

Rezumatul tezei de abilitare

Conf.Dr.Anca Dumitru

Teza de abilitare intitulată „**Materiale avansate pe bază de carbon și nanocompozite hibride – de la sisteme bioelectrochimice la aplicații de mediu**” prezintă o imagine de ansamblu a realizărilor profesionale, academice și științifice desfășurate până în prezent (2025), precum și a perspectivelor și direcțiilor viitoare ale cercetării și activităților academice pe care le am în vedere.

Activitatea de cercetare postdoctorală reprezintă o continuare a cercetărilor realizate în cadrul tezei de doctorat intitulate „Aplicații ale polimerizării în plasmă și ale proceselor de piroliză în sinteza de noi materiale carbonice și ceramici avansate din precursori polimerici”, finalizată și susținută în iunie 2005 la Facultatea de Fizică, Universitatea din București.

Teza de abilitare evidențiază evoluția și consolidarea direcțiilor principale ale activității mele de cercetare în perioada postdoctorală, cu un accent deosebit pe sinteza și caracterizarea materialelor avansate – incluzând **nanestructuri pe bază de carbon, nanocompozite polimerice și materiale hibride nanocompozite** – și pe aplicarea acestora în domenii precum **sisteme bioelectrochimice, conversia energiei și tratarea apelor uzate**.

Poluarea apei, deficitul de apă și crizele energetice creează o situație gravă și alarmantă pentru umanitate la nivel global și au determinat necesitatea dezvoltării unor noi tehnologii, capabile să răspundă atât cerințelor de conservare a resurselor naturale, cât și celor de reducere a impactului ecologic al activităților antropice. Aceste provocări urgente impun cercetarea și implementarea unor soluții inovative și sustenabile, care să integreze eficient tratamentele pentru poluarea apei, producția de energie regenerabilă și recuperarea resurselor, în vederea atenuării efectelor acestor crize asupra mediului și societății.

În acest scop, **celulele de combustie microbiene (MFC)** sunt considerate o tehnologie sustenabilă, care pot **combina tratamentul apelor uzate și producția de bioenergie într-un singur pas**, exploatând metabolismul microbial al biofilmului dezvoltat pe electrozi. **Dezvoltarea sistemelor bioelectrochimice**, cu un accent special pe MFC, a reprezentat un **pilon central al activității mele de cercetare postdoctorală**.

Materialul anodic este unul dintre cele mai importante aspecte în determinarea performanței și costului sistemelor MFC. Împreună cu materialul anodic, componenta microbială din apa uzată influențează performanța procesului, cu efecte asupra adeziunii bacteriene, creșterii biofilmului și a transferului de electroni. În acest sens, activitatea mea de cercetare postdoctorală a fost concentrată în principal pe dezvoltarea de materiale avansate pe bază de carbon și nanocompozite hibride pentru modificarea anodului precum și investigarea relației acestora cu conținutul și funcționalitatea azotului, compoziția comunității microbiene a biofilmului dezvoltat pe anod și performanța sistemelor MFC.

În plus, prin intermediul diverselor colaborări (Facultatea de Biologie, Facultatea de Chimie-Universitatea din București, Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Chimie și Petrochimie, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor, Reykjavik University), nanostructurile pe bază de carbon, polimerii conductori, nanocompozitele polimerice și materialele nanocompozite hibride au fost investigate pentru aplicații în domenii precum conversia energiei, tratarea și remedierea apelor uzate, realizarea de acoperiri antireflective și dezvoltarea de senzori.

Teza de abilitare este redactată conform recomandărilor CNATDCU, iar prima parte include o sinteză a realizărilor academice și științifice personale, evidențiind principalele realizări și contribuții originale obținute în activitatea de cercetare postdoctorală. A doua parte a tezei de abilitare rezumă direcțiile de cercetare și didactice care vor fi abordate în viitor, în cadrul unui plan de dezvoltare a carierei.

Prima parte a tezei de abilitare - „Principalele rezultate profesionale” - cuprinde două secțiuni: Secțiunea A - „Prezentare generală a realizărilor academice și de cercetare personale” și Secțiunea B - „Rezultate în direcțiile principale de cercetare”.

Secțiunea A oferă o sinteză a principalelor realizări academice, științifice și profesionale obținute pe parcursul carierei mele postdoctorale, subliniind o traiectorie coerentă în cercetare, predare, mentorat, dezvoltare instituțională, atragerea de fonduri pentru cercetare, colaborări cu universități și institute de cercetare, precum și aspecte legate de formarea academică continuă și dezvoltarea profesională.

Secțiunea B evidențiază evoluția și consolidarea activității mele de cercetare, în special în dezvoltarea materialelor funcționale avansate pe bază de carbon, a sistemelor nanocompozite hibride și a polimerilor conductori, cu accent pe aplicațiile acestora în energie sustenabilă, remedierea mediului și tratarea apelor. Secțiunea B este structurată în trei subcapitole care includ principalele realizări și contribuții ale activității de cercetare postdoctorală:

- ❖ **Celule de combustie microbiene: Modificarea anodului cu materiale avansate pe bază de carbon și materiale nanocompozite hibride** – include rezultatele obținute în studiile efectuate pentru modificarea anodului cu diferite materiale (nanostructuri pe bază de carbon, polimeri conductori/nanocompozite CNT, nanostructuri de carbon dopate cu azot, nanocompozite polimer-metal oxid) precum și dezvoltarea anozilor 3D pentru îmbunătățirea performanței sistemelor MFC. Rezultatele ilustrează faptul că, prin integrarea materialelor pe bază de carbon și nanocompozite hibride în elaborarea anozilor MFC, este posibil să se depășească limitările de lungă durată legate de ineficiențele transferului de electroni, densitățile mici de putere și problemele de aderență microbiană. (9 publicații indexate Web of Science și 2 capitole de carte)

- ❖ **Activitatea electrocatalitică a nanostructurilor pe bază de carbon în reacția de reducere a oxigenului (ORR)** – include rezultatele cercetării privind modificarea și funcționalizarea nanotuburilor de carbon precum și dezvoltarea unor materiale carbonice dopate cu azot, derivate din polianilină, pentru aplicații în reacția de reducere a oxigenului (ORR) în medii alcaline. Rezultatele obținute susțin dezvoltarea unor materiale catodice metal-free, cu cost redus, pentru sisteme alcaline, având un impact semnificativ în domeniul celulelor de combustie cu membrane schimbătoare de protoni și a celulelor de combustie microbiene, unde îmbunătățirea performanței electrocatalitice este esențială pentru creșterea eficienței și sustenabilității acestora. (2 publicații indexate Web of Science)
- ❖ **Nanomateriale funcționale avansate și materiale nanocompozite hibride pentru aplicații multifuncționale**- sunt prezentate rezultatele activității de cercetare legate de elaborarea nanomaterialelor și nanocompozitelor avansate, punând accent pe proprietățile lor adaptate pentru diferite aplicații multifuncționale. Principalele rezultate includ: acoperiri antireflective transparente pe bază de nanoparticule de TiO_2 funcționalizate cu agenți de cuplare silanici, sinteza ecologică a nitrurii de titan cu ajutorul nanocompozitelor hibride pe bază de TiO_2 mesoporos și poliacrilonitril precum și utilizarea nanostructurilor carbonice dopate cu azot din polianilină ca sisteme catalitice în procesele de ozonizare pentru îndepărtarea ibuprofenului din ape. (6 publicații indexate Web of Science)

În partea a doua a tezei de abilitare sunt prezentate planurile de dezvoltare și evoluție din perspectiva activității științifice, academice și de cercetare, care vor fi abordate în viitor și care justifică dorința de a conduce și îndruma doctoranzi în domeniul fizicii. Aceste planuri sunt elaborate în concordanță cu experiența profesională și personală, dar și cu oportunitățile oferite de infrastructura existentă în Facultatea de Fizică din cadrul Universității din București precum și prin intermediul colaborărilor cu institutele de cercetare și alte universități.

Teza de abilitare se încheie cu o trecere în revistă a referințelor bibliografice, conturând contextul științific în care au fost inițiate și dezvoltate cercetările mele personale și profesionale, și care includ și o parte a articolelor publicate în timpul activității mele de cercetare postdoctorale.