University of Moldova, Chisinau 2024.

**The thesis contains:** introduction, 4 chapters, conclusions, bibliography, 63 pages, 18 tables, 6 figures. 28 bibliographic sources were cited in the thesis.

**Key words:** Cheddar cheese, linseed oil, polyunsaturated fatty acids, oxidative stability.

**The purpose of the thesis:** it consists in carrying out an analysis of the role of omega-3 and omega-6 fatty acids, as well as their ratio, on human health. In addition, the thesis focused on the latest developments in food sources, innovative technologies and challenges of fortifying cheeses with omega-3 fatty acids.

**Objectives:** Among the basic objectives were: to study the composition and nutritional benefits of polyunsaturated fatty acids and the profile of fatty acids and the content of bioactive peptides in cheeses, to identify the technological strategy for fortifying cheeses with unsaturated fatty acids, to present the quality characteristics of Cheddar cheese with oil of microencapsulated flax, the description of the technological recommendations regarding the production of Cheddar cheese with microencapsulated linseed oil and the development of the quality plan in the manufacturing process of Cheddar cheese with microencapsulated linseed oil.

**Applied methods:** Various methods were used to carry out the study, including the analysis of information from an analytical point of view and descriptive exposition, research of the field from a theoretical and practical point of view.

**Results:** Direct incorporation of oils and oil emulsions is the most studied food fortification strategy, although increased fat loss is one of the concerns, while oil retention is affected by fatty acid profile, maturation and storage time . Particular attention should be paid to the fact that polyunsaturated fatty acids are susceptible to oxidation, which has negative effects on sensory properties. Microencapsulation is an alternative to protect the oil from oxidation. Flaxseed oil is the richest plant source of essential omega-3 fatty acid, especially  $\alpha$ -linolenic acid.

Supplementation of Cheddar cheese with 1% (w/w) microencapsulated linseed oil will lead to improved fatty acid profile of the cheese, increased stability during cheese ripening and storage, and controlled fatty acid development in the gastrointestinal tract.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b> .....	8
<b>1. STRATEGII DE AMELIORARE A CALITĂȚII BRÂNZETURILOR PRIN SUPLEMENTAREA CU ACIZI GRAȘI POLINESATURAȚI</b> .....	10
1.1. Considerații generale privind compoziția și beneficiile nutriționale ale acizilor grași polinesaturați.....	10
1.2. Profilul acizilor grași și conținutul de peptide bioactive din brânzeturi.....	19
1.3. Strategii tehnologice de fortificare a brânzeturilor cu acizi grași nesaturați.....	22
1.4. Concluzii capitolul I.....	30
<b>2. CALITATEA BRÂNZEI CHEDDAR CU ULEI DE IN MICROÎNCASULAT</b> .....	32
2.1. Calitatea senzorială și fizico-chimice a brânzei Cheddar.....	32
2.2. Criteriile microbiologici și de siguranță ale brânzei Cheddar.....	33
<b>3. RECOMANDĂRI TEHNOLOGICE PRIVIND PRODUCEREA BRÂNZEI CHEDDAR CU ULEI DE IN MICROÎNCASULAT</b> .....	37
3.1. Metode de microîncapsulare a uleiului de in.....	37
3.2. Descrierea procesului tehnologic de producere a brânzei Cheddar cu ulei de in microîncasulat.....	43
<b>4. CONTROLUL CALITĂȚII BRÂNZEI CHEDDAR CU ULEI DE IN MICROÎNCASULAT</b> .....	50
4.1. Planul calității materiei prime și ingredientelor.....	50
4.2. Planul calității în procesul de fabricație a brânzei Cheddar cu ulei de in microîncasulat.....	53
4.3. Planul calității produsului finit.....	57
<b>CONCLUZII</b> .....	59
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	60
<b>ANEXĂ</b> .....	63

## INTRODUCERE

În zilele noastre, există un interes crescut pentru relația dintre nutriție și bolile netransmisibile, precum bolile cardiovasculare, care reprezintă principala cauză de deces la nivel mondial. Obiceiurile alimentare inadecvate, cu un consum ridicat de alimente bogate în acizi grași saturați și sodiu, reprezintă un factor de risc modificabil pentru dezvoltarea acestor boli. Prin urmare, industria alimentară a folosit fortificarea alimentelor pentru a îmbunătăți sănătatea consumatorilor [1].

Fortificarea este încorporarea de compuși bioactivi într-o matrice alimentară pentru a preveni deficiențe specifice de nutrienți și pentru a promova sănătatea populației, cei mai folosiți compuși sunt acidul folic, calciul, fierul, vitamina A, fibrele alimentare, antioxidanții și acizii grași nesaturați [2].

Acizii grași polinesaturați omega-3, în principal acidul eicosapentaenoic, acidul docosahexaenoic și acidul  $\alpha$ -linolenic sunt acizii grași nesaturați cel mai frecvent utilizate în fortificarea alimentelor [3].

Pescuitul și acvacultura nu pot face față unei piețe în creștere de acizi grași polinesaturați omega-3 și, în consecință, căutarea de surse alternative de uleiuri bogate în acizi grași polinesaturați omega-3 prezintă interes științific vădit. În acest sens, semințele de in au primit un interes sporit academic și industrial datorită abilităților lor de a produce randamente mari de uleiuri bogate în acid eicosapentaenoic și/sau acid docosahexaenoic și avantajelor productivității ridicate, durabilității tehnologice și socio-economice și durabilității mediului.

Diferitele matrice alimentare, cum ar fi carnea, carnea de pasăre, ouăle și produsele lactate, au fost îmbogățite cu acizii grași nesaturați, datorită potențialelor beneficii pentru sănătate [1]. Incorporarea acestor acizi grași în matricele lactate reprezintă un subiect de mare interes pentru industria alimentară, deoarece sunt produse de mare consum, care au un mare potențial de a fi vehicule nutritive care contribuie la promovarea și prevenirea sănătății.

Fortificarea brânzei cu surse bogate în acizi grași nesaturați promovează calitatea nutrițională a produsului prin îmbunătățirea profilului de acizi grași. Principalele mențiuni de sănătate legate sunt axate pe îngrijirea sănătății cardiovasculare.

Fortificarea furajelor animalelor producătoare de lapte cu acizi grași nesaturați permite o îmbunătățire a profilului de acizi grași al materiei prime, cea mai investigată sursă fiind semințele de in, deoarece furnizează acidul  $\alpha$ -linolenic în lapte. Această strategie poate fi mai avantajoasă, deoarece reducerea etapelor tehnologice de pregătire a materiei primă conduce la scăderea incidenței de contaminare ale brânzei. Cu toate acestea, trebuie efectuate studii pentru a descrie calitatea senzorială și fezabilitatea la scară industrială [4].

Încorporarea directă a uleiurilor și emulsiilor de uleiuri este cea mai studiată strategie de fortificare, deși creșterea pierderilor de grăsime este una dintre probleme, în timp ce retenția de ulei este afectată de profilul acizilor grași, de maturare și de timpul de depozitare. O atenție deosebită trebuie acordată faptului că acizi grași polinesaturați sunt susceptibili la oxidare, ceea ce are efecte negative asupra proprietăților senzoriale. Microîncapsularea este o alternativă pentru a proteja uleiul de oxidare [5].

Prin urmare, **scopul tezei de master** constă în efectuarea unei analize a rolului acizilor grași omega-3 și omega-6, precum și raportul lor, asupra sănătății umane. În plus, teza s-a concentrat pe cele mai recente evoluții în ceea ce privește sursele alimentare, tehnologiile inovatoare și provocările de fortificare a brânzeturilor cu acizi grași omega-3.

**Obiectivele propuse în teză:**

- studierea compoziției și beneficiilor nutriționale ale acizilor grași polinesaturați;
- studierea profilului acizilor grași și conținutul de peptide bioactive din brânzeturi;
- identificarea strategiei tehnologice de fortificare a brânzeturilor cu acizi grași nesaturați;
- prezentarea caracteristicilor de calitate a brânzei Cheddar cu ulei de in microîncapsulat;
- descrierea recomandărilor tehnologice privind producerea brânzei Cheddar cu ulei de in microîncapsulat;
- elaborarea planului calității în procesul de fabricație a brânzei Cheddar cu ulei de in microîncapsulat.

## BIBLIOGRAFIE

1. VILLAMIL, R.-A.; GUZMAN, M.-P.; OJEDA-ARREDONDO, M.; CORTES, L.Y.; ARCHILA, E.G.; GIRALDO, A.; MONDRAGON, A.-I. Cheese fortification through the incorporation of UFA-rich sources: A review of recent (2010-2020) evidence. *Heliyon* 2020, 6, e05785. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05785>
2. SIMOPOULOS, A. An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients* 2016, 8 (3), 128.
3. CHILLIARD, Y.; FERLAY, A. ; MANSBRIDGE, R.M. ; DOREAU, M. Ruminant Milk Fat Plasticity: Nutritional Control of Saturated, Polyunsaturated, Trans and Conjugated Fatty Acids. *Annales de Zootechnie*, 2000, 49, 181-205. <https://doi.org/10.1051/animres:2000117>
4. CALLIGARIS, S.; IGNAT, A.; BIASUTTI, M.; INNOCENTE, N.; NICOLI, M.C. Cheese fortification using saturated monoglyceride self-assembly structures as carrier of omega-3 fatty acids. *J. Food Sci. Technol.* 2015, 50(9), 2129–2134.
5. RIZZO, G.; BARONI, L.; LOMBARDO, M. Promising Sources of Plant-Derived Polyunsaturated Fatty Acids: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health* 2023, 20(3), 1683. doi: 10.3390/ijerph20031683
6. SAKAMOTO, A.; SAOTOME, M.; IGUCHI, K.; MAEKAWA, Y. Marine-Derived Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Heart Failure: Current Understanding for Basic to Clinical Relevance. *J. Mol. Sci.* 2019, 20, 4025. doi:10.3390/ijms20164025
7. TOGNOCCHI, M.; CONTE, M.; TESTAI, L.; MARTUCCI, M.; SERRA, A.; SALVIOLI, S.; CALDERONE, V.; MELE, M.; CONTE, G. Supplementation of Enriched Polyunsaturated Fatty Acids and CLA Cheese on High Fat Diet: Effects on Lipid Metabolism and Fat Profile. *Foods* 2022, 11, 398. <https://doi.org/10.3390/foods11030398>
8. PATEL, A. et al. Futuristic food fortification with a balanced ratio of dietary  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 omega fatty acids for the prevention of lifestyle diseases. *Trends in Food Science & Technology* 2022, 120, 140-153. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.006>
9. Hotărârea Guvernului nr. 158/2019 cu privire la aprobarea Cerințelor de calitate pentru lapte și produsele lactate.
10. FEENEY, E.L.; LAMICHHANE, P.; SHEEHAN, J.J. The cheese matrix: Understanding the impact of cheese structure on aspects of cardiovascular health - A food science and a human nutrition perspective. *Dairy Technology* 2021, 74, 656-670. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12755>
11. DAMMAK, I.; CONTE-JUNIOR, C.A. Cheese's Bioactive Peptide Content and Fatty Acids Profile. *Chapter metrics overview* 2023. DOI: 10.5772/intechopen.112712

12. WHO Draft guidelines on saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children. Public Consultation May to June 2018.
13. MELE, M.; CONTARINI, G.; CERCACI, L.; SERRA, A.; BUCCIONI, A.; POVOLO, M.; CONTE, G.; FUNARO, A.; BANNI, S.; LERCKER, G.; et al. Enrichment of Pecorino cheese with conjugated linoleic acid by feeding dairy ewes with extruded linseed: Effect on fatty acid and triglycerides composition and on oxidative stability. *Int. Dairy J.* 2011, 21, 365–372.
14. ULLAH, R.; NADEEM, M.; IMRAN, M.; TAJ, K.I.; SHAHBAZ, M.; MAHMUD, A.; TAYYAB, M. Omega fatty acids, phenolic compounds, and lipolysis of cheddar cheese supplemented with chia (*Salvia hispanica* L.) oil. *J. Food Process. Preserv.* 2018, 42(4).
15. KO, E.-J.; CHANG, Y.H.; KWAK, H.-S. Physicochemical and microbial properties of nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo-like cheese during ripening. *International Journal of Dairy Technology* 2017, 70(1), 84–91.
16. KHALIFA, S.A.; OMAR, A.A.; MOHAMED, A.H. The effect of substituting milk fat by peanut oil on the quality of white soft cheese. *J. Dairy Sci.* 2017;12(1):28–40.
17. GAGLIOSTRO, G.A.; ANTONACCI, L.E.; PÉREZ, C.D.; ROSSETTI, L.; CARABAJAL, A. Improving Concentration of Healthy Fatty Acids in Milk, Cheese and Yogurt by Adding a Blend of Soybean and Fish Oils to the Ration of Confined Dairy Cows. *Open Journal of Animal Sciences* 2020, 10, 182-202. <https://doi.org/10.4236/ojas.2020.101010>
18. GASSI, J.-Y.; THÈVE, M.; BEAUCHER, E.; CAMIER, B.; MAILLARD, M.-B.; ROUSSEAU, F.; LEBŒUF-SCHNEIDER, L.; LEPAGE, E.; GAUCHERON, F.; LOPEZ, C. Soft goats' cheese enriched with polyunsaturated fatty acids by dietary supplementation: manufacture, physicochemical and sensory characterisation. *Dairy Sci. & Technol.* 2012, 92, 569–591. DOI 10.1007/s13594-012-0071-8
19. CODEX STAN 263-1966 Codex standard for cheddar
20. Hotărârea Guvernului nr. 221/2009 cu privire la aprobarea Regulilor privind criteriile microbiologice pentru produsele alimentare.
21. Hotărârea Guvernului nr. 520/2010 cu privire la aprobarea Regulamentului sanitar privind contaminării din produsele alimentare.
22. Hotărârea Guvernului nr. 229/2013 cu privire la aprobarea Regulamentului sanitar privind aditivii alimentari.
23. Hotărârea Guvernului nr. 899/2017 pentru aprobarea Regulamentului sanitar privind adaos de vitamine și minerale, precum și de anumite substanțe de alt tip în produsele alimentare.



24. QIU, C.; WANG, H.; GUO, Y.; LONG, S.; WANG, Y.; ABBASI, A.M.; GUO, X.; JARVIS, D.I. Comparison of fatty acid composition, phytochemical profile and antioxidant activity in four flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties. *Oil Crop Science* 2020, 5, 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2020.08.001>
25. DAHLEM JÚNIOR, M.A.; DALL AGNOL, W.; NEITZKE, N.; DOS-SANTOS, A.C.F.; ESQUERDO, V.M.; NEUTZLING, L.D.; de ALMEIDA PINTO, L.A.; de SOUZA, CFV. Spray-Dried Microcapsules of Cheese Whey and Whey Permeate as a Strategy to Protect Chia Oil from Oxidative Degradation. *Food Technol Biotechnol.* 2022, 60(4), 449-457. doi: 10.17113/ftb.60.04.22.7451.
26. KOUAMÉ, K.J.E-P.; BORA, A.F.M.; LI, X.; SUN, Y.; LIU, L. Novel trends and opportunities for microencapsulation of flaxseed oil in foods: A review *Journal of Functional Foods* 2021, 87, 104812. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104812>
27. Dairy processing. Handbook, Tetra Pak Processing Systems, Sweden.
28. TAMIME, A.Y. Milk Processing and Quality Management. Blackwell Publishing, 2009.