Sisteme pe bază de hidrogeluri pentru eliberare controlată de antidoturi și substanțe decontaminante

Drd. Chim. Adriana-Elena BRATU

Conducător de Doctorat Prof. Dr. Ing. Izabela-Cristina STANCU

Rezumat

Prezenta teză de doctorat abordează dezvoltarea și evaluarea unor metode analitice avansate și materiale funcționale destinate identificării, decontaminării și reducerii efectelor expunerii la agenți chimici de război. Cercetarea integrează patru direcții experimentale complementare, combinând tehnici de chimie analitică, materiale nanostructurate și sisteme polimerice, în vederea îmbunătățirii capacităților de apărare împotriva amenințărilor cu agenți chimici de război.

Prima direcție de cercetare a vizat dezvoltarea și optimizarea unor metode analitice complementare GC–MS/MS și LC–MS/MS pentru identificarea biomarkerilor specifici expunerii la agenți neurotoxici și vezicanți în matrici biologice. Investigațiile au inclus produși de hidroliză, compuși intacți și aducți proteici, cu accent asupra caracterizării analitice a agenților neurotoxici din seria A. Metodele dezvoltate au demonstrat selectivitate ridicată și aplicabilitate în analiza probelor biologice complexe, performanța acestora fiind susținută prin participarea la teste interlaboratoare organizate de OPCW.

A doua direcție a urmărit dezvoltarea unor suspensii organice reactive de decontaminare, funcționalizate cu nanoparticule de ZnO, TiO_2 și zeolit. Evaluarea experimentală asupra iperitei sulfuroase (HD) și somanului (GD) a demonstrat o eficiență ridicată a procesului, formulările optimizate atingând aproximativ 95% decontaminare pentru HD în numai 2 minute și peste 99,9% pentru GD. Identificarea produșilor de degradare a furnizat, de asemenea, informații relevante privind mecanismele de transformare chimică a agenților toxici. O contribuție inovatoare a constat în dezvoltarea unor hidrogeluri detașabile, reticulate ionic cu ioni de calciu, pe bază de alginat, hidroxietilceluloză și gumă arabică, funcționalizate cu structuri metalo-organice. Formulările optimizate cu ZIF-8 au atins eficiențe de decontaminare de peste 80% în 10 minute, combinând îndepărtarea rapidă a contaminantului cu transformarea chimică parțială a acestuia și îmbunătățirea proprietăților mecanice ale materialului.

Ultima direcție de cercetare a vizat obținerea unor hidrogeluri fotoreticulate, funcționalizate cu halloysit, TiO_2 și ciclodextrine, destinate eliberării controlate a sulfatului de atropină. Formularea pe bază de β-ciclodextrină a prezentat cel mai favorabil comportament de eliberare susținută, evidențiind potențialul acesteia pentru dezvoltarea unor sisteme avansate de administrare a antidoturilor.

Elementul principal de noutate al tezei constă în abordarea complementară a identificării biomarkerilor de expunere, dezvoltării unor sisteme reactive nanostructurate de decontaminare, obținerii hidrogelurilor multifuncționale detașabile și realizării unor platforme de eliberare controlată a antidoturilor. În ansamblu, contribuțiile experimentale oferă o bază științifică pentru dezvoltarea unor strategii integrate de gestionare a expunerii la agenți chimici de război, cu potențiale aplicații în domeniul apărării CBRN și al protecției biomedicale.

Teza prezintă 222 pagini