



# OPPORTUNITÀ TECNOLOGICHE NEL SETTORE DELLA NUTRACEUTICA

*Ph.D. Marco Aldo Ortenzi – Dipartimento di Chimica*

**Progetto:** Nuovi materiali a base di acido polilattico (PLA) intrinsecamente attivi per il settore nutraceutico





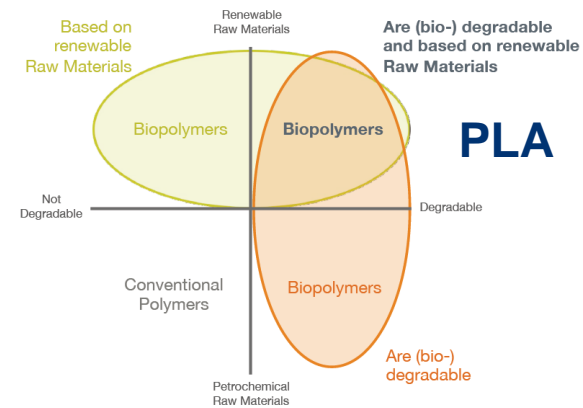
# Titolo

- L'Acido Polilattico (PLA)
- Il brevetto UNIMI WO2013008156
- Lo sviluppo di PLA intrinsecamente attivi
  - Possibili future applicazioni
  - Stato dell'arte



# L'ACIDO POLILATTICO

Il PLA deriva dall'acido lattico, prodotto ottenuto da fermentazione

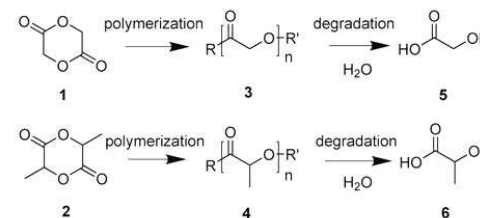


*Vite bioassorbibile per ricostruzione LCA*



Il PLA è perfettamente compatibile con il corpo umano

Suoi copolimeri (es. PLGA) usati per molte applicazioni mediche (es. fili di sutura riassorbibili)





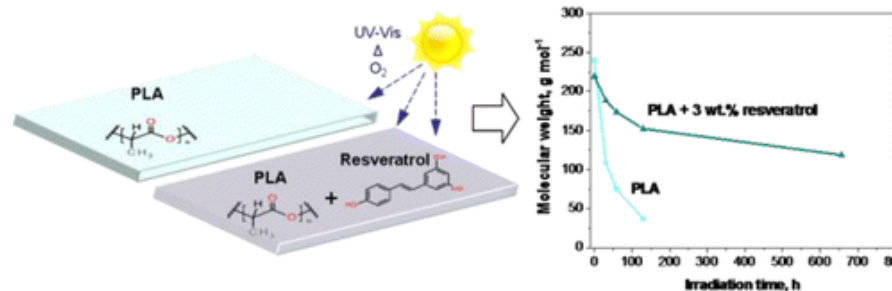
# L'ACIDO POLILATTICO

Il PLA viene studiato da anni come additivo per alimenti

*Es. «Microbial shelf life determination of vacuum packaged fresh beef treated with polylactic acid, lactic acid and nisin solutions», J. Food Prot. (1999), 62, 913-920*

Le sue interazioni con nutraceutici, usati come additivi, sono di grande interesse

*«From Nutraceuticals to Materials: Effect of Resveratrol on the Stability of Polylactide», ACS Sustainable Chem. Eng. (2014), 2(6), 1534-1542*



In questi settori si usano sempre PLA (o suoi copolimeri) commerciali, non ottimizzati in funzione dell'applicazione desiderata



Scarsa possibilità di modulare le proprietà della matrice polimerica

# UNIMI WO2013008156



*"Branched lactic acid polymers with high viscosity in the molten state and high shear sensitivity, and nanocomposites thereof"*



Il brevetto copre una famiglia molto ampia di PLA e poliesteri con proprietà peculiari

- Viscosità del fuso particolarmente alta o bassa
- Proprietà di barriera ai gas molto superiori ai PLA standard
- Elevata idrofilicità o idrofobicità
- Strutture polimeriche complesse per modulazione delle proprietà

**Il brevetto descrive la sintesi di tali polimeri e permette quindi di modulare le proprietà in funzione di obiettivi specifici. Non è quindi relativo ad un solo polimero o materiale**



# PLA intrinsecamente attivi

L'interesse per polimeri con proprietà attive è enorme

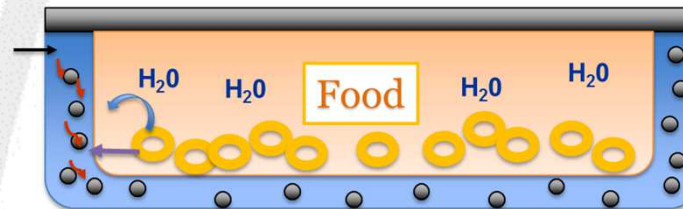
*«Active» packaging*

*Smart materials*

*Materiali antiossidanti*

*Materiali resistenti alla radiazione UV*

Le soluzioni ad oggi disponibili si basano su polimeri commerciali additivati con opportune molecole



## PRO

*Prodotti disponibili commercialmente*

*Facile scalabilità*

## CONTRO

*Migrazione nell'alimento/farmaco*

*Diminuzione della proprietà attiva nel tempo*

*Facilmente copiabile*



# PLA intrinsecamente attivi



Sintetizzare polimeri che contengano, legato chimicamente, il «principio attivo» che conferisce la proprietà

Prime prove su **PLA intrinsecamente antiossidante** (0,1% di principio attivo)

<b>SAMPLE</b>	<b>% Radical Scavenging (DPPH)</b>
Pure PLA	1,0 ± 0,2
PLA intrinsically active	12,4 ± 1,5
Pure antioxidant	91,0 ± 1,4

I test a 60 giorni mostrano che il DPPH è costante



Il principio attivo non viene rilasciato nell'alimento



fondazione  
**cariplo**

Finanziamento Regione  
Lombardia – Fondazione Cariplo

*SHELF LIFE TEST su salame industriale*





# Possibili future applicazioni

Il lavoro, svolto in collaborazione con la Dott.ssa Luisella Verotta, ha spianato la strada per nuovi sviluppi

**Reazione con sostanze naturali bioattive**  
per creare un materiale intrinsecamente attivo

*Rilascio solo in fase di degradazione del polimero*

*Aumento della biodisponibilità dei principi attivi*

Sviluppo **packaging**  
intrinsecamente attivo per  
**farmaceutici/cosmetici**



Sviluppo di **polimeri** per  
applicazioni come **wound**  
**dressing** o simili





# STATO DELL'ARTE



Sono stati fatte sintesi a livello prototipale (fino a 300-400 grammi per batch) dei polimeri di interesse, usando condizioni identiche a quelle usate industrialmente

Sono stati ottenuti in laboratorio sistemi polimerici studiati «ad hoc» in cui sono stati incorporate sostanze naturali: si sta valutando la loro efficacia

Sono stati usati reagenti ampiamente disponibili a livello commerciale da più fornitori

I polimeri intrinsecamente antiossidanti sono stati testati in laboratorio e su salame

Visto il potenziale interesse, nessuna pubblicazione scientifica è ancora stata sottoposta