



ECOPACKLAB: sviluppo e applicazioni di un packaging attivo ecosostenibile

Matteo Minelli
CIRI MAM

Vincenza Andrisano

Responsabile scientifica, UO 6 Rimini, Chimica e tossicologia dei materiali-
CIRI MAM





Il progetto EcoPackLab è stato co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale POR FESR 2014-2020 della regione Emilia-Romagna



Regione Emilia-Romagna

Laboratorio infrastrutturale per l'applicazione di tecnologie avanzate per realizzare packaging attivo ed ecosostenibile



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE AGROALIMENTARE

CIRI-AGRO
capofila

prof.ssa Santina Romani
coordinatrice



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE MECCANICA AVANZATA
E MATERIALI

CIRI-MAM
partner

prof. Maurizio Fiorini
responsabile scientifico

Imprese partecipanti



EcoPackLab



GIMA

Impresa che vanta una lunga esperienza nella produzione di diverse tipologie di macchine, avvalendosi di soluzioni tecnologicamente avanzate per la lavorazione di prodotti in plastica.

www.ima-industries.com



The Italian Food Company. Since 1877.

Barilla

Tra i primi gruppi alimentari italiani, opera nel settore della pasta, dei sughi pronti e dei prodotti da forno.

www.barillagroup.com



ILAPAK

Azienda leader nella produzione di macchine di imballaggio per il settore alimentare.

www.ilapak.it

Obiettivi



Creazione di un laboratorio “a rete” in grado di integrare efficacemente le competenze diverse ma complementari nel settore del packaging alimentare presenti nei due CIRI AGRO e MAM.

Competenze specifiche



- ✓ Progettazione di macchine automatiche
- ✓ Misurazione e modellazione di proprietà barriera di imballaggi
- ✓ Progettazione e realizzazione di dispositivi che utilizzano plasma atmosferico;
- ✓ Progettazione e produzione di sensori;
- ✓ Studio dell'interazione alimento-imballaggio;
- ✓ Valutazione della shelf-life di alimenti confezionati;
- ✓ Test di migrazione da imballaggi;
- ✓ Logistica avanzata e valutazione di LCA.

Obiettivi



Sviluppo e ottimizzazione di processi innovativi per la realizzazione di **nuovi imballaggi flessibili, multistrato, attivi e biodegradabili** per il *miglioramento della **stabilità, qualità ed il prolungamento della **shelf-life** di alimenti.***

Principali **problematiche** legate all'utilizzo di bioplastiche e biopolimeri:

- costo
- processabilità (sviluppo di nuovi processi)
- stabilità
- proprietà meccaniche
- proprietà barriera

Soluzioni di ricerca di base o applicata:

- ✓ nuovi processi di produzione e polimerizzazione, volumi più grandi (effetto scala)
- ✓ packaging multimateriale (laminati o compositi)
- ✓ active packaging

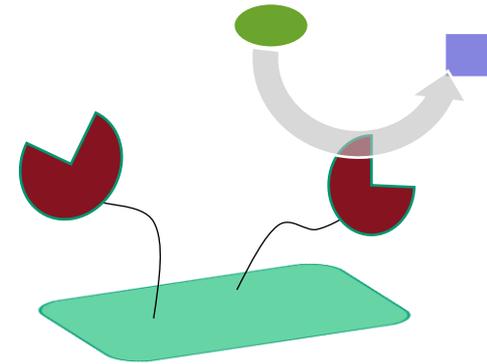




Packaging attivo

Molecole
funzionali

Enzimi



 SUBSTRATE  PRODUCT

Proprietà antiossidanti
e antibatteriche



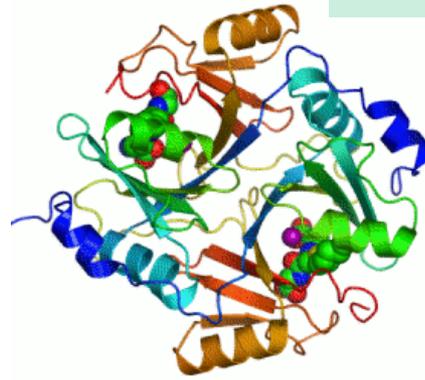
GLUCOSIDASI

Glucosio+O₂



Rimozione di
ossigeno

Gluconolactone,
sequestrante, correttore
di acidità



Conservante naturale
nel miele

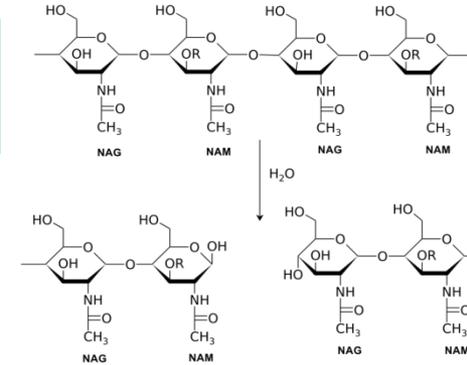
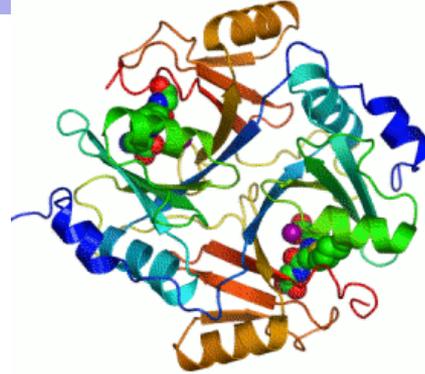
Stabilizzante di
probiotici in yogurt



immobilizzazione di LISOZIMA su packaging

Lisi delle pareti cellulari di batteri gram-positivi

Idrolisi di Peptidoglicani



Conservante naturale

Stabilizzante per cibi e bevande liquide



ROADMAP

dal laboratorio all'industria





Requisiti da soddisfare



Scelta del materiale



Biodegradabile
Compostabile

Trasparente



Leggero
Flessibile

Barriera
all'ossigeno



Basso costo





Film plastici disponibili

Scelta del materiale

	Rifiuto	Proprietà meccaniche	Barriera Ossigeno	Costo
PLA				€€
PP				€
PE				€
Cellulosa + PVDC *				€€€

* Natureflex



Requisiti da soddisfare

Soluzione multistrato



Biodegradabilità e food-compatibility



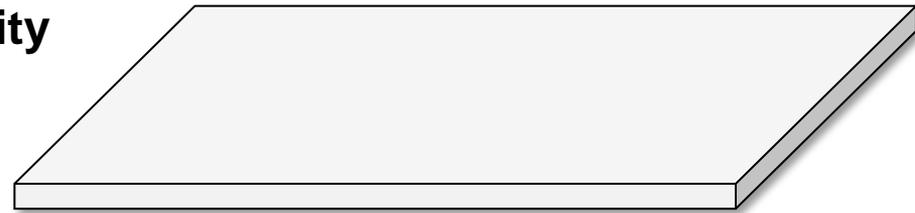
Trasparenza

η

Viscosità ottimale



Contenga attivatori con proprietà Oxygen scavenger.



PLA

Strato Attivo





Valutazioni tecniche

Scelta
componente
attivo

Componente attivo	Costo
Acido Ascorbico (AA)	€
Acido Gallico (AG)	€
Enzima glucossidasi (EG)	€€€



Biodegradabilità e food-compatibility



Trasparenza



Proprietà oxygen scavenger



Solubilità in gel base acqua



ATTIVITÀ DI RICERCA



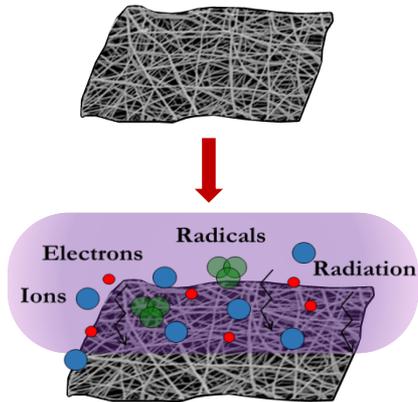


**Produzione e
caratterizzazione
multistrato**

Step di assemblaggio multistrato

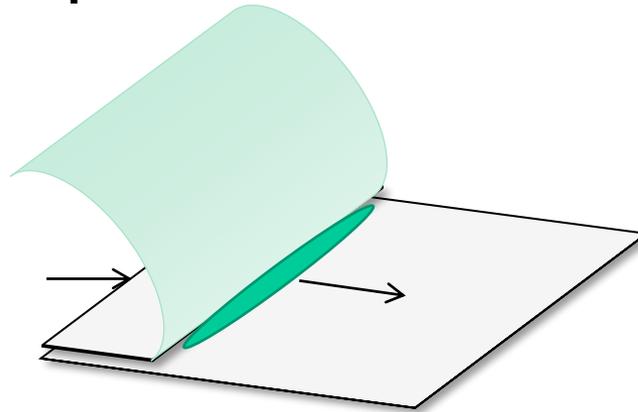


1. Trattamento plasma



Funzionalizzazione plasma a
freddo del PLA

2. Deposizione dello strato attivo



Deposizione manuale a lama
del gel attivo

3. Accoppiamento e saldatura del multistrato



Termosaldatura laterale
del multistrato



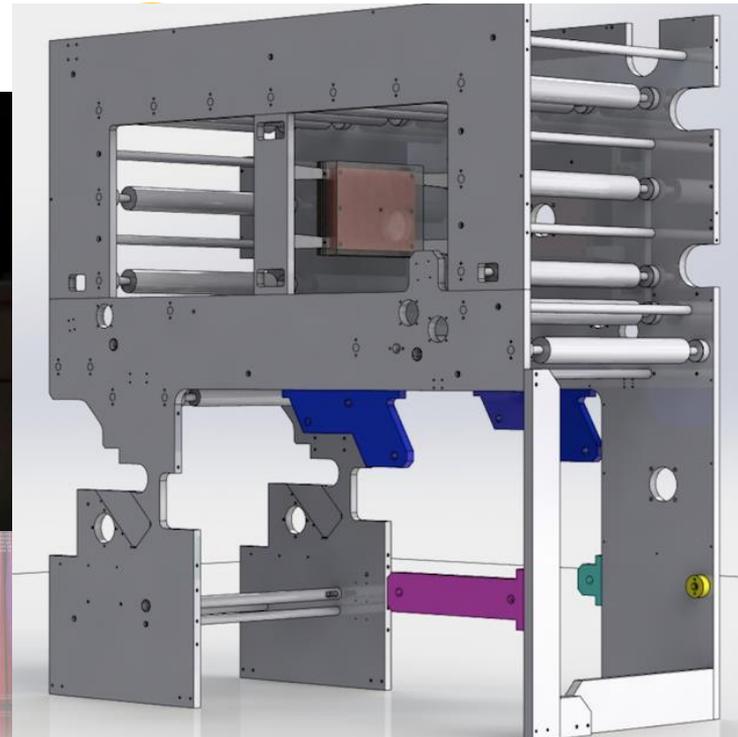
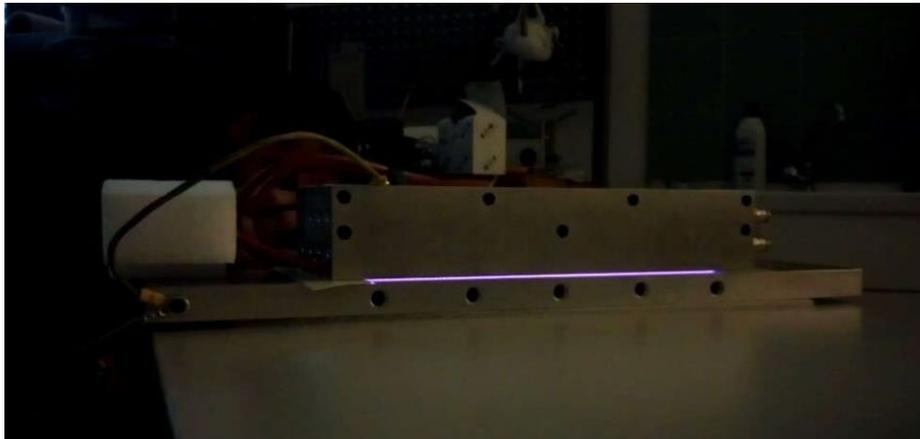
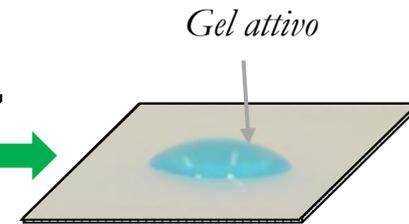
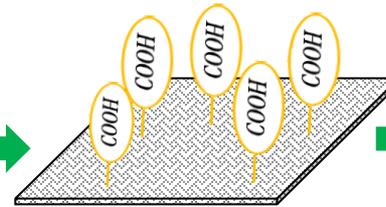
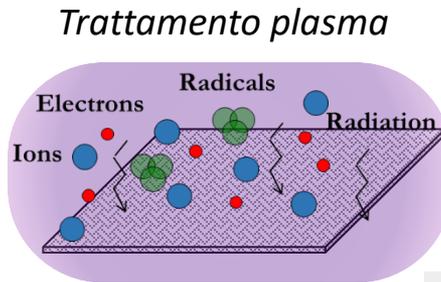
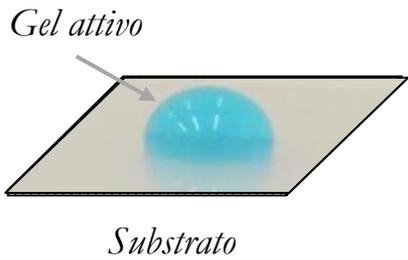


Funzionalizzazione plasma assistita per l'attivazione superficiale e la stesura di *coating*



EcoPackLab

Produzione e caratterizzazione multistrato

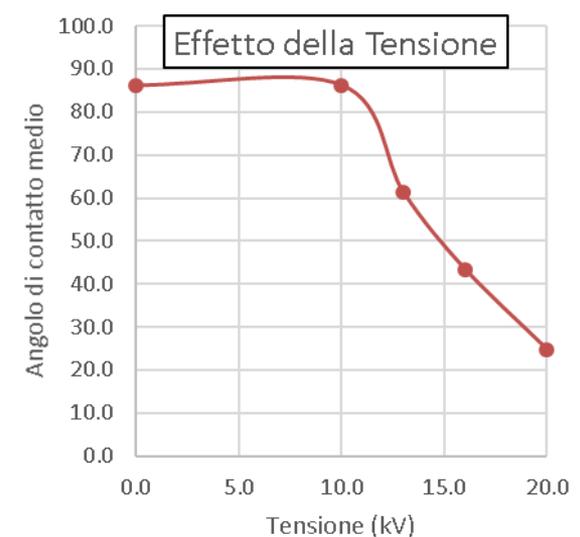
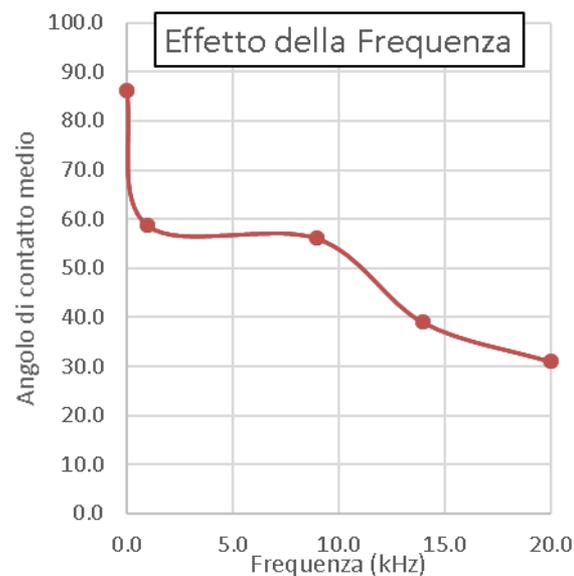
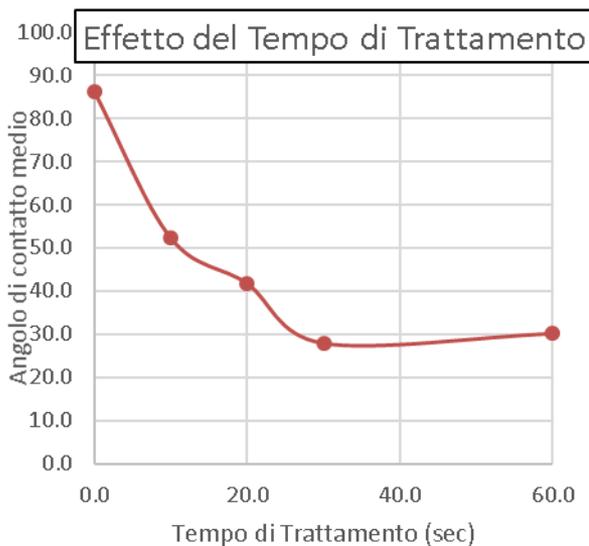


Caratterizzazione dei substrati trattati plasma

MISURE DI WATER CONTACT ANGLE (WCA)

→ incremento della **idrofilicità** del materiale

→ si favorisce così la **stesura** del *layer* di gel.



WCA campione non trattato 86.2°

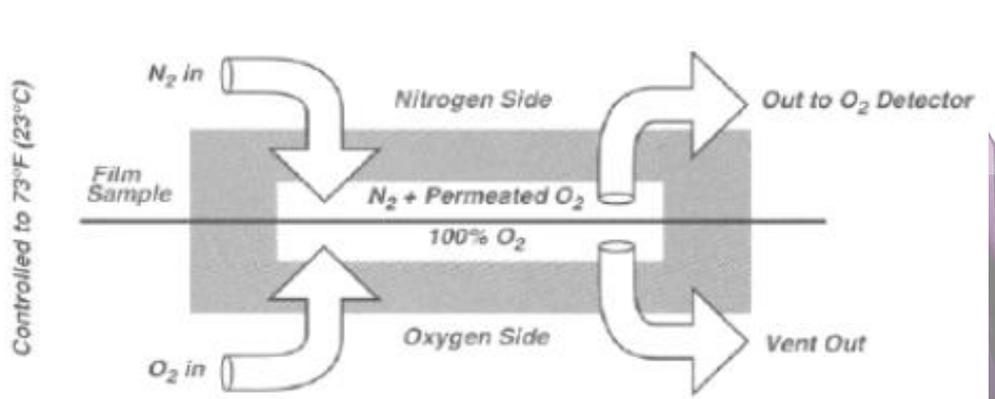
WCA campione trattato 41.8°

Le analisi ATR-FTIR sui campioni trattati plasma mostrano l'innestato di gruppi funzionali (COOH e OH) responsabili dell'aumento di idrofilicità

Test proprietà barriera all'ossigeno su film

Temperatura 25 °C

materiale	substrato	concentrazione AA	O. T. R. cc mil/m ² d
PLA	-	-	418
PLA	PEG 50%	0%	56.0
PLA	PEG 50%	25%	2.5



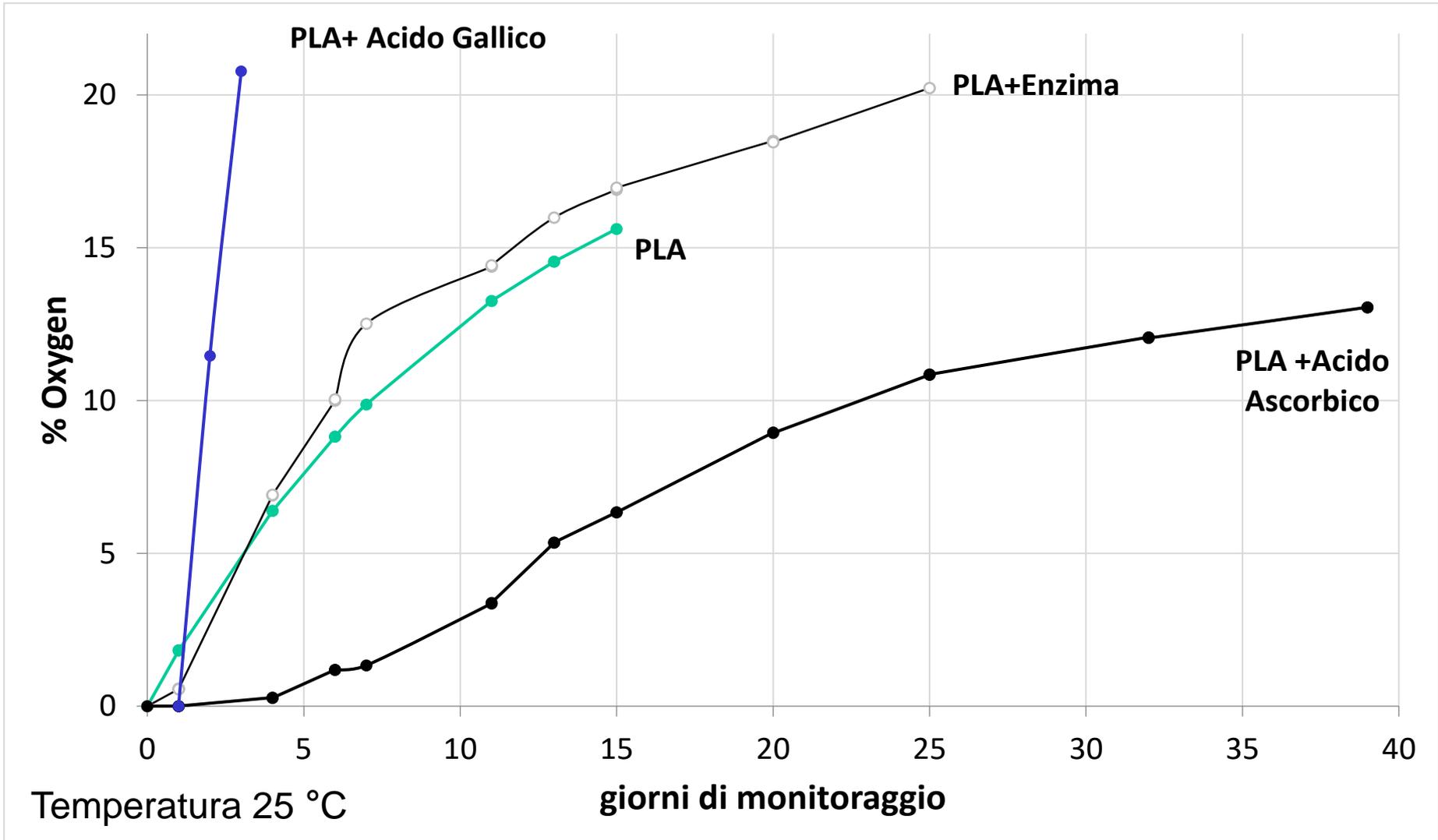
Test proprietà barriera all'ossigeno su film

Temperatura 25 °C

materiale	substrato	concentrazione AA	O. T. R. cc mil/m ² d
PLA	-	-	418
PLA	NaAl 2%	0%	48.1
PLA	NaAl 2%	7%	17.2
PLA	NaAl 2%	15%	6.5
PLA	NaAl 2%	25%	1.8



Test proprietà barriera all'ossigeno su pouch





Studi di shelf-life

1-Prove di *stabilità in conservazione* su **olio di Girasole** confezionato in pouches attivate con **AA + Alginato di Sodio**

2- Sperimentazioni per valutare l'attività antimicrobica in pouches attivate con **Lisozima**





Produzione di Pouch ad effetto barriera all'O₂ per prove di shelf life ^{lab}



Test di *shelf-life* su **olio di Girasole
confezionato
in pouches attivate con **Acido Ascorbico**
(AA)+**Alginato di Sodio****





Test su pesto e olio EVO confezionati in pouches attivate



EcoPackLab

Studi di shelf-life

Campioni

- **Pesto genovese refrigerato confezionato in:**

- Multilayer PLA/PLA con Gel
- Multilayer PLA/PLA con gel attivato Enzima

- **Olio EVO confezionato in:**

- Multilayer PLA/PLA con Gel
- Multilayer PLA/PLA con gel attivato Enzima

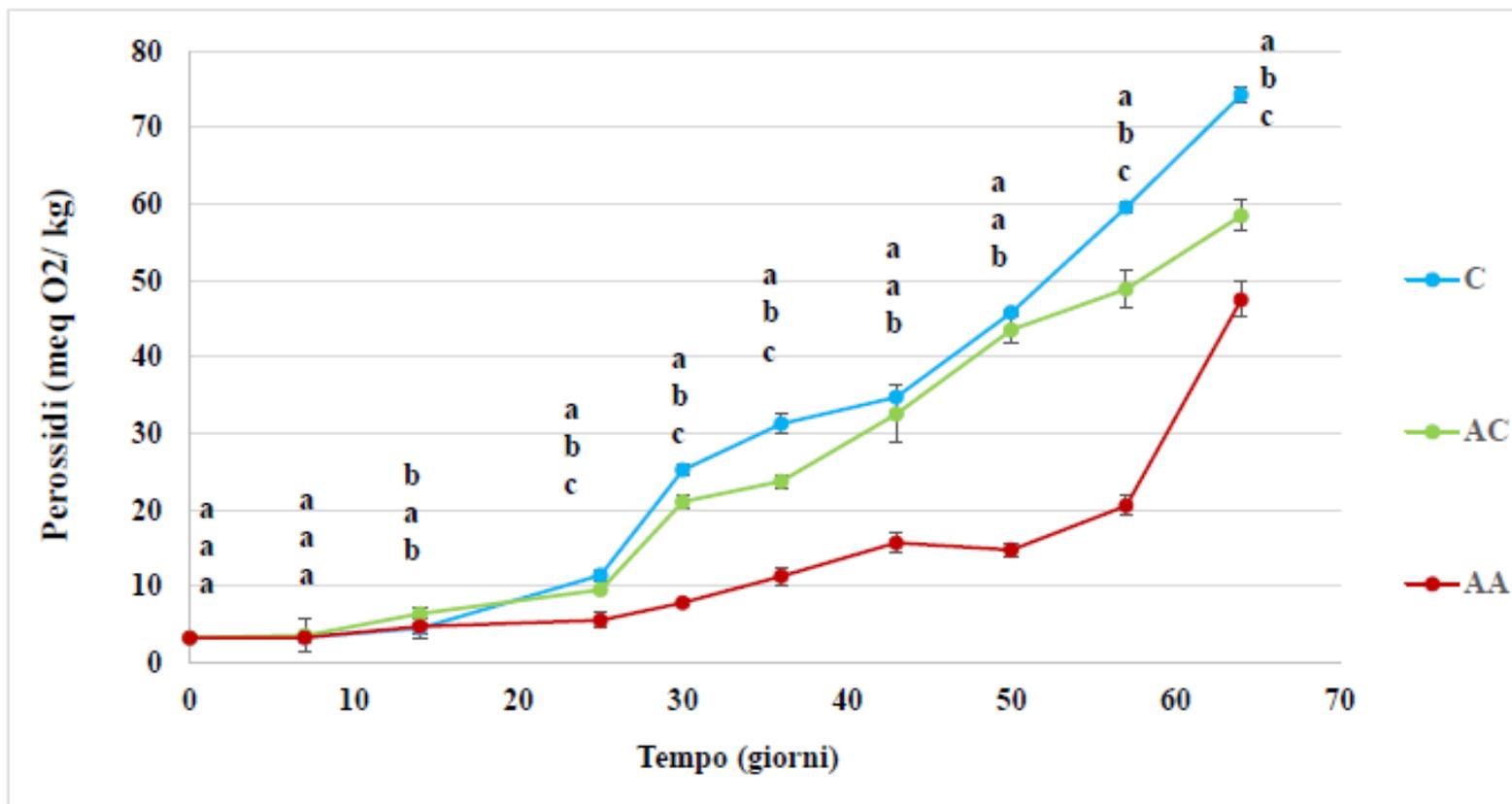
- **Olio EVO confezionato in:**

- Multilayer PLA/PLA con Gel
- Multilayer PLA/PLA con gel attivato Acido ascorbico





Analisi sui perossidi



Packaging attivato con Lisozima

FILM PLA

3 DIVERSI GEL CONTENENTI LISOZIMA (1mg/mL)

- ALGINATO
- PVOH
- NANOCCELLULOSA

1. VALUTAZIONE ATTIVITA' ANTIMICROBICA IN PIASTRA NEI CONFRONTI DI MICRORGANISMI DI INTERESSE ALIMENTARE

DEGRADATIVI

Lactobacillus plantarum 82
Pediococcus damnosus 11
Listeria innocua dsm2029
Enterococcus faecium t2
Listeria innocua atcc 51742
Micrococcus lysodeikticus

PATOGENI

Listeria monocytogenes Scott A
Staphylococcus aureus SR41
Listeria monocytogenes atcc13932



Challenge test



EcoPack Lab

- **PRODOTTO TESTATO: NETTARE DI PERA/LATTE DI RISO** (pH 5.30)
- **Campioni testati:**
 - **CONTROLLO** (pouches in PLA rivestite con gel PVOH (1.5 mL per fogli 20*20 cm)
 - **LISOZIMA** (pouches in PLA funzionalizzate con lisozima (1.25 mg/mL) su gel PVOH (1.5 mL per fogli 20*20 cm)
- **Microrganismo testato: *Listeria monocytogenes* Scott a** (3.4 log ufc/mL)
- **Temperatura di stoccaggio: 4 e 10 °C**

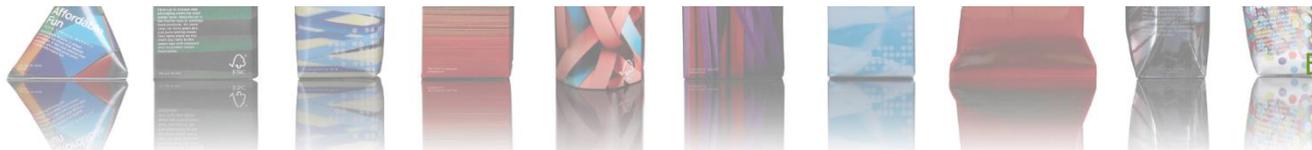
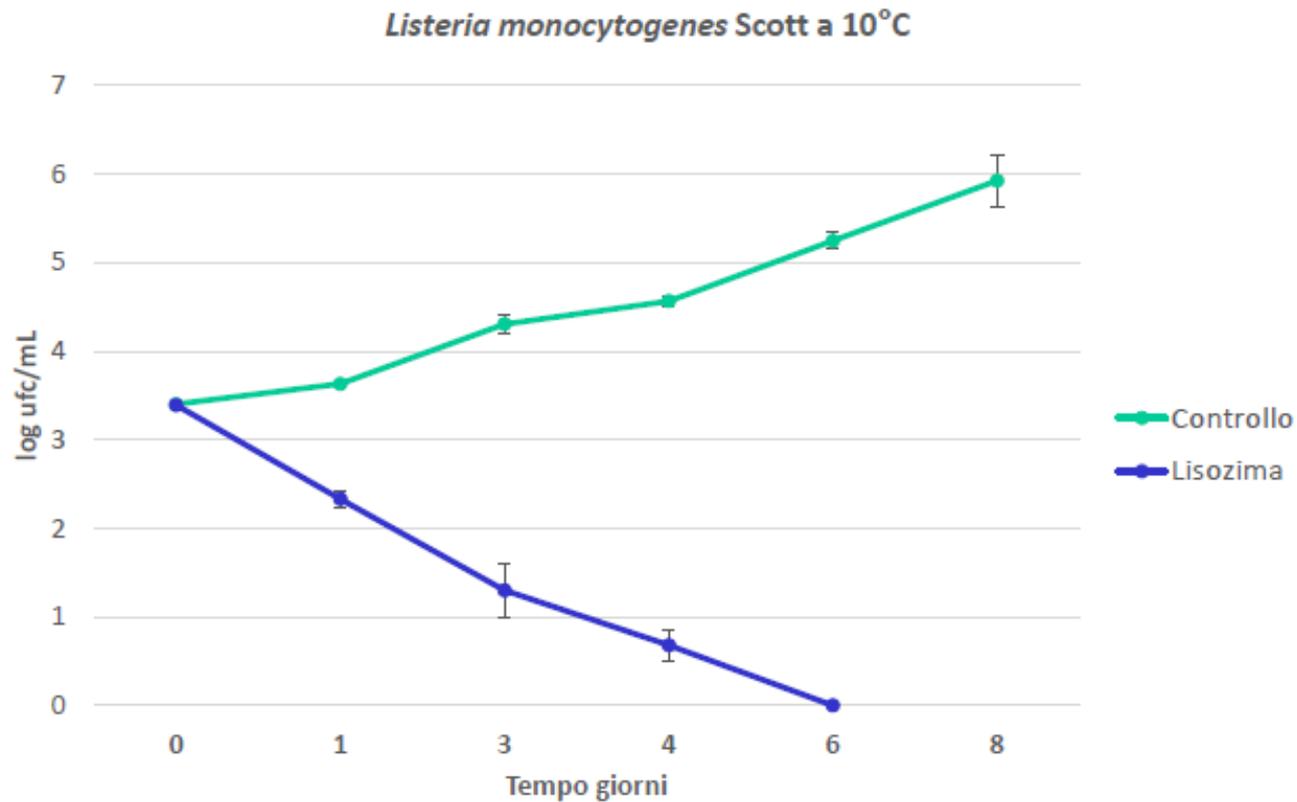


ECOPACK LAB

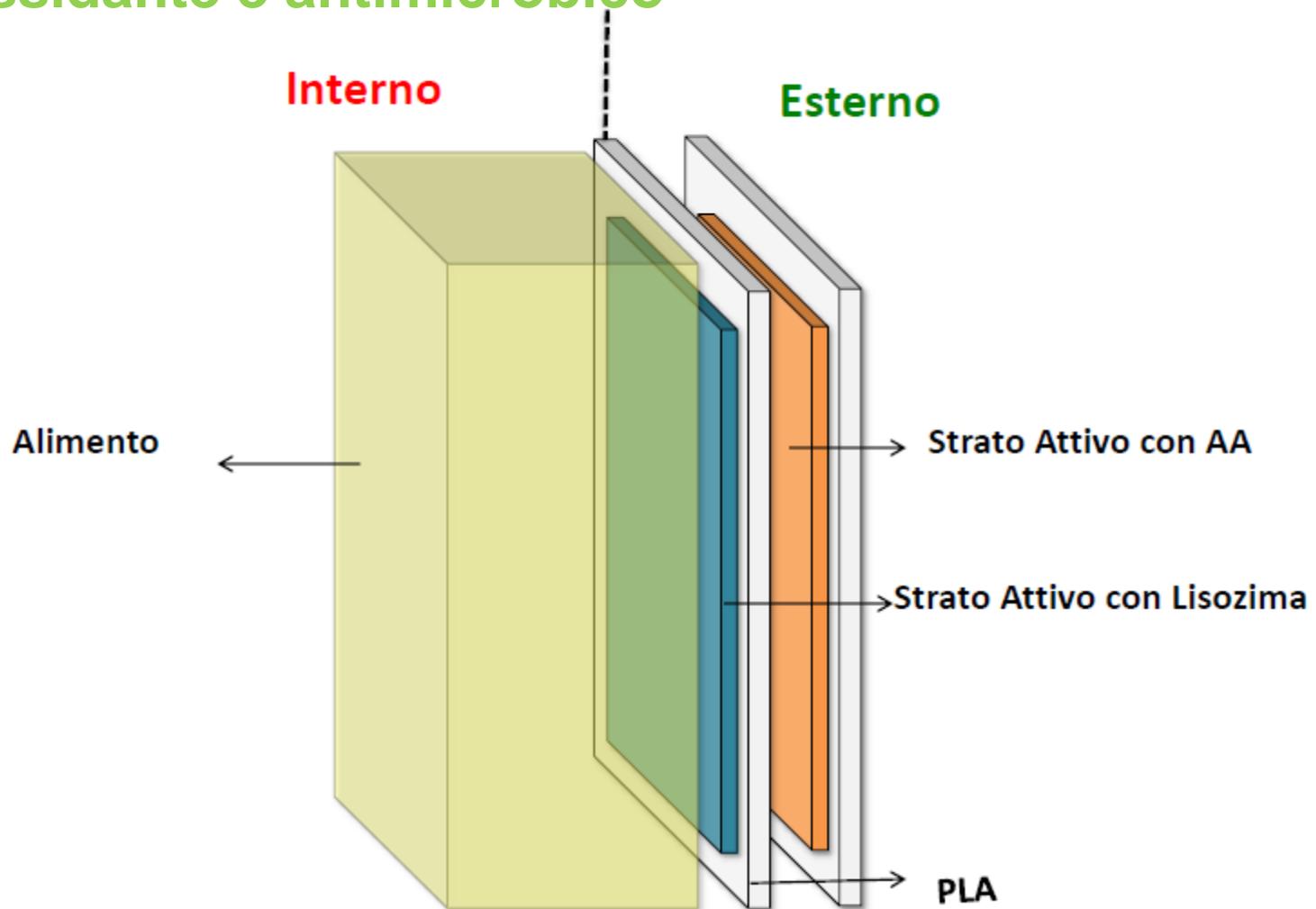


Risultati

Carico di *Listeria monocytogenes* Scott (log ufc/mL) di campioni di succo di pera/latte di riso in confezioni controllo e attivate con lisozima, conservati a 10 °C per diversi giorni.



Struttura finale del packaging antiossidante e antimicrobico





Scale-up
su macchina
prototipo

Ultimazione di macchina per produzione film



EcoPackLab





Produzione e riempimento pouch

Confezionamento



Partecipanti

CIRI-MAM e CIRI AGRO

- Luca Tomesani
- Maurizio Fiorini
- Santina Romani
- Vittorio Colombo
- Alessandro Fortunato
- Andrea Zucchelli
- Beatrice Fraboni
- Ferruccio Doghieri
- Riccardo Manzini
- Matteo Gherardi
- Elisabetta Rotante
- Virginia Glicerina
- Anna Liguori
- Lorenzo Siroli
- Giada Canali
- Barbara Reggiani
- Juri Belcari
- Marta Tessarolo
- Nicole Ticchi
- Tommaso Gallingani
- Filippo Capelli
- Andrea Sardano
- Luca Volpe

