

Borse di dottorato di ricerca finanziate da Regione Lombardia nell'ambito dell'Accordo di collaborazione con ENEA/Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo sostenibile (DGR n. 7792 del 17/01/2018 e 5321 del 4/10/2021).

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

Dottorato in: Scienze chimiche e farmaceutiche e innovazione industriale.

Luca Preti: Sensing cattura e smaltimento di nanoparticolato.

Abstract

Lo scopo di questo progetto di dottorato è la creazione di un nuovo materiale al fine di catturare e rilevare da un ambiente acquoso le nanoparticelle di metallo nobile, ampiamente impiegate. È stato utilizzato un nuovo metodo basato sul noto concetto di polimeri molecolari impressi (MIP) chiamati matrici impresse di nanoparticelle (NAIM). Questo metodo si basa sul drogaggio di una matrice polimerica con nanoparticelle e, dopo la loro rimozione per reazione chimica, sulla formazione nella matrice di cavità vuote della dimensione e della forma appropriate per la cattura del nanoparticolato. Un metodo è stato ottimizzato per la preparazione di matrici di gel di silice mediante sintesi sol-gel, con nanoparticelle incorporate di argento (AgNPs) o oro (AuNPs) di diverse dimensioni e forme. Dopo la messa a punto della sintesi del sol gel, modificando le condizioni di reazione come il precursore organosilano (TEOS e TMOS), il catalizzatore (comportamento acido o basico) e l'additivo chimico di controllo dinamico (CTAB o N,N-dimetilformammide), sono stati ottenuti monoliti quasi privi di fessurazioni (con il colore delle NP incorporate) ed è stato studiato un metodo per la completa ossidazione delle NP(nanoparticelle) templanti all'interno dei monoliti. È stato riscontrato che sia le AuNP che le AgNP possono essere facilmente rimosse da forti condizioni acide, come l'acqua regia o le soluzioni di acido nitrico. L'analisi ICP-OES mostra che dopo il trattamento acido quasi tutti gli ioni metallici vengono rilasciati nel surnatante lasciando liberi i residui del monolite. Per gli AgNP sono stati inoltre studiati metodi di ossidazione mediante reagenti lisci quali cisteamina cloridrato e soluzioni di nitrato di ferro. In seguito alla reazione di ossidazione mediante cinetica spettrofotometrica si è riscontrato che la completa rimozione di AgNPs dalla matrice di silice avviene in poche ore. Una caratterizzazione morfologica e compositiva completa dei monoliti è stata effettuata prima e dopo la rimozione delle NP del template. I campioni di monolite sono stati analizzati mediante analisi porosimetrica, spettroscopia FTIR, spettroscopia Raman, analisi XRD e imaging SEM. I risultati evidenziano l'assenza dei NP template dopo il processo di rimozione, l'aumento della superficie interna dei monoliti e la rimozione dei componenti organici relativi al rivestimento dei NP. È stata inoltre osservata la presenza di cavità di dimensioni e forma complementari alle NP del modello di partenza. I monoliti sono stati macinati e la polvere di monoliti di gel di silice è stata utilizzata per migliorare la superficie di contatto durante il processo di ricaptazione. La capacità di ricaptazione delle polveri è stata studiata aggiungendole a una soluzione colloidale AgNPs di 7 nm di diametro, con agitazione controllata e tempo di contatto. I processi di ricaptazione sono stati effettuati su soluzioni con diversa concentrazione di NP, tempo diverso e diverse dimensioni delle cavità modellate. I risultati hanno mostrato che il processo di ricaptazione dipende dal tempo ed è selettivo, a seconda della migliore corrispondenza del diametro / dimensione della cavità delle NP. Le polveri di gel di silice prodotte sono state utilizzate anche come sito attivo nel tentativo di preparare sistemi di rilevamento basati su microbilance a cristalli di quarzo, con lo scopo di rilevare selettivamente AgNP in soluzione acquosa.

Pubblicazioni

- Piersandro Pallavicini, Luca Preti, Maria L. Protopapa, Daniela Carbone, Laura Capodiecì, Yuri A. Diaz Fernandez, Chiara Milanese, Angelo Taglietti and Lavinia Doveri Nanoparticle-Imprinted Silica Gel for the Size-Selective Capture of Silver Ultrafine Nanoparticles from Water *Molecules* 2023, 28(10), 4026.

<https://www.openinnovation.regione.lombardia.it/it/iniziativa/accordo-di-collaborazione-con-enea>