VINCITORI BORSE DI STUDIO RENATO UGO 2024 - 2025

Risanamento di matrici ambientali tramite l'utilizzo di microemulsioni per la mobilizzazione di contaminanti organici in fase pura residuale

Studio clinico retrospettivo sull'efficacia di kaftrio® in associazione a kalydeco® ad uso off-label in pazienti affetti da fibrosi cistica con mutazione N1303K

Polymer brush-supported photoredox catalysis

Techno-economic analysis of a cryogenic carbon capture plant applied to cement production

Risanamento di matrici ambientali tramite l'utilizzo di microemulsioni per la mobilizzazione di contaminanti organici in fase pura residuale

Ad oggi, la contaminazione delle matrici ambientali rappresenta un serio problema globale. Fra i contaminanti più diffusi ed impattanti, sicuramente ci sono i NAPLs (Non-Aqueous Phase Liquid) che sono contaminanti organici in fase liquida, idrofobici, limitatamente solubili in acqua ed aventi densità maggiore (DNAPLs) o minore (LNAPLs) dell'acqua, presentandosi come fase separata, parzialmente disciolta e/o adsorbita nella matrice porosa del suolo.

Poiché le tecnologie di bonifica esistenti non sempre garantiscono il raggiungimento dei limiti normativa causa della scarsa solubilità in acqua dei contaminanti in questione, negli ultimi anni è stata data una grande attenzione allo sviluppo di tecnologie innovative in grado di mobilizzare tali contaminanti anche da zone a bassissima permeabilità. Fra queste la tecnologia Surfactant – Enhanced Aquifer Remediation (SEAR) è basata sul potenziamento dei processi di soil washing e soil flushing con soluzioni acquose di surfattanti, capaci di ridurre la tensione interfacciale tra fluidi immiscibili e migliorare il desorbimento, la solubilizzazione, la mobilizzazione e la biodegradazione di composti organici dal suolo contribuendo ad una loro rimozione più efficiente.

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di valutare la possibile applicazione di due tensioattivi anionici, appartenenti alla famiglia degli alchil solfosuccinati, come agenti per la solubilizzazione e mobilizzazione di contaminanti organici idrofobici intrappolati in matrici porose sottoforma di fase pura residuale. Nello specifico, lo scopo della ricerca è stato lo sviluppo di una tecnologia basata sulla capacità dei tensioattivi di formare microemulsioni con la fase organica, in presenza di una determinata quantità di sale che è stata determinata sperimentalmente, al fine di potenziare la mobilizzazione ed il recupero dei contaminanti dalla matrice impattata, secondo i concetti operativi della tecnologia SEAR. Durante lo studio è stata eseguita una caratterizzazione chimico-fisica preliminare dei surfattanti per la determinazione della loro CMC (concentrazione critica micellare) e delle loro proprietà interfacciali. Successivamente sono state eseguite delle prove batch, i cui

risultati ci hanno permesso di costruire dei diagrammi di fase mediante metodo di scansione di salinità, al fine di capire quale fosse la formulazione ottimale per la nostra soluzione di lavaggio. Lo scopo delle prove in batch è stato quello di determinare la concentrazione ottimale di sale che ci permettesse di ottenere una microemulsione denominata Winsor III che presenta vantaggi unici nel trattamento di terreni contaminati da NAPLs. Dopo di che sono state eseguite delle sperimentazioni continue su colonna mirate a valutare la capacità dei tensioattivi di aggredire la fase separata residuale intrappolata da forze capillari. L'attività sperimentale è stata condotta su un apparato sperimentale a scala di laboratorio che simula un intervento di soil flushing potenziato con tensioattivi al fine di valutare la loro applicabilità nella mobilizzazione di contaminanti organici, quantificando la massa di contaminante mobilizzata come fase separata e/o come microemulsione e la massa solubilizzata. I risultati ottenuti hanno mostrato che l'utilizzo di entrambi i tensioattivi ha permesso di raggiungere elevati rendimenti di rimozione del Tricloroetilene e del Toluene, contaminanti target utilizzati per la sperimentazione, intrappolati per capillarità grazie alla formazione
di microemulsioni in-situ.
I risultati della tesi aprono interessanti opportunità per l'applicazione industriale nel risanamento di siti contaminati da composti organici idrofobici, come idrocarburi e solventi clorurati. La capacità delle microemulsioni di formare strutture stabili, come quelle denominate Winsor III, permette di aggredire la frazione residuale di contaminanti intrappolati nei pori del suolo, migliorando significativamente i tassi di rimozione rispetto alle tecnologie tradizionali.

Questa tecnologia, applicata secondo i principi della SEAR (Surfactant Enhanced Aquifer Remediation), offre vantaggi significativi, come la riduzione dei tempi e dei costi operativi e l'eliminazione della necessità di trattamenti ex-situ, minimizzando sia l'impatto logistico che i rischi ambientali associati alla movimentazione. È particolarmente adatta per siti industriali contaminati da NAPLs (Non-Aqueous Phase Liquids), trovando impiego in settori come la petrolchimica e il trattamento di rifiuti industriali.

Inoltre, l'adozione di microemulsioni sostenibili, grazie alla selezione di tensioattivi biodegradabili, riduce i rischi di inquinamento secondario promuovendo pratiche più ecologiche e allineate alle normative ambientali. Questo approccio rappresenta una soluzione innovativa per coniugare efficienza tecnica e sostenibilità ambientale, contribuendo al miglioramento delle strategie di bonifica industriale.

SIMONE GAGLIARDUCCI
Classe di laurea: Chimica Industriale (LM 71)
Sapienza Università di Roma



Studio clinico retrospettivo sull'efficacia di kaftrio® in associazione a kalydeco® ad uso off-label in pazienti affetti da fibrosi cistica con mutazione N1303K

La terapia con modulatori elexacaftor/tezacaftor/ivacaftor (ELX/TEZ/IVA), in Europa, è approvata per i pazienti con Fibrosi Cistica (FC) con almeno un allele F508del sul gene CFTR. La più recente letteratura suggerisce che ELX/TEZ/IVA sia attiva anche sulla mutazione N1303K del gene CFTR e quindi terapeuticamente vantaggiosa nei pazienti con almeno una mutazione N1303K.

In questo studio retrospettivo sono stati arruolati otto pazienti FC con almeno una mutazione N1303K, trattati con ELX/TEZ/IVA + IVA con prescrizione off label. I dati clinici sono stati osservati in quattro tempi: un anno prima dell'inizio della terapia, al tempo zero, a 4 e a 12 settimane dall'inizio del trattamento.
La funzionalità respiratoria (volume espiratorio forzato medio in un secondo, FEV1% pred.) è stata considerata come valore di risposta dell'efficacia al trattamento con ELX/TEZ/IVA + IVA.

Rispetto ai valori registrati prima dell'inizio del trattamento (tempo zero), il FEV1% ha mostrato un aumento di 17 punti percentuali mentre la capacità vitale forzata (FVC) è aumentata di 7 punti percentuali dopo 3 mesi di terapia.
Si è inoltre valutato l'aspetto nutrizionale considerando come parametro la variazione di BMI, che si è mantenuta costante.

Alessia Lancini
Classe di laurea: Farmacia e Farmacia Industriale (LM 13)
Università degli Studi di Padova

Polymer brush-supported photoredox catalysis

La catalisi organo-fotoredox mediata dalla luce visibile rappresenta un'alternativa sostenibile ed economica ai catalizzatori a base di metalli di transizione, ma la sua applicazione su scala industriale risulta limitata dalla difficoltà di separazione e recupero dei fotocatalizzatori omogenei. In questo lavoro, sono stati sviluppati sistemi fotocatalitici supportati su nanoparticelle di silice funzionalizzate con polimeri a spazzola, consentendo una facile separazione e riutilizzo del catalizzatore attraverso semplici metodi di centrifugazione, con il duplice vantaggio di migliorare la scalabilità del processo e ridurre il rischio di contaminazione del prodotto finale.

Il fotocatalizzatore è stato progettato modificando il 1,2,3,5-tetrakis(carbazol-9-il)-4,6-dicianobenzene (4CzIPN) con un'unità acrilica polimerizzabile, generando un monomero cataliticamente attivo, successivamente copolimerizzato con oligo(ethylene glycol) methyl ether acrylate (OEGA) mediante attivatori rigenerati da trasferimento elettronico nella polimerizzazione radicalica per trasferimento atomico (Activators Regenerated by Electron Transfer Atom Transfer Radical Polymerization, ARGET ATRP). Il copolimero ottenuto è stato testato in più cicli di reazione, dimostrando la possibilità di essere recuperato e riutilizzato senza perdita significativa di attività catalitica. Per migliorarne ulteriormente la

separabilità e la stabilità, sono state funzionalizzate particelle di silice con polimeri fotoattivi mediante polimerizzazione radicalica per trasferimento atomico avviata dalla superficie con attivatori rigenerati da trasferimento elettronico (Surface-Initiated ARGET ATRP). Il sistema finale, caratterizzato da una struttura core-shell con il fotocatalizzatore incorporato nella matrice polimerica, ha mostrato elevata facilità di recupero.

Dal punto di vista industriale, questo approccio offre numerosi vantaggi. La possibilità di separare facilmente il catalizzatore dalla miscela di reazione riduce il rischio di contaminazione del prodotto finale e semplifica le operazioni di purificazione, contribuendo all'abbattimento dei costi di produzione. Inoltre, la riciclabilità del sistema consente di ridurre il consumo di catalizzatori che possono risultare costosi o complessi da sintetizzare, favorendo un modello produttivo più sostenibile. La riduzione della produzione di rifiuti chimici e l'ottimizzazione dell'uso dei materiali rappresentano un significativo passo avanti per la sostenibilità dei processi fotocatalitici, rendendoli più compatibili con le esigenze dell'industria chimica moderna.

Un ulteriore elemento di innovazione è rappresentato dalla scelta del monomero OEGA, caratterizzato da proprietà anfifiliche che lo rendono solubile sia in solventi organici che in acqua. Sebbene questa caratteristica non sia ancora stata testata sperimentalmente, essa potrebbe consentire di estendere la reattività del fotocatalizzatore anche in ambiente acquoso, rendendo i processi industriali più sostenibili e riducendo la dipendenza dai solventi organici e i costi operativi ad essi associati. La combinazione di fotocatalisi visibile, supporti polimerici riciclabili e facilità di separazione del catalizzatore rende questo approccio altamente promettente per l'implementazione su larga scala di processi chimici più efficienti, economici ed ecocompatibili.

Elena Avanzini
Classe di laurea: Chimica (LM 54)
Università degli Studi di Padova

Techno-economic analysis of a cryogenic carbon capture plant applied to cement production

The growing concern over climate change has led to increasingly stringent environmental regulations aimed at reducing CO_2 emissions. Although carbon capture technologies currently focus on more established methods, cryogenic techniques offer significant advantages, including high-purity CO_2 products suitable for various industrial applications, the elimination of toxic chemical solvents, and reduced energy consumption. This thesis presents a techno-economic analysis of a cryogenic carbon capture process simulated in Aspen Plus®, applied to flue gases from a cement plant, one of the largest industrial contributors to greenhouse gas emissions. CO_2 is separated from the gas mixture in a desublimation column operating at atmospheric pressure and a temperature of -115 °C, achieving a CO_2 capture rate of 90% with a product purity exceeding 99.99%. This high degree of purity enables its suitability for a range of downstream applications, including geological sequestration and the utilization of CO_2 as a chemical feedstock in various industrial processes.



Following the simulation, an economic evaluation was conducted to assess both capital and operational costs. These cost assessments form the basis for estimating key performance indicators, including the Cost of Avoided CO_2, and the Specific Primary Energy Consumption for CO_2 Avoided. The results indicate that cryogenic carbon capture is less energy-intensive than conventional methods, with an energy penalty of 1.10 MJel/kgCO_2. This research underscores the potential of cryogenic technology as an advanced and economically feasible solution for CO_2 capture, particularly in high-emission industries such as cement production.

Davide Rubinaccio
Classe di laurea: Ingegneria Chimica (LM22)
Università degli Studi di Padova