

The background features a white top section with faint, light blue molecular structures consisting of interconnected hexagons and lines. Below this, a blue wave graphic transitions into a solid blue bottom section. The text is centered in the white area.

# **BIOPLASTICHE A BASE DI ALGHE**

**Istituto Superiore Pascal Comandini  
Arianna Lucchi**

<https://www.ispascalcomandini.it>

# Chi siamo



- Il nostro istituto tecnico è un punto di riferimento tecnologico del nostro territorio, offre una solida base culturale di carattere scientifico e tecnologico.
- I nostri punti di forza sono lo sviluppo di competenze che permettono un immediato inserimento nel mondo del lavoro, oppure di proseguire gli studi in corsi di laurea scientifici e tecnologici e la valorizzazione del binomio scienza e tecnologia per favorire la crescita della cultura dell'innovazione.
- I nostri ragazzi imparano a capire il mondo e sviluppano il piacere di partecipare alla sua trasformazione. Le articolazioni presenti sono elettronica ed automazione che insegna a comprendere i campi dell'elettronica e della robotica applicata a processi produttivi e l'automazione industriale. Informatica e telecomunicazioni per capire i processi e le norme che regolano le tecnologie utilizzate.
- Biotecnologie ambientali per imparare a gestire i processi chimico-biologici da adottare nei settori della ricerca, farmaceutico, alimentare e soprattutto ambientale con particolare attenzione alla tutela ambientale.
- Team:

Arianna Lucchi responsabile del progetto

Classe coinvolta 3°L

# Finalità

Il governo ha elaborato nuove normative nel tentativo di vietare l'uso di sacchetti di plastica a base di petrolio in modo da proteggere l'ambiente. Pertanto è importante trovare materiali sostitutivi per raggiungere questo obiettivo.

- È interessante notare però che, essendo l'Italia una penisola, c'è un'abbondanza di alghe, che è una strada interessante da esplorare. La salicornia è una materia prima dal potenziale notevole per la produzione di un'alternativa alla plastica derivata dal petrolio, in particolare borse in tessuto non tessuto di polipropilene, sotto forma di borse in bioplastica riutilizzabili e completamente biodegradabili.
- Questo progetto tenta di indagare l'utilizzo delle alghe, principalmente Gracilaria Salicornia e Ulva lactuca come potenziale materia prima per la produzione di sacchetti in bioplastica riutilizzabili attraverso il metodo di ottimizzazione Taguchi per l'abbattimento del costituente ottimale % in peso. Per la preparazione del biofilm da colare in soluzione, come fattori controllabili sono stati selezionati amido di manioca, polvere di alghe, glicerolo e acido acetico.

# metodologie

- Per eseguire gli esperimenti sarà preso in considerazione il piano di progettazione sperimentale della matrice ortogonale Taguchi. Le risposte analizzate saranno la resistenza alla trazione, l'assorbimento d'acqua, la biodegradazione e la permeabilità al vapore acqueo.
- Dagli esperimenti saranno valutati l'assorbimento d'acqua massimo e una permeabilità minima al vapore acqueo. Inoltre, saranno sviluppati modelli di regressione e grafici di contorno per prevedere la migliore combinazione tra amido, alghe, glicerolo e acido acetico. Rispetto ad altri materiali disponibili sul mercato utilizzati per la produzione di sacchetti, saranno valutate le proprietà meccaniche del materiale sviluppato a base di alghe.
- L'obiettivo è quello di ottenere una pellicola che si solubilizzi nella fase di cottura dell'alimento, trasferendogli al contempo le proprietà nutrizionali della salicornia.

# Implicazioni pratiche

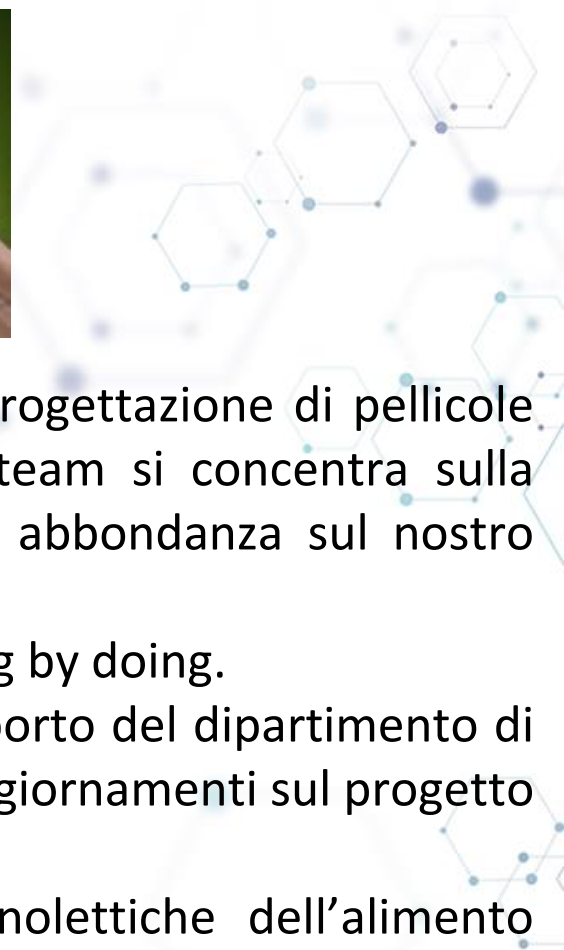
- Competenze tecnico professionali

Così il nostro Biolaboratorio consentirà di progettare e avviare un insieme di attività di ricerca che possano dare a noi giovani studenti gli strumenti per dare risposte nuove, nell'ambito delle biotecnologie verdi, guardando alla piena sostenibilità, anche in rapporto alla scarsità di risorse globali e ai cambiamenti climatici. Con il supporto dei ricercatori universitari di Bologna.

In laboratorio dopo la raccolta, la purificazione, l'essiccazione della salicornia e il supporto dell'università, la presenza di professionisti in laboratori e continui aggiornamenti sul progetto ci permetteranno di arrivare alla realizzazione della nostra pellicola.

Il dipartimento di chimica industriale darà la possibilità agli studenti di parlare direttamente con i professionisti del settore al fine di chiarire dubbi sulla metodologia adottata; di organizzare seminari di approfondimento in aula; ricevere supporto e consigli sulle attività sperimentali realizzabili in un contesto scolastico; richiedere una consulenza in merito alla spettrofotometria FTIR e ai reagenti necessari per le attività laboratoriali indicate nella proposta progettuale.

# | Il nostro progetto 1



Il progetto si colloca nell'ambito delle biotecnologie verdi.

Una delle principali sfide tecnologiche dell'industria alimentare dei prossimi anni è la progettazione di pellicole commestibili antimicrobiche da utilizzare per la conservazione di alimenti. Il nostro team si concentra sulla progettazione di pellicole commestibili a partire dalla salicornia, vegetale presente in abbondanza sul nostro territorio e facilmente reperibile.

- Per progettare e raggiungere obiettivi efficaci applichiamo una strategia mirata learning by doing.
- In laboratorio dopo la raccolta, la purificazione, l'essiccazione della salicornia e il supporto del dipartimento di chimica industriale dell'UNIBO e la presenza di professionisti in laboratori e continui aggiornamenti sul progetto ci permetteranno di arrivare alla realizzazione della nostra pellicola.
- Controllando che non vi siano cambiamenti nell'aspetto e nelle proprietà organolettiche dell'alimento avendone prolungato la shelf-life.
- L'obiettivo è quello di ottenere una pellicola che si solubilizza nella fase di cottura dell'alimento, trasferendo al contempo le proprietà nutrizionali della salicornia.

Noi giovani studenti insieme a nuovi strumenti, guarderemo alla piena sostenibilità, in rapporto alla scarsità di risorse globali e ai cambiamenti climatici.

Nell'ottica dello studio delle biotecnologie applicate alla promozione della salute e dell'ambiente.

# | Il nostro progetto 2



Gli “attori” ed i “protagonisti” del loro apprendimento sono gli stessi ragazzi.

- Nel campo della metodologia didattica, l’esperienza di analisi spettrofotometrica FTIR verrà condotta presso il dipartimento di chimica industriale UNIBO.
- Per quanto detto lo studio delle “scienze della vita” contribuisce al raggiungimento della cosiddetta “cittadinanza scientifica” che consiste nella capacità di inserirsi in una società quale è la nostra caratterizzata da un trend di sviluppo scientifico e tecnologico “esponenziale” con conoscenze e competenze adeguate per operare e fare scelte in modo consapevole.
- Si lavora in team superando qualunque tipo di barriera: disuguaglianze sociali, etniche, culturali ...
- L’attività scientifica si basa sulla raccolta, gestione, elaborazione, di dati e loro interpretazione attraverso un procedimento logico, sequenziale, razionale. Questa sequenza di operazioni che verrà svolta in collaborazione con l’università sviluppa la capacità di comunicare in ambito lavorativo, ma anche in un qualunque altro contesto sociale e/o familiare in modo costruttivo e positivo, utilizzando capacità argomentative basate su dati concreti ed esprimendosi con un prezioso linguaggio dialettico.
- Il metodo scientifico è uno strumento potente in termini di capacità predittiva: in questo modo si sviluppa la capacità di dominare la complessità e di leggere la realtà con strumenti adeguati.
- Per concludere, quindi: avvicinare lo studente al “SAPERE”, in una proficua collaborazione senza confini, ecco l’ultima, ma non la meno importante motivazione allo studio delle scienze della vita.



# Metodologie

## 1. Sviluppo ed osservazione delle bioplastiche e analisi delle proprietà nutrizionali della salicornia

### *Obiettivo*

Sviluppo e osservazione delle bioplastiche.

### *Interdisciplinarietà:*

Biologia (Sistema nutrizionale) chimica (antiossidanti, integratori) fisica (forza elasticità muscolare), scienze (fabbisogno nutrizionale), informatica (gestione da remoto).

### *Procedimento*

Le alghe *Gracilaria salicornia* e *Ulva Lactuca* saranno lavorate prima della fase di sperimentazione. Le alghe appena raccolte saranno lavate in un grande contenitore con acqua di rubinetto per eliminare le impurità solide e il sale. A questo scopo verrà utilizzata acqua fredda per evitare la dissoluzione dell'amido. L'essiccazione delle alghe è necessaria se non vengono utilizzate immediatamente per prevenirne la degradazione che inciderebbe sui biopolimeri presenti.





Il trattamento chimico della *Gracilaria salicornia* sarò adottato dalla procedura di Gertrudes (1990) per l'estrazione dell'agar. La *Gracilaria salicornia* essiccata sarà trattata con una soluzione acquosa di NaOH al 20%. I tre campioni saranno trattati a 70°C, 90°C, 150°C rispettivamente a distanza di una settimana e ogni volta prima di alzare la temperatura vanno registrati gli spettri per osservarne cambiamenti e vederne il possibile stato di degradazione.

### *Osservazioni*

Sebbene si noti un processo degradativo dei polimeri già alla temperatura di 37°C, tale processo richiede tempi molto lunghi. Pertanto abbiamo deciso di utilizzare temperature più elevate per facilitare ed accelerare il processo di degradazione.

## 2. Analisi sulla permeabilità delle pellicole di bioplastica

### *Obiettivo*

Il test di assorbimento dell'acqua sarà conforme alla norma ASTM D570 (metodo di prova standard per l'assorbimento dell'acqua delle materie plastiche).

### *Interdisciplinarietà*

Chimica (chimica analitica- economia circolare), fisica (monitoraggio ambientale), scienze della terra (l'isola di plastica), informatica (analisi automatica dei dati, banche dati, progettazione di design).

### *Procedimento*

Il test sarà eseguito per nove volte per determinare i livelli dei fattori di controllo con il più basso assorbimento d'acqua. Sarà considerato un test di immersione ripetuto con campionamento ogni due ore e un'immersione a lungo termine con campionamento e peso ogni 24 ore fino a quando la media delle tre letture consecutive sarà inferiore all'1% dell'aumento totale di peso o 5 mg, che indica la saturazione. I provini saranno tagliati in strisce.

*i parametri del test saranno regolati come segue: cella di carico di 100 N, distanza di presa di 50 mm e velocità della traversa di 500 mm/min. Per ciascun esperimento saranno testati 5 Campioni. test WVT sarà eseguito secondo ASTM E96/E96M (metodi di prova standard per la trasmissione del vapore acqueo dei materiali), con alcune modifiche, come condotto da Gontard et al. (1993). Per testare il campione è stato selezionato il metodo essiccante. Il campione di prova è stato pesato a intervalli di 6 ore fino al raggiungimento di un peso costante.*

## *Materiali di approfondimento*

Il trattamento chimico della *Gracilaria salicornia* sarà adottata la procedura di Gertrudes (1990) per l'estrazione dell'agar.

### 3. Analisi spettrofotometrica delle bioplastiche

#### *Obiettivo*

*Il campione di ciascun esperimento sarà analizzato utilizzando uno FTIR per l'identificazione dei gruppi funzionali presenti e l'interazione tra i fattori: alghe che contengono polimero di agar, amido, glicerolo e acido acetico. L'analisi di tutti i campioni sarà confrontata e riportata in grafici di confronto.*

#### *Interdisciplinarietà:*

Chimica (classificazione CLP dei principi attivi), biologia (rischio biologico) scienze ambientale (HACCP), informatica (strutturare e organizzare i dati).

#### *Procedimento*

Il biofilm mostra bande nell'intervallo di 1015 cm che fissano il legame CO, che è una caratteristica dell'agarosio e dell'agarpectina presenti nel biopolimero dell'agar, confermando la sua alta concentrazione nell'alga *Gracilaria salicornia* utilizzata per la bioplastica (Kumar et al., 2019).

## Osservazioni

*Lo spettro infrarosso del film bioplastico ha mostrato un assorbimento significativo nell'intervallo da 3000 a indicare la presenza del gruppo ossidrilico (OH). L'amido presente nel film porta alla formazione dell'ampiezza dei picchi e dell'elevata intensità che indicano i legami idrogeno nelle molecole. Ciò fornisce una spiegazione per l'elevata percentuale di degradazione per campioni con elevata concentrazione di amido che possono subire facilmente degradazione microbica (Darni, 2014). Anche questo è dovuto alla presenza di glicerolo che ha tre gruppi idrossilici. Gli alcani attraverso la vibrazione di stretching CH sono stati indicati attraverso il picco nella regione di 2852 cm*

## Materiali di approfondimento

- [1] Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica Analisi spettroscopica di materiale polimerico biodegradabile: caratterizzazione, valutazione dello stato di degradazione da stress termico e applicazioni nel drug delivery
- [2] Tesi di Laurea di: Lombardi Lorenzo, Prof.ssa Sabbatini Simona.
- [3] [Chimicaemateriali.altervista.org/acido-polilattico](http://Chimicaemateriali.altervista.org/acido-polilattico)
- [4] <https://www.xpolymers.it/pla.html>

## 4. Analisi della resistenza meccanica e comparazione con altre pellicole

### Obiettivo

*Da alcuni studi si può osservare che la bioplastica con un maggiore contenuto di amido è associata ad un aumento della resistenza alla trazione. Ciò può essere spiegato dal loro elevato contenuto di amilopectina e amilosio che creano robusti legami intermolecolari richiedendo quindi una grande quantità di energia per la rottura. Si riscontra un aumento della resistenza alla trazione con un livello più elevato di polvere di alghe inclusa nella miscela. Ciò è dovuto alle alghe che agiscono come materiali di riempimento che aiutano a migliorare le proprietà meccaniche grazie ai legami idrogeno aggiuntivi formati nella bioplastica.*

- *Interdisciplinarietà:*

Biologia (biomolecole), fisica ambientale, scienze (OGM ).

## Procedimento

*Il test di assorbimento dell'acqua sarà conforme alla norma ASTM D570 (metodo di prova standard per l'assorbimento dell'acqua delle materie plastiche). Il test sarà eseguito per tutti i nove esperimenti per determinare i livelli dei fattori di controllo con il più basso assorbimento d'acqua. Sarà considerato un test di immersione ripetuto con campionamento di due ore e un'immersione a lungo termine in cui quest'ultimo sarà pesato ogni 24 ore fino a quando la media delle tre letture consecutive sarà inferiore all'1% dell'aumento totale di peso o 5 mg, che indica la saturazione.*

## Osservazioni

*Le prove di trazione saranno eseguite in conformità al metodo di prova standard ASTM D882 per le proprietà di trazione dei fogli di plastica sottili utilizzando una macchina di prova universale TESTOMETRIC M500 50-AT. I film in bioplastica saranno tagliati in strisce di lunghezza 100 mm e larghezza 20 mm.*

## Materiali di approfondimento

*Norma ASTM D570 (metodo di prova standard per l'assorbimento dell'acqua delle materie plastiche).*



## 5. Analisi dei plastificanti in relazione alla biodegradabilità

### *Obiettivo*

Da alcuni studi si evidenzia che la degradazione della bioplastica aumenta con un maggiore contenuto di amido nella miscela. Ciò può essere spiegato dal fatto che il componente dell'amido è ricco di carboidrati e proteine che fungono da fonte per la crescita dei funghi. Questi si disintegrano liberando azoto e favorendo il processo di degradazione. Il tasso di biodegradazione dipendeva anche dall'idrofilicità dei materiali. L'aumento del contenuto di amido porta ad una maggiore sensibilità all'acqua a causa della natura idrofila che aumenta la biodegradazione dei biocompositi.

### *Interdisciplinarietà:*

Biologia (ciclo vitale) Chimica (bioindicatori) fisica (cambiamenti climatici), scienze ambientali (Organizzazione Meteorologica Mondiale), informatica (simulatori di crescita).

### *Procedimento*

*La degradazione dei campioni sarà analizzata attraverso la perdita di peso percentuale rispetto al tempo. Il test di interrimento del terreno effettuato ha avuto un tempo di campionamento di 5 giorni che si è protratto per 30 giorni.*

Le alghe agiscono come riempitivi nella miscela e hanno rilasciato polimeri di agarosio e agaropectina durante il processo di riscaldamento, interagendo con l'amido per migliorarne la microstruttura portando ad una maggiore resistenza alla degradazione microbica. È stato dimostrato che un'elevata quantità di glicerolo, che agisce come plastificante, aumenta la degradazione dei film bioplastici a causa della sua natura idrofila, quindi assorbe acqua per promuovere l'attività dei microrganismi, l'aggiunta di acido acetico a un livello più elevato comporterebbe un tempo di degradazione più breve dovuto alla formazione di legami acetalici dell'amido.

Le bioplastiche hanno un **minor impatto ambientale** in quanto vengono più facilmente (e rapidamente) riassorbite dall'ambiente riducendo così l'inquinamento e l'impatto sull'ecosistema.

Le bioplastiche sono prodotte a partire da **fonti rinnovabili**: esse infatti sono prodotte a partire dalla materia organica vegetale e questo fa sì che non vi siano problemi di esaurimento delle materie prime, oltre a ridurre l'utilizzo di materiali fossili e le emissioni di gas serra.

L'utilizzo di materia prima organica può essere di stimolo alle attività agricole combattendo così l'eccessiva urbanizzazione delle aree rurali.

Le bioplastiche biodegradabili inoltre forniscono un'alternativa per lo smaltimento dei prodotti, riducendo così il volume dei rifiuti.

# | Il nostro laboratorio di chimica e il nostro team

