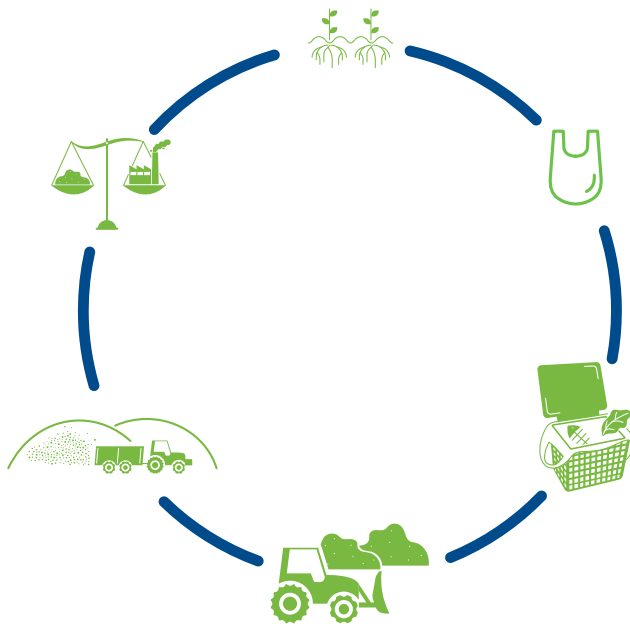


Bioplastica a partire dall'amido

Dall'amido inizia la rivoluzione che salverà la Terra.



Sommario

Le plastiche convenzionali sono nocive per l'ambiente, derivano dal petrolio e sono resistenti alla decomposizione naturale. Tuttavia, negli anni '90, un gruppo di scienziati italiani, guidato da Catia Bastioli, ha aperto la strada a una svolta. Hanno sviluppato plastiche biodegradabili, offrendo una via d'uscita da questo ciclo insostenibile. Le bioplastiche possono essere lavorate proprio come le normali plastiche, ma quando vengono gettate in un normale cumulo di compost, si disintegrano in poche settimane - non nelle centinaia di anni che occorrono per decomporre le plastiche tradizionali. Fabbricate a partire da colture, le bioplastiche riducono le emissioni di gas serra e il consumo di risorse non rinnovabili. L'innovativa bioplastica di Catia Bastioli, esemplifica questa rivoluzione. Costituisce la base di soluzioni ecologiche per vari articoli della vita quotidiana: dai sacchetti e contenitori per rifiuti organici agli imballaggi per prodotti freschi, carta, tazze, tovaglioli, piatti e utensili, compresi quelli utilizzati per il gelato. La bioplastica favorisce un rapporto simbiotico con la natura, essendo completamente biodegradabile e compostabile. La bioplastica è la prova che attraverso la ricerca nella creazione di materiali rinnovabili, si possono ottenere prodotti biodegradabili e compostabili nel rispetto dell'ambiente!

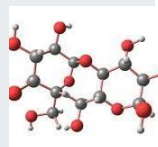
PAROLE CHIAVE

Biodegradabilità: la capacità delle sostanze e dei materiali organici di essere degradati in sostanze più semplici attraverso l'attività enzimatica dei microrganismi.

Compostabilità: la capacità di un materiale organico di trasformarsi in compost attraverso il processo di compostaggio.

Amido: un carboidrato complesso presente nelle piante, composto da molecole di glucosio legate tra loro in catene più lunghe. Funge da molecola primaria di immagazzinamento dell'energia nelle piante ed è idrolizzata in glucosio per la produzione di energia.

Introduzione



Le plastiche tradizionali a base di petrolio non sono biodegradabili. Se bruciati, essi rilasciano sostanze tossiche, quali idrocarburi policiclici aromatici e diossine; inoltre, non essendo polari, possono depositarsi nel tessuto adiposo. Per questo motivo è stata sviluppata la sintesi di materie plastiche biologiche, ossia biopolimeri ottenuti da vegetali (da mais, patate o amido di frumento e da rifiuti agricoli). Proprio perché sono di origine biologica, le bioplastiche sono compostabili, cioè possono essere collocate in contenitori di rifiuti organici da inviare per un trattamento che le trasforma in compost, utilizzato come fertilizzante. Secondo la legislazione UE, affinché un materiale possa essere definito compostabile, deve essere biodegradabile al 90% entro 6 mesi e non deve rilasciare metalli pesanti. Per capire meglio la circolarità del processo possiamo dire che le piante, grazie alla fotosintesi clorofilliana, producono glucosio che sarà trasformato in amido enzimaticamente. Pertanto, l'amido è una fonte di energia fondamentale per le cellule vegetali ed è anche una fonte di cibo per gli esseri umani (digestione con l'enzima amilasi). Chimicamente, le molecole di amido comprendono due componenti principali: amilosio e amilopectina. L'amilosio è costituito da catene lineari di unità glucosidiche legate da legami α -1,4-glicosidici, mentre l'amilopectina presenta catene ramificate con occasionali legami α -1,6-glicosidici, facilitando la sua maggiore solubilità e degradazione enzimatica rispetto all'amilosio.

L'amido funge da fonte cruciale di energia sia per le piante che per gli animali, essendo idrolizzato da enzimi come l'amilasi in zuccheri più semplici come il glucosio, che possono poi essere metabolizzati per fornire energia ai processi cellulari. Oltre al suo ruolo di riserva energetica, l'amido funge anche da componente strutturale in alcuni tessuti vegetali, contribuendo alla loro rigidità e consistenza.

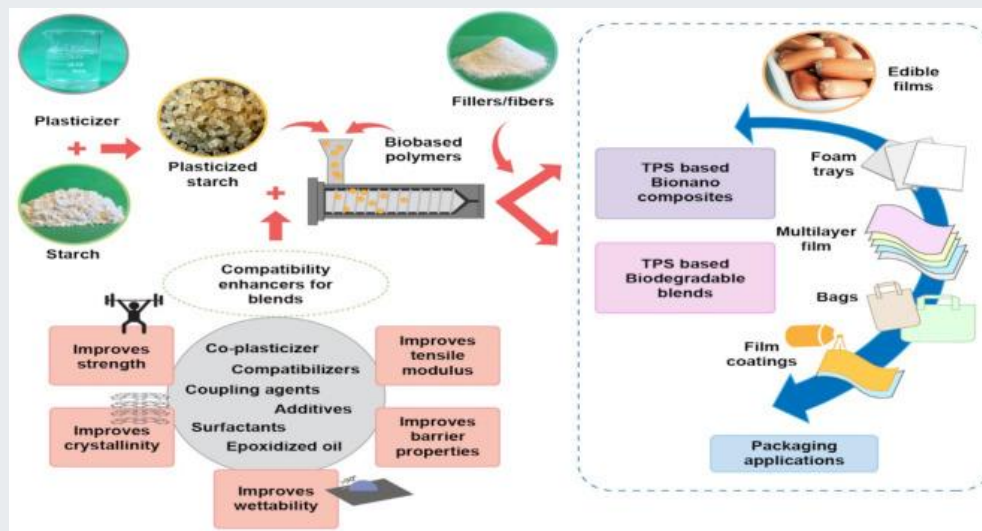
Metodologia

Le bioplastiche possono essere ottenute dall'amido attraverso un processo chiamato **plastificazione**. In questo processo, l'amido viene prima estratto da fonti vegetali come il mais, le patate o la cassava. L'amido viene quindi mescolato con plastificanti, che sono sostanze che aiutano a rendere l'amido più flessibile e modellabile. Una volta che l'amido è stato plastificato, può essere trasformato utilizzando tecniche come l'**estrusione** o lo **stampaggio ad iniezione** per dare varie forme e prodotti, simili ai tradizionali processi di fabbricazione della plastica. Questi prodotti bioplastici possono variare dai materiali di imballaggio agli utensili e ai vasellame usa e getta.

Un metodo comune per ottenere bioplastiche dall'amido consiste nel mescolare l'amido con altri polimeri biodegradabili come l'acido polilattico (PLA) per migliorarne le proprietà meccaniche e le prestazioni. Questa miscela può quindi essere trasformata in prodotti bioplastici con maggiore durata e funzionalità, pur mantenendo la biodegradabilità e la natura ecologica dei materiali a base di amido.

Donne in ambito STEM - Notizie sull'autrice.

Catia Bastioli - Chimica, scienziata e imprenditrice, CEO del Novamont Group, azienda industriale e innovativa italiana leader mondiale nello sviluppo di bioplastiche e biochimici da fonti rinnovabili secondo un modello di bioeconomia circolare. È stata ed è membro di importanti gruppi di lavoro della Commissione europea sul cambiamento climatico, l'ambiente e la bioeconomia, quali il Panel sulla bioeconomia, il Panel ad alto livello sui percorsi di decarbonizzazione e, attualmente, il Mission Board on Soil Health and Food. È anche Presidente del National Green Chemistry Technological Cluster SPRING (dal 2014). È l'inventrice di numerose famiglie di brevetti nel settore dei biopolimeri e dei processi di trasformazione delle materie prime rinnovabili ed è stata premiata "European Inventor of the Year 2007" dall'Ufficio europeo dei brevetti e dalla Commissione europea, per le sue invenzioni relative alle bioplastiche a partire dall'amido tra il 1991 e il 2001.



Il processo di plastificazione

Il processo di plastificazione dell'amido comporta la trasformazione dell'amido dalla sua forma originariamente granulare in un materiale flessibile e modellabile adatto per essere utilizzato nella produzione di bioplastiche. Questo processo segue in genere le seguenti fasi:

1. **Estrazione dell'amido:** L'amido viene inizialmente estratto da fonti vegetali come mais, patate o cassava. Questa estrazione comporta la macinazione o la molitura della materia prima per liberare i granuli di amido, seguita da un processo di separazione per isolare l'amido dagli altri componenti della pianta.
2. **Gelatinizzazione:** L'amido estratto viene quindi sottoposto a gelatinizzazione, un processo in cui i granuli di amido sono riscaldati in presenza dell'acqua. Durante la gelatinizzazione, i granuli di amido assorbono l'acqua e si gonfiano, causando la perdita della loro struttura cristallina, diventando amorfi. Ciò aumenta la viscosità della miscela amido-acqua, formando una sostanza dalla consistenza simile a un gel.
3. **Aggiunta di plastificanti:** i plastificanti, che sono tipicamente piccole molecole come glicerolo o sorbitolo, vengono aggiunti all'amido gelatinizzato per migliorarne la flessibilità e la processabilità. Questi plastificanti agiscono come lubrificanti, riducendo le forze intermolecolari tra le molecole di amido e permettendo loro di scivolare più facilmente l'una accanto all'altra.
4. **Miscelazione e omogeneizzazione:** la miscela di amido-plastificante viene poi accuratamente mescolata e omogeneizzata per garantire una distribuzione uniforme del plastificante all'interno della matrice dell'amido. Questo passaggio è cruciale per ottenere proprietà meccaniche e prestazioni uniformi nel prodotto finale in bioplastica.
5. **Trasformazione:** L'amido plastificato può ora essere lavorato utilizzando varie tecniche come estrusione, stampaggio ad iniezione o stampaggio a compressione. Durante la lavorazione, l'amido plastificato viene riscaldato e modellato nella forma desiderata, come film, fogli o prodotti stampati.
6. **Raffreddamento e Solidificazione:** Una volta modellata, la bioplastica subisce un processo di raffreddamento e solidificazione per stabilizzare la sua struttura e fissare la forma. Ciò può comportare il raffreddamento graduale a temperatura ambiente o l'impiego di metodi di raffreddamento più rapidi, a seconda delle condizioni e dei requisiti specifici della lavorazione.

Conclusioni

Le bioplastiche biodegradabili derivate dall'amido offrono un'alternativa sostenibile alle plastiche convenzionali, affrontando i problemi ambientali associati ai rifiuti di plastica. Questi materiali innovativi sono prodotti attraverso la trasformazione dell'amido, un carboidrato facilmente disponibile che si trova in piante come il mais, le patate e la cassava.

Le bioplastiche a base di amido sono prodotte estraendo l'amido da fonti vegetali e trasformandolo in una matrice polimerica. Questa matrice può essere ulteriormente modificata e migliorata con additivi per migliorarne le proprietà meccaniche, quali resistenza, flessibilità e stabilità termica. Gli additivi biodegradabili possono essere incorporati per facilitare la rottura del materiale una volta che è stato scartato.

Uno dei principali vantaggi delle bioplastiche a base di amido è la loro capacità di decomporsi naturalmente attraverso l'attività microbica nel suolo, nel compost o negli ambienti acquatici. A differenza delle plastiche tradizionali, che possono persistere nell'ambiente per centinaia di anni, le bioplastiche biodegradabili si scompongono in sostanze innocue, riducendo il peso dell'inquinamento da plastica.

Inoltre, la produzione di bioplastiche a base di amido richiede tipicamente meno energia e genera minori emissioni di gas serra rispetto alle plastiche a base di petrolio, contribuendo a ridurre l'impronta di carbonio e mitigando il cambiamento climatico.

In conclusione, le bioplastiche biodegradabili ottenute dall'amido rappresentano una strada promettente per ridurre l'inquinamento da plastica e avanzare verso un futuro più sostenibile. Sfruttando le risorse rinnovabili delle piante e adottando processi di produzione ecocompatibili, questi materiali incarnano i principi della tutela ambientale e dell'innovazione responsabile.

Fonti :

- <https://www.youtube.com/watch?v=H-RtDs2AZEQ>
- https://www.youtube.com/watch?v=IIH_rOwRzd8
- <https://www.novamont.com/mater-bi>
- <https://materbi.com/>
- Aarsha Surendren, Amar K. Mohanty, Qiang Liu, Manjusri Misra, *A review of biodegradable thermoplastic starches, their blends and composites: recent developments and opportunities for single-use plastic packaging alternatives*, Green Chemistry **24** (22), 8606-8636, 2022. ISSN 1463-9262, <https://doi.org/10.1039/d2gc02169b>
- Catia Bastioli, Paolo Magistrali, Sebastià Gestí Garcia, *Starch-based technology*, Chapter 8, Handbook of Biodegradable Polymers, 2020, DOI: 10.1515/9781501511967-008

Domande di riflessione (in grassetto la risposta per ogni domanda)

1. Qual è il principale vantaggio delle bioplastiche rispetto alle plastiche convenzionali?
 - a. Costi di produzione inferiori
 - b. **Processo di decomposizione più rapido**
 - c. Migliore durata
 - d. Maggiore resistenza

2. Da quali materiali derivano tipicamente le bioplastiche?
 - a. Petrolio
 - b. Metalli
 - c. **Colture come mais e patate**
 - d. Prodotti chimici di sintesi

3. Quale processo trasforma l'amido in un materiale flessibile per bioplastiche?
 - a. Polimerizzazione
 - b. Vulcanizzazione
 - c. **Plasticizzazione**
 - d. Idrolisi

4. Qual è il ruolo dei plastificanti nella produzione di bioplastiche?
 - a. Per aumentare la rigidità
 - b. **Per rendere l'amido più flessibile e modellabile**
 - c. Per migliorare il colore
 - d. Per aumentare la biodegradabilità

5. Quale dei seguenti è un componente chiave dell'amido che lo rende utile per le bioplastiche?
 - a. Cellulosa
 - b. **Amilosio**
 - c. Lignina
 - d. Emicellulosa

Titolo del piano di lezione: Comprendere le bioplastiche a base di amido

Obiettivo:

Gli studenti comprenderanno l'impatto ambientale delle plastiche convenzionali e i vantaggi dell'utilizzo di bioplastiche.

Gli studenti impareranno il processo di produzione delle bioplastiche a base di amido di mais e le loro applicazioni.

Materiali:

Copie dell'articolo *"From Starch, the Revolution that will Save the Earth"*

Campioni di plastiche tradizionali e bioplastiche a base di amido

Video: *"How Biodegradable Plastics are Made"*

Attrezzatura di laboratorio per l'esperimento sulla bioplastica:

Amido di mais

Glicerolo

Acqua distillata

Piastra riscaldante

Strumenti per mescolare

Stampi

Recipienti graduati

Acido cloridrico

Iodossido di sodio

Cartine al tornasole

Introduzione (15 minuti):

Collegamento:

Mostra un breve video o slideshow di inquinamento da plastica in tutto il mondo.

Discussione:

Chiedete agli studenti cosa sanno dell'inquinamento da plastica e del suo impatto sull'ambiente.

Presentazione:

Introdurre il concetto di bioplastiche e la loro importanza, facendo riferimento all'articolo.

Attività:

Produzione di bioplastica da amido (50 minuti):

Lettura (10 minuti):

Attività di gruppo:

Far leggere agli studenti l'articolo "Dall'amido, la rivoluzione che salverà la terra" in piccoli gruppi.

Ogni gruppo discute i punti chiave dell'articolo e prepara un breve riassunto.

Esperimento (50 minutes):

Materiali Necessari:

25 ml di acqua distillata

2,5 g di amido di mais

2,5 g di glicerolo

3 ml di 0,1 M HCl

3 ml di 0,1 M NaOH
Colorante alimentare
Cartina al tornasole
Becher
Piastra riscaldante
Strumenti per mescolare
Stampi per modellare la bioplastica

Procedura:

Preparare la miscela di Bioplastica.

Inserire in un becher da 100 mL:

2.5 g di amido di mais;

2,5 g di glicerina;

25 mL di acqua;

mescolare con una bacchetta di vetro fino ad ottenere una miscela omogenea lattiginosa opaca.

Successivamente aggiungere 3 mL di acido cloridrico HCl a concentrazione 0,1 M e fare riscaldare la miscela sulla piastra riscaldante per alcuni minuti, continuando a mescolare.

Durante il riscaldamento la miscela diventa più compatta e trasparente, si forma come un gel che si lascia raffreddare per alcuni minuti e poi si aggiungono goccia a goccia 3 mL di soluzione di idrossido di sodio NaOH a concentrazione 0,1 M.

Verificare la neutralizzazione della miscela (pH=7) tramite cartina al tornasole.

A questo punto si inserisce il colorante per alimenti e si mescola accuratamente per uniformare il colore.

Modellare la Bioplastica:

La miscela finale viene versata in un contenitore adatto, ad esempio una piastra di Petri e lasciata asciugare a temperatura ambiente per alcuni giorni oppure si versa la miscela addensata nella forma desiderata utilizzando stampi e si lascia raffreddare e solidificare completamente.

Osservazione:

Comparare le proprietà della bioplastica con conventional plastic samples.

Si usa la stessa metodologia per la preparazione della bioplastica SENZA il glicerolo e fare un confronto tra le proprietà del film ottenuto “con” e “senza” il glicerolo.

Ovviamente è rilevante fare il confronto per evidenziare la funzione plasticizzante del reagente.

Una volta asciugati, è possibile rimuovere delicatamente i film di bioplastica dai supporti usati:

Il materiale ottenuto utilizzando il glicerolo come reagente è elastico e deformabile, cioè la nostra Bioplastica, mentre nel secondo caso il materiale è rigido e fragile, si sgretola e se sottoposto a ulteriore deformazione, si rompe.

Discussione (15 minuti):

Presentazione Gruppo:

Ogni gruppo presenta il proprio riassunto dell'articolo e le proprie osservazioni dell'esperimento.

Rispondere alle domande degli studenti sul processo e sui vantaggi delle bioplastiche.