

Sintesi e caratterizzazione di criogel a base di polivinil alcol con capacità biocida per la conservazione dei beni culturali

Relatore: Piero Baglioni - piero.baglioni@unifi.it
Correlatore: Giovanna Poggi - giovanna.poggi@unifi.it
Candidato: Ilaria Casu

I beni culturali rappresentano l'insieme di conoscenze, idee, storia e progresso scientifico di un popolo. Il patrimonio artistico costituisce, perciò, un mezzo di trasmissione della cultura tra generazioni e di memoria della storia dell'umanità. La conservazione di opere d'arte risulta dunque di fondamentale importanza.

Tra gli interventi di conservazione dei beni culturali rientra la pulitura, che può essere definita come la rimozione di materiale, solitamente non originale, che compromette la leggibilità dell'opera o, in casi estremi, persino l'integrità strutturale. Idealmente, questa operazione dovrebbe salvaguardare gli strati originali, agendo selettivamente sulle sostanze da rimuovere e garantendo, quindi, il controllo del processo in termini spaziali e temporali. Negli ultimi anni, la ricerca nel campo della "soft matter" ha avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo di sistemi che soddisfino questi requisiti, permettendo la messa a punto di supporti (gel) per la pulitura altamente ritentivi, che garantiscono un elevato controllo del processo.

Uno dei possibili interventi di pulitura è la rimozione di materiale biologico, come ad esempio batteri. Idealmente, l'operazione dovrebbe svolgersi in due fasi: inizialmente dovrebbero essere compromesse le capacità vitali dei batteri presenti, per poi procedere alla rimozione del materiale non più attivo. In generale, è da evitare l'applicazione diretta di soluzioni antibatteriche (solitamente ossidanti), poiché questo può causare ulteriori danni al manufatto stesso.

Le N-aloammine, composti derivanti dalle ammine nei quali uno o più atomi di azoto (N) sono legati ad un alogeno (X) sono sostanze dalle note capacità biocida. Queste molecole, efficaci nei confronti di un ampio spettro di microrganismi, sono caratterizzate da una eccellente stabilità chimico-fisica, nonché strutturale. L'effetto biocida delle N-aloammine risiede nel potere ossidante del legame N-X, la cui scissione in presenza di batteri ne causa la morte come conseguenza di un danno cellulare.

Molti idrogel per la pulitura di superfici artistiche sono stati realizzati negli ultimi anni, ma nessuno specificamente indirizzato alla rimozione di materiale biologico.

L'obiettivo di questo lavoro è stato la realizzazione di gel a base di polivinil alcol (PVA) e amido di riso, realizzati con modalità *freeze-thawing*, che presentassero sia efficacia pulente che capacità biocida, grazie alla presenza di una funzionalità derivata dall'acido 5-idantoinacetico, una N-aloammina.

L'acido 5-idantoinacetico è stato introdotto nei sistemi tramite un'iniziale reazione di esterificazione sulle catene di PVA, ottenendo un polimero con funzionalità idantoinica covalentemente legata alla catena (H-PVA-hyd). Dopo purificazione e caratterizzazione tramite Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) del PVA funzionalizzato, sono stati preparati idrogel con specifiche caratteristiche strutturali e appropriata risposta viscoelastica. Tali proprietà sono state investigate tramite microscopia a spettroscopia IR in Trasformata di Fourier (μ -FTIR), Microscopia Confocale a Scansione Laser (CLSM) e reologia.

È stato quindi messo a punto un protocollo di attivazione della funzionalità biocida. In presenza di un agente clorurante, i legami N-H di H-PVA-hyd vengono sostituiti da legami N-Cl. Questa fase ha rivelato che le procedure di clorurazione e di titolazione iodometrica del cloro attivo riportate in letteratura non sono applicabili sui sistemi realizzati in questo lavoro. Conseguentemente si è sviluppato un protocollo *ad-hoc* e la clorurazione dei sistemi è stata confermata da spettroscopia FTIR/ATR.

Sono stati eseguiti test biologici sul batterio *Bacillus subtilis*, spesso presente come parte del biofilm che ricopre e danneggia i beni culturali. I test biologici effettuati sono molto positivi, sia in termini di diminuzione della vitalità dei batteri (valutata tramite test "Live/Dead" via CLSM) che nella loro successiva rimozione.

È stato dimostrato, per la prima volta, che è possibile preparare idrogel, realizzati con metodo *freeze-thawing*, che includano N-aloammine, realizzando con successo un nuovo sistema, con combinate capacità biocida e di pulitura, che può rappresentare un grande passo avanti nel concetto di rimozione di materiale biologico nell'ambito dei beni culturali.