

Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași
Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului "Cristofor Simionescu"
Departamentul de Inginerie Organică, Biochimică și Alimentară

TEZĂ DE ABILITARE

**MATERIALE MICRO- ȘI NANOSTRUCTURATE CU
APLICAȚII ÎN MEDICINĂ ȘI PROTECȚIA MEDIULUI**

- REZUMAT -

Domeniul: **CHIMIE**

prof. dr. chim. Margareta Gabriela CIOBANU

Iași, 2020

REZUMAT

Teza de abilitare intitulată „**Materiale micro- și nanostructurate cu aplicații în medicină și protecția mediului**” prezintă o trecere în revistă a activităților didactice și academice, în special a rezultatelor științifice ale candidatei din perioada 1999 - 2020 ulterioară susținerii tezei de doctorat.

Teza de abilitare este structurată în trei capitole distincte. Capitolul I prezintă principalele contribuții didactice, academice și științifice. Capitolul II face referire la cele mai importante realizări științifice proprii în contextul actual al domeniilor abordate. Capitolul III se referă la perspectivele privind evoluția și dezvoltarea carierei profesionale.

În **Capitolul I** se prezintă realizările profesionale obținute în cei 32 ani de activitate desfășurată ca și cadru didactic (asistent, șef lucrări, conferențiar și profesor) în Departamentul de Inginerie Organică, Biochimică și Alimentară, Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului “Cristofor Simionescu”, din Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” din Iași.

În perioada 1988 - 2020 am fost titular de curs și aplicații la o serie de discipline pentru studenții de la Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului “Cristofor Simionescu” (FICPM) și de la alte facultăți din Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” din Iași, respectiv: *Materiale biocompatibile* (master, Produse Farmaceutice și Cosmetice, FICPM); *Metode de caracterizare și testare a materialelor I* (master, Produse Farmaceutice și Cosmetice, FICPM); *Evaluarea senzorială a alimentelor* (master, Controlul și Procesarea Alimentelor, FICPM); *Chimie* (anul I, Facultatea de Construcții de Mașini și Management Industrial, Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor, Facultatea de Mecanică, Facultatea de Electrotehnică); *Tehnici de analiză a materialelor* (anul II, Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor); *Materiale ceramice și compozite* (anul IV, FICPM); *Procedee neconvenționale de separare și condiționare a produselor naturale și biologice active* (master, Produse Naturale, FICPM).

Activitatea didactică a fost susținută prin publicarea unui număr de 11 cărți, respectiv: 8 cursuri/manuale/monografii (dintre care 7 ca prim autor/unic autor) și 3 îndrumare de laborator (dintre care 3 ca prim autor/unic autor) publicate în edituri recunoscute CNCSIS. De asemenea am realizat 6 suporturi de studiu/autoinstruire pe Web pentru curs și laborator la o serie dintre disciplinele susținute.

Pe parcursul anilor am îndrumat activitatea de cercetare a studenților: lucrări de licență (3); lucrări de disertație (34); proiecte de cercetare și teză de doctorat (2 doctoranzi aflați sub conducerea prof. dr. chim. Constantin Luca); lucrări științifice ale studenților pentru evenimente studențești organizate la nivel de facultate (cercuri științifice, simpozioane studențești etc.).

În perioada 2010 - 2013 am fost expert în științele educației la 2 proiecte didactice de tip POSDRU: “*Sistem de formare și evaluare centrat pe student, online, la discipline fundamentale de licență și masterat din învățământul superior tehnic*” (contract POSDRU/86/1.2/S/62485) și „*Rețea Națională de Formare Continuă a Cadrelor Didactice din Învățământul Preuniversitar Profesional și Tehnic - CONCORD*” (contract POSDRU/87/1.3/S/ 61397).

În comunitatea academică am fost implicată și prin alte activități, precum: membru în diverse comisii (admitere facultate, orar facultate, titularizare pe posturi didactice, cercuri

științifice studentești, disertație, doctorat); consilier și îndrumător de an; membru în consiliul departamentului de Inginerie Organică, Biochimică și Alimentară; membru în consiliul Facultății de Știința și Ingineria Materialelor și altele.

Activitatea de cercetare științifică am început-o odată cu înscrierea la doctorat în domeniul științific CHIMIE, în noiembrie 1990, sub îndrumarea prof. dr. chim. Nicolae Bâlbă, Universitatea „Al.I. Cuza” Iași, România. În 1999 am susținut teza: *“Zeoliți cristalini microporoși de tip SAPO - n; caracterizare structural - adsorbivă și reactivitate”*, primind titlul de DOCTOR în Chimie în 2000.

Pe parcursul ultimilor 21 de ani (după finalizarea tezei de doctorat), activitatea științifică a fost concentrată în principal pe realizarea unor studii teoretice și experimentale în domeniul materialelor micro- și nanostructurate de tipul biomateriale apatitice și membrane poroase cu aplicații în medicină și protecția mediului.

Rezultatele cercetării științifice proprii s-au concretizat în publicarea de articole științifice în reviste naționale și internaționale, obținerea de brevete de invenție, precum și participarea la simpozioane naționale / internaționale de profil.

De asemenea, prin câștigarea a 6 contracte de cercetare/granturi naționale (3) și internaționale (3), ca director de contract am putut să coordonez colectivul de cercetare din care fac parte și prin aceasta au fost obținute rezultate semnificative privind o serie de materiale poroase (biomateriale, membrane) precum și aspecte legate de aplicațiile lor, rezultate puse în valoare prin publicarea de articole științifice și participarea la simpozioane naționale și internaționale. Îmbunătățirea infrastructurii de cercetare din laboratoarele facultății noastre prin fondurile alocate din contracte, laboratoare în care își desfășoară activitatea cadre didactice, studenți, masteranzi și doctoranzi, se constituie într-o altă componentă a activității mele științifice deoarece nu se poate realiza nici o cercetare la exigențe internaționale fără echipamente moderne și performante.

Activitatea didactică și de cercetare științifică desfășurată pe parcursul carierei mele universitare se concretizează în următoarele realizări:

- Articole publicate: 192
 - 55 articole publicate în reviste ISI - 35 prim autor și/sau autor de corespondență
 - 31 în reviste din străinătate
 - 62 articole publicate în reviste indexate în baze de date BDI / CNCSIS
 - 39 articole publicate în reviste de specialitate CNCSIS neindexate în baze de date
 - 36 articole publicate în proceedings (dintre care 15 în proceedings ISI)
- Citări (în ISI Web of Knowledge) (fără autocitări): 428
- Hirsch Index: 15 (în ISI Web of Knowledge); 16 (în Scopus); 17 (în Google Scholar)
- Cărți: 11
- Brevete de invenție: 3
- Conferințe/simpozioane: 206 (68 internaționale; 138 naționale)
- Granturi/contracte: 25
 - 20 granturi/contracte naționale (3 ca director)
 - 5 granturi/contracte internaționale (3 ca director)
- Premii și diplome naționale și internaționale: 21 (8 internaționale)
- Membru în asociații profesionale naționale și internaționale: 10 (6 internaționale)
- Recenzor articole pentru diverse reviste ISI internaționale.

În **Capitolul II** se descriu pe larg principalele contribuții științifice în domeniul științific **Chimie**, având ca **direcție de cercetare principală** studierea unor *Materiale micro- și nanostructurate*, respectiv *Biomateriale apatitice* (în special cele pe bază de hidroxiapatită) și *Materiale poroase membranare*, cu aplicații în medicină și protecția mediului.

Rezultatele studiilor realizate sunt descrise în 3 secțiuni, după cum urmează:

- În **Subcapitolul II.1. Introducere** se prezintă pe scurt principalele direcții de cercetare și rezultatele (articole, cărți, brevete, contracte) obținute de candidată.

- În **Subcapitolul II.2. Stadiul actual al cercetării în domeniu** se prezintă aspecte importante actuale și de perspectivă din literatura de specialitate privind evoluția cunoașterii științifice pe plan mondial în domeniile „Biomateriale apatitice” și „Materiale membranare”.

- În **Subcapitolul II.3. Contribuții proprii** se descriu pe larg cele mai semnificative rezultate ale cercetării științifice obținute de candidată privind materialele micro- și nanostructurate cu aplicații în medicină și protecția mediului, respectiv: *Hidroxiapatita nanocristalină* (sinteză, caracterizare), *Hidroxiapatita substituită cu ceriu sau bismut* (sinteză, caracterizare), *Materiale hibride multifuncționale* (depuneri de hidroxiapatită pe suport metalic sau polimeric; sisteme cu eliberare controlată de medicament; compozite poroase membranare) și *Hidroxiapatita ca adsorbant* (adsorbții de ioni metalici, coloranți și medicamente).

Biomaterialele descrise în această teză sunt biomateriale din generația a 3-a, adică materiale inteligente și adaptive, capabile să stimuleze răspunsuri celulare specifice, deci materiale apte să regenereze țesuturi redându-le funcționalitatea. Aceste biomateriale sunt create prin combinarea proprietăților materialelor bioactive și a materialelor resorbabile, fiind capabile să activeze genele și să stimuleze regenerarea țesutului viu la nivel molecular. Biomaterialele pe bază de hidroxiapatită prezentate în teză au fost obținute sub formă de pulberi nanocristaline, filme subțiri sau matrice poroase 3D (scaffolds) pentru aplicații în ingineria tisulară. Aceste biomateriale permit îmbunătățirea funcționării implanturilor osoase convenționale prin depășirea limitărilor materialelor individuale și imitarea structurii țesuturilor calcificate, prevenind totodată infecțiile microbiene ce pot apărea.

Datorită posibilității de proiectare a proprietăților materialelor prin cuplarea de componente organice și anorganice, au fost create materiale multifuncționale hibride cu aplicații medicale (de exemplu, biomateriale pentru regenerarea tisulară) sau în protecția mediului (de exemplu, membrane compozite pentru separări).

De asemenea, hidroxiapatita nanocristalină s-a dovedit a fi un adsorbant de înaltă eficiență, ieftin și ecologic, cu o suprafață specifică mare, porozitate ridicată și o capacitate de schimb ionic foarte bună, calități adecvate pentru procesele de tratare a apei contaminate cu poluanți organici și metale grele.

Capitolul III al tezei de abilitare se referă la direcțiile viitoare de dezvoltare a carierei profesionale. Sunt prezentate succint elementele de continuitate și de noutate ce se vor reflecta în evoluția carierei mele profesionale.

Teza de abilitare se încheie cu „Bibliografie”, în care sunt incluse referințele care susțin cercetările efectuate.

ABSTRACT

The habilitation thesis entitled „**Micro- and nanostructured materials with applications in medicine and environmental protection**” presents a review of the didactic and academic activities, in particular the scientific results of the candidate from 1999 to 2020, subsequent to the support of the doctoral thesis.

The habilitation thesis is structured in three distinct chapters. Chapter I presents the main didactic, academic and scientific contributions. Chapter II refers to the most important own scientific achievements in the current context of the fields addressed. Chapter III refers to the perspectives on the evolution and development of the professional career.

Chapter I presents the professional achievements obtained during the 32 years of activity as a teacher (assistant, lecturer, associate professor and professor) in the Department of Organic, Biochemical and Food Engineering, the Faculty of Chemical Engineering and Environmental Protection „Cristofor Simionescu”, from “Gheorghe Asachi” Technical University of Iași.

Between 1988 and 2020 I was the holder of courses and applications in a series of disciplines for students from the Faculty of Chemical Engineering and Environmental Protection "Cristofor Simionescu" (FCEEP) and other faculties of the Technical University "Gheorghe Asachi" in Iasi, respectively: *Biocompatible materials* (MSc, Pharmaceutical and Cosmetic Products, FCEEP); *Methods of characterization and testing of materials 1* (MSc, Pharmaceutical and Cosmetic Products, FCEEP); *Sensory evaluation of food* (MSc, Food Control and Processing, FCEEP); *Chemistry* (BSc, 1st year, Faculty of Machine Manufacturing and Industrial Management, Faculty of Materials Science and Engineering, Faculty of Mechanics, Faculty of Electrotechnics); *Materials analysis techniques* (BSc, 2nd year, Faculty of Materials Science and Engineering); *Ceramic and composite materials* (BSc, 4th year, FCEEP); *Unconventional procedures for separating and conditioning natural and biologically active products* (MSc, Natural Products, FCEEP).

The didactic activity was supported by the publication of 11 books, respectively: 8 courses/textbooks/monographs (of which 7 as first author/sole author) and 3 laboratory guidelines (of which 3 as first author/sole author) published in CNCSIS recognized publishers. We have also created 6 course and laboratory supports on the Web for the study and self-instruction of the students, for a number of the disciplines supported.

During the years I have guided the research activity of the students: Bachelor theses (3); dissertation theses (34); research projects and doctoral thesis (2 doctoral students under the coordination of prof. dr. chem. Constantin Luca); scientific works of students for scientific events organized at the faculty level (workshops, student symposia, etc.).

Between 2010 and 2013 I was expert in the education sciences at 2 educational projects POSDRU type: „*Training and evaluation system centered on the student, online, in the basic disciplines of Bachelor's and Master's degree in higher technical education*” (contract POSDRU / 86 / 1.2 / S / 62485) and „*National Network of Continuous Training of Teachers in Pre-university and Technical Education - CONCORD*” (contract POSDRU / 87 / 1.3 / S / 61397).

In the academic community I was involved with other activities, such as: member in various commissions (faculty admission, faculty schedule, tenure on teaching positions, student scientific workshops, dissertation, doctorate); counselor and mentor for the students; member of the board of the department of Organic, Biochemical and Food Engineering; member of the council of the Faculty of Materials Science and Engineering and others.

The scientific research activity started with the registration of the doctorate study in the scientific field CHEMISTRY, in November 1990, under the guidance of prof. dr. chem. Nicolae Bâlbă, „Al.I. Cuza” University of Iasi, Romania. In 1999 I defended the thesis: “*The crystalline microporous zeolites of SAPO-n type; the structural-adsorbitive characterization and reactivity*”, receiving the title of DOCTOR (PhD) in Chemistry in 2000.

During the last 21 years (after the completion of the doctoral thesis), the scientific activity was mainly focused on conducting theoretical and experimental studies in the field of micro- and nanostructured materials of apatite biomaterials and porous membranes with applications in medicine and environmental protection.

The results of my own scientific research were materialized in the publication of scientific articles in national and international journals, obtaining patents, as well as participating in national/international symposia.

Also, by winning 6 research contracts/grants at national (3) and international (3) level, as a contract director I was able to coordinate the research team and thus have obtained significant results regarding a series of porous materials (biomaterials, membranes) as well as aspects related to their applications. These results were highlighted by the publication of scientific articles and participation in national and international symposia. Improving the research infrastructure in the laboratories of our faculty through the funds allocated from contracts, laboratories where teachers, students, masters and doctoral students work, is another component of my scientific activity because no research can be performed to the international requirements without modern and performing equipments.

The didactic and scientific research activity carried out during my university career is materialized in the following achievements:

- Articles published: 192
 - 55 articles published in ISI journals - 35 first author and/or correspondence author
 - 31 in abroad journals
 - 62 articles published in indexed journals in BDI databases / CNCSIS
 - 39 articles published in CNCSIS journals, not indexed in databases
 - 36 articles published in proceedings (of which 15 in ISI proceedings)
- Citations (in ISI Web of Knowledge) (without self-citations): 428
- Hirsch Index: 15 (in ISI Web of Knowledge); 16 (in Scopus); 17 (in Google Scholar)
- Books: 11
- Patents: 3
- Conferences/symposia: 206 (68 international; 138 national)
- Grants/research contracts: 25
 - 20 grants/contracts national (3 as manager)
 - 5 grants/contracts international (3 as manager)
- National and international awards and diplomas: 21 (8 international)
- Member in national and international professional associations: 10 (6 international)
- Article reviewer for various international ISI journals.

Chapter II describes in detail the main scientific contributions in the scientific field **Chemistry**, having as main research direction the study of **Micro- and nanostructured materials**, respectively *Apatitic Biomaterials* (especially those based on hydroxyapatite) and *Porous membrane materials*, with applications in medicine and environmental protection.

The results of the studies carried out are described in 3 sections, as follows:

- In "**Subchapter II.1. Introduction**" is briefly presented the main research directions and the results (articles, books, patents, contracts) obtained of the candidate.

- In "**Subchapter II.2. The current state of research in the field**" there are presented important current and perspective aspects of the specialized literature on the evolution of scientific knowledge worldwide in the fields "Apatitic Biomaterials" and "Membrane Materials".

- In "**Subchapter II.3. Own contributions**", the most significant results of the scientific research obtained by the candidate regarding the micro- and nanostructured materials with applications in medicine and environmental protection are described, respectively: *Nanocrystalline hydroxyapatite* (synthesis, characterization), *Cerium or bismuth-substituted hydroxyapatite* (synthesis, characterization), *Multifunctional hybrid materials* (hydroxyapatite deposition on metal or polymeric support; drug-controlled release systems; porous membranous composites) and *Hydroxyapatite as adsorbent* (adsorption of metal ions, dyes and drugs).

The biomaterials described in this thesis are biomaterials from 3rd generation, that are intelligent and adaptive materials, able of stimulating specific cellular responses to regenerate tissues restoring their function. These biomaterials are created by combining the properties of bioactive materials and absorbable materials, and these new materials are able to activate genes and stimulate regeneration of living tissue at the molecular level. The hydroxyapatite-based biomaterials presented in this thesis were obtained in the form of nanocrystalline powders, thin films or 3D porous matrix (scaffolds) for tissue engineering applications. These biomaterials allow to improve the functioning of the conventional bone implants by overcoming the limitations of the individual materials and imitating the structure of the calcified tissues, while preventing the microbial infections that may occur.

Due to the possibility of designing material properties by coupling organic and inorganic components, hybrid multifunctional materials have been created for medical applications (eg biomaterials for tissue regeneration) or for environmental protection (eg composite membranes for separations).

Also, nanocrystalline hydroxyapatite has been proven to be a high efficiency, cheap and environmentally friendly adsorbent, with a high specific surface area, high porosity and very good ion exchange capacity, suitable for treatment processes of water contaminated with organic and heavy metal pollutants.

Chapter III of the habilitation thesis refers to the future directions of professional career development. The continuity and novelty elements that will be reflected in the evolution of my professional career are briefly presented.

Habilitation thesis ends with "References", which includes references supporting researches.