

Programma di ricerca

Titolo del progetto: ***“Valutazione del fine vita di polimeri bio-based a base di acido 2,5-furandicarbossilico per applicazioni ad elevato valore aggiunto”***

Negli ultimi anni l'interesse della ricerca si è concentrato sulla sintesi, sulla modifica strutturale e sulla funzionalizzazione di poliesteri sostenibili ottenuti dall'acido 2,5-furandicarbossilico (FDCA). Questa molecola può essere prodotta a partire da biomasse rinnovabili mediante processi di fermentazione di monosaccaridi, quali glucosio e fruttosio, oppure di polisaccaridi come l'amido. Durante tali processi, gli zuccheri vengono dapprima trasformati in 5-idrossimetilfurfurale (HMF), che successivamente viene ossidato, in presenza di opportuni catalizzatori, per ottenere l'FDCA.

L'acido 2,5-furandicarbossilico è incluso tra i principali *building blocks* di origine rinnovabile individuati dall' U.S. Department of Energy, distinguendosi come l'unico composto aromatico presente in tale elenco. Grazie alla sua notevole somiglianza strutturale con l'acido tereftalico (TPA), l'FDCA è stato proposto come sostituto di quest'ultimo nella sintesi di poliesteri alternativi al tradizionale poli(etilene tereftalato) (PET). Tra questi, il poli(etilene furanoato) (PEF), ottenuto per policondensazione dell'FDCA con glicole etilenico, rappresenta il materiale maggiormente studiato. Il PEF possiede eccellenti proprietà meccaniche e una superiore capacità barriera rispetto al PET; tuttavia, analogamente a quest'ultimo, non è biodegradabile. Inoltre, presenta alcune criticità, tra cui una elevata fragilità e una cinetica di cristallizzazione relativamente lenta.

L'interesse scientifico nei confronti dei polimeri derivati dall'FDCA ha permesso di sviluppare nuovi materiali a base furanica con proprietà modulabili, adatti a numerose esigenze applicative, tra cui omopoliesteri ottenuti impiegando dioli sia alifatici sia aromatici, copoliesteri e materiali compositi. Lo sviluppo di tali materiali deve restare coerente con i principi della *green chemistry*, ad esempio privilegiando processi sintetici che evitino l'utilizzo di sostanze pericolose e che minimizzino l'impatto ambientale dell'intero processo produttivo. Inoltre, relativamente al fine vita di tali polimeri a base di FDCA, dal momento che la loro biodegradabilità non è sempre garantita, l'approccio ideale deve essere orientato alla massima valorizzazione del materiale attraverso strategie di riutilizzo e riciclo. Tale approccio assume particolare rilevanza considerando che la disponibilità di biomassa rinnovabile, pur essendo una risorsa preziosa, rimane ancora limitata.

Nell'ambito del progetto FURIOUS, sono già state studiate diverse formulazioni a base furanica su piccola scala, di cui sono state selezionate le più promettenti in vista delle diverse applicazioni d'avanguardia previste dal progetto stesso. In tale contesto, il presente progetto di ricerca si pone come obiettivo quello di risintetizzare su più larga scala le formulazioni selezionate nei vari settori e di mettere a punto delle strategie di fine vita sostenibile. Più in dettaglio, per quanto riguarda il settore dell'*automotive* (filtro d'aria), verranno valutate soluzioni di riuso e riciclo chimico. Viceversa, nel settore del packaging biomedicale ed elettronico, verrà implementata una soluzione di riciclo enzimatico che prevede la degradazione enzimatica del polimero con recupero in elevata resa e purezza dei monomeri costituenti, risintesi del polimero e sua caratterizzazione per valutare il suo possibile reimpiego nello stesso ambito o in ambiti alternativi. La caratterizzazione prevederà la

valutazione delle proprietà molecolari (composizione chimica e peso molecolare), termiche (stabilità termica e transizioni termiche), meccaniche (prove di trazione) e barriera (prove di permeabilità all'ossigeno e al vapore acqueo). I risultati ottenuti verranno confrontati con quelli relativi ai polimeri vergini, per verificare l'effettivo successo della procedura adottata.

Piano di attività

L'attività di ricerca dell'assegnista verrà svolta in collaborazione con gli altri partner del progetto HORIZON-JU-CBE-2022: "FURIOUS: Versatile FURan-based polymers for strict and high value applications in packaging, automotive and underwater environments". Tutta l'attività di ricerca sarà svolta presso i laboratori LAMAC del Dipartimento DICAM.