Dipartimento di Agraria
Università degli studi di Napoli Federico II

Conservazione dei prodotti alimentari e packaging innovativi: le sfide per garantire qualità e sostenibilità

Elena Torrieri

Caffè Scientifico- Dipartimento di Agraria, Sala Cinese, 10 Aprile 2019

OUTLINE

- Introduzione sul ruolo del Packaging nella conservazione degli alimenti
- Contesto storico
- Area tematica e linee di ricerca
- Attuali Progetti e attività future
- Collaborazioni

La conservazione degli alimenti e la shelf life

Shelf life

Cause di alterazione:

- Chimiche
- Biologiche
- Microbiologiche
- Fisiche

Materie prime — Produzione — Packaging — Distribuzione — Consumo

La conservazione degli alimenti e la shelf life

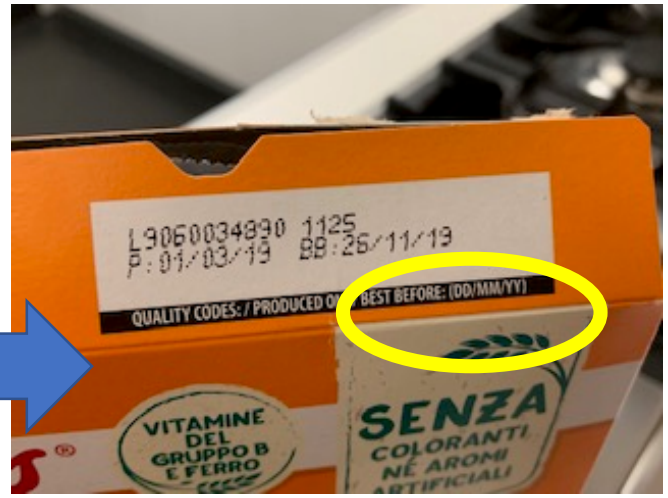
REGOLAMENTO (UE) N. 1169/2011

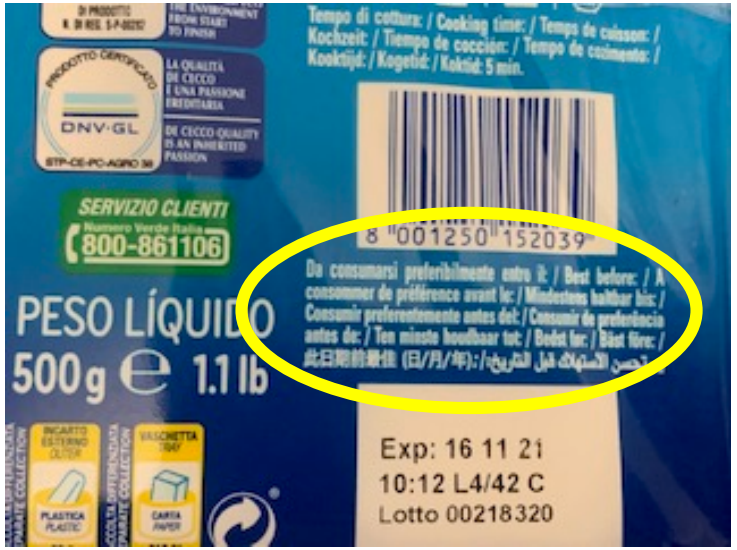
- Termine minimo di conservazione

  "da consumarsi preferibilmente entro"

- La data di scadenza

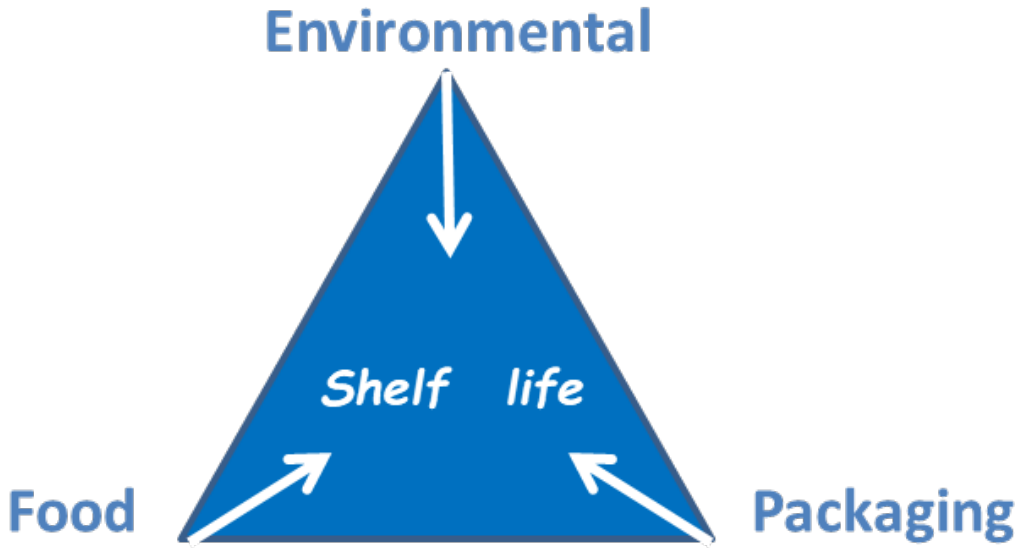
  "da consumarsi entro"





Fattori che influenzano la Shelf life

- Prodotto
- Processo
- Packaging
- Condizioni di conservazione



Ruolo del Packaging

UK Institute of packaging definisce il «Packaging» come un sistema progettato per garantire sicurezza e qualità dei prodotti alimentari in tutte le fasi della catena di distribuzione dalla produzione fino al consumo.

Ruolo del Packaging

Materie prime → Produzione → Packaging → Distribuzione → Consumo

Contenimento

Protezione

Comunicazione

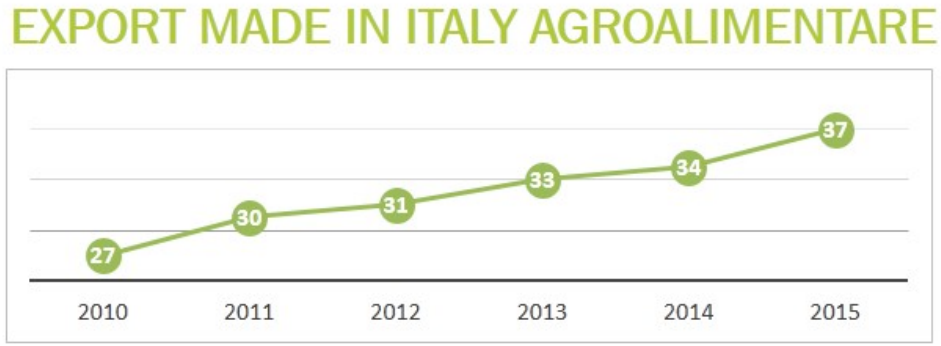
Logistica

Servizio

Ecologica

1800 1900 2000 2020

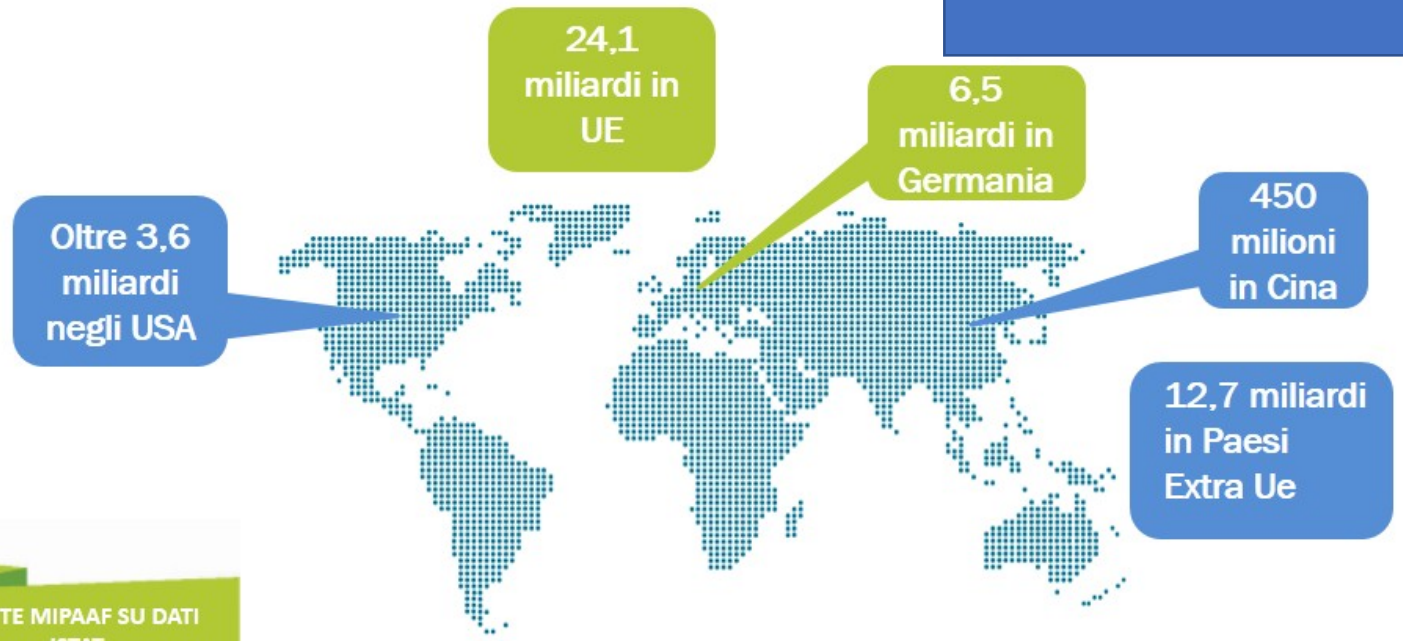
Protezione/export



32,9 mld di euro di esportazioni nel 2018

+6,3% rispetto al 2017

Obiettivo di 50 mld entro il 2020



Protezione/spreco Alimentare

Secondo il report delle Nazioni Unite pubblicato nel 2017, l'attuale popolazione mondiale di 7,6 miliardi dovrebbe raggiungere i 9,8 miliardi nel 2050.

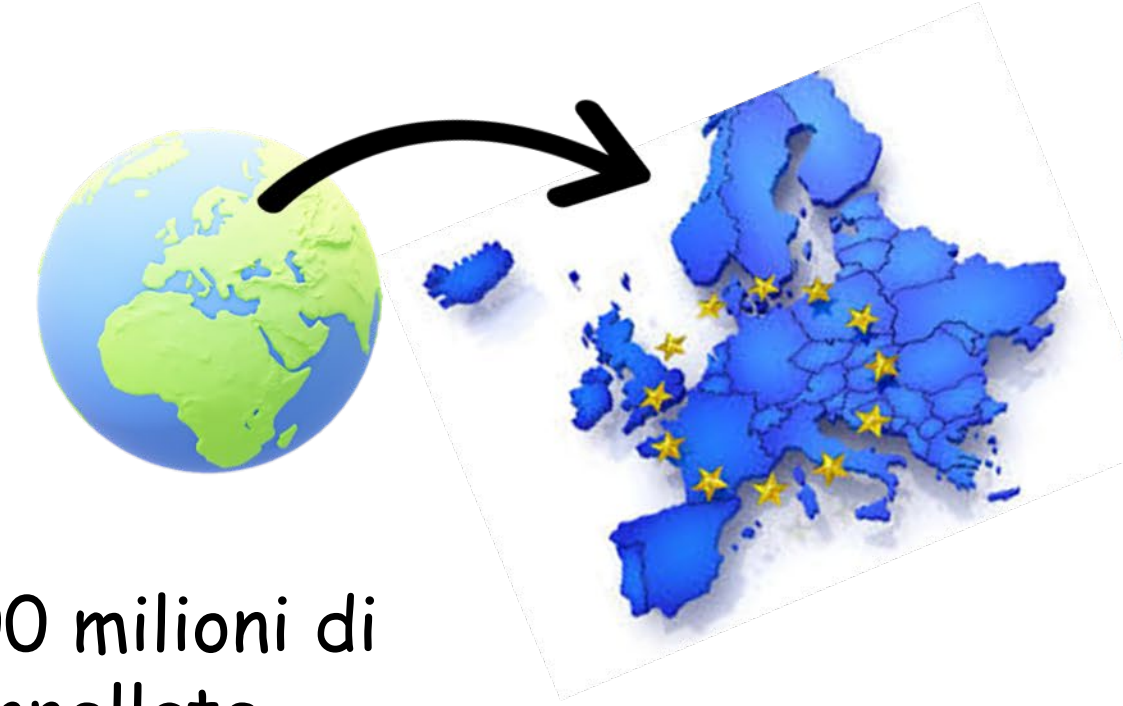
→ +56% la richiesta di cibo

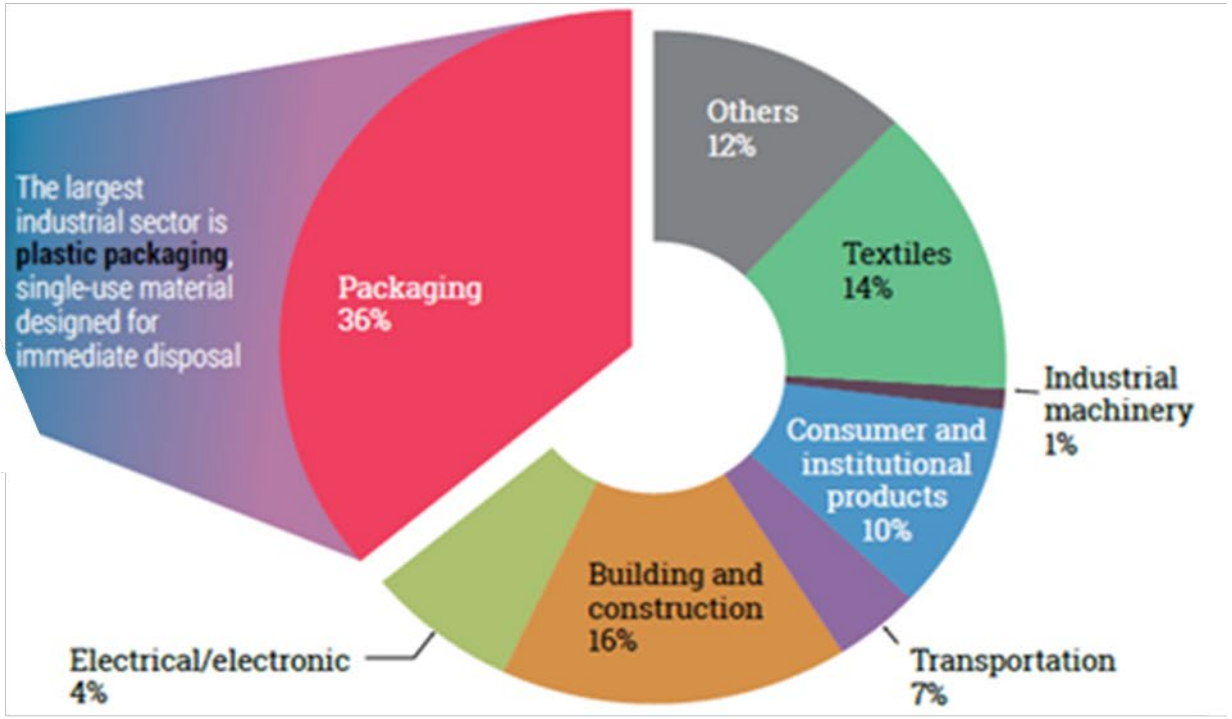
Ogni anno vengono sprecati 1,3 miliardi di tonnellate di cibo, circa un terzo di tutto ciò che viene prodotto

→ Dimezzare lo spreco entro il 2030

Accordo ONU- EU

Packaging: le plastiche





300 milioni di tonnellate

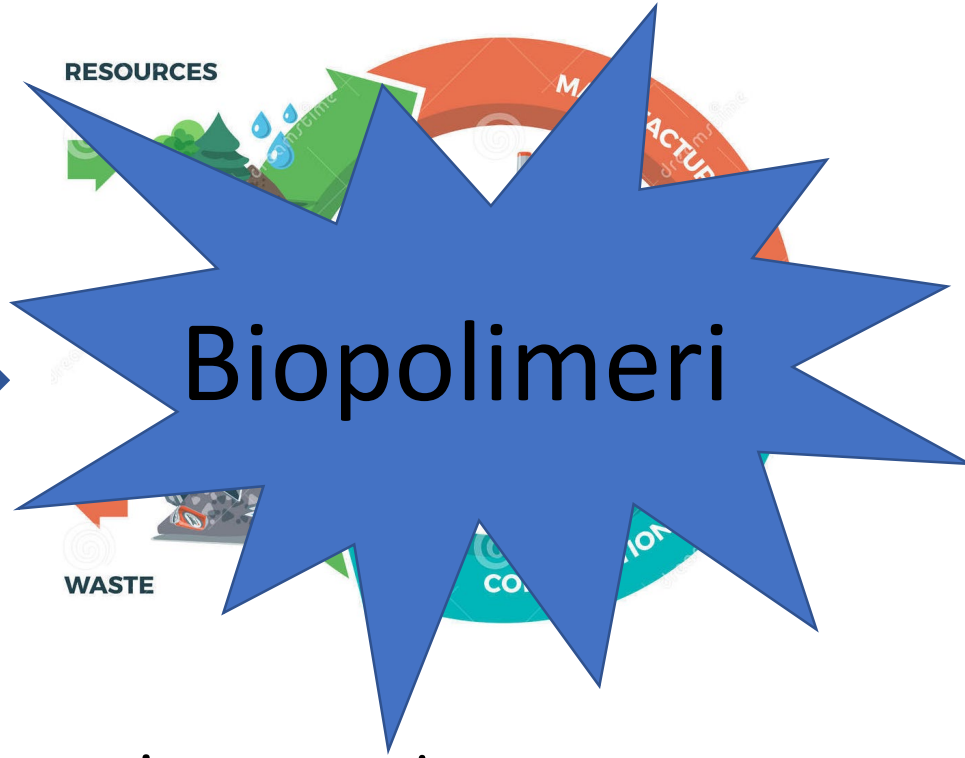
a person in Italy produce in average 35 kg per year of plastic waste

2050: 400 milioni di tonnellate

EU Plastic Strategy

On the 16th January 2018, the European Commission (EU) published a European Strategy for Plastics.

PETROLEUM → MONOMERS → POLYMERS → PLASTIC



2030: 55% degli imballaggi in plastica deve essere ri-usato o riciclato

Area tematica e Linee di ricerca

Innovazione di prodotto e di processo





- La scienza dei materiali applicata agli alimenti:
- Relazioni tra struttura e proprietà degli alimenti
- Processi delle industrie alimentari
- Scienze sensoriali e consumer science

- **Food Packaging and shelf life**

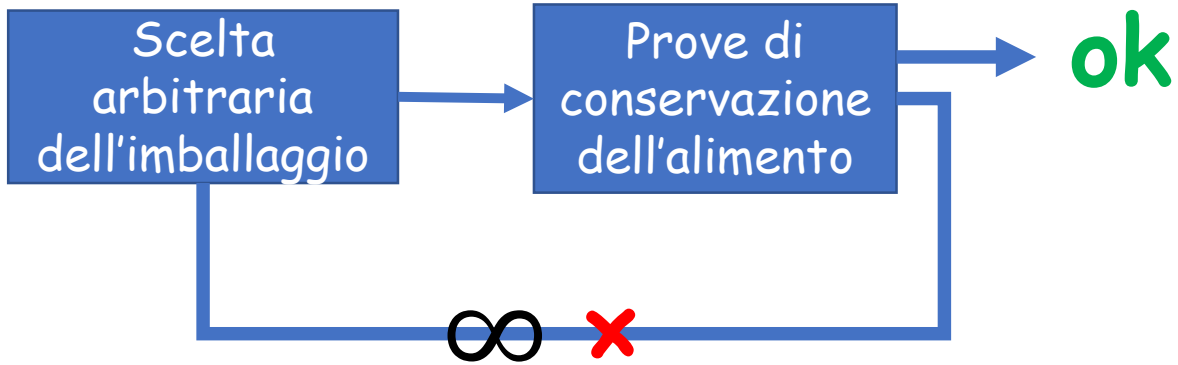
❑Progettazione, Sviluppo e Applicazione:

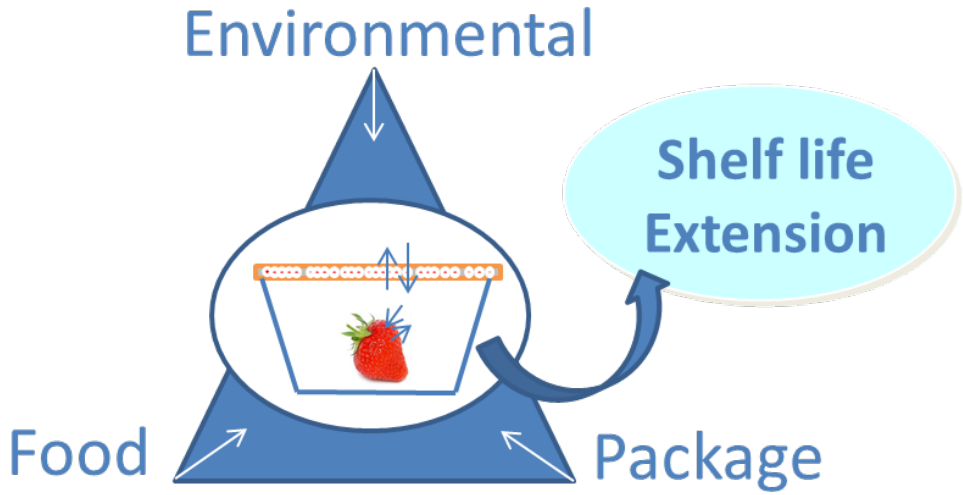
- ❑ di nuovi materiali e/o tecnologie di condizionamento per la conservazione degli alimenti
- ❑ di nuovi film/coating a base di biopolimeri: Studio delle interazioni tra polisaccaridi e proteine

❑Studio della shelf life degli alimenti

Progettazione di nuovi sistemi di imballaggio

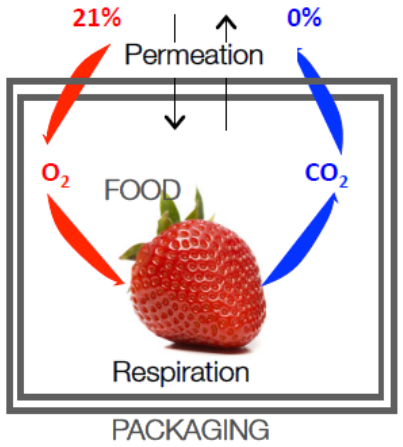
- Approccio empirico (trial and error)





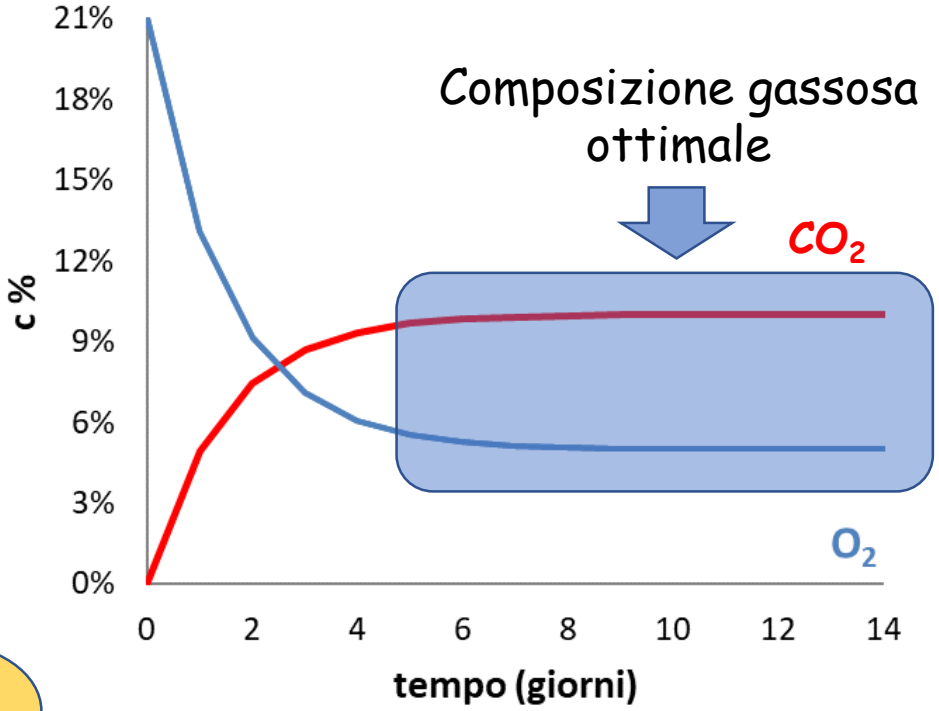
- Progettazione: esigenze dell'alimento

Progettazione di nuovi sistemi di imballaggio: MAP



$$V_f \frac{dyO_2}{dt} = \frac{kP_{O_2}}{x} A \cdot \left(yO_2^{out} - yO_2^{in}\right) - R_{O_2} M$$

$$V_f \frac{dyCO_2^{in}}{dt} = \frac{kP_{CO_2}}{x} A \cdot \left(yCO_2^{in} - yCO_2^{out}\right) + R_{CO_2} M$$



$$\frac{kP_{O2}A}{x} = \frac{M \cdot R_{O2}^{eq}}{\left(y_{O2}^{out} - y_{O2}^{eq}\right)}$$

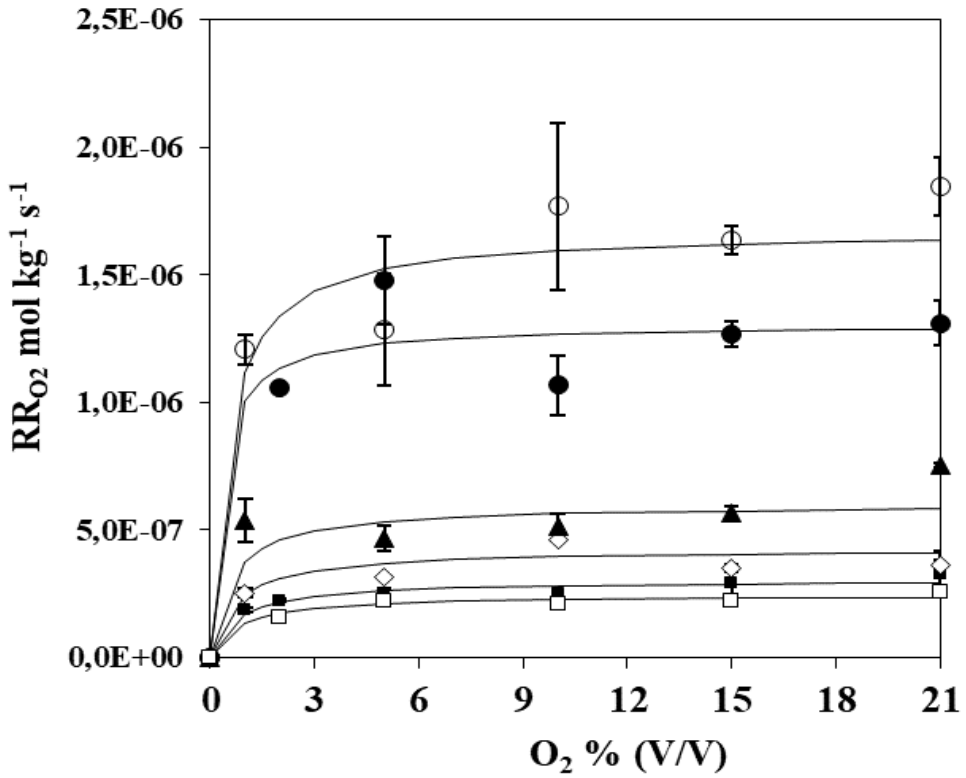
$$\frac{kP_{CO2}A}{x} = \frac{M \cdot R_{CO2}^{eq}}{\left(y_{CO2}^{eq} - y_{CO2}^{out}\right)}$$

Velocità di respirazione

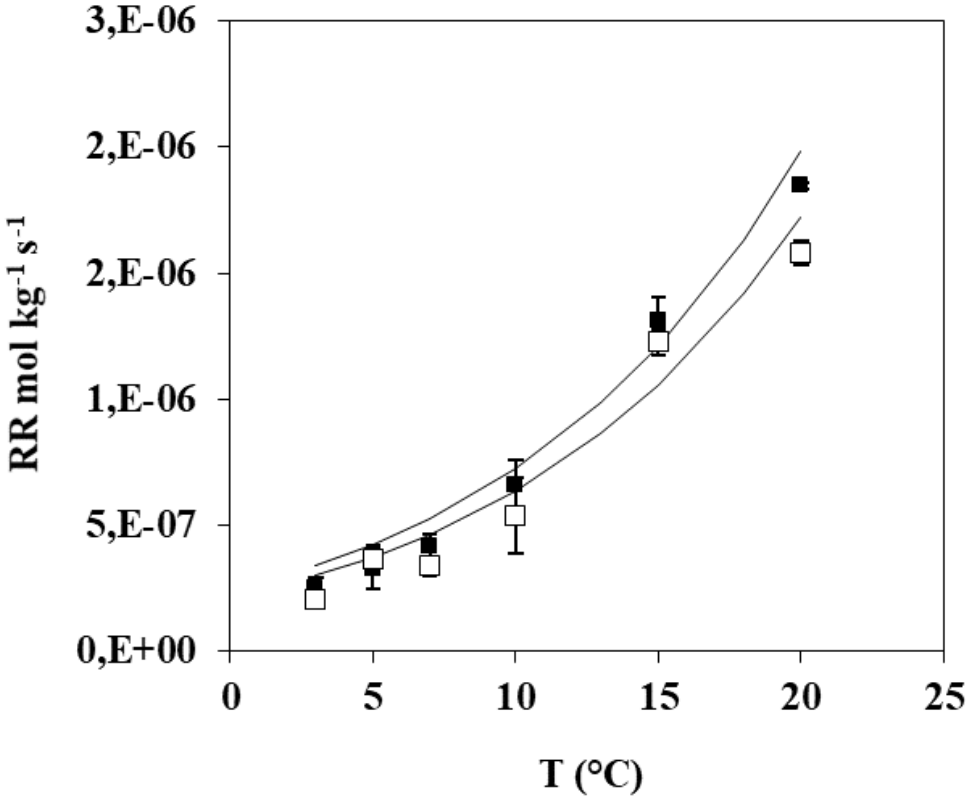
Torrieri E., Mahajan P.V., Cavella S., De Sousa Gallagher M., Oliveira F.A.R., Masi P. (2009). **Mathematical modelling of Modified Atmosphere Package: An Engineering approach to design packaging systems for fresh-cut produce**. In: Advances in Modelling Agricultural Systems, Papajorgji P.J., and Pardalos, P.M. (Eds). pp.455-484

Influenza dei fattori ambientali sulla velocità di respirazione

Effetto O_2: Michaelis & Menten



Effetto Temperatura: Arrhenius



Torrieri, E., Cavella, S., Masi P. (2009) Modelling respiration rate of Annurca Apple for development of modified atmosphere packaging. International Journal of Food Science and Technology, 44, 890-899.

Torrieri E., Perone N., Cavella S., Masi P. (2010). Modelling the respiration rate of minimally processed broccoli (*Brassica rapa var. sylvestris*) for modified atmosphere package design. *International Journal of Food Science and Technology*, 45 (10), 2186-2193.

Journal of Food Engineering 216 (2018) 132–137

Contents lists available at ScienceDirect

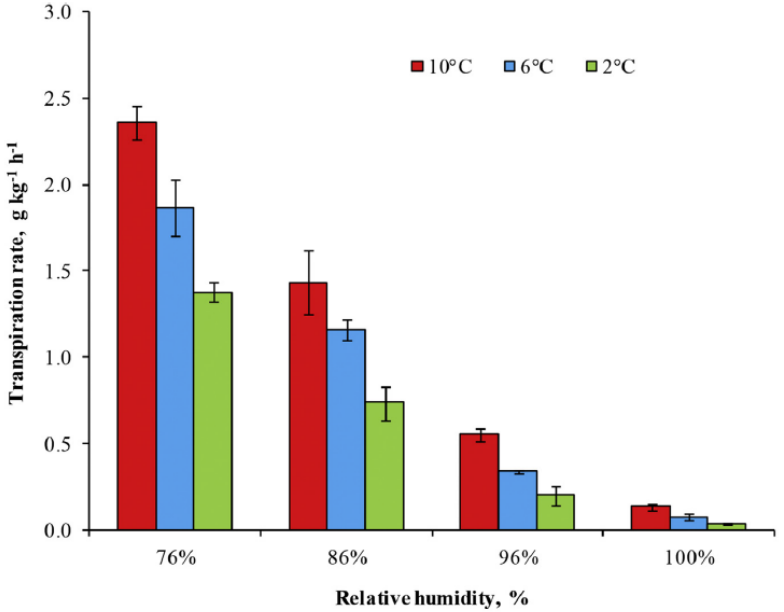
Journal of Food Engineering

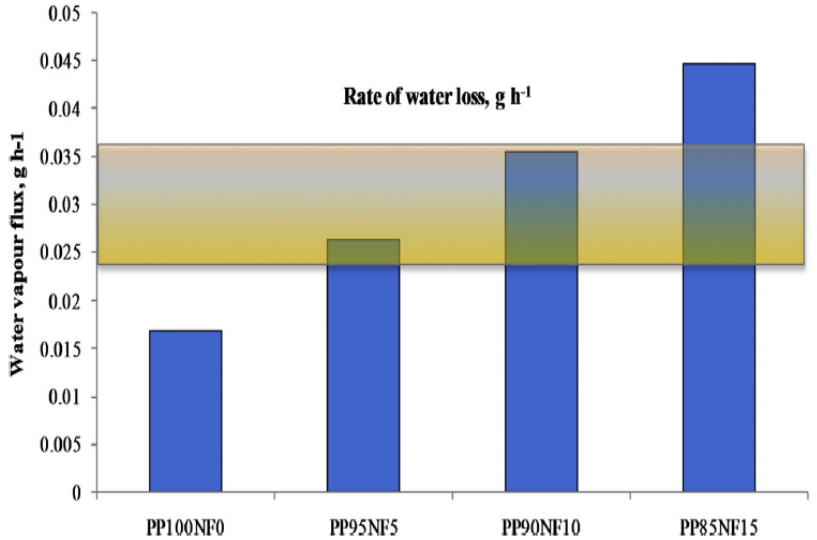
journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng

Condensation and moisture regulation in packaged fresh-cut iceberg lettuce

Stefania Volpe [a], Pramod V. Mahajan [b], Guido Rux [b], Silvana Cavella [a], Elena Torrieri [a, *]

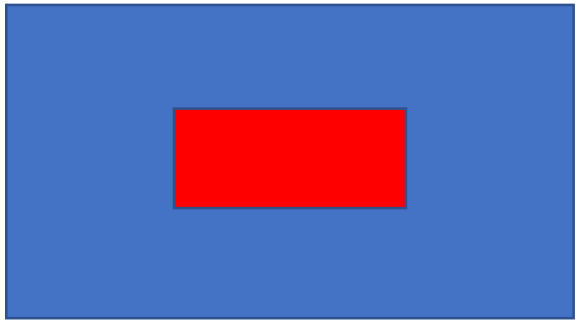
[a] Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Portici, NA, Italy
[b] Department of Horticultural Engineering, Leibniz Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy, Potsdam, Germany





New Packaging:

polipropilene+ naturflex



Progettazione e sviluppo di nuovi sistemi di imballaggio: Chew-gum

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale

Ministro per la Coesione Territoriale

PROGETTO PON03PE_00180_1

M2Q: Laboratorio Pubblico Privato di R&S in campo agroindustriale

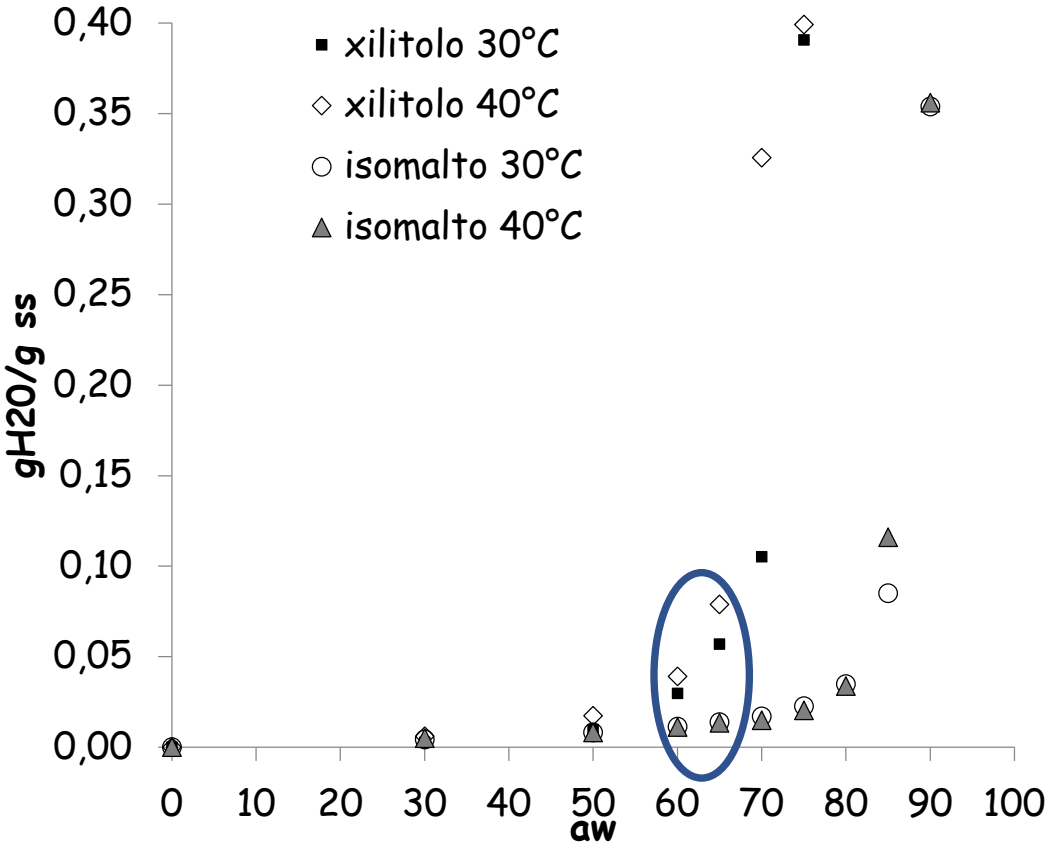
OR4- Sostenibilità delle produzioni

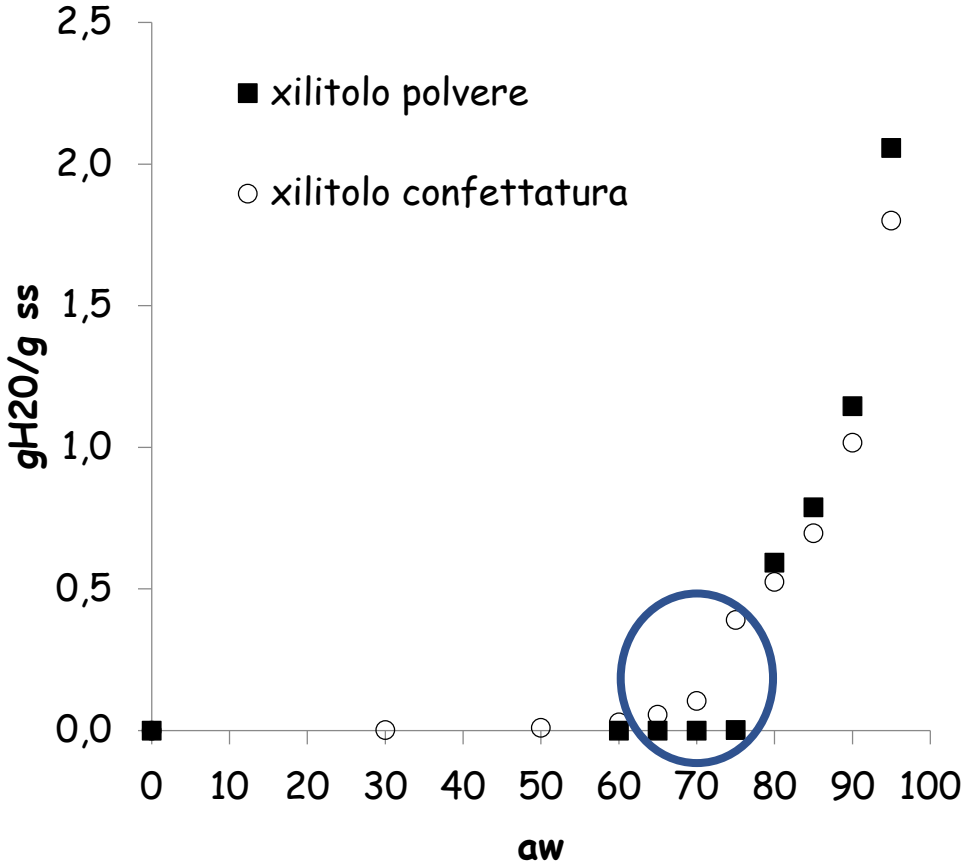
Nuovi materiali polimerici biodegradabili (PLA):

applicazione ad un prodotto dolciario confezionato

Progettazione di nuovi sistemi di imballaggio: Chew-gum

- Assorbimento/desorbimento di acqua: isoterme di assorbimento





Progettazione di nuovi sistemi di imballaggio: Chew-gum

- Valore target di permeabilità al vapore acqueo: 4x 10^{-10} g m/(m^2 24h bar)

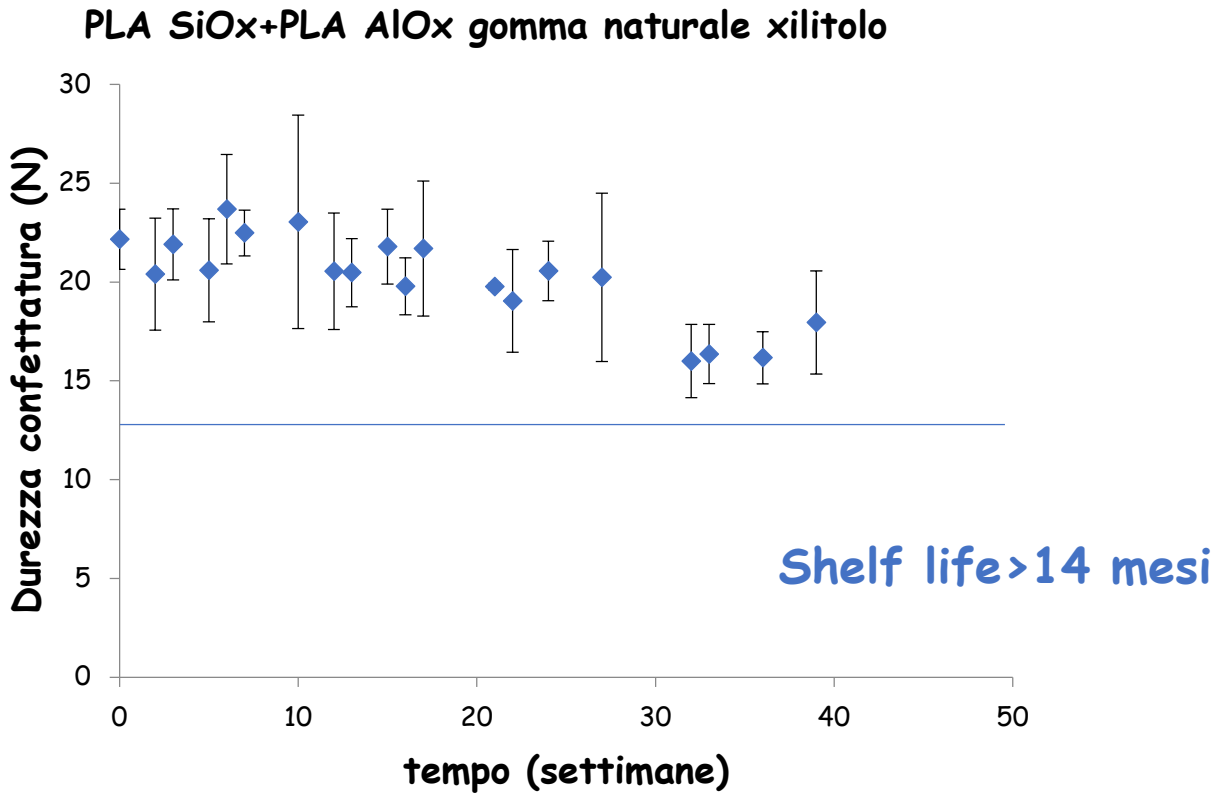
Campioni	Spessore [µm]	kP (20°C) [g m/(m^2*24h bar)]
PLA	20	2,7E-8
PLA met.	20	3,0E-9
PLA-SiOx	20	3,9E-9
PLa AlOx	20	3,5E-9

Campioni	Spessore [µm]	kP (38°C) [g m/(m^2*24h bar)]
PLA SiOx /PLA AlOx	40	9E-10
PLA SiOx /PLA met	40	4E-10
PLA AlOx /PLA met	40	2E-9

Progettazione di nuovi sistemi di imballaggio: Chew-gum

- Confezionamento e verifica shelf life

INDACO



Shelf life>14 mesi

Food Packaging e Shelf life

- Progettazione, Sviluppo e Applicazione:
  - di nuovi materiali e/o tecnologie di condizionamento per la conservazione degli alimenti
  - di nuovi film/coating a base di biopolimeri: Studio delle interazioni tra polisaccaridi e proteine
- Studio della shelf life degli alimenti

Biopolimeri

- Biodegradable polymers

Biomass product From (Agroresources = Agro –polymers)

Polysaccharides

- Starch: Wheat, Potatoes, Maize..
- Ligno-cellulosic product: Wood,Straws
- Pectins, Chitosan/ Chitin

Proteins, Lipids

- Animal: Casein, Whey, Collagen/ Gelatin
- Plants: Zein, Soya, Gluten

From micro-organisms (obtained by extraction

- Polyhydroxyalcanoates (PHA)
  - Polyhydroxybutanoates (PHB),
  - Poly hydroxybuytareco-hydroxyvalerate (PHBV)

From Biotechology (Conventional synthesis from bio-derived monomers)

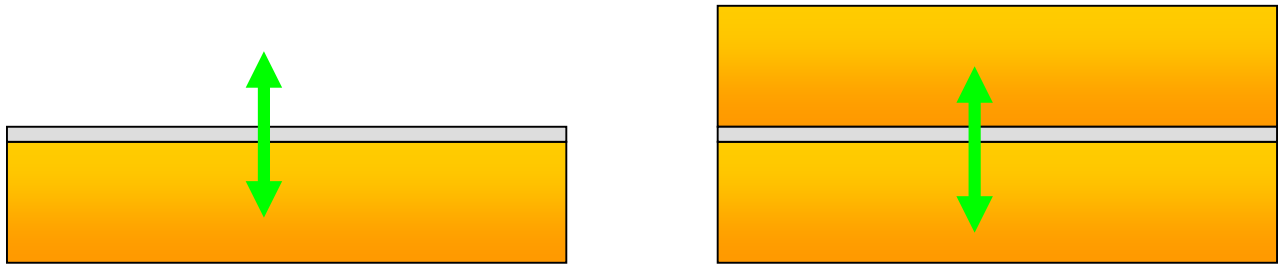
- Polylactides
  - Poly-lactic acid (PLA)

Coating/film a base di biopolimeri

- Coating edibili: Applicati sull'alimento

o tra strati dell'alimento

- Coating di film

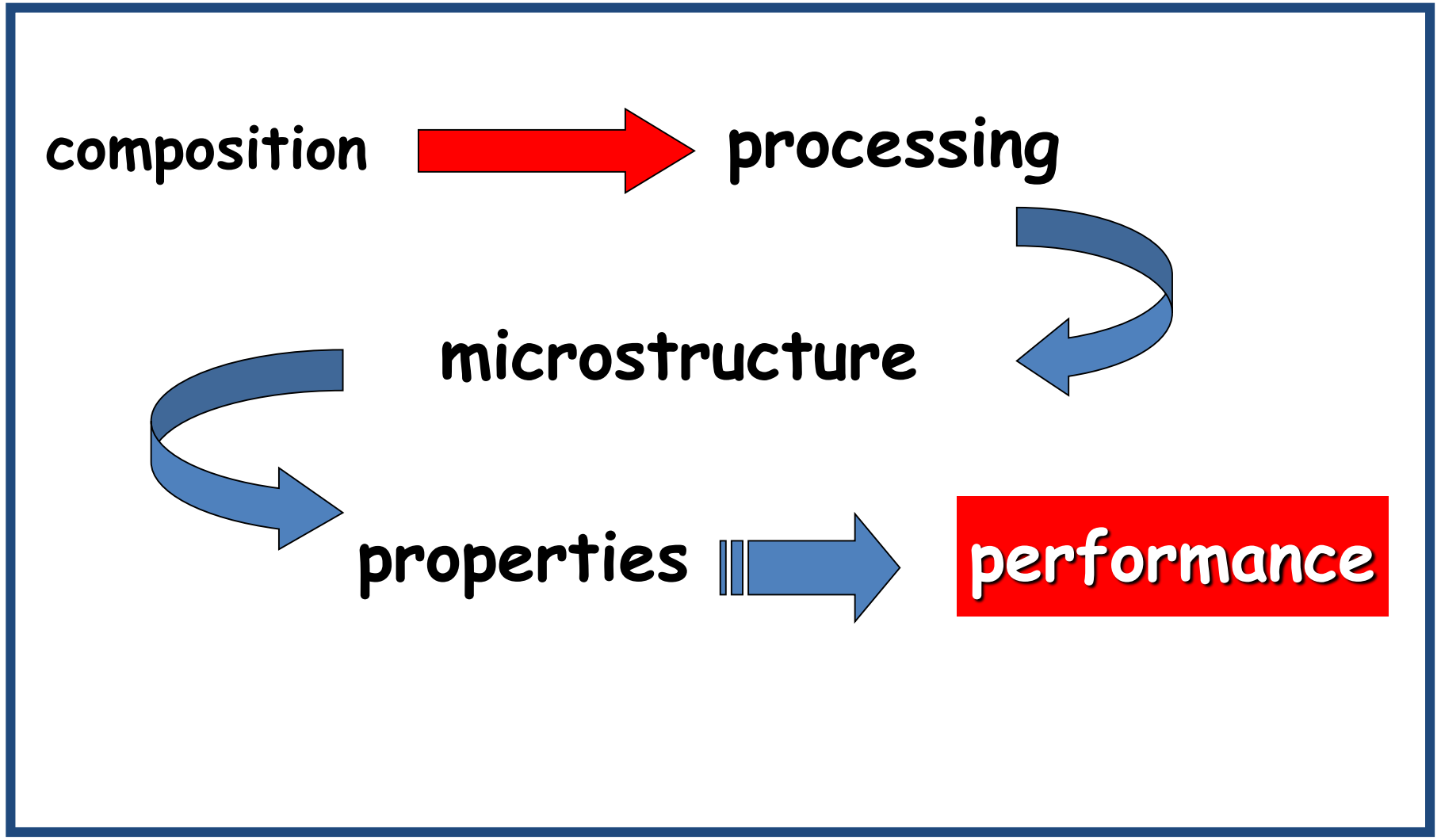


Proprietà

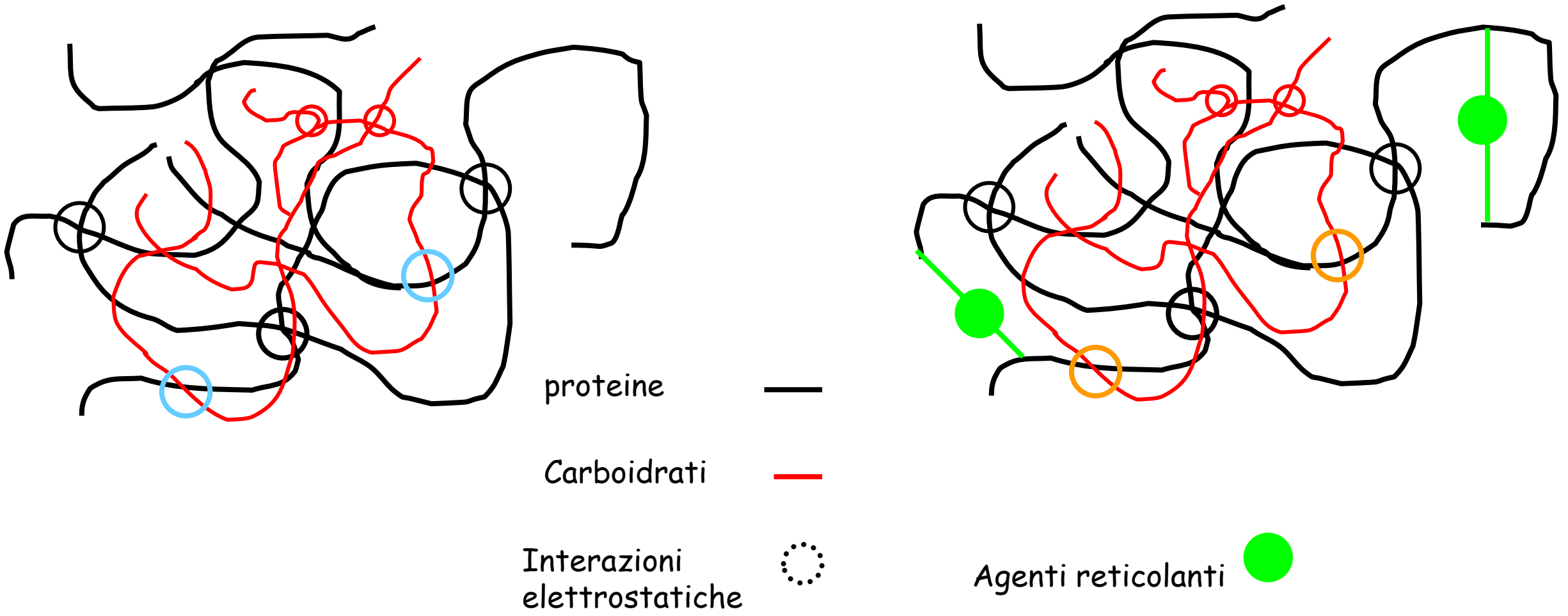
- ❑ Barriera all'ossigeno
- ❑ barriera all'acqua
- ❑ regolare l'assorbimento di olio
- ❑ protezione meccanica
- ❑ carrier di sostanze attive

Coating/film a base di biopolimeri

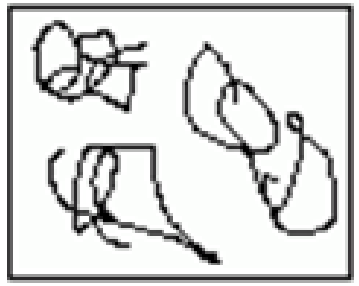
Scienza dei materiali



Coating/film a base di biopolimeri: Interazione proteine/polisaccaridi



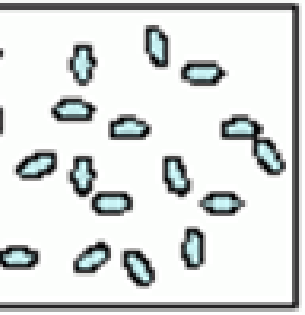
Coating/film a base di biopolimeri: Struttura/proprietà



Polysaccharide

+

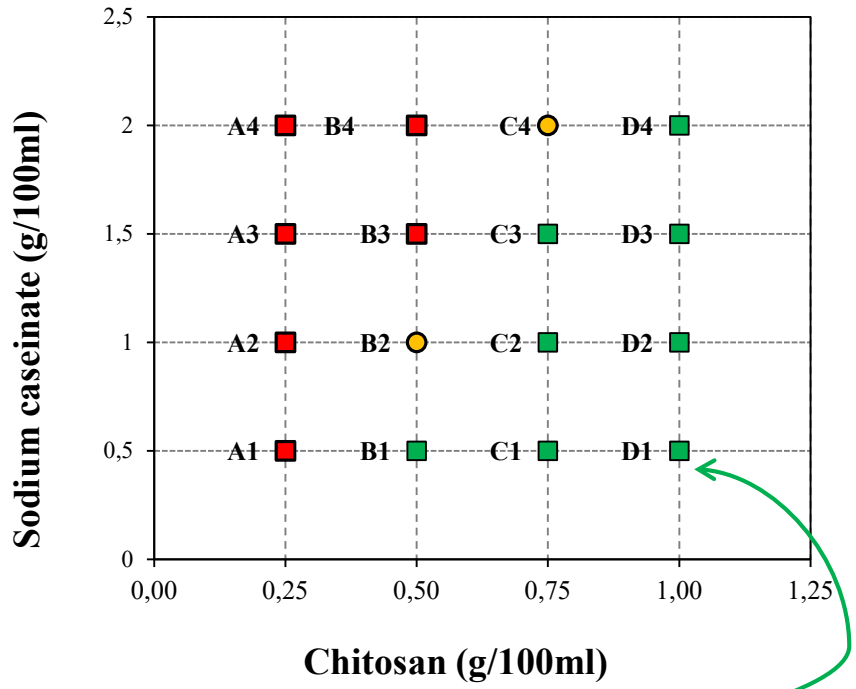
Protein



Phase separate system

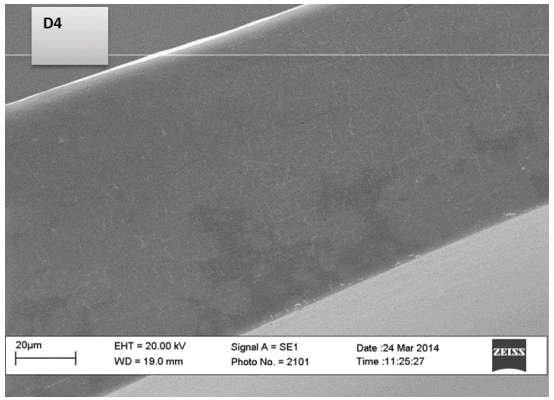
Phase separate system after 7 days

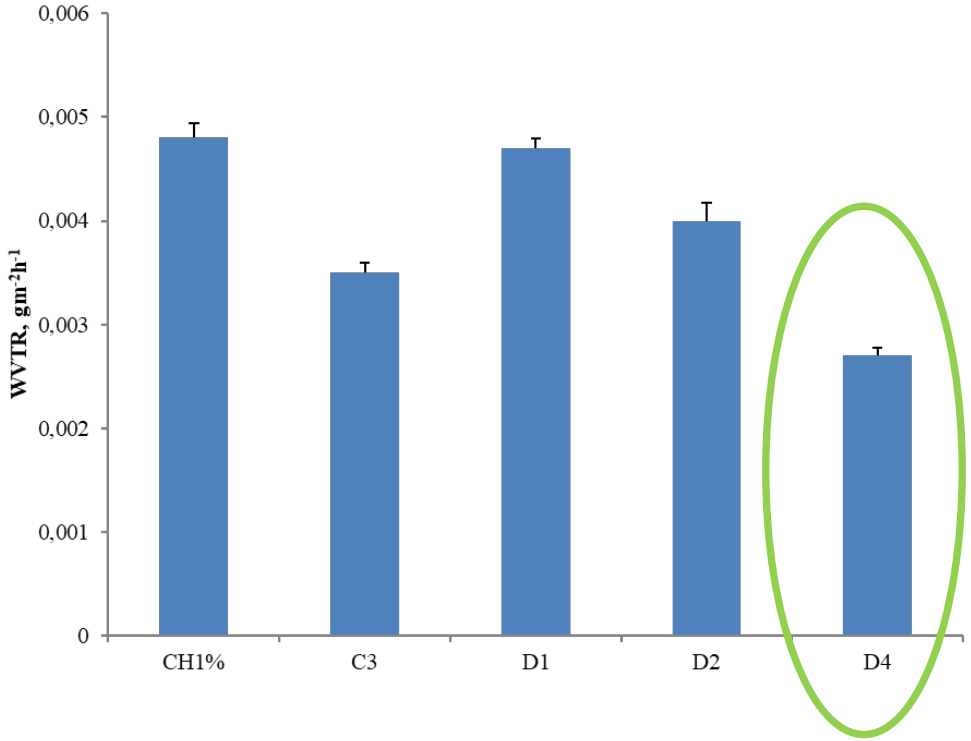
One phase system

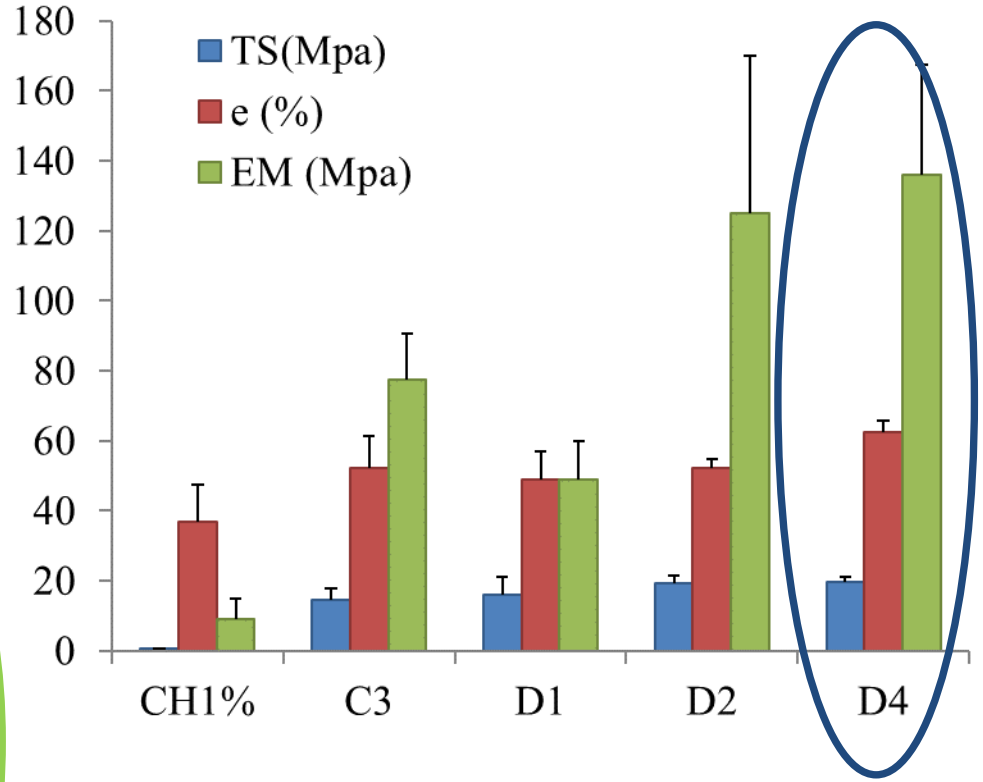


Volpe, S., Cavella, S., Masi, P., Torrieri, E. (2017). Effect of solid concentration on structure and properties of chitosan-caseinate blend films, Food Packaging and Shelf Life, 13, pp. 76-84.

Coating/film a base di biopolimeri: Struttura/proprietà







Coating/film a base di biopolimeri: Struttura/proprietà

Journal of Food Engineering 89 (2008) 195–203

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Food Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng

Role of constituents on the network formation of hydrocolloid edible films

Tiziana Giancone [a], Elena Torrieri [a,*], Prospero Di Pierro [a], Loredana Mariniello [a,b], Mauro Moresi [c], Raffaele Porta [a], Paolo Masi [a]

FOOD PACKAGING AND SHELF LIFE 1 (2014) 113–122

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: http://www.elsevier.com/locate/fpsl

Structure and properties of hydroxypropyl methyl cellulose—Sodium caseinate film cross-linked by TGase

Nadia Perone [b], Elena Torrieri [a,b,], Maria Adalgisa Nicolai [a], Silvana Cavella [a,b], Francesco Addeo [a], Paolo Masi [a,b]*

Food Bioprocess Technol (2011) 4:1228–1236
DOI 10.1007/s11947-009-0208-9

ORIGINAL PAPER

Effect of Surface Density on the Engineering Properties of High Methoxyl Pectin-Based Edible Films

Tiziana Giancone · Elena Torrieri · Prospero Di Pierro · Silvana Cavella · Concetta V. L. Giosafatto · Paolo Masi

Food Packaging and Shelf Life 13 (2017) 76–84

Contents lists available at ScienceDirect

Food Packaging and Shelf Life

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fpsl

Effect of solid concentration on structure and properties of chitosan-caseinate blend films

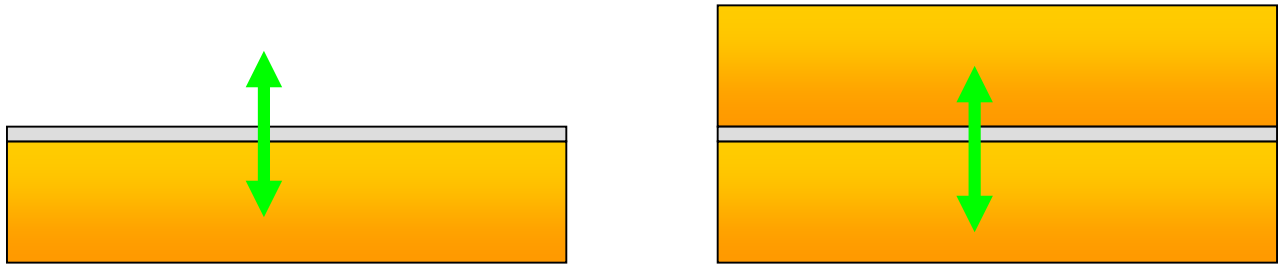
S. Volpe[b], S. Cavella[a,b], P. Masi[a,b], E. Torrieri[a,b,*]

[a] Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Via Università 100, 80055, Portici, NA, Italy
[b] CAISIAL-Centre of Food Innovation and Development in the Food Industry – University of Naples Federico II, Via Università 100, 80055, Portici, NA, Italy

r mixture

Coating/film a base di biopolimeri

- Coating di alimenti o film

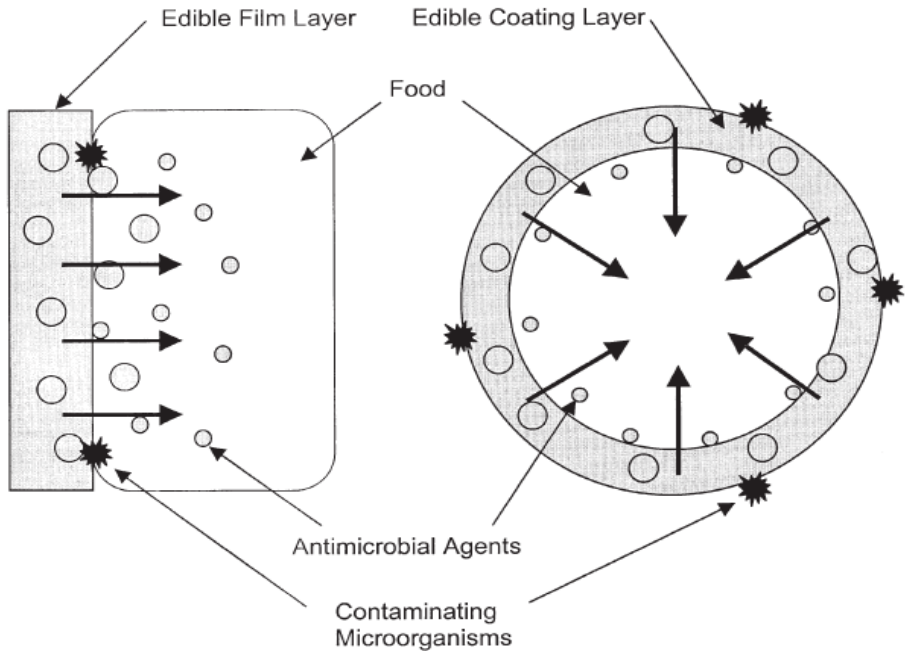


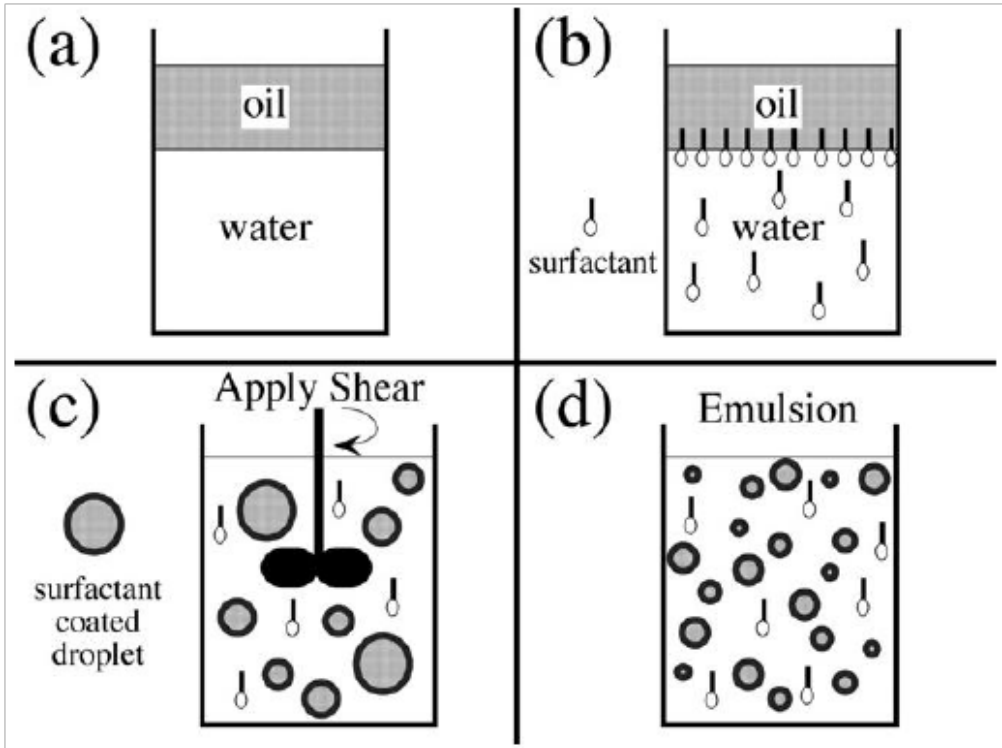
Proprietà

- Barriera all'ossigeno
- barriera all'acqua
- regolare l'assorbimento di olio
- protezione meccanica
- carrier di sostanze attive

Coating/film attivi a base di biopolimeri: Nano-emulsion a base di oli essenziali

Film Attivi antiossidanti/antimicrobici a base di oli essenziali





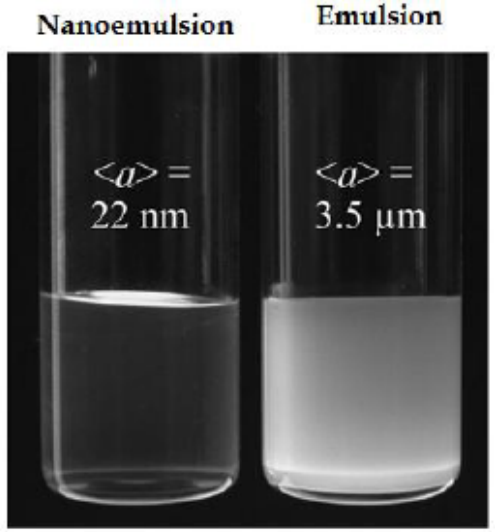


Figure 1. General method of preparation of Emulsion (a, b, c and d). Difference in transparency between Emulsion and Nanoemulsion are also evident in the figure.

Coating/film attivi a base di biopolimeri: Struttura/proprietà

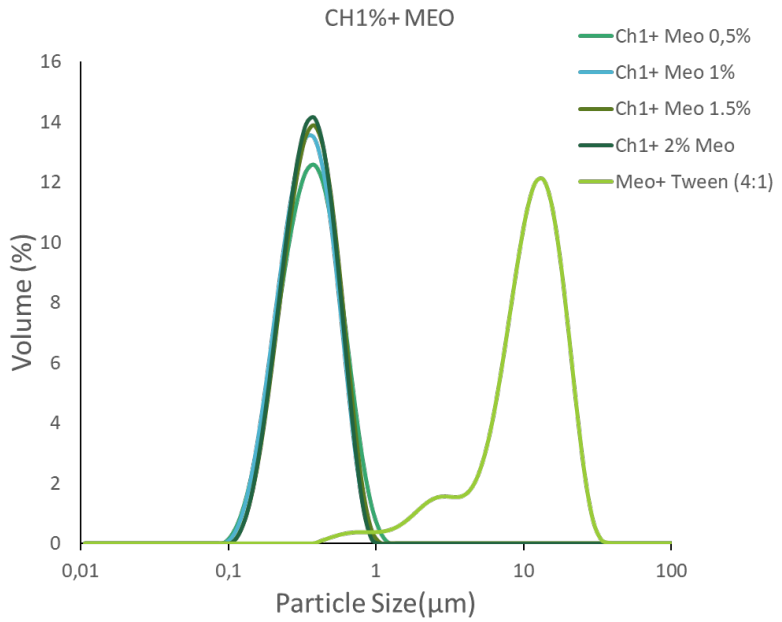
Food Bioprocess Technol (2014) 7:605–609
DOI 10.1007/s11947-012-1044-x

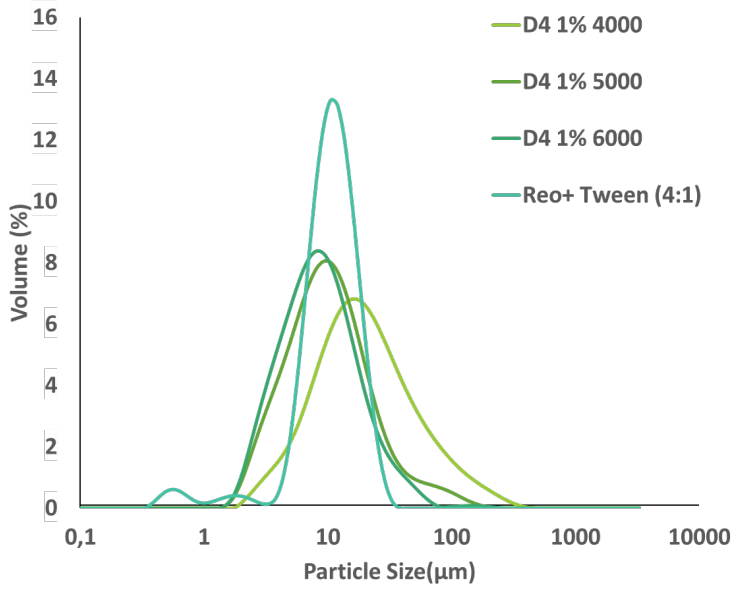
COMMUNICATION

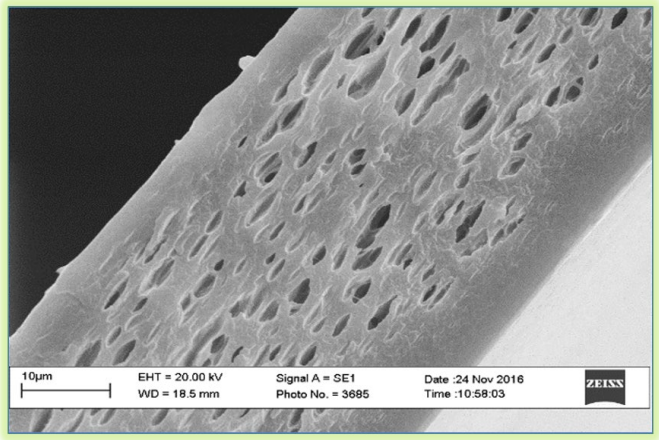
Effect of Rosemary Oil and HPMC Concentrations on Film Structure and Properties

Nadia Perone · Elena Torrieri · Silvana Cavella · Paolo Masi

- ✓Concentrazione ottimale di olio
- ✓Effetto della composizione sulle dimensione delle particelle di olio
- ✓struttura







Torrieri, E., Cavella, S., Masi, P. (2015). Effect of Rosemary Oil and an emulsion of essential oils on structure and physical properties of chitosan film. *Chemical Engineering Transactions*, 43, 25-30.

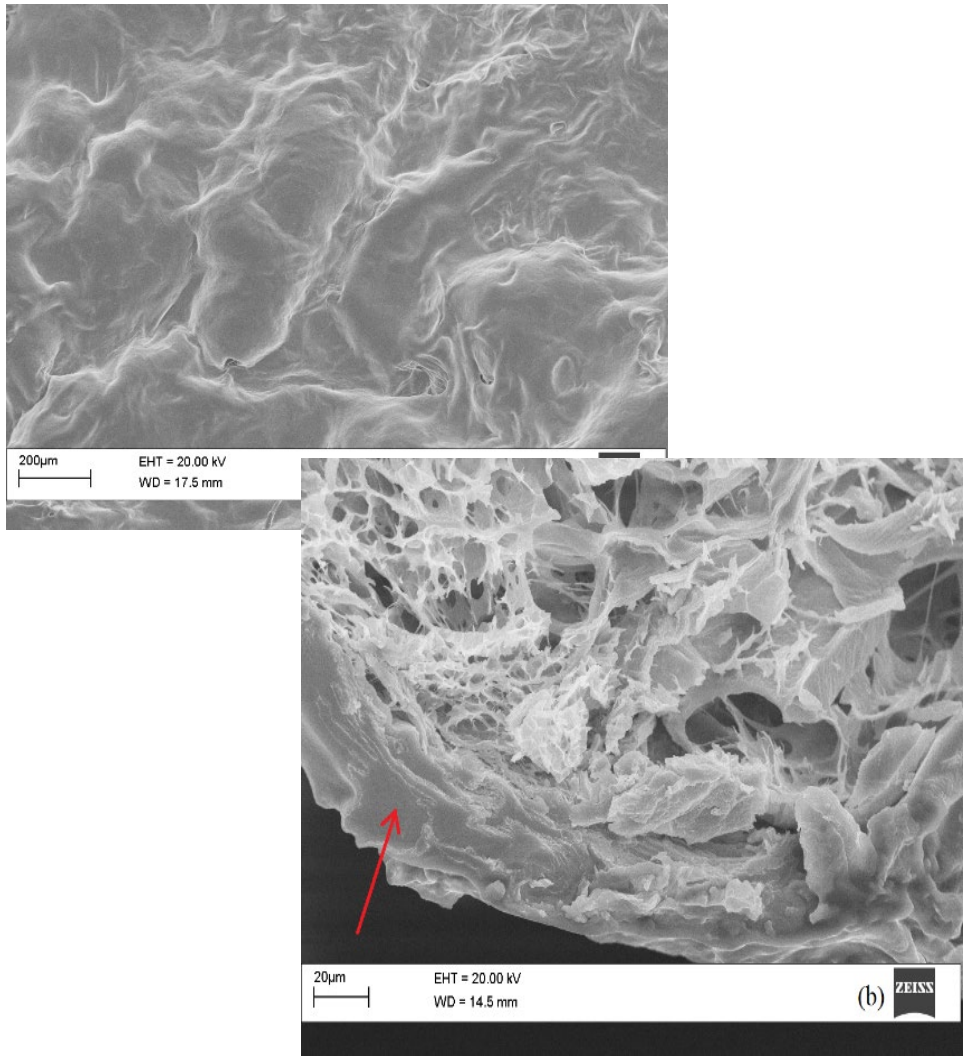
Coating/film attivi a base di biopolimeri: proprietà antiossidanti

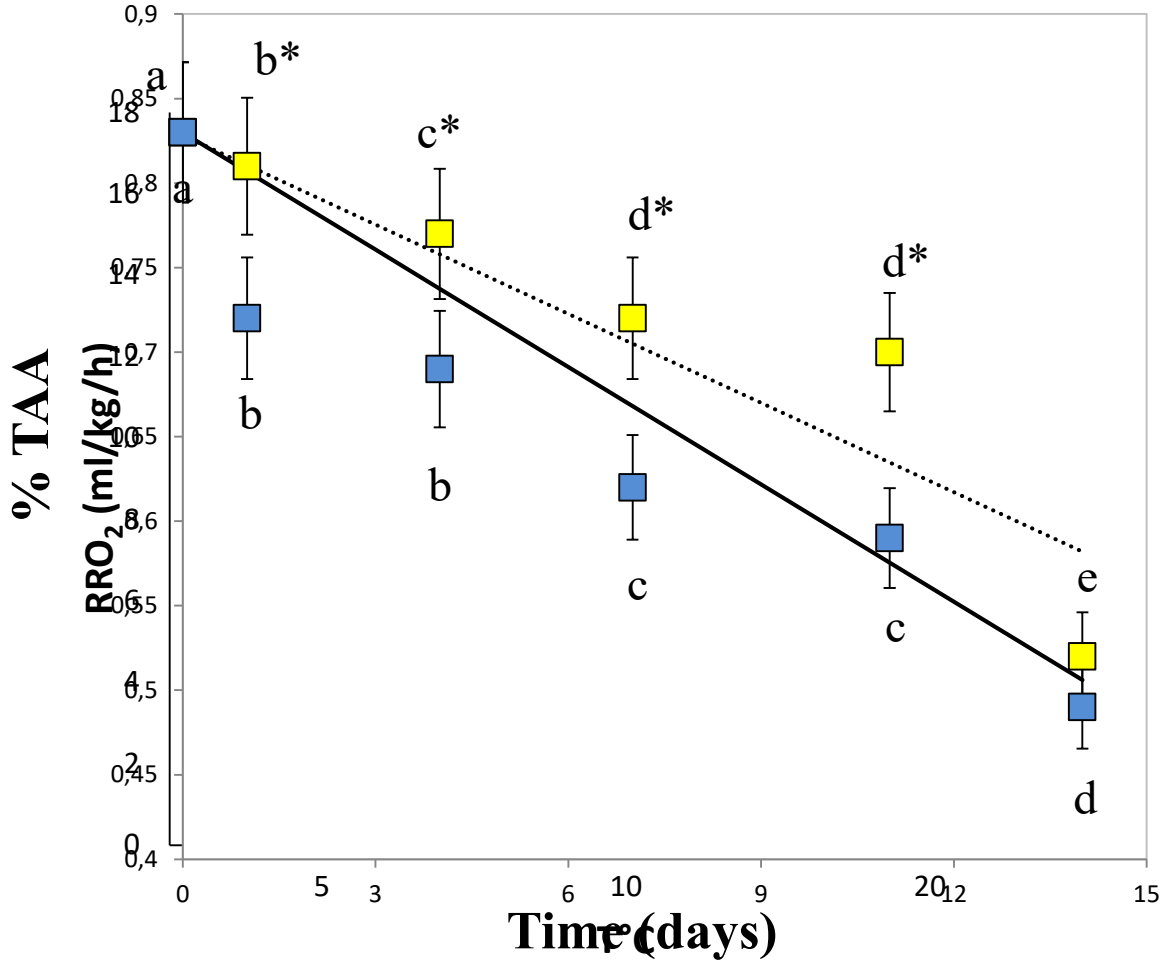
Biopolymer / active substance	IC50 (mg/g)
chitosan	45.96
chitosan+1.5%Rosemary essential oil (reo)	54.60
chitosan/sodium caseinate	51.63
chitosan/ sodium caseinate+1.5% reo	48.47
Plylactic acid+ Chitosan/sodium caseinate+2%reo	55.66
olio essenziale di rosmarino (REO)	13.31

In the planning phase IC 50 helps us!
Esp. For a chitosan-based film
+ 1'5% Reo
6.6 mg/cm^2 of solids are
used to reach an IC50

PhD Project (Fabio di Giuseppe): Design of innovative (antimicrobial/antioxidant)
active packaging with low environmental impact for the preservation and safety of food production.

Coating/film attivi a base di biopolimeri: Applicazioni su mela IV gamma



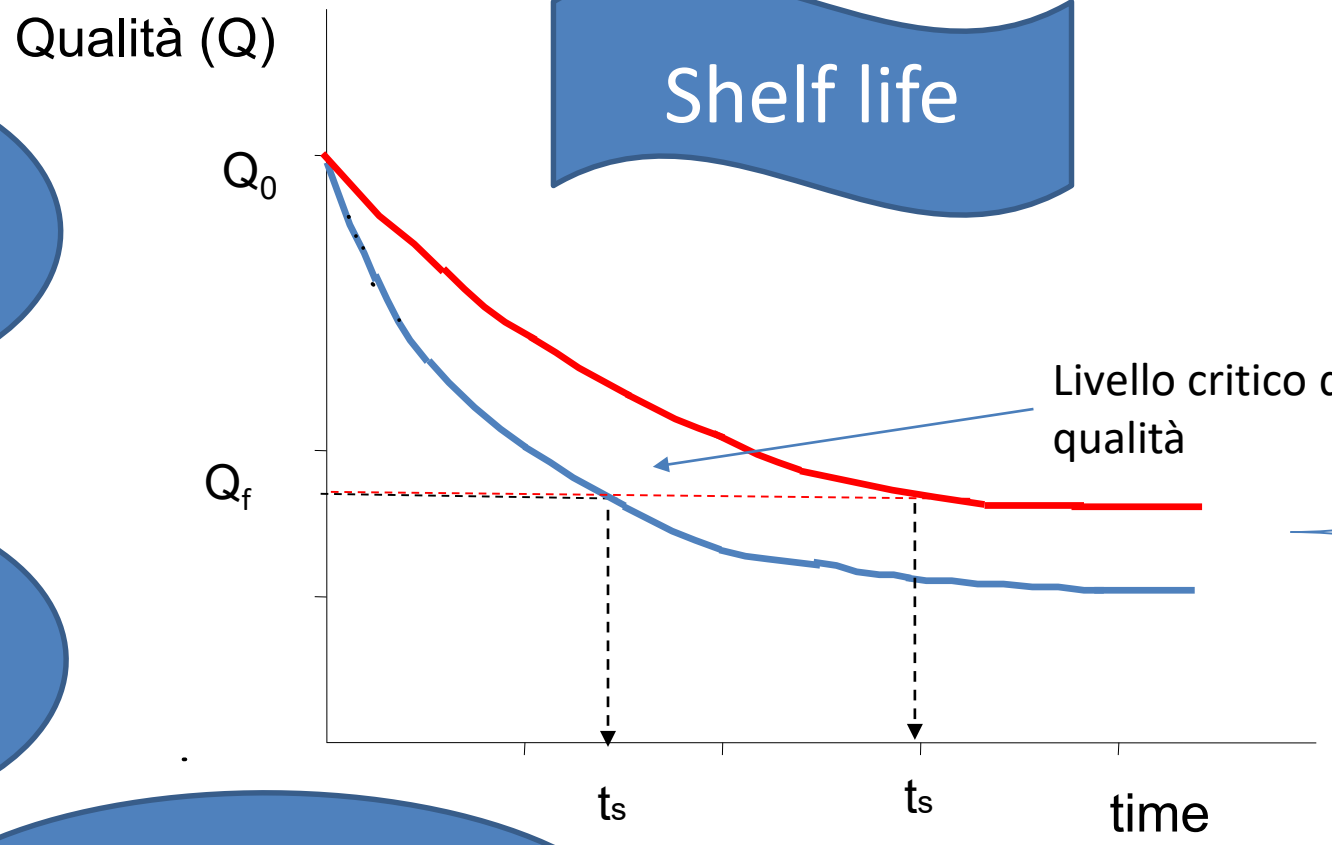


Food Packaging e Shelf life

- Progettazione, Sviluppo e Applicazione:
  - di nuovi materiali e/o tecnologie di condizionamento per la conservazione degli alimenti
  - di nuovi film/coating a base di biopolimeri: Studio delle interazioni tra polisaccaridi e proteine
- Studio della shelf life degli alimenti

Shelf life

Shelf life



Quali meccanismi di alterazione sono critici per la Shelf-life?

Come stabiliamo il livello critico di qualità?

Sicurezza d'uso

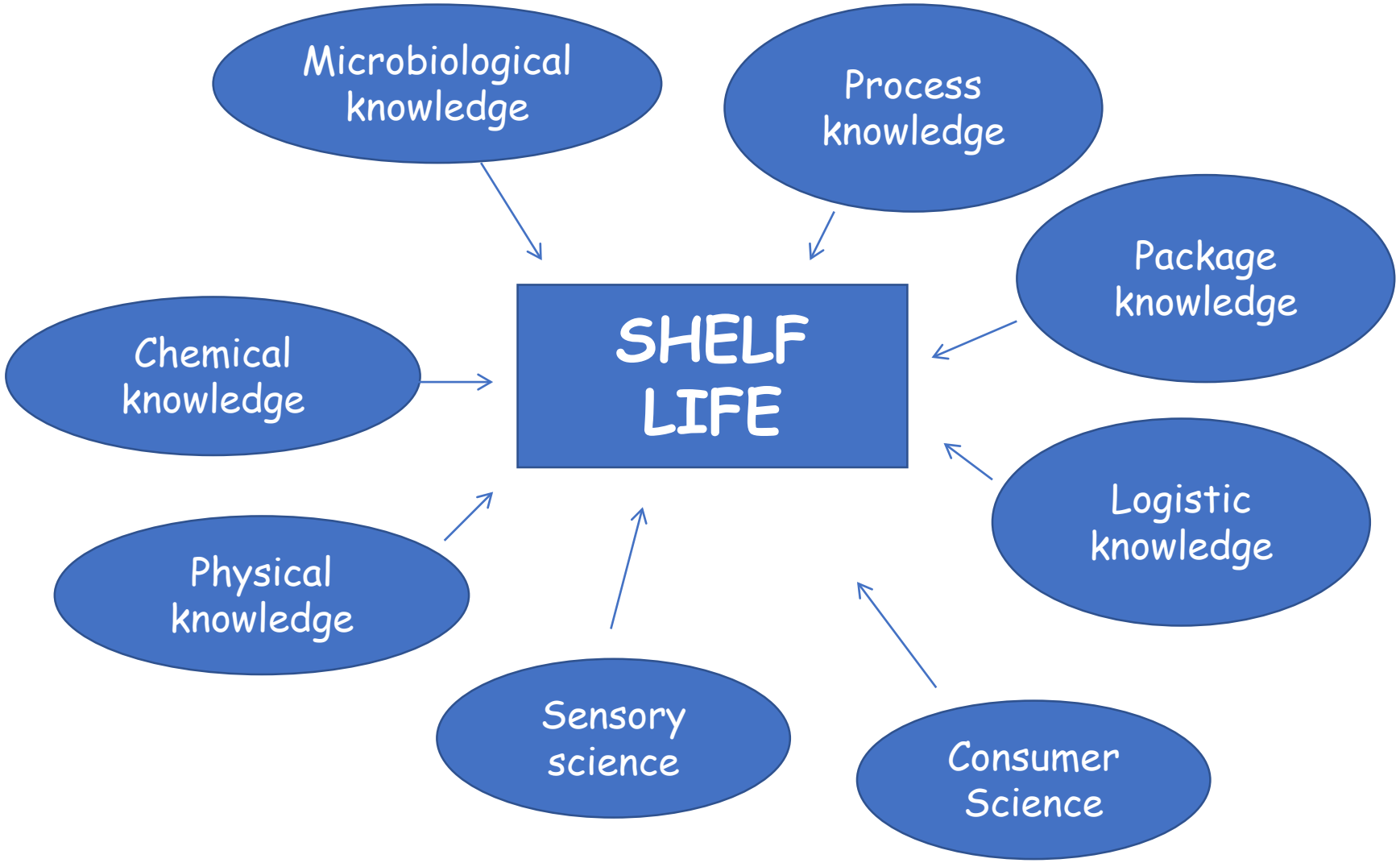
Accettabilità

Quale indice di qualità meglio descrive il decadimento qualitativo?

Predizione/simulazione della shelf life?

Che si intende per accettabilità?

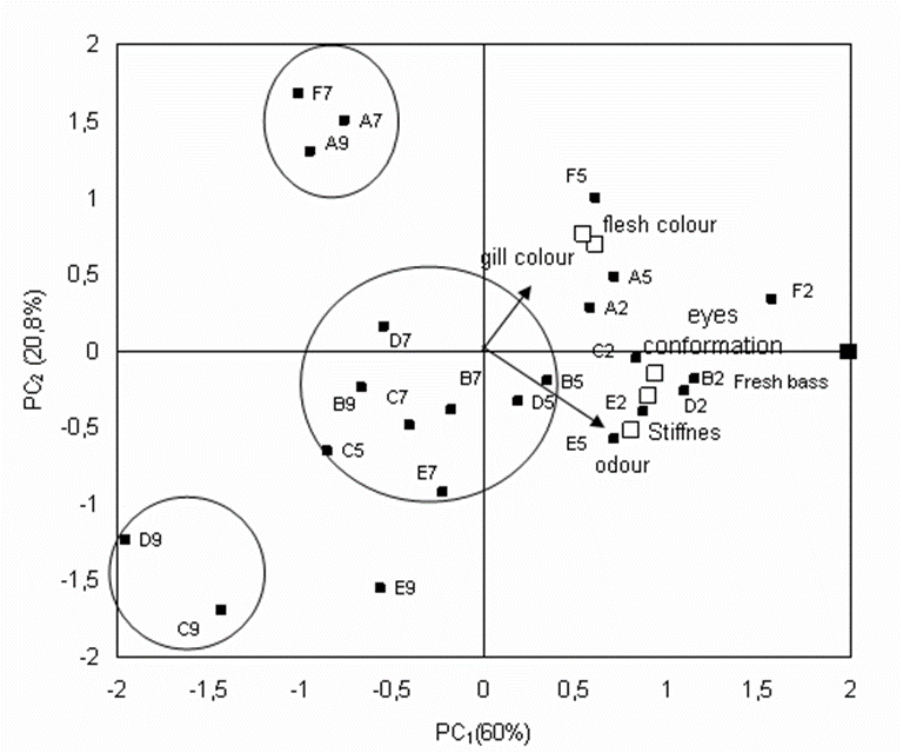
Shelf life: Approccio multidisciplinare



Available online at www.sciencedirect.com
SCIENCE DIRECT®
Journal of Food Engineering 77 (2006) 1078–1086
JOURNAL OF FOOD ENGINEERING
www.elsevier.com/locate/jfoodeng

Influence of modified atmosphere packaging on the chilled shelf life of gutted farmed bass (*Dicentrarchus labrax*)

E. Torrieri [a,b,*], S. Cavella [a,b], F. Villani [a], P. Masi [a,b]



- ✓ Atmosfera ottimale:
  - ✓ 20% O_2-70% CO_2
  - ✓ 30% O_2-50% CO_2
- ✓ Shelf life in ATM: 9 giorni a 3°C

Shelf life: Effetto Packaging

Shelf Life Prediction of Fresh Italian Pork Sausage Modified Atmosphere Packed

E. Torrieri,[1,*] F. Russo,[1] R. Di Monaco,[1] S. Cavella,[1] F. Villani[1] and F. Masi[1,2]

[1]*Department of Food Science, University of Naples Federico II, Via Università 100, 80055 Portici (NA), Italy*

[2]*Centre for Food Innovation and Development, Via Università 100, 80055 Portici (NA), Italy*

International Journal of Food Microbiology 158 (2012) 186–194

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

International Journal of Food Microbiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro

A combination of modified atmosphere and antimicrobial packaging to extend the shelf-life of beefsteaks stored at chill temperature

Antonietta La Storia, Ilario Ferrocino [1], Elena Torrieri, Rossella Di Monaco, Gianluigi Mauriello, Francesco Villani, Danilo Ercolini *

Antimicrobial Packaging To Retard the Growth of Spoilage Bacteria and To Reduce the Release of Volatile Metabolites in Meat Stored under Vacuum at 1°C

ILARIO FERROCINO, ANTONIETTA LA STORIA, ELENA TORRIERI, SALVATORE SPAGNA MUSSO, GIANLUIGI MAURIELLO, FRANCESCO VILLANI, AND DANILO ERCOLINI*

Dipartimento di Scienza degli Alimenti, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici, Italy

Journal of Food Engineering 105 (2011) 429–435

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Food Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng

Effect of modified atmosphere and active packaging on the shelf-life of fresh bluefin tuna fillets

Elena Torrieri [a,*], Pier Antimo Carlino [c], Silvana Cavella [a], Vincenzo Fogliano [a], Ilaria Attianese [b,d], Giovanna Giuliana Buonocore [b], Paolo Masi [a,c]

Shelf life: Effetto formulazione

LWT - Food Science and Technology 56 (2014) 508–516

Contents lists available at ScienceDirect

LWT - Food Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/lwt

Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread

E. Torrieri*, O. Pepe, V. Ventorino, P. Masi, S. Cavella

Department of Agriculture, University of Naples "Federico II", Via Università 100, 80055 Portici, NA, Italy

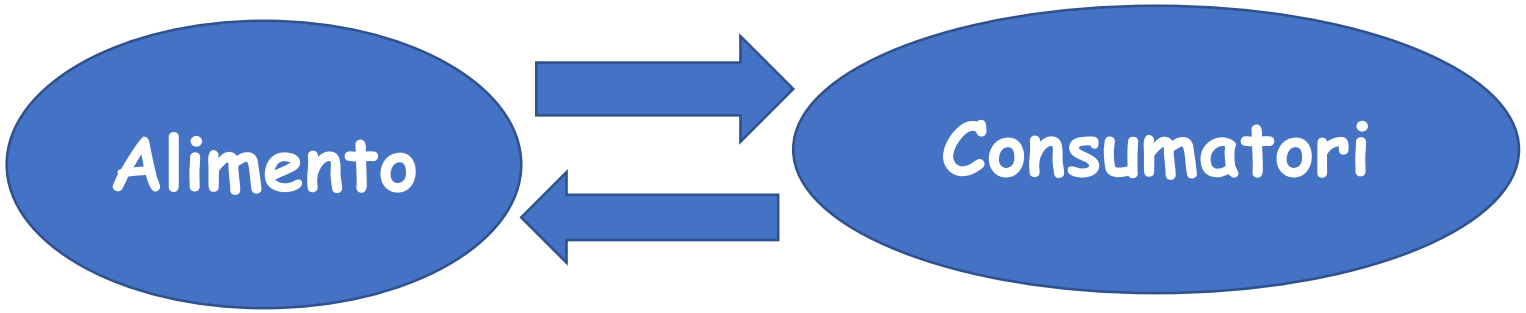
Food Bioprocess Technol (2015) 8:691–701
DOI 10.1007/s11947-014-1434-3

ORIGINAL PAPER

Effect of Sourdough with Exopolysaccharide (EPS)-Producing Lactic Acid Bacteria (LAB) on Sensory Quality of Bread during Shelf Life

R. Di Monaco · E. Torrieri · O. Pepe · P. Masi · S. Cavella

Shelf life: Accettabilità sensoriale

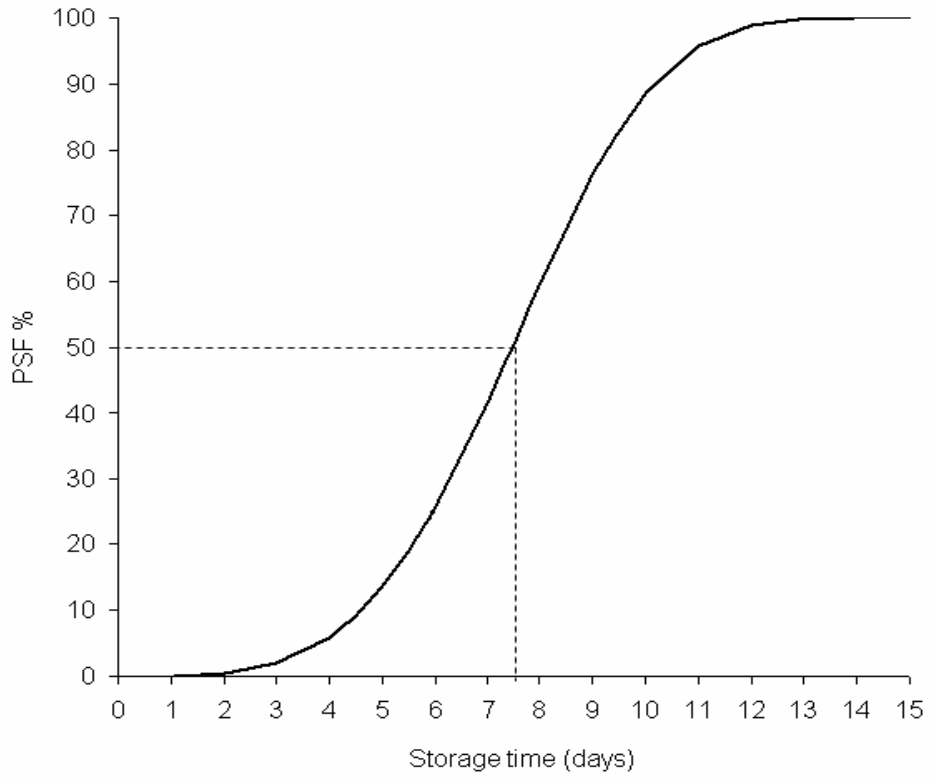


- **Food quality** is the **acceptance** of the **perceived characteristics** of a product by consumers (Cardello, 1998)
- Hough et al (2006), from a sensory point of view, food products do not have shelf lives of their own; rather they will depend on the interaction of the food with the consumer.

Shelf life: Accettabilità sensoriale

- Applicazione dell'analisi della sopravvivenza ai problemi di shelf life:
- Stima della probabilità che un consumatore possa ritenere il prodotto accettabile fino ad un certo tempo «T»
- Si quantifica il rischio associato al rigetto del prodotto da parte del consumatore e non del deterioramento qualitativo del prodotto

"Would you normally consumed this product?" YES/NOT



"Why consumers consider product non acceptable?"

OUTLINE

- Introduzione sul ruolo del Packaging nella conservazione degli alimenti
- Contesto storico e attuali sfide sociali
- Area tematica e linee di ricerca
- Attuali Progetti e attività future
- Collaborazioni

Attuali progetti

- Progetto FANTIC: bio-**F**ilm **A**ttivi a**NTimICr**obici- 2019

Bando MIPAAF (2018): progetti innovativi per la gestione delle eccedenze e contro lo spreco alimentare

UNINA: Torrieri-Villani – Vecchio

- Progetto HEALTHYPACK -(2018-2019)

Nuovi film flessibili per l'imballaggio, con proprietà funzionali per il miglioramento della shelf-life degli alimenti e della salute umana

Programma Operativo FESR CAMPANIA 2014-2020 ASSE 1 - Obiettivo specifico 1.1

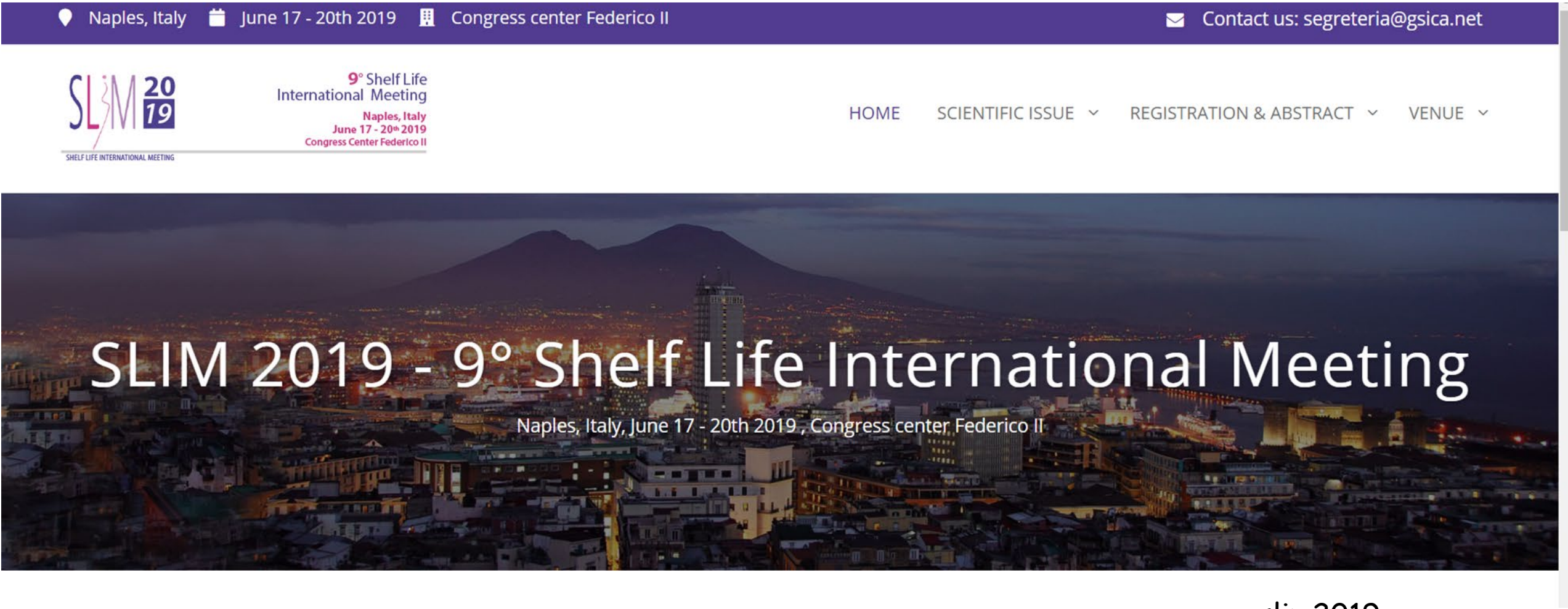
PARTNERS: CRdC Tecnologie, Blupast, CNR, VanVitelli, UNINA (Torrieri, Romano, Di Monaco)

Attività future

Shealthy

- Progetto Shealthy: Non-thermal physical technologies to preServe HEALTHiness of fresh and minimallY processed fruit and vegetables
- H2020-SFS-2018-2020 (Sustainable Food Security)
- Topic: SFS-16-2018;
- Type of action: RIA
- Coordinator: Enco
- Partecipant: 21 (UNINA-Responsabile Scientifico)

Attività future



www.slim2019.org

Collaborazioni e ringraziamenti

- Sezione di Scienze e Tecnologie Alimentari
  - Paolo Masi, Silvana Cavella, Rossella Di Monaco,
  - Stefania Volpe, Nicoletta Miele, Fabio Di Giuseppe, Adalgisa Nicolai
  - Dottorandi e tesisti
- Sezione di Microbiologia
  - Francesco Villani, Danilo Ercolini, Olimpia Pepe, Gianluigi Mauriello, Antonella La Storia
- Sezione di Economia e politica Agraria
  - Gianni Cicia, Luigi Cembalo, Riccardo Vecchio
- Sezione di Biologia e Protezione dei Sistemi Agrari e Forestali
  - Francesco Giannino
- CAISIAL - Angela Sorrentino
- UNINA- Prospero Di Pierro
- CNR-Giovanna Buonocore

Collaborazioni

- Department of *Process and Chemical Engineering*, University College Cork, Ireland

  Prof.ssa Maria De Sousa Gallagher

- UMR-IATE (INRA e University of Montpellier II), France

  Prof.ssa Nathalie Gontard; Prof.ssa Valerie Guillard

- Department of Analytical Chemistry, Nutrition and Food Science, Faculty of Pharmacy, University of Santiago de Compostela-

  Dott.ssa A. Rodríguez-Bernaldo de Quirós

- Department of Horticultural Engineering, Lebniz Institute for Agricultural Engineering (ATB), Postdam, Germany-Dott. PhD Pramod V. Mahajan
- Guia group, University of Saragoza- Prof. Cristina Nerin

Grazie per l'attenzione

Peptidi: trasportatori, antibatterici ed antivirali

Annarita Falanga

8 Maggio 2019, ore 14:30