Rezumat Teză de Abilitare

Materiale micro- și nanostructurate avansate pentru aplicații biomedicale: sinteză, procesare, aplicații și caracterizare avansată

Candidat: Bogdan Ștefan VASILE – Dr. ing. din 2011, în prezent Cercetător Științific gradul II.

Contextul științific și relevanța

Această teză de abilitare consolidează o activitate de cercetare amplă și coerentă dedicată proiectării, sintezei, procesării și caracterizării avansate a materialelor micro- și nanostructurate pentru aplicații biomedicale. Cercetarea abordează provocări critice din știința modernă a materialelor, în special cererea pentru materiale biocompatibile, multifuncționale și antimicrobiene capabile să îmbunătățească rezultatele clinice în implantologie, managementul rănilor și regenerarea țesuturilor.

Relevanța științifică a lucrării este puternic aliniată cu prioritățile internaționale de cercetare în nanomedicină, ingineria biomaterialelor și materialele funcționale avansate, răspunzând unor probleme globale precum rezistența antimicrobiană, infecțiile asociate implanturilor și necesitatea unor soluții medicale regenerative.

Profilul candidatului și maturitatea științifică

Candidatul, Bogdan Ștefan Vasile, doctor în Inginerie Chimică, este Cercetător Științific II la POLITEHNICA București și deține multiple roluri de conducere în infrastructuri naționale de cercetare. Este șeful Laboratorului de Analiză Structurală Avansată și Microscopie Electronică din cadrul Centrului Național de Cercetare pentru Micro și Nanomateriale (CNMN) și ocupă funcția de manager tehnic al aceluiași centru. În plus, coordonează laboratoare în cadrul Centrului de Cercetare pentru Materiale, Produse și Procese Avansate (CAMPUS) și este membru al Consiliului Științific al acestuia.

Candidatul demonstrează independență științifică și capacitate de leadership avansate, evidențiate prin coordonarea unor proiecte de cercetare naționale și internaționale, managementul unor facilități de cercetare de ultimă generație și implicarea constantă în planificarea strategică a cercetării. Expertiza sa este deosebit de solidă în microscopie electronică de transmisie (TEM) și tehnici conexe (STEM, EDX, EELS, EFTEM), dobândită prin programe de formare specializată în instituții internaționale prestigioase.

Contribuții științifice

Micro- și nanomateriale pe bază de argint

O contribuție majoră a tezei constă în dezvoltarea biomaterialelor bazate pe nanoparticule de argint cu funcționalitate antimicrobiană îmbunătățită. Candidatul a demonstrat abordări originale pentru încorporarea argintului în matrice de hidroxiapatită, sisteme polimerice și

pansamente textile pentru răni, menținând în același timp integritatea structurală și compatibilitatea biologică.

Hidroxiapatita dopată cu argint a fost sintetizată prin coprecipitare controlată la temperatură joasă, menținând structura hexagonală a apatitei fără faze secundare. Analize structurale avansate au confirmat cristalinitatea la scară nanometrică, morfologia uniformă și substituția ionică reușită. Testele biologice pe linii celulare de macrofage au arătat că introducerea argintului a crescut potențialul antimicrobian, menținând în același timp o citocompatibilitate acceptabilă, ceea ce susține utilizarea materialului pentru acoperiri de implanturi.

În paralel, acoperirile compozite PLA/AgNP realizate prin tehnica Matrix-Assisted Pulsed Laser Evaporation (MAPLE) au prezentat o activitate antibiofilm puternică împotriva Staphylococcus aureus și Escherichia coli. Aceste acoperiri s-au dovedit a fi necitotoxice pentru celulele endoteliale și capabile să prevină colonizarea microbiană pe dispozitive medicale, răspunzând direct criteriilor CNATDCU privind aplicabilitatea și impactul societal.

Nanomateriale avansate pe bază de hidroxiapatită

Teza aduce contribuții semnificative în domeniul hidroxiapatitei substituite ionic, inclusiv sisteme dopate cu europiu și zinc. Aceste materiale au fost proiectate pentru a prezenta proprietăți fotoluminiscente, antimicrobiene și osteoconductive, extinzând domeniul funcțional al hidroxiapatitei dincolo de materialele tradiționale pentru substituția osoasă.

Lucrarea include și dezvoltarea unor structuri de hidroxiapatită obținute prin imprimare 3D, demonstrând capacitatea candidatului de a integra tehnologiile de fabricație aditivă cu știința nanomaterialelor. Aceste rezultate susțin indicatorii CNATDCU referitori la originalitate, interdisciplinaritate și transfer tehnologic.

Biomateriale pe bază de oxizi pentru vindecarea rănilor

O altă direcție importantă de cercetare se concentrează pe nanomateriale pe bază de oxizi, în special sisteme ZnO dopate (Co, Mn). Candidatul a stabilit corelații clare între chimia dopantului, structura defectelor și eficiența antibacteriană. Aceste materiale au fost aplicate cu succes în pansamente avansate pentru răni, demonstrând performanțe antimicrobiene îmbunătățite și potențial pentru regenerarea țesutului cutanat.

Această direcție de cercetare demonstrează rigoare metodologică prin utilizarea combinată a tehnicilor XRD, SEM, TEM și a testelor biologice, consolidând competența candidatului în caracterizarea fizico-chimică avansată, un criteriu important de evaluare CNATDCU.

Impact științific și vizibilitate

Impactul științific al activității candidatului este substanțial. Teza documentează peste 330 de publicații în reviste indexate, un factor de impact cumulativ ridicat, un h-index de 46 și peste 6000 de citări (excluzând autocitările). Candidatul este de asemenea autor sau coautor al mai multor brevete și câștigător al numeroase premii internaționale pentru inovare, confirmând atât excelența academică, cât și relevanța aplicativă.

În plus, candidatul este membru fondator și președinte al Societății Române de Microscopie Electronică și reprezentant activ în organizații europene de microscopie, demonstrând vizibilitate internațională și capacitate solidă de colaborare și networking.

Direcții de dezvoltare și perspective de cercetare viitoare

În concordanță cu cerințele de cercetare, teza prezintă clar direcțiile viitoare de cercetare, axate pe:

- dezvoltarea unor rute neconvenționale de sinteză pentru nanomateriale oxidice și neoxidice;
- materiale cu gradient funcțional și materiale multifuncționale pentru aplicații biomedicale;
- filme subțiri nanostructurate cu proprietăți electrice, magnetice și de biocompatibilitate controlate;
- funcționalizarea nanoparticulelor cu molecule biologic active;
- extinderea structurilor biocompatibile imprimate 3D pentru medicina regenerativă.

Candidatul demonstrează explicit capacitatea de a coordona cercetări doctorale, susținută de experiența anterioară în îndrumarea a peste 30 de doctoranzi și de accesul la infrastructură de cercetare avansată.