



Furoshiki: i tanti modi di confezionare con la stoffa, con il tradizionale stile giapponese

LE NUOVE FRONTIERE DELLA RICERCA: IMBALLAGGI COMMESTIBILI E BIODEGRADABILI: UN APPROCCIO GREEN PER AUMENTARE LA SHELF-LIFE DEGLI ALIMENTI

Produrre un film commestibile per l'imballaggio e la conservazione degli alimenti realizzato con la pectina, che sia elastico e resistente, ma che sia anche permeabile o impermeabile a diversi tipi di sostanze o ai raggi UV. Un progetto di ricerca che ha portato alla creazione di uno spin-off universitario, con lo scopo di produrre nuovi materiali alternativi al packaging tradizionale, andando incontro alle richieste di "naturalità", anche in questo campo, che arrivano da parte dei consumatori. Una scommessa per il futuro.

* **Riccardo De Leo**
 * **Silvia Gigliano**
 * **Andrea Quartieri**
 * **Andrea Pulvirenti**

Tutti i prodotti alimentari vanno incontro al naturale deterioramento, dovuto alla trasformazione progressiva delle proprie caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche. Nonostante gli sforzi delle industrie alimentari, questo processo di deterioramento non può essere completamente arrestato, ma procedure ottimizzate possono rallentare il più possibile il decadimento di qualità dei prodotti. Gli alimenti sono caratterizzati infatti dalla presenza di una comunità microbica estremamente complessa, cioè da un insieme di popolazioni batteriche differenti, determinate dalle materie prime impiegate e dal processo di produzione adottato. Allo stesso tempo è anche un sistema dinamico poiché varia per effetto di fattori estrinseci (temperatura, modalità di conservazione) e intrinseci (pH, attività dell'acqua). Durante il periodo di conservazione, un prodotto alimentare vede una diminuzione continua della propria qualità verso valori sempre più

bassi; si assiste quindi al deterioramento dell'alimento. Un alimento viene considerato alterato quando non è più accettabile per il consumatore. Nei casi peggiori può emergere un problema di sicurezza alimentare, cioè quando il prodotto è in grado di provocare una malattia o addirittura causare la morte del consumatore. Non dobbiamo dimenticare che, come riportato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, le malattie alimentari rappresentano la prima causa di ospedalizzazione nel mondo (tabella 1).

ni di conservazione, a una tollerabile diminuzione della qualità dell'alimento. Durante questo periodo, l'alimento può cambiare le sue caratteristiche, ma restando nei limiti di legge e senza che la sua qualità complessiva sia compromessa in alcun modo. La determinazione e l'ottimizzazione della shelf-life sono legate a una serie di caratteristiche qualitative di un alimento che devono essere monitorate.

L'imballaggio è un elemento indispensabile nel processo di produzione degli alimenti, infatti

	N° casi	Ospedalizzati	Decessi	Costo
Europa	130.000	600	25	50 milioni di euro
USA	76.000.000	350.000	5.000	30 miliardi di dollari

Tabella 1 - Dati sull'ospedalizzazione a seguito di malattie alimentari (OMS)

Più frequentemente, nei casi meno gravi, il deterioramento consiste in variazione nel colore, nel sapore, nella consistenza o nell'aroma del cibo, che quindi non è più considerato accettabile. Il tempo necessario per un prodotto alimentare per raggiungere una di queste condizioni deterioranti è generalmente definito shelf-life del prodotto. Esistono molte definizioni di shelf-life di un alimento; letteralmente significa "vita del prodotto sullo scaffale". Secondo la norma *UNI 10534 - 1995*, la shelf-life è quel periodo di tempo che corrisponde, in determinate condizio-

contribuisce ad aumentare la shelf-life del prodotto assicurando la protezione da alterazioni fisiche, chimiche e microbiologiche. Come riportato nel Decreto Legislativo 22/1997 (art. 35), si definisce imballaggio il prodotto, composto di materiali di qualsiasi natura, adibito a contenere e proteggere le merci, a consentire la loro manipolazione e consegna e ad assicurare la loro presentazione. Le funzioni fondamentali dell'imballaggio possono essere distinte in due grandi categorie: funzioni tecniche e funzioni di marketing. L'imballaggio, infatti, non ha solo il compito di proteg-

dialfarm
S.r.l.

Tel. 06.92.01.20.78 - 06.92.70.20.06
 Fax 06.92.01.17.58
 Via Goito, 20 - 04011 Aprilia (LT)
 www.dialfarm.it
 Servizi di consulenza per prodotti dietetici e di erboristeria

Assistenza presso il Ministero della Sanità
 Studio e messa a punto formulazioni
 Messa a punto testi di legge per etichette ed astucci
 Stesura schede tecniche
 Stesura e revisione testi materiali pubblicitari
 Formazione tecnico scientifica della rete di vendita
 Pratiche di notifica prodotti dietetici ai sensi del D.L. 111
 Pratiche di autorizzazione Ministeriale per officine di produzione
 Ricerca fornitori qualificati
 Fornitura capsule gelatina molle

gere ciò che vende, ma anche di vendere ciò che protegge. Tra le funzioni tecniche essenziali rientrano contenimento, protezione e conservazione, distribuzione.

La scelta del materiale d'imballaggio più idoneo per un certo alimento è un processo molto complesso, influenzato sia dalla natura dell'alimento, dalla natura del materiale e dal rapporto tra contenuto e contenitore, sia da considerazioni commerciali, di marketing e di inquinamento ambientale. Naturalmente, la sicurezza dei materiali destinati all'imballaggio alimentare è basata sull'assenza di sostanze potenzialmente tossiche (dati tossicologici) e sull'assenza di migrazione da tali sostanze (prove di migrazione).

L'imballaggio alimentare è un settore in continua espansione e questo è determinato, principalmente, dal progressivo aumento dei piatti pronti e dei prodotti porzionati e preconfezionati (per esempio formaggi, salumi e prodotti ortofrutticoli). Attualmente i materiali più usati nell'imballaggio alimentare sono il vetro, i metalli, la carta, il cartone e le materie plastiche, mentre sono in calo il legno e i tessuti.

Le materie plastiche, chimicamente parlando, sono polimeri organici ad alto peso molecolare, completamente o parzialmente sintetiche, generalmente prodotte a partire dal petrolio o dai gas naturali.

In tabella 2 vengono riportati i materiali plastici prodotti.

Come risulta evidente dal grafico, la possibilità di diminuire l'impiego di plastica per ridurre l'impatto ambientale utilizzando materiali biodegradabili potrebbe avere un importante impatto positivo.

La biodegradazione completa si ha quando un materiale viene degradato fino ad anidride carbonica, acqua, sali minerali e, eventualmente, altre molecole di basso peso molecolare, a opera di microrganismi o per azione di un agente biologico. Tale degradazione deve avvenire o completarsi in condizioni di aerobiosi. Secondo la norma EN 13432, sono considerati compostabili i materiali che biodegradano in specifici test per almeno il 90% in 6 mesi.

Bisogna distinguere tra biodegradazione e biodeterioramento, che indica invece qualsiasi modificazione, strutturale o estetica, apportata da agenti biologici che renda il materiale inadeguato all'uso per il quale è destinato. Questo fenomeno è contrastato con l'uso di additivi o coadiuvanti e può interessare quasi tutti i materiali; quelli cellullosici, le plastiche e persino i metalli. Sia la biodeteriorabilità che la biodegradazione sono strettamente legate alle caratteristiche dei materiali.

Possiamo parlare di film o rivestimento edibile di fronte a qualsiasi tipo di materiale utilizzato per la ricopertura di vari alimenti, che abbia lo scopo di estendere la durata di conservazione del prodotto e possa essere ingerito insieme al cibo. I film commestibili posso-

no rafforzare le barriere naturali del prodotto alimentare e diminuire così le perdite di umidità e consentire lo scambio controllato di gas importanti come ossigeno, anidride carbonica ed etilene, che sono coinvolti nei processi di respirazione. Un ulteriore effetto positivo di film e rivestimenti può anche essere la creazione di una sterilità di superficie.

Rispetto al packaging tradizionale, i film edibili presentano alcuni vantaggi rilevanti, che sono stati oggetto delle nostre ricerche:

- si consumano con il prodotto confezionato, senza lasciare alcun residuo di imballaggio;
- si degradano più rapidamente dei materiali polimerici sintetici e poiché edibili, anche quando non vengono consumati, contribuiscono alla riduzione dell'inquinamento ambientale;
- permettono di controllare la diffusione e la migrazione delle sostanze conservanti;
- potenziano le proprietà sensoriali degli alimenti confezionati (spesso questi film incorporano aromatizzanti, coloranti e dolcificanti);
- forniscono valori nutrizionali aggiuntivi agli alimenti, soprattutto se si tratta di film a base proteica;
- sono applicati all'interno di alimenti eterogenei come interfaccia tra differenti strati di componenti;
- permettono di confezionare singolarmente piccole porzioni di cibo o sostanze alimentari difficilmente dosabili;
- sono trasportatori di agenti antimicrobici;
- possono contenere aromatizzanti alimentari e agenti lievificanti per controllare in maniera efficace il loro rilascio nei cibi confezionati;
- sono usati in materiali di confezionamento multistrato insieme a materiali non edibili (i film edibili vengono posti a di-

Produzione plastica 2012 (ton)	destinate al food packaging	Costo (milioni di euro)
23000	6100	13370
58000000	15300000	33800
240000000	63000000	139530

Tabella 2 - Dati sulla produzione di materiali plastici

retto contatto con l'alimento).
 I film commestibili (edibili) sono solitamente creati attraverso la miscelazione di tre componenti:
 1) Biopolimero ad alto peso molecolare, la cui struttura determina rigidità, flessibilità e fragilità.
 2) Plasticizzante per ridurre la fragilità e aumentare la flessibilità e un solvente.
 3) Ingredienti aggiuntivi: possono essere antimicrobici, antiossidanti, aromi e altre sostanze impiegate per migliorare le caratteristiche del film.

I film edibili e biodegradabili devono soddisfare una serie di requisiti funzionali specifici; essi devono costituire una barriera nei confronti di umidità, gas e soluti, devono possedere determinate caratteristiche meccaniche e reologiche e garantire a-tossicità. Queste proprietà dipendono dal tipo di materiale usato, dalla sua formazione e applicazione. Per migliorare le proprietà funzionali del film possono essere aggiunti plastificanti, agenti cross-linkanti, antimicrobici e antiossidanti.

In ogni imballaggio polimerico, film o rivestimento, sono coinvolte due serie di forze; coesione tra le molecole polimeriche dei materiali formanti il film, e adesione tra il film e il substrato. Il grado di coesione influisce su proprietà del film come la resistenza, la flessibilità e la permeabilità. Una forte coesione aumenta le proprietà di barriera a gas e soluti e aumenta la porosità. La coesione dipende dalla struttura chimica del biopolimero, dalla procedura di fabbricazione (temperatura, pressione, tipo di solvente e diluizione, tecnica di applicazione, tecnica di evaporazione del solvente, ecc), dalla presenza di plastificanti e additivi di reticolazione e dallo spessore finale del film. La coesione del film è favorita da polimeri ad alta catena. Le nostre ricerche si sono focalizzate sull'impiego di film di pectina, importante scarto

alimentare dell'industria dell'orto-frutta. Le pectine sono un insieme di polisaccaridi che derivano dalle

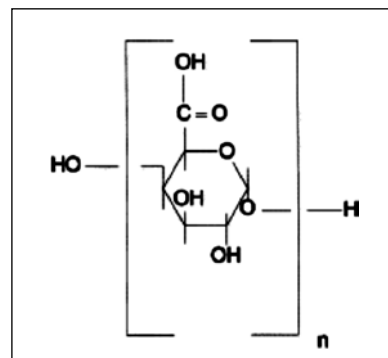
verso grado di metilazione e amidazione dei residui carbossilici. Le pectine sono suddivise in base al loro grado di esterificazione



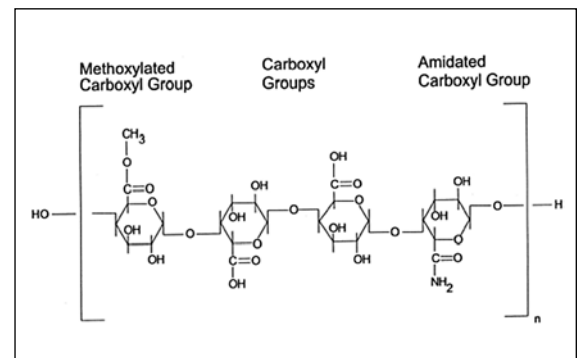
Figura 1 - Produzione mondiale di pectina

piante, contengono acidi pectinici come principali componenti, sono solubili in acqua e sono in grado di formare gel in particolari condizioni. Dal punto di vista chimico la pectina è un polimero costituito da una catena lineare di unità di acido galatturonico unite da legami α-(1,4) che presentano un di-

(DE), cioè la percentuale di gruppi carbossilici esterificati con metanolo. Le molecole con DE > 50% sono considerate *high-methoxyl* (HM), mentre quelle con DE < 50% sono *low-methoxyl* (LM). Il grado di amidazione (DA) indica invece la percentuale di gruppi carbossilici in forma ammidica.

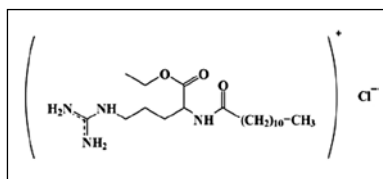


Formula 1
 Struttura chimica dell'acido poligalatturonico



Formula 2
 Struttura chimica della pectina con un tipico gruppo ripetuto

Le pectine naturali sono tipicamente HM, cioè la maggior parte dei gruppi carbossilici sono esterificati con metanolo e non ionizzabili. Il grado di esterificazione delle unità di acido D-galatturonico influenza fortemente la solubilità, la capacità di formare il gel e le condizioni richieste per ottenerlo. La pectina LM forma il gel semplicemente in presenza di ioni divalenti, i quali agiscono da ponte tra i gruppi carbossilici delle catene delle diverse molecole di idrocolloide; la pectina HM, invece, necessita di un mezzo acido con l'aggiunta di diversi zuccheri, come saccarosio e glucosio. Nell'industria alimentare, la pectina è considerata una sostanza "generalmente riconosciuta come sicura" (GRAS) dalla Food and Drug Administration ed è usata come gelificante, stabilizzante o addensante nei prodotti alimentari come marmellate, yogurt da bere, bevande al latte con frutta e gelati. Grazie alla sua biodegradabilità, biocompatibilità, commestibilità, e per la versatilità delle sue proprietà chimico-fisiche tra cui la gelificazione e la permeabilità selettiva ai gas, abbiamo scelto la pectina come matrice polimerica adatta per l'elaborazione di film edibili destinati agli imballaggi alimentari attivi. I film edibili di pectina possono essere prodotti attraverso la tecnica del casting, che consiste nello spandere la soluzione filmogena su una superficie piana e anti-aderente. Una volta asciutta, la pellicola viene rimossa dal supporto. I solventi utilizzati sono generalmente acqua, etanolo o una miscela di entrambi. Nella soluzione filmogena possono essere introdotti i plastificanti, piccole molecole con bassa volatilità, che sono in grado di modificare l'organizzazione tridimensionale del materiale polimerico, aumentando l'estensibilità e fles-



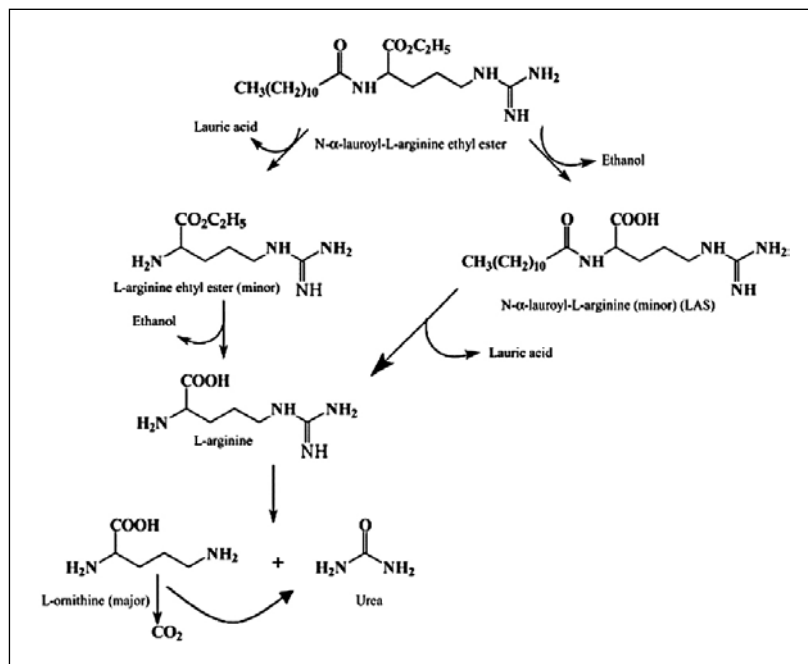
Formula 3 - Formula di struttura del LAE

sibilità della pellicola e, contemporaneamente, portano alla diminuzione della coesione e della rigidità del film. I plastificanti più utilizzati nell'imballaggio alimentare edibile sono sorbitolo, glicerolo, glicole polietilenico e saccarosio; l'incorporazione di questi additivi provoca una significativa variazione delle proprietà di barriera e riduce la fragilità del film. Tuttavia l'aggiunta di plastificanti nei film edibili porta con sé effetti indesiderati, come un aumento della permeabilità ai gas, ai soluti e al vapore acqueo e una diminuzione della coesione che influenza principalmente le proprietà meccaniche.

L'obiettivo del nostro lavoro è la produzione e l'ottimizzazione di film commestibili a base di pecti-

na per l'imballaggio alimentare con lo scopo di ridurre la contaminazione dell'ambiente e rispondere alla crescente richiesta dei consumatori di prodotti più naturali. I vantaggi sono la biodegradabilità completa della pellicola e la possibilità di ingerire il film senza problemi per l'organismo. La sostituzione del packaging tradizionale con un imballaggio edibile e biodegradabile è infatti l'ambizione a cui si aspira per il futuro.

La prima parte dello sviluppo del film a base di pectina si basa necessariamente sulla ottimizzazione e analisi delle proprietà meccaniche, cioè la valutazione della resistenza alla trazione e dell'elasticità, ma anche studi di permeabilità per valutare le possibili applicazioni della pellicola. In particolare è stata testata la permeabilità all'etilene e la permeabilità ai raggi UV. Queste proprietà sono fortemente dipendenti dalla composizione del film; aggiungendo diverse sostanze è quindi possibile conferire pro-



Formula 4 - Pathway metabolico del LAE

prietà fisiche differenti e modificare la funzione di barriera del rivestimento prodotto.

Il secondo step di lavoro è la valutazione dell'attività antimicrobica del film di pectina prodotto con diversi antimicrobici, approvati come additivi alimentari: questa analisi è fondamentale per determinare la capacità della pellicola edibile di ridurre la contaminazione microbica, un fattore determinante nel processo di deterioramento dei prodotti alimentari. L'unione di queste due parti ha portato il nostro gruppo di ricerca a trovare svariate formulazioni di gel e film, la cui ricetta è stata personalizzata per l'applicazione su diverse matrici alimentari.

Il primo campo in cui si siamo cimentati è stata la conservazione della carne di bovino. In seguito abbiamo studiato l'applicazione del film di pectina per incrementare la shelf life della mela e limitare il processo di imbrunimento che caratterizza questo prodotto nel momento in cui viene tagliato. Ulteriori applicazioni hanno riguardato gli ingredienti della pizza, dall'impasto ai vari toppings, il rivestimento di uova fresche per ridurre la contaminazione crociata da Salmonella e il rivestimento post-raccolta di pomodori per rallentarne la maturazione (sfruttando l'effetto barriera della pectina contro l'etilene).

Campione	Ore	Incremento % shelf-life
C	90	---
G	99	10%
G+	122	35,6%
L	112	24,4%
L+	131	45,6%

Tabella 3
Tempi in ore e incremento % di shelf-life dei diversi campioni di carne di manzo macinato

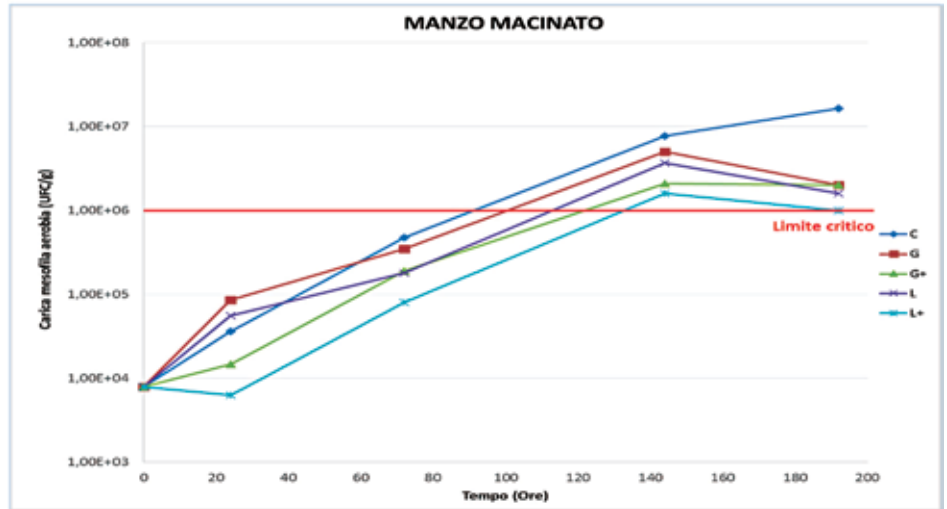


Figura 2 - Attività antimicrobica dei film su carne di manzo macinato

Lisosan® REDUCTION

Integratore alimentare a base di piante e derivati con Lisosan®, Desmodium e Picrorrhiza

- coadiuva la funzione epatica
- alto potere antiossidante del LISOSAN®.
- non interferenza con il metabolismo dei farmaci
- azione anti-radicalica ed anti-infiammatoria

Agrisan

via Matteotti 1950/B 51036 Larciano (PT) www.agrisan.com

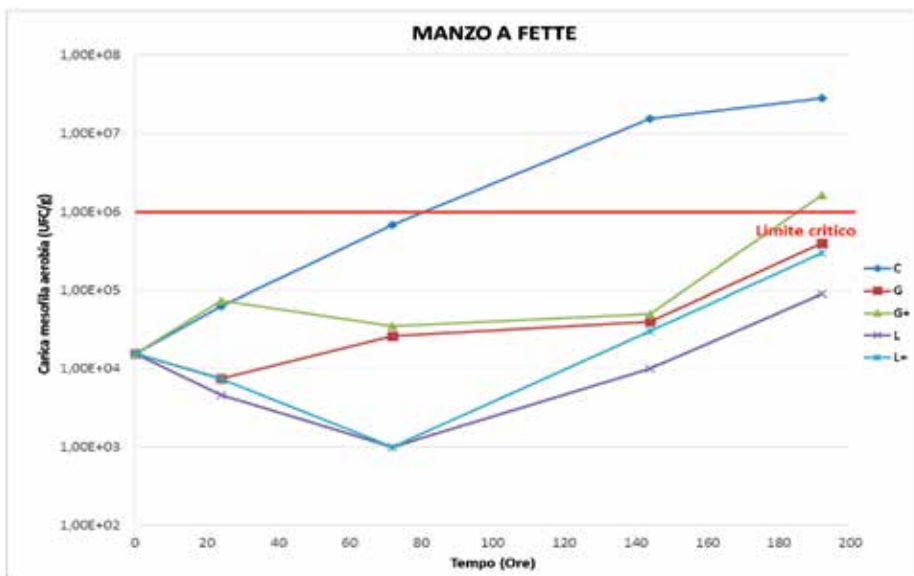


Figura 3 - Attività antimicrobica dei film su carne di manzo a fette

Campione	Ore	Incremento % shelf-life
C	79	---
G	+200	> 250%
G+	187	136,3%
L	+200	> 250%
L+	+200	> 250%

Tabella 4 - Attività antimicrobica dei film su carne di manzo a fette

I film edibili possono essere sfruttati come vettori per una vasta gamma di additivi alimentari, inclusi gli “antimicrobici naturali”, che hanno la funzione di estendere la shelf life dei prodotti e ridurre il rischio di crescita microbica sulla superficie dell’alimento. In alcuni dei film di pectina prodotti sono stati addizionati come plastificanti acido lattico e acido acetico, che possiedono anche proprietà antimicrobiche. Altri antimicrobici testati e impiegati nelle formulazioni sono sali, acidi grassi e altre molecole naturali. Inoltre, è stato testato anche il LAE come conservante antimicrobico ad ampio spettro. L’etil lauroil arginato (LAE) è un tensioattivo cationico alimentare

che è altamente attivo contro una vasta gamma di agenti patogeni alimentari e microrganismi alterativi compresi batteri, lieviti e muffe. L’attività antibatterica dell’etil lauroil arginato è data dalle proprietà surfattanti cationiche del suo principio attivo, l’etil-Na-lauroil-L-arginato. I surfattanti sono in grado di disintegrare le membrane cellulari a concentrazioni molto basse, inducendo l’alterazione del potenziale di membrana, la permeabilità cellulare e quindi la morte batterica.

Da numerosi studi è emerso che l’etil lauroil arginato, tramite idro-

lisi dell’estere e della lauroil ammido, è rapidamente metabolizzato nei prodotti intermedi, arginina-etil estere e Na-lauroil-L-arginina che, successivamente, danno origine a etanolo, acido laurico e arginina, che rientrano nelle normali vie biochimiche. Ne risulta che il LAE, se ingerito dall’uomo, è catabolizzato in prodotti appartenenti al normale metabolismo. È stato quindi approvato come additivo GRAS dalla FDA.

Oltre all’impiego dell’antimicrobico, le nostre formulazioni sono caratterizzate da plastificanti diversi (arabinosio, glicerolo, xilosio, ribosio, sorbitolo). Tutti i film ottenuti sono stati testati per le proprietà meccaniche, trasmittanza, permeabilità all’acqua e all’ossigeno. I dati ottenuti sono estremamente variabili a conferma dell’influenza dei plastificanti. Non abbiamo classificato i film ottenuti in base alle proprietà testate perché, a seconda dell’applicazione desiderata sarà possibile scegliere il plastificante più adatto.

Le prove *in vivo* da noi effettuate con i film edibili realizzati presso i nostri laboratori, sono stati tutti addizionati con il LAE come antimicrobico naturale. Sono stati ap-

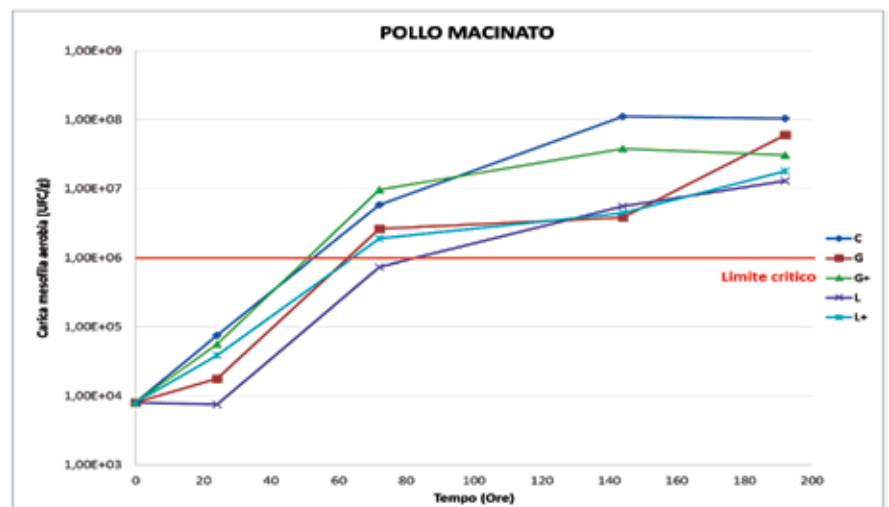
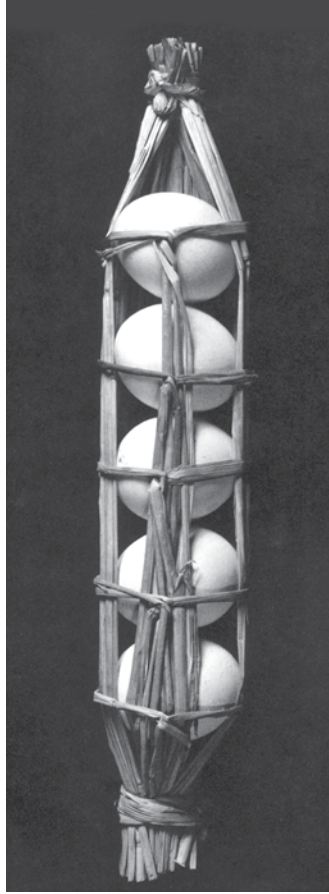
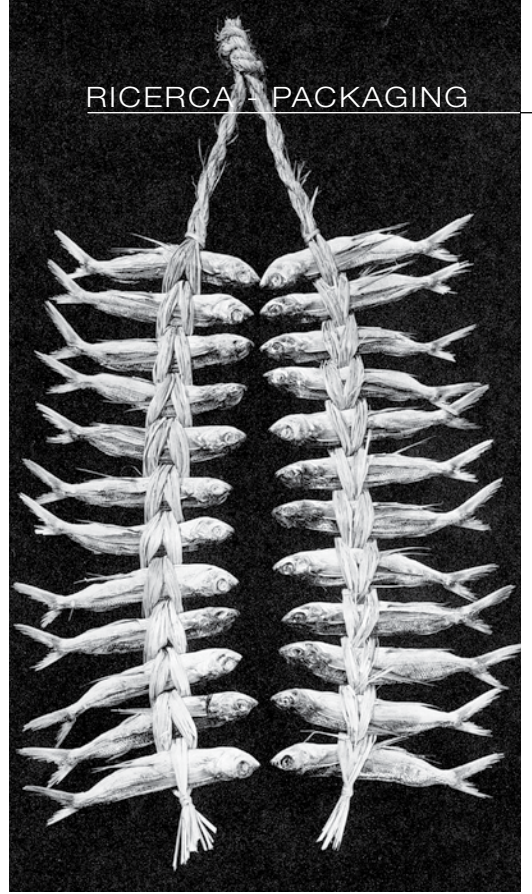


Figura 4 - Attività antimicrobica dei film su carne di pollo macinato



Tre esempi di prodotti giapponesi con il tipico confezionamento, di fattura considerata "artistica".



RICERCA PACKAGING



Visita il nostro sito:
www.gizami.it

GIZAMI

di Patrizia Zampiero

Oppure
vieni a trovarci in
Via Newton, 11 PERO (MI)



Contattaci per informazioni
e-mail info@gizami.it
Telefono 02-38100327

Tu pensi al contenuto,
NOI PENSAMO AL CONTENITORE!!!



Campione	Ore	Incremento % shelf-life
C	51	---
G	64	25,5%
G+	68	33,3%
L	83	62,7%
L+	65	27,5%

Tabella 5
Tempi in ore e incremento % di shelf-life dei diversi campioni di carne di pollo macinato

plicati su fette di pollo e di manzo e su macinato di pollo e di manzo. Nelle immagini sono riportati i grafici con la carica mesofila aerobia, e in tabella il miglioramento in termini di shelf-life sul prodotto. Per tutti i campioni testati, l'utilizzo dei film ha comportato un incremento della shelf-life; in particolare, l'applicazione di pellicole preformate addizionate di etil lauroil arginato ha condotto, in taluni casi, un aumento della shelf-life superiore al 200%. Per arrivare a una applicazione commerciale di questo prodotto, il nostro gruppo di ricerca, di concerto con i vertici dell'Università di Modena e Reggio Emilia, ha fondato uno spin-off universitario chiamato Packtin. In questo

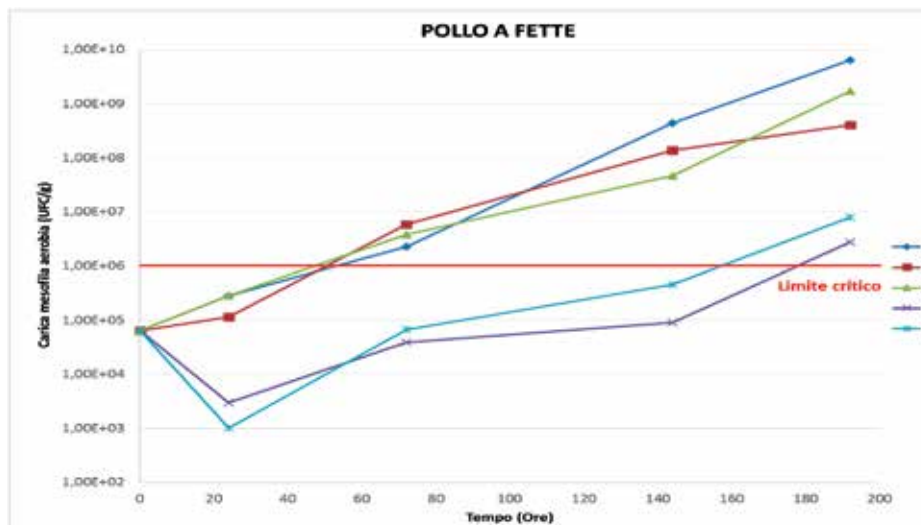


Figura 5 - Attività antimicrobica dei film su carne di pollo a fette

modo, i formulati creati in questi lunghi anni di ricerca potranno finalmente essere utilizzati, sia in ambito industriale che domestico. Ai prodotti già sviluppati, naturalmente, si affiancheranno quelli attualmente allo studio nei nostri laboratori. Infine, lo stesso spin-off da noi fondato, ha partecipato al concorso per l'innovazione "Demetra", un riconoscimento promosso da COPROB e organizzato da The European House-Ambrosetti, destinato a sostenere progetti innovativi collegati a nutrizione, sostenibilità e filiera agricola italiana.

Campione	Ore	Incremento % shelf-life
C	52	---
G	53	1,9%
G+	53	1,9%
L	179	244,2%
L+	152	192,3%

Tabella 6
Tempi in ore e incremento % di shelf-life dei diversi campioni di carne di pollo a fette

Il progetto presentato, che si è scontrato con altri 50 progetti, consisteva nella creazione di pellicole edibili per la conservazione degli alimenti prodotte da scarti della filiera agro-alimentare, con particolare enfasi sul possibile riutilizzo degli scarti di lavorazione della barbabietola da zucchero. Il nostro gruppo di ricerca si è aggiudicato il primo premio, un assegno pari a 10.000,00 euro, che ci permetterà di continuare nello studio applicativo di queste nuove pellicole per alimenti.

*** UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MODENA E REGGIO EMILIA
Dipartimento di Scienze della Vita**



Figura 6 - Il Premio al concorso per l'innovazione "Demetra"