

**"VICTOR BABEȘ" UNIVERSITY OF
MEDICINE AND PHARMACY TIMIȘOARA
DOCTORAL SCHOOL
PHARMACY DOMAIN**



HABILITATION THESIS

ABSTRACT

**Associated Professor PhD Raiciu Anca Daniela
"Titu Maiorescu" University Bucharest
Faculty of Pharmacy**

Timișoara

2026

**"VICTOR BABEȘ" UNIVERSITY OF
MEDICINE AND PHARMACY TIMIȘOARA
DOCTORAL SCHOOL
PHARMACY DOMAIN**



HABILITATION THESIS

ABSTRACT

**Original contributions to the research of medicinal plant
extracts and volatile oils: from chemical composition
and pharmaceutical formulation development to
therapeutic and medical applications**

**Associated Professor PhD Raiciu Anca Daniela
"Titu Maiorescu" University Bucharest
Faculty of Pharmacy**

Timișoara

2026

This habilitation thesis presents a coherent synthesis of the scientific contributions developed over more than a decade of research activity in the interdisciplinary areas of phytochemistry, phytotherapy, extraction technologies, photobiology, and biomedical applications of plant-derived products. The research integrates fundamental investigations with applied studies, highlighting the role of essential oils and plant extracts as complex multicomponent systems with significant biological, therapeutic, and technological relevance.

Essential oils as multicomponent bioactive systems

Essential oils are complex mixtures of volatile plant-derived compounds, characterized by a high degree of chemical diversity and multifunctional biological activity. A central concept developed throughout this thesis is the interpretation of essential oils as classical multicomponent systems (MOCS), in which synergistic interactions between major and minor constituents determine the overall biological response. This multilevel mode of action fundamentally differentiates essential oils from single-molecule pharmacological agents and explains their broad spectrum of antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant, and cytoprotective effects.

The thesis provides a structured overview of the historical evolution of phytotherapy, from empirical traditional practices to modern evidence-based phytochemical research. Emphasis is placed on the concept of the phytocomplex, according to which the therapeutic efficacy of medicinal plants arises from the integrated action of their constituents rather than from isolated compounds. This paradigm underpins the modern scientific understanding of essential oils and plant extracts as holistic therapeutic agents.

Special attention is devoted to the interaction of essential oil constituents with biological membranes, mitochondrial function, and oxidative stress pathways. Lipophilic terpenes and phenolic compounds are shown to modulate membrane permeability, interfere with ionic homeostasis, and disrupt microbial cell integrity, thereby contributing to the antimicrobial and cytotoxic effects observed *in vitro*. At the same time, antioxidant components counteract reactive oxygen species, supporting the preventive and protective roles of essential oils in biological systems.

Extraction technologies and chemical characterization

A major scientific contribution of the thesis lies in the comparative evaluation of conventional and advanced extraction technologies for volatile oils and bioactive plant compounds. Classical methods such as steam distillation, hydro-distillation, solvent

extraction, and maceration are critically assessed alongside innovative techniques including ultrasound-assisted extraction, microwave-assisted extraction, and supercritical carbon dioxide extraction.

The results demonstrate that unconventional extraction methods generally provide higher yields, improved selectivity, reduced processing time, and lower energy consumption, while minimizing solvent usage and environmental impact. These advantages are supported by kinetic modeling, economic analysis, and environmental assessment, highlighting the relevance of sustainable extraction strategies for industrial applications.

Comprehensive chemical characterization of essential oils obtained from various aromatic and medicinal plants is performed using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). Detailed compositional profiles are established for essential oils derived from fir, pine, juniper, rosemary, sage, and coriander. The analyses reveal both common terpenoid patterns and species-specific chemical signatures, with compounds such as α -pinene, β -pinene, cineole, camphor, and linalool playing key roles in defining biological activity. Correlations between chemical composition and therapeutic properties are discussed in the context of antimicrobial and anti-inflammatory applications.

In addition to volatile compounds, the thesis investigates the extraction of non-volatile bioactive constituents, with a particular focus on triterpenoid saponins from *Hedera helix* leaves. Ultrasound-assisted extraction is shown to significantly enhance saponin yield compared to conventional methods, while preserving compound stability and biocompatibility. Optimization of extraction parameters is supported by rigorous statistical analysis, demonstrating the scientific robustness of the experimental design.

Biological activity and biomedical applications

The biological and therapeutic properties of essential oils and plant extracts represent a central axis of the habilitation thesis. Antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, and cytocompatibility assays are employed to evaluate the biomedical potential of the studied products. The results confirm that optimized plant extracts exhibit pronounced biological activity while maintaining acceptable safety profiles in vitro.

The research addresses a wide range of medical and pharmaceutical applications, including dermatology, dentistry, wound healing, and biomaterials engineering. Innovative approaches are presented, such as the incorporation of essential oils into chitosan-based sponges for hemostatic use and the loading of plant extracts into mesoporous silica

nanoparticles to enhance antimicrobial efficacy. These studies demonstrate the feasibility of integrating phytochemical compounds into advanced biomedical systems.

The applied dimension of the research is further illustrated by a series of patented innovations in the field of phytocosmetics and therapeutic formulations. These include natural cosmetic emulsions, transdermal gel systems based on meristematic extracts, phytotherapeutic dental products, and hygiene formulations enriched with essential oils and coenzyme Q10. The patents highlight the translational impact of the research, bridging fundamental science with industrial and clinical relevance.

Photobiological effects of LED irradiation on plant sprouts

An original and innovative contribution of the thesis is the investigation of light-emitting diode (LED) irradiation as a tool for modulating plant metabolism during germination and early growth stages. The effects of different LED spectra (white, red, blue, and green) on garlic, basil, hemp, wheat, and garden cress sprouts are systematically analyzed.

The results demonstrate that LED light quality significantly influences germination rate, biomass accumulation, protein synthesis, polyphenol content, and antioxidant capacity. Red LED irradiation is shown to enhance protein and polyphenol biosynthesis, while blue light frequently stimulates sprouting dynamics and growth rate. These findings provide a scientific basis for the use of controlled photobiological treatments to increase the nutritional and functional value of edible sprouts and plant-derived extracts.

Academic impact and perspectives

Beyond the experimental contributions, the thesis documents the author's academic achievements, capacity to coordinate research teams, and involvement in higher education and doctoral supervision. Future research directions are outlined, focusing on advanced extraction technologies, nanostructured delivery systems, and the integration of photobiology with phytochemical optimization.

Conclusions

In conclusion, this habilitation thesis presents a substantial and coherent body of original scientific contributions that advance the understanding of essential oils and plant extracts as multicomponent bioactive systems. By integrating phytochemistry, biotechnology, photobiology, and biomedical applications, the research provides a solid foundation for further academic development and innovation in the field of natural product science.

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
“VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL FARMACIE**



**TEZA DE ABILITARE
REZUMAT**

**Conf.univ.dr.farm. Raiciu Anca Daniela
Universitatea “Titu Maiorescu” București
Facultatea de Farmacie**

Timișoara

2026

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
“VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL FARMACIE**



TEZA DE ABILITARE

REZUMAT

Contribuții originale la cercetarea extractelor de plante medicinale și a uleiurilor volatile: de la compoziția chimică și dezvoltarea formulărilor farmaceutice până la aplicații terapeutice și medicale

**Conf.univ.dr.farm. Raiciu Anca Daniela
Universitatea “Titu Maiorescu” București
Facultatea de Farmacie**

T i m i ș o a r a

2026

Prezenta teză de abilitare sintetizează coerent contribuțiile științifice dezvoltate pe parcursul a peste un deceniu de activitate de cercetare în domenii interdisciplinare precum fitochimia, fitoterapia, tehnologiile de extracție, fotobiologia și aplicațiile biomedicale ale produselor de origine vegetală. Cercetările îmbină studii fundamentale cu investigații aplicative, evidențiind rolul uleiurilor esențiale și al extractelor vegetale ca sisteme multicomponente complexe, cu relevanță biologică, terapeutică și tehnologică majoră.

Uleiurile esențiale ca sisteme bioactive multicomponente

Uleiurile esențiale sunt amestecuri complexe de compuși volatili de origine vegetală, caracterizate printr-un grad ridicat de diversitate chimică și printr-o activitate biologică multifuncțională. Un concept central dezvoltat în cadrul acestei teze este interpretarea uleiurilor esențiale ca sisteme multicomponente clasice (MOCS), în care interacțiunile sinergice dintre constituenții majori și minoritari determină răspunsul biologic global. Acest mod de acțiune multinivel diferențiază fundamental uleiurile esențiale de agenții farmacologici monomoleculari și explică spectrul larg de efecte antimicrobiene, antiinflamatorii, antioxidante și citoprotectoare.

Teza oferă o prezentare structurată a evoluției istorice a fitoterapiei, de la practicile empirice tradiționale la cercetarea fitochimică modernă, bazată pe dovezi științifice. Accentul este pus pe conceptul de fitocomplex, conform căruia eficiența terapeutică a plantelor medicinale rezultă din acțiunea integrată a constituenților acestora, și nu din compuși izolați. Această paradigmă stă la baza înțelegerii moderne a uleiurilor esențiale și extractelor vegetale ca agenți terapeutici holistici.

O atenție deosebită este acordată interacțiunilor dintre constituenții uleiurilor esențiale și biomembrane, funcția mitocondrială și căile stresului oxidativ. Terpenele lipofile și compușii fenolici pot modula permeabilitatea membranară, pot interfera cu homeostazia ionică și pot afecta integritatea celulelor microbiene, contribuind astfel la efectele antimicrobiene și citotoxice observate in vitro. În același timp, componentele antioxidante contracarează speciile reactive de oxigen, susținând rolul preventiv și protector al uleiurilor esențiale în sistemele biologice.

Tehnologii de extracție și caracterizare chimică

O contribuție științifică majoră a tezei constă în evaluarea comparativă a tehnologiilor convenționale și avansate de extracție a uleiurilor volatile și a compușilor bioactivi vegetali. Metodele clasice, precum distilarea cu vapori, hidrodistilarea, extracția cu solvenți și

macerarea, sunt analizate critic în paralel cu tehnici inovatoare, inclusiv extracția asistată cu ultrasunete, extracția asistată cu microunde și extracția cu fluide supercritice (CO₂).

Rezultatele demonstrează că metodele neconvenționale oferă, în general, randamente superioare, selectivitate crescută, timpi de procesare reduși și consum energetic mai scăzut, concomitent cu diminuarea utilizării solvenților și a impactului asupra mediului. Aceste avantaje sunt susținute prin modelare cinetică, analiză economică și evaluare de mediu, subliniind relevanța strategiilor de extracție durabilă pentru aplicații industriale.

Caracterizarea chimică detaliată a uleiurilor esențiale obținute din diverse plante aromatice și medicinale este realizată prin cromatografie gazoasă cuplată cu spectrometrie de masă (GC–MS). Sunt stabilite profile compoziționale complete pentru uleiurile esențiale de brad, pin, ienupăr, rozmarin, salvie și coriandru. Analizele evidențiază atât tipare terpenoidice comune, cât și semnături chimice specifice fiecărei specii, compuși precum α -pinena, β -pinena, cineolul, camforul și linaloolul având un rol esențial în definirea activității biologice. Corelațiile dintre compoziția chimică și proprietățile terapeutice sunt discutate în contextul aplicațiilor antimicrobiene și antiinflamatorii.

Pe lângă compușii volatili, teza abordează extracția constituenților bioactivi nevolatili, cu accent pe saponinele triterpenice din frunzele de *Hedera helix*. Extracția asistată cu ultrasunete s-a dovedit a fi semnificativ mai eficientă decât metodele convenționale, asigurând totodată stabilitatea compușilor și biocompatibilitatea extractelor. Optimizarea parametrilor de extracție este susținută prin analize statistice riguroase, demonstrând soliditatea metodologică a studiilor experimentale.

Activitate biologică și aplicații biomedicale

Proprietățile biologice și terapeutice ale uleiurilor esențiale și extractelor vegetale constituie un ax central al tezei de abilitare. Sunt utilizate teste antimicrobiene, antioxidante, antiinflamatorii și de citocompatibilitate pentru evaluarea potențialului biomedical al produselor studiate. Rezultatele confirmă faptul că extractele optimizate prezintă o activitate biologică pronunțată, menținând în același timp profiluri de siguranță adecvate in vitro.

Cercetările vizează o gamă largă de aplicații medicale și farmaceutice, incluzând dermatologia, stomatologia, vindecarea rănilor și ingineria biomaterialelor. Sunt prezentate abordări inovatoare, precum încorporarea uleiurilor esențiale în bureți pe bază de chitosan pentru aplicații hemostatice și încărcarea extractelor vegetale în nanoparticule de silice mezoporoasă pentru potențarea activității antimicrobiene. Aceste studii demonstrează fezabilitatea integrării compușilor fitochimici în sisteme biomedicale avansate.

Dimensiunea aplicativă a cercetării este ilustrată suplimentar printr-o serie de inovații brevetate în domeniul fitocosmetic și al formulărilor terapeutice. Acestea includ emulsii cosmetice naturale, sisteme transdermice pe bază de extracte meristemice, produse stomatologice fitoterapeutice și formulări pentru igienă îmbogățite cu uleiuri esențiale și coenzima Q10. Brevetele evidențiază impactul translațional al cercetării, realizând legătura dintre știința fundamentală și relevanța industrială și clinică.

Efecte fotobiologice ale iradierii LED asupra germenilor vegetali

O contribuție originală și inovatoare a tezei constă în investigarea iradierii cu diode emițătoare de lumină (LED) ca instrument de modulare a metabolismului vegetal în timpul germinării și al etapelor timpurii de creștere. Sunt analizate sistematic efectele diferitelor spectre LED (alb, roșu, albastru și verde) asupra germenilor de usturoi, busuioc, cânepă, grâu și cresson.

Rezultatele demonstrează că spectrul luminos influențează semnificativ rata de germinare, acumularea biomasei, sinteza proteinelor, conținutul de polifenoli și capacitatea antioxidantă. Iradierea cu LED-uri roșii stimulează biosinteza proteinelor și a polifenolilor, în timp ce lumina albastră favorizează dinamica germinării și rata de creștere. Aceste constatări oferă o bază științifică solidă pentru utilizarea controlată a tratamentelor fotobiologice în vederea creșterii valorii nutriționale și funcționale a germenilor comestibili și a extractelor vegetale.

Impact academic și perspective

Dincolo de contribuțiile experimentale, teza documentează realizările academice, capacitatea de coordonare a echipelor de cercetare și implicarea în activitatea didactică universitară și în formarea doctoranzilor. Sunt conturate direcții viitoare de cercetare, axate pe tehnologii avansate de extracție, sisteme nanostructurate de livrare a compușilor bioactivi și integrarea fotobiologiei cu optimizarea fitochimică.

Concluzii

În concluzie, prezenta teză de abilitare reunește un cuprins substanțial și coerent de contribuții științifice originale, care avansează în mod semnificativ înțelegerea uleiurilor esențiale și a extractelor vegetale ca sisteme bioactive multicomponente. Prin integrarea fitochimiei, biotehnologiei, fotobiologiei și aplicațiilor biomedicale, cercetarea oferă o bază solidă pentru dezvoltarea academică viitoare și pentru inovarea în domeniul științei produselor naturale.