

Influenza della temperatura sulle caratteristiche qualitative delle arance

G. Arras, A. Piga, F. Quadu, A. Ghibellini

VENGONO RIFERITI I RISULTATI RIGUARDANTI LA CONSERVABILITÀ DELLE ARANCE DELLE CV "WASHINGTON NAVEL" E "VALENCIA LATE", TENUTE A DIVERSI LIVELLI TERMICI (3, 6 e 14 °C), AL FINE DI STUDIARE L'ATTITUDINE ALLA FRIGOCONSERVAZIONE IN RELAZIONE AD ALCUNI PROCESSI METABOLICI E PATOLOGICI. I RISULTATI OTTENUTI EVIDENZIANO UNA PERCENTUALE SIGNIFICATIVAMENTE PIÙ ELEVATA DEI MARCIUMI E DELLE FISIOTERAPIE DA RAFFREDDAMENTO A CARICO DEI FRUTTI DELLA CV WASHINGTON.

1. INTRODUZIONE

Come è noto, la conservazione dei prodotti ortofrutticoli è particolarmente complessa a causa di numerosi fattori intrinseci ed estrinseci che influiscono sulla qualità dei prodotti e sui meccanismi biochimici che ne determinano la degradazione dopo la raccolta. Infatti, i vegetali sono soggetti ad una serie di processi fisiologici, che determinano un progressivo deterioramento qualitativo dei frutti, riducendone la resistenza agli agenti patogeni.

Con la frigoconservazione si rallentano i fenomeni dianzi riferiti. Tuttavia, la temperatura non può essere ridotta oltre un certo limite, in quanto i tessuti del frutto andrebbero incontro allo "stress da raffreddamento" con danni alla permeabilità delle membrane cellulari, perdita di elettroliti, squilibrio metabolico per le variate attività di alcuni processi enzimatici, accumulo di metaboliti tossici, che danneggiano la struttura e la funzionalità della cellula [9, 10, 14]. Il

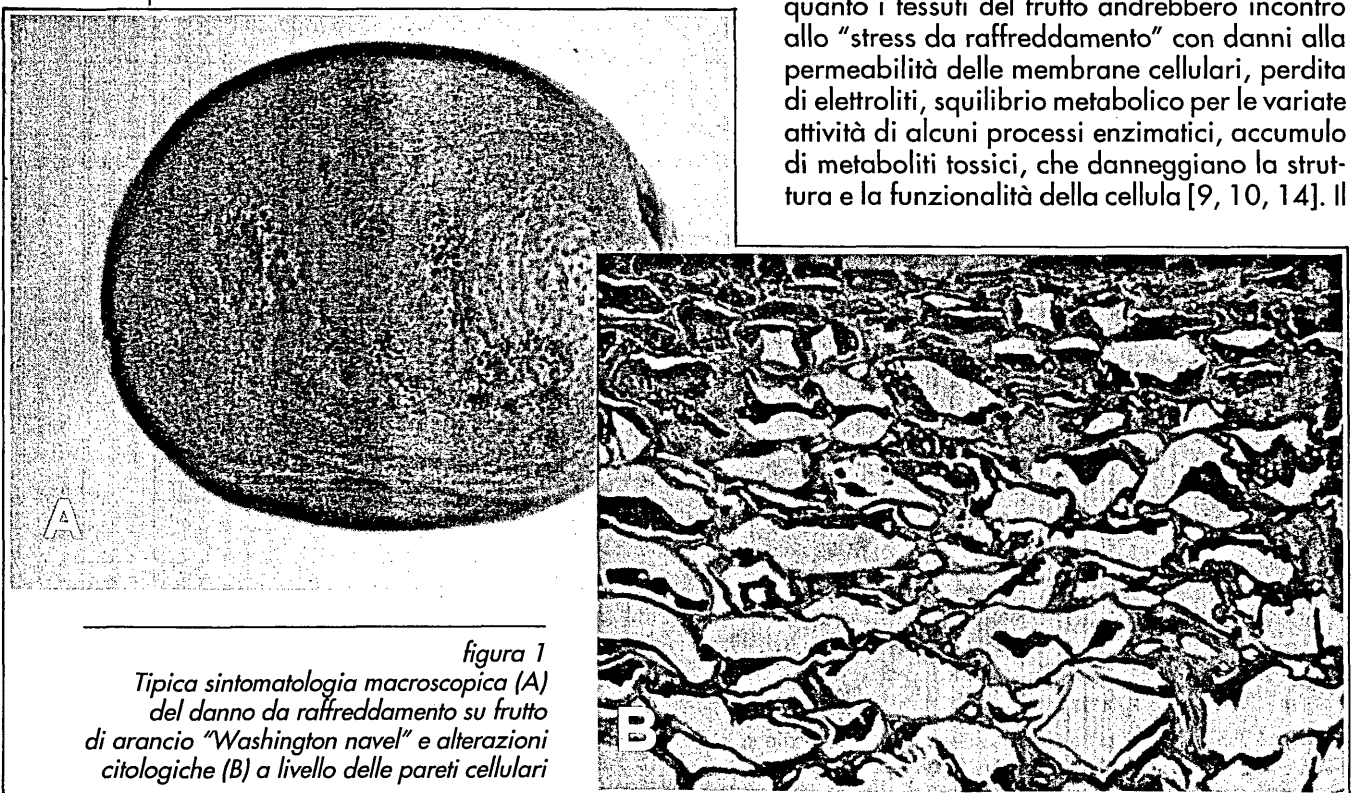


figura 1
Tipica sintomatologia macroscopica (A) del danno da raffreddamento su frutto di arancio "Washington navel" e alterazioni citologiche (B) a livello delle pareti cellulari

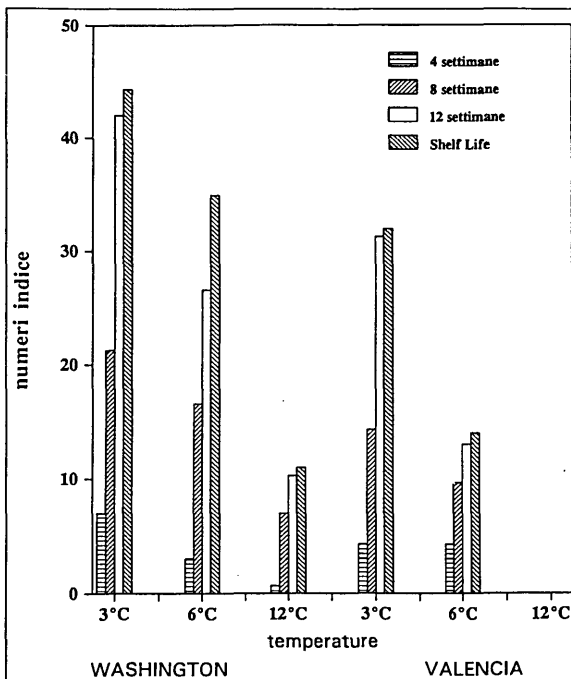


figura 2
Influenza della
temperatura, della
conservazione e
dello shelf-life sulle
fisiopatie da
raffreddamento

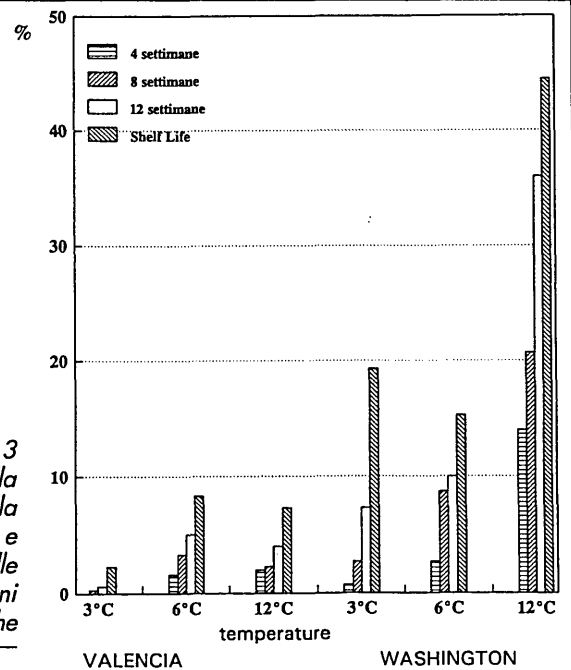


figura 3
Influenza della
temperatura, della
conservazione e
dello shelf-life sulle
alterazioni
micologiche

tabella I - Influenza delle condizioni di conservazione (I) e di shelf-life (II) rilevati sui frutti "Washington navel" e "Valencia late"

Variabili	Dermatosi (N.I.)		Marciumi (%)		Etanolo succo mg/100 ml		Acetaldeide		Etilene		Respirazione		Calo peso	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
VARIETÀ (A)														
Washington navel	11,2 a	30,1 a	8,7 a	26,3 a	16,5 a	140,3 a	0,29	1,1	0,12	1,34 a	5,7 a	22,4	16,2 a	25,8 a
Valencia late	6,4 b	15,3 b	1,6 b	5,2 b	11,5 b	109,3 b	0,26	0,9	0,03 b	0,5 b	14,1 b	22,9	14,9 b	23,4 b
Significatività	**	*	**	**	*	**	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	*	*
TEMPERATURE (B)														
2 gradi C	15,0 a	38,2 a	1,5 a	10,7 a	21,0 a	146,4 a	0,42 a	1,3 a	0,01 a	0,6 a	7,6 a	23,4 a	15,2 a	25,3
7 gradi C	9,2 b	24,5 b	4,4 b	11,4 b	10,2 b	166,9 b	0,23 b	1,1 a	0,05 b	0,7 a	9,5 b	24,1 a	14,9 a	23,8
15 gradi C	2,2 c	5,5 c	9,4 c	24,8 b	10,7 b	61,1 c	0,18 c	0,7 b	0,16 c	0,8 b	12,8 c	20,5 b	16,5 b	24,6
Significatività	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
Interazione		n.s.		**		**		*		**		*		n.s.
SETT. CONSERV. (C)														
0		0,0 a		0,0 a		6,7 a		0,21 a		0,00 a		9,6 a		0,00 a
4		3,2 b		3,6 b		5,9 a		0,19 a		0,04 a		8,9 a		16,3 b
8		11,5 c		6,4 c		13,1 b		0,27 b		0,07 a		9,4 a		20,9 c
12		20,5 d		10,5 d		30,3 c		0,42 c		0,13 b		11,9 b		23,0 c
Significatività		**		**		**		**		**		**		**
INTERAZIONI														
A x B		n.s.		**		**		**		n.s.		**		n.s.
A x C		**		**		**		**		n.s.		**		**
B x C		**		**		**		**		n.s.		**		**
A x B x C		n.s.		**		**		**		n.s.		**		**

A lettere diverse corrispondono valori statisticamente differenti.

** = Significatività per P = 0,01; * = Significatività per P = 0,05; n.s. = non significativo.

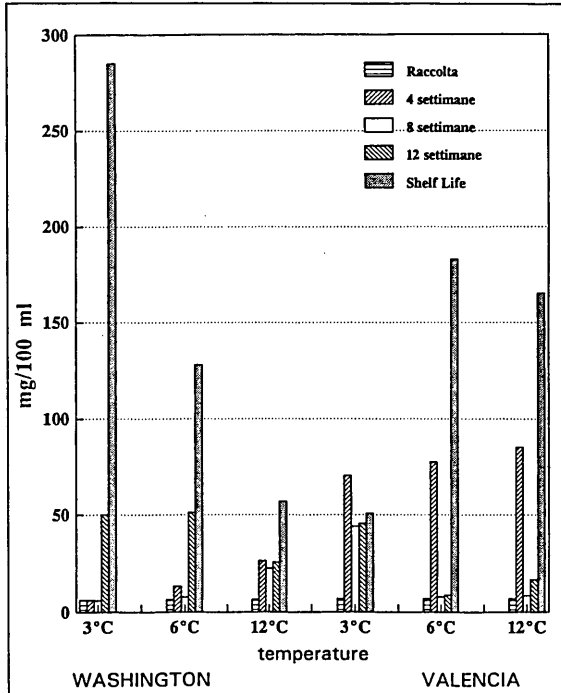


figura 4
Andamento della produzione di etanolo durante la conservazione e lo shelf-life a 3,6 e 12 °C

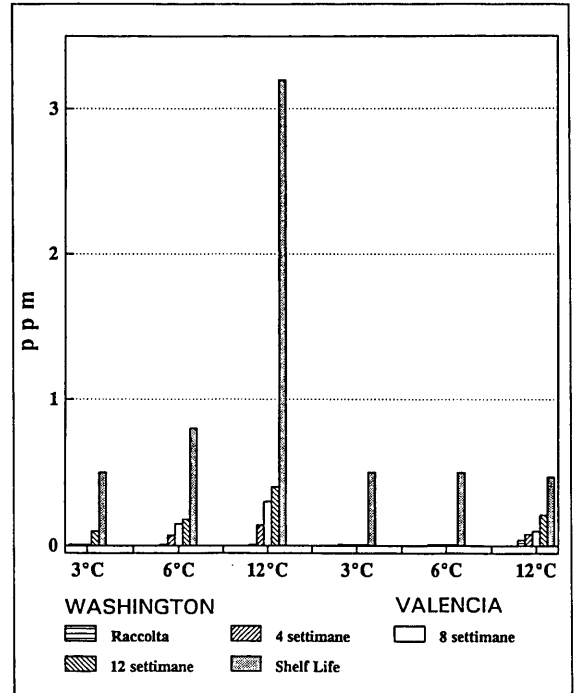


figura 5
Andamento della produzione di acetaldeide durante la conservazione e lo shelf-life a 3,6 e 12 °C

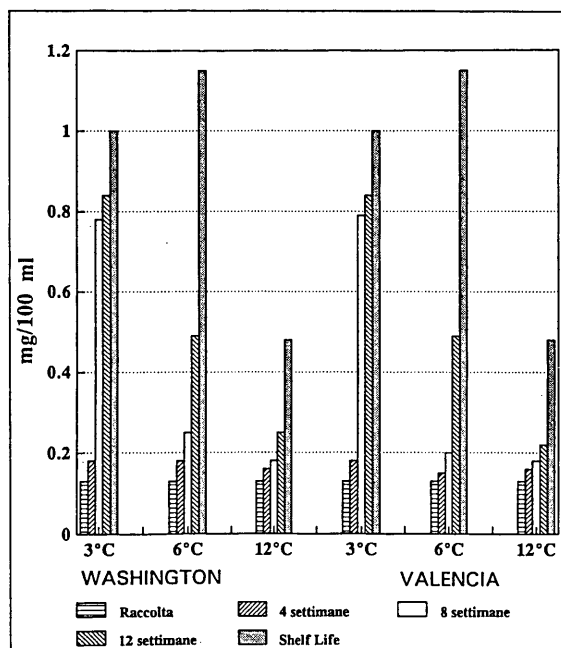


figura 6
Variazione del contenuto di etilene endogeno durante la conservazione e lo shelf-life a 3,6 e 12 °C

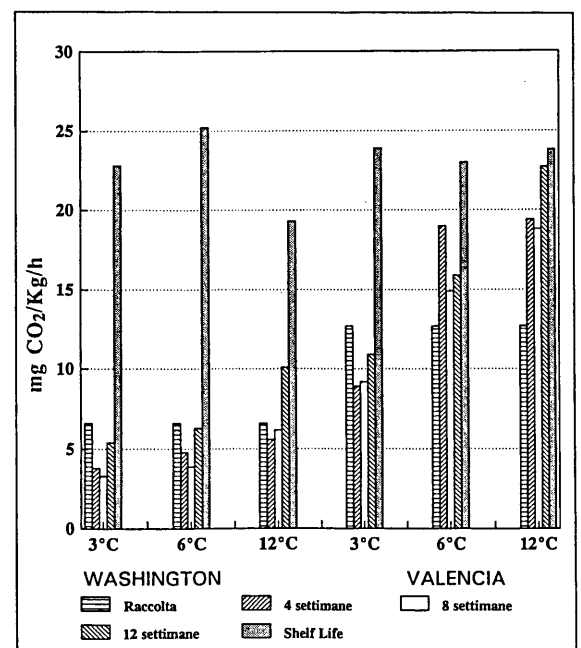


figura 7
Attività respiratoria in conservazione e shelf-life a 3, 6 e 12 °C

decadimento macroscopico del frutto è sinteticamente contraddistinto dall'insorgere delle alterazioni fisiologiche e microbiologiche, dalla perdita delle caratteristiche organolettiche quali il colore, il sapore, l'aroma, il turgore dei tessuti ecc.

I frutti di origine tropicale e sub-tropicale come gli agrumi sono più sensibili di altri frutti alle basse temperature e alla durata di conservazione. Nei frutti degli agrumi il limone e il pompelmo sono più suscettibili alle dermatosi (la temperatura ottimale di conservazione varia tra 10 e 14 °C) rispetto all'arancia e al mandarino (6-7 °C); una diversa suscettibilità a tali fisiopatie si riscontra anche tra le diverse cultivar di una stessa specie [2]. In questo contesto è necessario rilevare diversi parametri patologici e metabolici quali la presenza dell'etilene endogeno, la respirazione, il calo peso, la biosin-

tesi di etanolo, acetaldeide, etil-acetato e metanolo, nonché solidi totali solubili, acidità totale, acido ascorbico e pH nel succo, per capire come il livello termico influisca sulla conservabilità dei frutti. Infatti i parametri indicati costituiscono già da tempo dei markers di qualità [4, 6, 7, 13, 16] ed inoltre sono state trovate da alcuni autori delle correlazioni tra i suddetti metaboliti e l'insorgere delle alterazioni microbiologiche e fisiologiche [8, 15, 17].

D'altro canto, l'importanza di acquisire nuove conoscenze sui processi metabolici costituisce la premessa indispensabile per adeguare le tecnologie frigorifere alle esigenze di ciascuna specie e delle rispettive cultivar. Sulla base di tali considerazioni sono state studiate le variazioni di alcuni parametri fisiologici e biochimici, nonché l'incidenza delle alterazioni fisiologiche e micologiche su due cultivar di arancia

tabella II - Variazioni delle caratteristiche morfoqualitative dei frutti in relazione alla durata di conservazione, alla temperatura e allo shelf-life

Variabili	Solidi totali solubili %		Acidità totale %		Indice di maturazione		Acido ascorbico mg/100 ml		Succo pH		Succo %		Indice penetrometrico		Spessore buccia	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
CONSERVAZIONE																
VARIETÀ (A)																
Washington navel	11,3 a	11,9 a	0,79 a	0,49 a	14,5 a	24,9 a	58 a	47 a	3,58 a	4,02 a	43	38 a	5,3 a	6,6 a	6,4 a	6,3 a
Valencia late	10,0 b	10,4 b	0,92 b	0,81 b	10,9 a	14,1 b	52 b	57 b	3,32 b	3,74 b	44	42 b	4,4 b	4,6 b	5,3 b	4,7 b
Significatività	**	*	*	**	**	*	**	*	**	*	n.s.	*	*	*	**	**
TEMPERATURE (B)																
2 gradi C	10,7 a	11,3	0,87 a	0,66 a	12,6	18,9	54 a	48 a	3,44 a	3,85	43	40	4,9 a	4,9 a	5,9	5,4
7 gradi C	10,5 b	11,0	0,84 b	0,56 b	13,0	21,3	54 a	50 a	3,49 b	4,01	43	39	4,5 b	5,7 a	5,8	5,6
15 gradi C	10,7 a	11,2	0,88 a	0,73 c	13,5	18,3	57 b	59 b	3,41 a	3,79	44	41	5,0 a	6,2 b	5,9	5,5
Significatività	*	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	n.s.
Interazione		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
SETT. CONSERV. (C)																
0		10,0 a		0,94 a		10,7 a		55 a		3,38 a		41 a		4,4 a		6,6 a
4		10,6 b		0,88 b		12,1 b		56 a		3,46 b		44 b		4,8 b		5,7 b
8		10,9 c		0,83 c		13,7 c		53 b		3,43 b		44 b		4,8 b		5,7 b
12		11,1 c		0,79 d		14,4 d		56 a		3,52 c		44 b		6,3 c		5,3 c
Significatività		**		**		**		**		**		**		**		**
INTERAZIONI																
A x B		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		*		n.s.
A x C		**		**		**		**		**		n.s.		**		*
B x C		n.s.		**		**		**		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
A x B x C		n.s.		**		*		*		*		n.s.		n.s.		n.s.

A lettere diverse corrispondono valori statisticamente differenti.

** = Significatività per P = 0,01; * = Significatività per P = 0,05; n.s. = non significativo.

dolce (*Citrus sinensis* Osbeck), "Washington navel" e "Valencia late", in relazione a diversi livelli termici, per studiare la diversa attitudine alla frigoconservazione delle due varietà.

2. MATERIALE E METODO

I frutti delle due cv sono stati raccolti presso l'azienda sperimentale dell'Istituto di Coltivazioni Arboree sita in Agro di Oristano (Sardegna centro-occidentale) in condizioni ottimali di maturazione e conservati alle temperature di: 3 °C, per favorire l'insorgere delle alterazioni fisiologiche; 12 °C, per promuovere l'insorgenza delle malattie fungine; 6 °C, ritenuta ottimale per le due cultivar in esame.

Durante la frigoconservazione, durata 12 settimane, l'umidità relativa è stata mantenuta intorno al 90%. Successivamente le arance sono state poste per 3 settimane in shelf-life a 20 °C e 70% di U.R..

I controlli sono stati effettuati alla raccolta e di seguito con cadenza tetrasettimanale ed hanno interessato le più importanti alterazioni micologiche e fisiologiche. Queste sono state espresse mediante numeri indice [1, 11]. Su frutti sani sono stati verificati inoltre: respirazione, etilene endogeno, acetaldeide ed etanolo mediante gas-cromatografia con la tecnica dello spazio di testa [3, 5] ed i principali parametri morfo-qualitativi e chimici (calo peso, spessore buccia, percentuale in succo, pH, acidità, solidi solubili totali, indice di maturazione, acido ascorbico ed indice penetrometrico).

Per ogni tesi sono stati utilizzati 900 frutti, suddivisi in tre replicazioni per i controlli fitopatologici ed altrettanti per le analisi.

Inoltre sono stati allestiti alcuni preparati microscopici, per osservare le alterazioni fisiologiche a livello istologico (fig. 1).

Tutti i dati sono stati elaborati statisticamente.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Dall'esame dei risultati si evidenzia una diversa sensibilità dei frutti delle due cultivar alle alterazioni fisiologiche e micologiche. In particolare, il decadimento organolettico e sanitario dei frutti è stato accelerato da una diversa attività metabolica dopo l'ottava settimana di conservazione.

3.1. Alterazioni fisiologiche e micologiche

I frutti della cv "Washington navel" sono risultati significativamente più suscettibili rispetto a quelli della cv "Valencia late" sia alle fisiopatie da raffreddamento sia ai marciumi (figg. 2-3).

L'incidenza dei danni da freddo è risultata maggiore in entrambe le cv alle temperature più basse, mentre alla temperatura di 12 °C i frutti Valencia sono risultati indenni da tali alterazioni. Inoltre si può notare un'incidenza significativamente minore delle alterazioni da freddo a carico dei frutti Valencia conservati a 6 °C rispetto alle arance Washington.

La percentuale dei marciumi nelle Washington è stata significativamente più elevata nei frutti conservati ai livelli termici più alti, mentre nei frutti Valencia la temperatura ha influito in modo limitato. Infatti, come risulta dalla fig. n. 3, la percentuale di marciumi nelle arance Washington è significativamente più alta. Gli agenti patogeni riscontrati con più frequenza sono stati il *Penicillium italicum* Wehm, *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc., *Botrytis cinerea* Pers. e *Alternaria citri* Ell. et Pierce, mentre altri funghi sono stati trovati in misura trascurabile.

3.2. Modificazioni fisiologiche e biochimiche

Nelle arance Washington la produzione di etanolo è stata scarsamente influenzata dalle temperature, mentre è variata significativamente durante la conservazione ed in particolare a 3° e 6° C tra l'8ª e la 12ª settimana, contrariamente a quanto avvenuto sui frutti Valencia ove la produzione di etanolo è variata notevolmente in relazione alla temperatura, risultando elevata a 3 °C e ridotta a 6 °C (fig. 4). Il contenuto in acetaldeide è risultato significativamente maggiore tra l'8ª e la 12ª settimana alla temperatura di 3 °C in entrambe le cultivar (fig. 5). La produzione di etilene endogeno nelle arance Valencia è risultata nulla a 3° e 6 °C durante la conservazione, mentre a 12°C si è riscontrata una bassa concentrazione di tale metabolita. Nelle arance Washington si è invece avuta una notevole produzione di etilene nel periodo di shelf-life e limitatamente al livello termico di 12 °C (fig. 6). Infine, l'intensità respiratoria (fig. 7), pur risultando maggiore durante la conservazione sui frutti Valencia alle tre temperature rispetto alle arance Washington, tende a livellarsi durante lo shelf-life (tab. I).

3.3. Variazioni morfo-qualitative dei frutti

Sulle arance Valencia la temperatura ha influito in modo trascurabile sui parametri, ad eccezione che per il contenuto di vitamina C e dell'indice penetrometrico. Differenze significative si sono avute in relazione al tempo, specialmente per l'acidità totale, che è diminuita progressivamente con il tempo ed ha fatto registrare un contemporaneo incremento degli indici di maturazione (tab. II).

Risultati simili si sono verificati per i frutti Washington per quanto riguarda la durata di conservazione, mentre i differenti livelli termici hanno influito su quasi tutti i parametri ad eccezione di acidità totale, percentuale di succo e spessore della buccia.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il confronto tra le due cultivar ha evidenziato l'influenza delle tre temperature adottate ed in particolare una notevole resistenza della cv "Valencia late" nei confronti delle alterazioni fisiologiche e patologiche, a cui fa riscontro una bassissima produzione di etilene endogeno alle tre temperature adottate. Tale composto si è manifestato esclusivamente durante lo shelf-life. Al contrario nei frutti Washington l'etilene è presente ai tre livelli termici utilizzati. La presenza di etilene endogeno indica uno stadio di senescenza nei frutti [12] che, nei Washington conservati a 6 e 12 °C compare già dalla 4^a settimana. Tali considerazioni sono confermate dalla biosintesi dell'etanolo che, pur manifestandosi sui livelli fisiologici durante la conservazione, cresce enormemente durante lo shelf-life sulle due cultivar ed in particolare sui frutti Washington. In conclusione dall'esame dei dati si può evincere che, mentre per i frutti Valencia sarebbe sufficiente una temperatura di conservazione di 6 °C per 10-12 settimane, per i Washington tale temperatura permetterebbe un periodo di conservazione non superiore alle 6-8 settimane.

Si ringraziano i tecnici M. Delogu e Andrea Piras per la collaborazione prestata.

G. Arras, A. Piga, F. Quadu, A. Ghibellini, CNR
- Istituto per la Fisiologia della Maturazione e
della Conservazione delle Specie Arboree da
Frutto Mediterranee, Sassari

Bibliografia

- [1] Arras, G., Agabbio, M., Chessa, I., 1984 - Studi sui danni da raffreddamento dell'arancio "Valencia late" in relazione allo stadio di maturazione dei frutti e alle temperature di conservazione. Studi Saresani, 31, 15-22.
- [2] Schirra, M., Chessa, I., 1985 - Evoluzione di alcuni prodotti di metabolismo nei frutti di arancio "Tarocco" in rapporto alle condizioni di frigoconservazione. Riv. Ortoflor. Ital. 3, 203-211.
- [3] Davis, P.L., Chace, G. Jr., 1969 - Determination of alcohol in citrus juice by gas chromatographic analysis of headspace. HortScience, 4, 117-119.
- [4] Davis, P.L., 1970 - Relation of ethanol content of citrus fruit to maturity and to storage conditions. Proc. Fla. State Hort. Soc., 83, 294-298.
- [5] Davis, P.L., 1970 - A simple method to prevent loss of volatiles during headspace analysis. J. of Chromatogr. Sc., 8, 423-424.
- [6] Davis, P.L., 1971 - Further studies of ethanol and acetaldehyde in juice of citrus fruits during the growing season and during storage. Proc. Fla. State Hort. Soc., 84, 217-222.
- [7] Davis, P.L., Hofmann, R.C., 1973 - Effects of coating on weight loss and ethanol buildup in juice of oranges. J. Agr. Food Chem., 21, 455-457.
- [8] Davis, P.L., Hofmann, R.C., Hatton T.T. Jr., 1974 - Temperature and duration of storage on ethanol content of citrus fruits. Hort. Sci., 9, 376-377.
- [9] Lyons, J.M., 1973 - Chilling injury in plants. Ann. Rev. Plant Physiol., 24, 445-466.
- [10] Lyons, J.M., Breidenbach, R.W., 1979 - Strategies for altering chilling sensitivity as a limiting factor in crop production. Edited by Harry Mussel & Richard Staples, 180-186.
- [11] McCornack, A.A., 1976 - Chilling injury of "Marsh" grapefruit as influenced by diphenyl pads. Proc. Fla. State Hort. Soc., 89, 200-202.
- [12] Norman, S., Craft, C.C., 1968 - Effect of ethylene on production of volatiles by lemons. Hort. Sci., 3, 66-68.
- [13] Norman, S., Craft, C.C., Davis, P.L., 1968 - Volatiles from injured and uninjured Valencia oranges at different temperatures. J. Food Sci., 1, 238-242.
- [14] Pratella, G.C., 1978 - Le fisiopatie da raffreddamento degli ortofrutticoli refrigerati. Analisi e proposte d'inquadramento eziologico. Notiziario CRIOF, 8, 3, 1-1-32.
- [15] Schiffmann-Nadel, M., 1977 - Chemical and physiological changes in citrus fruit during storage and their relation to fungal infection. Proc. Int. Soc. Citricult., 1, 311-317.
- [16] Smagula, J.M., Bramlage, W.J., 1977 - Acetaldehyde accumulation: Is it a cause of physiological deterioration of fruits? Hort Sci., 12, 200-203.
- [17] Wang, C.Y., 1982 - Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. Hort. Sci., 17, 173-186.