

## PHA più facili da riciclare

Uno studio italo-americano ha individuato nuovi approcci per sintetizzare PHA con migliorate proprietà fisiche, riciclabili mediante depolimerizzazione.

10 luglio 2023 08:45

Il riciclo mediante depolimerizzazione di biopolimeri a base di poliidrossialcanoati (PHA) è il tema di un recente studio pubblicato su Science da Miriam Scoti, ricercatrice presso Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università di Napoli Federico II, in collaborazione con il gruppo del prof. Eugene Chen della Colorado State University. Oggetto della ricerca è la sintesi di bioplastiche a base PHA che, grazie a modifiche della struttura molecolare, siano al tempo stesso compostabili e riciclabili, pur mantenendo proprietà e lavorabilità.

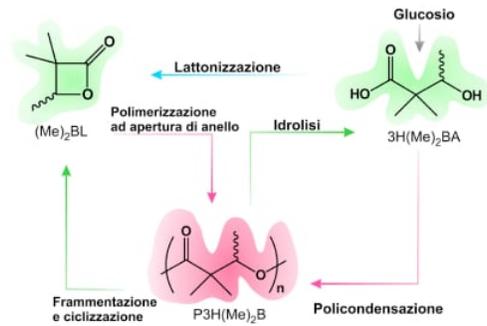
Nell'articolo "*Chemically circular, mechanically tough, and melt-processable polyhydroxyalkanoates*" (vedi [QUI](#)), i ricercatori partono dall'assunto che i PHA possono essere sintetizzati in laboratorio (e non solo attraverso batteri) mediante reazioni di polimerizzazione catalitica, con il vantaggio di poter generare polimeri dalla struttura molecolare diversificata, controllando massa molecolare, microstruttura, reattività e proprietà funzionali, che i batteri non sono in grado di fare.

Sia i PHA biosintetizzati da microorganismi, sia quelli ottenuti da sintesi chimica - spiegano gli autori della ricerca - presentano ancora grandi limiti in termini di proprietà fisiche che ne limitano le applicazioni e ne impediscono una diffusione industriale. Inoltre, sono biodegradabili ma non riciclabili chimicamente per riportarli ai monomeri di partenza.

Scadenti proprietà fisiche e instabilità termica sono dovuti alla struttura molecolare e alla presenza di idrogeni vicini al gruppo carbonilico che promuovono ad alte temperature una reazione di degradazione che porta alla formazione di sottoprodotti a bassa massa molecolare, provocando così una forte diminuzione della viscosità del fuso nelle condizioni usuali di processo.

Nel lavoro pubblicato su Science, viene descritta la sintesi - mediante opportuni catalizzatori organici - di nuovi PHA dalla struttura molecolare modificata, dove gli atomi di idrogeno responsabili della degradazione termica vengono sostituiti da gruppi alchilici. Secondo Miriam Scoti, questa semplice sostituzione rende il polimero stabile alle alte temperature e processabile nel fuso.

I nuovi PHA modificati sono stati ottenuti sia attraverso policondensazione dell'acido



3-idrossi-2,2-dimetilbutirrico, a sua volta ottenibile dal glucosio, sia attraverso polimerizzazione ad apertura di anello del lattone ottenuto dallo stesso idrossiacido, utilizzando in entrambi i casi condizioni blande e catalizzatori organici disponibili in commercio. Inoltre, questi polimeri, sia che vengano sintetizzati tramite policondensazione che da polimerizzazione ad apertura di anello, trattati con basi di diversa forza ad alte temperature depolimerizzano facilmente in idrossiacido o nel lattone di partenza.

Le migliori proprietà termiche e meccaniche osservate in questi nuovi PHA sono in gran parte dovute alla capacità di cristallizzare anche in assenza di una perfetta stereoregolarità. Questo - osserva Scoti - è uno dei rari esempi di polimeri che cristallizzano indipendentemente dalla regolarità nella successione della configurazione delle unità chirali lungo la catena e fornisce una strategia di grande valore per la sintesi di PHA ad alte prestazioni, senza richiedere l'utilizzo di catalizzatori stereoselettivi appositamente progettati.

Lo studio della struttura cristallina, da cui dipendono le proprietà, è stato condotto combinando tecniche di diffrazione di raggi X e metodi computazionali basati sulla Teoria del Funzionale della Densità (DFT). La ricerca ha permesso di individuare le possibili conformazioni che le macromolecole isotattiche e atattiche assumono nello stato cristallino e di spiegare la caratteristica di questi materiali di cristallizzare anche in assenza di regolarità nella configurazione.

Questo tipo di cristallizzazione, indipendente dal grado di disordine strutturale, permette di regolare le proprietà termiche, che dipendono dalla stereoregolarità, senza compromettere la resistenza meccanica, che invece dipende dalla cristallinità. I polimeri stereoregolari presentano infatti una temperatura di fusione più alta dei polimeri stereoirregolari ma entrambi mostrano una buona resistenza meccanica.

Vedi anche: [Chemically circular, mechanically tough, and melt-processable polyhydroxyalkanoates](#)

© Polimerica - Riproduzione riservata