

Antonio Piga <sup>(1)</sup> - Mario Agabbio <sup>(2)</sup> - Salvatore D'Aquino <sup>(1)</sup>  
Giuseppe Rosas <sup>(1)</sup> - Marco Careddu <sup>(3)</sup>

*(1) Istituto per la fisiologia della maturazione e della conservazione del frutto delle specie arboree mediterranee, CNR - Sassari*

*(2) Dipartimento di scienze ambientali e di biotecnologie agroalimentari, Università degli studi - Sassari*

*(3) Collaboratore volontario*

# **VARIAZIONI DELLA QUALITÀ DI FRUTTI DI MANDARINO FREMONT FRIGOCONSERVATI IN CONFEZIONI CON FILM PLASTICO**

# VARIAZIONI DELLA QUALITÀ DI FRUTTI DI MANDARINO FREMONT FRIGOCONSERVATI IN CONFEZIONI CON FILM PLASTICO

Antonio Piga <sup>(1)</sup> - Mario Agabbio <sup>(2)</sup> - Salvatore D'Aquino <sup>(1)</sup>  
Giuseppe Rosas <sup>(1)</sup> - Marco Careddu <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> *Istituto per la fisiologia della maturazione e della conservazione del frutto delle specie arboree mediterranee, CNR - Sassari*

<sup>(2)</sup> *Dipartimento di scienze ambientali e di biotecnologie agroalimentari, Università degli studi - Sassari*

<sup>(3)</sup> *Collaboratore volontario*

**Riassunto.** Frutti di mandarino Fremont sono stati suddivisi a caso in due gruppi, uno dei quali è stato confezionato con un film plastico. Prima del confezionamento la metà dei frutti di ogni gruppo era stato immerso in una sospensione acquosa contenente 1.000 ppm di imazalil (IMZ). I frutti sono stati frigoconservati a 6 e 12 °C e 95% di umidità relativa (U.R.) per 3 e 6 settimane, più una settimana di shelf-life (SL) a 20 °C e 70% di U.R.

I frutti confezionati hanno subito una perdita di peso significativamente minore sia dopo la conservazione refrigerata, sia dopo la SL rispetto ai frutti del controllo.

La combinazione film + IMZ ha dato i migliori risultati nel mantenimento dell'aspetto esteriore dei frutti in quanto ha ostacolato il loro raggrinzimento, prevenuto i danni da freddo e ridotto i marciumi.

Al contrario, però, specialmente a carico dei frutti tenuti a 12 °C e in seguito alla SL, il film plastico ha stimolato l'insorgenza dei marciumi, la presenza dei quali ha favorito la comparsa di sapori sgradevoli nei frutti. I parametri chimici sono stati influenzati quasi sempre lievemente dalle variabili sperimentali.

Le nostre esperienze indicano che, sebbene i migliori risultati si siano ottenuti nei frutti frigoconservati a 6 gradi a carico della combinazione film + IMZ, è possibile mantenere una buona qualità dei frutti alla fine di un periodo di frigoconservazione di 3 settimane a 12 °C e relativa SL, ottenendo pertanto un evidente risparmio energetico. È, comunque, possibile estendere la refrigerazione a 12 °C per 6 settimane, ma la durata della SL si riduce ad un paio di giorni.

**Parole chiave:** danni da freddo, film plastico, fungicida, perdita di peso, raggrinzimento, refrigerazione.

## QUALITY CHANGES IN FILM-PACKAGED FREMONT MANDARINS AFTER COLD STORAGE

**Abstract.** An attempt to reduce shrivelling caused by transpiration of the peel, mould invasion and to maintain quality parameters of Fremont mandarins with film packaging and imazalil (IMZ) application was carried out. Fruits were harvested during the first ten days of January and randomly divided in two plots, one of which was equally distributed in cardboard trays, 8 fruits per tray, which were then film-packaged with a heat-shrinkable 19 µm tick polyolefinic film using a Minipack - R.A.S.-FM/75 wrapping machine. Prior to packaging half of each fruit plot was dipped in a 1000 water suspension of imazalil, and then allowed to dry at ambient temperature. Fruits were cold stored at 6, 12 °C and 95% relative humidity (RH) for 3 and 6 weeks plus 1 week of simulated shelf-life conditions (SL) at 20 °C and 70% RH following each cold storage period.

After either cold storage or SL periods fruits were inspected for weight loss and decay as percent and for chilling injury symptoms (pitting). A visual overall appearance of 60 undamaged fruit was also carried out by a panel test of 5 trained technicians rating on a scale of 1 to 5 with 3 as the limit of marketability. Chemical analyses of the juice were performed by selecting at random three replicates of 20 fruit after harvest, 3 and 6 weeks of cold storage, and after SL and were as follows: pH; titratable acidity (as % of citric acid); total soluble solids content (TSS) as °Brix and vitamin C content (as mg/100 ml).

Film-packaged fruit had a significantly lower weight loss than unpackaged fruit both after cold storage and SL periods, as a consequence of the very low permeability to water vapor resulting in a drastic reduction in transpiration rate of the fruit. In fact, weight loss of packaged fruit ranged from 1 to 2.5% versus 6 to 16% of unpackaged fruit. Matching film packaging and IMZ application resulted the best in maintaining the wholesome appearance of the fruit until the SL following

the cold storage at 6 °C, as IMZ prevented decay and film packaging shrivelling of the fruit peel. Reduced water loss and IMZ can account for lowering chilling injury symptoms. On the contrary, film-packaged fruit alone showed a high incidence of decay, especially at 12 °C, reaching the 80% threshold after the SL following 6 weeks of cold storage. Moreover, mould invading trays imparted off-flavour to healthy fruits probably owing to an enhanced production of ethylene, carbon dioxide and other volatiles of the anaerobic pathway (acetaldehyde, ethanol). Storage temperature and treatments had slight effects on internal quality parameters, if the TSS and vitamin C contents are excepted, being the latter lowered both by pac-

kaging and 12 °C storage regime.

In conclusion, the combination film packaging-IMZ treatment enabled us to maintain an acceptable quality of Fremont mandarins until a week of SL following 6 weeks of cold storage at 6 °C, even if half of the latter time of storage is gained with 12 °C refrigeration temperature, with an undoubted refrigeration energy saving. Moreover, storage at 12 °C of fruits can be extended up to 6 weeks, but SL duration is than limited to a couple of days.

**Key words:** chilling injury, cold storage, fungicide, plastic film, shrivelling, weight loss.

## 1. Introduzione

I frutti di mandarino sono caratterizzati da una elevata deperibilità dopo la raccolta, in quanto subiscono un vistoso raggrinzimento dell'epicarpo in seguito ad una cospicua perdita d'acqua per traspirazione, sono estremamente sensibili ai marciumi causati da funghi del genere *Penicillium* e perdono molto velocemente le caratteristiche organolettiche originarie (Grierson *et al.*, 1965; Akamine, 1967; Hatton, 1980; Agar e Kaska, 1995). Comunque, è possibile rallentare la senescenza e limitare le perdite di prodotto con una adeguata conservazione refrigerata abbinata a tecnologie complementari. La temperatura di conservazione consigliata per il contenimento dei marciumi dei mandarini e mandarino-simili è di 4 °C, ma quest'ultima può provocare l'insorgenza di fisiopatie da raffreddamento (Kader, 1992). Un valido compromesso può essere raggiunto abbinando a temperature di frigoconservazione leggermente superiori a quelle consigliate, l'impiego di fungicidi di sintesi come il tiabendazolo o l'imazalil.

L'esigenza di ridurre il raggrinzimento dell'epicarpo dovuto alla perdita d'acqua può essere facilmente soddisfatta dall'utilizzo di confezionamenti con pellicole di film plastico, i quali oltre a fungere da barriera per il vapor acqueo, riducono le dermatosi da freddo, come si è visto in frutti di pompelmo (Purvis, 1995), limone (Sozzi *et al.*, 1983) e altre specie (Wang, 1993). In particolare, i film di natura poliolefinica sono caratterizzati da una modesta permeabilità all'acqua, mentre si lasciano fa-

cilmente attraversare dall'O<sub>2</sub> e dalla CO<sub>2</sub>, evitando in tal modo la formazione intorno ai frutti di un'atmosfera sfavorevole, che può innescare un metabolismo di tipo anaerobico con conseguente accumulo di sostanze che conferiscono odore e sapore sgradevoli al frutto (Kader *et al.*, 1986; Kester e Fennema, 1986). L'effetto barriera al vapor acqueo può comunque, creando un ambiente saturo di umidità all'interno del confezionamento, favorire lo sviluppo degli agenti microbici.

In seguito a queste considerazioni, il presente studio si propone di verificare l'efficacia del confezionamento con un film plastico e del trattamento con un fungicida postraccolta sul comportamento in frigoconservazione a 6 e 12 °C, quest'ultima temperatura interessante dal punto di vista del risparmio energetico, dei frutti di mandarino simile Fremont. Questo, ottenuto da un incrocio clementine × ponkan, matura nella prima decade di gennaio e presenta buone caratteristiche organolettiche, presenza di pochi semi e pezzatura media, che lo rendono pertanto interessante, se adeguatamente conservato, per la copertura di un periodo di mercato di non concorrenzialità con i frutti di clementine.

## 2. Materiale e metodi

Frutti di Fremont sono stati raccolti nella prima decade di gennaio del 1995 da 12 piante innestate su arancio amaro dell'azienda sperimentale del CNR sita in agro di Oristano (loc. Palloni).

A 24 ore dalla raccolta i frutti sono

stati selezionati per eliminare quelli che presentavano difetti o danni e disomogeneità di dimensione, suddivisi a caso in due gruppi, uno dei quali veniva trattato per immersione con una sospensione acquosa di IMZ alla concentrazione di 1.000 ppm. La metà di ogni gruppo veniva in seguito posto in contenitori di cartone, 8 frutti per contenitore, e confezionato con un film plastico poliolefinico termoretraibile (MD di 19 µm di spessore fornito dalla Grace Italiana-Cryovac Division). Le caratteristiche di permeabilità del film all'H<sub>2</sub>O, all'O<sub>2</sub> e alla CO<sub>2</sub> sono rispettivamente: 15 g/24 h·m<sup>2</sup>, 5.900 cc/24 h·m<sup>2</sup> e 15.000 cc/24 h·m<sup>2</sup> (dati forniti dal costruttore). I frutti sono stati quindi frigoconservati a 6 e 12 °C e 95% di umidità relativa (U.R.) per 3 e 6 settimane, a cui seguiva una settimana di condizioni simulate di SL a 20 °C e 70% di U.R.. Per ogni periodo sono stati utilizzati 300 frutti, suddivisi in tre repliche, per tesi. Alla raccolta e al termine dei succitati periodi venivano determinati i principali parametri qualitativi dei frutti [pH, acidità titolabile (in % di acido citrico), contenuto in solidi solubili totali (SST) in °Brix e contenuto in vitamina C (in mg/100 ml di succo)], il calo peso e l'incidenza percentuale dei marciumi, e il danno da freddo (numero indice) ottenuto come media ponderata utilizzando una scala da 1 a 3 in base all'entità della fisiopatia (1 = danno lieve; 2 = danno medio; 3 = danno grave) come riportato da McCornack (1976). Un «panel test» di 5 persone ha valutato soggettivamente l'aspetto esterno dei frutti non affetti da alterazioni microbiche utilizzando una scala di

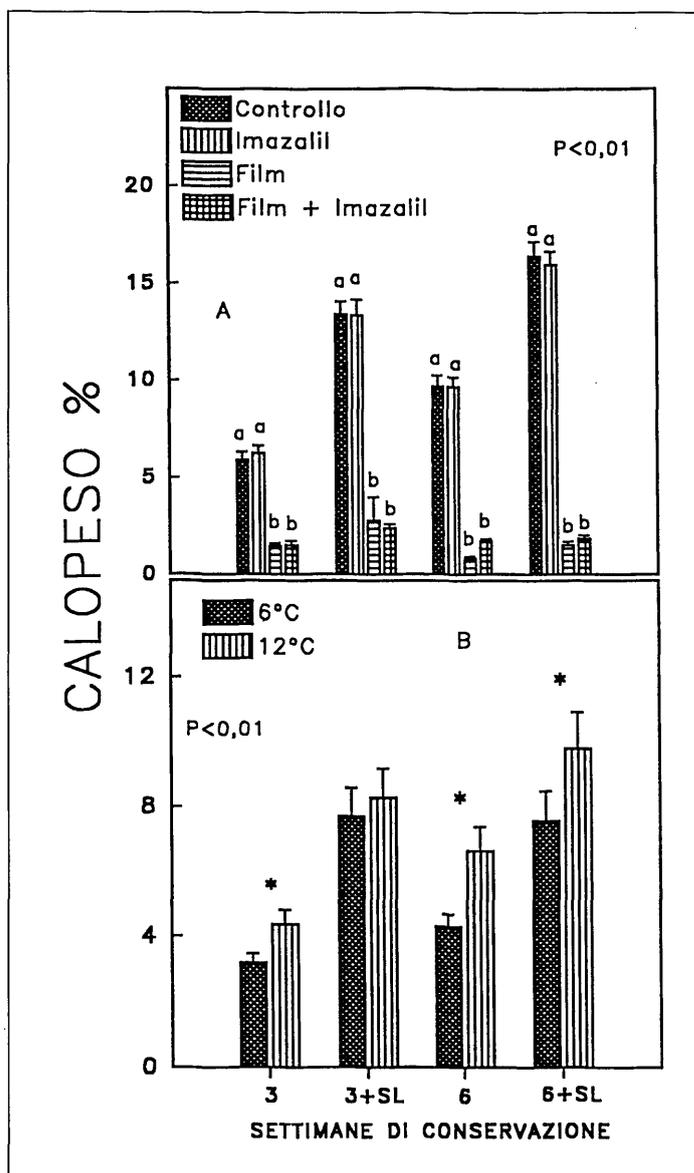


Fig. 1 - Influenza dei trattamenti (A) e delle temperature di conservazione (B) sulla percentuale di calo peso dei mandarini Fremont durante la conservazione refrigerata e le successive condizioni di shelf-life. I dati rappresentano la media di 60 repliche + l'E.S. (barre verticali). A lettere diverse corrispondono medie significativamente differenti per  $P \leq 0,01$  nell'ambito dello stesso periodo. (\*) Differenze significative per  $P \leq 0,01$  nello stesso periodo.

Fig. 1 - Percentage of weight loss in Fremont mandarin fruits as influenced by treatments (A) and storage temperatures (B) during cold storage and shelf-life conditions. Data are average of 60 replicates + SE (vertical bars). Means followed by the same letters within each period are not significantly different at  $P \leq 0.01$ . (\*) Significantly different at  $P \leq 0.01$  within each period.

valori crescenti da 1 a 5, con 1 = frutto molto vecchio, 3 = limite di commerciabilità e 5 = frutto fresco, appena raccolto.

I dati, ordinati secondo un fattoriale  $4 \times 2$  completamente randomizzato, dove il primo fattore è costituito dai trattamenti e il secondo dalle temperature di conservazione, sono stati analizzati statisticamente e le

medie separate mediante il test di Duncan per  $P \leq 0,05$  e  $P \leq 0,01$ .

### 3. Risultati e discussione

Si è osservata una perdita di peso significativamente minore nei frutti confezionati con il film plastico, ed un generale aumento alla fine di ogni

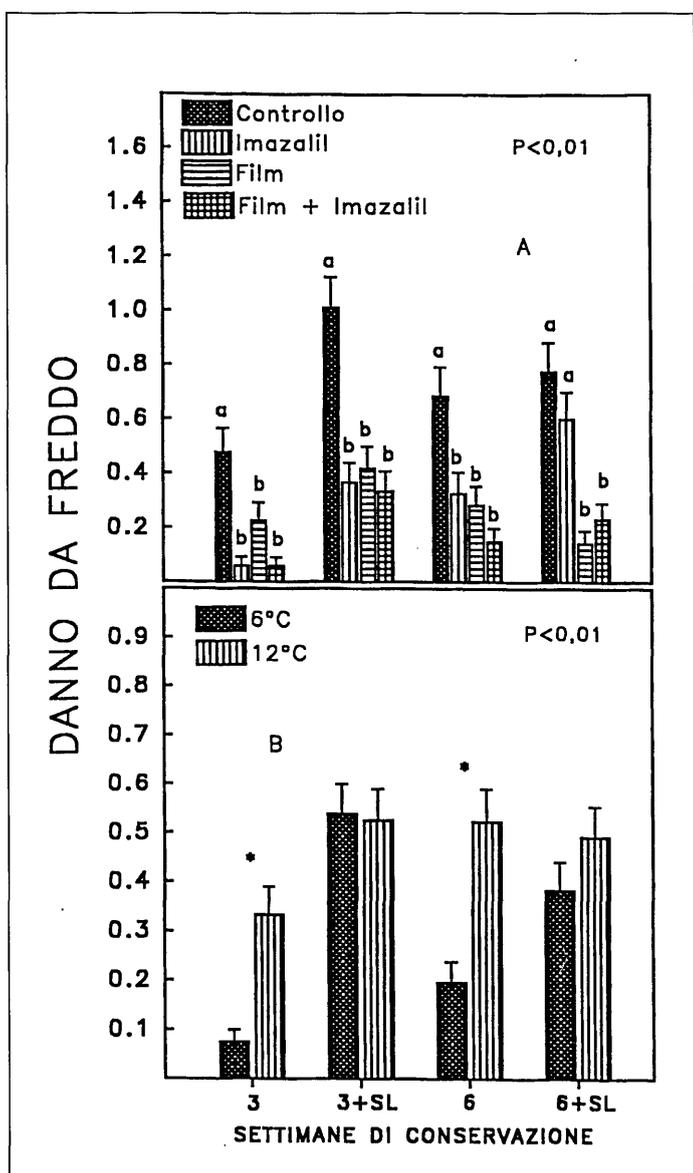


Fig. 2 - Effetto dei trattamenti (A) e delle temperature di conservazione (B) sull'indice del danno da freddo dei mandarini Fremont durante la conservazione refrigerata e le successive condizioni di shelf-life. Le barre verticali rappresentano l'E.S. A lettere diverse corrispondono medie significativamente differenti per  $P \leq 0,01$  all'interno di ciascun periodo. (\*) Differenze significative per  $P \leq 0,01$  nello stesso periodo.

Fig. 2 - Effect of treatments (A) and storage temperatures (B) on chilling injury index in Fremont mandarin fruits during cold storage and shelf-life conditions. Vertical bars represent SE of the mean. Means followed by the same letters within each period are not significantly different at  $P \leq 0.01$ . (\*) Significantly different at  $P \leq 0.01$  within each period.

SL in tutte le tesi, rispetto al precedente periodo di frigoconservazione, per un incremento di traspirazione dovuto alla maggiore temperatura (fig. 1A). Tale dato viene confermato nella figura 1B dove, se si fa eccezione per la SL successiva a 3 settimane di frigoconservazione, si notano perdite di peso significativamente minori nei frutti conservati a 6 °C. I

frutti confezionati hanno fatto registrare una perdita di peso massima inferiore al 2,5%, contro il 16% di quelli non confezionati. Non si sono notate differenze di perdite di peso significative nell'ambito sia dei frutti delle tesi confezionate, sia di quelle non confezionate.

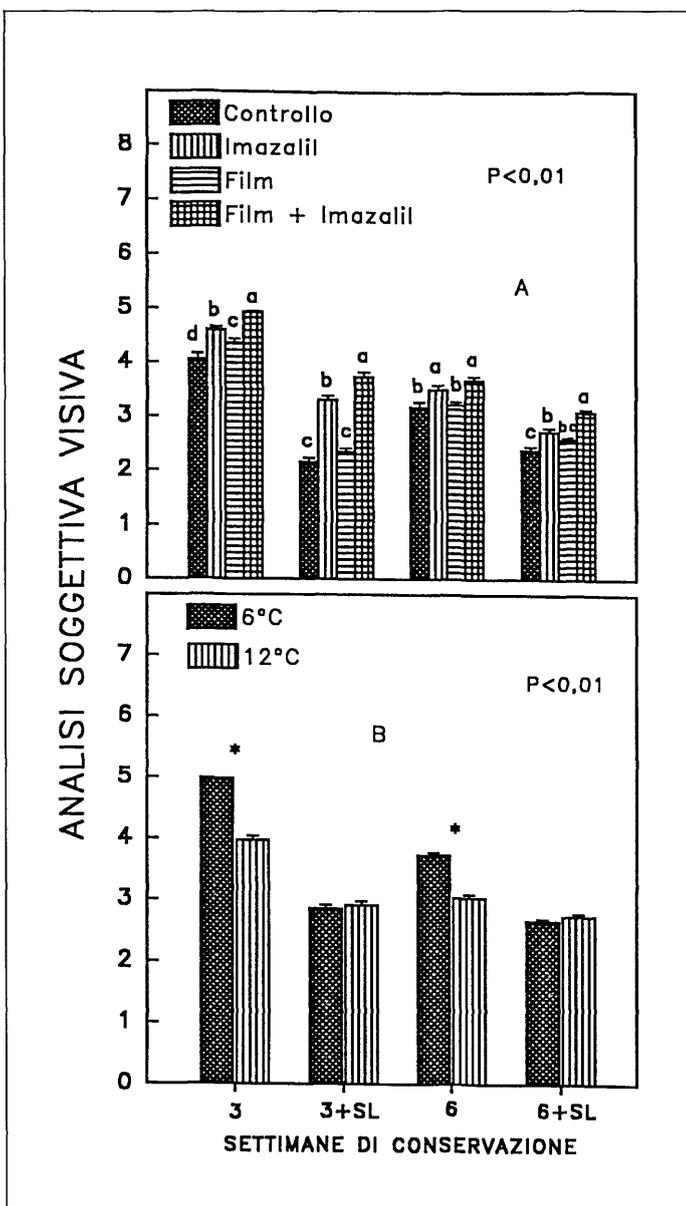
L'incidenza del danno da freddo (fig. 2A) è stata drasticamente diminuita dall'uso del film, dell'IMZ, e dalla loro combinazione, rispetto ai frutti del testimone, sino a 6 settimane di frigoconservazione. Alla fine della prova, invece, una significativa riduzione delle fisiopatie si rilevava solo nelle tesi con il film plastico rispetto a quelle non confezionate. L'uso dei film plastici potrebbe ridurre i danni da freddo attraverso la diminuzione della perdita d'acqua per traspirazione (Wang, 1993). Precedenti esperienze hanno mostrato gli effetti benefici sia del confezionamento nel ridurre il calo peso e i danni da freddo in cetrioli (Adamicki, 1984), albicocche (Iwata e Yoshida, 1979), pompelmo e limone (Ben-Yehoshua, 1978; Ben-Yehoshua *et al.*, 1981), sia dell'IMZ, che si è rivelato efficace nella diminuzione delle fisiopatie da raffreddamento (pitting) su frutti di pompelmo (McDonald *et al.*, 1991). Contrariamente alle attese, al termine di ciascuno dei periodi di frigoconservazione, si è avuto un'indice del danno da freddo significativamente più alto nei frutti conservati a 12 °C (fig. 2B). Tale risultato è da analizzare considerando due fattori cronologicamente distinti:

1) i frutti hanno subito un'esposizione prolungata prima della raccolta a temperature prossime a 0 °C;

2) i frutti frigoconservati a 12 °C hanno perso peso in misura significativamente più elevata rispetto ai frutti tenuti a 6 °C alla fine dei periodi di frigoconservazione (fig. 1B).

Ne consegue che, sebbene il danno fosse sicuramente presente in tutti i frutti, anche se al momento del trasferimento in cella frigorifera non erano ancora visibili, nei frutti tenuti a 12 °C si è avuto un anticipo della sua manifestazione, probabilmente a causa della maggiore perdita d'acqua dall'epicarpo durante la frigoconser-

Fig. 3 - Valutazione dell'aspetto esterno dei frutti dei mandarini Fremont in seguito ai trattamenti (A) e alle temperature di conservazione (B) durante la conservazione refrigerata e le successive condizioni di shelf-life. Le barre verticali rappresentano l'E.S. A lettere diverse corrispondono medie significativamente differenti per  $P \leq 0,01$  all'interno di ciascun periodo. (\*) Differenze significative per  $P \leq 0,01$  nello stesso periodo. Fig. 3 - Visual overall appearance of Fremont mandarin fruits during cold storage and shelf-life conditions as affected by treatments (A) and storage temperatures (B). Vertical bars represent SE of the mean. Means followed by the same letters within each period are not significantly different at  $P \leq 0.01$ . (\*) Significantly different at  $P \leq 0.01$  within each period.



vazione, rispetto ai frutti tenuti a 6 °C. Infatti, a fine shelf-life anche nei frutti tenuti a 6 °C l'incidenza del danno da freddo raggiungeva valori simili rispetto a quelli dei frutti frigoconservati a 12 °C.

L'aspetto estetico dei frutti è stato giudicato significativamente migliore rispetto alle altre tesi nei frutti della tesi confezionata e trattata con IMZ, tranne che al termine della SL successiva a 3 settimane di frigoconservazione (fig. 3A). Contrariamente a quanto poteva attendersi, l'uso del confezionamento non ha favorito il rallentamento della senescenza dei frutti; la presenza all'interno dei sacchetti di frutti invasi dai penicilli ha sicuramente contribuito ad una rapi-

da e marcata degradazione dei frutti. Diversi studi hanno infatti dimostrato che frutti infetti dal *Penicillium digitatum* producono anormali quantità di etilene, anidride carbonica e volatili propri del metabolismo fermentativo (acetaldeide, etanolo, metanolo, acetone), che contribuiscono attivamente nel decadimento precoce dei frutti (Schiffmann-Nadel, 1977; Achilea *et al.*, 1985; Pesis e Marinansky, 1990). Alla fine di ogni SL il giudizio sull'aspetto esterno era inferiore rispetto ai precedenti periodi di frigoconservazione, con una diminuzione brusca dopo la SL successiva a 3 settimane di conservazione refrigerata a carico dei frutti del testimone e di quelli confezionati (fig.

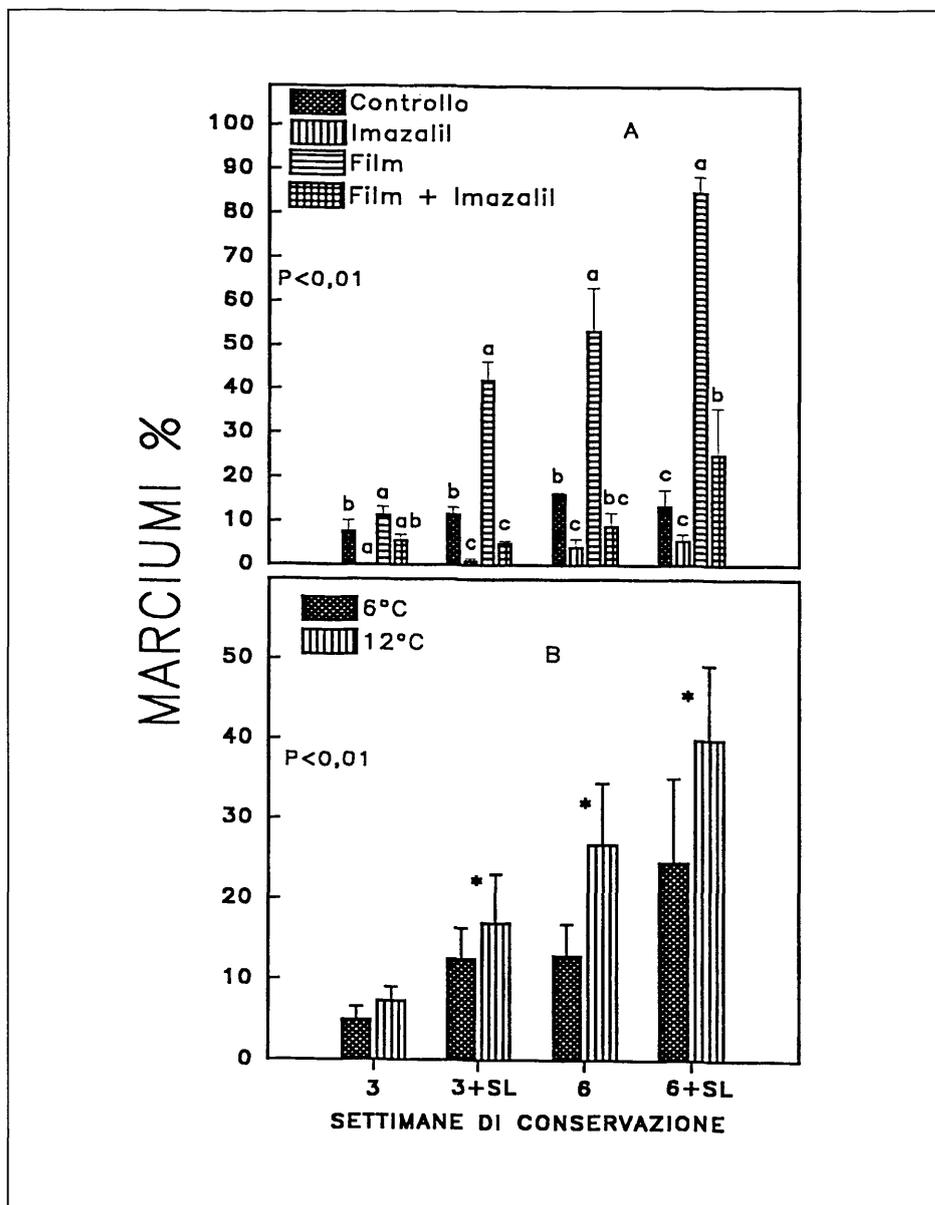


Fig. 4 - Influenza dei trattamenti (A) e delle temperature di conservazione (B) sulla percentuale dei marciumi dei mandarini Fremont durante la conservazione refrigerata e le successive condizioni di shelf-life. Le barre verticali rappresentano l'E.S. A lettere diverse corrispondono medie significativamente differenti per  $P \leq 0,01$  all'interno di ciascun periodo. (\*) Differenze significative per  $P \leq 0,01$  nello stesso periodo.

Fig. 4 - Percentage of decay in Fremont mandarin fruits as influenced by treatments (A) and storage temperatures (B) during cold storage and shelf-life conditions. Vertical bars represent SE of the mean. Means followed by the same letters within each period are not significantly different at  $P \leq 0.01$ . (\*) Significantly different at  $P \leq 0.01$  within each period.

3A). È da rimarcare il fatto che, alla fine della prova, solamente i frutti confezionati e trattati con il fungicida avevano ottenuto un punteggio medio di commerciabilità. Alla fine di ogni periodo di frigoconservazione i frutti tenuti a 6 °C erano stati valutati con un punteggio significativamente superiore rispetto a quelli tenuti a 12 °C, mentre alla fine delle rispettive SL le differenze erano minime (fig. 3B).

L'IMZ ha ridotto drasticamente la percentuale dei marciumi (fig. 4A), mentre in generale, l'uso del solo film plastico ha fatto registrare un'altissima incidenza di attacchi microbici, con perdite superiori all'80% alla fine dell'esperimento, a causa dell'elevata U.R. che si veniva a creare all'interno del confezionamento. Il miglior controllo dei patogeni si è rilevato nei frutti della tesi non confezionata e trattata con

l'IMZ, anche se solamente a fine prova si sono verificate differenze significative rispetto alla corrispondente tesi confezionata (fig. 4A). Come ci si attendeva, la conservazione a 6 °C ha ridotto i marciumi rispetto a quella a 12 °C (fig. 4B).

Le analisi chimiche (tab. 1) hanno in generale evidenziato un contenuto significativamente minore di vitamina C e di acidità nei frutti confezionati, mentre il pH risultava solitamente, anche se non sempre significativamente, superiore nei frutti all'interno del film plastico. Il contenuto in vitamina C nei frutti tenuti a 12 °C è risultato sempre inferiore, con differenze significative al termine dei periodi di frigoconservazione. La quantità dei SST è risultata sempre lievemente superiore nei frutti tenuti a 12 °C, probabilmente a causa di una più elevata concentrazione del succo per la maggiore perdita di acqua dei frutti.

Una prova di assaggio di tipo informale ha rivelato che nei frutti confezionati e non trattati con l'IMZ erano presenti sapori sgradevoli dovuti sicuramente all'accumulo di composti volatili nel succo, mentre tra le altre tesi non vi erano differenze dei parametri organolettici degne di nota.

#### 4. Conclusioni

L'analisi dei dati sperimentali ha messo in evidenza che il film plastico utilizzato ha consentito una riduzione consistente della perdita di peso e dei danni da freddo nei mandarini Fremont, ma a causa dell'effetto barriera nei confronti del vapore acqueo ha causato notevoli perdite per invasione fungina dei frutti. L'atmosfera sfavorevole che si creava all'interno dei confezionamenti ha avuto inoltre effetti negativi sul mantenimento dell'aspetto esterno dei frutti. Invece, nei frutti trattati con l'IMZ e successivamente confezionati, anche se in valore assoluto la percentuale dei marciumi era più alta rispetto ai frutti non confezionati, si è avuto un abbinamento degli effetti benefici sia del film plastico, sia del fungicida. Quest'ultima combinazione ha

Tab. 1 - Effetto dei trattamenti e delle temperature di frigoconservazione sui parametri chimici (pH, acidità titolabile, SST e vitamina C), in mandarini Fremont al termine dei periodi di conservazione e di shelf-life

Tab. 1 - Effect of treatments and storage temperatures on chemical parameters (pH, titratable acidity, TSS and vitamin C) on Fremont mandarins after cold storage and shelf-life periods

Tesi	pH	SST (°Brix)	Acidità (%)	Vitamina C (mg/100 ml)	pH	SST (°Brix)	Acidità (%)	Vitamina C (mg/100 ml)
	3,51	Raccolta 12,95   1,10		38,90				
		3 settimane				3 settimane + SL		
<i>Trattamenti</i>								
CNT <sup>x</sup>	4,11ab <sup>(1)</sup>	10,62a	0,70a	29,16a	3,99a	10,65a	0,75a	30,47a
IMZ <sup>y</sup>	4,06b	10,27a	0,74a	28,88a	3,69a	10,20a	0,70b	30,56a
FILM <sup>w</sup>	4,09ab	10,45a	0,64b	30,29a	4,12a	10,12a	0,62c	28,85b
FILM + IMZ <sup>z</sup>	4,14a	9,99a	0,71a	29,70a	4,12a	9,95a	0,66bc	29,07b
<i>Temperature</i>								
6 °C	4,07b	10,23a	0,69a	30,93a	3,89a	10,10a	0,69a	30,01a
12 °C	4,13a	10,44a	0,70a	28,09b	4,07a	10,12a	0,68a	29,46a
Interazione	ns	ns	(**)	(*)	ns	ns	ns	(*)
		6 settimane				6 settimane + SL		
<i>Trattamenti</i>								
CNT	4,05ab	10,35a	0,68b	29,80a	4,18b	9,76a	0,52b	33,41a
IMZ	3,99a	10,10a	0,74a	29,86a	4,26ab	9,60a	0,52b	33,33a
FILM	4,21b	9,80a	0,59c	27,43b	4,19b	9,52a	0,57a	29,20b
FILM + IMZ	4,15b	9,98a	0,58c	26,85b	4,31a	9,69a	0,53b	29,27b
<i>Temperature</i>								
6 °C	4,06a	9,92a	0,66a	29,13a	4,18b	9,75a	0,56a	31,60a
12 °C	4,14a	10,19a	0,64a	27,84b	4,29a	9,89a	0,51a	31,01a
Interazione	ns	ns	(*)	ns	ns	ns	(**)	ns

<sup>x,y,w,z</sup> Frutti rispettivamente del controllo, trattati con Imazalil, confezionati con il film plastico e della combinazione film plastico + Imazalil.

<sup>(1)</sup> Le medie seguite da lettere diverse nell'ambito della stessa colonna e dello stesso periodo differiscono significativamente per P = 0,05.

ns = non significativo.

(\*) Significativo per P = 0,05.

(\*\*) Significativo per P = 0,01.

<sup>x,y,w,z</sup> Control, Imazalil-treated, film-packaged and Imazalil-treated + film-packaged fruit, respectively.

<sup>(1)</sup> Mean separation in columns for each period by Duncan's multiple range test at P = 0,05.

ns = non significant.

(\*) Significant at P = 0,05.

(\*\*) Significant at P = 0,01.

infatti consentito di rallentare il decadimento qualitativo dei frutti e di conservarli per 6 settimane a 12 °C, a condizione che si provvedesse ad una rapidissima vendita del prodotto in condizioni di SL, con un evidente risparmio energetico per la refrigerazione, anche se i frutti frigoconservati a 6 °C possono essere commercializzati nell'arco di una settimana dal trasferimento dalla cella dopo 6 settimane di conservazione refrigerata.

Questi rilievi pongono in evidenza che il fattore critico nel mantenimento della qualità dei frutti di mandarino è la permeabilità del film plastico al vapore acqueo che determina la perdita di peso per traspirazione e un aumento della percentuale di attacchi microbici, i quali vengono comunque efficacemente controllati dall'utilizzo del fungicida e delle basse temperature di frigoconservazione.

## BIBLIOGRAFIA

- ACHILEA O., CHALUTZ E., FUCHS Y., ROT I., 1985. *Ethylene biosynthesis and related physiological changes in Penicillium digitatum-infected grapefruit (Citrus paradisi)*. Phys. Plant Path., 26: 125-134.
- ADAMICKI F., 1984. *Effect of storage temperature and wrapping on the keeping quality of cucumber fruits*. Acta Hort., 156: 269-272.
- AGAR T., KASKA N., 1995. *Effect of different harvest dates and postharvest treatments on the storage quality of mandarins*. Postharvest Phy. and Tech. for Hort. Comm.: Recent Advances: 75-82.
- AKAMINE E.K., 1967. *Tangerine storage*. Hawaii Agr. Expt. Sta. Bul. 142: 15 pagg.
- BEN-YEHOSHUA S., 1978. *Delaying deterioration of individual citrus*

*fruits by seal-packaging in film of high density polyethylene*. I. General effects. Proc. Int. Soc. Citriculture: 110-115.

- BEN-YEHOSHUA S., KOBILER I., SHAPIRO B., 1981. *Effects of cooling versus seal-packaging with high-density polyethylene on keeping qualities of various citrus cultivars*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 536-540.
- GRIERSON W., BENNETT A.H., BOWMAN E.K., 1977. *Factors involved in storage of citrus fruit: a new evaluation*. Proc. Intern. Soc. Citric., 1: 227-231.
- HATTON T.T., 1980. *Storage requirements of the Nova, Page and Robinson citrus cultivars*. Proc. Fla. State Hort. Soc., 93: 309-310.
- KADER A.A., ZAGORY D., KERBEL E.K., 1989. *Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables*.

- CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 28: 1-30.
- KADER A.A., 1993. *Postharvest technology of horticultural crops*. Publication 3311. Second edition: 305 pagg.
- KESTER J.J., FENNEMA O.R., 1986. *Edible films and coatings: a review*. Food Technol., 40 (12): 47-59.
- IWATA T., YOSHIDA T., 1979. *Chilling injury in Japanese apricot (Prunus mume) fruits and preventive measures*. Stud. Inst. Hort., Kyoto Univ. 9: 135-140.
- MCCORNACK A.A., 1976. *Chilling injury of Marsh grapefruit as influenced by diphenyl pads*. Proc. Fla. Sta. Hort. Soc., 93: 309-310.
- MCDONALD R.E., MILLER W.R., MCCOLLUM T.G., BROWN E.G., 1991. *Thiabendazole and imazalil applied at 53C reduce chilling injury and decay of grapefruit*. HortScience, 26(4): 397-399.
- PESIS E., MARINANSKY R., 1990. *Volatile production induced by Penicillium digitatum in orange fruit and in culture*. J. Phytopathology, 128: 306-314.
- PURVIS A.C., 1985. *Relationship between chilling injury of grapefruit and moisture loss during storage: Amelioration by polyethylene shrink film*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110 (3): 385-388.
- SCHIFFMANN-NADEL M., 1977. *Chemical and physiological changes in citrus fruit during storage and their relation to fungal infection*. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1: 311-317.
- SOZZI A., TESTONI A., GRASSI M., LANZA G., 1983. *Conservazione dei limoni: confronto tra modalità di confezionamento a diverse temperature*. Nota I. Annali I.V.T.P.A: XIV: 29-39.
- WANG C.Y., 1993. *Chilling injury of horticultural crops*. C.Y. Wang (ed.), CRC Press, Boca Raton, Fla: 301 pagg.

\_\_\_\_\_

Gli autori hanno contribuito in egual misura alla presenta ricerca.

Lavoro presentato in parte alle III Giornate scientifiche SOI, Erice (TP) 10-14 marzo, 1996.

*Ringraziamenti.* Gli autori ringraziano vivamente il dr. L. Garavaglia (Grace Italiana - Cryovac Division - Passirana di Rho, Milano) per averci gentilmente fornito il film plastico termoretraibile.