



Società Chimica Italiana
Divisione di
Didattica Chimica

VII SCUOLA NAZIONALE DI DIDATTICA DELLA CHIMICA "GIUSEPPE DEL RE"

La Chimica per uno sviluppo sostenibile e l'educazione civica

Bertinoro (FC), 6 - 9 ottobre 2022

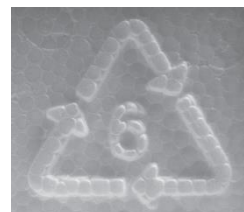
Riciclo & Materie Plastiche

INTRODUZIONE

Anna Maria Madaio

IIS «B. Focaccia» Salerno

Riciclo polimeri di sintesi



Riciclo delle materie plastiche

Riutilizzo, riciclo meccanico, riciclo chimico, recupero energetico

- Il **riciclo meccanico** prevede la **rilavorazione termica o meccanica dei rifiuti plastici** per ottenere una materia prima-seconda che diventa il punto di partenza per la produzione di nuovi oggetti.
- Il **riciclo chimico** prevede il **ritorno alla materia prima di base** attraverso la trasformazione dei rifiuti plastici in monomeri di pari qualità di quelli vergini, da utilizzare nuovamente nella sintesi del polimero di partenza.

Polimeri naturali che formano film

Polisaccaridi: alginati, *pectine*, cellulosa, *chitosano*, amido, agar

Proteine: collagene, caseine, proteine del siero di latte, glutine, *proteine di soia*, gelatine

Lipidi: monogliceridi acetilati, cere naturali e derivati, grassi vegetali

Poliesteri da microorganismi: poliidrossialcanoati

Correlazione tra rinnovabilità e biodegradabilità di un materiale

La rinnovabilità riguarda l'origine del materiale
La biodegradabilità riguarda il fine vita, ed in particolare il **riciclaggio organico**.

Polimeri sintetici

- Poliesteri (PET)
- Polivinilalcol (PVA)

Polimeri naturali

- Polisaccaridi
- Proteine
- Poliesteri da microorganismi

Origine	Biodegradabilità	Esempio di materiali
Rinnovabile	Biodegradabile	Poliidrossialcanoati (PHA o PHB e simili)/ PLA
Non-rinnovabile	Biodegradabile	Policaprolattone/ PVA
Rinnovabile	Non-biodegradabile	Polietilene da canna da zucchero PE
Non-rinnovabile	Non-biodegradabile	Polietilentereftalato (PET)

Biodegradabilità

La biodegradabilità è la capacità di sostanze e materiali organici di essere degradati in sostanze più semplici mediante l'attività enzimatica di microorganismi. Se questo processo biologico è completo, si ha una totale conversione delle sostanze organiche di partenza in molecole inorganiche semplici quali acqua, anidride carbonica e metano.

Biodegradazione aerobica:

conversione della sostanza organica in CO_2 e H_2O

Biodegradazione anaerobica:

conversione della sostanza organica in CO_2 , CH_4 e H_2O

Compostabilità

- La **compostabilità** è la capacità di una materiale organico di trasformarsi in **compost** mediante il processo di compostaggio.
- Tale processo sfrutta la biodegradabilità dei materiali organici di partenza per trasformarli in un prodotto finale che prende il nome di compost.
- Il compost è dunque il frutto della disintegrazione e **biodegradazione aerobica** (cioè in presenza di ossigeno) di materiale (in genere rifiuti) organico: il compost maturo assomiglia ad un terriccio fertile (humus) e per la sua ricchezza in sostanze organiche è impiegato come ammendante in agricoltura.

Caratteristiche di un materiale plastico compostabile

*Sulla base della norma **UNI EN 13432**, un materiale è compostabile, o meglio biocompostabile, se soddisfa tutte le seguenti condizioni:*

- **Biodegradabilità:** le sue componenti di base sono degradabili almeno per il 90% entro 6 mesi in presenza di un ambiente ricco di anidride carbonica (valore verificato attraverso lo standard ISO 14855);
- **Disintegrabilità:** Il 90% della massa del materiale deve essere costituita da frammenti di dimensioni inferiori a 2 mm (valore verificato attraverso lo standard ISO 14045);
- **Assenza di effetti negativi (Ecotossicità):** Il materiale non deve avere effetti negativi sul processo di compostaggio ovvero il compost risultante deve essere libero da sostanze ad azione eco-tossica e rispettare determinate caratteristiche di qualità;
- **Bassi livelli di metalli pesanti e composti fluorurati:** La concentrazione di metalli pesanti e composti fluorurati, additivati al materiale affinché assicurino le performance desiderate, deve restare al di sotto di determinate soglie;
- **Altri parametri chimico-fisici:** I valori di pH, il contenuto salino e le concentrazioni di solidi volatili, azoto, fosforo, magnesio e potassio devono restare al di sotto dei limiti stabiliti.

Plastiche derivate da risorse rinnovabili di origine animale o vegetale

Principali vie di produzione di biopolimeri da fonte rinnovabile

- Utilizzo di polimeri naturali, tal quali o modificati (es. **polimeri da amido o cellulosa**)
- Polimerizzazione di monomeri ottenuti per conversione biotecnologica di una risorsa rinnovabile (es. uso di acido lattico prodotto dalla fermentazione dello zucchero per la produzione di PLA, **acido polilattico**).
- Polimeri sintetizzati con procedura biotecnologica basata su una risorsa rinnovabile (es. fermentazione di zuccheri, durante la quale microrganismi naturali sintetizzano poliesteri termoplastici alifatici PHA, **poliidrossialcanoati**).

Biofilm: proprietà

I biofilm idrocolloidal derivati da polimeri naturali possiedono proprietà che dipendono dalla natura dei loro componenti:

Film polisaccaridici

offrono una migliore barriera all'O₂

Film proteici

offrono una migliore barriera alla CO₂ ed esibiscono buone proprietà meccaniche

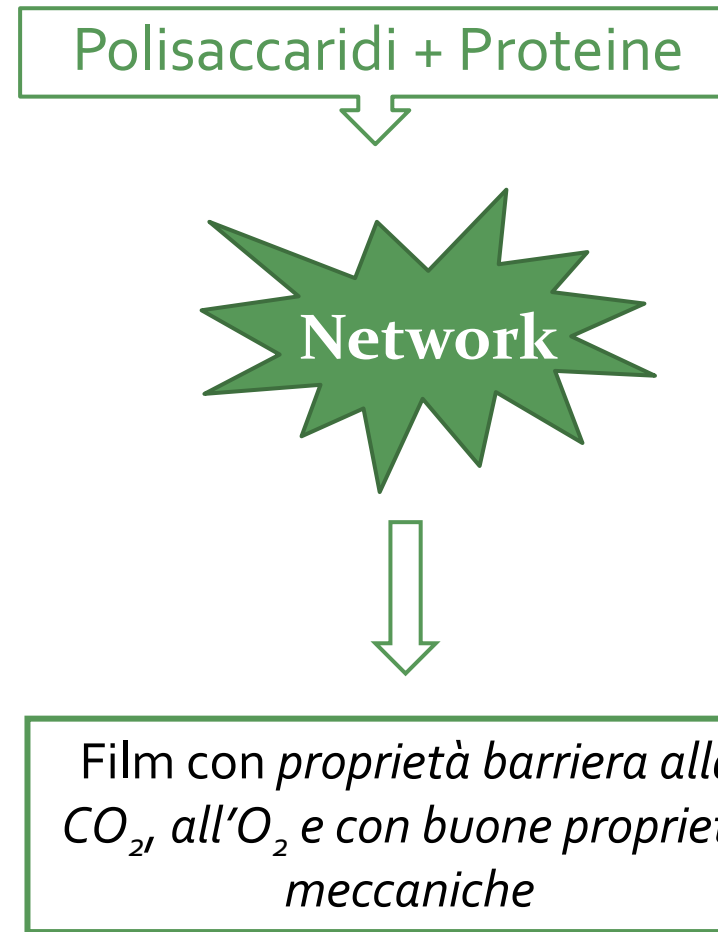
Film lipidici

offrono una migliore barriera al vapore acqueo

Gli idrocolloidi sono sostanze che messe a contatto con l'acqua si rigonfiano a tal punto da assumere una forma solida o semisolida.

Biofilm a composizione mista

Nuovi materiali: biofilm a composizione mista aventi le proprietà tipiche delle molecole che li compongono .



Esempi di Plastiche Biodegradabili

- **Ecoflex®**

Costituito da poliesteri aromatici ed alifatici

Prodotto dalla BASF (Germania)



- **Mater-Bi®**

Costituito da Amido di mais, Poli(ϵ -caprolattone)

Polivinilalcoli

Prodotto dalla Novamont (Italia)



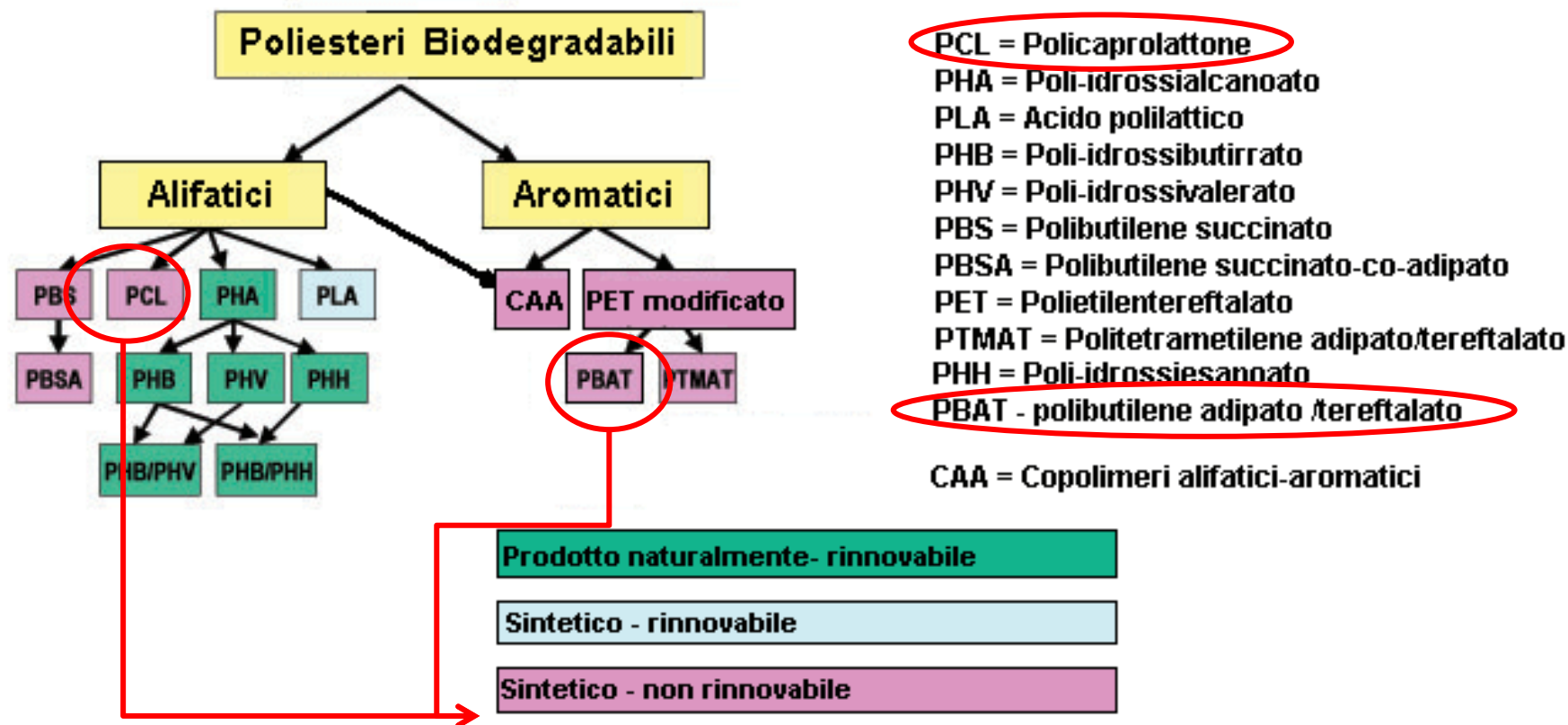
Mater-Bi®

Famiglia di bioplastiche sviluppate da Novamont, biodegradabili e compostabili naturalmente

Mater-Bi® è ottenuto combinando componenti vegetali (amido di mais, di patate o di grano allo stato naturale, circa 85%) con altri polimeri biodegradabili (soprattutto il policaprolattone – PCL), ottenuti sia da materie prime di origine rinnovabile che da materie prime di origine fossile.

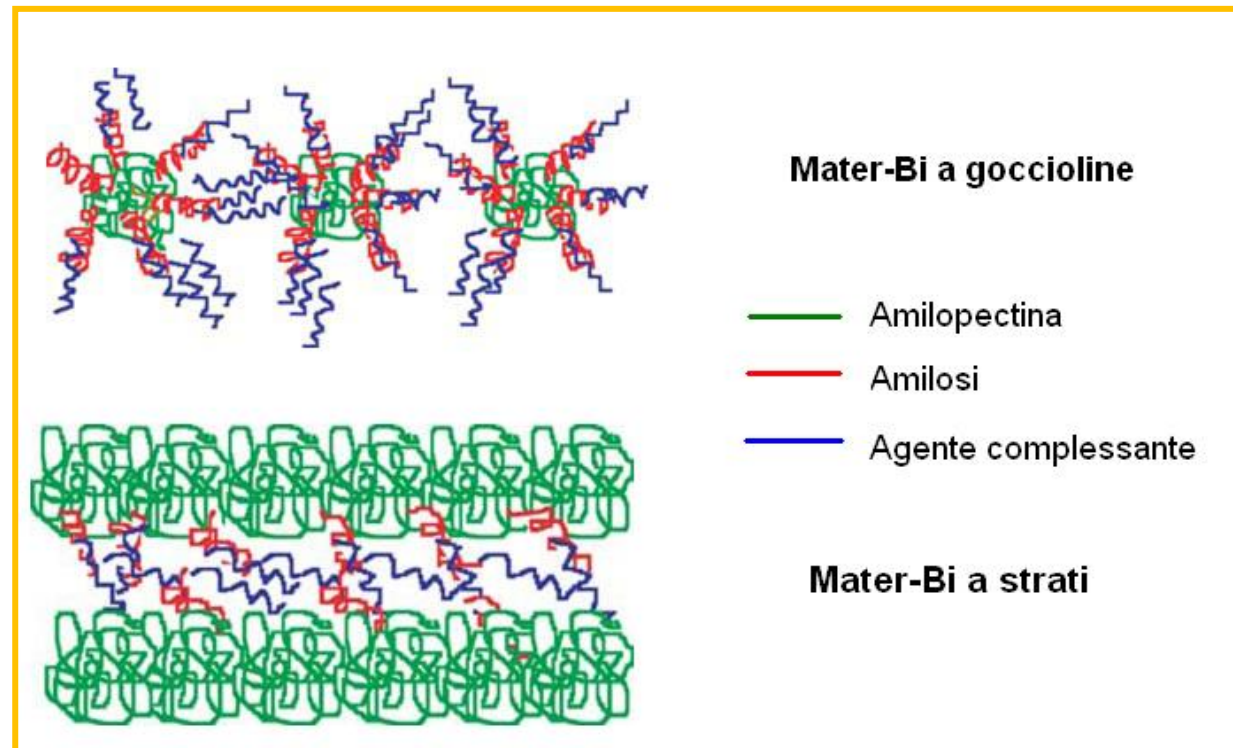


Poliesteri Biodegradabili



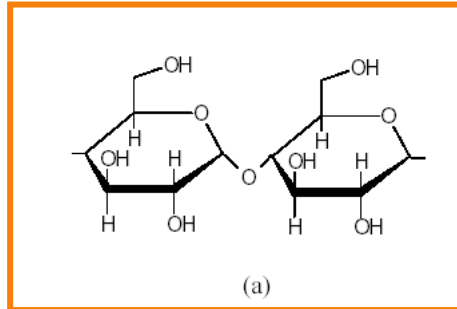
Mater-Bi®

Creato attraverso un processo di destrutturazione e di "complessazione" dell'amido con quantità variabili di agenti **complessanti biodegradabili**. Questi complessi creano un nuovo ordine cristallino aumentando la resistenza all'acqua e cambiando le proprietà meccaniche dell'amido originale, senza modificarne la struttura chimica ma potendone graduare le caratteristiche.

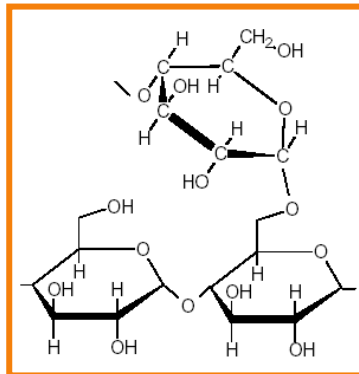


Mater-Bi®

AMIDO (da vegetali)



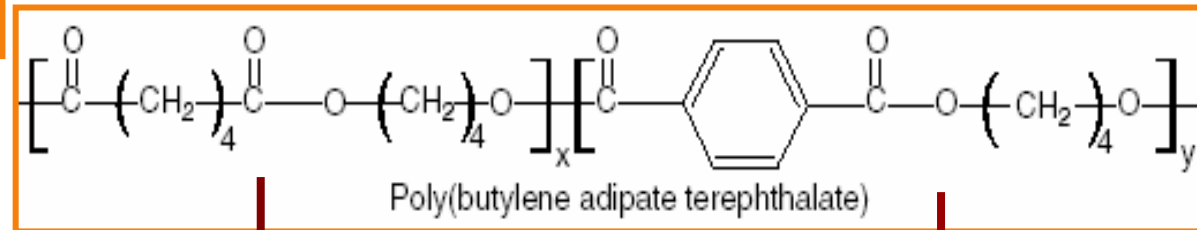
Amilosio 20%



Amilopectina 80%

POLIESTERE sintetico

(copolimero a blocchi alifatici ed aromatici)



(PBA)

Blocchi poli(butilene adipato)
Veloce biodegradazione

(PBT)

Blocchi poli(butilene tereftalato)
Lenta biodegradazione

Applicazioni Mater-Bi

- settore agricolo (pacciamatura, legacci)
- ristorazione (piatti, posate, bicchieri, vassoi),
- imballaggio (frutta e verdura freschi, muesli, prodotti da forno)
- accessori, giocattoli
- biofiller per il settore auto.



Bioplastiche da rifiuti!

Gli scarti dell'industria agro-alimentare possono essere recuperati per ottenere materiale utilizzabile nella produzione di plastiche biodegradabili per applicazioni in campo alimentare, farmaceutico e agronomico.





LABORATORIO

Preparazione di un biofilm a base di amido

Biofilm da amido di mais: metodica

Versare in un becker da 250 mL

- 60 mL di acqua distillata
- 9,5 g di amido di mais
- 5 mL aceto commerciale
- 5 mL di glicerina
- 1 goccia di colorante (facoltativo)
- Riscaldare, agitando con una bacchetta di vetro fin quando il contenuto non si rapprende
- Stendere su un foglio di Alluminio o in una formina la pasta che si è formata
- Lasciare raffreddare per 24h e staccare delicatamente il biofilm prodotto

Preparare film con 0 mL, 5 mL e 10 mL di glicerina e confrontare la plasticità e la resistenza dei prodotti



ALTRE ATTIVITA' PROPOSTE

- ESTRAZIONE CHITOSANO DA GAMBERI E PRODUZIONE DI BIOFILM
- ESTRAZIONE PECTINE DA SCARTI DI ARANCIA E PRODUZIONE DI BIOFILM
- PRODUZIONE BIOFILM COMPOSITO PVA/AMIDO/GLICERINA/ACIDO CITRICO
- RICICLO CHIMICO PET
- RICICLO CHIMICO PLA