



Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava

---

## **REZUMAT TEZĂ DE ABILITARE**

---

### **CERCETĂRI APLICATIVE PRIVIND EVALUAREA CALITĂȚII ȘI SIGURANȚEI ÎN PROCESAREA LAPTELUI ȘI VALORIFICAREA UNOR COMPUȘI BIOACTIVI NATURALI ÎN CONTEXTUL BIOECONOMIEI**

---

**DOMENIUL: Ingineria Produselor Alimentare**

---

**AUTOR: MIRELA ANAMARIA JIMBOREAN**

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară

Cluj-Napoca

**Suceava, 2021**

## REZUMAT

Teza de abilitare, intitulată *Cercetări aplicative privind evaluarea calității și siguranței în procesarea laptelui și valorificarea unor compuși bioactivi naturali în contextul bioeconomiei* prezintă cele mai relevante rezultate ale activității științifice și academice, din momentul susținerii tezei de doctorat, aprilie 2009, până în prezent.

Teza de abilitare are următoarea structură:

- (i) Rezumat
- (ii) Realizările științifice și profesionale
- (iii) Planul de dezvoltare a carierei didactice și a activității de cercetare
- (iv) Bibliografia

După un scurt capitol introductiv, în secțiunea *Realizări științifice și profesionale* sunt prezentate principalele direcții de cercetare abordate care au stat la baza realizării acestei teze și anume: (1) Cercetări privind dinamica transformărilor care au loc la procesarea laptelui în brânzeturi, (2) Cercetări privind utilizarea unor compuși bioactivi cu potențial antimicrobian la obținerea produselor lactate, (3) Cercetări privind îmbunătățirea calității produselor lactate și obținerea unor noi produse funcționale, (4) Cercetări aplicative privind evaluarea unor compuși naturali de interes pentru obținerea de produse alimentare sigure în contextul bioeconomiei.

Capitolul **2.1. Cercetări privind dinamica transformărilor care au loc la procesarea laptelui în brânzeturi**, prezintă studii axate pe dinamica transformărilor biochimice pe durata maturării brânzeturilor tari și semitari și studii privind dinamica transformărilor care au loc la procesarea laptelui în brânzeturi cu pasta opărită. Pe tema modificărilor biochimice pe durata maturării brânzeturilor a fost publicată și o carte științifică în 2016.

Primul studiu din acest capitol arată variația conținutului de proteine și a indicilor de scindare proteică la două sortimente de brânzeturi semitari, de la fabricație până la finalul maturării și la finalul perioadei de valabilitate. Scopul a fost identificarea momentului optim pentru consum, când brânzeturile întrunesc toate cerințele organoleptice și nutritive pentru stabilirea finalului maturării. Astfel, analizând compoziția brânzeturilor, perioada de maturare poate fi estimată.

Rezultatele cercetărilor privind dinamica transformărilor care au loc la procesarea laptelui în brânzeturi cu pasta opărită s-au materializat prin publicarea mai multor lucrări

BDI și articole indexate, dar și un articol ISI cu factor de impact. Cercetările au început cu studiul calității laptelui materie primă și au continuat cu studii pe cașul pregătit pentru opărire și pe cașcavalul produs finit. Investigațiile efectuate au avut în vedere aprecierea calității laptelui, a nivelului de nitriți și nitrați din lapte și din cașcaval, pentru a studia remanența acestora în produsul finit. Nitriții din lapte sunt extrem de toxici, cu precădere pentru copii. Concentrațiile de nitriți cresc de 5-10 ori în tratamente termice severe. Prin rezultatele obținute s-a demonstrat faptul că în timpul procesării nitrații s-au concentrat în cașcaval de 1,3 ori, iar conținutul de nitriți a scăzut de 1,9 ori.

A fost studiată și compoziția cașului maturat înainte de opărire și modificările compoziționale care apar la prelucrarea cașului maturat în vederea obținerii cașcavalului, precum și profilul microbiologic al cașcavalului obținut în funcție de anotimp. Rezultatele acestui studiu subliniază că temperaturile ridicate din timpul verii au influențat încărcătura microbiană. Datorită riscurilor pe care aceste microorganisme le reprezintă pentru sănătatea omului, este necesară îmbunătățirea practicilor igienice în timpul sezonului cald, atât la recepție, cât și în timpul procesului de fabricație.

**Capitolul 2.2. Cercetări privind utilizarea unor compuși bioactivi cu potențial antimicrobian la obținerea produselor lactate,** prezintă rezultatele cercetărilor privind îmbunătățirea viabilității și stabilității bacteriilor lactice cu compuși bioactivi. Într-un studiu al echipei noastre de cercetare, a fost evaluat modul în care fructele goji și mierea îmbunătățesc viabilitatea bacteriilor lactice și dezvoltarea concomitentă a microflorei, dar și calitatea senzorială a iaurtului și proprietățile fizico-chimice ale acestuia.

Au fost evaluate proprietățile senzoriale și microbiologice ale iaurtului suplimentat cu *Achillea millefolium* și *Solanum muricatum*, cu scopul de a dezvolta un nou tip de iaurt. Această cercetare a identificat faptul că adaosurile bogate în compuși polifenolici ar putea fi considerate ingrediente potențiale pentru optimizarea unor noi sortimente de iaurt.

O atenție sporită a fost acordată cercetărilor privind aplicabilitatea uleiurilor esențiale în obținerea produselor lactate. Un studiu în această direcție a urmărit obținerea unui nou tip de iaurt cu ulei esențial din citrice. Monitorizarea evoluției bacteriilor lactice în iaurt s-a făcut pe o perioadă de 21 de zile la temperatura de refrigerare (4°C). Parametrii de calitate ai noului produs și viabilitatea bacteriilor lactice s-au menținut pe toată durata de valabilitate, în timp ce adăugarea de ulei esențial de portocale a conferit o aromă și un miros citric plăcut. Un alt studiu al echipei noastre, a avut ca scop determinarea compoziției chimice și a activității antibacteriene a două uleiuri esențiale extrase din plante aparținând familiei *Lamiaceae* (mentă și oregano), precum și impactul benefic al acestora

asupra modificărilor biochimice și microbiologice care apar în cașul proaspăt în timpul depozitării. Astfel, s-a dovedit că încorporarea uleiurilor esențiale de oregano și mentă poate spori proprietățile antimicrobiene ale brânzei proaspete în timpul depozitării, ducând la conservarea naturală a produsului.

**Capitolul 2.3. Cercetări privind îmbunătățirea calității produselor lactate și obținerea unor noi produse funcționale,** rezumă preocupările privind îmbunătățirea calității produselor lactate, ca o necesitate practică pentru producătorii din domeniu și ca o cerință permanentă a consumatorilor. Un studiu al echipei noastre de cercetare a avut drept scop dezvoltarea unui nou produs de înaltă calitate, cu un aport ridicat de compuși biologic activi, studiu materializat prin câștigarea unui CEC de inovare. Cercetarea s-a axat pe testarea și optimizarea rețetei de fabricație prin adaos de uleiuri esențiale în brânza proaspătă în vederea asigurării unei calități stabile a acesteia pe durata depozitării, urmată de încorporarea gelului de Aloe vera prin tehnica microîncapsulării care să confere un aspect plăcut produsului. A fost investigată influența microcapsulelor de Aloe vera și a adăugării uleiurilor esențiale asupra proprietăților fizico-chimice, microbiologice și senzoriale ale brânzei de capră tartinabile. Cercetările au evidențiat faptul că cele mai bune rezultate din punct de vedere nutrițional s-au obținut pentru probele de brânză cu conținut mai redus de microcapsule de Aloe Vera și cu un conținut mai ridicat de ulei esențial de cimbru. În plus, brânza de capră tartinabilă cu ulei esențial de oregano a prezentat o activitate antimicrobiană mai intensă împotriva bacteriilor *Salmonella enteritidis* și *Escherichia coli*.

Un alt studiu al echipei noastre de cercetare a avut drept scop dezvoltarea unui nou produs funcțional, un iaurt probiotic prin adăugare de inulină. Pentru a menține numărul de celule viabile la o concentrație de minimum  $10^6$  CFU/ ml (concentrația necesară pentru a fi calificat drept produs lactat probiotic cu beneficii pentru sănătatea organismului uman), putem combina cu succes un produs probiotic cu o fibră dietetică solubilă prebiotică, pentru a obține un produs în care după 14 zile de la obținere, numărul de bifidobacterii a crescut semnificativ, asigurând un efect benefic pentru microflora intestinală.

În vederea monitorizării și îmbunătățirii calității iaurtului, a fost publicat un studiu de către colectivul nostru în 2020, în care s-a descris punerea în aplicare a unui sistem de siguranță alimentară în cadrul stației pilot de obținere a produselor lactate „Gourmeticus Academicum”, un spin-off în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca. Această lucrare a vizat implementarea unui sistem de siguranță alimentară (HACCP) în conformitate cu standardul ISO 22000:2018 prin

efectuarea unei analize a pericolelor/ riscurilor într-o fabrică pilot de lapte la scară mică pentru producția de iaurt și pentru a identifica PCC, stabilind astfel un sistem preventiv eficient care va conduce la o producție mai sigură și mai eficientă de iaurt, oferind, de asemenea, un exemplu de bune practici și un instrument de educație pentru studenții în domeniul ingineriei alimentare.

**Capitolul 2.4. Cercetări aplicative privind evaluarea unor compuși naturali de interes pentru obținerea de produse alimentare sigure în contextul bioeconomiei,** cuprinde cercetările interdisciplinare axate pe dinamica transformărilor compușilor volatili din hamei la procesarea berii și efectul inhibitor al acizilor amari din hamei asupra *Pediococcus pentosaceus*. A fost studiat și comportamentul consumatorilor sub presiunile restricțiilor privind mișcarea globală a oamenilor, a mărfurilor și serviciilor, precum și măsurile luate pentru a reduce răspândirea COVID-19. În acest sens, s-a constatat că pe lângă domeniile medical și de cercetare, sectorul alimentar trebuie considerat un pilon esențial al supraviețuirii care trebuie prioritizat pentru implementarea unor strategii eficiente de sprijin.

Activitatea de cercetare științifică și publicistică după finalizarea tezei de doctorat se poate prezenta astfel: am publicat o carte științifică, 1 capitol într-o carte științifică, 11 manuale didactice (din care 3 sunt cu EISBN) și 2 îndrumătoare de lucrări practice. Am realizat în calitate de autor principal/ corespondent sau co-autor 16 articole ISI/ ISI proceeding și 33 articole BDI. De asemenea am coordonat 4 proiecte de cercetare, am fost membru în 6 proiecte de cercetare și în 5 proiecte instituționale.

Cea de-a treia parte a tezei prezintă *Planurile de evoluție și dezvoltare a propriei cariere profesionale, științifice și academice*. Dezvoltarea carierei universitare personale se va face în trei direcții principale: dezvoltarea personală, activitatea educațională și de cercetare și dezvoltarea disciplinei.

Planul de dezvoltare a carierei științifice personale are ca prim obiectiv creșterea calității științifice, a vizibilității și recunoașterii naționale și internaționale a cercetărilor proprii. Activitatea educațională se va axa pe formarea de tineri profesioniști (ingineri sau cercetători), iar activitatea de cercetare va avea două direcții principale: (1) Sisteme moderne de procesare în industria laptelui pentru optimizarea proceselor tehnologice și dezvoltarea de noi produse/ tehnologii inovative și transfer tehnologic; (2) Valorificarea subproduselor din industria laptelui pentru obținerea de ingrediente funcționale și creșterea caracteristicilor nutritive ale alimentelor.

## ABSTRACT

The habilitation thesis, entitled *Applied research on quality and safety assessment in milk processing and valorization of some natural bioactive compounds in the context of the bioeconomy*, presents the most relevant results of the scientific and academic activity, from the moment of completing the doctoral thesis, April 2009, until now.

The habilitation thesis has the following structure:

- (i) Abstract;
- (ii) Scientific and professional achievements;
- (iii) Teaching career and research activity development plan;
- (iii) Bibliography.

After a short introductory chapter, in the section *Scientific and professional achievements* are presented the main research directions addressed, that were the basis for this thesis, namely: (1) Research on the dynamics of transformations that take place during the processing of milk into cheese, (2) Research on the use of bioactive compounds with antimicrobial potential in the production of dairy products, (3) Research on improving the quality of dairy products and obtaining new functional products, (4) Applied research on the assessment of some natural compounds of interest for obtaining safe foods in the context of the bioeconomy.

**Chapter 2.1. Research on the dynamics of transformations that take place during the processing of milk into cheese**, presents studies focused on the dynamics of biochemical transformations during the maturation of hard and semi-hard cheeses and studies on the dynamics of transformations that take place in milk processing in cheese with scalded paste. A scientific book was published in 2016 on biochemical changes during cheese ripening.

The first study in this chapter shows the variation of protein content and protein cleavage indices in two varieties of semi-cheese, from manufacture to the end of maturation and the end of the shelf life. The aim was to identify the optimal time for consumption, when the cheeses meet all the organoleptic and nutritional requirements for determining the end of maturation. Thus, by analyzing the composition of the cheeses, the ripening period can be estimated.

The research results on the dynamics of transformations that take place in milk processing in cheese with scalded paste have been materialized through the publication of

several BDI papers and indexed articles, but also an ISI article with impact factor. The research started with the study of the quality of raw milk and continued with studies on curd prepared for scalding and on finished cheese. The investigations took into account the assessment of milk quality, the level of nitrites and nitrates in milk and cheese, in order to study their remanence in the finished product. Milk nitrites are extremely toxic, especially for children. Nitrite concentrations increase 5-10 times in severe heat treatments. The obtained results showed that during processing the nitrates were concentrated 1.3 times in the cheese and the nitrite content decreased by 1.9 times.

The composition of the matured curd before scalding and the compositional changes that occur when processing the matured curd in order to obtain the cheese were studied, as well as the microbiological profile of the cheese obtained according to the season. The results of this study highlight that high summer temperatures influenced the microbial load. Due to the risks that these microorganisms pose to human health, it is necessary to improve hygiene practices during the warm season, both at the reception and during the manufacturing process.

Chapter **2.2. Research on the use of bioactive compounds with antimicrobial potential in the production of dairy products**, presents the research results on improving the viability and stability of lactic acid bacteria with bioactive compounds. In one of our research team study, we evaluated how goji berries and honey improve the viability of lactic acid bacteria and the concomitant development of microflora, but also the sensory quality of yogurt and its physicochemical properties.

The sensory and microbiological properties of yogurt supplemented with *Achillea millefolium* and *Solanum muricatum* were evaluated in order to develop a new type of yogurt. This research pointed out that additions rich in polyphenolic compounds could be considered potential ingredients for optimizing new yogurt varieties.

Increased attention has been paid to research on the applicability of essential oils in obtaining dairy. A study in this direction focused on obtaining a new type of yogurt with citrus essential oil. The evolution of lactic acid bacteria in yogurt was monitored over a period of 21 days at refrigeration temperature (4°C). The quality parameters of the new product and the viability of the lactic acid bacteria were maintained throughout the shelf life, while the addition of orange essential oil gave a pleasant citrus flavor and scent. Another study of our team aimed to determine the chemical composition and antibacterial activity of two essential oils extracted from plants belonging to the family *Lamiaceae* (mint and oregano), as well as their beneficial impact on biochemical and microbiological

changes that occur in fresh curd, during storage. Thus, it has been shown that the incorporation of oregano and mint essential oils can increase the antimicrobial properties of fresh cheese during storage, leading to the natural preservation of the product.

Chapter **2.3. Research on improving the quality of dairy products and obtaining new functional products**, summarizes the concerns on improving the quality of dairy products, as a practical necessity for producers in the field and as a permanent requirement of consumers. A study of our research team aimed to develop a new high quality product, with a high intake of biologically active compounds, materialized by winning a CEC Innovation type research project. The research focused on testing and optimizing the manufacturing recipe by adding essential oils to fresh cheese to ensure a stable quality during storage, followed by the incorporation of Aloe vera gel by microencapsulation technique to give a pleasant appearance to the product. The influence of Aloe vera microcapsules and the addition of essential oils on the physicochemical, microbiological and sensory properties of spreadable goat cheese was investigated. Research has shown that the best nutritional results were obtained for cheese samples with a lower content of microcapsules of Aloe Vera and a higher content of thyme essential oil. In addition, spreadable goat cheese with oregano essential oil showed more intense antimicrobial activity against bacteria *Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli*.

Another study of our research team aimed to develop a new functional product, namely a probiotic yogurt, by adding inulin. In order to maintain the number of viable cells at a concentration of at least  $10^6$  CFU/ml (the concentration required to be qualified as a probiotic dairy product with health benefits for the human body), we successfully combined a probiotic product with a prebiotic soluble dietary fiber, obtaining a product in which, after 14 days from manufacture, the number of bifidobacteria has increased significantly, ensuring a beneficial effect on the intestinal microflora.

Related to monitoring and improving the quality of yogurt, a study was published by our team in 2020, which described the implementation process of a food safety system in the pilot dairy plant for "Gourmeticus Academicum", a spin-off from the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine in Cluj-Napoca. This paper aimed to implement a food safety system (HACCP) in accordance with the ISO 22000: 2018 standard by conducting a hazard analysis in a pilot small-scale dairy factory for yogurt production and to identify the CCP, thus establishing an effective preventive system that will lead to a safer and more efficient production of yogurt, also providing an example of good practice and an educational tool for students in the field of food engineering.



Chapter 2.4. **Applied research on the assessment of some natural compounds of interest for obtaining safe foods in the context of the bioeconomy**, includes interdisciplinary research focused on the dynamics of transformations of volatile compounds in hops in beer processing and the inhibitory effect of bitter acids in the later on *Pediococcus pentosaceus*. Consumer behavior was also studied under the pressures of restrictions on the global movement of people, goods and services, as well as measures taken to reduce the spread of COVID-19. In this regard, it was found that in addition to the medical and research fields, the food sector must be considered an essential survival pillar that must be prioritized for the implementation of effective support strategies.

The scientific and journalistic research activity after completing the doctoral thesis can be presented as follows: I published a scientific book, 1 chapter in a book published by a national publishing house, 11 teaching manuals (of which 3 are with EISBN) and 2 practical work guides. As the main author/ correspondent or co-author, I wrote 16 ISI/ ISI proceeding articles and 33 BDI articles. I also coordinated 4 research projects, I was a member in 6 research projects and in 5 institutional projects.

The third part of the thesis presents the *Plans for the evolution and development of one's professional, scientific and academic career*. The development of my future university career will be done in three main directions: personal development, educational and research activity and the development of the discipline.

The first objective of the development plan of my scientific career is to increase the scientific quality, visibility and national and international recognition of my own research. The educational activity will focus on the training of young professionals (engineers or researchers), and the research activity will have two main directions: (1) Modern processing systems in the dairy industry for optimizing technological processes and developing new products/ innovative technologies and technological transfer; (2) Valorization of by-products in the dairy industry in order to obtain functional ingredients and to increase the nutritional characteristics of foods.