

Economia Cicloplastica

Questo progetto si riferisce alla Task 3.2.2 "Tesoro dai rifiuti: depolimerizzazione di plastiche e tessuti sintetici" del progetto Made in Italy Circolare e Sostenibile Extended Partnership.

Elementi chiave del progetto

I settori della moda, del tessile, dell'arredamento e dell'alta tecnologia producono enormi quantità di scarti di polimeri sintetici. Questi rappresentano un problema ambientale ed economico significativo, ma anche una preziosa fonte di materie prime secondarie. La valorizzazione di questi ultimi in prodotti e materiali di mercato richiede lo sviluppo di metodologie sostenibili di depolimerizzazione *attraverso il* riciclo chimico, che attualmente sono in fase iniziale.

Risultati attesi

Sviluppo di tecnologie sostenibili per la conversione selettiva di residui plastici ottenuti dall'industria tessile, calzaturiera, dei rivestimenti e degli imballaggi (poliesteri, poliammidi, poliuretani), nonché di materiali domestici post-consumo, in nuove materie plastiche, intermedi farmaceutici, solventi, additivi cosmetici, tessuti sintetici. Progettazione di plastiche riciclabili e di plastiche da materiali riciclati.

Piano di lavoro

Il progetto sarà suddiviso nelle seguenti attività, che rappresentano le possibilità e le direzioni complementari per la depolimerizzazione della plastica, a seconda della strategia adottata, del progetto del percorso di riciclaggio selezionato e del tipo di plastica da trattare. Ogni attività avrà un partner leader:

1. *Metodi catalitici avanzati per il riciclo molecolare sostenibile delle materie plastiche (leader CNR)*

Verranno sviluppati catalizzatori e processi innovativi, che puntano all'efficacia dei costi, al basso impatto ambientale e alla selettività della depolimerizzazione. Catalizzatori eterogenei e sequenze di reazione in cascata e in one-pot saranno le opzioni preferite. Si prenderà in considerazione l'uso di liquidi ionici e solventi eutettici profondi, in combinazione con metodologie non convenzionali (ad esempio ultrasuoni, microonde).

2. *Riciclaggio chimico di termoindurenti e compositi rinforzati con fibre (leader PoliMi)*
Verranno studiati e sviluppati nuovi metodi di solvolisi e pirolisi assistita da microonde per una depolimerizzazione economica in condizioni miti di resine termoindurenti (poliesteri, epossidici) e per un efficiente recupero di fibre di vetro e carbonio dai corrispondenti materiali compositi. Le caratteristiche fisiche delle fibre riciclate saranno valutate attraverso tecniche micromeccaniche innovative. Le frazioni organiche recuperate dalla depolimerizzazione saranno valutate per il riutilizzo nelle formulazioni dei rivestimenti. Verranno calcolati gli indicatori di circolarità dei materiali per le tecnologie proposte.
3. *Riciclaggio chimico del polistirene espanso (EPS) (leader UniNa)*
Lo smaltimento dell'EPS è un problema principale a causa dei costi elevati. Il riciclaggio dell'EPS sarà studiato secondo un modello a ciclo chiuso utilizzando il metodo di dissoluzione/polimerizzazione. I rifiuti in EPS saranno disciolti in stirene e la soluzione ottenuta sarà sottoposta a polimerizzazione in sospensione, per ottenere PS senza separazione di polimeri e solventi. Questo processo ha un forte potenziale per produrre EPS riciclato con buone proprietà e permetterà di riciclare l'EPS senza la formazione di rifiuti secondari, secondo i principi dell'economia circolare. Lo strumento LCA sarà utilizzato per valutare la sostenibilità.
4. *Data mining biologico per la scoperta e l'applicazione di enzimi per la depolimerizzazione delle materie plastiche (leader UniPd)*
L'attività comprenderà:
 - 1) l'esplorazione di set di dati (meta)genomici e di database genici per l'identificazione e l'analisi di enzimi utili per la depolimerizzazione delle materie plastiche;
 - 2) lo studio di meccanismi funzionali legati all'attività enzimatica e alla regolazione genica (compresa l'intelligenza artificiale, la modellazione delle proteine, la genomica e la trascrittomica);
 - 3) attività di convalida del potenziale di depolimerizzazione degli enzimi identificati utilizzando esperimenti in laboratorio;
 - 4) percorsi metabolici esistenti e selezione degli enzimi in base alla struttura dei prodotti di depolimerizzazione, utilizzando algoritmi predittivi;
 - 5) ottimizzazione dell'uso dei codoni, ingegneria genetica, clonazione dei candidati enzimatici ed espressione eterologa degli enzimi utilizzando diversi ospiti (ad es. *E. coli* e *Synechocystis*);
 - 6) test in vitro dell'attività dei migliori candidati enzimatici ottenuti dall'espressione eterologa.



MICS

Made in Italy
Circolare e Sostenibile

5. *Materiali termoindurenti circolari da fonti naturali (leader PoliMi)*

Questa attività è finalizzata alla preparazione di polimeri termoindurenti (TSP) biobased sostenibili, ottenuti principalmente da fonti biologiche derivate da rifiuti. Verrà realizzata una riprogettazione ecologica: I TSP devono essere sottoposti a rimodellamento, riciclo e depolimerizzazione, innescando le loro reazioni di degradazione. I polimeri, come i poliesteri da monomeri a base biologica e le proteine, saranno i mattoni dei TSP, evitando le sostanze chimiche a bassa massa molecolare. Verranno preparati bionanocompositi circolari, utilizzando preferibilmente nanofiller di origine biologica.

6. *Sviluppo di polimeri a base di rifiuti e biodegradabili con diversa composizione monomerica (leader Sapienza)*

Produzione di biopolimeri microbici (cioè poliidrossialcanoati, PHA) con colture microbiche miste (MMC) arricchite in microrganismi produttori di PHA. Come materia prima del processo verranno utilizzati sia residui agroindustriali (ad es. acque reflue) convertiti in acidi organici, sia miscele di acidi sintetici formulate ad hoc. L'effetto della composizione degli acidi e delle condizioni operative applicate sulla composizione del PHA (in particolare sul contenuto di idrobutirrato, idrossivalerato e altri monomeri) sarà studiato e collegato alle proprietà del polimero che, a loro volta, influiscono sulla sua applicazione finale.

Fondazione MICS Made In Italy Circolare e Sostenibile

Sede legale:

Piazza Leonardo Da Vinci 32,
20133 Milano

Sede operativa:

Via Durando 10, 20158 Milano
presso MADE Competence Center

PEC: mics@mypec.eu
C.F. 97931690156

mics.tech