

BIOPLASTICHE IN AMBIENTE MARINO: EFFETTI DEGLI ADDITIVI

LE BIOPLASTICHE OGGI IN COMMERCIO NECESSITANO ANCORA DI MIGLIORAMENTI PER ESSERE SOSTITUITI SOSTENIBILI DELLE PLASTICHE CONVENZIONALI, PER GLI ELEVATI TEMPI DI DEGRADAZIONE RISCONTRATI IN AMBIENTE NATURALE E A CAUSA DEL RILASCIO DI ADDITIVI POTENZIALMENTE PERICOLOSI PER LA SALUTE.

Le plastiche sono materiali formati da un ampio numero di polimeri organici diversi tra loro e sarebbe corretto, pertanto, usare il termine plurale. Tuttavia, è assai più comune l'uso generico del nome singolare plastica. La plastica è un materiale versatile, resistente, economico, durevole, e per questo ha contribuito a numerosi progressi tecnologici, interessando fra gli altri l'edilizia, l'industria automobilistica, gli imballaggi e la conservazione del cibo. Questo ha comportato un aumento della produzione che è passata da 1,5 milioni di tonnellate nei primi anni 50 del 1900 fino a 390 milioni di tonnellate all'anno nel 2021, tanto che gli scienziati fanno riferimento a questo periodo definendolo "età della plastica". A causa del grande uso e della sua estrema durabilità la plastica oggi rappresenta uno dei principali rifiuti che inquina l'ambiente terrestre e acquatico.

È ben noto il fenomeno della frammentazione delle plastiche, attraverso cui si formano micro- e nanoplastiche, ma un problema meno conosciuto è legato al rilascio di additivi, sostanze aggiunte durante le fasi di produzione per migliorare la qualità dei prodotti finali. Gli additivi hanno diverse funzioni, fra cui quelle di plastificanti, ritardanti di fiamma, stabilizzanti, antiossidanti e pigmenti, e possono costituire una percentuale rilevante del materiale commercializzato. Fra essi sono presenti composti organici come bisfenolo A, ftalati, ritardanti di fiamma bromurati, sostanze per le quali sono dimostrati da anni effetti avversi sugli organismi viventi, oltre a metalli come alluminio, cobalto, nichel, stagno, zinco ecc. Gli additivi, per la maggior parte, non sono legati in maniera covalente ai polimeri; pertanto, nel tempo tendono a essere rilasciati nel mezzo circostante.

Dato il problema di accumulo di plastica nell'ambiente, la ricerca ha sviluppato nuovi tipi di materiali plastici "sostenibili"

PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

Per promuovere l'economia circolare e mitigare l'inquinamento ambientale, l'industria delle bioplastiche ha iniziato a eliminare gradualmente i polimeri derivati dai prodotti petrolchimici. Si tratta di un'azione meritoria, ma non sufficiente dato che le bioplastiche in commercio contengono anche additivi potenzialmente dannosi. La plastica scartata spesso finisce nell'oceano, dove molte sostanze chimiche che dalle plastiche sono rilasciate nell'ambiente acquatico si sono rivelate tossiche per gli organismi marini. Sono quindi urgenti maggiori informazioni sui contaminanti di emergente preoccupazione (bisfenoli, ftalati ecc.) e altre sostanze presenti come additivi nelle bioplastiche, che i produttori non forniscono. D'altra parte, non sono disponibili protocolli standardizzati per ottenere e caratterizzare in laboratorio le sostanze chimiche rilasciate dalle bioplastiche, così come dalle plastiche convenzionali. Nella chiara impossibilità di ottenere una lista completa degli additivi rilasciati in mare e la loro tossicità, è fondamentale utilizzare approcci chimici e biologici integrati per valutare i rischi associati alle esposizioni alle miscele di sostanze chimiche rilasciate dai diversi prodotti destinati al commercio. Importante anche la collaborazione dei produttori di nuove bioplastiche con i ricercatori, per identificare alternative sostenibili e più sicure evitando *ab origine* lo sversamento di rifiuti tossici negli oceani.

Elena Fabbri

Professoressa ordinaria di Fisiologia, Dipartimento di Scienze biologiche, geologiche e ambientali (Bigea), Università di Bologna

chiamati bioplastiche, creati con l'intento di degradarsi più velocemente e causare danni minori quando dispersi in ambiente. Un materiale plastico si può definire "bio" se:

- 1) è costituito di polimeri che hanno caratteristiche di biodegradabilità, e può essere mineralizzato tramite attività di microrganismi portando alla formazione di CO₂, acqua e biomassa
- 2) oppure è ottenuto almeno in parte da quei materiali che contengono carbonio organico originato da fonti rinnovabili come amido, cellulosa e zucchero, contrapponendosi così alle plastiche originate da fonti fossili e non rinnovabili come il petrolio. Va sottolineato quindi che una bioplastica basata su materiale biologico non è necessariamente biodegradabile, viceversa bioplastiche prodotte da fonti fossili possono essere biodegradabili. Esistono quindi bioplastiche non degradabili costituite da materiali a base biologica, bioplastiche a base biologica e biodegradabili, e bioplastiche biodegradabili costituite da materie prime di origine fossile.

Secondo la Direzione generale della Commissione europea per l'Ambiente sono sei i principali polimeri considerati bioplastiche: le miscele di amido, l'acido polilattico (Pla), i poliidrossialcanoati (Pha), il polibutilene succinato (Pbs), il policaprolattone (Pcl) e il polibutilene adipato-co-terefalato (Pbat). In particolare, Pla, Pha e le miscele di amido sono sia biodegradabili sia prodotte da fonti organiche rinnovabili; mentre Pbs, Pcl e Pbat sono polimeri biodegradabili originati da fonti fossili (figura 1). Le bioplastiche costituite da questi polimeri possono anche essere prodotte in maniera composita, ad esempio come combinazioni Pbat/Pla e Pbat/amido.

La degradazione delle bioplastiche in ambiente marino si compone di tre fasi: la frammentazione a opera di fattori abiotici (es. onde, temperatura, abrasione della sabbia, raggi Uv) e biotici (attività di microrganismi); l'idrolisi interviene poi come reazione di depolimerizzazione, passando da polimeri a oligomeri e monomeri mediante l'attività di



FOTO: BRIAN YURATIS - UNSPLASH

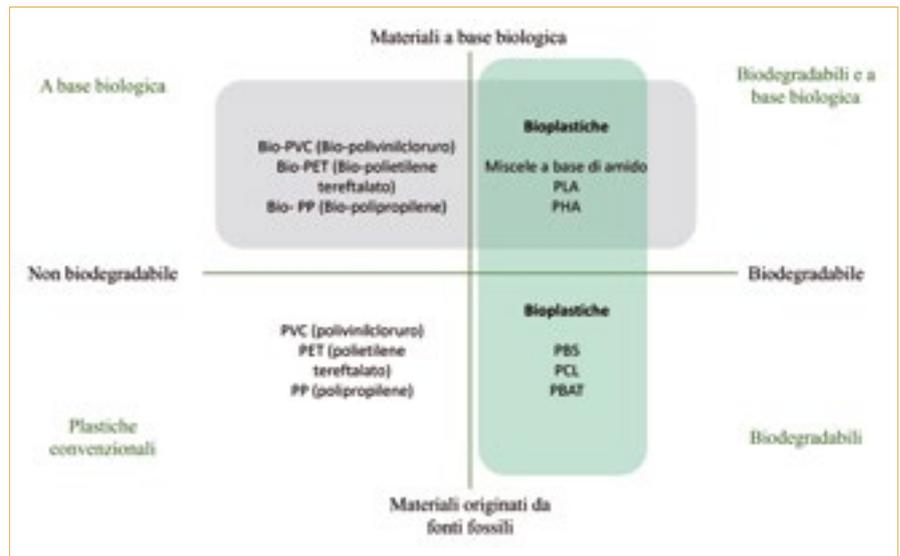


FIG. 1 BIOPLASTICHE
Classificazione delle bioplastiche.

microrganismi che utilizzano enzimi; infine la biodegradazione dove vengono degradati i prodotti formati dall'idrolisi, che si divide a sua volta in due fasi: l'assimilazione e la mineralizzazione. In questa ultima fase i microrganismi trasformano il carbonio della plastica in CO₂, acqua, composti inorganici e biomassa (figura 2). Tuttavia, studi del Centro nazionale delle ricerche (Cnr) insieme ad altri enti di ricerca hanno dimostrato che il grado di invecchiamento e degradazione di polimeri di plastica biodegradabile in acqua di mare è lento e simile a quello di altri polimeri di plastiche convenzionali. In pratica, la degradazione delle bioplastiche in ambiente naturale ha tempi molto più lunghi rispetto a quelli che si verificano in condizioni di compostaggio industriale, vanificando almeno in parte i vantaggi prospettati per questi materiali. Inoltre, anche le bioplastiche contengono additivi. Le materie prime utilizzate per la produzione delle bioplastiche hanno caratteristiche fisiche e chimiche meno performanti che necessitano di un maggiore utilizzo di additivi per la produzione di prodotti finali ottimali. Essendo le bioplastiche create con l'intento di degradarsi rapidamente, gli additivi possono essere rilasciati in ambiente marino più facilmente causando danni agli organismi e agli ecosistemi. Gli studi circa il rilascio di additivi dalle bioplastiche in ambiente marino sono recentissimi, così come quelli sugli effetti che le miscele di additivi trovati nell'acqua di mare hanno sugli organismi marini. Da questi studi emerge chiaramente come anche le bioplastiche, non diversamente dalle plastiche

convenzionali, contengano centinaia di additivi di varia natura e li rilascino in tempi brevi nell'acqua di mare in cui sono immerse. Gli additivi rilasciati dalle diverse bioplastiche di comune uso commerciale (piatti, bicchieri, sacchetti ecc.) sono diversi ma fra essi sono stati comunemente individuati ritardanti di fiamma, filtri solari, antiossidanti, ftalati, bisfenolo A, biocidi clorurati, bromurati e iodinati e metalli in traccia, oltre a centinaia di altre sostanze non ancora identificate. Utilizzando a diverse diluizioni l'acqua di mare contenente le miscele di additivi rilasciati nei diversi esperimenti, sono stati effettuati studi su batteri marini, ricci di mare e mitili, evidenziando effetti di tossicità che vanno dalla riduzione del metabolismo nei batteri alle alterazioni dello sviluppo embrionale di ricci e mitili, dalla ridotta fecondazione dei gameti nei mitili, all'alterazione di parametri fisiologici come la funzione delle cellule immunitarie nei mitili adulti. In generale, i risultati ottenuti da studi sulle bioplastiche hanno evidenziato risposte equiparabili all'esposizione degli organismi ai percolati da plastiche convenzionali, riconducibile alla presenza degli additivi o di sostanze note come Nias (*non intentionally added substances*), ovvero sostanze aggiunte non intenzionalmente, che vengono rilasciate nell'acqua in tempi successivi alla produzione. In conclusione, anche se tra le bioplastiche esistono ampie differenze nel contenuto e nella tossicità degli additivi rilasciati, va comunque considerato che esse contribuiscono a inquinare l'ambiente. Le bioplastiche necessitano

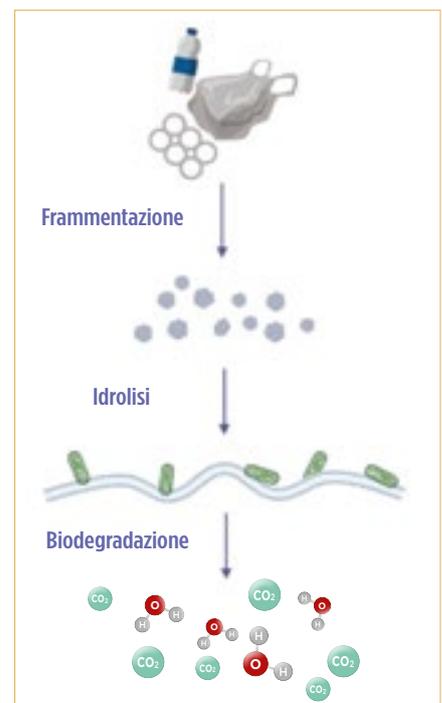


FIG. 2 DEGRADAZIONE
Fasi della degradazione delle bioplastiche in ambiente marino (immagine creata con BioRender.com).

ancora di miglioramenti per essere sostituiti sostenibili delle plastiche convenzionali, sia per gli elevati tempi di degradazione riscontrati in ambiente naturale, sia a causa del rilascio di additivi potenzialmente pericolosi per la salute. Va quindi continuata una corretta azione di smaltimento e riciclo, evitandone l'abbandono in ambiente.

Serena Scala

Laureata magistrale in Biologia marina