

REZUMAT

Teza de abilitare este structurată în cinci capitole și sintetizează realizările mele științifice obținute în perioada ulterioară susținerii tezei de doctorat (noiembrie 2014), direcțiile de cercetare care au definit activitatea mea științifică în acest interval, precum și viziunea strategică privind dezvoltarea academică și științifică viitoare, atât pe termen scurt și mediu, cât și pe termen lung.

Primul capitol al lucrării prezintă evoluția mea academică și științifică din perioada 1997–prezent, evidențiind parcursul profesional în cadrul Universității Petrol–Gaze din Ploiești, unde am activat succesiv ca preparator, asistent, șef de lucrări și, din 2025, conferențiar universitar în Departamentul Ingineria Prelucrării Petrolului și Protecția Mediului. Activitatea didactică a acoperit arii de studiu interdisciplinare din domeniul Ingineriei Mediului și Ingineriei Chimice.

În anul 2014 am obținut titlul de doctor în Inginerie chimică, iar cercetările ulterioare s-au concentrat pe valorificarea deșeurilor și subproduselor industriale pentru obținerea de materiale cu potențial energetic și depoluant. Principalele direcții de cercetare vizează sinteza materialelor adsorbante din biodeșeuri, utilizarea surselor alternative de energie și aplicațiile microorganismelor în economia circulară.

Rezultatele activității științifice includ 17 articole ISI (ORCID iD: 0000-0002-2267-9531), un brevet de invenție, 18 comunicări științifice și peste 30 de contracte de cercetare, urmare a acestei activități având un indice Hirsch de 7 (conform bazei de date SCOPUS).

Al doilea capitol prezintă câteva studii referitoare la sinteza materialelor adsorbante destinate depoluării apelor și aerului, având ca obiectiv valorificarea concomitentă a biodeșeurilor.

Au fost dezvoltați adsorbanti pe bază de zaț de cafea și semințe de struguri, caracterizați prin structuri micro- și mezoporoase, cu eficiență de adsorbție dependentă de proprietățile texturale și de natura suprafeței. Pentru adsorbția fenolului pe adsorbantul din zaț de cafea, modelele Langmuir și Dubinin–Radushkevich descriu adecvat comportamentul experimental, indicând capacități maxime de adsorbție de aproximativ 28–30 mg/g și un mecanism predominant fizic, confirmat de energia liberă de adsorbție (< 8 kJ/mol).

În cazul biocărbunelui obținut prin delignificare parțială a semințelor de struguri, s-a evidențiat îmbunătățirea structurii poroase și a performanței de adsorbție prin reducerea fracțiilor de lignină și optimizarea tratamentului termic, precum și prin activare acidă Brønsted/Lewis, cu aplicații în reținerea poluanților atmosferici precum toluenul.

De asemenea, reținerea 1-butanolului pe adsorbanti modificați cu oxizi metalici este influențată de dimensiunea și dispersia clusterelor metalice, Fe/AC prezentând performanțe superioare comparativ cu Zn/AC.

Capitolul al treilea prezintă cercetări asupra posibilităților de valorificare a uleiurilor vegetale uzate pentru obținerea de combustibili alternativi și unsori lubrifiante, precum și modelarea proprietăților biodieselului prin rețele neuronale.

Sunt analizate procese de hidrotratare a uleiurilor vegetale, evidențiindu-se formarea de n-parafine C15–C18 cu cifră cetanică ridicată și influența parametrilor operaționali și a configurației stratului catalitic asupra selectivității reacțiilor. Catalizatorii pe bază de Ni–Mo/ γ -Al₂O₃ și sisteme

Ni–La/Zn–ZSM-5– γ -Al₂O₃ au fost caracterizați, iar rezultatele au evidențiat rolul structurii poroase și al aranjamentului catalitic în favorizarea reacțiilor de hidrodeoxigenare și controlul formării compușilor aromatici.

Hidroprocesarea uleiurilor vegetale conduce la conversii ridicate ale acizilor grași și la obținerea unor fracțiuni parafinice cu proprietăți superioare de combustie, fiind confirmată fezabilitatea integrării acestora în procese industriale.

În paralel, utilizarea rețelelor neuronale permite estimarea rapidă și precisă a proprietăților biodieselului pe baza compoziției, demonstrând capacitatea metodei de a fi extinsă la sisteme complexe de amestecuri.

De asemenea, au fost dezvoltate unsori lubrifiante pe bază de uleiuri vegetale uzate și polimeri naturali (celuloză, lignină). Proprietățile reologice, consistența și stabilitatea acestora indică un comportament de tip unsori moi, comparabil cu produsele comerciale, cu potențial de utilizare în aplicații industriale cu sarcini reduse.

Capitolul patru abordează biotehnologiile și biomaterialele, datorită potențialului lor de a furniza soluții inovatoare pentru remedierea mediului, recuperarea resurselor și dezvoltarea unor produse cu valoare adăugată ridicată. Prin capacitatea de a facilita închiderea ciclurilor de materie și energie, microorganismele și materialele bioactive contribuie semnificativ la implementarea principiilor economiei circulare și la atingerea obiectivelor de dezvoltare durabilă.

A fost analizată modificarea biosticlei cu PEG 4000, care conduce la obținerea unui material amorf cu distribuție compozițională omogenă și proprietăți morfologice și texturale îmbunătățite, cu aplicabilitate în formulări cosmetice și biomedicale.

Formulările pe bază de retinol înglobat în biosticlă (emulsii și hidrogeluri) au fost evaluate prin metode termice, structurale și reologice, rezultatele indicând hidrogelul ca variantă optimă datorită stabilității ridicate și eliberării controlate.

Capitolul include, de asemenea, studii privind biodegradarea reziduurilor petroliere, evidențiind eficiența microorganismelor adaptate și a sistemelor de tip nămol activ, cu performanțe crescute după faza de adaptare microbiană. Formarea structurilor de tip *Zooglea ramigera* confirmă activitatea biologică intensă și contribuie la degradarea contaminanților.

Într-un alt studiu, microalga *Spirulina platensis* a demonstrat o capacitate ridicată de biodegradare a acizilor naftenici, cu adaptare eficientă la stres chimic, modificări controlate ale parametrilor de mediu și o valoare EC₅₀ de aproximativ 110 mg/mL, confirmând potențialul său pentru bioremedierea apelor contaminate cu compuși petrolieri.

În *capitolul al cincilea* sunt prezentate perspectivele de dezvoltare academică și profesională, fundamentate pe experiența acumulată în activitatea didactică, de cercetare și în colaborarea cu mediul socio-economic. Obținerea atestatului de abilitare este privită ca o etapă de consolidare a responsabilităților academice, orientată spre formarea noilor generații de specialiști și cercetători în domeniul Ingineriei Mediului.

Direcțiile de dezvoltare propuse vizează consolidarea activității didactice și de cercetare, diversificarea programelor de studii în concordanță cu cerințele pieței muncii, extinderea colaborărilor naționale și internaționale și creșterea vizibilității instituționale.

Prin aceste obiective, am în vedere promovarea unei culturi academice bazate pe excelență, profesionalism, inovare și cooperare interdisciplinară.

SUMMARY OF HABILITATION THESIS

This habilitation thesis comprises five chapters and summarizes my scientific achievements since defending my doctoral thesis in November 2014. It highlights the research directions that have shaped my work and presents my strategic vision for future academic development, both long-term and short-term.

The *first chapter* outlines my academic and scientific development from 1997 to the present, with a focus on my roles at the University of Petroleum and Gas of Ploieşti. I have held positions as a tutor, assistant, lecturer, and, starting in 2025, as an Associate Professor in the Department of Petroleum Refining and Environmental Protection Engineering. My teaching has covered interdisciplinary topics in Environmental Engineering and chemical technologies. I earned a PhD in Chemical Engineering in 2014. Since then, my research has focused on valorizing waste and industrial by-products to develop materials with energy and depolluting potential. Key research areas include synthesizing adsorbent materials from biowaste, using alternative energy sources, and applying microorganisms in the circular economy. My scientific work includes 17 ISI-indexed articles (ORCID iD: 0000-0002-2267-9531), a patent, 18 scientific communications, and participation in over 30 research contracts. According to the SCOPUS database, this has resulted in a Hirsch index of 7.

The *second chapter* presents studies on the synthesis of adsorbent materials for water and air depollution, with a focus on the simultaneous valorization of biowaste. Adsorbents derived from waste of coffee and grape seeds were developed and characterized. Adsorption efficiency depends on textural and surface properties. For phenol adsorption on media based on waste coffee, the Langmuir and Dubinin–Radushkevich models accurately describe the experimental data, indicating a maximum adsorption capacity of approximately 28–30 mg/g and a predominantly physical adsorption mechanism, as confirmed by adsorption free energy values below 8 kJ/mol.

For grape seed biochar obtained by partial delignification, reducing lignin fractions, optimizing thermal treatment, and Brønsted/Lewis acid activation, improved pore structure and adsorption performance for atmospheric pollutant retention.

Also, the adsorption of 1-butanethiol on metal oxide-modified adsorbents is influenced by the size and dispersion of metal clusters, demonstrating superior performance compared to metal on active carbon.

The *third chapter* presents research on the potential to valorize used vegetable oils to produce alternative fuels and lubricating greases, and on modeling the properties of biodiesel using neural networks.

Hydrotreatment processes for vegetable oils are analyzed, highlighting the formation of C15–C18 n-paraffins with high cetane numbers and the influence of operational parameters and catalytic layer configuration on reaction selectivity. Catalysts based on Ni–Mo/ γ -Al₂O₃ and Ni–La/Zn–ZSM-5– γ -Al₂O₃ systems were characterized, and the results highlighted the role of porous

structures and catalytic arrangement in favoring hydrodeoxygenation reactions and controlling the formation of aromatic compounds.

Hydroprocessing of vegetable oils results in high fatty acid conversion and the production of paraffinic fractions with superior combustion properties, confirming the feasibility of their integration into industrial processes.

In parallel, it was studied the use of neural networks, which enables rapid and accurate estimation of biodiesel properties from composition, demonstrating the methods' ability to be extended to complex mixture systems.

Also, lubricating greases based on used vegetable oils and natural polymers (cellulose, lignin) have been developed. Their rheological properties, consistency, and stability indicate a soft, grease-like behavior, comparable to commercial products, with potential for use in industrial applications with low loads.

Chapter four addresses biotechnology and biomaterials due to their potential to provide innovative solutions for environmental remediation, resource recovery, and the development of high-value products. By facilitating the closure of material and energy cycles, microorganisms and bioactive materials contribute significantly to implementing the principles of the circular economy and achieving sustainable development objectives.

The modification of bioglass with PEG 4000 was analyzed, leading to the formation of an amorphous material with a homogeneous compositional distribution and improved morphological and textural properties, with applicability in cosmetic and biomedical formulations.

The formulations based on retinol embedded in bioglass (emulsions and hydrogels) were evaluated using thermal, structural, and rheological methods; the results indicated the hydrogel as the optimal variant due to its high stability and controlled release.

The chapter also includes studies on the biodegradation of oil residues, highlighting the efficiency of adapted microorganisms and activated sludge systems, with increased performance after the microbial adaptation phase. The formation of *Zooglea ramigera*-type structures confirms the intense biological activity and contributes to the degradation of contaminants.

In another study, the microalga *Spirulina platensis* has demonstrated a high capacity for biodegrading naphthenic acids, with efficient adaptation to chemical stress, controlled responses to environmental changes, and an EC₅₀ value of approximately 110 mg/mL, confirming its potential for the bioremediation of waters contaminated with petroleum compounds.

In the *fifth chapter*, the perspectives of academic and professional development are presented, based on the experience gained in teaching, research, and collaboration with the socio-economic environment. Obtaining the habilitation certificate is seen as a stage of consolidation of academic responsibilities, oriented towards the training of new generations of specialists and researchers in the field of Environmental Engineering.

The proposed development directions seek to strengthen teaching and research activities, diversify study programs in line with labor market requirements, expand national and international collaborations, and increase institutional visibility. With these goals, I aim to help build an academic culture that values excellence, professionalism, innovation, and working across disciplines.