

UMFST Târgu Mureș - Școala Doctorală
Rezumatul tezei de doctorat

Contribuții privind biosinteza, caracterizarea fizico-chimică și activitatea biologică a unor nanoparticule metalice obținute cu medierea unor extracte vegetale

Conducător de doctorat: Prof. univ. dr. Corneliu Tanase

Doctorand: Năstaca – Alina Coman (Palade)

Nanotehnologia este o ramură a științei care studiază materialele și procesele la scară nanometrică (1–100 nm). Sinteza nanoparticulelor metalice prin metode chimice tradiționale implică adesea utilizarea de reactivi și condiții de reacție care pot fi dăunătoare mediului și sănătății umane. În acest context, biosinteza acestora, utilizând extracte vegetale ca agenți reducători și stabilizatori, reprezintă o alternativă ecologică și sustenabilă. Plantele utilizează mecanisme biologice avansate pentru a capta ioni metalici din mediu. În acest proces, extractele vegetale bogate în polifenoli, flavonoide și antociani joacă un rol esențial, datorită proprietăților lor chimice și biologice. Acești compuși acționează ca agenți de reducere și stabilizare, contribuind la formarea și controlul dimensiunii nanoparticulelor. Spre deosebire de metodele chimice și fizice, biosinteza realizată prin intermediul extractelor vegetale necesită un consum redus de energie, implică costuri mai mici și permite extinderea facilă la nivel industrial.

Ipoteza principală a acestei teze pornește de la prezumția că extractele vegetale obținute din ritidomul unor specii de stejar (*Quercus dalechampii*, *Q. frainetto*, *Q. petraea*) pot acționa ca agenți eficienți de reducere și stabilizare în biosinteza nanoparticulelor metalice, precum nanoparticule de aur (AuNPs), argint (AgNPs), platină (PtNPs) și paladiu (PdNPs). Se presupune că nanoparticulele metalice biosintetizate vor prezenta nu doar proprietăți fizico-chimice distincte, dar și activități biologice relevante, cum ar fi activitate antioxidantă, antibacteriană, antifungică și citotoxicitate specifică, datorită compușilor ce formează NPs.

Studiu 1. Obiectivul acestui studiu a fost biosinteza și caracterizarea AgNPs folosind extracte apoase din cele trei specii de *Quercus*. Polifenolii din extracte au jucat un rol esențial în reducerea ionilor de argint și în stabilizarea particulelor formate. După biosinteză, s-a observat o scădere a activității antioxidante, atribuită consumului polifenolilor în procesul de reducere. În ceea ce privește activitatea biologică, AgNPs au demonstrat o puternică acțiune antimicrobiană împotriva bacteriilor patogene, precum *Staphylococcus aureus* și *Pseudomonas aeruginosa*, precum și o activitate antifungică importantă împotriva *Candida krusei*. Totuși, aceste nanoparticule au manifestat toxicitate pentru celulele umane la concentrații peste 25 μg/ml, în timp ce extractele vegetale au fost mai bine tolerate, menținând o viabilitate celulară superioară. Aceste rezultate indică un potențial terapeutic promițător al AgNPs, dar subliniază și necesitatea monitorizării atente a toxicității în cazul utilizării clinice.

Studiu 1. Obiectivul acestui studiu a fost biosinteza și caracterizarea AuNPs folosind extracte apoase din ritidomul a trei specii de *Quercus*. Polifenolii au avut un rol important în reducerea ionilor de aur și în prevenirea agregării nanoparticulelor, fapt confirmat prin analiza FT-IR care a arătat interacțiuni chimice între polifenoli și suprafața AuNPs. Stabilitatea și dimensiunea nanoparticulelor au variat în funcție de extractul folosit. Din punct de vedere biologic, AuNPs au prezentat o activitate antioxidantă și antimicrobiană mai redusă față de extractele vegetale, dar au avut un potențial antifungic promițător, în special QD-AuNPs. Spre deosebire de extractele de *Quercus*, care au manifestat citotoxicitate la doze mari, AuNPs au fost bine tolerate de celulele umane, sugerând o biocompatibilitate ridicată și un potențial pentru aplicații biomedicale, cu posibilitatea de optimizare a procesului pentru îmbunătățirea proprietăților terapeutice.

Studiu 3. Obiectivul acestui studiu a fost biosinteza și caracterizarea PtNPs folosind extracte apoase din cele trei specii de *Quercus*. Analizele FT-IR și TEM au confirmat forma sferică, distribuția uniformă și stabilitatea chimică a nanoparticulelor, cu dimensiuni între 41 și 59 nm, variind în funcție de specia de *Quercus* utilizată. Nanoparticulele de platină au prezentat cea mai bună activitate antioxidantă dintre toate nanoparticulele studiate, în special cele obținute prin medierea extractului de *Q. petraea* (QP-PtNPs). În plus, acestea au manifestat o activitate antimicrobiană crescută împotriva bacteriilor Gram-negative, în special *Escherichia coli*, și o activitate antifungică semnificativă împotriva *Candida krusei*. Evaluările de citotoxicitate au arătat că PtNPs nu afectează viabilitatea celulelor HaCaT nici la concentrații mari, spre deosebire de extractele vegetale, ceea ce recomandă aceste nanoparticule pentru aplicații dermatologice datorită siguranței lor celulare.

Studiu 4. Obiectivul acestui studiu a fost biosinteza și caracterizarea PdNPs folosind extracte apoase obținute din ritidomul a trei specii de *Quercus*. Caracterizarea fizico-chimică a evidențiat dimensiuni mici și o suprafață mare de interacțiune pentru PdNPs, însă activitatea lor antioxidantă a fost limitată din cauza scăderii conținutului de compuși fenolici activi în structura finală. Cu toate acestea, PdNPs au demonstrat o activitate antimicrobiană selectivă, fiind eficiente în special împotriva *Staphylococcus aureus* și MRSA, precum și o activitate antifungică remarcabilă împotriva *Candida krusei*, posibil mediată prin generarea de specii reactive de oxigen (ROS). De asemenea, nanoparticulele au menținut o viabilitate celulară ridicată chiar și la concentrații mari, spre deosebire de extractele de *Quercus*, care au arătat citotoxicitate la doze crescute. Aceste rezultate confirmă biocompatibilitatea PdNPs și sugerează un potențial terapeutic și catalitic valoros.

Tema propusă se înscrie în tendințele actuale din domeniile nanotehnologiei și biomedicinei, prin dezvoltarea unor metode sustenabile de biosinteză a nanoparticulelor metalice, care valorifică compușii bioactivi naturali din plante. Cercetarea de față a demonstrat că nanoparticulele obținute prin această metodă posedă proprietăți biologice valoroase, cum ar fi activitatea antimicrobiană, antifungică și antioxidantă, în diverse grade, în funcție de metalul utilizat și de natura extractului vegetal.