

BIOPLASTICHE

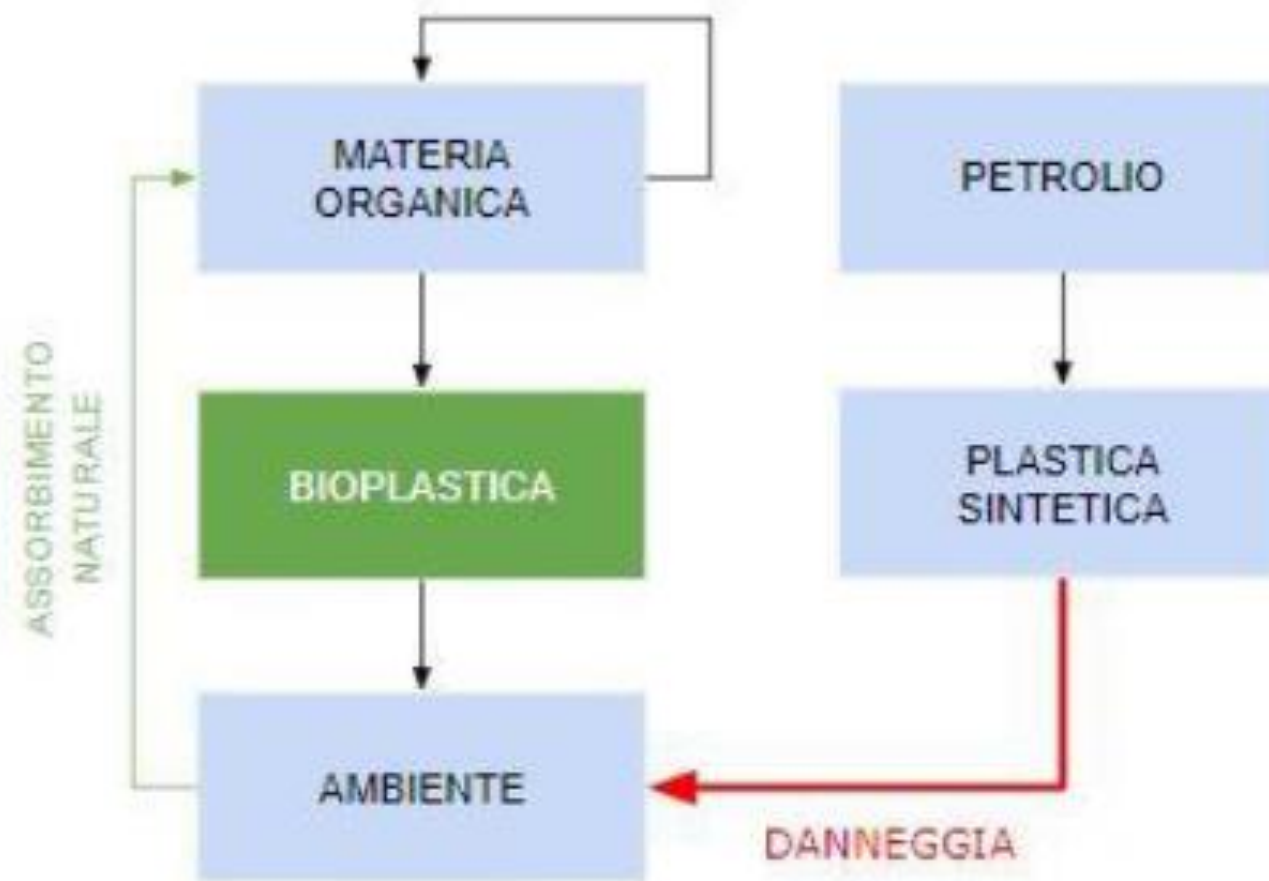


Castelli-Gatti-Luzzi

LA PLASTICA



LA PLASTICA E LA BIOPLASTICA



LA BIOPLASTICA



LA BIOPLASTICA COMPOSTABILE E' UN TIPO DI PLASTICA DERIVANTE DA MATERIE PRIME VEGETALI/ANIMALI RINNOVABILI CAPACE DI DECOMPORSI PER COMPOSTAGGIO IN QUALCHE MESE CONTRO CENTINAIA DI ANNI RICHIESTI PER LE MATERIE PLASTICHE TRADIZIONALI E DECINE DI ANNI PER QUELLE BIODEGRADABILI

“RIDURRE – RIUTILIZZARE – RICICLARE – RECUPERARE”

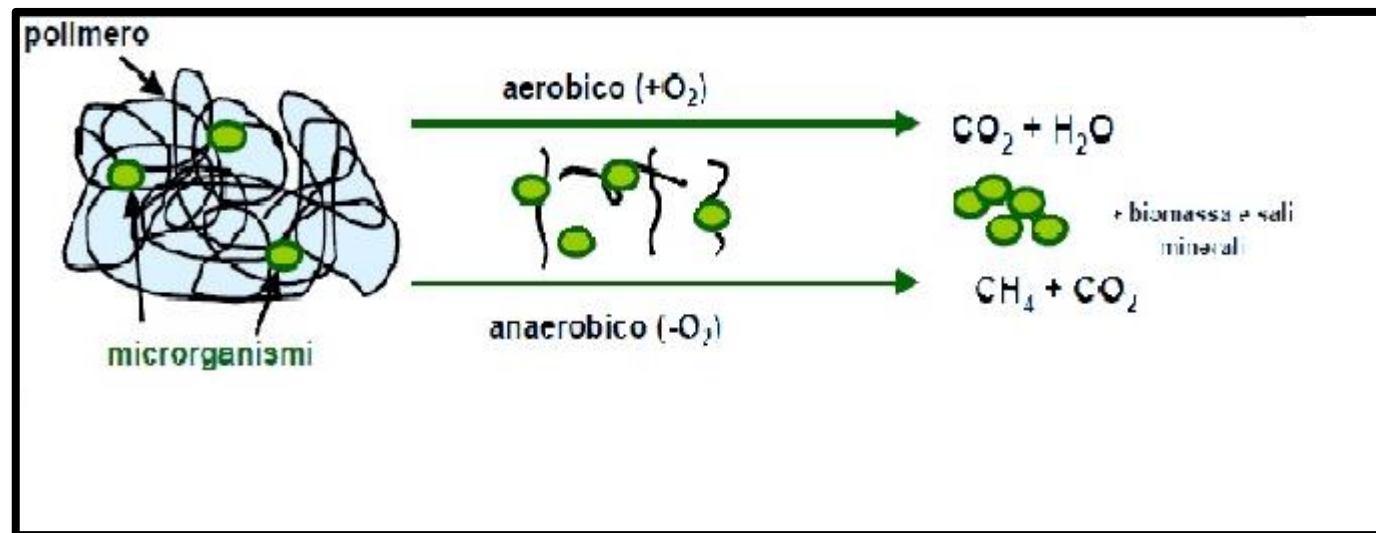
LA BIOPLASTICA COMPOSTABILE

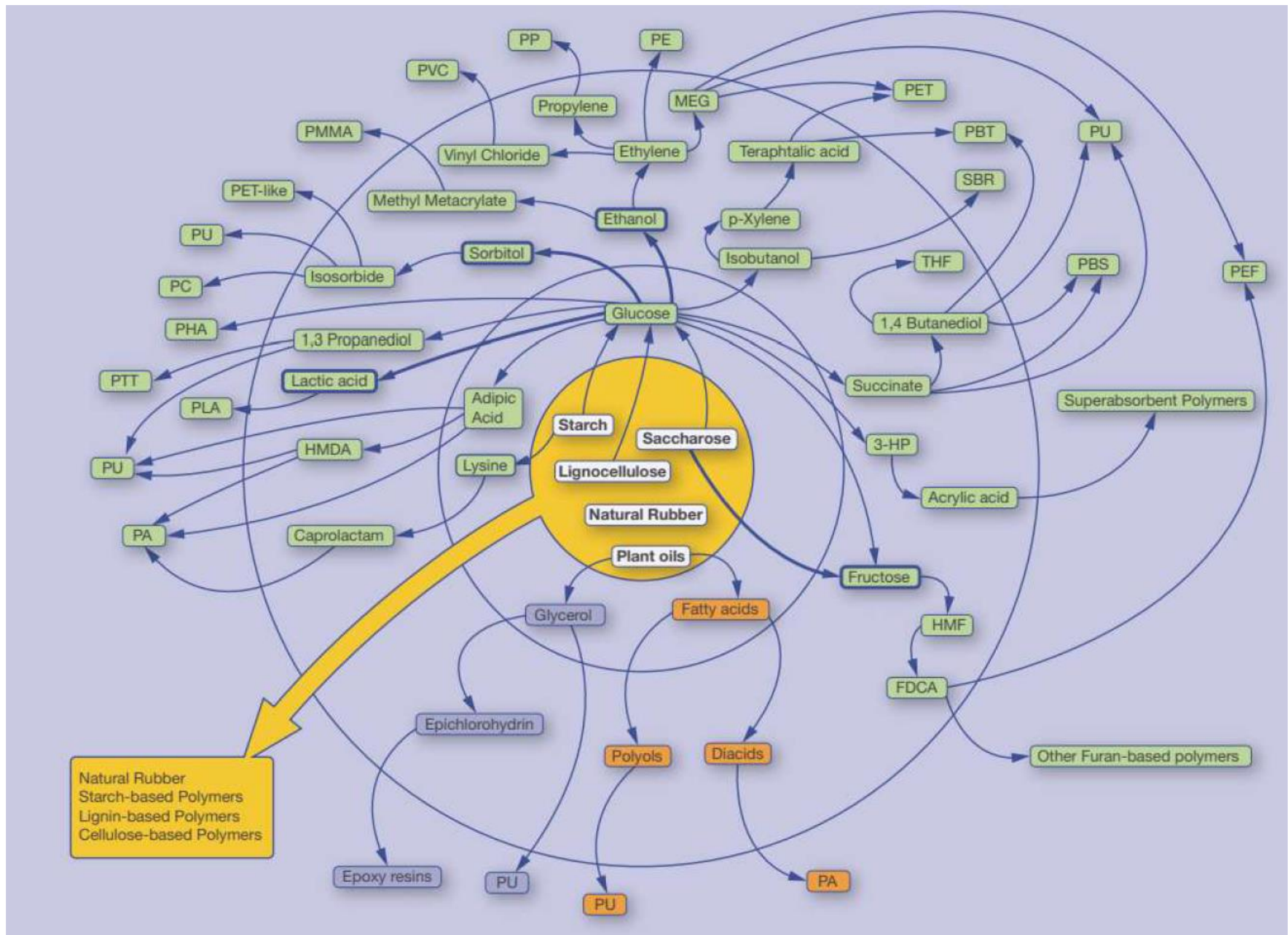
BIODEGRADABILITA'

completa degradazione di un composto
chimico ad opera di microrganismi

COMPOSTABILITA'

Capacità di un materiale organico di
trasformarsi in compost mediante il processo
di compostaggio





IL PROGETTO

NELLA TRATTAZIONE DEL MODULO SUI **RIFIUTI** (CHIMICA ANALITICA 5° ANNO DI BIOTECNOLOGIE AMBIENTALI) DURANTE IL SECONDO QUADRIMESTRE E' STATA ASSEGNATA NELL'A.S. 2020/21 UN'ATTIVITA' LABORATORIALE IN DAD CHE PREVEDEVA:

1. PRODUZIONE DI BIOPLASTICHE A PARTIRE DA FONTI NATURALI
2. EFFETTUAZIONE DI PROVE DI BIODEGRADABILITA'
3. EFFETTUAZIONE DI PROVE DI STABILITA'
4. PRODUZIONE DEL LAVORO MULTIMEDIALE

LO SVILUPPO DEL MODULO HA PERMESSO DI INDIVIDUARE PUNTI DI CONTATTO CON LA CHIMICA ORGANICA DEL 5° ANNO (POLIMERI, CARBOIDRATI, PROTEINE, MECCANISMI DI REAZIONE...) E CON L'EDUCAZIONE CIVICA (ECONOMIA CIRCOLARE, SOSTENIBILITA', CICLO DEL CARBONIO, OBIETTIVI DELL'AGENDA 2030).

INOLTRE LA CONVIVENZA NEL NOSTRO ISTITUTO DI 2 INDIRIZZI HA CONSENTITO DI INDIVIDUARE ELEMENTI DI RACCORDO FRA LE BIOTECNOLOGIE AMBIENTALI E LE PRODUZIONI AGRO-ALIMENTARI (PROGETTO THICRINET E ORTO)

BIOPOLIMERI

- da FONTI RINNOVABILI
-



- da **SCARTI VEGETALI**
 - **Frutta**
 - **Ortaggi**
 - **Prodotti Caseari**

**IN NATURA NON
ESISTONO SCARTI
MA RISORSE**

IL PROGETTO

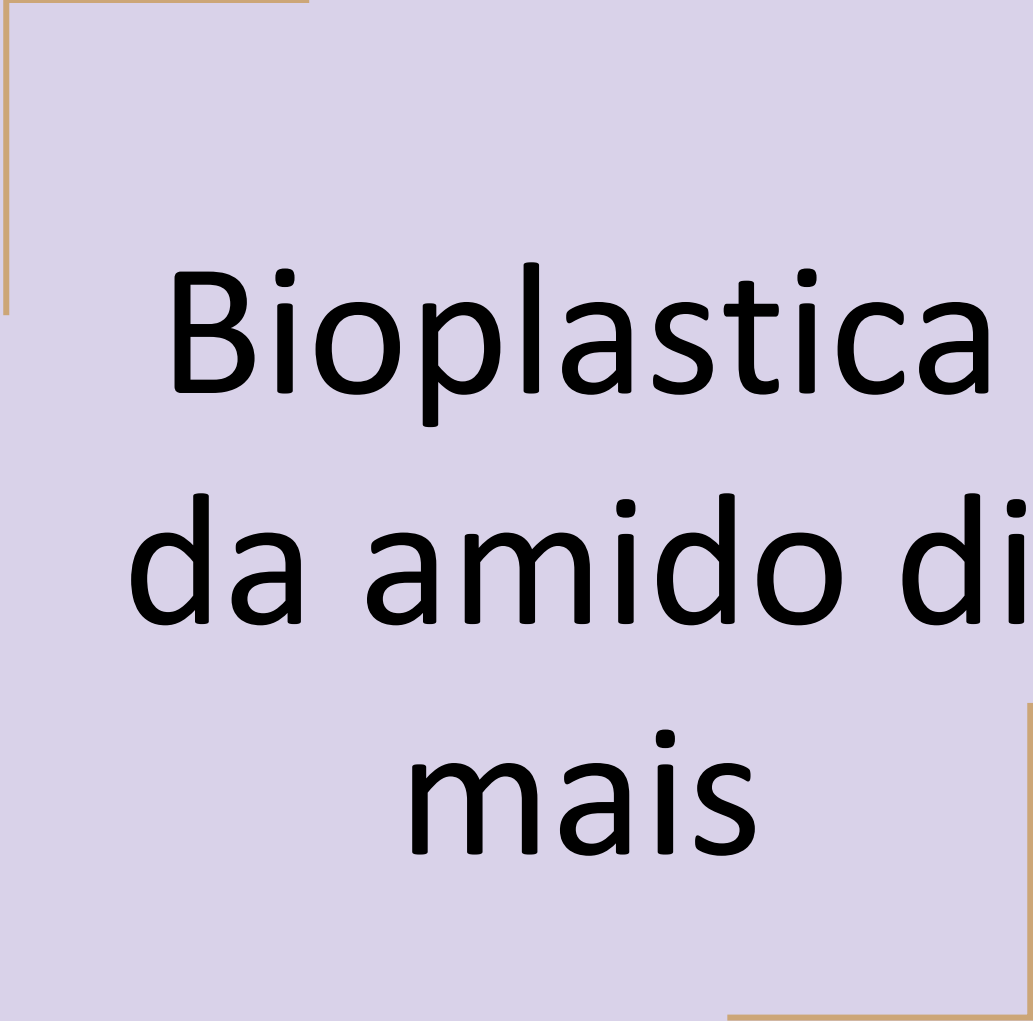
BIOMATERIALI
(ottenuti da fonti
naturali rinnovabili)

CARBOIDRATI

PROTEINE



I LAVORI DEI RAGAZZI



Bioplastica da amido di mais

Protocollo di laboratorio, prove di biodegradazione e di stabilità del polimero

Materiali: carta stagnola, cucchiaio, pentolino, contenitori di plastica, pipetta

Sostanze: 60 mL Acqua distillata, 9.5 g amido di mais, 5 mL aceto, 5 mL glicerina, 1 goccia colorante per dolci, acqua di rubinetto (ambiente acquoso), succo di limone (ambiente acido), candeggina (ambiente basico), chiodi (ambiente metallico)

Procedimento:

- versare nel pentolino le quantità indicate di acqua distillata, amido di mais, glicerina, aceto e colorante e mescolare fino ad una consistenza quasi gelatinosa
- Stendere su un foglio di carta stagnola il composto ottenuto e lasciar raffreddare per 24 - 48 ore e poi staccare delicatamente il biofilm ottenuto
- Tagliare in pezzi più piccoli il biofilm e sottoporre il biofilm alle prove di biodegradabilità e compostaggio, nonché alle prove di stabilità in ambiente acido (succo di limone), basico (candeggina), acquoso (acqua potabile di rubinetto) e in presenza di metalli (chiodi)

Fasi di preparazione del biofilm

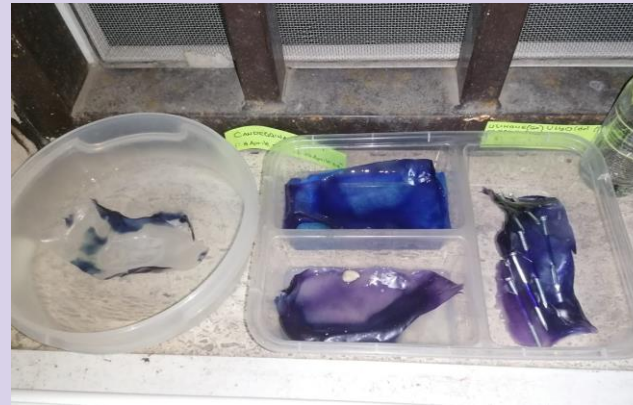


Controllo di stabilità del biofilm



Giorno 1

Acido, Nessuna modificazione
Basico, Inizio decolorazione
Metallico, Nessuna modificazione
Acquoso, Nessuna modificazione



Giorno 3

Acido, Inizio di degradazione nella parte più a contatto con il fluido
Basico, Decolorazione quasi terminata e inizio di degradazione della componente fisica
Metallico, Nessuna modificazione
Acquoso, Il colorante viene trasferito anche al fluido circostante



Giorno 2

Acido, Nessuna modificazione
Basico, Inizio decolorazione
Metallico, Nessuna modificazione
Acquoso, Nessuna modificazione



Giorno 4

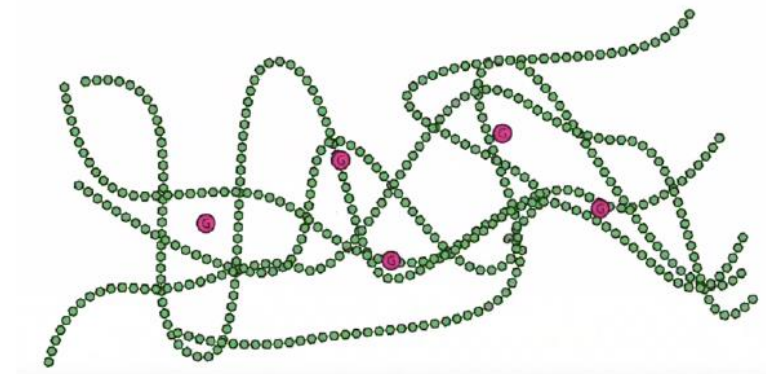
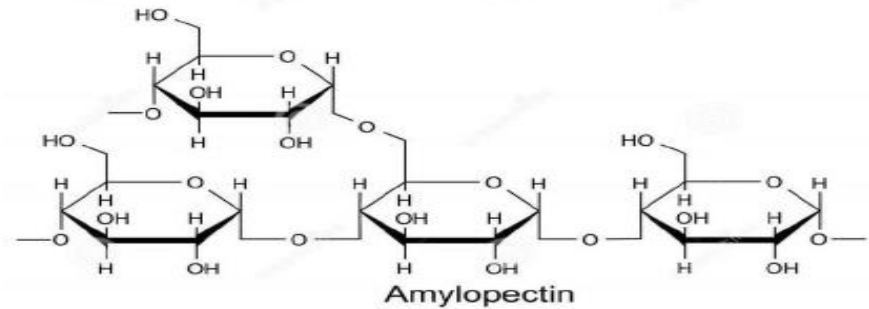
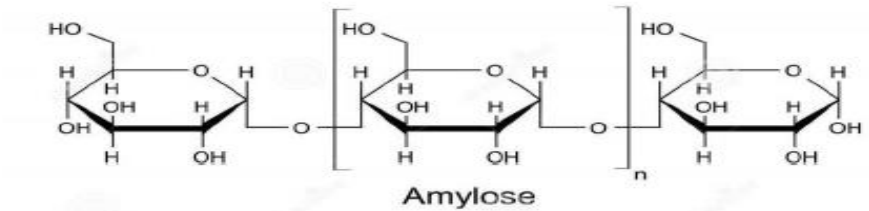
Acido, Degradazione della parte più a contatto con la soluzione acida
Basico, Termine decolorazione e degradazione/ decomposizione della bio-plastica in pezzi di varie dimensioni
Metallico, Nessuna modificazione
Acquoso, Il colorante trasferito anche al fluido circostante

APPROFONDIMENTO: MECCANISMO DA AMIDO

Quando una soluzione acquosa di amido viene portata a secco, facendo evaporare buona parte dell'acqua, l'amido forma un film a causa della formazione di legami idrogeno tra le varie catene di polimero. L'amilopectina in parte inibisce la formazione del film a causa delle sue ramificazioni che rendono difficile il contatto tra le catene.

Tale difficoltà può essere superata trattando l'amido con dell'acido cloridrico che frammenta l'amilopectina e quindi elimina gli impedimenti alla formazione del film. In tal modo si ottiene un film dotato di un buon grado di cristallinità ma piuttosto fragile.

E' possibile migliorare le proprietà plastiche del film aggiungendo il glicerolo. Questa molecola è igroscopica e si lega a un certo numero di molecole d'acqua. Questo aggregato si dispone tra le catene del polimero e ne impedisce la disposizione ordinata, riducendo così il grado di cristallinità.



É possibile produrre bioplastica dalle bucce degli agrumi?



Ingredienti:

- 70 g di bucce d'arancia;
- 70 g di bucce di limone;
- 70 g di bucce di mandarini;
- 60g di acqua distillata;
- 60 g di succo di limone;
- 30 g di glicerina;
- colorante alimentare per dolci
(io ho scelto il giallo brillante).



É possibile produrre bioplastica dalle bucce degli agrumi?



Procedimento

- I. *Cuocere le bucce di agrumi in acqua di rubinetto per 15 minuti;*
- II. *Scolarle, unirle all'acqua distillata, al succo di limone e al colorante e frullare il tutto fino ad ottenere una consistenza omogenea come questa;*
- III. *Aggiungere il composto ottenuto in un pentolino e cuocere a fiamma bassa, aggiungendo la fecola di patate e la glicerina. Spegnerne il fuoco nel momento in cui inizia ad addensare e raggiunge una consistenza collosa, proprio come quella in foto;*



É possibile produrre bioplastica dalle bucce degli agrumi?



Procedimento

v. *Lasciar raffreddare fino ad ottenere un composto malleabile e mettere il tutto in degli stampini, per poi cuocere in forno a 140°C per 45 minuti;*



vi. *Lasciar riposare per 24/48 h;*



vii. *Staccare delicatamente il biofilm formatosi durante la cottura e lasciar riposare ulteriori 48 h.*



Proprietà dei materiali



Fisico-chimiche

- Colore arancione scuro
- Molto dura
- Odore caratteristico di agrumi

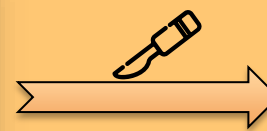
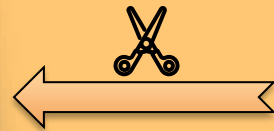
Meccaniche

- Elevata resistente alla flessione
- Bassa resistenza alla torsione/curvatura
- Bassa resistenza al taglio
- Bassa durezza
- Buona resistenza alla fatica

Tecnologiche

- Bassa malleabilità a freddo

Bioplastica



Prove di stabilità (per 10 giorni...)

In ambiente
acquoso

Acqua
(bioplastica sul fondo)

In ambiente acquoso
basico

Acqua e bicarbonato
(bioplastica galleggia)

In ambiente acquoso
acido

Acqua e succo di limone
(bioplastica sul fondo)



L'ipotesi per la quale la bioplastica si sia depositata sul fondo nell'ambiente acquoso, e in quello basico, è che abbia una densità maggiore rispetto ad acqua e ad acqua e limone mentre, nel caso dell'ambiente basico, la bioplastica è probabile che galleggi perché ha una densità minore di quella dell'acqua con il succo di limone.

Prove di biodegradabilità (per 10 giorni...)

Nel terreno



Risultati e confronto con la plastica sintetica

amb. acido

La bioplastica non
subisce
modificazioni visibili

amb. basico

La bioplastica non
subisce
modificazioni visibili



amb. acquoso

La bioplastica non
subisce
modificazioni visibili

terreno

**Raggrinzimento e
inizio di
biodegradazione**

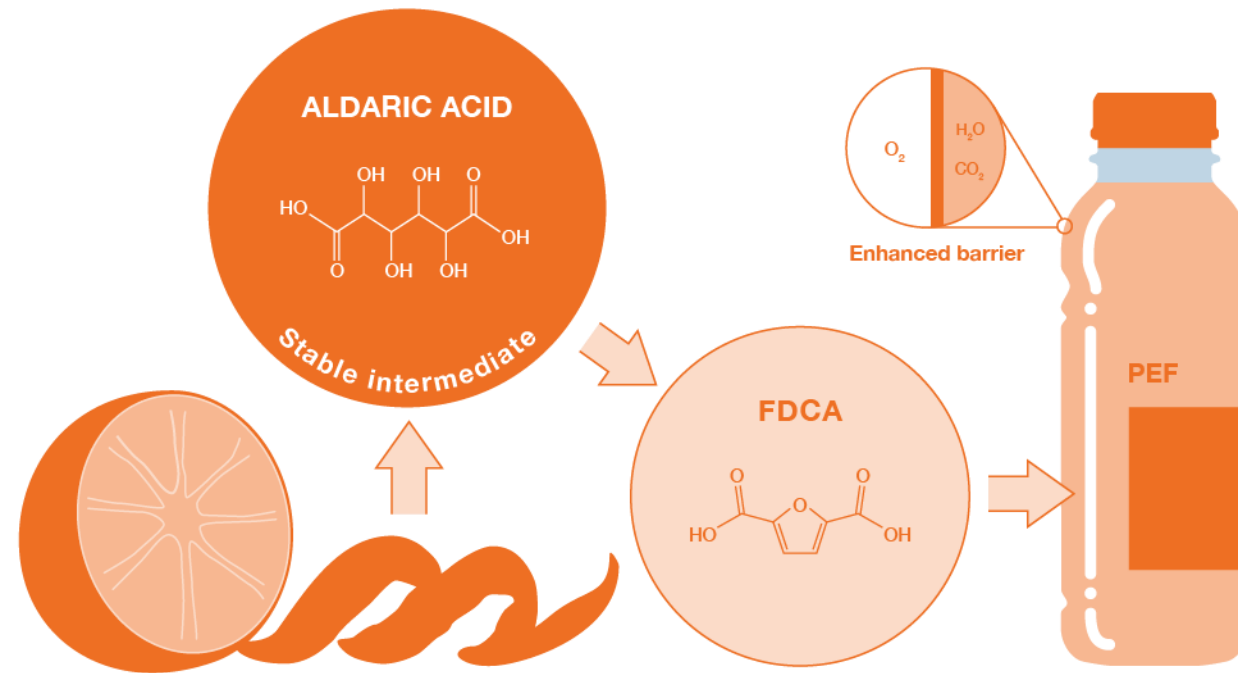
Tentativi falliti e motivi ...

Dopo aver realizzato la bioplastica per tre volte posso affermare che:

1. *Il fruttosio non è un buon sostituto della glicerina, poiché fa venir fuori un composto troppo coloso e non lavorabile;*
2. *L'acqua in bottiglia non sostituisce l'acqua distillata nella preparazione;*
3. *È importante frullare le bucce bollite con succo di limone ed acqua il tempo necessario per eliminare tutti i grumi;*
4. *Per far aderire il composto ai pirottini prima della cottura è molto utile inumidirsi le mani con l'acqua distillata, così da non farlo attaccare alle mani;*
5. *Per una cottura più omogenea da tutti i lati, e per evitare che il composto lieviti in forno, a metà del tempo previsto è bene uscire e girare la leccarda su cui sono posizionati i pirottini.*



APPROFONDIMENTI:





BIOPLASTICA

DA GUSCIO D'UOVO

Sostanze da utilizzare:

- 50 g di gusci d'uovo tritati
 - 27,5 g di amido di mais
 - 20 g di acqua
 - 2,5 g di aceto bianco

Procedimento

- Triturare i gusci delle uova con un mortaio o un frullatore.



- Mettere i gusci in un pentolino e aggiungere gradualmente l'acqua, l'amido di mais e infine l'aceto. Mescolare per 10 minuti. Mettere il pentolino su fiamma per 20-25 secondi.



- Mettere in uno stampo e modellare in modo da avere un piccolo contenitore. Mettere in forno preriscaldato a 180 °C per 10-15 minuti.



- Una volta ottenuto il biopolimero lasciar asciugare per un paio di giorni ed osservarlo.



- Come si presenta il polimero?

Il biopolimero si presenta come un materiale plastico solido.

- Quali sono le sue proprietà?

Le bioplastiche sono flessibili, rigide, resistenti e hanno un'elevata velocità di degradazione.

- A cosa sono dovute?

Le bioplastiche possiedono un'elevata velocità di degradazione poiché sono soggette grazie alla componente vegetale, alla degradazione ad opera dei microrganismi che deteriorano la componente organica più facilmente poiché composta da molecole più semplici; durante questo processo non vengono rilasciate sostanze tossiche

- Con il biopolimero ottenuto effettuare prove di stabilità.

Dopo che la bioplastica è rimasta a contatto con la soluzione di bicarbonato e con la soluzione acida per una settimana ha iniziato a modificare il suo aspetto; anche a contatto con il metallo in ambiente acquoso la bioplastica ha iniziato a modificarsi.



Metalli



Bicarbonato (base)



Aceto (acido)

Conclusioni

- Per la formazione del polimero si è verificata una reazione di polimerizzazione; questa reazione per avvenire necessita che i monomeri coinvolti possiedano almeno due gruppi funzionali. Questa reazione può verificarsi secondo due procedimenti diversi ovvero:

- La policondensazione dove l'unione delle molecole di monomero avviene con l'eliminazione di piccole molecole.

- La poliaddizione dove il polimero si forma senza rilascio di sostanze.

Il guscio d'uovo contiene carbonato di calcio. L'amido di mais contiene carboidrati e in piccole quantità sali minerali.

I carboidrati presenti nella molecola addizionati all'acido acetico (aceto bianco) portano alla formazione del polimero (policondensazione), mentre il carbonato di calcio presente nel guscio d'uovo rende più resistente il polimero migliorandone le caratteristiche meccaniche rendendolo così rigido.

PRODUZIONE DELLA BIOPLASTICA
DA
SCARTI DI FINOCCHIO E LATTE

SOSTANZE E MATERIALI:

- 250g di finocchio
- 250mL di acqua
- 250mL di latte
- Succo di $\frac{1}{4}$ di limone
- Imbuto
- Garza

PREPARAZIONE DEL SIERO

Versare il latte in un pentolino e portare a circa 60°C mescolando spesso, aggiungere il succo di limone coprire, lasciar raffreddare e filtrare usando una garza.



PREPARAZIONE OMOGENATO DI FINOCCHIO:

Tagliare a pezzi lunghi 1 cm le guaine fogliari esterne dei finocchi, cuocerli in acqua distillata lasciandoli bollire per 30 minuti. Lasciar raffreddare, frullare e filtrare con una garza pulita o un setaccio l'omogenato di finocchio.

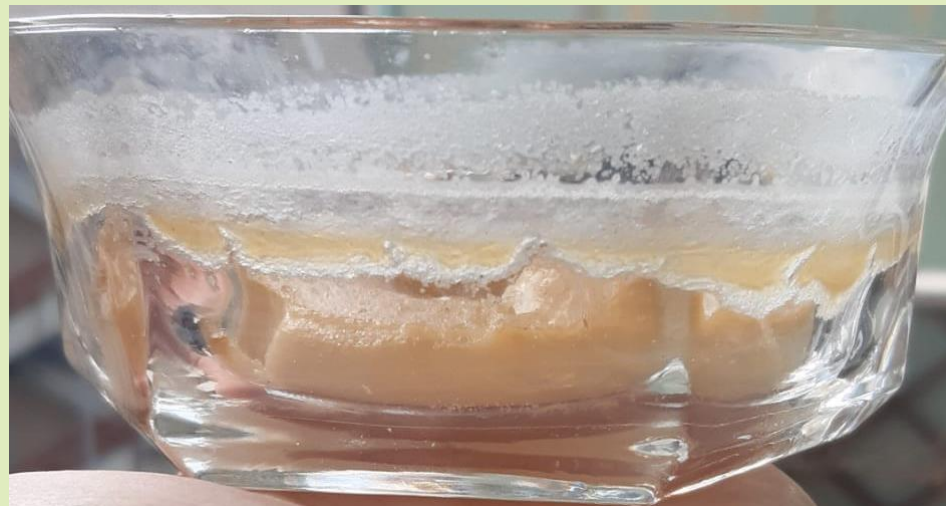
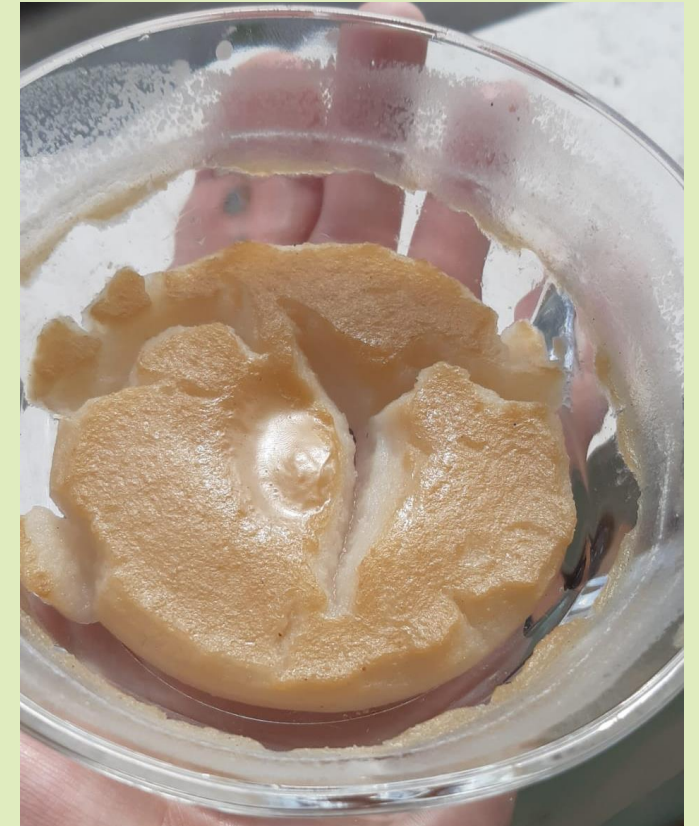


PREPARAZIONE BIOFILM:

Misurare 100mL di omogenato di finocchio e 50mL di siero di latte, mescolare lentamente evitando la formazione di bolle o schiuma. Versare la soluzione in un contenitore di vetro e lasciar essiccare a 40 °C per diverse ore e poi a temperatura ambiente per diversi giorni.



QUINTO
GIORNO DI
ESSICCATURA
ALL'ARIA



PROVE DI STABILITA'



Ambiente
acquoso

Plastica

Graffetta di
metallo

Aceto

Candeggina

Limone



I risultati dopo una settimana lasciati i vari pezzi di bioplastica all'interno dei vari ambienti acquosi e non



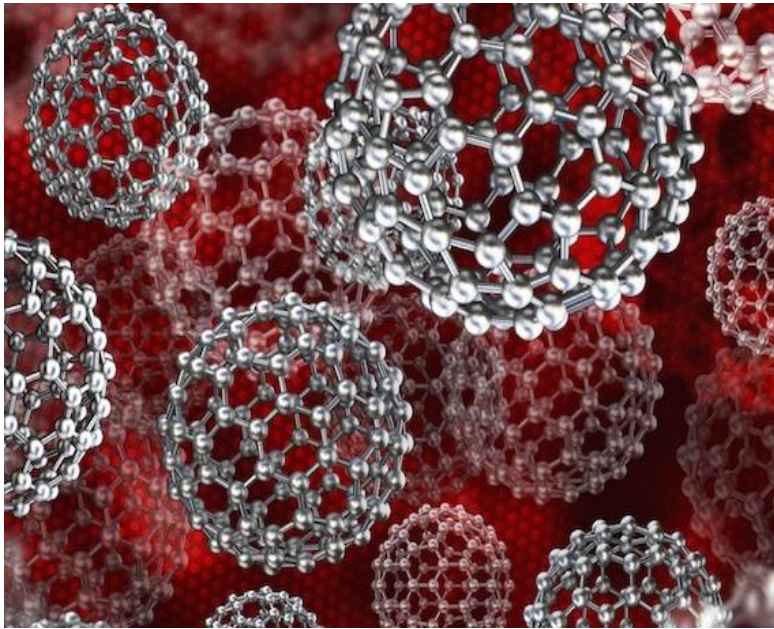
Ambiente acquoso

Osservazioni:

Il biopolimero ha una consistenza gelatinosa ed ha un aspetto biancastro



CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI



Alla luce dell'esperienza della Scuola del Re 2022 il progetto verrà riformulato ampliando l'attività con lo studio dei nanomateriali, delle loro proprietà e del loro impiego nella produzione di bioplastiche.

NANOMATERIALI E GUSCIO D'UOVO

All'Università di Tuskegee (Alabama, Stati Uniti) i ricercatori del team guidato dal dottor Vijaya Rangari hanno frammentato i gusci d'uovo in nanoparticelle e le hanno aggiunte a una miscela di polimeri, così da ottenere materiali plastici resistenti e flessibili. Queste particelle di guscio d'uovo grandi nell'ordine dei nanometri, aggiungono resistenza al materiale e lo rendono più flessibile di altre nanoplastiche presenti attualmente sul mercato- dice il ricercatore- crediamo che queste caratteristiche, insieme alla biodegradabilità, potrebbero rendere questo materiale a base di nano-particelle di carbonato di calcio una soluzione alternativa per un creare una nuova generazione d'imballaggi».



Esempi di esperimenti: bioplastica dalla caseina

Obiettivo: possibilità di utilizzare le caseine da latte scremato per la produzione di plastiche a basso impatto ambientale nell'ottica degli obiettivi dell'Agenda 2030.

A chi è diretto: triennio di tutti le tipologie di scuole, modulabile come approfondimenti.

