



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

Bioraffineria, Riciclo & Materie Plastiche

PECTINE DA SCARTI DI ARANCE

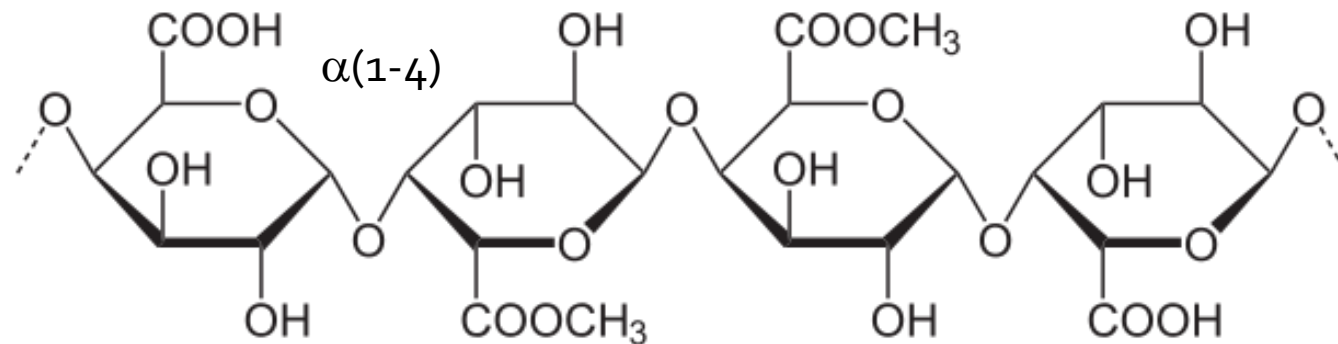
Produzione di un film biodegradabile

Anna Maria Madaio

IIS «B. Focaccia» Salerno

Pectine

- La pectina è una fibra idrosolubile indigeribile ed è il maggior componente legante delle **pareti cellulari** delle piante e dei frutti.
- Chimicamente è un eteropolisaccaride composto principalmente da una catena lineare di molecole di acido galatturonico collegate tra loro mediante legami glicosidici $\alpha(1-4)$.
- In percentuale variabile i gruppi carbossilici sono esterificati con CH_3OH (diverso grado di esterificazione)



Pectine

- La funzione delle pectine è quella di unire lo spazio esistente fra una cellula e l'altra, dando consistenza (croccantezza) alla frutta e alla verdura, conferendo un aspetto molto gelatinoso.
- Sono ricche di pectina le mele, le carote e le arance, in queste ultime è presente soprattutto nelle bucce.

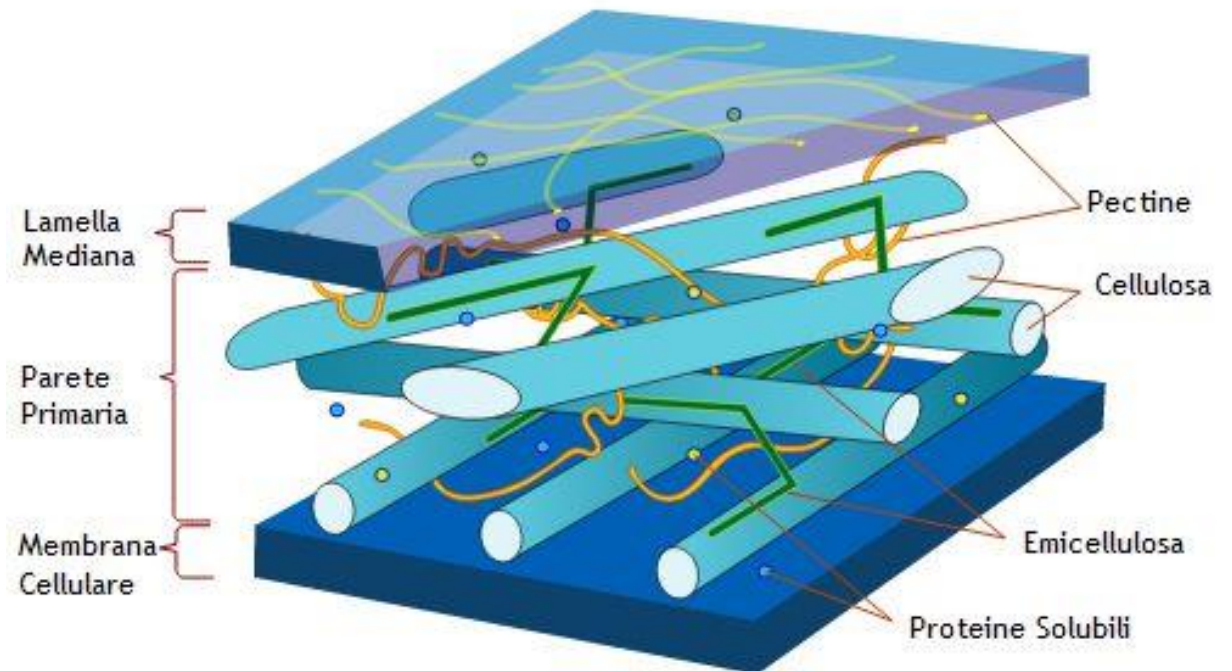
La quantità e la composizione chimica della pectina, presente nei vegetali, varia in funzione della tipologia di pianta, dell'età e della parte della pianta impiegata nell'estrazione



Ruolo delle pectine nelle piante

- Le pectine rappresentano tra il 2% e 35% della parete cellulare e hanno un ruolo importante nei tessuti delle piante superiori. Infatti, la **protopectina**, una forma insolubile della pectina, e la **cellulosa**, sono i costituenti principali della lamella mediana della parete cellulare delle piante.

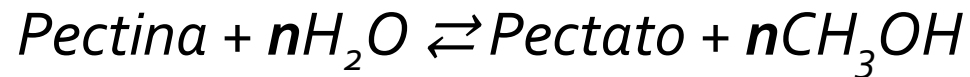
Le pectine svolgono una funzione strutturale nella pianta e regolano i meccanismi di trasporto dell'acqua.



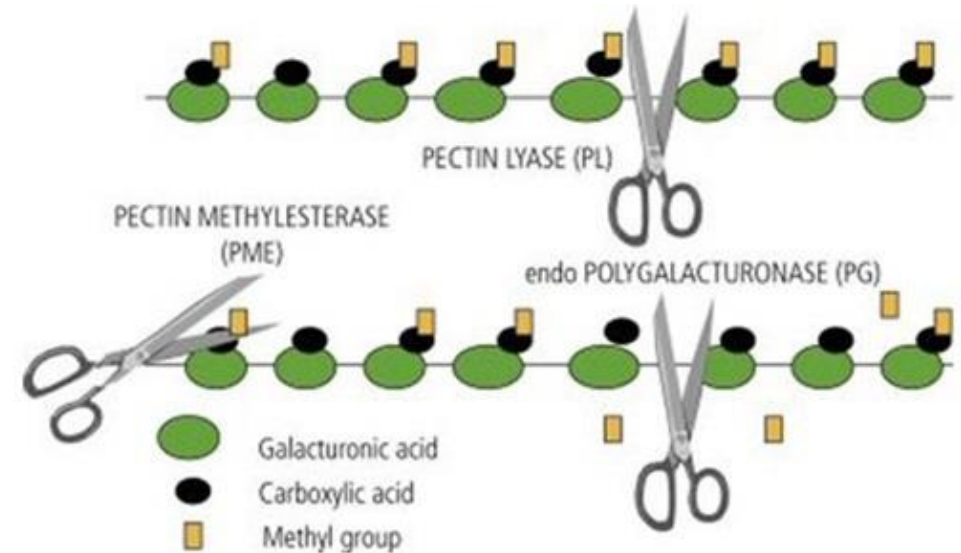
Ruolo delle pectine nelle piante

Durante la maturazione, le pectine presenti nella frutta vengono idrolizzate da **enzimi specifici** che prendono il nome di **pectinasi** rendendo la frutta più molle e abbassandone il potere gelificante.

pectinametilesterasi: idrolizza la pectina a pectato e metanolo



pectina liasi: attacca direttamente la pectina, tagliando i legami glicosidici interni



Usi delle pectine

Le pectine sono biodegradabili, biocompatibili e atossiche

- In ambito alimentare vengono utilizzate come sostanza gelificante (E440, additivo alimentare), cioè consentono all'alimento di assumere un aspetto gelatinoso in presenza di zuccheri; si usano nelle marmellate, gelatine e in prodotti alimentari quali dolci e prodotti caseari.
- Nell'industria cosmetica e farmaceutica vengono utilizzate come addensanti e stabilizzanti.

Applicazioni in ambito biomedico e farmaceutico:

<https://www.mdpi.com/1420-3049/23/4/942/html>



Classificazione Pectine

In base al grado di metossilazione si distinguono in:

- Pectine ad alto metossile (HM) con più del 50% di gruppi carbossilici esterificati

Richiedono condizioni specifiche per gelificare, come pH basso (2,5–3,5) e presenza di solidi solubili; principalmente saccarosio (55-75%) o altri co-soluti simili (ad es. sorbitolo, glicole etilenico)

- Pectine a basso metossile (LM) con meno del 50% di gruppi carbossilici esterificati

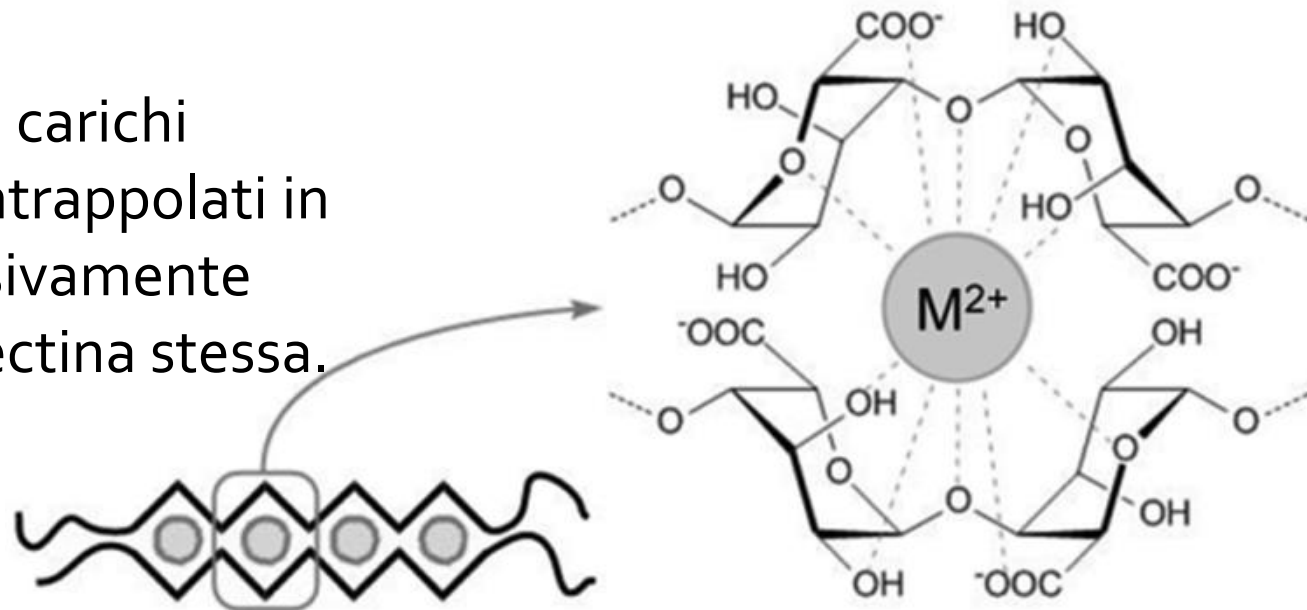
Gelificano indipendentemente dal contenuto di zucchero e sono chimicamente più stabili all'umidità e al calore rispetto alle pectine. Inoltre sono più resistenti al pH rispetto alle pectine HM sopra menzionate e i gel possono essere ottenuti in un ampio intervallo di pH

Proprietà pectine a basso metossile (LM)

Rimozione di metalli tossici (chelazione) da tessuti e sangue

Le pectine LM sono composte da poliuronidi dotati di carica negativa, riuniti in gruppi (cluster) formati da tanti piccoli alveoli (egg box)

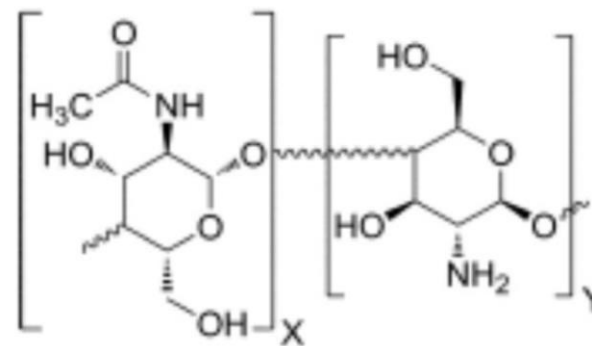
Gli ioni dei metalli pesanti carichi positivamente vengono intrappolati in queste strutture e successivamente espulsi dal corpo con la pectina stessa.



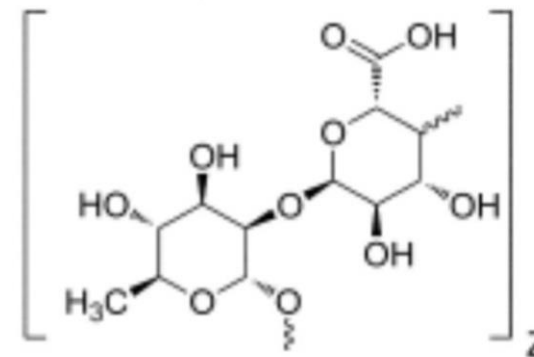
Comportamento analogo agli alginati

Interazioni pectine-chitosano

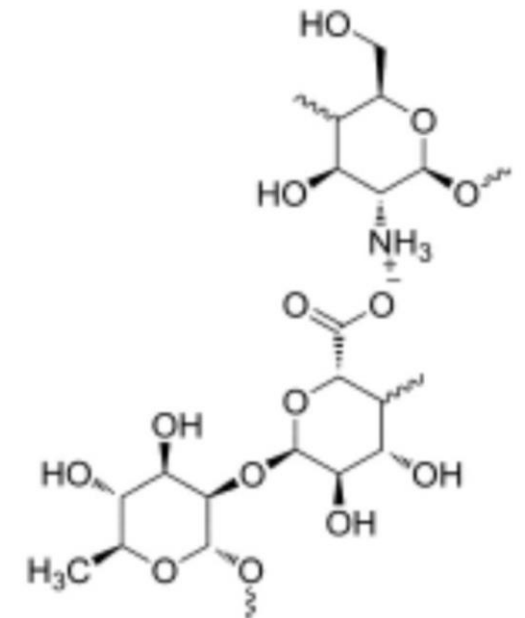
Il chitosano è una polibase debole e la pectina un poliacido debole, quindi in soluzione si creano attrazioni elettrostatiche tra i gruppi amminici, carichi positivamente (NH^{+3}) nel chitosano e i gruppi carbossilici carichi negativamente ($-\text{COO}^-$) nella pectina



a) Chitosan



b) Pectin



c) Chitosan:Pectin Interaction

Complessi polielettrolitici

Scarti di arance

Un elevato contenuto di pectina (30% circa) è presente nella buccia delle arance, un abbondante prodotto di scarto dell'industria agroalimentare che rappresenta un grosso **problema di smaltimento** a causa dei suoi elevati costi.

Ogni anno l'industria agrumicola produce oltre 700.000 tonnellate di scarti.



Tale **scarto** può essere **riutilizzato** per l'estrazione di pectine e di altri prodotti bioattivi in esso contenuti.



LABORATORIO

Estrazione di pectine da bucce di arancia

Metodica

50 g di albedo di bucce di arancia vengono lavate, tagliate in piccoli pezzi, messe in un becker e coperte con 200 mL di H₂O distillata



Metodica



Il miscuglio acqua/bucce viene portato a pH 3-4 mediante aggiunta di acido citrico e poi viene lasciato bollire, agitando di tanto in tanto con una bacchettina di vetro, per circa 1 ora

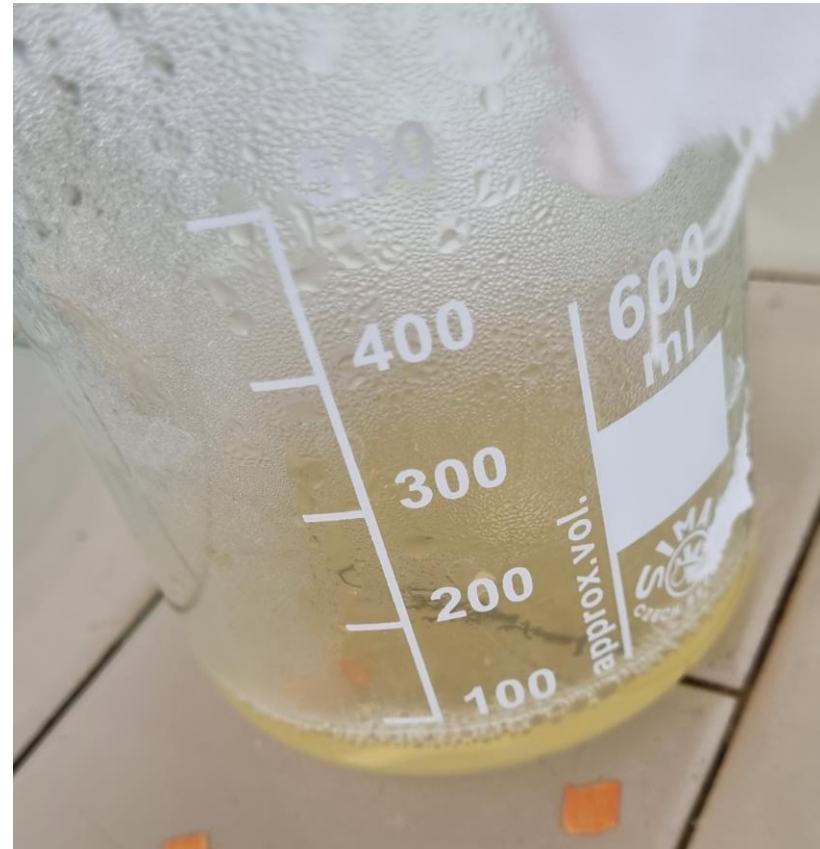
L'estratto, contenente il materiale vegetale acido degradato e le pectine è corrosivo e viscoso.



Metodica



Successivamente, si effettua a caldo una filtrazione su tela, ottenendo una soluzione acquosa contenente le pectine estratte.



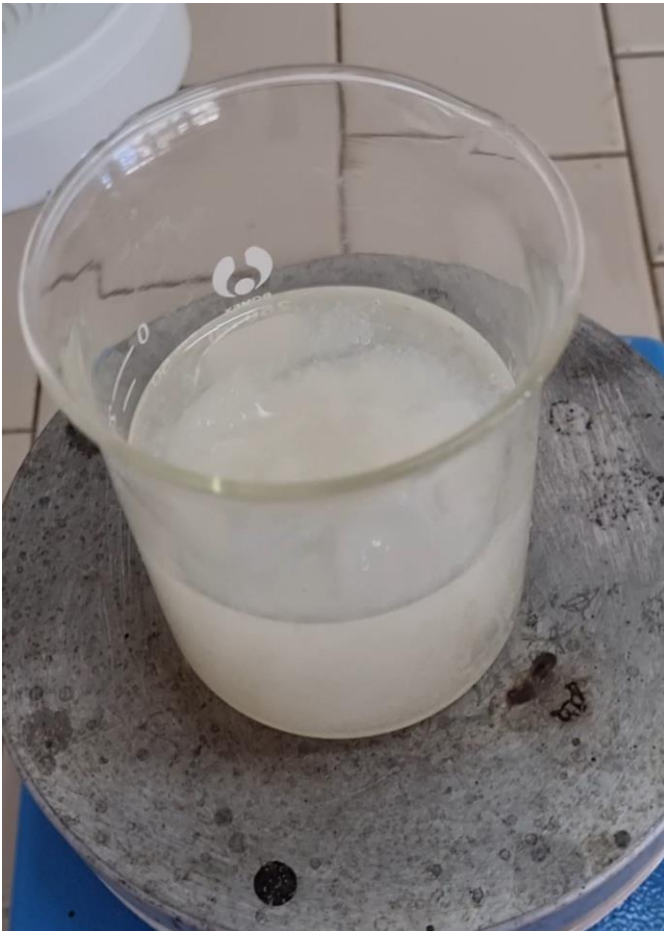
Metodica

Dopo aver raffreddato, il filtrato viene versato in 3 volumi di alcol isopropilico (o etanolo), agitando la miscela con ancoretta magnetica finchè tutte le pectine non sono precipitate



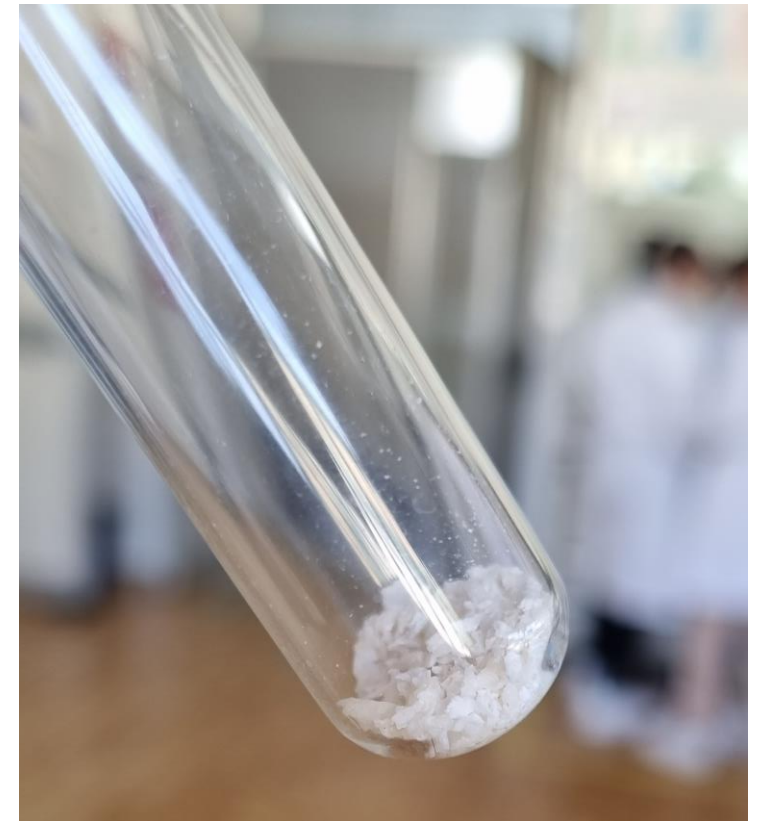
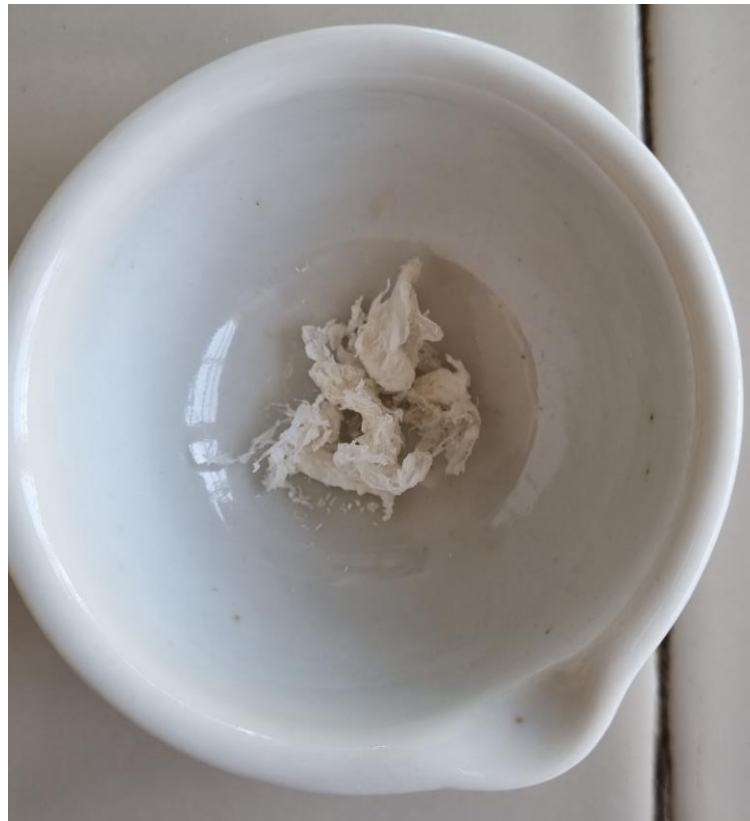
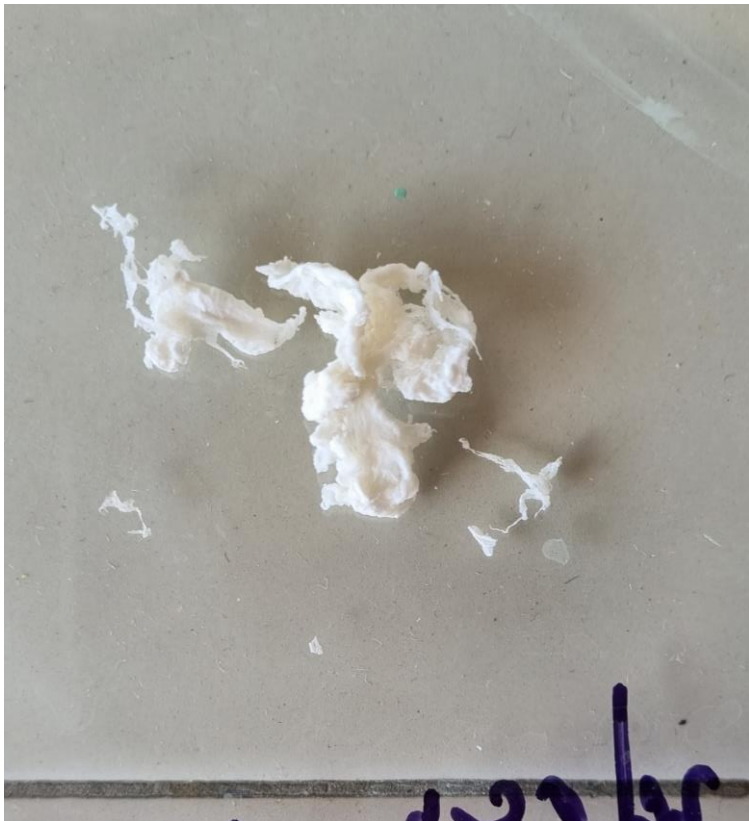
Metodica

Le pectine precipitate vengono filtrate per tela e lavate con il solvente usato, fino a pH neutro.



Metodica

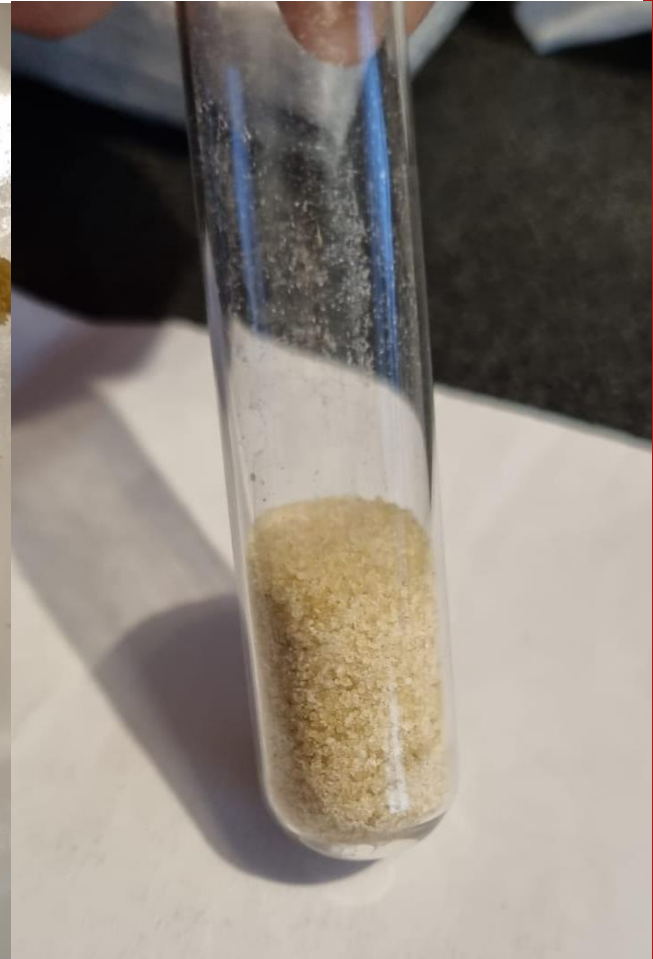
Il precipitato ottenuto viene fatto essiccare in stufa a 40°C e successivamente si macina in un mortaio o in un frullatore.



Estrazione casalinga con etanolo



Estrazione casalinga con etanolo





LABORATORIO

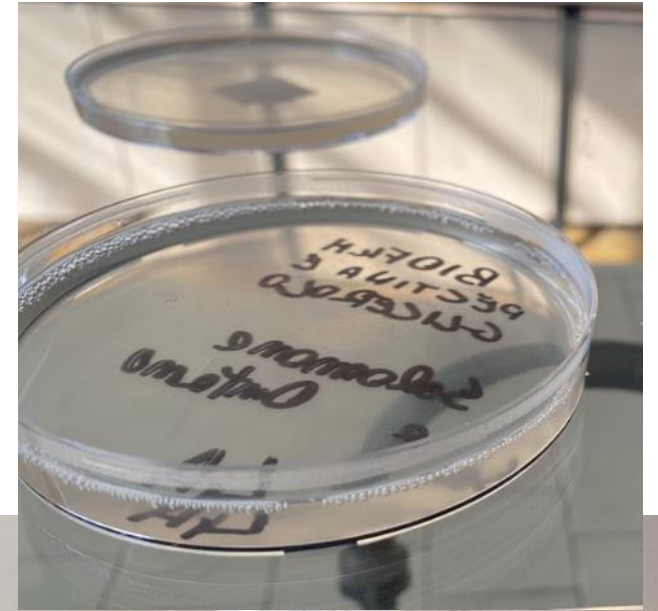
Produzione biofilm da pectine

I gruppi funzionali presenti nella struttura della pectina consentono l'interazione con una varietà di molecole, portando alla produzione di nuovi materiali.

Le pectine estratte possono essere usate per preparare biofilm

Biofilm da pectine e glicerolo

- Disciogliere a caldo 1 g di pectine in 100 mL di H₂O
- Aggiungere 500 mg di glicerolo
- Stratificare 50 mL di soluzione in capsula di Petri



Biofilm da pectine e glicerolo

- Lasciar essiccare a temperatura ambiente
- Asportare i film dalle piastre



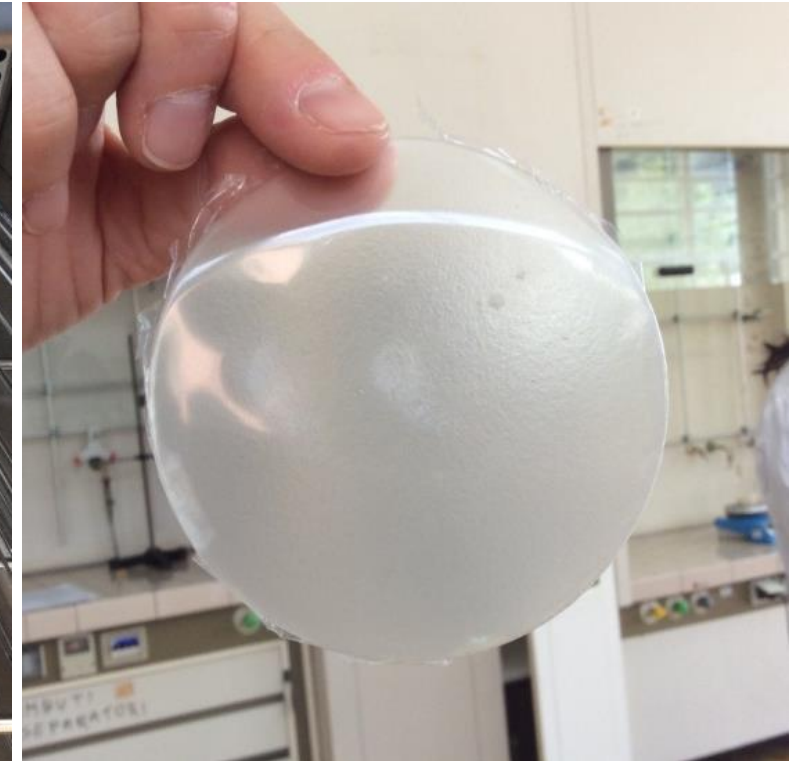
Biofilm da pectine e proteine della soia

- Disciogliere 1,3 g di proteine di soia in 100 mL di H₂O e portarle a pH 9 con NaOH 2M
- Disciogliere 1,6 g di pectine di agrumi in 100 mL di H₂O



Biofilm da pectine e proteine della soia

- Preparare 3 piastre di Petri contenenti 50 mL di miscele di differenti volumi delle soluzioni di proteine della soia e di pectine (25:25, 15:35, 35:15)
- Lasciare essiccare per 24/48 ore a temperatura ambiente o in stufa a 37° per il tempo necessario
- Asportare i film dalle piastre



Riferimenti

- Molecules 2018 , 23 (4), 942;
- <https://doi.org/10.3390/molecules23040942>
- <https://www.slideshare.net/xilberferbeltranfernandez/extraccion-de-pectina>
- <https://unipektin.ch/wp-content/uploads/2020/05/UPI-Pectin-brochure.-final-version.pdf>
- https://www.researchgate.net/publication/275339149_Rapporto_tecnico_Produzione_di_miscele_di_pectine

*Le attività di laboratorio sono state condotte in collaborazione col prof. **Salvatore Ruggiero**,
Insegnante Tecnico Pratico di Laboratorio di Chimica Organica*