Miglioramento della qualità e della funzionalità degli imballaggi in cartone ondulato per ortofrutta

Rosalba Lanciotti

Alma Mater Studiorum, Università di Bologna

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari

PRODOTTI ORTOFRUTTICOLI

Componenti essenziali di una dieta sana ed equilibrata. OMS raccomanda il consumo di oltre 400 g di frutta e verdura esclusi patate e altri tuberi amidacei

Ricchi di vitamine, antiossidanti, fibre

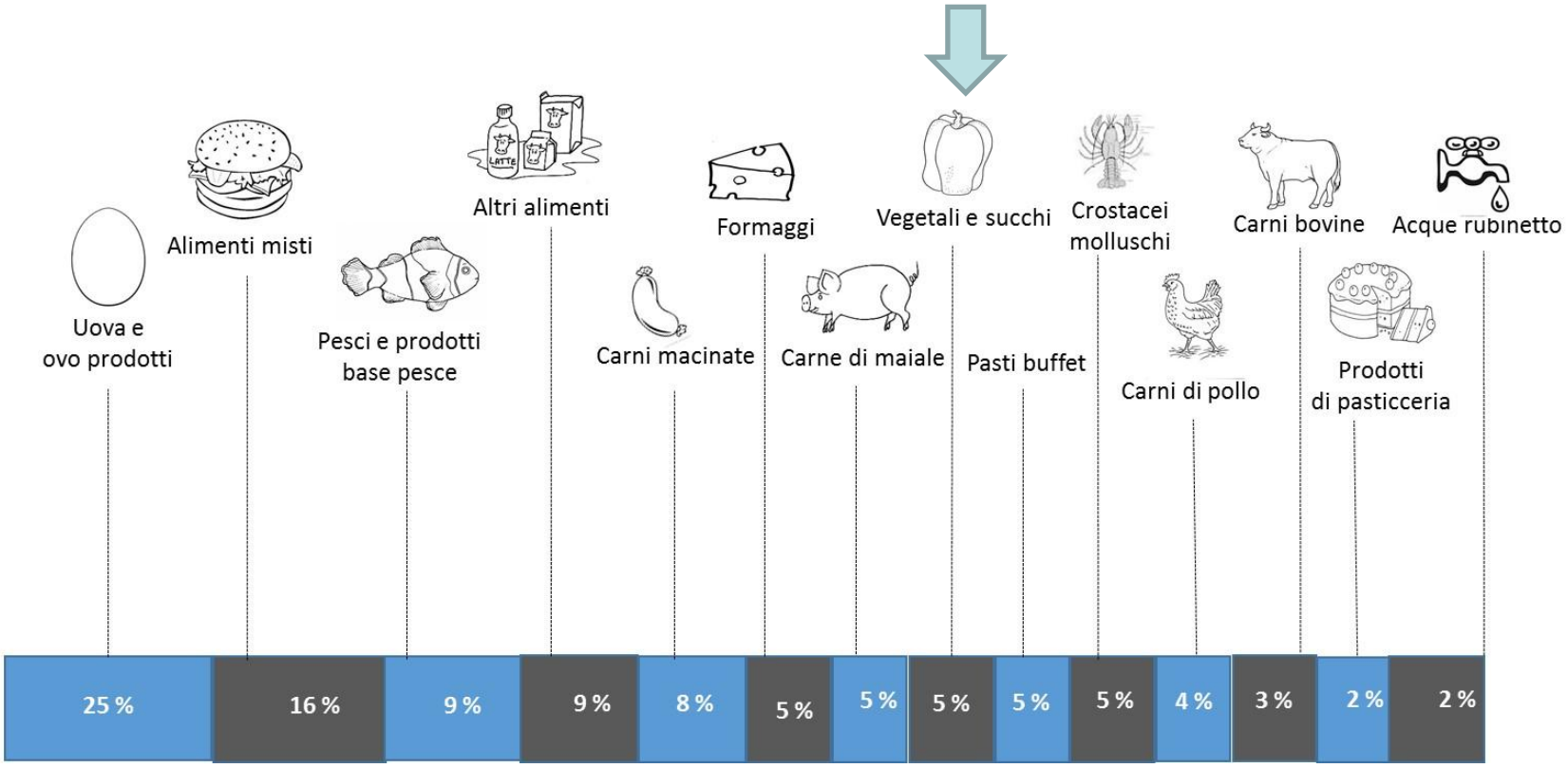
Alimentazione basata su frutta e verdura più sostenibile

Shelf-life e sicurezza : basate su riduzione del carico microbico mediante lavaggio e mantenimento della catena del freddo

frequenti contaminazioni con microrganismi patogeni alimentari Tossinfezioni

Shelf-life ridotta soprattutto nei paesi a limitato accesso alla refrigerazione (sprechi e perdite alimentari)

EFSA 2013- TOSSINFEZIONI ALIMENTARI



Prodotti freschi maggiormente coinvolti: vegetali a foglia, pomodori, frutta ad elevato pH e meloni, germogli.

Incremento dell'incidenza di tossinfezioni legate al consumo di frutta verdura freschi dovuto a:

- Maggiori produzioni su larga scala (anche in paesi con scarse o incerte pratiche sanitarie)
- Incidenza sulle stesse are di allevamento e coltivazione estensiva (concimazione organica)
- Più efficienti sistemi di distribuzione
- Aumentato numero di consumatori immunodepressi
- Contaminazione con patogeni difficili da eliminare durante la filiera produttiva
- La frutta e molte verdure prima del consumo non subiscono trattamenti in grado di eliminare i microrganismi patogeni

Patogeni-Analisi di vegetali e frutta reperiti sul mercato di Singapore. Seow *et al*. (2012)

Table 5
Results of incidence of pathogens in the samples analysed.

Name of sample	No. of sample units	Percentage (%) of samples with presumptive colonies		Percentage (%) of confirmed positive samples	
		E. coli 0157:H7	*Salmonella* spp.	*E. coli* 0157:H7	*Salmonella* spp.
Apple	14	ND[a]	7.1	ND	ND
Mango	10	ND	ND	ND	ND
Orange	11	ND	ND	ND	ND
Carrot	12	ND	8.3	ND	ND
Lettuce	13	ND	15.4	ND	ND
Tomato	13	ND	30.8	ND	ND
Fresh-cut salads	13	ND	ND	ND	ND
Bean sprouts	14	ND	14.3	ND	ND

[a] ND: not detected.

- ***Patogeni più frequentemente implicati: Salmonella spp.,***
- ***Escherichia coli VTEC,***
- ***Listeria monocytogenes,***

Frutta e verdura sono contaminati da microrganismi degradativi

- Batteri epifiti Gram negativi, batteri Gram positivi, lieviti, muffe.
- Questi non sono pericolosi per la salute del consumatore ma giocano un ruolo determinante nell'alterazione del prodotto.
- Le condizioni imposte durante il trasporto, il confezionamento, la conservazione selezionano quelle specie e quei ceppi che saranno poi in grado di moltiplicarsi o di sopravvivere nell'alimento finito e che quindi arriveranno al consumatore o limiteranno la shelf-life del prodotto.

Il 30-40% dei prodotti ortofrutticoli viene perso durante il percorso dal campo al consumatore e viene buttato come rifiuto.

Nei paesi in via di sviluppo caldi

questa percentuale arriva al 50%.

Degradativi-Analisi di vegetali e frutta reperiti sul mercato di Singapore. Seow et al. (2012)

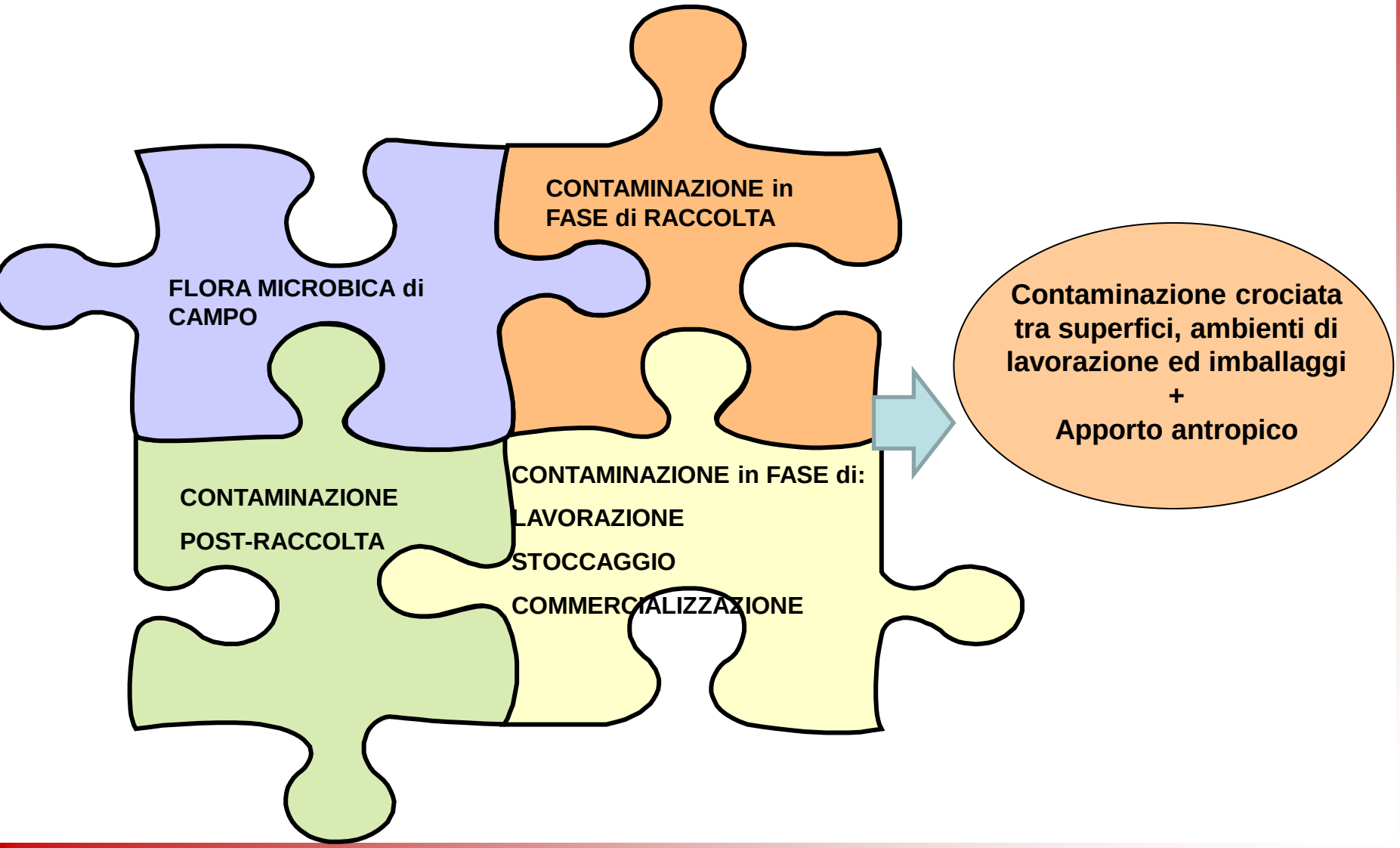
Table 4
Results of yeasts and moulds enumeration in samples analysed.

Name of sample	No. of sample units	Percentage (%) of samples in the indicated interval						Range[a]	Mean[a]
		<1[a]	1–2	2–3	3–4	4–5	>5		
Fruits									
Apple	14	21.4	64.3	14.3	0.0	0.0	0.0	0.9–2.3	1.5[C]
Mango	10	30.0	70.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1–1.9	1.2[C]
Orange	11	36.4	63.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2–1.9	1.1[C]
Vegetables									
Carrot	12	8.3	8.3	66.7	8.3	8.3	0.0	0.7–4.2	2.5[B]
Lettuce	13	0.0	0.0	0.0	69.2	23.1	7.7	3.2–5.2	3.9[A]
Tomato	13	46.2	46.2	7.7	0.0	0.0	0.0	0.2–2.7	1.1[C]
Bean sprouts	14	0.0	0.0	0.0	7.1	92.9	0.0	3.7–4.9	4.3[A]
Fresh-cut/ready-to-eat									
Fresh-cut salads	13	0.0	0.0	0.0	30.8	69.2	0.0	3.5–4.9	4.3[A]

Means having different letters [(A–C)] are significantly different ($P < 0.05$).

[a] The unit of number is log cfu/g.

La popolazione microbica PATOGENA O DEGRADATIVA caratterizzante i prodotti vegetali freschi è il risultato della sommatoria (non algebrica) di diverse componenti:



Gli imballaggi

Possono rappresentare una fonte di contaminazione per apporto di microrganismi patogeni ad ampia diffusione ambientale

(*Bacillus spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. ed *Escherichia coli*)

- I microrganismi sono in grado di aderire a tutte le superfici normalmente utilizzate negli ambienti di produzione degli alimenti incluse quelle in acciaio, polistirene, plastica, vetro e legno
- Numerosi patogeni, inclusi quelli sopra citati, possono sopravvivere per ore, ed a volte per giorni, sugli utensili e sulle superfici
- Conseguentemente il controllo della permanenza dei microrganismi sulle superfici è un fattore chiave per il conseguimento degli standard igienico-sanitari ed il miglioramento della qualità e della shelf-life degli alimenti.

Gli imballaggi

- CMT 10^3 -10^6 ufc/cm^2
- Prevalgono batteri sporigeni (*Bacillus, Geobacillus, Alicyclobacillus, Clostridium*)
- Muffe *Aspergillus* (*A. niger*, *A cinnamomeus*), *Cladosporium* (*Cl. herbarum*)
- Lieviti e batteri degradativi
- Microrganismi tossinogeni

ma

Quando non vengono sanitizzati, movimentati e stoccati in condizioni appropriate i livelli di contaminazione microbica possono aumentare drammaticamente incrementando il rischio di trasferimento di microrganismi degradativi, patogeni o tossinogeni ai prodotti confezionati

Dagli studi pluriennali sugli imballaggi per ortofrutticoli

Abbiamo rilevato:

- Contaminazioni generalmente minori di 1000 UFC/cm^2 per imballaggi in cartone e comprese tra 100 e 100000 UFC/cm^2 per imballaggi in plastica riutilizzabili

- Per gli imballaggi in plastica riutilizzabili: livello di contaminazione dipendente da usura e sanificazione. Le tipologie correttamente sanificate e non usurate hanno evidenziato livelli di contaminazione paragonabili con quelli degli imballaggi in cartone monouso.

- Gli imballaggi in plastica delle tipologie più sporche già visivamente, hanno evidenziato una frequente contaminazione da parte di microrganismi indicatori di contaminazione fecale.

- La popolazione microbica degli imballaggi è risultata essere costituita prevalentemente da microrganismi che, pur non costituendo un pericolo per la salute del consumatore, sono in grado di alterare il prodotto.

I test effettuati contaminando gli imballaggi con indicatori di contaminazione fecale (un ceppo non patogeno di *E. coli) o* agenti di alterazione hanno indicato un maggiore trasferimento di questi microrganismi alla frutta nel caso della plastica riutilizzabile rispetto al cartone monouso in tutte le condizioni adottate.

CASO STUDIO: PESCHE

- Gli imballaggi in cartone e in plastica sono stati contaminati con *E. coli*

- È stato adottato un **piano sperimentale in cui abbiamo modulato anche: tempo di commercializzazione, numero di lesioni** *(puntura d'ago)***, temperatura di stoccaggio**

al fine di valutare anche gli effetti di queste variabili sul trasferimento di *E. coli*

PIANO SPERIMENTALE

Campioni	Tempo di Commercializzazione (h)	Numero di lesioni	Temperatura conservazione (°C)
1	29	1	9
2	58	1	9
3	29	3	9
4	58	3	9
5	29	1	19
6	58	1	19
7	29	3	19
8	58	3	19
9	43.5	2	14
10	43.5	2	14
11	14.5	2	14
12	72.5	2	14
13	43.5	0	14
14	43.5	4	14
15	43.5	2	4
16	43.5	2	24
17	43.5	2	14
18	58	0	19
19	58	0	19
20	29	0	9

3 condizioni fuori piano

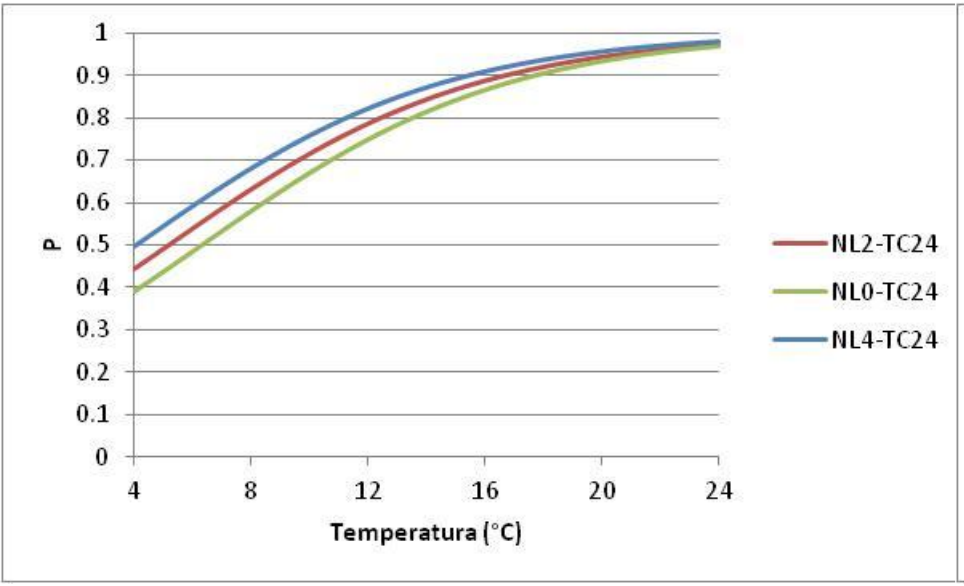
RISULTATI

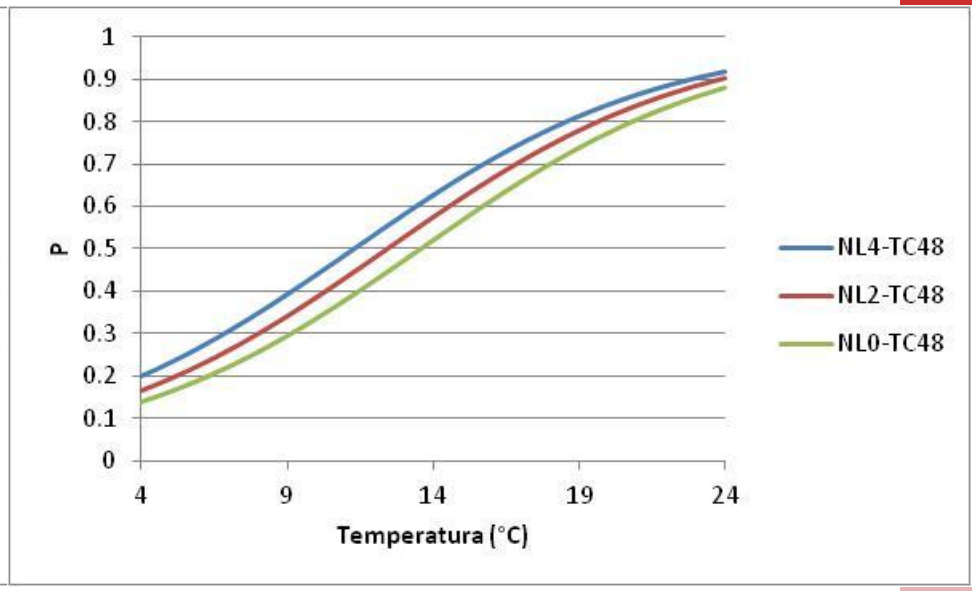
run	t commercializzazione (ore)	numero lesioni	Temperatura stoccaggio (°C)	% positivi plastica	% positivi cartone
1	29.0	1	9	55	0
2	58.0	1	9	15	10
3	29.0	3	9	75	0
4	58.0	3	9	0	5
5	29.0	1	19	95	0
6	58.0	1	19	70	10
7	29.0	3	19	70	20
8	58.0	3	19	50	5
9	43.0	2	14	85	0
10	43.0	2	14	70	0
11	14.0	2	14	75	15
12	72.0	2	14	60	25
13	43.0	0	14	90	25
14	43.0	4	14	85	0
15	43.5	2	4	0	0
16	43.5	2	24	90	10
17	43.5	2	14	70	0
18	58.0	0	19	25	15
19	58.0	0	9	0	0
20	29.0	0	9	65	5

Risultati più significativi

$$P = \frac{e^{(a+bx)}}{1+e^{(a+bx)}}$$

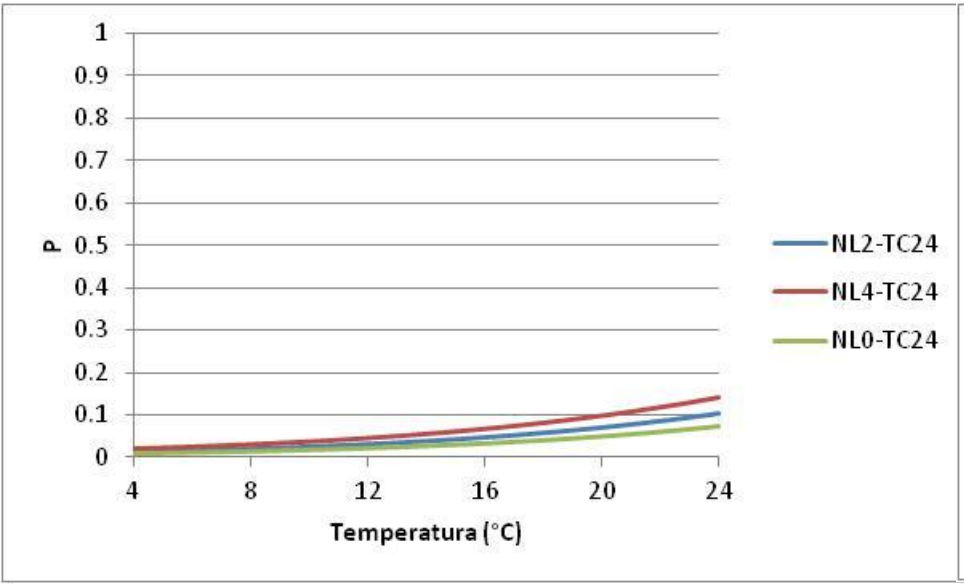
PLASTICA

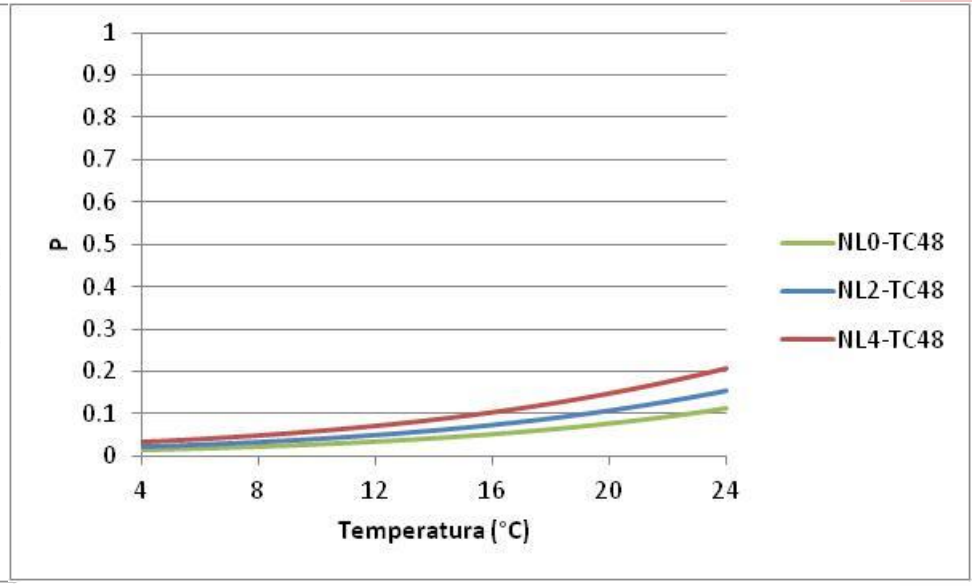


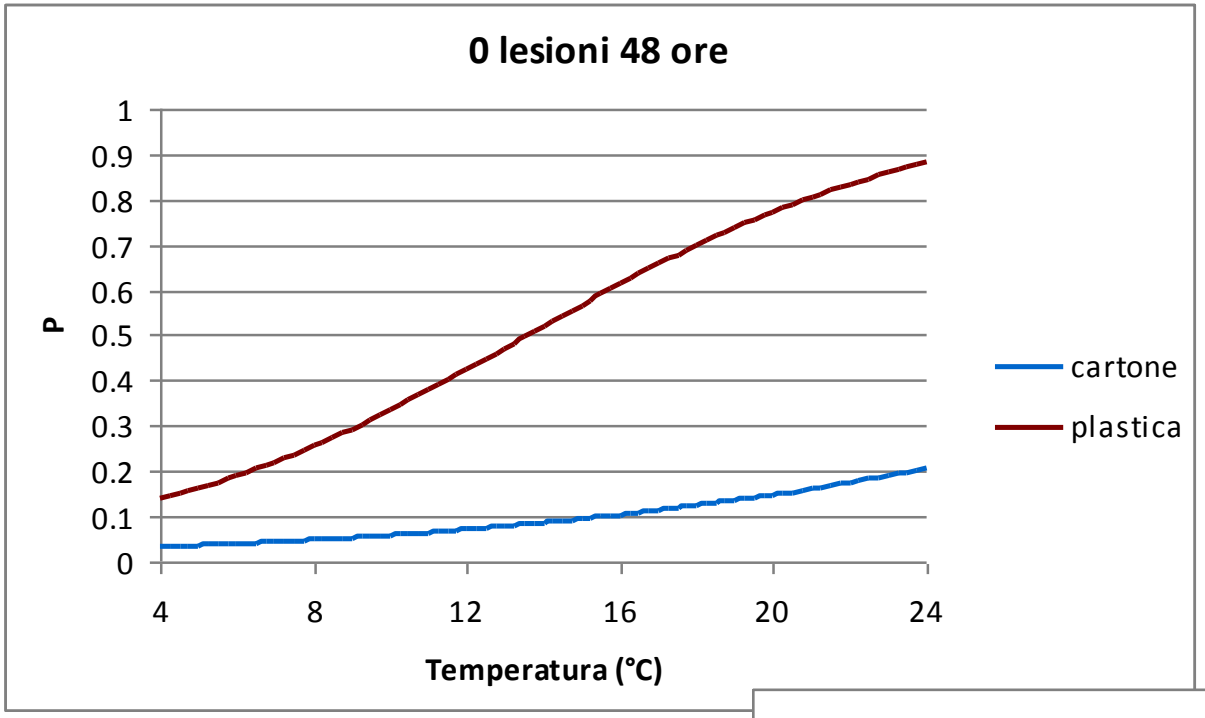


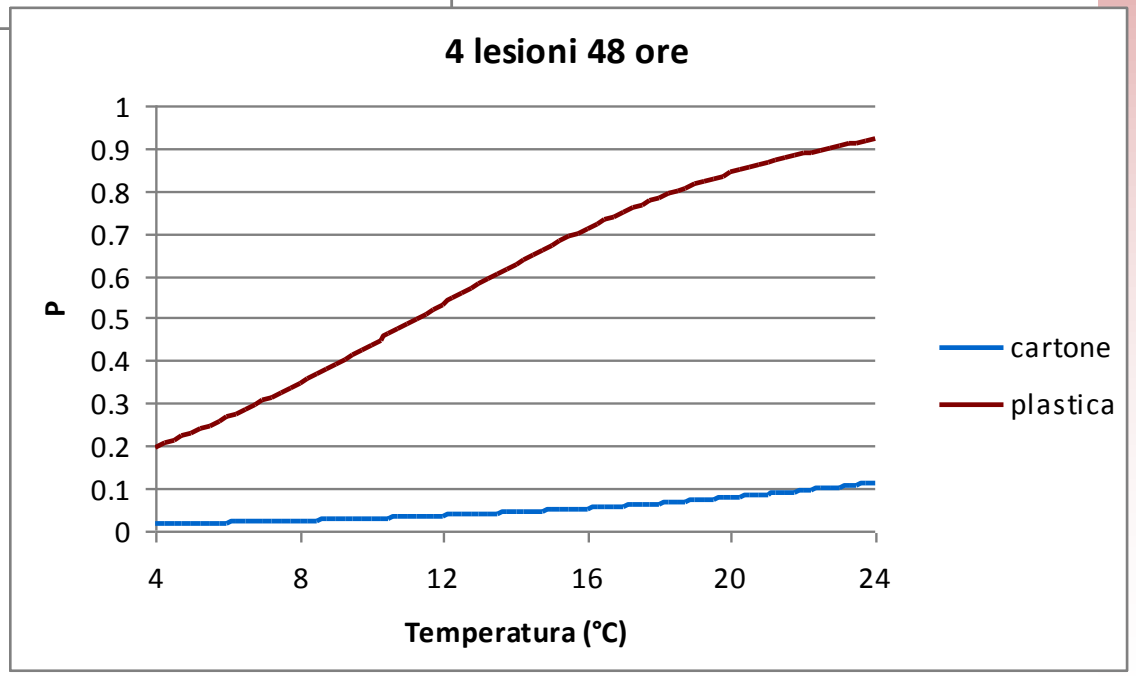
CARTONE

P: probabilita' di contaminazione; NL: numero di lesioni; TC: tempo di commercializzazione (in ore)









P: probabilità di contaminazione da *E.coli*

Successivamente abbiamo voluto valutare

- Il ruolo dell'imballaggio nel trasferimento di microrganismi degradativi
- L'effetto dell'imballaggio sulla shelf-life dei prodotti

Applicando un piano sperimentale simile a quello precedente.

- Abbiamo contaminato imballaggi di cartone e plastica con circa 1000 e 10000 cellule (cfu)/cm^2 di *Saccharomyces cerevisiae* e *Pseudomonas* spp. (isolati precedentemente da un frutto di pesca lasciato marcire)
- Abbiamo confezionato negli imballaggi contaminati pesche reperite sul mercato locale
- Abbiamo considerato l'influenza sul trasferimento dei microrganismi di variabili quali **tempo di commercializzazione, numero di lesioni** (puntura d'ago), **temperatura di stoccaggio**
- **Abbiamo analizzato nel tempo la frutta**

Livelli di **S. cerevisiae (log ufc/frutto**) rilevati nei frutti ai tempi di commercializzazione previsti dal piano sperimentale in rapporto alle variabili considerate

run	Carico rilevato nei prodotti in plastica (Log UFC/frutto)	Carico rilevato nei prodotti in cartone (Log UFC/frutto)	Temperatura (°C)	Tempo di Commercializzazione (ore)	Numero di lesioni
1	4.2	2.8	9	29	1
2			9	58	1
3			9	29	3
4			9	58	3
5	5.2	2.9	19	29	1
6	5.3	3.0	19	58	1
7	5.3	3.2	19	29	3
8	5.8	3.3	19	58	3
9	4.7	3.4	14	43.5	2
10	4.6	3.2	14	43.5	2
11	4.3	3.3	14	14.5	2
12	5.4	3.5	14	72.5	2
13	4.4	3.4	14	43.5	0
14	4.7	3.6	14	43.5	4
15	4.4	2.8	4	43.5	2
16	5.6	4.0	24	43.5	2
17	5.0	3.3	14	43.5	2
18	5.9	3.1	19	58	0
19	4.7	3.0	9	58	0
20	4.5	2.9	9	29	0

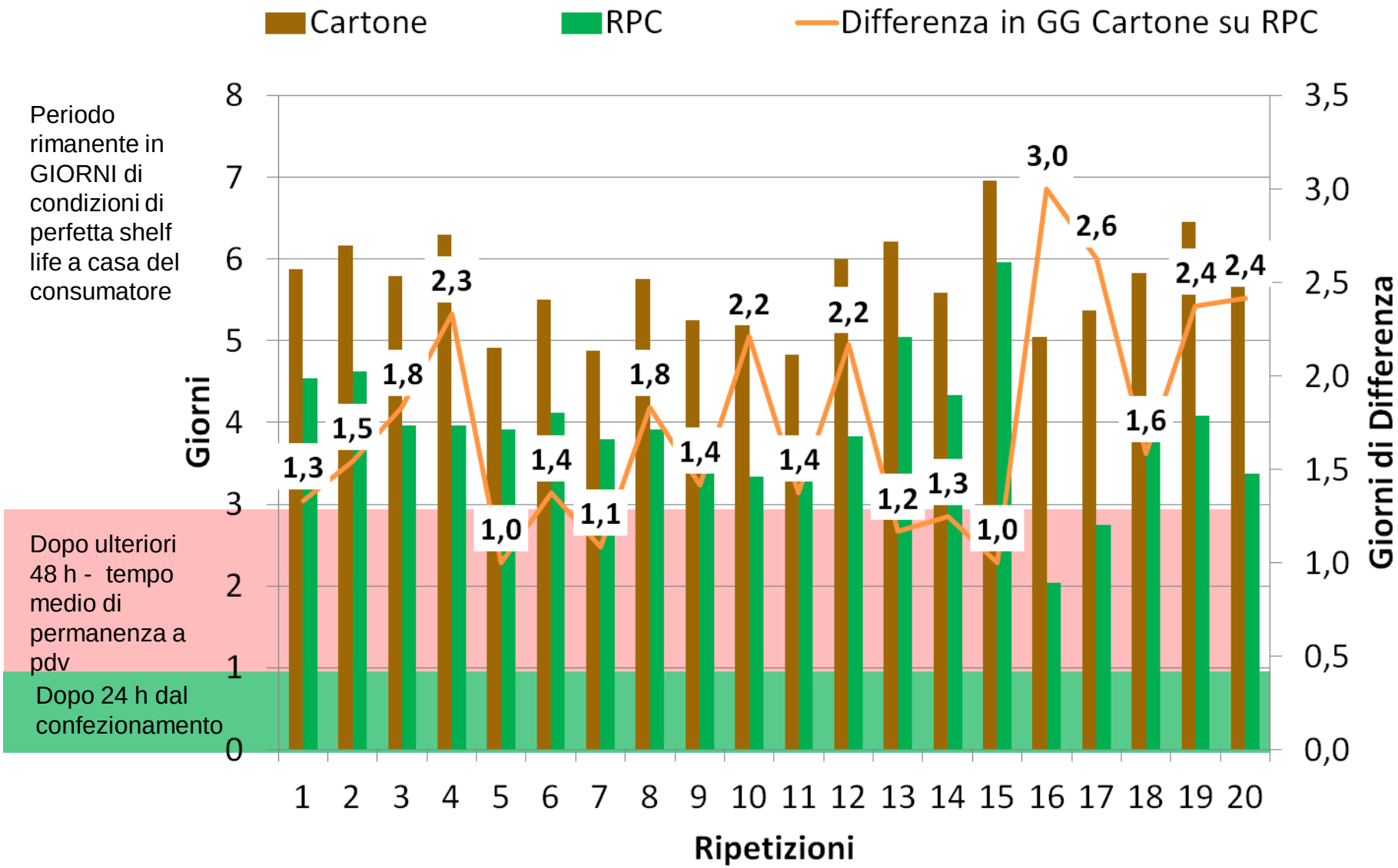
15.842 cellule

631 cellule

794.328 cellule

1.259 cellule

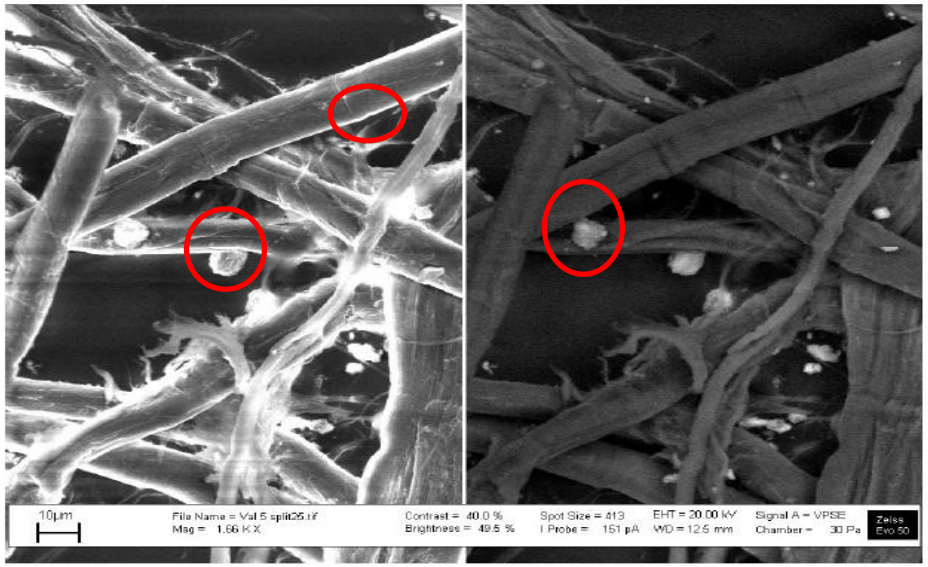
SINTESI: Shelf life **in Giorni** calcolata sulla base della quantità di ufc di degradativo: *Pseudomonas* - Marcescenza

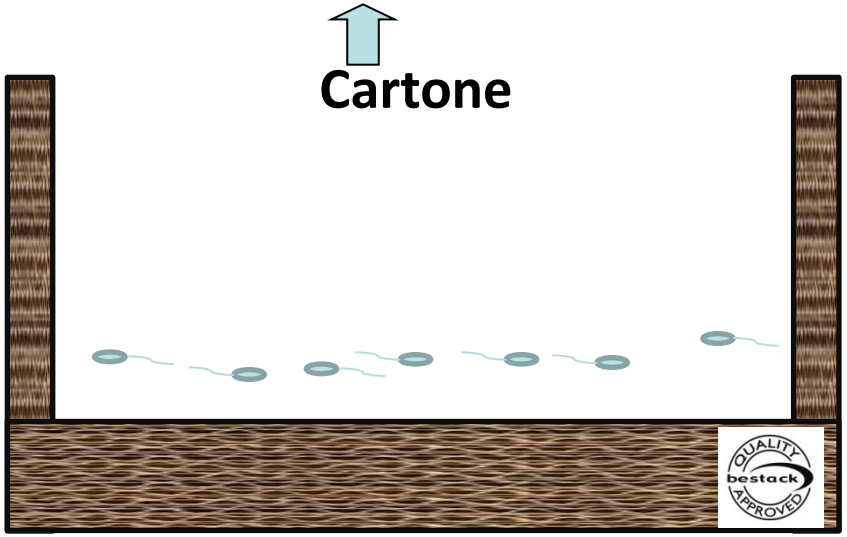


Fonte: tesi di laurea Valeria Melloni, Università di Bologna

imballaggio in cartone destinato agli ortofrutticoli presenta i seguenti vantaggi:

Monouso
Bassa Aw;
Porosità





Superficie contaminata con 1000 -10000 cellule/cm^2

Tali Vantaggi si traducono in:

Minore moltiplicazione (minor carico) e minore possibilità di trasferimento microbico al prodotto ortofrutticolo

Incremento della shelf-life e sicurezza del prodotto ortofrutticolo

Tuttavia anche gli imballaggi in cartone non sono sterili e rappresentano una fonte di contaminazione per il prodotto confezionato!

…….ulteriori ricerche per:

Migliorare la funzionalità dell'imballaggio destinato agli ortofrutticoli mediante l'inclusione di sostanze antimicrobiche (cartone attivo) che possano essere rilasciate nel tempo (effetto sulla shel-life e sulla sicurezza dei prodotti)

Oli essenziali e loro costituenti

Attività antimicrobica

Ampio spettro d'azione

GRAS secondo FDA, ammessi come additivi alimentari nel 2011 da EFSA, consentiti anche dalla legislazione giapponese

Azione antiossidante

Basso costo

Green consumerism

Nel settore alimentare vengono usati come aromatizzanti, antiossidanti e antimicrobici

Abbiamo voluto valutare le loro potenzialità per migliorare gli imballaggi per ortofrutticoli

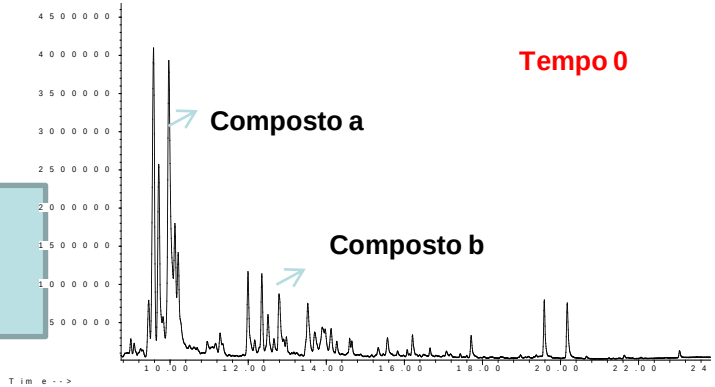
Piano sperimentale

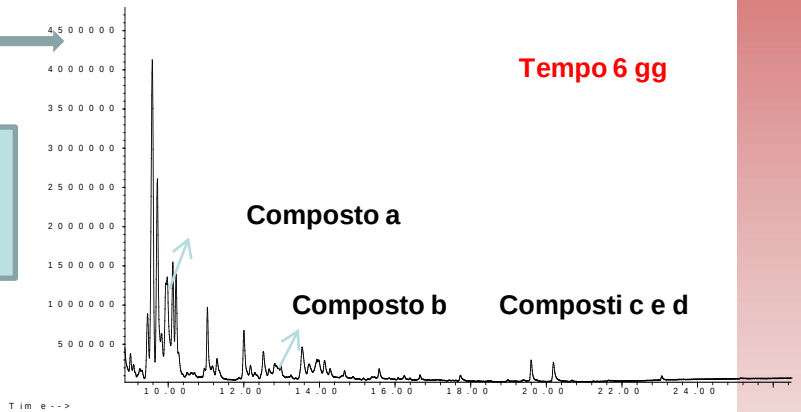
Abbiamo messo a punto la miscela di antimicrobici naturali e le modalità di immissione nell'imballaggio

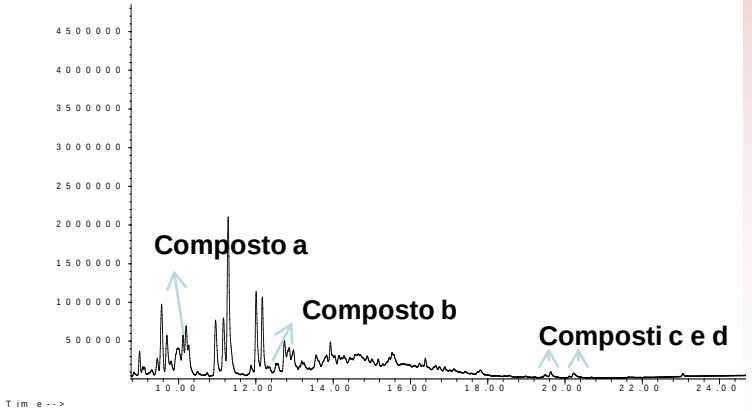
Abbiamo valutato le cinetiche di rilascio

Abbiamo effettuato prove di shelf-life confrontando cartoni tradizionali con cartoni attivati

Per evidenziare meglio le differenze i cartoni monouso (sia tradizionali che attivi) sono stati volutamente contaminati con microrganismi in grado di alterare la frutta confezionata







Microrganismi usati

	Microrganismi utilizzati
mela	*S.cerevisiae+Pseudomonas spp.*
pera	*S.cerevisiae+Pseudomonas spp.*
pesca	*S.cerevisiae+Pseudomonas spp.*
fragola	*Aspergillus niger*

Carico di *S.cerevisiae* (log ufc/g di frutto) dopo 24 ore dal confezionamento negli imballaggi contaminati con circa 10^4 cellule per cm^2

	Tradizionale	Attivo	Tradizionale	Attivo	Tradizionale	Attivo
	mela		Pera		Pesca	
1	5.69	2.77	5.22	4.10	5.54	4.56
2	5.20	4.02	5.00	3.25	5.77	4.55
3	5.78	3.50	4.00	2.30	4.55	4.00
4	6.00	3.00	4.00	2.80	5.25	4.25
5	5.50	2.95	5.10	3.70	5.00	4.00
6	5.60	3.00	3.95	2.65	5.90	4.65
7	5.75	4.10	4.00	2.85	5.78	4.15
8	5.60	3.25	5.15	3.10	5.15	4.85
9	5.65	3.15	4.90	4.00	5.25	4.55
10	5.73	2.80	4.00	3.75	4.90	4.25

Carico di *Pseudomonas* (log ufc/g di frutto) dopo 24 ore dal confezionamento negli imballaggi contaminati con circa 10^4 cellule per cm^2

	Tradizionale	Attivo	Tradizionale	Attivo	Tradizionale	Attivo
	mela		**pera**		**pesca**	
1	6.60	4.60	6.33	4.77	6.17	4.56
2	6.50	3.99	5.78	3.92	6.69	4.11
3	6.55	3.60	5.40	4.04	7.00	5.00
4	6.85	4.25	5.58	3.85	6.85	5.01
5	6.23	4.10	6.00	4.10	6.35	5.15
6	6.68	5.00	5.98	4.40	6.50	4.45
7	6.72	4.86	6.15	3.95	6.22	4.90
8	6.58	3.85	6.05	3.98	7.01	4.25
9	6.23	4.05	5.85	4.20	6.85	5.10
10	6.45	4.10	5.69	4.25	6.77	4.98

Dopo 1 giorno a T ambiente:
con microlesioni superficiali

Imballaggio tradizionale

Dopo 5 giorni a T ambiente: con microlesioni superficiali

Imballaggio attivo

Imballaggio tradizionale

Dopo 9 giorni a T ambiente:
con microlesioni superficiali

Imballaggio attivo

Imballaggio tradizionale

Senza microlesioni dopo 3 giorni di conservazione a T ambiente

Imballaggio attivo

Tradizionale

Senza microlesioni dopo 9 giorni di conservazione a T ambiente

Attivo

Tradizionale

9 giorni di conservazione a T ambiente: con microlesioni superficiali

Attivo

Attivo

Tradizionale

12 giorni di conservazione a T ambiente: senza microlesioni superficiali

Tradizionale
PESCHE + M.O
GIORNO CONSERV: 3
1/06/2013

Attivo
PESCHE + M.O + COMP. BIOATTIVI
GIORNO CONS: 3
1/06/2013

Attivo

Tradizionale

Conclusioni

I dati sino ad ora ottenuti indicano che i cartoni attivi possono:

- Ridurre drasticamente il ruolo dell'imballaggio nella contaminazione del prodotto confezionato
- Ridurre significativamente la moltiplicazione della microflora presente sui frutti e i fenomeni di senescenza
- Incrementare significativamente la shelf-life di diverse tipologie di frutta anche quando vengono adottate condizioni estreme (imballaggi contaminati con agenti di alterazione; conservazione a T ambiente; microlesioni superficiali dei prodotti)
- Incrementare la sicurezza dei prodotti

Vantaggi

- Riduzione delle tossinfezioni veicolate da frutta e verdura
- Maggiore soddisfazione del consumatore
- Riduzione dei costi per la refrigerazione (sostanze usate sono più attive a T ambiente)
- Incremento della shelf-life e riduzione degli scarti
- Maggiore sostenibilità del processo

Gruppo di Microbiologia degli Alimenti
Campus di Scienze degli Alimenti, Università di

Grazie per l’attenzione