



Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului „Regele Mihai I al României” din Timișoara

# REZUMAT

## TEZĂ DE ABILITARE

**Titlu: Tehnologii extractive cu impact în ingineria produselor alimentare - abordări analitice, tehnici chemometrice și dezvoltare de noi produse**

**Domeniu: Ingineria Produselor Alimentare**

Autor: Conf. Dr. Ing. Vlad MUREȘAN  
Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca

Timișoara, 2019

## REZUMAT

Teza de abilitare intitulată *”Tehnologii extractive cu impact în ingineria produselor alimentare - abordări analitice, tehnici chemometrice și dezvoltare de noi produse”* prezintă sintetic cele mai relevante rezultate științifice obținute de autor după conferirea titlului de *Doctor în Științe Agronomice și Inginerie Biologică (2012)* la Gembloux AgroBioTech, Universitatea din Liege și a celui de *Doctor în Agronomie (2012)* la USAMV Cluj-Napoca. Teza cuprinde trei părți principale: *A. Realizări științifice și profesionale, B. Planul de evoluție și dezvoltare a carierei și C.Referințe bibliografice.*

Secțiunea A prezintă realizările științifice și profesionale reflectate prin rezultatele semnificative obținute în activitatea academică, proiectele de cercetare coordonate în calitate de director de proiect și publicațiile relevante, fiind structurată pe **două direcții principale de cercetare: (1) Tehnici analitice și chemometrice pentru caracterizarea avansată a produselor extractive și (2) Dezvoltarea și optimizarea tehnologiilor de obținere și valorificare a produselor extractive sau a derivatelor acestora.**

**Prima direcție principală de cercetare (Capitolul 1)** este constituită din Modelarea, dezvoltarea și utilizarea unor tehnici analitice și chemometrice pentru caracterizarea avansată a produselor extractive, fiind structurată în trei subcapitole.

*Subcapitolul 1.1* se referă la *Clasificarea și compararea chemometrică a unor produse extractive sau derivate ale acestora*, incluzând rezultatele științifice valorificate în **trei articole publicate în jurnale ISI Web of Science cu factor de impact (unul dintre acestea în calitate de autor principal în zona galbenă - Q2)**, un articol publicat într-o revistă ISI Web of Science fără factor de impact și un articol BDI. Cele cinci publicații abordează unitar tehnici chemometrice de clasificare, grupare, autentificare și comparare, incluzând PCA, HCA, PLS, etc. Se poate observa o aparentă heterogenitate a tematicilor abordate, determinată de matricile studiate care sunt diverse produse extractive sau derivate ale acestora (uleiuri volatile, inulinază bacteriană purificată, făină / pâine de grâu și schinduf, produse adulterate cu ulei de palmier), însă unitaritatea acestor cercetări este dată de expertiza personală în domeniul analizei chemometrice, contribuțiile directe în fiecare din aceste lucrări ISI fiind direcționate spre tehnici chemometrice adaptate tematicilor abordate.

În *Subcapitolul 1.2* se prezintă rezultatele semnificative obținute cu privire la *Dezvoltarea unor metode rapide de determinare bazate pe tehnici chemometrice și spectroscopie infraroșu*, acestea concretizându-se în **trei articole ISI cu factor de impact**, dintre acestea **două în calitate de autor principal, unul în zona galbenă - Q2**. Prin dezvoltarea unor modele de calibrare bazate spectroscopia infraroșu mediu și a chemometriei, s-au studiat metode rapide de determinare a

concentrațiilor de zaharuri solubile din suc de fructe măr și prun, respectiv a concentrației de acid lactic în medii de fermentație ale lactobacililor. Pentru a studia abilitățile predictive ale modelelor de calibrare dezvoltate, s-a utilizat tehnica chemometrică PLS - Regresia celor mai mici pătrate. Modelele au fost inițial validate utilizând tehnica de validare încrucișare totală și ulterior au fost testate pentru previzionarea concentrațiilor de glucide / acid lactic din probe atribuite seturilor de validare independente. Pentru identificarea modelului de calibrare cu cea mai bună capacitate predictivă, s-a urmărit selectarea optimă a pre-tratamentului și a regiunii spectrale .

*Subcapitolul 1.3 se referă la Caracterizarea avansată a unor produse extractive (extracte alcoolice și apoase) obținute din fructe și în particular, prezintă studii legate de evoluția conținutului de compuși biochimici (polifenoli, flavonoide, antociani, clorofilă, carotenoide, compuși volatili, amidon, zaharuri) și indici fizico-chimici în timpul fazelor de dezvoltare a fructelor de măr și prun. S-a urmărit identificarea celui mai bun moment pentru a utiliza fructele din căderi fiziologice în diferite produse alimentare și farmaceutice, ca sursă de compuși bioactivi. De asemenea, diverse extracte apoase și alcoolice din sfeclă roșie, fructe de păducel, porumbar, măceșe, merișoare, etc. au fost caracterizat biochimic în vederea evidențierii potențialului lor nutrițional. Rezultatele obținute în cadrul acestei sub-direcții de cercetare au fost diseminate în **șapte articole ISI Web of Science (din care un articol în calitate de autor principal, trei articole cu factor de impact, un articol ISI zona galbenă - Q2) și 13 articole BDI (din care trei articole în calitate de autor principal).***

**A doua direcție principală de cercetare (Capitolul 2)** face referire la dezvoltarea și optimizarea tehnologiilor de obținere și valorificare a produselor extractive sau a derivatelor acestora, fiind structurată în două subcapitole.

*Subcapitolul 2.1 prezintă rezultatele privind Optimizarea tehnologiilor de valorificare a produselor extractive sau a derivatelor acestora, bazându-se pe o activitate publicistică constituită din **patru articole ISI Web of Science cu factor de impact (din care două articole în calitate de autor principal, două în zona galbenă - Q2)**, șapte articole ISI fără factor de impact și 10 articole BDI (două articole în calitate de autor principal). Sunt abordate tematici privind valorificarea unor produse extractive de tipul făinurilor simple și/sau compozite și evaluarea reologică a produselor derivate (aluat, pâine, azimă). Sunt prezentate principalele rezultate cu privire la optimizarea conținutului de acid folic din făinuri compozite de grâu-linte, fiind studiată compoziția lor chimică avansată: conținutul de substanțe minerale, amino-acizi, acizi grași și compuși volatili, incluzând caracterizarea texturală a prototipurilor de pâine obținute. De asemenea, s-a evaluat efectul adăugării glucozo-oxidazei asupra caracteristicilor texturale ale unor probe de aluat și pâine obținute din făinuri simple de grâu sau compozite de grâu-porumb, respectiv realizarea unor studii reologice avansate pentru aluatul și pâinea obținute din făină de grâu. În aceeași tematică s-au*

încadrat și cercetările referitoare la adaptabilitatea și potențialul antioxidant al unor maiele de quinoa inoculate cu *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014, respectiv studiul comparativ al eficienței unor maiele disponibile comercial. În cadrul aceleiași *subcapitol 2.1* s-a urmărit optimizarea tehnologică, caracterizarea texturală și senzorială a unor produse alimentare pe bază de materii prime oleaginoase. Astfel s-a studiat o nouă abordare în procesarea semințelor de floarea-soarelui – tahân și miez de floarea-soarelui cu diferite utilizări alimentare, ambalaj obținut din coji de floarea-soarelui și proprietățile (stabilitate, textură, analiză senzorială) halvalei de floarea-soarelui obținute din tahân cu conținut diferit de grăsime, respectiv ameliorarea stabilității și texturii halvalei prin monitorizarea distribuției mărimii particulelor din tahânul de floarea-soarelui sau caracterizarea reologică a halvalei și tahânului obținut prin măcinare ultra-fină. Un alt studiu a urmărit dezvoltarea unui produs îmbogățit în fibre și acizi grași nesaturați, obținut din făină de ovăz și cu adaos de ulei de măsline, in și de cânepă. În aceeași tematică s-a încadrat și studiul influenței cerii de albine și a condițiilor de depozitare asupra reologiei și stabilității produselor tip pesto, respectiv efectul încorporării făinii de floarea-soarelui asupra caracteristicilor fizico-chimice și senzoriale ale unor biscuiți tip crackers.

*Subcapitolul 2.2* se referă la *Dezvoltarea de produse alimentare noi prin valorificarea unor produse extractive*, incluzând: procedeu de obținere a unui produs pe bază de semințe oleaginoase integrale, produs zaharos tip cremă tartinabilă pe bază de miez prăjit din semințe de floarea-soarelui și făină din păstăi de roșcove, compoziții pentru produs tartinabil din uleiuri vegetale presate la rece și plante condimentare, sucuri de fructe fortificate cu extracte din materii prime alternative sau compoziții pentru produse zaharoase optimizate nutrițional. Aceste cercetări s-au materializat în **2 Brevete de Invenție acordate (din care unul în calitate de prim-autor)** și **9 Cereri de Brevet de Invenție** înregistrate la OSIM (din care **3 în calitate de prim-autor**).

Întreaga perioadă profesională a autorului, derulată după susținerea tezei de doctorat, a fost marcată de realizări științifice în domeniul tehnologiilor extractive cu aplicabilitate și impact în ingineria produselor alimentare. Activitatea autorului după susținerea tezei de doctorat s-a concretizat în: 2 cărți de specialitate și 2 capitole în cărți publicate la edituri internaționale ; 3 manuale și îndrumătoare didactice, 11 titluri de proprietate intelectuală (2 Brevete de Invenție, 9 Cereri de Brevet de Invenție), 25 lucrări indexate ISI Web of Science (13 ISI cu factor de impact), 24 articole BDI, 16 proiecte de cercetare (4 în calitate de director/responsabil de proiect), peste 36 de premii obținute la Saloane de Invenție și 7 lucrări ISI premiate. Vizibilitatea internațională a autorului este cuantificată prin indicele Hirsch conform Web of Science (6), respectiv 7 conform Google Scholar.

În ultima parte a tezei de abilitare este prezentat planul de evoluție și dezvoltare al carierei, precum și direcțiile viitoare de cercetare.

## ABSTRACT

This Habilitation Thesis entitled "*Extractive Technologies with Impact on Food Engineering - Analytical Approaches, Chemometric Techniques and New Product Development*" synthetically presents the most relevant scientific results obtained by the author after awarding the *Ph.D. on Agricultural sciences and biological engineering* (2012) at Gembloux AgroBioTech, University of Liege, Belgium and *PhD on Agronomy* (2012) at USAMV Cluj-Napoca. The thesis consists of three main parts: *A. Scientific and professional achievements, B. Evolution plan and career development, and C. References.*

Section A presents the scientific and professional achievements reflected by the significant results obtained in academic activity, the research projects coordinated as project leader and the relevant publications, being structured on two main research directions: *(1) Analytical and chemometric techniques for the advanced characterization of extractive products* and *(2) Development and optimization of technologies for obtaining and capitalizing extractive products or thereof derivatives.*

**The first main direction of research** (*Chapter 1*) is related to the Modeling, development and use of analytical and chemometric techniques for the advanced characterization of extractive products, being structured in three subchapters.

*Subchapter 1.1* refers to the *Chemometric classification and comparison of extractive products or their derivatives*, including the scientific results valorized on **three articles published in ISI Web of Science journals with impact factor (one of them as main author, Q2 ranked)**, an article published in an ISI Web of Science journal without impact factor and a BDI article. The five publications address chemometric techniques for classification, grouping, authentication and comparison, including PCA, HCA, PLS, etc. One can observe an apparent heterogeneity of the approached topics, determined by the studied matrices, which are various extractive products or thereof derivatives (volatile oils, purified bacterial inulinase, flour / bread based on wheat and fenugreek, palm oil adulterated products), but the unitarity of these research is given by the personal expertise in the field of chemometric analysis, direct contributions in each of these ISI papers being directed to the chemometric techniques adapted to each approached topic.

In *Subchapter 1.2* the significant results related to the *Development of rapid methods based on chemometric techniques and infrared spectroscopy*, which are reflected in **three ISI impact factor articles, two of them as main author, one Q2 ranked**. By developing calibration models based on medium infrared spectroscopy and chemometrics, rapid methods were used to determine the soluble sugars concentrations in apple and plum juices, and lactic acid concentration in

*Lactobacillus* fermenting media. In order to study the predictive abilities of the developed calibration models, the chemometric technique Partial Least Regression (PLS) was used. The models were initially validated using full cross-validation technique and subsequently tested to predict the carbohydrate / lactic acid concentrations in the samples assigned to the independent validation sets. In order to identify the best predictive calibration model, optimal pre-treatments and spectral regions selection was performed.

*Subchapter 1.3* deals with the *Advanced characterization of extractive products (alcoholic and aqueous extracts) obtained from fruits*, and in particular presents studies related to their biochemical compounds dynamics (polyphenols, flavonoids, anthocyanins, chlorophyll, carotenoids, volatile compounds, starch, sugars) and physico-chemical indices during the apple and plum fruits development phases. It was intended to identify the best time to use the fruits from physiological falls in different foods and pharmaceuticals as a source of bioactive compounds. In the mean time, various aqueous and alcoholic extracts of beetroot, hawthorn, blackthorn, rosehip, cranberry, etc. have been biochemically characterized to highlight their nutritional potential. The results obtained in this research sub-direction have been disseminated in seven **ISI Web of Science articles (an article as main author, three ISI impact factor articles, an article on a Q2 ranked journal)** and 13 BDI articles (of which three articles as main author).

**The second main direction of research (Chapter 2)** refers to the development and optimization of the technologies for obtaining and capitalizing the extractive products or thereof derivatives, being structured in two subchapters.

*Subchapter 2.1* presents the results on the *Optimized technologies for valorizing the extractive products or their derivatives*, being based on a publishing activity consisting of **four ISI Web of Science articles with impact factor (of which two articles as main author, two Q2 ranked)**, seven ISI articles without impact factor and 10 BDI articles (two articles as main author). The approached topics are related to the valorization of simple and/or composite flours and the rheological evaluation of the derived products (dough, bread, unleavened bread). The main results consists on the folic acid content optimization for wheat-lentil composite flours, their advanced chemical composition: the content of mineral substances, amino-acids, fatty acids and volatile compounds, and including the textual characterization of the bread prototypes obtained. The effect of glucose oxidase addition on the textural characteristics of some dough and bread samples made of wheat flour or corn-wheat composite flours, as well as the advanced rheological studies for wheat flour dough and bread, were also evaluated. In the same topic were also included the researches related to the *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 in quinoa sourdough adaptability and antioxidant potential, and the comparative study regarding the efficiency of some commercial lactic starters from the romanian ingredients market, respectively. Within the same *subchapter 2.1*,

technological optimization, textural and sensory characterizations of certain food products based on oleaginous raw materials were performed. Thus, a new approach to the processing of sunflower seeds - tahini and sunflower seeds with different food uses, sunflower husk packaging and the properties (stability, texture, sensory analysis) of the sunflower halva obtained from tahini with different fat content, respectively improving the stability and texture of the halva by monitoring the particle size distribution of the sunflower tahini or the rheological characterization of the halva and tahini obtained by ultra-fine grinding. Another study aimed to develop a product enriched in fiber and unsaturated fatty acids, made from oatmeal and with the addition of olive and hemp oils. On the same topic were framed the study on the beeswax and storage conditions influence on the rheology and stability of pesto products, or the study related to the effect of incorporation of sunflower seed flour on the chemical and sensory characteristics of cracker biscuits.

*Subchapter 2.2* refers to the Development of new food products by exploiting extractive products, including: a process for obtaining an oilseed based product, spreadable cream-type confectionery product made of roasted sunflower seeds and carobs, compositions for spreadable product made of cold pressed vegetable oils and spice plants, fruits juices fortified with extracts from alternative raw materials, or compositions for nutritional optimized confectionery products. Based on the above researches, several intellectual property rights were issued: **2 granted patents (of which one as first author)** and **9 patent applications (of which 3 as first author)**.

After receiving the Ph.D. degree, the author performed several scientific achievements in the field of extractive technologies with applicability and impact in food engineering: 2 books and 2 chapters in books published at international publishing houses; 3 textbooks and teaching manuals, 11 intellectual property rights (2 patents, 9 patent applications), 25 indexed ISI Web of Science papers (13 ISI papers with impact factor), 24 BDI articles, 16 research projects (4 as Project Leader), over 36 awards at Inventions Fairs and 7 awarded ISI papers. The international visibility of the author is quantified by the Hirsch index according to the Web of Science (6) and Google Scholar (7).

In the last part of the thesis the evolution and career development plans are presented, as well as the future directions of research.