



## ***Il packaging sostenibile per il settore carni e salumi: nuovi scenari***

# **Green Packaging: potenzialità e limiti dei materiali innovativi**

***Nella Bovis – Dipartimento Packaging***

***Giovanna Saccani – Dipartimento Carni***

**Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari**

**24 marzo 2021**

PRODOTTI CARNEI	CONFEZIONAMENTO SOTTOVUOTO	CONFEZIONAMENTO ATM
Pezzi interi o tranci	Poliaccoppiati PE/OPA; PE/PET; OPA/Al/PE; PET/Al/PET/PP	
Pre-Affettato	Multistrato termoformato	Vaschetta APET/PE; APET /PE/EVOH/PE peel; PE/ad/APET/ad/PE/EVOH/PE peel  Top: PET/PE/EVOH/PE; PA cast/PE coestruso 11 strati; PET/adesivo/PE/adesivo/PE (antifog/uv)
Salami e coppe intere	Buste termoformate PE/OPA	Flow-pack PVC/PE; PS/EVOH/PE
Mortadella/Speck/Pancetta	Buste barriera poliolefinica/poliacoppiato	Vaschetta PA/PE (fondo); PET/PE (top)
Wurstel	Buste barriera poliolefinico/ vaschetta OPA/PE (fondo) PET/PE (top)	
Salsicce, zamponi	Bustoni PE barriera o buste Al laccate	

# NEXT



**Biodegradable**

βιοαποικοδομησιμη



**Compostable**

κομποστοποιησιμη



**Recyclable**

υποκυκλοφορησιμη



## Imballaggi sostenibili



### Bioplastiche

- Materie plastiche di origine rinnovabile, prodotte da biomassa, ma non biodegradabili es. bio-PET e bio-PE, bio-PP (non nel settore delle carni, affettati)
- Bioplastiche di origine naturale, originate da biomassa, biodegradabili/compostabili (bio-based)
- Plastiche biodegradabili, ma di origine petrolchimica (es. PBAT, PBS, PCL)

### Plastiche Riciclabili

- Monomateriali per vaschette e top
- Accoppiati carta/plastica (Carta e cartone sono bio-based, in Europa provenienti da boschi gestiti in modo sostenibile, con marchio PEFC o FSC)

**Polietilen-furanoato (PEF):** polimero disponibile sul mercato dal 2023, prodotto interamente da fonti rinnovabili, riciclabile al 100% che punta a sostituire il PET, con elevate proprietà termiche e barriera.



## REQUISITI DEI MATERIALI IMPIEGATI NEL FOOD PACKAGING



Tutti i materiali impiegati per la realizzazione di packaging destinati al contatto con alimenti, quindi anche i biopolimeri o i materiali provenienti da riciclo, devono rispondere agli stessi requisiti igienico-sanitari e garantire le stesse prestazioni tecnologiche dei materiali in plastica tradizionali (sottovuoto, atmosfera protettiva).

### Requisiti igienico-sanitari e di sicurezza:

Conformità alla legislazione sui MOCA  
(Reg.1935/2004; Reg 10/2011)



Saldabilità e ermeticità delle saldature  
Inerzia organolettica (UNI 10192/2000)

### Prestazioni tecnologiche:

Termoformabilità

Saldabilità

Pelabilità (eventuale)

Trasparenza e brillantezza

Stampabilità

Resistenza meccanica (ottimizzazione della geometria)

Per il confezionamento in MAP dei **salumi affettati** un requisito fondamentale è l'impiego di **materiali ad alta barriera** all'ossigeno e al vapor d'acqua (ossigeno residuo <0,2 %). Per impedire scambi gassosi con l'esterno, è richiesto l'impiego di MULTILAYER o COATING e la realizzazione di confezioni ermetiche.

# BIO-BASED ≠ BIODEGRADABLE

Origine materia prima	Proprietà	Esempi di biopolimeri	Applicazioni
Rinnovabile	Non biodegradabile	Biopolietilene ( PE da canna da zucchero)	Stesse applicazioni del PE di origine petrolchimica
Rinnovabile Totalmente o parzialmente	Biodegradabile	PLA PHA Altri co-poliesteri PHBV (Polyhydroxybutyrate co-valerate, PHBV)  Polyhydroxybutyrate –co-hexanoate, PHBH	Manufatti biodegradabili e compostabili
Non rinnovabile	Biodegradabile	Policaprolattone Alcuni co-poliesteri	Manufatti biodegradabili e compostabili
Non rinnovabile	Non biodegradabile	Polietereterechetone PEEK PP	Non biodegradabili Non compostabili

## ESEMPI DI BIO-BASED PACKAGING PER CONFEZIONAMENTO IN MAP

Material	Name	Permeability		Thickness ( $\mu\text{m}$ )	Supplier
		O <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d)	H <sub>2</sub> O (g/m <sup>2</sup> ·d)		
<i>Biobased packaging</i>					
Cellulose/starch	Natureflex™N913	9.9 <sup>a</sup>	10.1 <sup>a</sup>	55 <sup>a</sup>	Bastin-pack
Metalized cellulose/starch	Natureflex™N931	2.4 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	44 <sup>a</sup>	Bastin/Be_Natural
Multilayer PLA	Bioska 504	617.6 <sup>a</sup>	275.1 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	Be_Natural
Paper/AlOx/PLA	/ <sup>f</sup>	45.7 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	91 <sup>a</sup>	Be_Natural
Cellulose/PLA	Natureflex™N913/PLA	11.0 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	Segers & Balcaen
PLA tray	Ingeo 2002D	46.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	200–300 <sup>a</sup>	University College of Ghent
<i>Conventional packaging</i>					
PP tray	/	/	/	/	/
PET/CPP	/	3.0 <sup>b</sup>	3.0 <sup>e</sup>	12 + 50	/
PA/PE	/	69.0 <sup>c</sup>	8.1 <sup>d</sup>	15 + 50	/
PET/PE	/	125.0 <sup>b</sup>	7.0 <sup>d</sup>	12 + 50	/
PET/EVOH/PE	/	<8.0 <sup>b</sup>	<3.5 <sup>e</sup>	12 + 40	/
APET/LDPE tray	/	20.6 <sup>e</sup>	4.0 <sup>e</sup>	200 + 40	/

<sup>a</sup> Measured at Packaging Centre, Belgium (O<sub>2</sub>: 23 °C-75% RH and H<sub>2</sub>O: 38 °C-90% RH).

<sup>b</sup> 23 °C-50% RH.

<sup>c</sup> 26 °C-0% RH.

<sup>d</sup> 38 °C-90% RH.

<sup>e</sup> Unknown T and RH.

<sup>f</sup> Unknown T and RH.

Fonte: N. Peelman et al., Use of biobased materials for modified atmosphere packaging of short and medium shelf life food product. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 26 (2014)

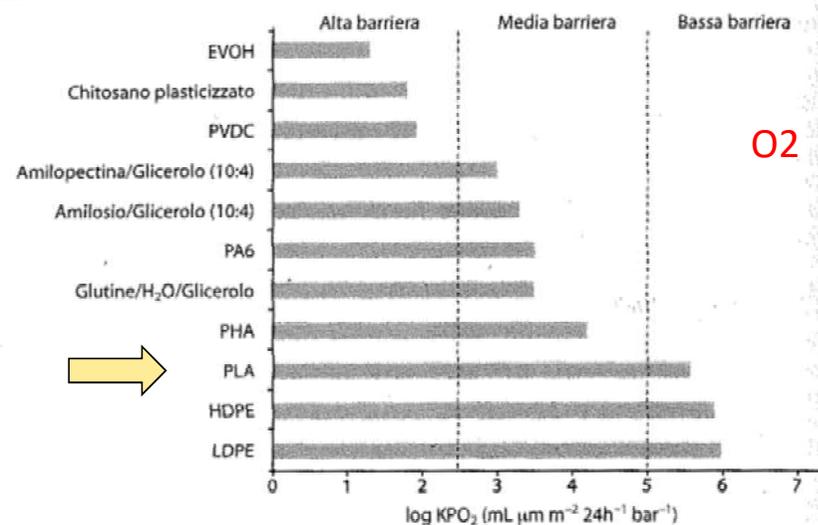
## Definizione quantitativa di barriera (UNI 10534: 1995)

BARRIERA (1)	PERMEABILITA' o VELOCITA' DI TRASMISSIONE (2)
MOLTO ALTA	< 0,5
Alta	0,5-3,0
Media	3,1-30
Bassa	31-150
Molto bassa	> 150

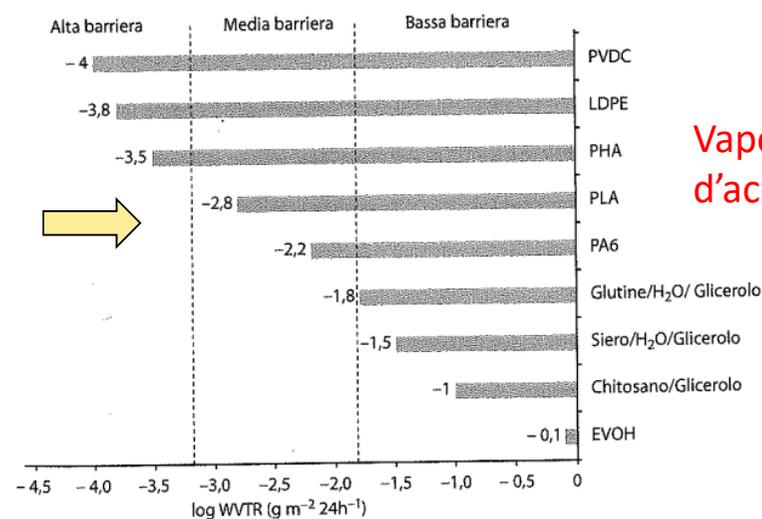
(1) Riferita al gas o al vapore verso cui si richiede uno specifico comportamento del materiale

(2)  $\text{cm}^3 \text{m}^{-2} 24\text{h}^{-1} \text{bar}^{-1}$  a  $23^\circ\text{C}$  e 0% di UR per i gas;  
 $\text{g m}^{-2} 24\text{h}^{-1}$  a  $38^\circ\text{C}$  e 90% UR per il vapor d'acqua

Fonte: L. Piergiovanni, S. Limbo. Permeabilità all'ossigeno e al vapor d'acqua di biopolimeri e di polimeri sintetici a  $23^\circ\text{C}$  50% UR (Van Tuil et al., 2000 *Food Packaging*)



O<sub>2</sub>



Vapor d'acqua



## PLA: impiego nel confezionamento in MAP per salumi



E' biodegradabile e compostabile

E' trasparente, con elevata lucentezza, ottima resistenza agli UV, ottima barriera a odori e aromi, ma moderata barriera a O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> e vapor d'acqua.

### Limiti:

- Scarsa resistenza termica che ne impedisce l'uso con alimenti caldi e possibili deformazioni dei manufatti nel trasporto, soprattutto in periodi caldi
- Fragilità nelle fasi di filmatura e termoformatura

### TOP

- Film metallizzati con alluminio depositato sottovuoto (OTR 6-12 cc/m<sup>2</sup>/d WTR 3-6 g/m<sup>2</sup>/d);
- Film rivestiti con ossidi di silicio o alluminio (tecnologia al plasma).

Questi trattamenti migliorano notevolmente le proprietà barriera (OTR 8-20 cc/m<sup>2</sup>/d WTR 6-8 g/m<sup>2</sup>/d).

Questi film possono essere facilmente accoppiati con altri materiali.

### VASCHETTA

Viene realizzata in termoformatura impiegando:

- PLA ad alta barriera ( PLA barrierato con PVOH/EVOH );
- PLA compound + additivi in grado di raggiungere valori di permeabilità ossigeno paragonabili ai multistrato tradizionali.

Hanno una buona rigidità, saldabilità, nessuna alterazione in presenza di umidità.

Temperatura max di utilizzo di 45°C.

## MONOMATERIALI E PLASTICHE DA RICICLO: impiego nel confezionamento in MAP per salumi



### REGOLA 5% (Decisione 97/129/CE)

**Composto:** materiali diversi non separabili manualmente (es coating, laminazione, laccatura)

Se il materiale/polimero secondario è presente in quantità inferiore al 5% viene considerato **monomateriale**

- PET barriera PET (Oxygen scavengers)
- PET (coestruso PET/EVOH/PET in cui la frazione EVOH è circa 2-3% o comunque inferiore al 5%) quindi considerato monomateriale
- PET vergine/PET riciclato coexEVOH/PET vergine
- 100 % RPET proveniente da bottiglie ed EFSA Approved (Processo di riciclo autorizzato inserito nell'apposito registro) dove RPET proviene da vassoi e non da bottiglie, posso impiegarlo dietro una barriera funzionale; la parte a contatto con alimenti deve essere PET vergine o un RPET EFSA Approved. Esempio strutture tipo:

A/B/A dove A = RPET EFSA Approved (bottiglie)  
B = RPET non EFSA Approved

La conformità dipende dalla barriera funzionale deve essere comunque documentata da challenge test (Reg.10/2011).



Il D.lgs del 3 settembre 2020 n. 116 ha reso obbligatoria **l'etichettatura ambientale**

## IMBALLAGGI CELULOSICI (carta/plastica)



I multistrati nei quali è presente carta o cartone, possono essere suddivisi in tre categorie:

1. Multistrati in cui la carta o il cartone è a contatto diretto con l'alimento;
2. **Multistrati in cui c'è almeno un film di plastica tra la carta o il cartone, ma non c'è una lamina di alluminio;**
3. Multistrati in cui c'è una lamina di alluminio e facoltativamente un film plastico tra la carta o il cartone e l'alimento.

Quando la carta viene accoppiata ad altri materiali, il suo grado di riciclabilità si abbassa dai livelli A+ e A ai livelli B e C. In base alla classificazione ATICELCA l'accoppiato raggiunge un grado B o C a seconda del materiale. **A volte gli accoppiati necessitano di un processo di riciclo più complesso che produce una quantità di scarto superiore alla media**



I poliaccoppiati possono rendere il riciclo più problematico quando gli strati non sono facilmente separabili. L'impiego di colle, ad acqua biodegradabili, consente di separare di due strati che saranno conferiti separatamente e pronti per un riciclo.

E' riciclabile se la frazione di plastica non supera il 40% in peso e se supera la prova di riciclabilità (Norma UNI 13430) . Il test di riciclabilità attualmente non è obbligatorio, si considera sufficiente una dichiarazione. Sono previsti aggiornamenti.



### MONOMATERIALI

**Performance:** ottima barriera ai gas (assorbitori di ox, coestrusi con EVOH, PVOH).

**Processo:** si processano sugli stessi impianti dei multistrati plastici

**Costo:** leggero aumento rispetto ai polimeri tradizionali

### BIOBASED COMPOSTABILI

**Performance:** vi sono alcune limitazioni riguardanti le caratteristiche termiche e meccaniche

**Processo:** possibili problematiche con le attrezzature esistenti

Non tutte si degradano in un arco di tempo contenuto

**Costo:** forniscono un valore aggiunto, ma hanno un costo più elevato rispetto al polimero tradizionale (costo raddoppiato)



### ACCOPPIATI CARTA/PLASTICA

**Performance:** Ottime proprietà barriera  
Riciclabili se conformi alla norma UNI 13430

**Processo:** Strato di materia plastica  $\leq$  40%

**Costo:** più elevato rispetto ai polimeri tradizionali

Il processo è avviato...  
non si conoscono i tempi...

# Impatto del packaging sostenibile sulla shelf life dei salumi: fenomeni coinvolti e nuovi descrittori



Estendere la shelf life in condizioni controllate, mantenendo inalterate le caratteristiche dell'alimento di partenza:

- colore
- aroma
- caratteristiche di composizione e nutrizionali



*evitare fenomeni di imbrunimento e reazioni ossidative a carico di lipidi e pigmenti*

# Estensione della shelf life del packaging sostenibile: quali i fattori in gioco?



## Variabili legate alle proprietà e alle prestazioni del packaging

- proprietà barriera ai gas
- permeabilità al vapore acqueo
- trasparenza alla luce
- inerzia al contatto con l'alimento

## Fattori intrinseci legati alle caratteristiche del prodotto

- aw , pH, carica microbica
- corredo enzimatico
- presenza di additivi (formazione di pigmenti nitrosati o non nitrosati, es. ZnPP)
- processo produttivo (trattamenti termici, stagionatura, processi fermentativi)

## Caratteristiche dell'ambiente di preparazione e conservazione

- igiene/camere bianche
- umidità, temperatura, durata della fase di 'gommatura'
- catena del freddo
- luce
- concentrazione di ossigeno

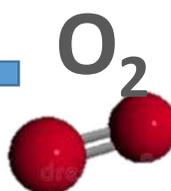
# Shelf life e qualità: quali sono i fattori in gioco, come monitorarne l'evoluzione

## 1- colore del prodotto

esposizione alla luce e  $O_2$  residuo possono innescare fenomeni di imbrunimento del pigmento

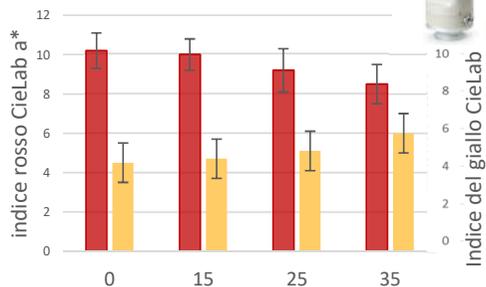


pigmento nitrosato  
 $Fe^{2+}$

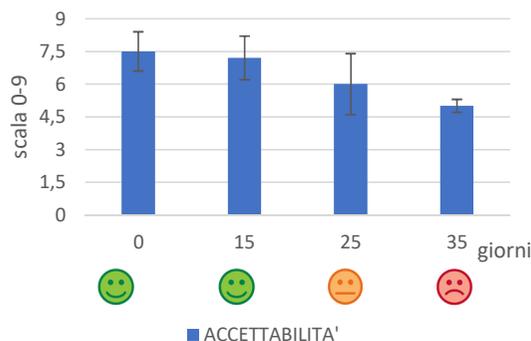


pigmento ossidato  
 $Fe^{3+}$   
imbrunimento irreversibile

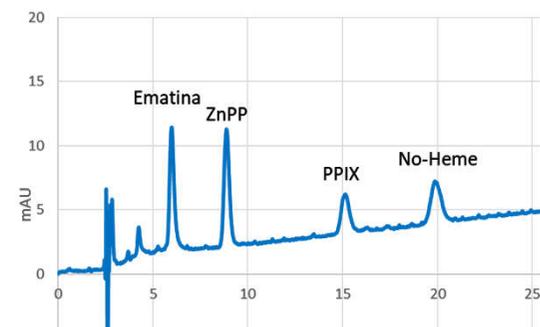
### Colore strumentale



### Panel test

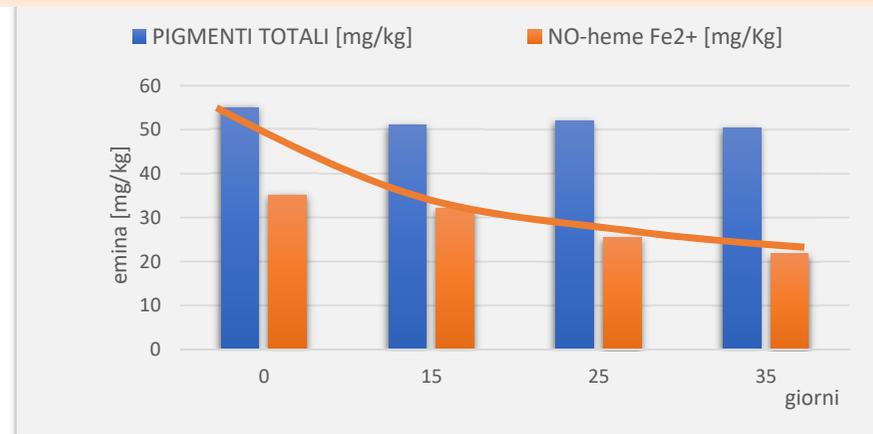
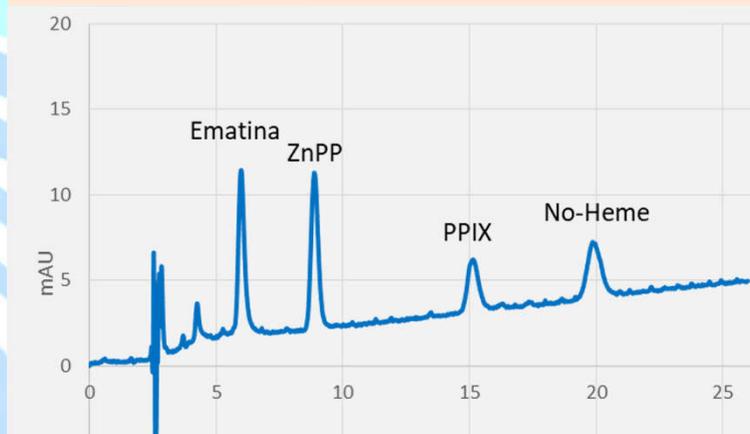


### Analisi cromatografica dei pigmenti



Catalizzatore		
Meccanismo d'azione	Denaturazione pigmento nitrosato (distacco del gruppo -NO)	Ossidazione dell'eme, formazione Meta-Mb
Effetto	Attivazione del meccanismo di imbrunimento (formazione di intermedi di reazione)	L'imbrunimento è irreversibile

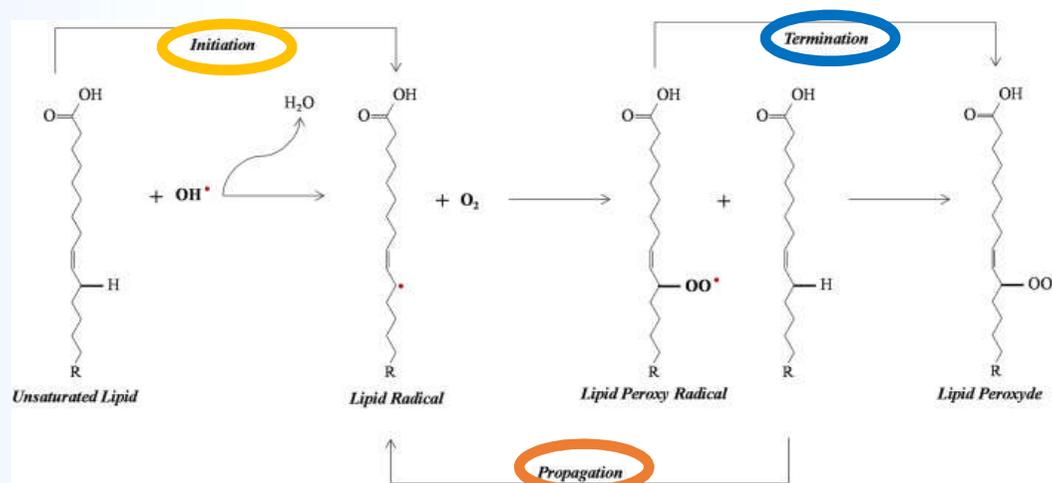
L'analisi dei pigmenti permette di seguire con maggiore efficienza l'andamento del processo di imbrunimento, anche quando le risposte del colorimetro o del panel sensoriale non permettono di tracciarne la diminuzione



# Shelf life e qualità: quali sono i fattori in gioco, come monitorarne l'evoluzione

## 2- ossidazione lipidica

Il processo di ossidazione ha inizio nelle membrane cellulari a partire dai fosfolipidi in presenza di  $O_2$  e di **pro-ossidanti** (ioni metallici es.  $Fe^{++}$ ,  $Cu^{++}$  e  $Fe$ -eme)



Indicatori analitici di ossidazione:

- *Perossidi*: composti primari
- *Sostanze reattive all'acido tiobarbiturico (TBA)*: composti secondari (espressi come MDA mg/kg)
- *Composti volatili*: numerosi marker di ossidazione (es. esanale)

# Packaging sostenibile: da PLA a PLA ad alta barriera

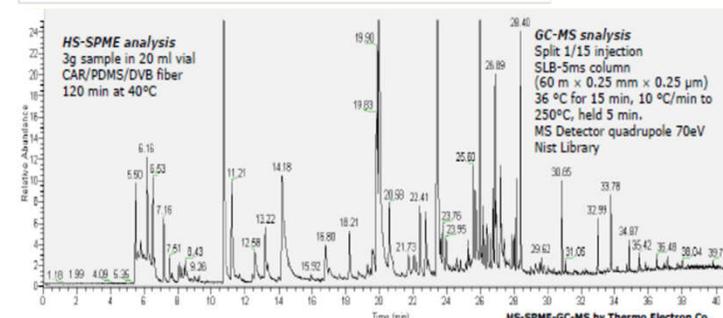
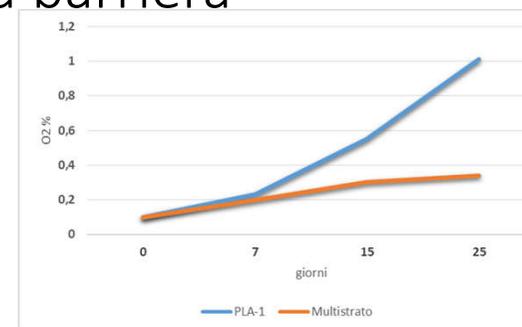
*Packaging: PLA*

*PLA/cellulosa (Natureflex™)*

*Prodotto : prosciutto/salame stagionato*

Dati sperimentali sul confezionamento di salumi in PLA – bassa barriera all'O<sub>2</sub> – mostrano nei prodotti a fine shelf-life variazioni significative (P< 0,01) rispetto ai materiali tradizionali multistrato a carico di:

- Indicatori di colore: diminuiscono gli indici di rosso CieLab e rosso sensoriale
- Marker di ossidazione: aumentano i composti volatili coinvolti nel processo ossidativo (es. esanale) e indicatori di rancidità



Latorre M.A., Pinna A. Montanari A. Virgili R. *Effect of packaging material on volatile organic compounds (VOCs) of sliced and MAP packaged dry cured ham (2012)* 7<sup>th</sup> International Symposium on the Mediterranean Pig.  
Peelman N. et al. *Use of bio-based materials for MAP of short and medium shelf-life (2014)* Innovative Science and Emerging Technologies (2014) 26; 319-329.



*Packaging: PLA/ nanoparticelle (Cloisite®Na<sup>+</sup>-MMT)*

*PLA/nanocristalli di cellulosa/green tea extract*

*Prodotto : salame stagionato*

L'aggiunta di nanoparticelle (MMT) e di nanocristalli di cellulosa insieme ad estratti antiossidanti migliora l'effetto barriera all'O<sub>2</sub> e al vapore acqueo del PLA, ritardando l'ossidazione del prodotto carneo fermentato (esanale, TBARs) ed estendendo la shelf life delle confezioni (> 60 g).

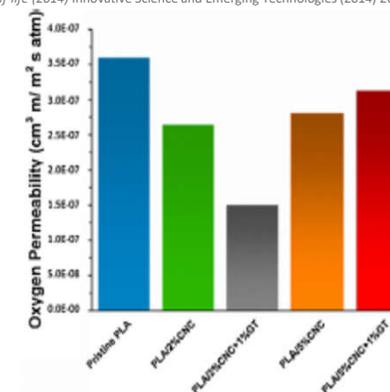


Fig. 3. Oxygen permeability of pristine PLA and PLA-based nanocomposite films.

Vilariño F. et al. *Monitoring lipid oxidation in a processed meat product packaged with nanocomposite PLA film (2018)* European Polymer Journal 98; 362-367.

Vilariño et al. *Green tea extract and nanocellulose embedded into PLA film: properties and efficiency on retarding the lipid oxidation of a model fatty food (2021)* Food Packaging and Shelf Life 27- 100609.

# Packaging sostenibile: monomateriali e oxygen scavenger per contrastare imbrunimento e ossidazione in shelf life di prodotti carnei cotti

		oxygen scavenger	
		-	+
barriera O <sub>2</sub>	+		
	-		

**Barriera O<sub>2</sub> – bassa** - PP +OPA/PP

**Barriera O<sub>2</sub> – alta** - PP/EVOH/PP+ OPA/EVOH/PP

**Oxygen scavenger:** attivazione al momento della laminatura

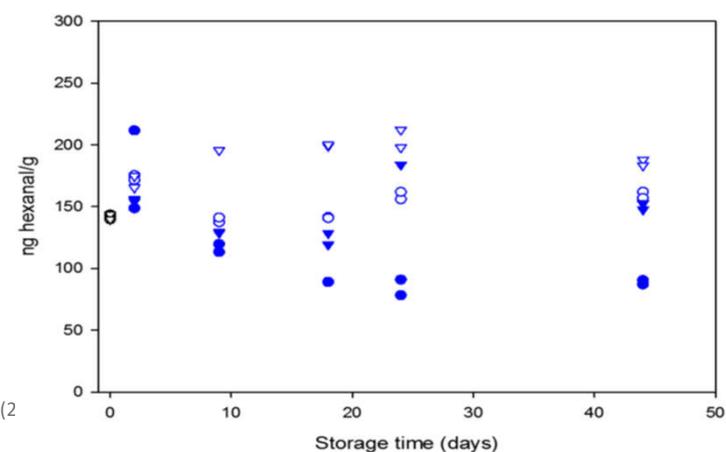
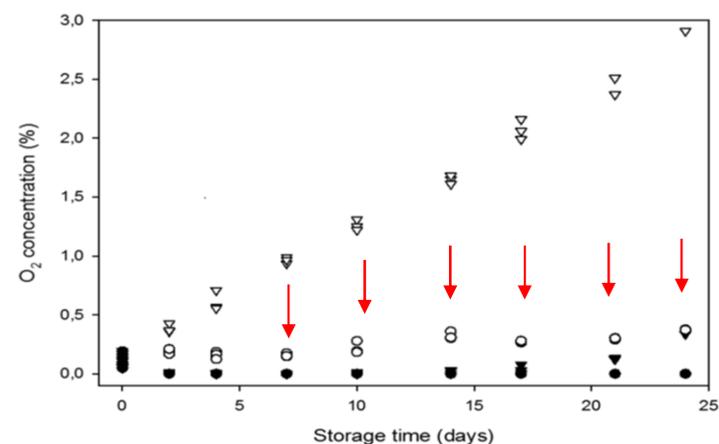
**Prodotto:** insaccato cotto

## RISULTATI



In presenza di oxygen scavenger, film monomateriali riciclabili anche se con bassa barriera all'O<sub>2</sub> arrivano a garantire performance analoghe a quelle di materiali multistrato non riciclabili ed estendendo la shelf life di prosciutti cotti:

- Significativa riduzione O<sub>2</sub> residuo
- Mantenimento del colore anche in prove di stabilità con illuminanti LED e a fluorescenza
- Controllo dei marker di ossidazione (esanale)



## Prospettive per il futuro

- Non esiste una soluzione generalizzata di packaging sostenibile, ma occorrono valutazioni/misure specifiche «ad hoc» in funzione delle caratteristiche qualitative del prodotto, del processo e della situazione distributiva;
- E' necessario individuare, per ciascuna tipologia di prodotto carneo, i marker qualitativi più efficaci per ottimizzare la scelta dei materiali di packaging, le condizioni di confezionamento e shelf-life;
- L'approccio multidisciplinare risulta di fondamentale importanza



# Grazie per l'attenzione!

[nella.bovis@ssica.it](mailto:nella.bovis@ssica.it)

[giovanna.saccani@ssica.it](mailto:giovanna.saccani@ssica.it)