INNOVHUB
STAZIONI SPERIMENTALI
PER L'INDUSTRIA

SSCCP
THE ITALIAN PULP AND PAPER RESEARCH INSTITUTE
STAZIONE SPERIMENTALE
CARTA, CARTONI E PASTE PER CARTA

Innovazione e ricerca

INNOVHUB - STAZIONI SPERIMENTALI PER L'INDUSTRIA

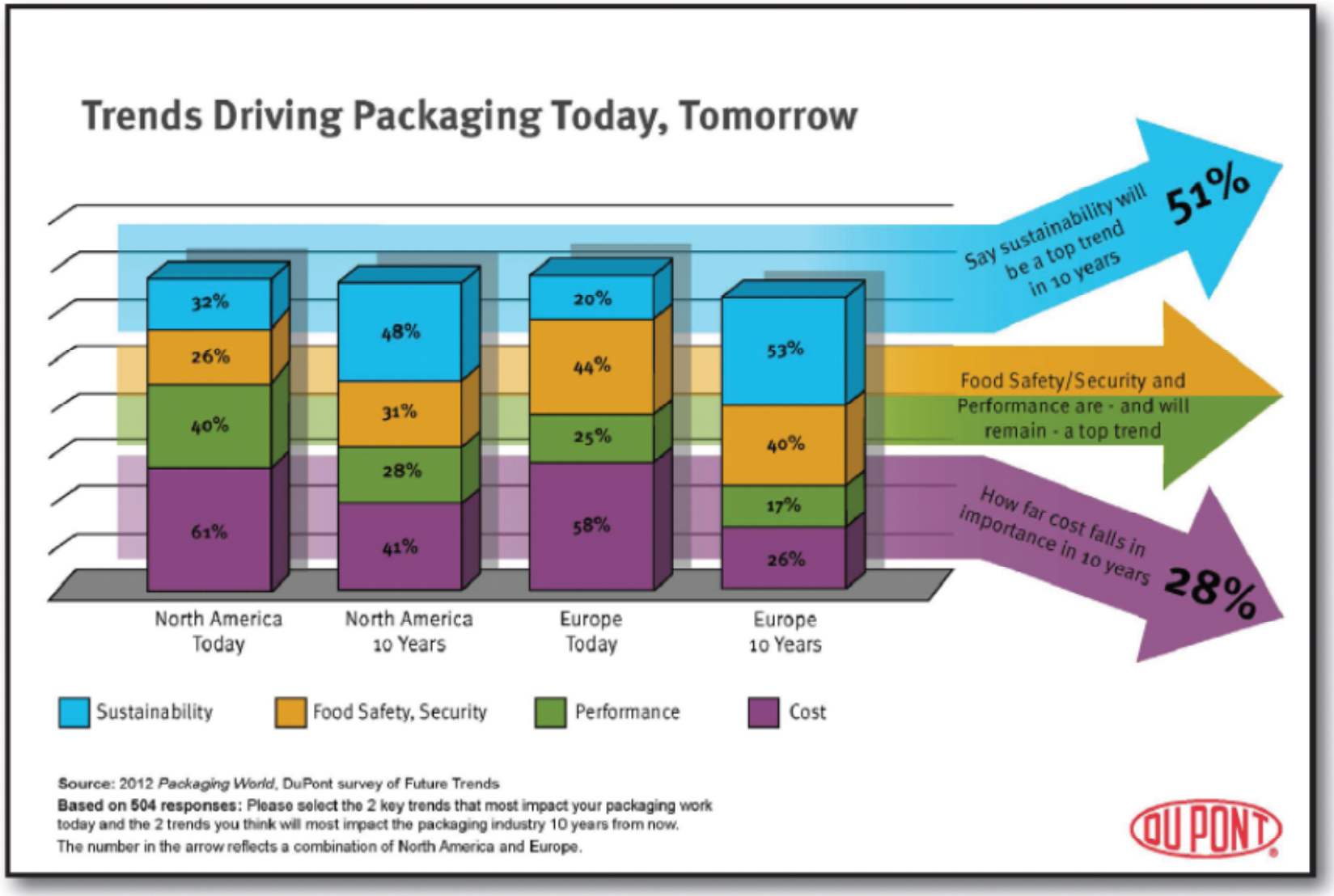
Divisione Carta

Graziano Elegir – Responsabile Settore Ambiente

Overview delle innovazioni dei packaging per aumentare la conservazione dei prodotti

Seminario "Pack in carta e cartone innovazioni contro il food waste" Palazzo Turati, Milano 17 febbraio 2015

Packaging drivers



2012 Packaging world. DUPONT survey of future trends.

Imballaggio cellulosico: vantaggi e limiti del materiale

- Elevata resistenza meccanica
- materia prima rinnovabile
- I prodotti sono riciclabili

- Sensibilità all’acqua e umidità
- Scarse proprietà barriera ai gas

Innovazione dell‘imballaggio cellulosico: aspetti generali

- **Modifica del materiale**
  - Trattamenti superficiali
  - Modificazione chimica delle fibre
  - Accoppiamento con altri materiali (compositi)
- **Sostenibilità del prodotto**
  - Mantenere la riciclabilità (materiale o organica)
  - Preferire l’accoppiamento con altri materiali rinnovabili e/o biodegradabili

Potenziali innovazioni

- Proprietà barriera ai gas
  - Sostituzione di prodotti petrolchimici con polimeri e da fonti rinnovabili
- Imballaggio attivo
  - Proprietà antimicrobiche, antiossidanti, anti-maturazione

Sunpap: *Scale-up Nanoparticles in Modern Papermaking - FP7, Theme 4, NMP - Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and New Production Technologies*

Newgenpak: *New Generation of Functional Cellulose Fibre Based Packaging Materials for Sustainability- FP7 Marie Curie Actions*

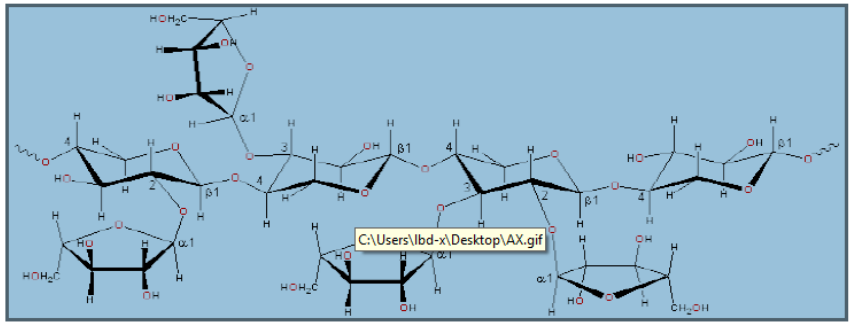
BioMatPaCK: *Impact of Renewable Materials in Packaging for sustainability Development of Renewable Fibre and Bio-based materials for new Packaging Applications – Cost Action FP1003*

Polisaccaridi di origine vegetale

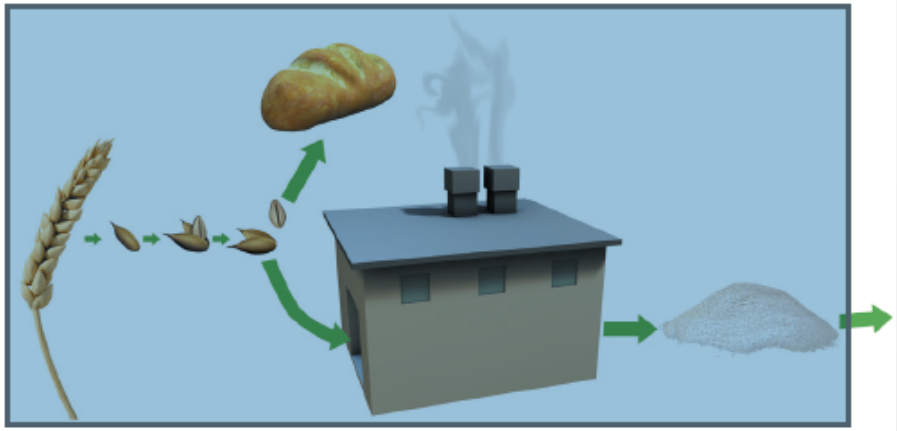
- Xilani
- Nanocellulose

- ❑ Elevata Barriera ai gas
- ❑ Buona barriera ai grassi
- ❑ Scarsa barriera all’acqua e al vapore

Arabinoxilani di origine vegetale



Molecular structure of arabinoxylan



Presente in scarti vegetali (40-50%) husks/hulls

- > 5 000 000 tons/year in Europe
- Low value by-product – no competition with food
- Alternative end-use of feed stock:
- animal feed - not ideal from nutrition point of view
- incineration – inefficient due to high ash content

Adapted from: Maria Gröndahl, Xylophane AB European Coating conference 2013

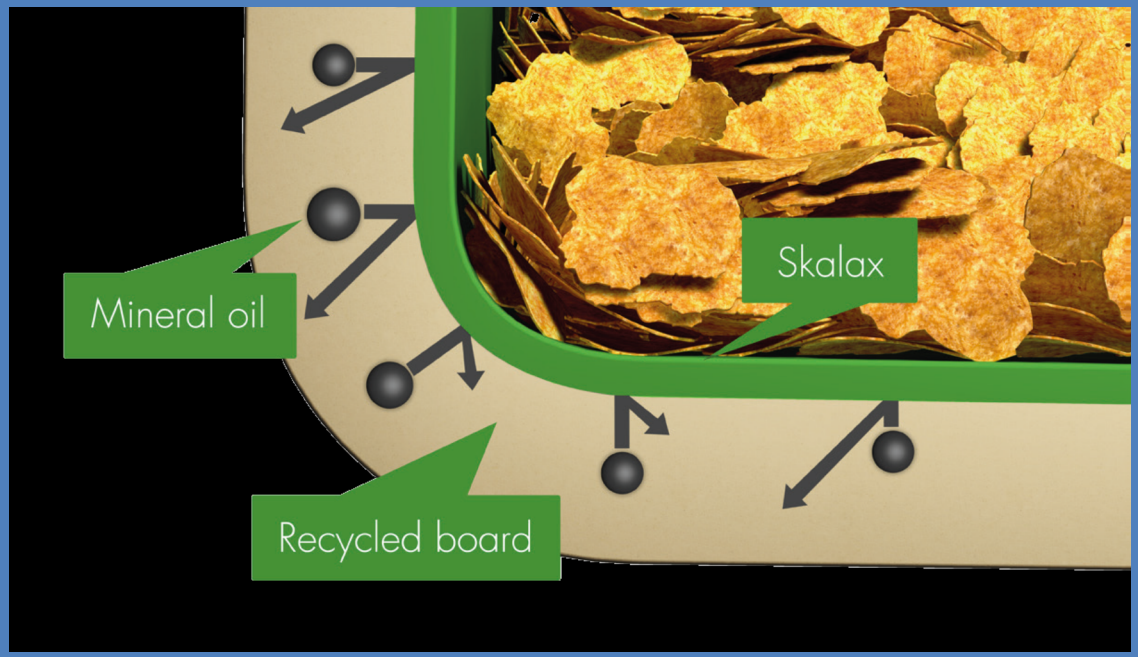
Barriera all'ossigeno: oxygen transmission rate

	OTR (cc/m²/day)
Aluminum foil	< 1
Xylan-based barrier	< 10
EVOH	< 10
PVdC	< 10
PA MXD6	50
OPET	250
LDPE	10 000

5 µm, 23°C, 50% RH

source: Maria Gröndahl, Xylophane AB
European Coating conference 2013

Caratteristiche del prodotto



www.xylophane.com/material

Skalax

- A barrier against oxygen,
grease and mineral oils
- Biodegradable and made
from renewable resources
- Preserves quality and extends shelf life of the packed product

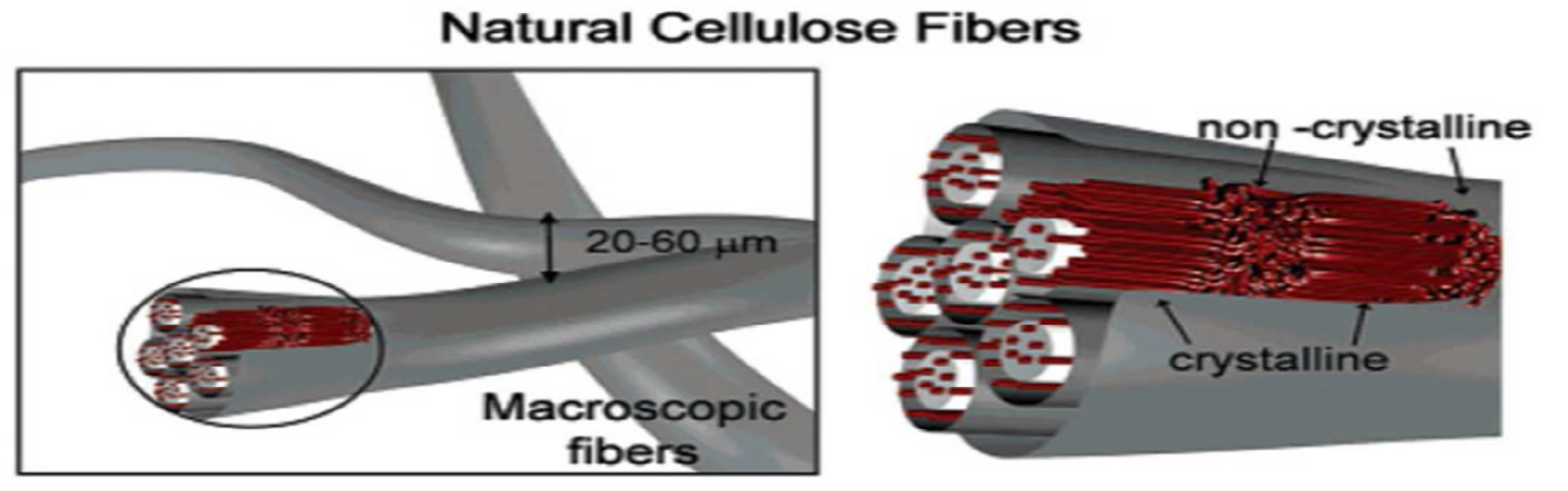
Barriera agli oli minerali

Substrate	Pre-coating coat weight g/m²	Xylan-based coating g/m²	Overall migration mg/dm²
Board, 300 g/m²	-	-	0.97
Board, 300 g/m²	12	-	1.1
Board, 300 g/m²	12	8	< 0.1
Board, 300 g/m²	12	5	< 0.1
Board, 300 g/m²	12	2	0.15

Migration tests performed at ISEGA according to DIN EN 14338 with Tenax as test simulant, in 10 days at 40°C.

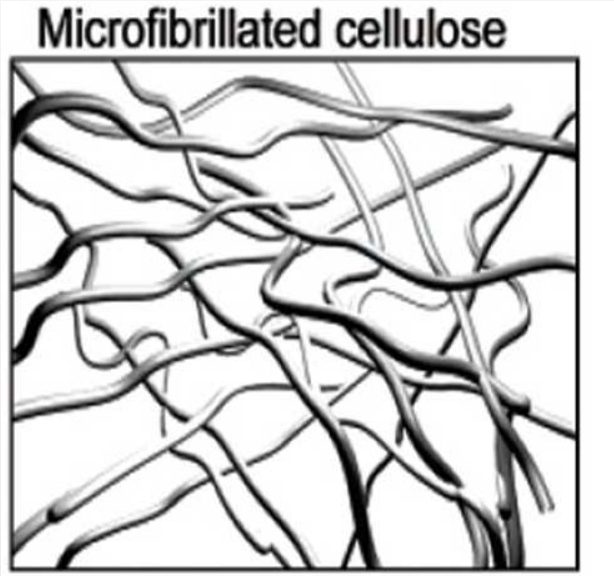
source: Maria Gröndahl, Xylophane AB
European Coating conference 2013

Nanocellulosa o nanocellulose?



Idrolisi acida

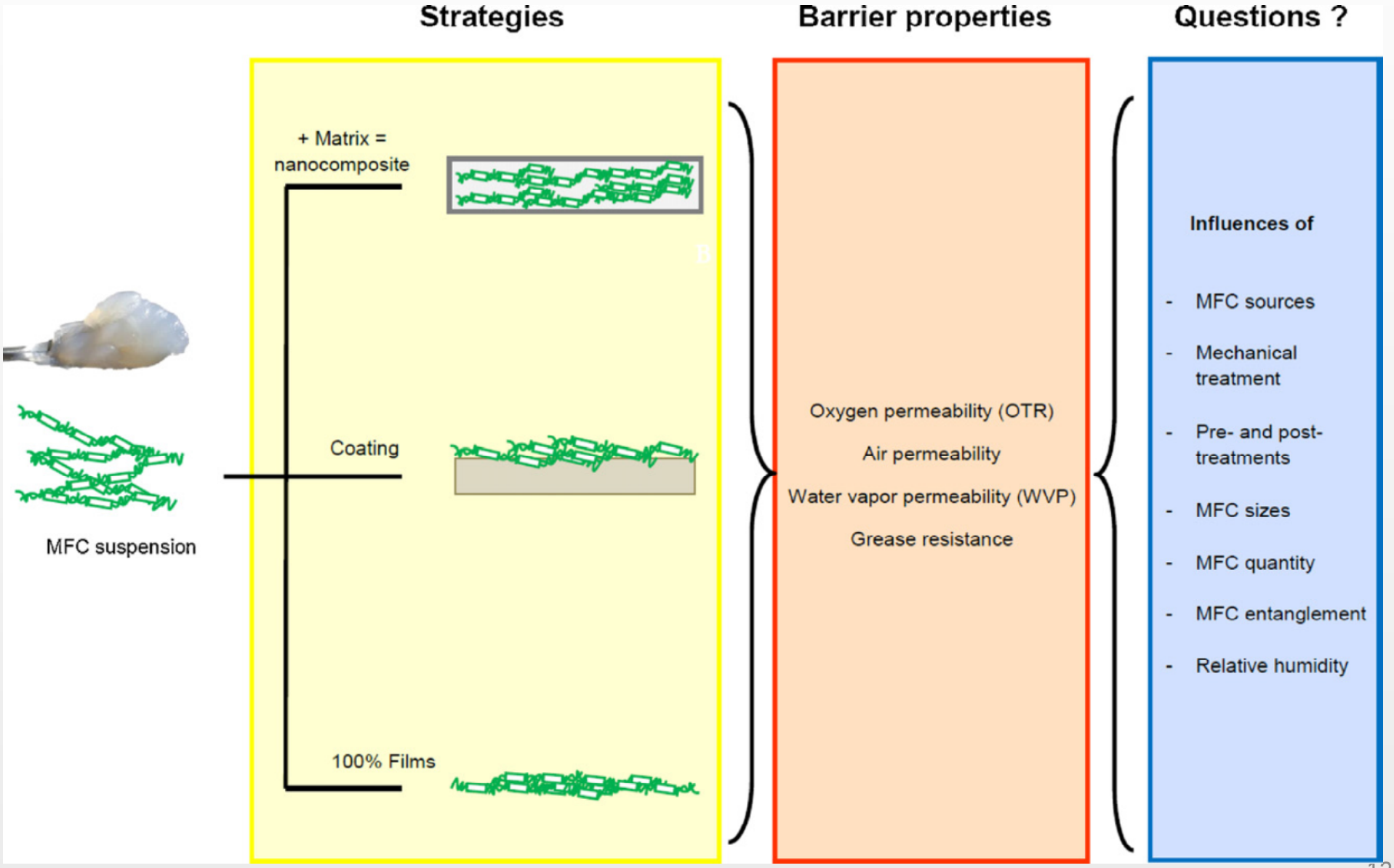
Trattamenti meccanici MFC o NFC



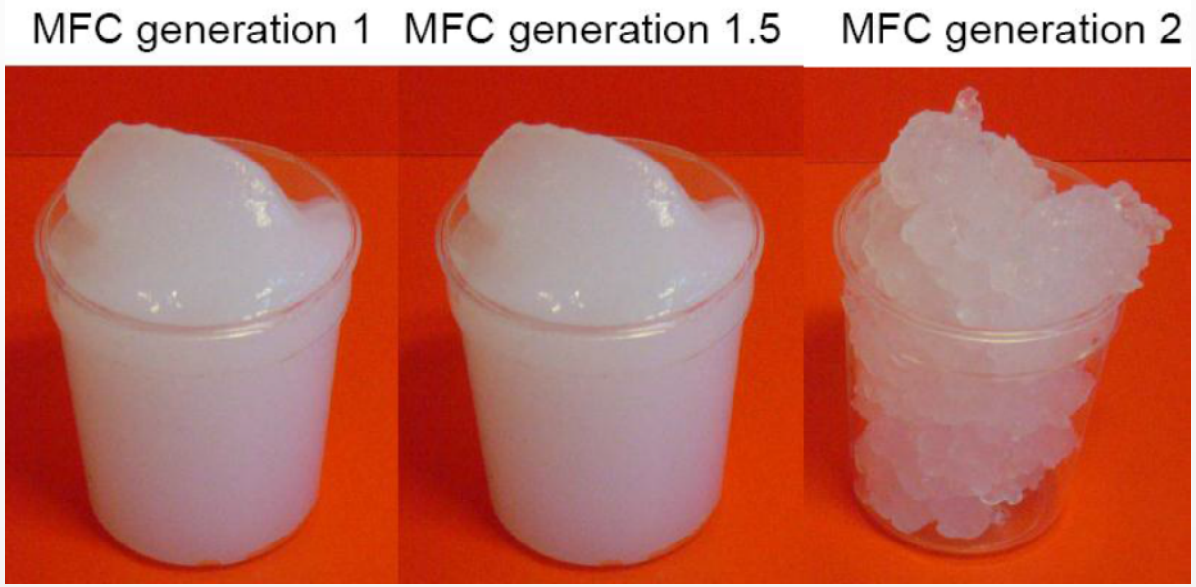
CNC: cellulose nanocristals
Lunghezza 100-300 nm
Diametro: 5-10 nm

Lunghezza: 1000-2000 micron
Diametro 20-70 nm

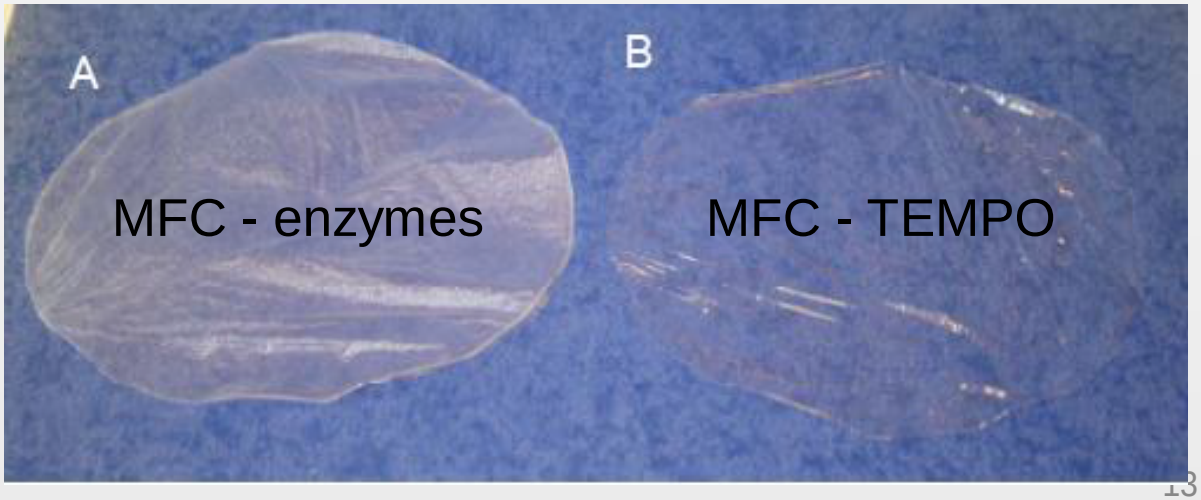
Utilizzo della nanocellulosa (MFC)



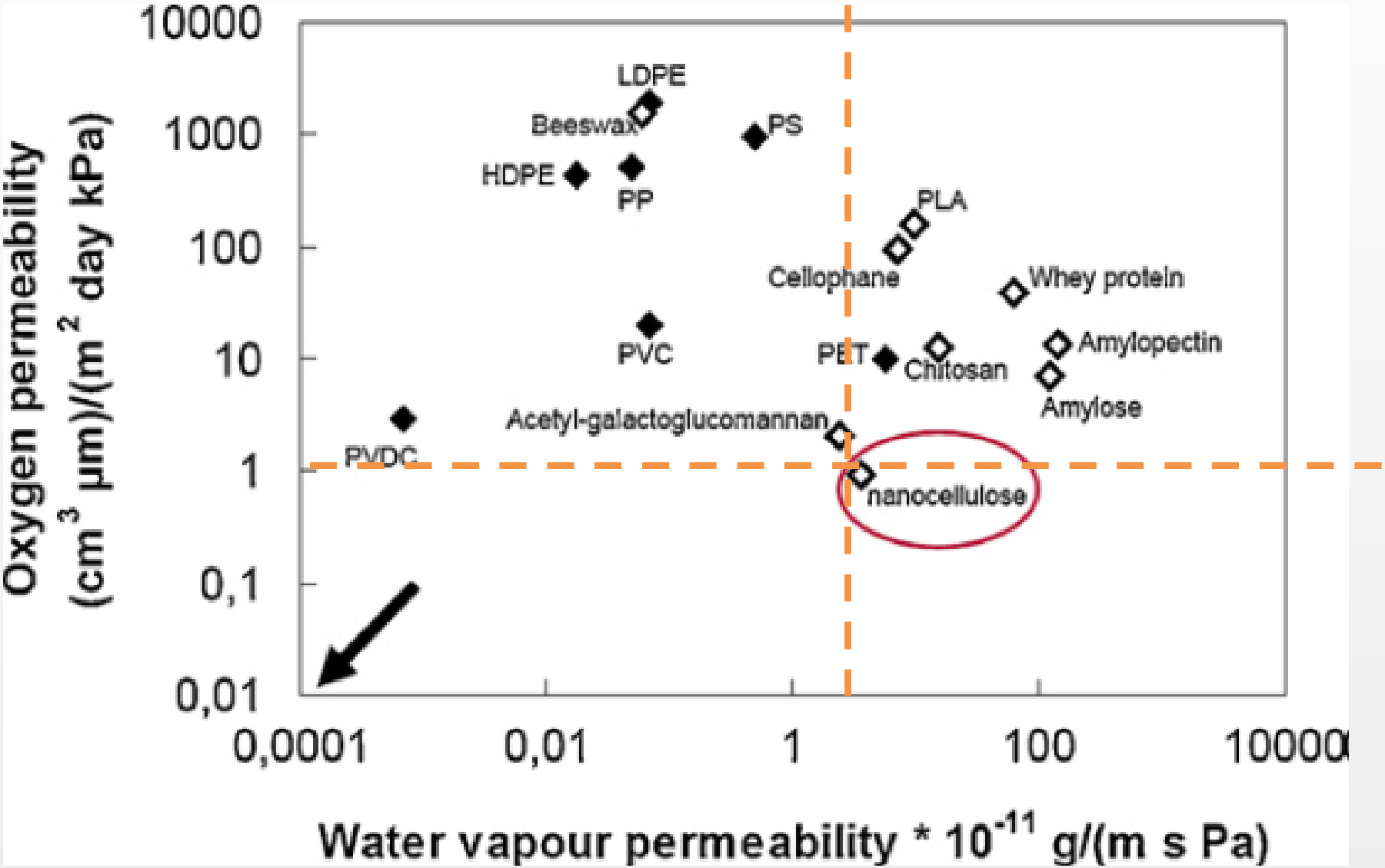
Evoluzione della nanocellulosa (MFC)



Pretrattamenti chemi-enzimatici *[M. Ankerfors, 2007]*

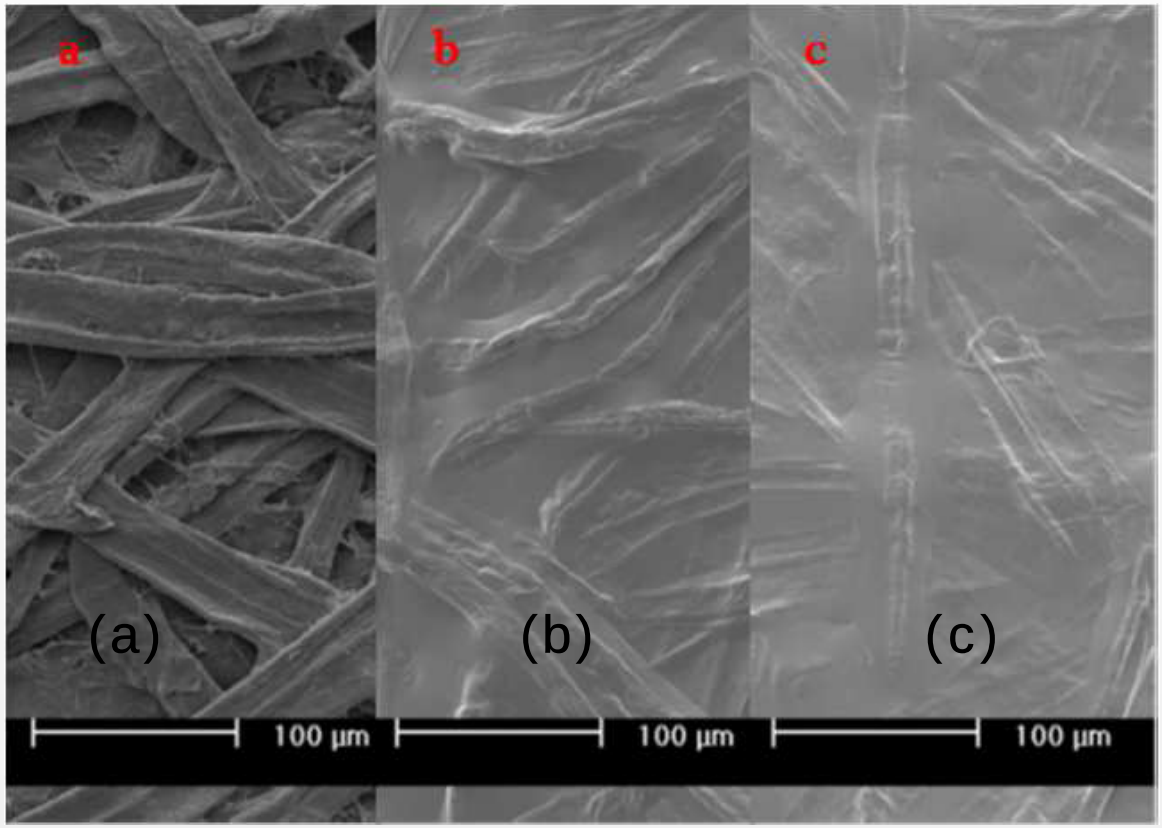


Barriera all‘ossigeno di film polimerici e MFC

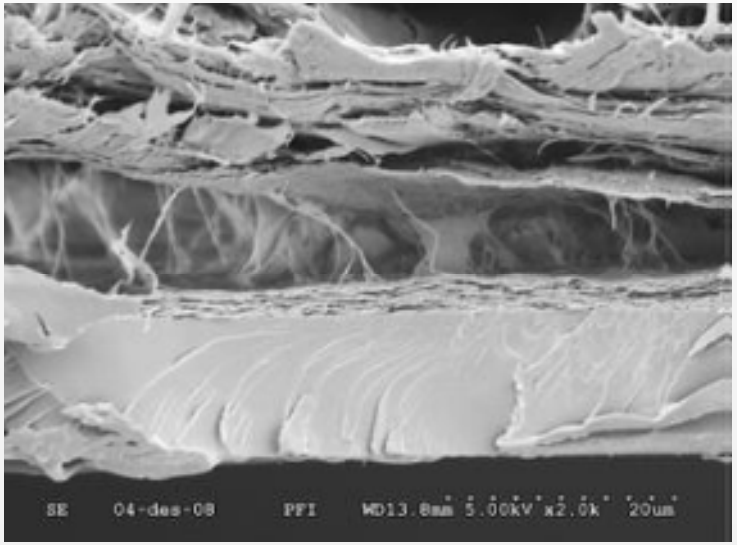


Adapted from Aulin 2009

Carte patinate con nanocellulosa (MFC)



=> Barriera all'aria e ai grassi



Hult et al., Cellulose, 2010, 575-586.

MFC coatings on paper/board
(a) reference paper, (b) 1 g/m² MFC coat, (c) 1,8 g/m² MFC coat

MFC: basso contenuto di solidi (2-4%) e alta viscosità

Multi layer coating MFC-shellac

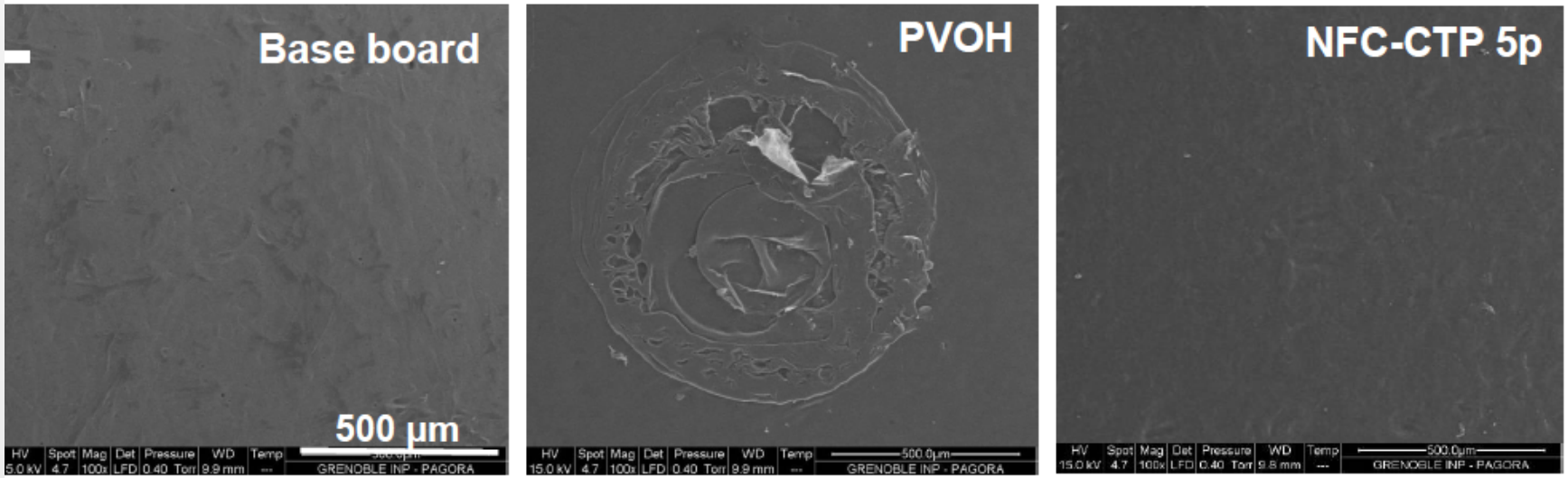
Coating of MFC and shellac on paper substrate

Series	Air Permeability (µg/s/Pa)	OTR (cc/m²/24h)	WVTR (g/m²/24h)
A	49 ± 14	-	53,29 ± 3,25
B	184 ± 92	-	64,58 ± 2,14
C	813 ± 97	-	72,38 ± 0,58
AM	0,752 ± 0,031	34578 ± 1227	52,89 ± 2,27
BM	0,482 ± 0,054	35034 ± 1287	64,24 ± 1,72
CM	0,671 ± 0,042	35275 ± 1197	70,89 ± 1,41
AMS	0,150 ± 0,0027	4466 ± 103	6,54 ± 1,12
BMS	0,054 ± 0,0065	5090 ± 094	7,68 ± 0,54
CMS	0,073 ± 0,0034	5438 ± 165	8,14 ± 0,43

Multi layer coating PVOH - MFC

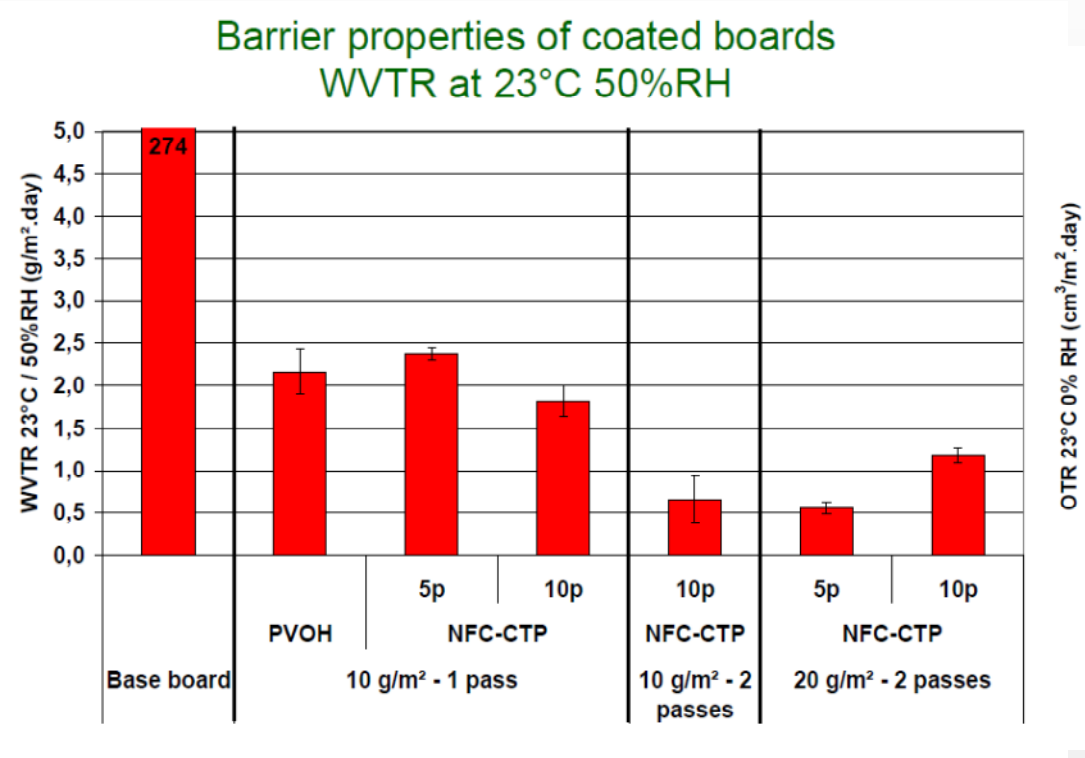
- Migliore resistenza all'acqua
- Migliore macchinabilità
- Più alto contenuto di solidi
- Aumento dell'applicazione in peso
- Assenza di fratture

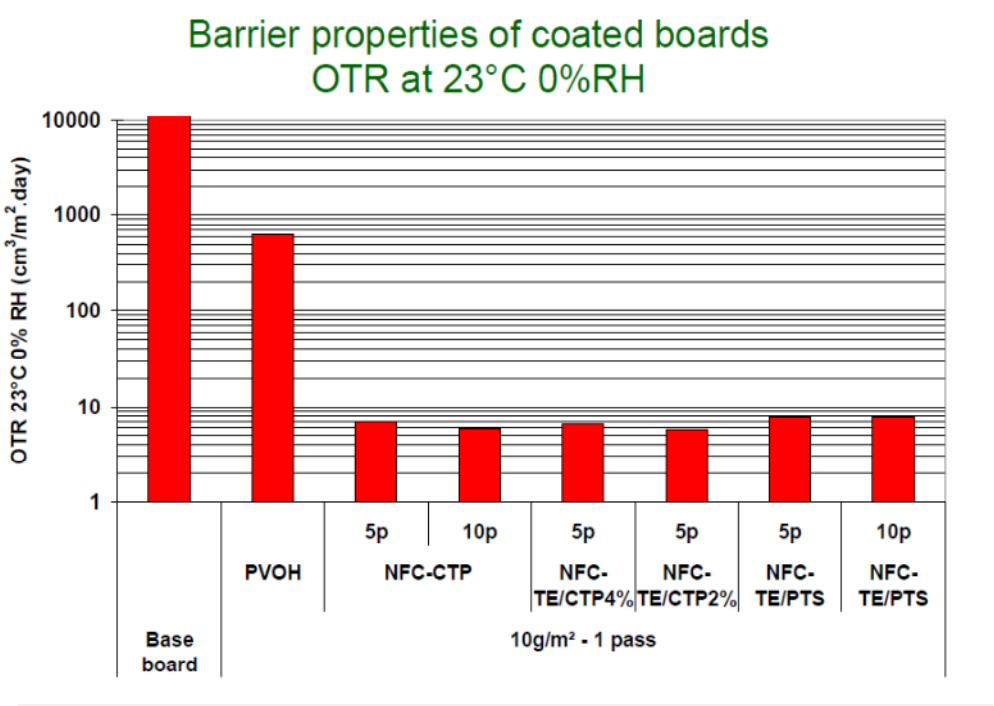
- SEM photos of PVOH and PVOH/NFC coated board



Guezennec, SUNPAP conference, 2012

Multi coating con PVOH



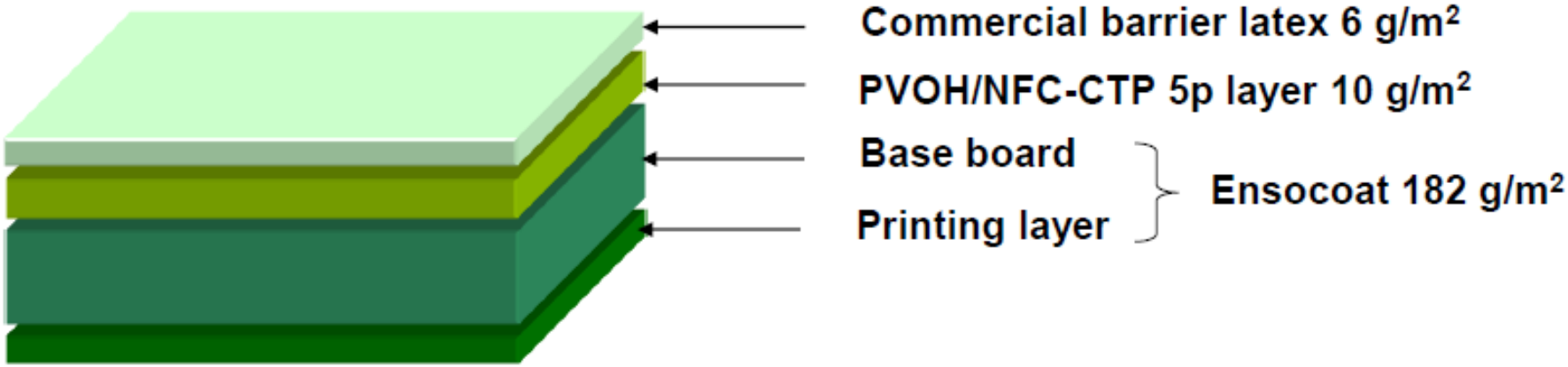


Guezennec, SUNPAP conference, 2012

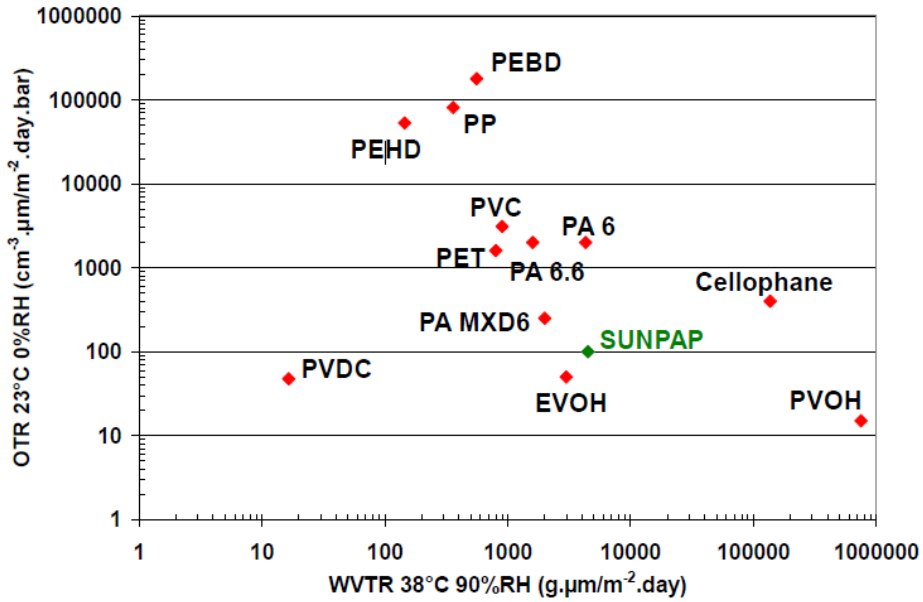
Le proprietà barriera sono funzione del trattamento di preparazione della nanocellulosa

Dimostratore su scala pilota

Development of a barrier packaging board



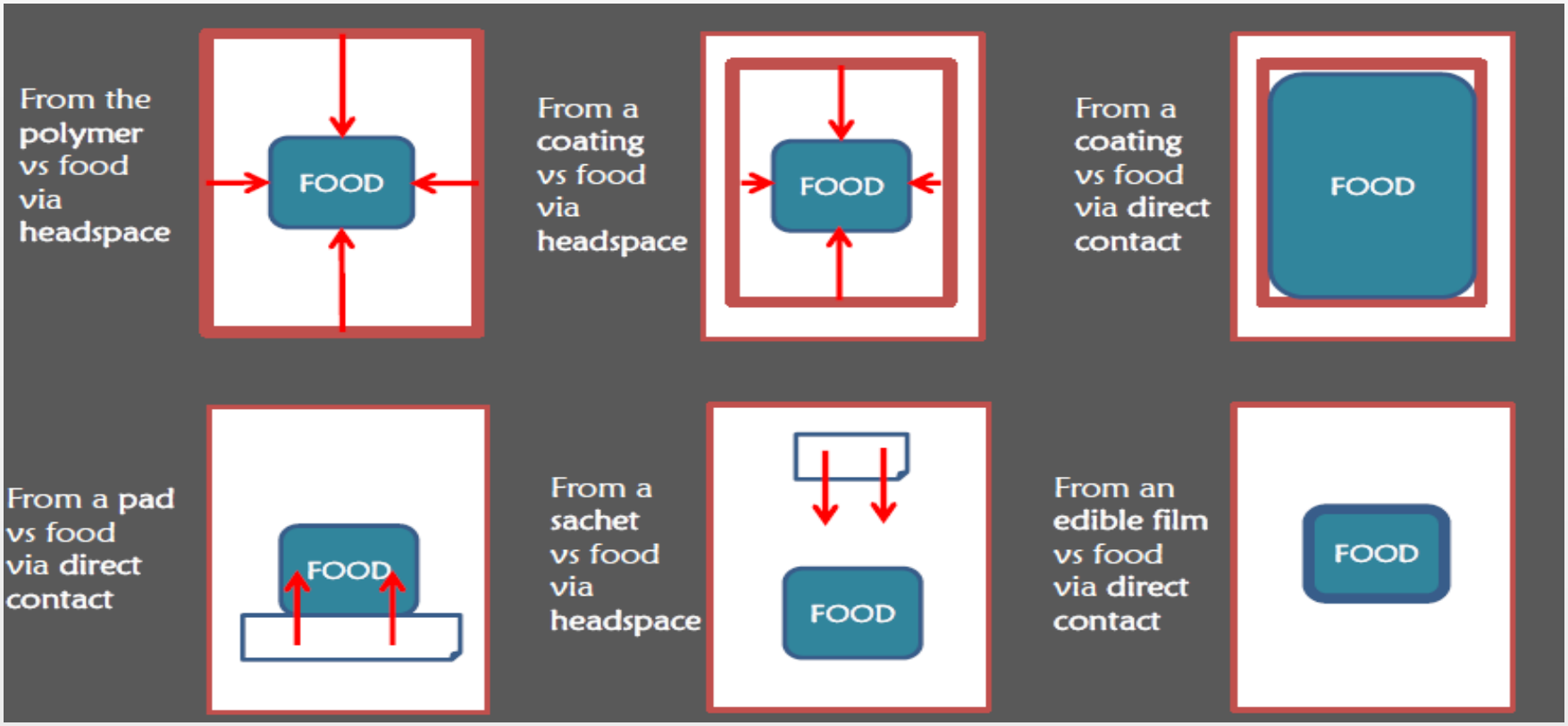
Comparison with existing materials



Guezennec, SUNPAP conference, 2012

Imballaggio attivo

Imballaggio tradizionale: agisce come barriera passiva per separare il contenuto dall'ambiente esterno, prevenendo/ritardando gli effetti dell'ambiente sul contenuto e mantenendo la qualità e la sicurezza del cibo.
Imballaggio attivo: agisce come barriera attiva per migliorare e mantenere sotto controllo la qualità e la sicurezza del cibo estendendo la shelf-life.
<u>L'agente attivo è incorporato nell'imballaggio</u>.



Imballaggio antimicrobico per aumentare la conservazione dei prodotti

- **La proliferazione microbica è uno dei fattori più importanti nel deterioramento del cibo.**
- **La contaminazione batterica avviene in particolare sulla superficie del prodotto**

L'incorporazione di prodotti antimicrobici nell'imballaggio permette di ridurre la quantità di conservanti introdotti nel cibo e di modulare il loro rilascio

Esempi di Prodotti antimicrobici impiegati

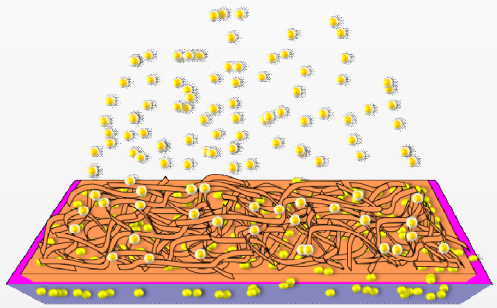
Oli essenziali di origine naturale. Estratti da vegetali di diversa natura Sono generalmente volatili e poco tossici. Spettro antibatterico e attività non molto elevate. Alta volatilità e instabilità termica che si traduce in una difficile processabilità. Hanno spesso un odore intenso che può alterare l'aroma del cibo.

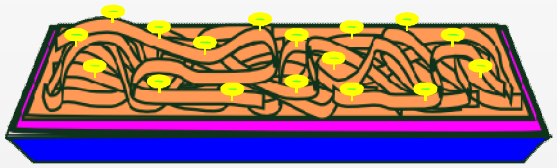
Chitosano è aminopolisaccaride ottenuto per deacetilazione della chitina, un componente strutturale presente nel guscio di alcuni crostacei. Antimicrobico, biodegradable può essere utilizzato da solo, o in combinazione con altri polimeri.

Metalli e nanoparticelle metalliche (Argento, Zinco e Titanio) Elevata attività antimicrobica e ampio spettro d'azione (batteri gram positive e negative, funghi e virus). Elevata stabilità chimica e termica, facile processabilità.

Imballaggio antimicrobico per aumentare la conservazione dei prodotti

Strategie per incorporare l'agente antimicrobico





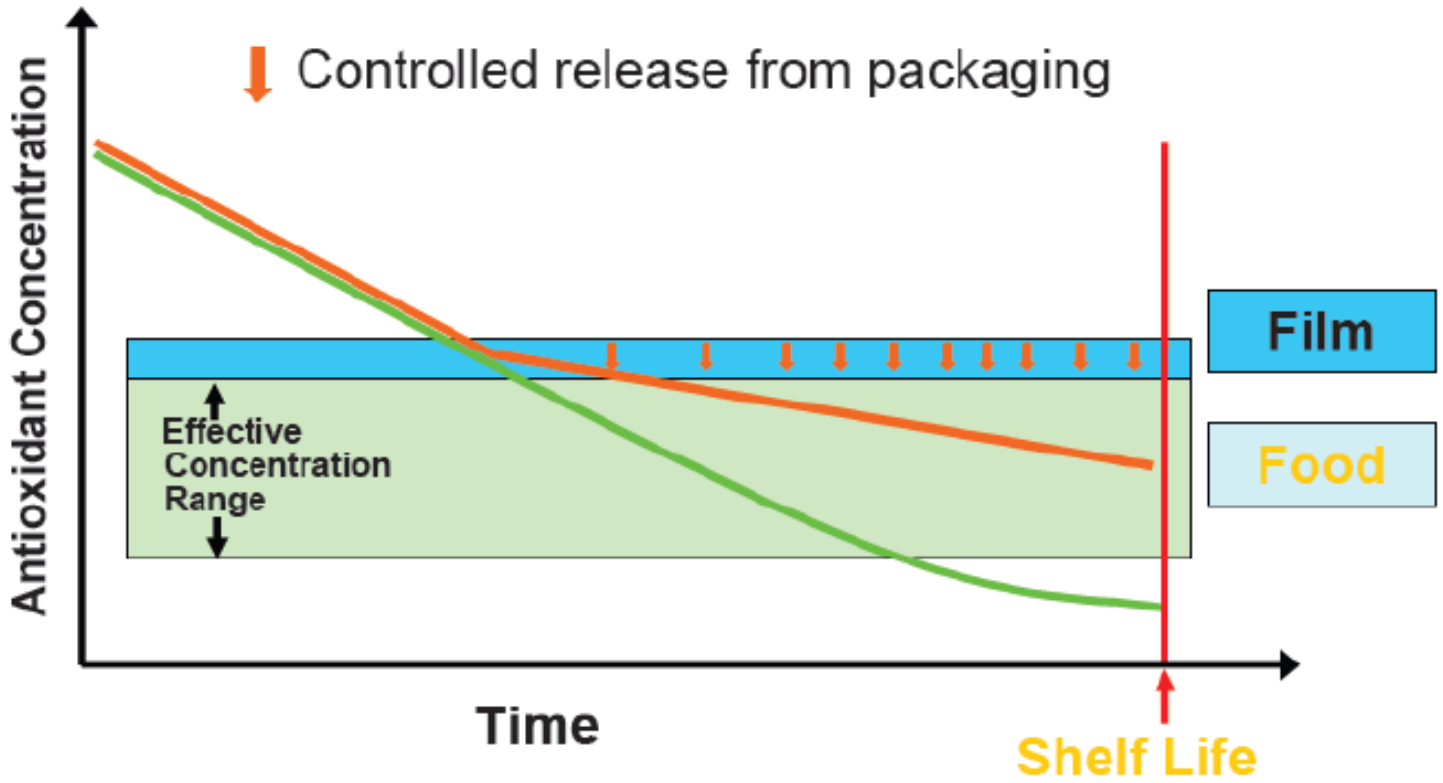
Meccanismo a rilascio

- ✓ L'antimicrobico è incorporato nel materiale.
- ✓ Migrazione nel cibo attraverso diffusione e ripartizione .
- ✓ L'effetto decresce nel tempo.

Meccanismo a contatto

- ✓ L'antimicrobico è immobilizzato sul materiale.
- ✓ L'azione antimicrobica avviene all'interfaccia.
- ✓ Effetto prolungato nel tempo.

Sistemi a lento rilascio: oli essenziali



Green line means instant addition. Orange line means controlled release.

Zhou, 2008

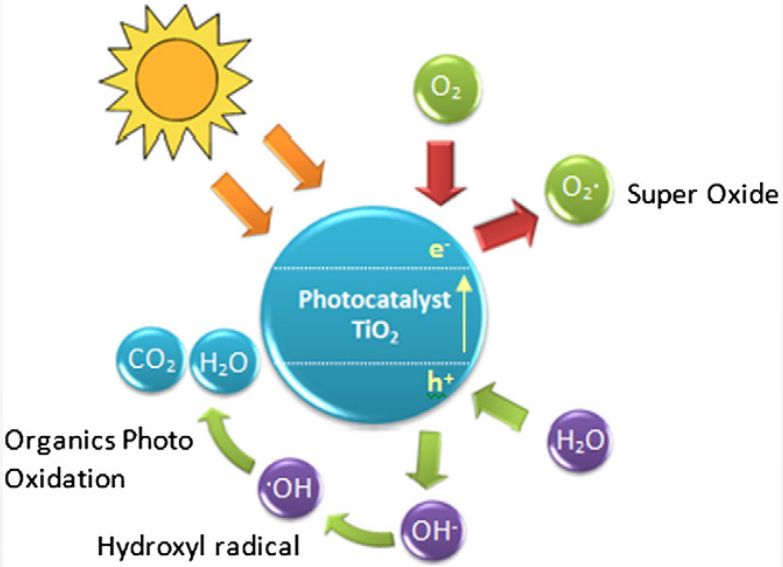
Imballaggio attivo a base di nanoparticelle attive

Biossido di titanio e Ossido di zinco

- Attività antibatterica
- Attività anti-fungina
- Degradazione di molecole organiche

Applicazioni

Superfici disinfettanti
Anti-smog
Settore biomedicale



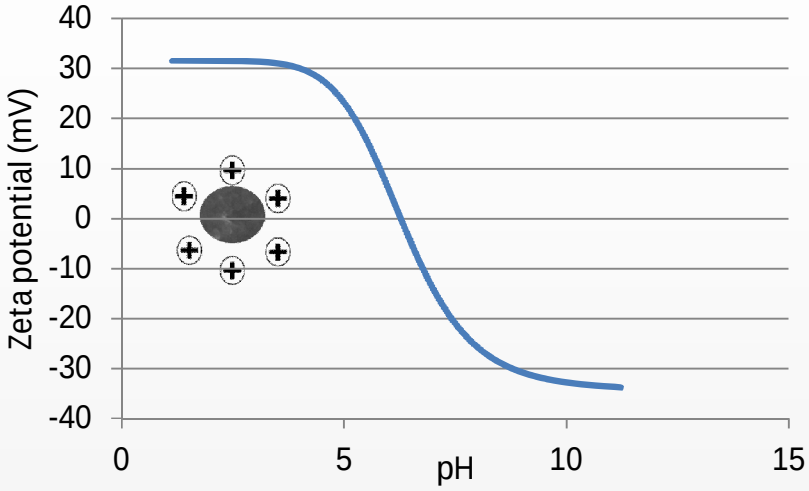
Attività fotocatalitica

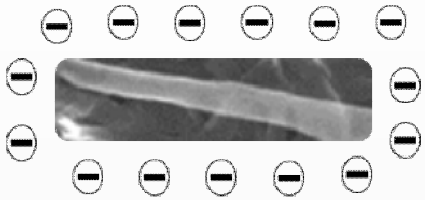
Possono essere impiegate nell'imballaggio cellulosico?

Sunpap project (2009-2012)
Newgenpak project (2011-2015)

INNOVHUB STAZIONI SPERIMENTALI PER L'INDUSTRIA
Innovazione e ricerca
SSCCP
STAZIONE SPERIMENTALE CARTA, CARTONI E PASTE PER CARTA

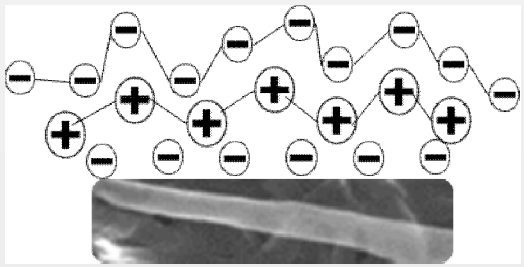
Attività antibatterica di carte patinate con biossido di titanio



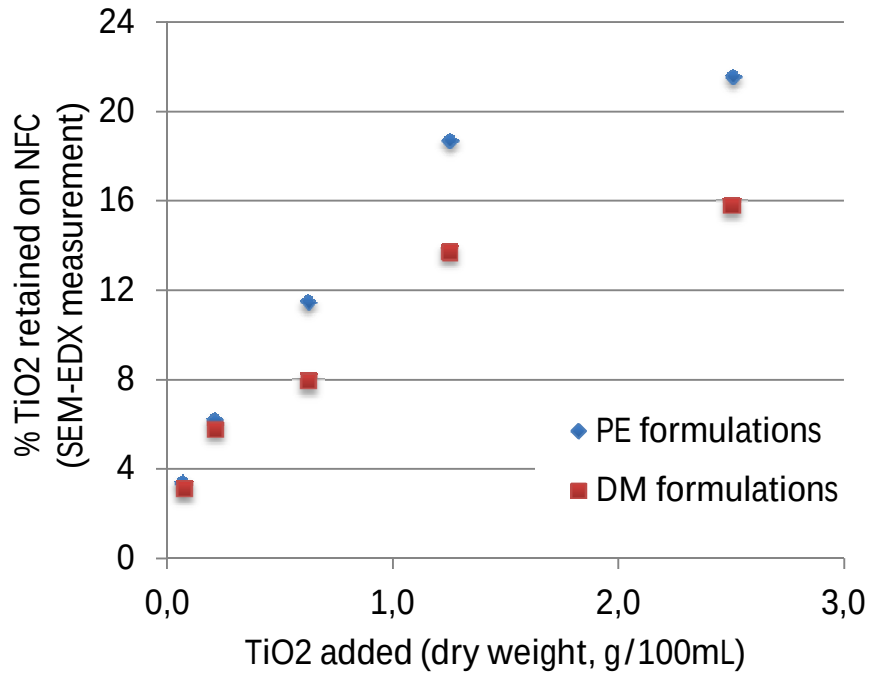


Legame diretto con fibre cellulosiche o con nanocellulosa (MFC)

Sviluppo di coating a base di MFC e TiO2



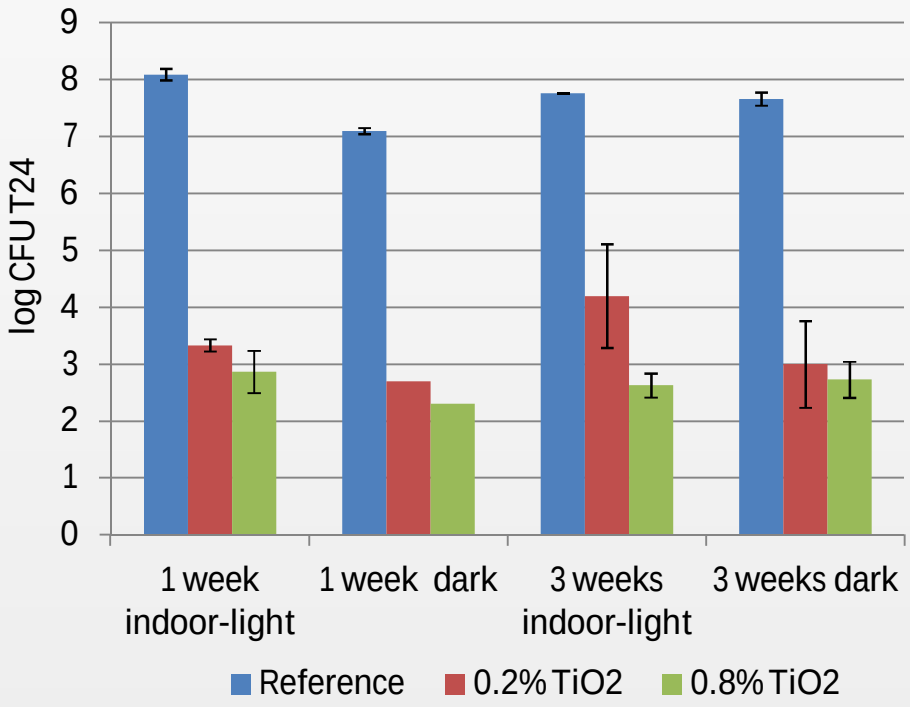
Layer-by-layer assembly con polieletroliti



Attività antibatterica di carte patinate con biossido di titanio

Attivazione con lampada a basso contenuto di UV

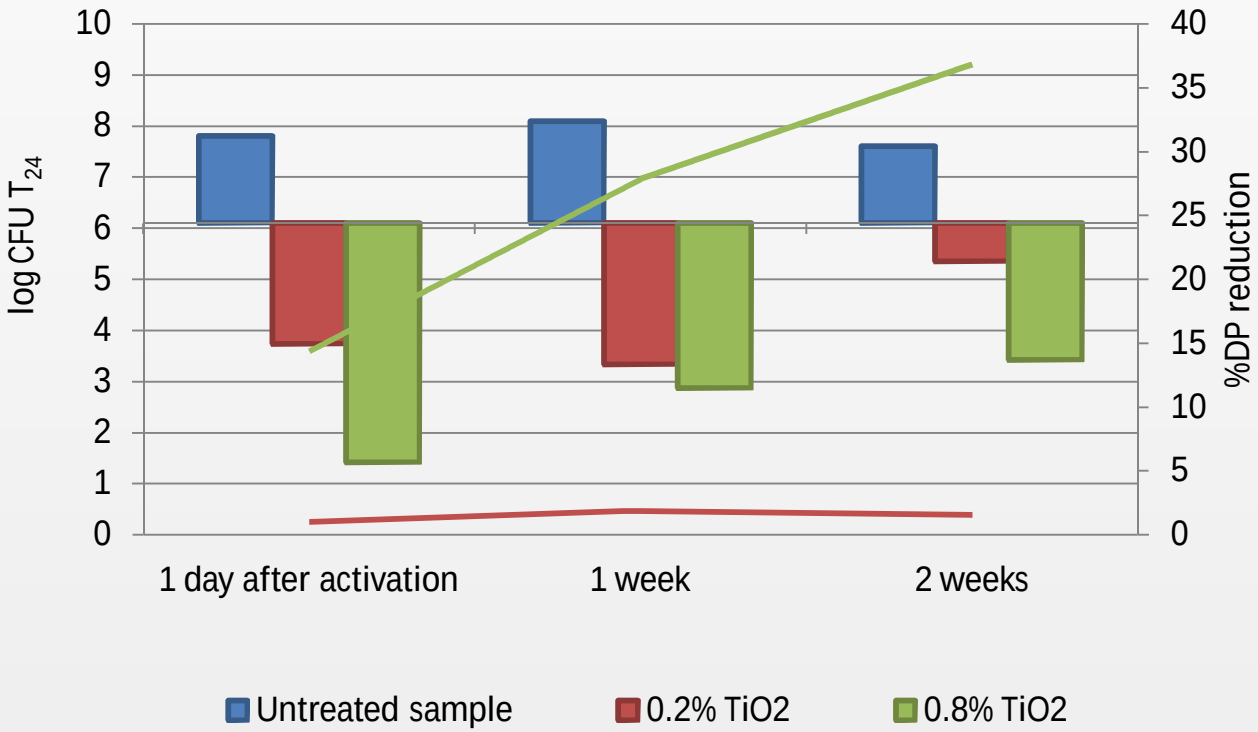
Stabilità dell'attività antibatterica nel tempo

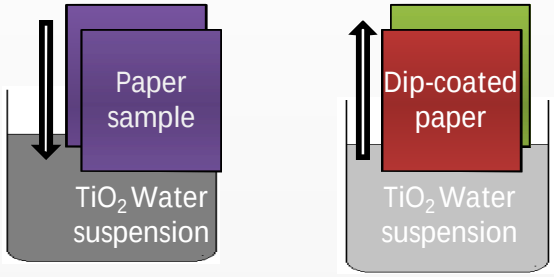


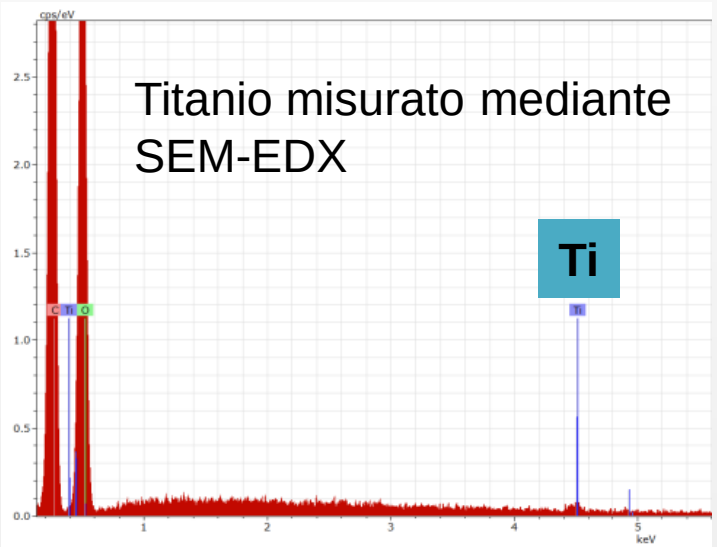
Possibile doppio effetto: antibatterico + degradazione dell'etilene

Le fibre si degradano ?

Carta kraft 120 g/m^2 impregnata con biossido di titanio attivato







L'attività antimicrobica e la degradazione delle fibre possono essere modulate

Conclusioni

- Nuovi materiali da fonti rinnovabili per barriere funzionali sono in avanzato stadio di sviluppo.
  - Xilani e nanocellulose hanno un' elevata barriera all'ossigeno e buona barriera ai grassi
  - la sensibilità all'acqua rimane un problema da risolvere
  - Attualmente la soluzione rimane l'applicazione di multi strati

- L'imballaggio attivo rappresenta una buona opportunità per prolungare la conservazione del prodotto

  - La scelta del sistema e dell'agente attivo deve chiaramente essere funzione del prodotto

Grazie per l'attenzione

Innovhub-Divisione Carta.

www.innovhub.it

graziano.elegir@mi.camcom.it