

Biochar e microplastiche: decontaminazione biocompatibile?

S. Guernelli¹, Annalisa Zaccaroni², Alice Dal Chiele², Ettore Madonia³, Pellegrino Conte³, Paolo Lo Meo³

¹Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician", Università di Bologna, Bologna, Italia;

²Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie, Università di Bologna, Cesenatico (FC), Italia;

³Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche Chimiche e Farmaceutiche "STeBiCeF", Università di Palermo, Palermo, Italia

³Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali "SAAF", Università di Palermo, Palermo, Italia

Introduzione

Le microplastiche rappresentano ad oggi un contaminante ubiquitario, reperibile in qualunque compartimento ambientale e in tutte le specie viventi, a prescindere dal loro habitat e dalle loro caratteristiche ecologiche (An et al, 2020). Gli ambienti acquatici sono tra i compartimenti ambientali maggiormente interessati dalla presenza di questi contaminanti, anche in considerazione del fatto che i corpi idrici rappresentano il destino finale di tutti gli inquinanti, plastiche comprese, e sono gli ambienti in cui più facilmente si assiste alla frammentazione delle macroplastiche in microplastiche.

Il "Piano d'azione dell'UE verso l'inquinamento zero dell'aria, dell'acqua e del suolo" richiede una riduzione di almeno il 50% dei rifiuti di plastica in mare e di almeno il **30% delle microplastiche** rilasciate nell'ambiente entro il 2030. Se le macroplastiche possono essere eliminate in maniera relativamente facile dagli ambienti acquatici, grazie a sistemi di raccolta e/o filtraggio, più difficile è operare sulle microplastiche, anche e soprattutto a causa delle loro dimensioni.

Il biochar è definito come materiale ricco in carbonio (>90%) prodotto per conversione termochimica di biomasse o di altri composti carboniosi ad elevate temperature, in presenza o meno di ossigeno. Attualmente, questo materiale viene utilizzato come prodotto a se stante, o come componente di una miscela, con molte applicazioni: miglioramento del suolo, migliore efficienza di uso delle risorse, rimediazione o protezione contro l'inquinamento, mitigazione dei gas serra.

La presente ricerca vuole valutare l'applicabilità di biochar di varia origine vegetale nella decontaminazione delle acque dalle microplastiche.

Materiali e Metodi

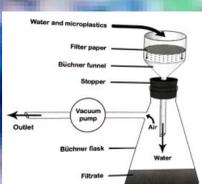
Materiale	Processo di produzione
HAY BC : Fieno di fave	Pirolisi a 450 °C
ALMOND HUSK BC : Mallo di Mandorle	Pirolisi a 450 °C
OPUNTIA BC : Pale di fico d'india	Pirolisi a 450 °C
OLIVE OIL PUMACE BC : Sansa di olive	Gassificato a 1200 °C
PIOPPO BC : Legno di pioppo	Gassificato a 1200 °C

Controllo 1: acqua suprapur (stima microplastiche «naturali»)

Controllo 2: acqua suprapur (90ml) + 30 mg MP

Prova 1: 90 ml di acqua suprapur + 30 mg MP + 30 mg di ciascun biochar in condizioni di staticità

Prova 2: 90 ml di acqua suprapur + 30 mg MP + 30 mg di ciascun biochar in condizioni di agitazione



Campionamento di 45 ml di soluzione a 1, 2 e 4 ore e filtrazione della soluzione a vuoto su membrana in nylon (0.45 µm, Incofar).

Letture al microscopio ottico Zeiss (10X) per il conteggio delle MP.

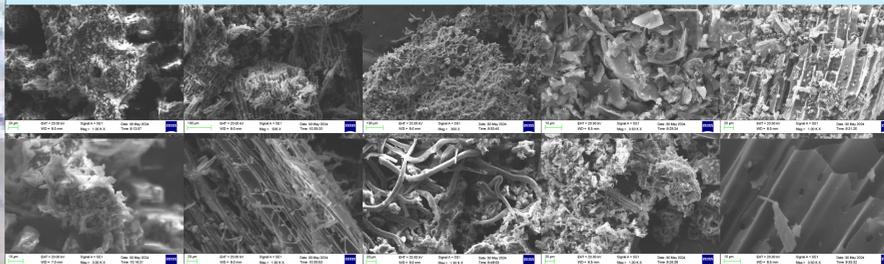


Caratterizzazione morfologica al SEM e rilassometria FFC-NMR del biochar per la definizione della porosità e della mobilità funzionale dell'acqua nei pori.



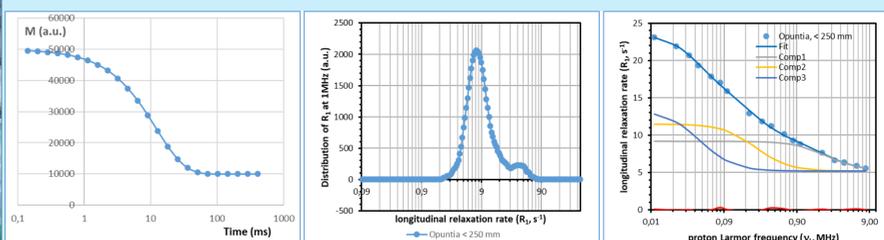
Risultati

Micrografia SEM e Rilassometria FFC-NMR



Pale di fico d'india Fieno di fave Mallo di mandorla Sansa di olive Legno di pioppo

Le micrografie SEM (SEM—EVO50P Carl Zeiss AG, Jena) evidenziano significative differenze morfologiche tra i diversi materiali, i quali, nonostante il trattamento pirolitico, mostrano una buona conservazione della struttura microscopica della matrice vegetale di partenza. Fieno e pioppo evidenziano molto bene la vascolarizzazione della fibra vegetale; il mallo di mandorla presenta una struttura a «intreccio di liane», mentre opuntia e sansa appaiono come masse spugnose e scagliose.



Tipica cinetica di rilassamento

ILT di una cin. rilassometrica

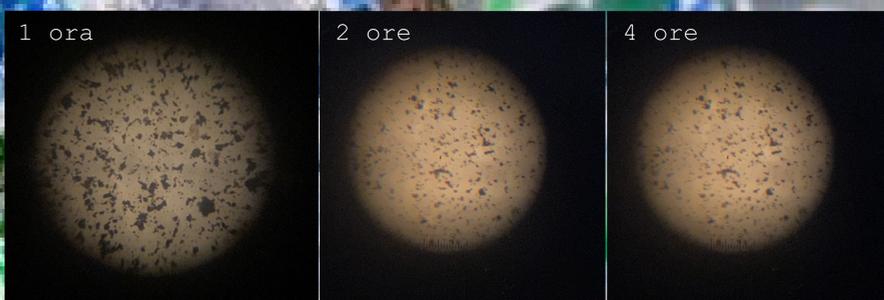
Curva NMRD e componenti BPP

Per la valutazione della mobilità funzionale del mezzo acquoso nei biochar si ricorre alla Rilassometria NMR a Ciclo di Campo Rapido (FFC-NMR). Le cinetiche di rilassamento longitudinale (T_1) vengono studiate a bassi campi magnetici (0.01-10 MHz) e sottoposte ad analisi tramite vari algoritmi matematici (Trasformata Inversa di Laplace, equazione di Bloembergen-Purcell-Pond [1]). Ciò consente di ricavare precise informazioni sulle dinamiche molecolari e di definire opportuni Indici di Connettività [2]. L'analisi dei dati relativi ai biochar utilizzati è tuttora in corso.

Adsorbimento di microplastiche

Per valutare le capacità adsorbenti di questi materiali sono stati usati i campioni OPUNTIA BC: pale di fico d'india e ALMOND HUSK BC: mallo di mandorle. L'acqua a cui erano state addizionate quantità note di microplastiche sono state lasciate a contatto in maniera statica per 1h, 2h e 4h con il materiale. Successivamente dai tre campioni di ciascun materiale è stata prelevata l'acqua ed è stata filtrata su filtro.

I filtri sono stati analizzati con il microscopio ottico (con ingrandimento 10X). Gli esperimenti sono stati condotti in duplicato. L'analisi dei dati ha permesso di osservare che l'utilizzo del biochar OPUNTIA BC porta a una riduzione di circa il 50% dopo 2 ore e del 60% dopo 4 ore; in presenza di ALMOND HUSK BC, biochar dalle caratteristiche morfologiche molto differenti si osserva una riduzione del contenuto di microplastiche nell'acqua del 50% dopo 2 e 4 ore.



Prove di Adsorbimento su ALMOND HUSK BC per tempi di contatto variabili

Discussione e Conclusioni

I dati ottenuti sono solo preliminari, andranno estesi anche agli altri campioni ma risultano essere promettenti. Differenze nel potere adsorbente sembrano essere in relazione alla differente morfologia del materiale e alla differente porosità. Le prove verranno completate verificando l'effetto dell'agitazione sul potere adsorbente, mentre l'influenza della struttura e della porosità verrà valutata utilizzando microplastiche fluorescenti dimensionalmente controllate. I dati saranno quindi razionalizzati per confronto con le proprietà di mobilità funzionale valutate per via rilassometrica.

Bibliografia

- [1] Landi, G.; Spinelli, G.; Zama, F.; Martino, D.C.; Conte, P.; Lo Meo, P.; Bortolotti, V. *Appl. Math. Comput.* **2023**, *444*, 127809.
[2] Lo Meo, P.; Terranova, S.; Di Vincenzo, A.; Chillura Martino, D.; Conte, P. *Anal. Chem.* **2021**, *93*, 8553–8558.