



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E FORESTALI
Dottorato di Ricerca in Frutticoltura Mediterranea

**ASPETTI FISIologici E QUALITATIVI NEL PROCESSO
DI MATURAZIONE DI ALCUNE CULTIVAR DI
PESCO (*Prunus persica* L. Batsch) IN
POST-RACCOLTA ED IN IV GAMMA**

Settore scientifico disciplinare AGR03



TESI DI
DOTT. ALESSIO ALLEGRA

TUTOR
DOTT. VITTORIO FARINA

COORDINATORE DEL DOTTORATO
PROF. SSA M. A. GERMANÀ

CO-TUTOR
CHIAR.MO PROF. PAOLO INGLESE

CICLO XXIV – TRIENNIO ACCADEMICO 2011/2013

DOTTORATO



Indice

1.0	Abstract	pag.	2-3
2.0	Introduzione	pag.	4
2.1.0	Il processo di maturazione di pesche e nettarine sulla pianta	pag.	4-6
2.2.0	Fisiologia e problematiche della maturazione di pesche e nettarine durante il post- raccolta		
2.2.1	Classificazione delle pesche e nettarine e aspetti fisiologici della polpa in post-raccolta	pag.	6-8
2.2.2	Il ruolo dell'etilene nella maturazione e conservazione di pesche e nettarine	pag.	8-12
2.2.3	Modificazioni fisiologiche di pesche e nettarine durante il post-raccolta	pag.	12-14
2.2.4	Trattamenti chimico-fisici per aumentare la vita delle pesche in post-raccolta	pag.	15-18
2.3	Aspetti della fisiologia di pesche e nettarine trasformate in IV gamma	pag.	18-22
2.3.1	Agenti antiossidanti per aumentare la shelf life di pesche e nettarine in IV gamma	pag.	22-26
2.3.2	Valutazione sensoriale e strumentale su pesche e nettarine minimamente processate	pag.	27-29
3.0	La "Pesca di Bivona" e la "Pesca di Leonforte"	pag.	30-34
4.0	Scopo del lavoro	pag.	35
5.0	Articolazione della ricerca	pag.	36
6.0	Materiali e Metodi	pag.	37-44

Esperimento 1 “Evoluzione della maturazione della “Pesca di Bivona” e risposta fisiologica della cv <i>Settembrina</i> a diverse condizioni di temperature di conservazione”	pag.	44-51
Esperimento 2 “Influenza del grado di maturazione e della frigoconservazione dei frutti della cv di pesco Bianca di Bivona”	pag.	52-56
Esperimento 3 “Screening varietale della “Pesca di Bivona” e della “Pesca di Leonforte” sottoposte a trasformazione di IV gamma”	pag.	57-65
Esperimento 4 “Effetto dell’atmosfera passiva e di trattamenti chimici sulle pesche della cultivar <i>Settembrina</i> di Bivona e variazioni del contenuto di acido ascorbico in pesche della cv. <i>Settembrina</i> e <i>Ottobrino</i> di Leonforte minimamente processate”	pag.	66-69
7.0 Conclusioni	pag.	75-76
8.0 Bibliografia	pag.	77-84

Non è facile citare e ringraziare, in poche righe, tutte le persone che hanno contribuito alla nascita e allo sviluppo della mia tesi di dottorato: chi con una collaborazione costante, chi con un supporto morale o materiale, chi con consigli e suggerimenti o solo con parole di incoraggiamento. Tuttavia alcune righe vanno spese, al mio carissimo amico Giuseppe S. che nel bene e nel male mi è stato sempre vicino nei tre anni di dottorato e alla dott.ssa Gallotta Alessandra per avermi accompagnato in questa ultima sfida.

1.0 Abstract

L'importanza della peschicoltura siciliana è evidenziata dalla percentuale dell' 8% con cui concorre la superficie peschicola italiana e da un ampio assortimento varietale, connotato dalla rilevante presenza di genotipi autoctoni, che godono di un notevole successo commerciale. In tale contesto, per le loro pregevoli caratteristiche organolettiche, legate all'aroma e al flavour persistenti, si collocano le produzioni peschicole dei Monti Sicani, commercializzate con il termine di "Pesca di Bivona" e le cv della "Pesca di Leonforte", oggetto della presente trattazione e in precedenza di altre ricerche (Caruso *et al.*, 1983; Baratta *et al.*, 1986; Marchese *et al.*, 2006; Montevecchi *et al.*, 2012; Scordino *et al.*, 2012).

L'interesse dei produttori e dei ricercatori verso tali produzioni, è legato non solo alle pregevoli proprietà organolettiche dei frutti, ma anche alla presenza di cultivar a polpa bianca e gialla con un calendario di maturazione che va da fine Giugno alla II° decade di Ottobre.

Della "Pesca di Bivona" che include le cultivar *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina* e della "Pesca di Leonforte" che include le cultivar *Settembrina*, *Giallone* e *Ottobrino*, si ignorano, gli aspetti fisiologici della fase di post raccolta e l'attitudine alla trasformazione in IV gamma.

Il primo obiettivo della tesi di dottorato è stato, quindi, quello di studiare le caratteristiche delle cultivar della "Pesca di Bivona" durante la fase di maturazione in pianta ed i principali aspetti dei frutti di diversa fenologia di maturazione delle cultivar *Bianca* (a maturazione medio-tardiva) e *Settembrina* (extra-tardiva) durante la frigoconservazione, utilizzando tecniche di valutazione non distruttiva, e basate sulla tecnologia del DA-Meter (Noferini *et al.*, 2010), per una più razionale programmazione della fase di post-raccolta. Ulteriore obiettivo è stato quello di verificare la maggiore o minore attitudine alla trasformazione in IV gamma delle cultivar della "Pesca di Bivona" e della "Pesca di Leonforte", tramite uno screening varietale.

E' stata, infine, valutata la possibilità di utilizzare trattamenti antiossidanti e fisici per aumentare la shelf- life delle cultivar *Settembrina* di Bivona e *Settembrina* e *Ottobrino* di Leonforte.

La sperimentazione condotta nei tre anni ha accertato:

- che le quattro cultivar della popolazione “Pesca di Bivona” (*Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina*) hanno una polpa non fondente;
- che esiste una certa analogia tra la cultivar precoce (*Murtiddara*) e quella tardiva (*Settembrina*), così come tra le due cultivar a maturazione intermedia (*Bianca*) e medio-tardiva (*Agostina*). per quanto concerne la quantità di zuccheri (SST) accumulati nelle ultime fasi della maturazione

Gli studi hanno inoltre dimostrato che è possibile conservare alcune cultivar quali *Bianca* e *Settembrina* della popolazione “Pesca di Bivona” a 0 °C con RH a 95% per 28 giorni, senza rilevare alcuna fisiopatia causata dalle basse temperature.

Gli studi relativi agli aspetti fisiologici delle cv “Pesca di Bivona” e “Pesca di Leonforte” in IV gamma hanno rilevato un’elevata variabilità cromatica, tra queste, dopo l’esecuzione del taglio. Lo screening varietale ha messo in luce che le cultivar *Settembrina* a polpa bianca (Pesca di Bivona) e *Settembrina* a polpa gialla (Pesca di Leonforte) presentano una maggiore predisposizione alla trasformazione di IV gamma, poiché nell’arco di una settimana, se sottoposte ad una temperatura di 5 °C, appaiono impercettibili modificazioni cromatiche.

L’utilizzazione di antiossidanti costituiti da una soluzione al 2% di acido ascorbico e 1% di lattato di calcio ha messo in evidenza che la conservazione della cv *Settembrina* di Bivona, in atmosfera passiva consente di mantenere le proprietà organolettiche per 7 giorni, mentre tali proprietà in atmosfera ambiente si riducono a 5 giorni. Sulle cv *Settembrina* e *Ottobrino* (a polpa gialla) in IV gamma, trattate con gli antiossidanti, si è avuto un aumento significativo di vitamina C. Sulle cv *Settembrina* e *Ottobrino* della “Pesca di Leonforte” il contenuto di vitamina C ha mantenuto i suoi valori rispettivamente fino a 12 e 7 giorni di shelf-life. Infine, la nostra ricerca ha dimostrato di potere prolungare l’offerta delle produzioni peschicole da noi studiate per il consumo fresco, fino al raggiungimento dei mercati nazionali ed europei. La possibilità di estendere la vita postraccolta di questa tipologia di frutti consente di sfruttare un importante e remunerativo segmento di mercato con un prodotto *ready to use* a polpa

gialla o bianca, in grado di mantenere elevate caratteristiche sensoriali e nutraceutiche anche dopo una settimana di conservazione.

2.0 Introduzione

2.1.0 Il processo di maturazione di pesche e nettarine sulla pianta

Si definisce maturazione, lo stadio di sviluppo del frutto che determina la maturità fisiologica o commerciale (Kader, 1999). La maturazione delle pesche e nettarine è un processo che coincide con la fase finale di sviluppo dei frutti e può essere considerato come l'insieme dei cambiamenti metabolico-strutturali che determinano intensi cambiamenti di colore, consistenza, sapore e aroma della polpa.

In considerazione dell'importanza economica di questo fenomeno fisiologico, numerosi studiosi hanno dedicato le loro ricerche alla comprensione dei meccanismi che regolano il processo di maturazione (Tonutti *et al*, 1991; Kader 1999; Mignani *et al* 2006; Costa e Ramina, 2012).

Da un punto di vista fisiologico, i frutti carnosì vengono distinti in climaterici ed aclimaterici, in base alla presenza o assenza di un incremento della respirazione e della biosintesi di etilene in corrispondenza della maturazione (Costa e Ramina, 2012).

Come descritto da Tonutti e collaboratori (1991), la frequenza respiratoria è elevata durante la fase I di sviluppo del frutto, quando la crescita è contrassegnata da un'intensa attività di citochinesi; la respirazione diminuisce, poi, durante la fase di indurimento del nocciolo (fase II), per aumentare lentamente nella fase III, durante la distensione cellulare e raggiungere il picco climaterico nella fase IV. L'inizio del climaterio respiratorio coincide con il raggiungimento della massima dimensione del frutto (Costa e Ramina, 2012).

Durante la maturazione dei frutti, i maggiori cambiamenti riguardano: la progressiva depolimerizzazione delle pectine, delle cellulose ed emicellulose causate da poligalatturonasi (PG), pectina metil esterasi (PME), pectateliiasi (PEL), endo-B-glucanasi (EG), xiloglucano-endotransglicolisi, pectato-liasi che possono condurre ad un eccessivo rammollimento della polpa; il profilo sensoriale del frutto dovuto all'incremento di mono-disaccaridi (Di Miceli *et al.*, 2010; Costa e Ramina, 2012) e aumento dei composti volatili

(Farina *et al.*, 2001); variazioni del colore dovute alla degradazione della clorofilla (Ferrer *et al.*, 2005); un aumento dei SST e una riduzione dell'acidità titolabile (Costa e Ramina, 2012).

I frutti maturi sono più sensibili ai danni meccanici, ma sono apprezzati dai consumatori. Durante le ultime fasi della maturazione nelle pesche e nelle nettarine si assiste, infatti, ad un decremento degli acidi ed un incremento degli zuccheri che determinano il sapore finale del frutto. I programmi di miglioramento genetico hanno mirato, nel corso degli anni, alla selezione di genotipi con elevati livelli di zucchero e a un rapporto zuccheri/acidi equilibrato. Tali parametri possono essere determinati tramite valutazioni analitiche e sensoriali (Esti *et al.*, 1997). Durante l'ultima fase della maturazione delle pesche, ed in particolar modo, quando la consistenza della polpa raggiunge circa i 20 N, si registra, in corrispondenza del picco climaterico, l'inizio dell'attività della poligalatturonasi (PG).

Le caratteristiche strutturali, insieme alla composizione della cuticola, giocano un ruolo fondamentale nel regolare la perdita di acqua attraverso la traspirazione; questo meccanismo incide sulla velocità del processo di rammollimento.

Un'elevata concentrazione di carboidrati ed acidi organici si rinviene nell'apoplasto, quando vi è una perdita di turgore cellulare (Costa e Ramina, 2012).

Nelle ultime fasi della maturazione si assiste ad una inversione di tendenza; difatti al decrescere della consistenza della polpa e degli acidi organici, aumenta il residuo rifrattometrico. Nelle pesche e nelle nettarine la maggior parte dell'accumulo degli zuccheri che inizia in prossimità dell'indurimento del nocciolo, è in forma solubile, mentre una quantità trascurabile si trova in forma insolubile. Carboidrati ed acidi organici sono utilizzati come substrato durante la respirazione per produrre energia, acqua metabolica, calore e anidride carbonica.

Un altro importante cambiamento durante il processo di maturazione è legato all'accumulo di antociani, carotenoidi e fenoli (Costa e Ramina, 2012). I carotenoidi sono isoprenoidi sintetizzati nei cloroplasti a partire dall'isopentinildifosfato, responsabili della colorazione di fondo dell'epicarpo. Quest'ultima è di notevole importanza soprattutto nella continua selezione di nuove varietà, dal sapore dolce e dalla colorazione dell'epidermide, sempre più tendente al rosso intenso. Queste scelte, con il tempo, hanno portato alla diffusione di prodotti omogenei, ormai globalizzati, appiattiti su standard

varietali ed organolettici comuni, come l'elevata estensione del sovraccolore rosso sull'epidermide, la polpa aderente al nocciolo e la modesta resistenza alla manipolazione, rendendo, tuttavia, difficile il riconoscimento qualitativo, sia nella fase di raccolta che in quella di consumo, dopo la frigoconservazione.

L'importanza dei carotenoidi è da attribuire anche al contenuto di vitamina A; difatti è stato rilevato che la cv *Fay Elberta* contiene 54 RE/100 g di provitamina A (USDA, 1982), prevalentemente sotto forma di p-carotene e B-cryptoxantina (Gross, 1987; Homnva *et al.*, 1990).

Per quanto riguarda il contenuto di fenoli e antociani, in pesche e nettarine sono stati individuati e quantificati idrossicinnamati, procianidine, flavonoli e antociani tramite HPLC, a due diversi gradi di maturazione. Alcune cultivar hanno registrato, tuttavia, un altissimo contenuto fenolico; ad esempio, la cv *Brite Pearl* (350-460 idrossicinnamati mg/kg e 430-550 mg/kg procianidine nella polpa) e la cv *Red Jim* (180-190 mg/kg idrossicinnamati e 210-330 mg/kg procianidine nella polpa) possedevano un contenuto di polifenoli 10 volte superiore rispetto alla cultivar *Fire Pearl* (38-50 mg/kg idrossicinnamati e 23-30 mg/kg in procianidine nella polpa). Tra le pesche a polpa bianca, le cultivar *Snow King* (300-320 mg/kg idrossicinnamati e procianidine 660-695 mg/kg di polpa) e *Snow Giant* (125-130 idrossicinnamati mg/kg e 520-540 mg/kg procianidine di polpa) si sono distinte per un maggiore contenuto in polifenoli.

Con analogo sistema, Scordino e collaboratori (2012) hanno caratterizzato i composti fenolici della "Pesca di Leonforte" a due diversi gradi maturazione rilevando un abbassamento del contenuto di polifenoli all'aumento della maturazione.

2.2.0 Fisiologia e problematiche della maturazione di pesche e nettarine durante il post raccolta.

2.2.1 Classificazione delle pesche e nettarine e aspetti della fisiologia della polpa in post-raccolta

La polpa delle cultivar di pesche e nettarine va incontro a numerosi processi fisiologici enzimatici durante il processo di maturazione, sia prima della raccolta sia durante la fase di post raccolta.

È noto come la maggior parte dei produttori peschicoli tendano ad anticipare la raccolta della frutta di alcuni giorni per evitare perdite di prodotto lungo la filiera produttiva.

Ciò permette di raccogliere frutti caratterizzati da una maggiore consistenza del mesocarpo, ma da un ridotto accumulo di solidi solubili, un minor contenuto di acqua, aroma e gusto, provocando l'insoddisfazione dei consumatori (Bruhn *et al.*, 1991; Bonghi *et al.*, 1999; Scorza *et al.*, 2004). Numerosi consumatori legano, invece, la scarsa qualità delle pesche alle caratteristiche tessiturali della polpa (Crisosto *et al.*, 2006).

La consistenza della polpa è una delle più importanti caratteristiche fenotipiche che contraddistingue diverse varietà di pesche e nettarine ragione dei diversi processi che caratterizzano l'evoluzione nel pericarpo durante il processo di maturazione. In base alla maggiore o minore consistenza che la polpa raggiunge durante la fase di maturazione, le pesche e le nettarine possono essere distinte in *Melting*, *NoMelting* (Bailey e Francese, 1949), o *Stony Hard* (SH) (Yoshida, 1976. Bassi *et al.*, 1998). Le *Melting* mostrano un range di tessitura del mesocarpo che va da molto morbido a molto consistente, le *Stony Hard* hanno una polpa molto soda e, di conseguenza, una maggiore resistenza a manipolazioni e trasporti ed una più lunga conservabilità, mentre le *NoMelting* presentano un consistenza del mesocarpo gommosa e non fondente.

I caratteri *Melting* e *NoMelting* sono controllati da un singolo gene (Connors, 1928; Bailey e Francese, 1949), mentre in passato si riteneva che la differenza tra questi fosse dovuta alla presenza o assenza di alcuni enzimi coinvolti nel processo di rammollimento. Le pesche *Melting* presentano, infatti, sia la endo sia la exo-poligalatturonasi, mentre le pesche *NoMelting* non possiedono la forma endo dell'enzima (Pressey e Avants, 1978; Lester *et al.*, 1994, 1996).

Un'altra differenza fisiologica tra polpa *Melting* e *NoMelting* è che quest'ultima si caratterizza per una ridotta capacità di degradazione delle pareti cellulari; la maturazione delle pesche *Melting* si distingue per un aumento del contenuto di pectine idrosolubili e per la loro progressiva depolimerizzazione, mentre nelle pesche *NoMelting* il contenuto di pectine idrosolubili rimane molto basso (Pressey *et al.*, 1971; Fishman *et al.*, 1993).

A tal riguardo, Brummelle e collaboratori (2004) hanno osservato su pesche *Melting* un aumento dell'attività degli enzimi che modificano le pareti cellulari, nello specifico exopoligalatturonasi (exoPG; EC3.2.1.67), pectin-metilesterasi (PME, EC3.1.1.11), endo-1,4glucanasi (EC 3.2.1.4), endo-1,4-mannanasi (EC3.2.1.78), alfa-arabinosidase (CE3.2.1.55), e beta-galattosidasi (EC 3.2.1.23), oltre la endo-poligalatturonasi.

Le pesche *Stony Hard* sono, invece, caratterizzate dall'assenza di produzione di etilene e dal rammollimento della polpa durante la maturazione in post-raccolta; tali caratteristiche fanno pensare ad mutazione nella produzione di etilene (Haji *et al.*, 2001, 2003).

Nelle pesche *Melting*, la maggior parte delle pectine della parete cellulare sono solubilizzate durante la maturazione, mentre nelle *Stony Hard* e nelle *NoMelting* si ha una solubilizzazione scarsa ed il contenuto di pectine insolubili è elevato (Yoshida, 1976; Pressey e Avants, 1978; Fishmann *et al.*, 1993; Karakurt *et al.*, 2000).

Prove condotte da Karakurt (2000) con frigoconservazione a 8° C hanno mostrato differenze significative nella composizione chimica e fisica tra pesche *Melting* e *NoMelting*. In particolare, la consistenza del mesocarpo e la luminosità della buccia insieme alla tinta (Hue°) sono diminuite maggiormente nelle pesche *Melting* rispetto alle *NoMelting*; al contrario, il contenuto di pectine idrosolubili era significativamente più alto nei genotipi *Melting*. Lo stesso autore ha mostrato, inoltre, che con la conservazione a 8° gradi si è registrato un incremento di livelli di acido uronico idrosolubile nei genotipi appartenenti alle pesche *Melting*, tranne che per la cultivar *Fla 94-36'* che non ha evidenziato alcun cambiamento. Differenze significative sono state rilevate con il panel test confrontando due cultivar *Melting* (*FL 90-20* e *Tropic Beauty*) con due varietà *NoMelting* (*Oro A.* e *FL 86-28C*). I giudizi evidenziati durante l'analisi sensoriale hanno rilevato differenze tra i due genotipi, soprattutto per quanto riguarda la tessitura della polpa e la quantità di succo; mentre non sono state rilevate differenze per quanto concerne i giudizi sul flavour (Brovelli *et al.*, 1999).

2.2.2 Il ruolo dell'etilene nella maturazione e conservazione di pesche e nettarine.

L'etilene è un ormone prodotto dai vegetali che a concentrazioni molto basse può svolgere un'importante funzione sulla regolazione metabolica delle produzioni ortofrutticole. L'etilene influenza la vita post-raccolta dei frutti climaterici e non, provocando lo sviluppo di disordini fisiopatologici (Kader, 1985).

La sintesi di etilene può essere rappresentata attraverso tre step fondamentali:

- conversione di Metionina a S-adenosyl-L-methionine (SAM);
- formazione di 1 aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC);

- conversione di ACC ad etilene.

Il primo enzima che interviene è la SAM sintetasi (o AdoMetsintetasi) che converte la metionina in SAM in presenza di ATP e Mg^{2+} . Questa viene poi convertita in ACC per opera dell' ACC sintetasi (ACS) ed, infine, la conversione di ACC in etilene avviene grazie all'ACC ossidasi (ACO). L'ACS produce inoltre 5-metilthioadenosina che viene usata per la sintesi di nuova metionina attraverso il ciclo di Yang (Fig.1) (Alexander e Grierson, 2002).

Sono stati prospettati due sistemi di produzione di etilene: il primo sistema, di tipo non autocatalitico, è responsabile della produzione di etilene in tutti i tessuti, compresi quelli dei frutti non climaterici; il secondo, invece, avviene durante la maturazione dei frutti climaterici e la produzione di etilene stimola la sua biosintesi che prosegue in modo autocatalitico (McMurchie *et al.*,1972).

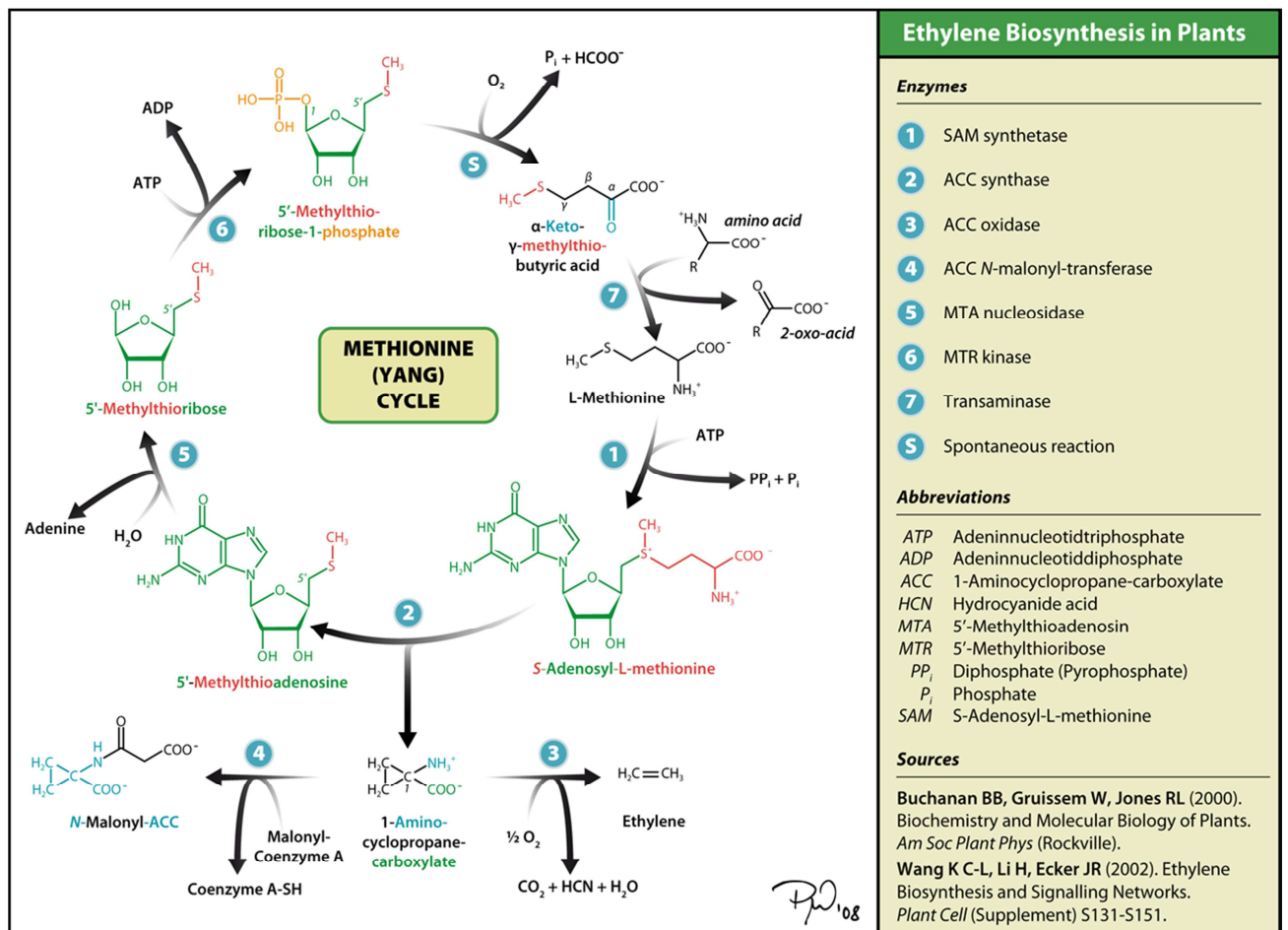


Fig. 1 Ciclo di Yang

Miller (1998) ha studiato per la prima volta l'evoluzione dell'etilene ed il contenuto di ACC sintetasi durante la maturazione delle pesche. La produzione di etilene nelle pesche e nettarine può essere svantaggiosa durante la conservazione, poiché induce il frutto alla maturazione ed a un progressivo deterioramento. E' stato dimostrato che i genotipi *Stony Hard* (SH), a causa di una ridotta espressione del gene Pp-ACS1 (membro della famiglia delle sintasi ed in particolare di ACC), sono caratterizzati, durante la fase di maturazione, dal mantenimento della consistenza della polpa e dalla mancata produzione di etilene (Tatsuki *et al.*, 2006).

In uno studio condotto da Begheldo e collaboratori (2006) basato sul confronto tra un genotipo *Melting* (cv *Summer Rich*) ed uno *Stony Hard* (selezione *IFF331*) conservati a 10 °C e 20 °C, è stato riscontrato, tuttavia, che i frutti della selezione *IFF331* conservati a 10 °C producevano una certa quantità di etilene e, allo stesso tempo, perdevano la consistenza della polpa rispetto ai frutti della stessa cultivar conservati a 20 °C.

Altri studi hanno identificato nuove proteine coinvolte nella produzione di etilene su genotipi di pesche *Melting* (cv *Bolero*) e *NoMelting* (cv *Oro*), grazie all'ausilio di analisi proteomiche. In particolare, Prinsi e collaboratori (2011) hanno caratterizzato alcuni eventi fisiologici che avvengono quando il frutto passa dalla fase di "unripe" a "ripe" come la sintesi di *S-adenosylmetionina* sintetasi e la b-cyanolanina, proteine coinvolte sul metabolismo dell'etilene.

Altri studi hanno mostrato, invece, come il tasso di emissione di etilene possa essere uno strumento utile per distinguere i diversi genotipi tra pesche *Melting*, *NoMelting* e *Stony Hard*. In particolare, Mignani e collaboratori (2006), in uno studio condotto su venti cultivar, hanno rilevato nei genotipi *Stony Hard* una produzione molto bassa di etilene, sempre inferiore a 10 µL/ kg h; mentre per le *Melting* e *No Melting* sono stati rilevati valori superiori, rispettivamente più di 10 e 25 µL / kg h.

La produzione di etilene gioca un ruolo fondamentale nella degradazione della polpa su genotipi *Stony Hard*. A tal riguardo, Hayama e collaboratori (2006) hanno dimostrato che il carattere *Stony Hard* può essere modificato da trattamenti con etilene. Nel dettaglio, lo studio, condotto sui frutti delle cultivar *Manami* (*Stony Hard*), trattate con etilene e non, e frutti della cultivar *Akatsuki* (*Melting*) utilizzati come confronto, ha mostrato che la polpa delle pesche *Stony Hard* aveva conservato, a temperatura ambiente, la consistenza per 5 giorni; al contrario, i frutti trattati con etilene avevano subito un rapido decremento della

consistenza nell'arco di 48 ore, comportandosi come la varietà *Melting*. Lo stesso studio ha rilevato che l'attività dell'enzima endo-poligalatturonasi si era mantenuto su livelli molto bassi sulle *Stony Hard* per un periodo di 5 giorni, al contrario dei campioni di *Stony Hard*, trattati con etilene, che avevano registrato, dopo 12 ore, un incremento dell'attività dell'enzima endo-poligalatturonasi, con un andamento, nei primi 3 giorni, identico alle pesche *Melting*. Lo stesso trend è stato registrato per l'attività dell'enzima exo-poligalatturonasi registrata sui campioni di *Stony Hard* e *Melting*.

La produzione di etilene in pesche può essere inibita dall'utilizzo di *Aloe vera* e *arborescens*. Nel dettaglio, è stata osservata una riduzione del tasso di produzione di etilene nei frutti che venivano coperti da gel di *Aloe vera* e *A.arborescens* rispetto al controllo, per un periodo di conservazione di 6 giorni e ad una temperatura di 20 °C con RH 85%. Analogamente è stato osservato che la frequenza respiratoria aumentava senza mostrare differenze significative tra campioni di frutta trattati e non (Castillo *et al.*, 2013). Un altro inibitore di etilene disponibile in commercio è l' 1MCP (1- Metilciclopropene). L'impiego di 1MCP su pesche e nettarine è stato studiato per diversi anni da numerosi ricercatori che hanno rilevato un'inibizione della produzione di etilene dopo il trattamento con 1MCP (Liguori *et al.*, 2004; Bregoli *et al.*, 2005; Girardi *et al.*, 2005). In alcune sperimentazioni è stato osservato, tuttavia, che il trattamento con 1MCP ha sì bloccato la maturazione della frutta, ma ha causato una maggiore produzione di etilene rispetto ai campioni non trattati (Rasori *et al.*, 2002). La risposta delle pesche al trattamento con 1MCP è dipendente dalla concentrazione dell'inibitore e dal periodo di esposizione, ma non dalla temperatura (Liguori *et al.*, 2004).

Ottimi risultati sono stati ottenuti a concentrazione che vanno da 0.4 μl^{-1} a 5 μl^{-1} (Liu *et al.*, 2005; Liguori *et al.*, 2004) e con ripetuti trattamenti al fine di mantenere una maturazione idonea per la commercializzazione (Liu *et al.*, 2005). Quest'ultima osservazione è in linea con uno studio condotto da Mathooko e collaboratori (2001), in cui una singola dose di 1MCP ha dimostrato di avere poco effetto sulla biosintesi di etilene.

A tal riguardo, Ortiz e collaboratori (2010), in uno studio condotto su pesche della cv *Tardibelle*, trattate in atmosfera controllata e con 1MCP, hanno dimostrato che la produzione di etilene, una settimana dopo la frigoconservazione, era parzialmente inibita su frutti conservati in atmosfera controllata; mentre su frutti trattati con 1MCP è stato

osservato solamente un ritardo di 48 ore nella produzione di etilene. Lo stesso studio, inoltre, ha messo in evidenza che i frutti trattati con 1MCP dopo 21 giorni in aria a 0° C avevano una quantità superiore di esteri di metile acetato ed etanolo rispetto ai campioni trattati in atmosfera controllata.

Il trattamento con 1MCP in combinazione con acqua elettrolizzata su pesche (*cv Nanhui*), conservate a 2 °C per 44 giorni, ha ridotto significativamente la produzione di etilene; gli stessi campioni hanno mostrato, inoltre, un minor cambiamento del colore della polpa, della PPO (polifenossidasi), POD (perossidasi) e del contenuto totale in fenoli rispetto agli altri trattamenti (Zhou *et al.*, 2012).

2.2.3 Modificazioni fisiologiche di pesche e nettarine durante il post-raccolta

Sia le pesche sia le nettarine, una volta staccate dalla pianta e poste a temperatura ambiente, vanno incontro a numerosi processi biochimici che portano alla senescenza, rendendole non idonee al consumo; pertanto, affinché pesche e nettarine possano essere conservate mantenendo delle caratteristiche qualitative idonee per la commercializzazione, è necessario l'intervento della catena del freddo.

L'applicazione delle tecnologie legate al controllo della temperatura e dell'umidità presuppongono l'individuazione della più opportuna epoca di raccolta. A tal fine, gli studiosi hanno basato le loro ricerche sui cambiamenti chimico-fisici e sensoriali delle pesche. Tra questi, il colore dell'epicarpo e del mesocarpo sono i parametri da sempre utilizzati per determinare sia il momento della raccolta (Slaughter *et al.*, 2012; Heyes e Sealey, 1996), che le caratteristiche dei frutti durante il post-raccolta.

E' noto che gli ultimi stadi della maturazione di pesche e nettarine sono caratterizzati da marcati cambiamenti di colore, consistenza, acidità e contenuto di solidi solubili (Kader *et al.*, 1982; Delwiche e Baumgardner, 1985; Heyes e Sealey, 1996).

La maturazione fisiologica delle pesche alla raccolta influenza notevolmente la qualità finale del frutto (Shewfelt *et al.*, 1987) e le sue caratteristiche durante il post-raccolta; frutti raccolti acerbi sono meno predisposti all'avvizzimento e meno sensibili a danni meccanici causati durante il trasporto, ma sono anche di qualità inferiore; al contrario, frutti troppo maturi sono suscettibili al rammollimento e alla farinosità hanno un sapore insipido subito dopo raccolta (Kader e Mitchell, 1989).

I cambiamenti colorimetrici rilevati attraverso le coordinate CIELAB sono buoni indicatori per valutare la maturazione delle pesche sia durante la raccolta che in post raccolta (Pantedilis et al., 2013). A tal riguardo, Ferrer e collaboratori (2005), in uno studio condotto su pesche della cv *Calanda*, hanno caratterizzato i cambiamenti di colore attraverso la correlazione con gli indici di a^* , b^* e Hue durante la maturazione.

La possibilità di misurare il colore della polpa di pesca senza eliminare la buccia, attraverso una misurazione ottica spettrofotometrica, è stata verificata recentemente su quattro cultivar coltivate in California. Questo metodo non distruttivo, insieme alla costituzione di modelli di regressione lineare multipla cultivar-specifici, è stato utilizzato da Slaughter e collaboratori (2013) per predire ($R=0.92$) la colorazione della polpa di pesche utilizzate dalle industrie conserviere.

Anche la valutazione della Luminosità (L^*) è stata utilizzata come indicatore dell'imbrunimento su pesche trattate ad una temperatura di 40 °C per 70 minuti (Steiner et al., 2006).

Uno strumento non distruttivo utilizzato per valutare le caratteristiche chimico-fisiche delle pesche durante il post-raccolta è il NIRS (Pérez-Marín et al., 2009).

La Spettroscopia di riflettanza nel vicino infrarosso (NIRS) è di particolare interesse, dal momento che la qualità della frutta non può essere determinata sulla base di un unico parametro (Nicolai et al., 2007; Saranwong e Kawano, 2007). Lo stesso strumento è stato utilizzato anche per valutare nettarine (cv *Sweet Lady*) conservate a 0 °C e coltivate con diverse strategie irrigazione (Pérez-Marín et al., 2011). Nel corso della fase di frigoconservazione possono essere rilevati anche cambiamenti che riguardano la composizione volatile attraverso l'ausilio del naso elettronico; quest'ultimo è stato utilizzato insieme al Time-Resolved Reflectance Spectroscopy (TRRS) su frutti della cultivar *Spring Belle* conservate a 0 °C e 4 °C per 4 settimane (Rizzolo et al., 2013).

La maturazione delle pesche durante la frigoconservazione può essere controllata attraverso l'indice della clorofilla che è strettamente correlato con lo stadio di maturazione di ogni singola pesca (Ziosi et al., 2008). Attraverso la 'Differenza di assorbanza' (DA), si è in grado di caratterizzare i cambiamenti fisiologici durante la maturazione dei frutti di pesco, sia in pianta sia durante la conservazione, tramite l'indice I_{DA} (Noferini et al., 2008). Questo parametro si misura attraverso il DA-Meter che permette di verificare la variabilità della maturazione e di suddividere i frutti in classi

omogenee in base all'indice I_{DA} (Noferini *et al.*, 2009). Numerosi sono gli studi che hanno applicato il DA-Meter (Costa *et al.*, 2010; Sortino *et al.*, 2011) per monitorare l'evoluzione del processo di maturazione dei frutti lungo la filiera produttiva (Liguori *et al.*, 2011), per valutare il grado di maturazione delle mele (Spinardi e Mignani 2013) o per il controllo del riscaldamento (Gutiérrez *et al.*, 2013).

I frutti di pesco sono molto deperibili tanto che, se conservati in normali condizioni di temperatura e umidità, la vita utile non supera i 3-5 giorni (Tonini e Tura, 1998) e, anche se conservati a temperature più basse rispetto a quelle di campo, sono soggetti sia ad un incremento del tasso di respirazione che ad alcuni disordini fisiologici di solito causati da lesioni da freddo (Robertson *et al.*, 1990). I disordini fisiologici sono riscontrabili quanto le pesche e le nettarine sono conservate a temperature comprese tra i 2 °C e gli 8 °C (Crisosto, 1999). La farinosità è la fisiopatia più importante che colpisce i frutti di pesco dopo la rimozione da un periodo di frigoconservazione. Tale fisiopatia è caratterizzata dalla perdita di succosità e dalla formazione di un gel di pectine nella polpa coinvolta principalmente dall'attività di due enzimi pectolici: la poligalatturonasi e la pectin-metilesterasi. Durante la conservazione l'attività della poligalatturonasi è inibita a differenza dell'attività della pectin-metilesterasi che aumenta. Per cui si assiste alla desterificazione delle pectine non seguita dalla depolimerizzazione. Le lunghe catene delle pectine non depolimerizzate legano l'acqua dell'apoplasto, formando una struttura simile ad un gel nelle pareti cellulari e causando l'aspetto asciutto dei tessuti colpiti (Mari, 2008)

Tale sintomatologia si rinviene quando i frutti maturano in condizioni "non stress" (Ben Arie e Lavee, 1971). I danni da freddo possono causare un'alterazione della polpa con conseguente comparsa di farinosità, accumulo di pigmenti rossi, mentre, in altri casi, può accadere che i frutti rimangano insapori per una non idonea maturazione durante una frigoconservazione prolungata o dopo maturazione a temperatura ambiente (Crisosto *et al.*, 1999). Nella maggior parte dei casi, purtroppo, tali disordini fisiologici sono solitamente osservati quando il frutto è ormai sul mercato e nella disponibilità dei consumatori (Crisosto *et al.*, 1995).

2.2.4 Trattamenti chimico-fisici per aumentare la vita delle pesche in post-raccolta

Al fine di aumentare la conservabilità commerciale, riducendo le alterazioni fisiologiche di pesche e nettarine, nel corso degli ultimi 20 anni, sono state sperimentate alcune tecniche basate su trattamenti chimici e fisici.

I trattamenti chimici di maggiore interesse, applicati su pesche e nettarine, sono quelli che hanno consentito di conservare le caratteristiche iniziali del frutto durante il periodo di conservazione.

A tal proposito, si annoverano gli ottimi risultati ottenuti su pesche trattate con una soluzione di CaCl_2 (4 e 6%), conservate a 0-2° C e 85-90% di umidità relativa per 21 giorni, a cui ha fatto seguito la conservazione a condizioni ambiente di 28-30 °C e 65-70% UR per 72 h. La ricerca condotta su pesche della cv *Early Grande*, estesa anche all'incremento di conservabilità delle mele (Sams *et al.* 1993), ha messo in evidenza i maggiori risultati ottenibili con trattamento dei frutti in soluzione al 6% per 10 min. Dopo il trattamento e a fine conservazione è stato osservato un minor deterioramento fisiologico, una riduzione della perdita di peso, un elevato mantenimento della consistenza del frutto, un elevato contenuto di vitamina A ed attività pectina metil-esterase (PME) durante la conservazione (Gupta *et al.*, 2011).

Il CaCl_2 è stato utilizzato anche in combinazione con il chitosano per la frigoconservazione di pesche della cv *Zhonghuashoutao*.

Lo studio condotto da Ruoyi e collaboratori (2005) ha mostrato gli effetti benefici delle pesche trattate con 1% chitosano + 0.5% CaCl_2 , e del trattamento con 1% chitosano + 0.5% CaCl_2 , con un riscaldamento ad intermittenza e conservate in vaschette di polietilene per 75 giorni ad una temperatura di 1° C. In particolare, gli studiosi hanno riscontrato che tutti i trattamenti hanno avuto efficacia sull'inibizione della polifenolo ossidasi, perossidasi (POD), acido ascorbicoossidasi (ASA - POD) e le attività di poligalatturonasi (PG) ed, in una certa misura, è stato ridotto l'aumento della pectine solubili.

Un'altra tecnica utilizzata per aumentare la conservazione delle pesche e nettarine è il riscaldamento ad intermittenza che riduce fortemente l'imbrunimento interno (Fernandez-Trujillo e Artes, 1997). Tale tecnica utilizzata insieme ad una soluzione con 1% chitosano

+ 0.5% CaCl₂, ha inibito parzialmente l'attività della poligalatturonasi e dell'acido ascorbico ossidasi, mantenendo elevato il contenuto di vitamina C.

Altri studiosi hanno invece utilizzato il trattamento termico ad una temperatura di 50 °C per 10 minuti su pesche della cv *Flavor Crest* per migliorare la conservabilità delle pesche di IV gamma (Koukunas et al., 2008). Il trattamento termico risulta efficace nel ritardare e prevenire il rammollimento ed i danni che possono essere provocati dalle basse temperature utilizzate per la conservazione di pesche e nettarine. A tal riguardo, uno studio condotto da Bustamante e collaboratori (2012) su pesche della cv *Dixiland* ha rilevato che il rammollimento della polpa era correlato con l'aumento di 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase-1 (PpACO1), su frutti conservate a 20 °C per 3 giorni. Al contrario, i frutti trattati termicamente mantenevano elevati valori di consistenza e hanno mostrato un basso livello di PpACO1, rispetto al campione di frutti appena raccolti.

Un altro composto utilizzato per ridurre i danni da freddo è l'acido salicilico (Janda et al., 1999, Ding et al., 2002, Kang et al., 2003). In frutti di pesco il trattamento con acido salicilico consente di controllare le perdite elettrolitiche della membrana cellulare, diminuisce la respirazione e la produzione di etilene, mantiene la consistenza della polpa ed, infine, incrementa l'attività antiossidante degli enzimi (Han et al., 2003).

Ottimi risultati di frigoconservazione sono stati ottenuti attraverso l'utilizzo a diverse concentrazioni dell'acido salicilico (0, 0.5, 1.0, 1.5 o 2.0 mmol L⁻¹). Lo studio, condotto su pesche della cv *Flordaking*, conservate a 0 °C per 5 settimane, ha avuto l'obiettivo di rilevare quale concentrazione di acido salicilico fosse più idonea al mantenimento degli aspetti qualitativi dei frutti frigoconservati. Gli studiosi hanno dimostrato che la concentrazione di acido salicilico al 2.0 mmol L⁻¹ aveva garantito una migliore stabilità della frutta frigoconservata in termini di colore della buccia, misurata attraverso la luminosità (L*) e il chroma (C*), di perdita di peso fresco e di incremento dell'attività antiossidante degli enzimi (Tareen et al., 2012).

Altri autori hanno utilizzato le radiazioni UV per mantenere le caratteristiche chimico-fisiche delle pesche durante la frigoconservazione (Crisosto et al., 1998). A tal proposito, si rammenta uno studio condotto da De Souza e collaboratori (2009) su diversi trattamenti con raggi UV (5 minuti -1,85 kj. m⁻², 10 minuti - 3,71 kj. m⁻², 15 minuti - 5,55 kj. m⁻² e 20 minuti -7,52 kj. m⁻²) su frutti di pesco della cv *Douradão* conservate a 0 °C con

RH variabile tra 75-80%. I risultati della ricerca hanno messo in risalto un maggiore effetto del trattamento con raggi UV per 20 minuti a $-7,52 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$, evidenziando differenze significative sui solidi solubili, sulla consistenza della polpa e sul tasso di respirazione rispetto al controllo ed agli altri trattamenti.

I frutti di pesche e nettarine dopo i trattamenti chimici che ne aumentano la conservabilità possono essere conservati in imballaggi in plastica, legno o cartone e avvolti da film polimerici che possono avere diverse proprietà barriera contro i gas atmosferici. L'efficacia dell'atmosfera controllata sulla conservabilità di pesche e nettarine dipende dalle cultivar, da fattori di pre-raccolta, da danni da freddo, dalla temperatura, dalla pezzatura del frutto e dal periodo di commercializzazione (Crisosto, 2009). La conservazione in atmosfera controllata in condizioni di 2 kPa di O_2 , 5 kPa CO_2 e a 0°C ha avuto effetti positivi sul contenimento della farinosità su varietà a polpa gialla; al contrario, effetti negativi sono stati rilevati quando i frutti sono conservati alla medesima temperatura, ma con 6 kPa O_2 e 17 kPa CO_2 (Crisosto, 2009).

L'utilizzo dell'atmosfera controllata insieme al condizionamento intermittente mostrano tuttavia che la qualità generale delle pesche è stata meglio preservata lavorando in condizioni di sola atmosfera controllata, piuttosto che in combinazione con il condizionamento intermittente. Le pesche possono essere conservate in atmosfera controllata (5 % CO_2 e 10 % O_2 a 0°C) con successo fino a 45 giorni. Il condizionamento intermittente (24 ore a 20°C , ogni sei giorni) ha aumentato l'attività della polifenolo-ossidasi, modificando il contenuto di carotenoidi e le caratteristiche sensoriali (Ferrer-Mairal *et al.*, 2012).

Le concentrazioni di ossigeno ed anidride carbonica non danno, tuttavia, le stesse risposte su tutte le cultivar di pesche e nettarine. Basse concentrazioni di O_2 in assenza di elevati valori di CO_2 hanno limitato infatti la crescita di funghi su percoche, mentre livelli di CO_2 al 10% o più sono necessari per sopprimere la crescita fungina (El-Goorani e Sommer, 1981). Pesche con elevato grado di maturazione hanno una maggiore resistenza a basse concentrazioni di ossigeno rispetto a frutti immaturi (Ke *et al.*, 1994). Elevate concentrazioni di anidride carbonica in assenza o con basse quantità di ossigeno aumentano il rischio di danni fisiologici da freddo (Lurie, 1993; Zooli *et al.*, 1997).

In atmosfera passiva le concentrazioni di gas all'interno delle confezioni di frutta possono variare in base alla temperatura, al tempo di conservazione, alla maturazione ed alla

composizione polimerica del film utilizzato. A tal riguardo, uno studio condotto da Trujillo e collaboratori (1998) su pesche della *cv Paraguayo* con due diversi gradi di maturazione (verdi 95.4 N e hue angle di 100.4, mature con 53.3 N e hue angle di 94.9) conservate con tre diverse tipologie di film di propilene, di cui due non forate ed una macroforata, per un periodo di 14 e 21 giorni a 2 °C con RH di 90-95% a cui ha fatto seguito una shelf life di 3 giorni a 20 °C con un RH di 70-75%, ha rivelato differenze significative tra le tesi. In particolare i frutti verdi, conservati in vaschette non forate, raggiungevano rispettivamente un 12 % di CO₂ ed un 4% di O₂ con film di polipropilene di tipo standard e 23% di CO₂ e 2% di O₂ con film di propilene orientato. Per i frutti maturi sono stati registrati valori di 22% di CO₂ ed il 3% di O₂ in film di polipropilene standard e 21% di CO₂ e il 2% di O₂ in film di polipropilene orientato. I risultati della prova hanno mostrato che le pesche conservate con il film macroforato, dopo 14 giorni di stoccaggio, più 3 giorni di shelf-life, avevano sviluppato peluria ed imbrunimenti nella polpa; mentre nella frutta immagazzinata con polipropilene orientato, sono stati rilevati etanolo ed acetaldeide, che si era accumulato maggiormente nei box, rispetto a quelli standard. I frutti conservati in film in atmosfera passiva hanno, tuttavia, avuto una minore perdita di peso e mantenuto le caratteristiche chimiche rispetto ai frutti conservati con film macroforato.

2.3 Aspetti della fisiologia di pesche e nettarine trasformate in IV gamma

Vengono indicati con il nome di prodotti di IV gamma tutti quei prodotti ortofrutticoli quali, frutta, verdura e ortaggi freschi pronti direttamente per il consumo. Rientrano nei prodotti ortofrutticoli di IV gamma molte delle varietà di frutta e verdura fresca, singola o combinata, che durante le fasi di post-raccolta sono sottoposte a diverse fasi di lavorazione, di selezione, pulitura e di taglio per il confezionamento e la vendita al consumatore.

Molti sono stati gli studi che nel corso degli anni hanno avuto come obiettivo quello di mantenere le caratteristiche chimico, fisiche e sanitarie dell'ortofrutta durante la fase post-raccolta, ma pochi sono le ricerche che hanno riguardato la trasformazione di pesche e nettarine in IV gamma (Gorny et al., 1999; Colantuono et al., 2013, Delgado et al., 2013).

Le problematiche relative alla conservazione delle pesche di IV gamma sono principalmente legate al deterioramento delle fette causato essenzialmente dalla riduzione del contenuto di acqua e di vitamine, dalla perdita di consistenza della polpa, dalla formazione di odori sgradevoli percepiti dal consumatore, OFF flavour, e dal cambiamento del colore della polpa per fenomeni di ossidazione.

I primi studi relativi all'effetto del taglio di pesche a diverso grado di maturazione ed a differente temperatura di conservazione risalgono al.

Gorny e collaboratori (1998), in uno studio condotto sulle pesche delle cv *Flavorcrest* e *Zee Grand* hanno mostrato che lo stadio ottimale per prolungare il periodo di conservazione si caratterizzava per una consistenza della polpa > di 40-53 N.

Infatti sia le pesche che le nettarine con una consistenza della polpa maggiore di 40 N riuscivano a conservare una maggiore shelf-life (8 giorni a 0° C per le pesche e 8 giorni a 0, 5, o 10 °C per le nettarine) rispetto a pesche e nettarine ad uno stadio di maturazione avanzato (consistenza della polpa 0-13 N). L'anno precedente Wright e Kader (1997) avevano studiato l'effetto dell'atmosfera modificata sul contenuto di carotenoidi di pesche della cv *Fay Elberta*, minimamente processate.

La qualità delle fette di pesche e nettarine minimamente processate è determinata, oltre che da fattori estrinseci, anche dal mantenimento del colore della polpa, dal taglio fino a tutta la fase di conservazione.

La colorazione della polpa è la caratteristica primaria per l'accettazione del prodotto da parte del consumatore. A seguito del taglio del frutto si succedono, infatti, una serie di reazioni enzimatiche che ne possono causare il deterioramento. L'insorgenza di fenomeni di imbrunimento è causato da due reazioni riconducibili all'ossidazione enzimatica e non dei fenoli. L'imbrunimento enzimatico è dovuto alla presenza nel frutto di enzimi ossidasici, come la polifenolo ossidasi (PPO) che ha un peso molecolare che varia da 30 a 130 kDa, un optimum di pH tra 4.0 e 7.0 ed un optimum di temperatura tra 15 °C e 40 °C (Whitaker, 1995). La PPO (Fig. 2) catalizza l'ossidazione di composti fenolici in chinoni i quali, a loro volta, polimerizzano a formare melanoidi (Martinez and Whitaker 1995; Friedman 1996).

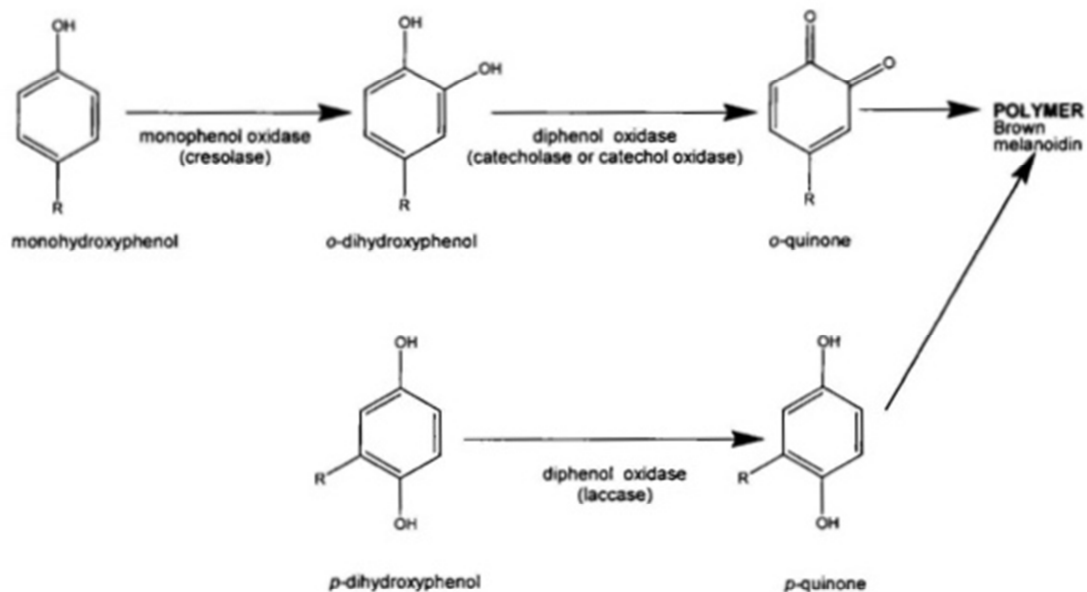


Fig. 2 Reazione della polifenolo ossidasi

In letteratura esistono tuttavia pareri contrastanti riguardo il possibile contributo della PPO nell'imbrunimento durante la conservazione di prodotti minimamente processati. Cantos e collaboratori (2001) hanno riscontrato un aumento dell'attività della PPO dovuta a fenomeni di attivazione dell'enzima stesso, che passa da una forma latente ad una attiva, causata dalle ferite prodotte sui tessuti e correlabile ad un maggiore imbrunimento; al contrario, Heimdal e collaboratori (1995) riportano, invece, la mancanza di correlazione fra PPO e fenomeni di imbrunimento.

Il fenomeno dell'imbrunimento è strettamente legato all'attività degli enzimi ossidasi, ma non al contenuto di fenoli (Brandelli *et al.*, 2004). Su pesche intere della cv *Premier*, conservate per 15 giorni a 12 °C o a 25 °C con 80–90% di umidità relativa, sono stati osservati incrementi di polifenossidasi estraibili fino a 8 giorni di conservazione a 12 °C e 25 °C, in coincidenza con l'inizio dell'ingiallimento nei frutti.

Nel caso di pesche e nettarine minimamente processate l'influenza del taglio sui tessuti vegetali ed il contatto di questi con l'ossigeno potrebbe aumentare l'incidenza dell'attività enzimatica. A tal riguardo, Delgado e collaboratori (2013) in uno studio condotto su 4 varietà di nettarine (*Early Top*, *Nectaprima*, *Big Top* e *Venus*) conservate in atmosfera modificata a 4 °C per 9 giorni, hanno mostrato che l'attività enzimatica manifestava un

trend differente in base alla cultivar saggiata. Dallo stesso studio sono emerse alcune analogie tra l'attività della Polifenossidasi (PPO) ed il "Browning Potential" (BP); *Venere* e *Big Top* hanno mostrato un notevole attività enzimatica, mentre l'attività della PPO in *Nectaprima* e *Early Top* è stata inferiore. L'azione della polifenolossidasi può essere inibita con l'atmosfera modificata (Soliva *et al.*, 2001), insieme all'utilizzo di trattamenti chimici. A tal riguardo, uno dei primi studi su pesche e nettarine che ha utilizzato trattamenti chimico-fisici, ha riguardato lo screening di 13 cultivar di pesche e 8 di nettarine, trattate con una soluzione al 2 % di acido ascorbico ed al 1 % di lattato di calcio e confezionate in atmosfera controllata (0,25 kPa di O₂ e 10 o 20 kPa di CO₂).

I risultati della sperimentazione hanno mostrato una diversa attitudine alla trasformazione in IV gamma tra le cultivar oggetto di sperimentazione con una shelf life che variava dai 2 ai 12 giorni di conservazione a 0 °C; mentre il trattamento antiossidante aveva prolungato la shelf life della cv *Carnival* fino a 6 giorni di conservazione, anche se l'effetto significativo rispetto al controllo è risultato evidente solo al 4 giorno di conservazione 0 °C (Gorny *et al.*, 1998).

Per migliorare la qualità sulle fette di pesche sottoposte a trasformazione di IV gamma possono essere eseguiti anche dei trattamenti termici sulle pesche intere. A tal proposito, Koukounaras e collaboratori (2008) avevano previsto prima del taglio e del confezionamento, l'immersione del frutto intero in acqua ad una temperatura di 50 °C per 10 minuti. Lo studio ha mostrato che le fette dopo il trattamento termico avevano una migliore qualità ed una maggiore consistenza; tuttavia la quantità di polifenossidasi rilevata nelle pesche trattate non aveva mostrato nessuna differenza significativa rispetto al controllo.

Lo stesso autore ha ipotizzato che il prolungamento della shelf-life delle pesche trattate sia stato dovuto all'atmosfera modificata (Abreu *et al.*, 2003) e/o ad un'inibizione generale della sintesi proteica, data dallo shock termico (Somerset *et al.*, 1989). Diversi trattamenti termici sono stati utilizzati in combinazione con l'atmosfera modificata per valutare la shelf life della cv *Royal Glory* trasformata in IV gamma.

In particolare, lo studio prevedeva tre prove termiche su pesche intere a 40° C/50 min, 40° C/70 min e 40° C/120 min; dopo il taglio, le fette di pesca sono state conservate in atmosfera passiva e attiva al 3% di O₂ e 5% di CO₂. I risultati hanno mostrato che le pesche trattate termicamente sia in atmosfera passiva che attiva, hanno registrato un

minor tasso di respirazione rispetto ai campioni non trattati termicamente; inoltre, tali trattamenti hanno fatto registrare i migliori risultati per la consistenza della polpa, dovuta, secondo gli autori, all'attivazione della pectinmethylesterase (PME) ed all'inattivazione della poligalatturonasi (PG) (Steiner *et al.*, 2006).

Risultati diversi sono stati ottenuti in un altro studio condotto su 4 pesche *No Melting* (cultivar *Andross*, *Babygold*, *Calante* e *Romea*) trasformate in IV gamma ad una temperatura di 4° C per 9 giorni in atmosfera modificata con un film in propilene microforato. In particolare, la quantità di polifenossidasi ed il "Browning Potential", insieme alla valutazione sensoriale, hanno mostrato che la cultivar *Romea* ha una maggiore attitudine alla trasformazione in IV gamma rispetto alle altre varietà (Buesa *et al.*, 2011).

2.3.1 Agenti antiossidanti per aumentare la shelf life di pesche e nettarine in IV gamma.

Per inibire l'effetto dell'attività enzimatica numerosi autori hanno incentrato la loro attività scientifica sugli aspetti fisiologici causati dagli agenti antiossidanti nella frutta minimamente processata. L'imbrunimento può essere prodotto dalla polifenolo ossidasi (PPO), perossidasi (POD) e dall'acido ascorbico ossidasi (L-ascorbato ossidasi). L'acido ascorbico, sia in forma singola che associata, sembra essere maggiormente utilizzato per limitare i fenomeni di imbrunimento (Gorny *et al.*, 1998, Colantomo *et al.*, 2013; Pace *et al.*, 2013). L'acido ascorbico è una vitamina idrosolubile, non sintetizzabile dall'uomo, che può tuttavia essere apportata nell'organismo umano tramite l'assunzione di frutta.

Nelle pesche e nelle nettarine, la vitamina C può essere presente sotto forma di L-ascorbico (AA) reversibilmente ossidato per formare L-acido deidroascorbico (DHA), un'ulteriore ossidazione genera acido dichetogulonico (Fig. 3) privo di funzione biologica (Davey *et al.*, 2000). La quantità di vitamina C dipende, oltre che dalla cultivar, anche dal diverso grado di maturazione dei frutti (Lee e Kader 2000). A tal proposito, Spinardi e collaboratori (2006) in uno studio condotto su pesche *Stony Hard*, *Melting* e *No Melting*, analizzate a maturazione fisiologica e commerciale, hanno evidenziato che il contenuto di vitamina C era significativamente maggiore nelle pesche *Melting* e *NoMelting*.

Lo stesso studio ha mostrato che i valori di acido ascorbico sono aumentati sia durante la maturazione che durante la shelf life nelle Melting. Secondo gli stessi Autori è infatti ipotizzabile che la perdita di consistenza del mesocarpo durante la maturazione e la shelf life, sia dovuta a fenomeni di disassemblamento e riarrangiamento delle pareti cellulari, mentre la parziale solubilizzazione delle frazioni pectiche e polisaccaridiche non cellulose potrebbe rendere disponibili potenziali substrati per la biosintesi di acido ascorbico.

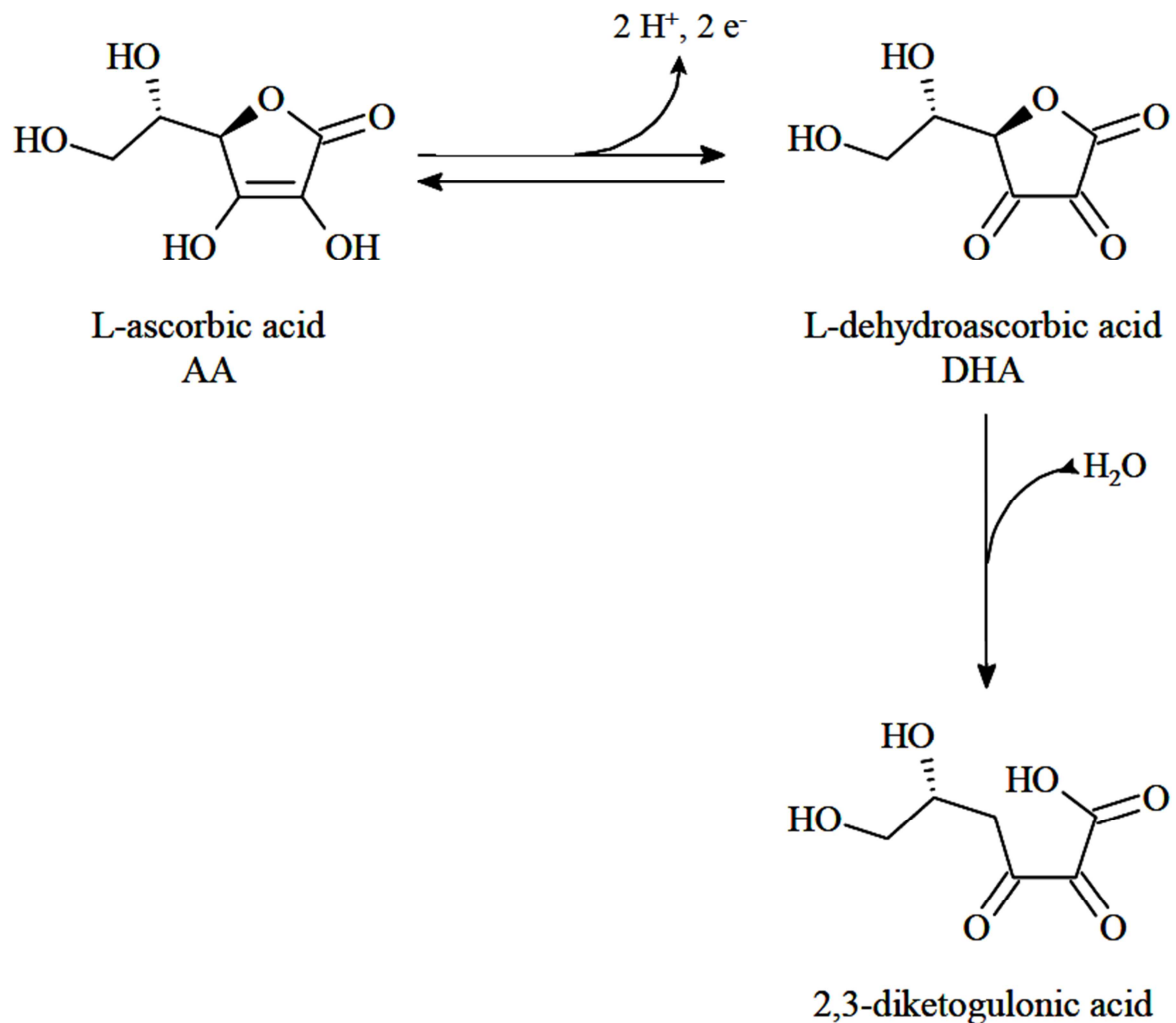


Fig. 3 Ossidazione dell'acido ascorbico (vitamina C)

Per preservare la shelf- life di pesche e nettarine di IV gamma, numerosi ricercatori hanno utilizzato l'acido ascorbico insieme ad altri composti come il cloruro di calcio, l'isoascorbato di sodio, l'acido citrico, L-cisteina e il lattato di calcio.

La combinazione al 2% di acido ascorbico insieme ad un 1% di lattato di calcio su pesche e nettarine di IV gamma può prevenire ulteriori danneggiamenti cellulari ed un miglior adattamento della membrana cellulare dopo che si è verificata la perdita di compartimentazione (Toivonen e Brummell, 2008).

Tale soluzione è stata studiata per la prima volta su 13 cultivar di pesche e 8 di nettarine (Gorny, 1999), successivamente è stata utilizzata su *Venus*, *K18*, *Federica* (Colantuomo *et al.*, 2013) e *Big Top* (Cefala *et al.*, 2013).

I risultati prodotti dai diversi Autori hanno mostrato un estrema variabilità tra il comportamento delle varietà in risposta agli antiossidanti utilizzati. In particolare, nello studio di Gorny (1999), il trattamento chimico ha avuto effetto conservante solamente sulla varietà *Carnival*; al contrario, Colantuomo e collaboratori (2013) non hanno riscontrato nessun miglioramento del trattamento antiossidante sulle pesche oggetto di sperimentazione.

Sulla cv *Big Top* conservata a 4° C in atmosfera modificata (10 kPa O₂ e 10 kPa CO₂), il trattamento al 2% di acido ascorbico e 1% di lattato di calcio ha mostrato un maggior punteggio di qualità, lievi sintomi di browning, un incremento della consistenza e dei livelli minimi di etanolo e acetaldeide. L'immersione delle fette nella soluzione ha anche aumentato la capacità antiossidante, probabilmente per l'effetto dell'aggiunta dell'acido ascorbico (Cefala *et al.*, 2013). Questo trattamento non è tuttavia completamente efficace per controllare l'imbrunimento enzimatico, in quanto l'AA è completamente ossidato a acido deidroascorbico, i chinoni non sono più ridotti e possono verificarsi ugualmente degli imbrunimenti (Nicolas., 1994).

Come accennato precedentemente, l'acido ascorbico può essere utilizzato con amminoacidi e vitamine antiossidanti allo scopo di inibire le reazioni enzimatiche di ossidazione.

A tal riguardo, Martins (2011) ha osservato l'effetto di questi antiossidanti sulle fette di pesca della varietà *Aurora-1*. Le fette immerse in diverse soluzioni controllo (immersione in 2% di acido ascorbico, 2% di acido ascorbico + 2% di cloruro di calcio, 1% di isoascorbato di sodio, 1% di acido citrico, 1% di L-cisteina cloridato), sono state conservate in film in PVC a 3° C con 65 % di UR per dodici giorni. Tra le soluzioni utilizzate, quella che ha permesso una conservazione più lunga, è stata l'1 % di L-cisteina cloridato con una durata di dodici giorni. Quest'ultima è stata in grado di fornire un

migliore mantenimento della composizione chimica e di contrastare l'attività degli enzimi polifenossidasi e perossidasi.

Alla stessa maniera, Amauri Costa (2011) ha osservato come trattamenti con diverse soluzioni di antiossidanti (acido ascorbico (AA), cloruro di calcio (CC) insieme alla cisteina (Cis) comportano una minore attività dell'enzima polifenolo ossidasi. In particolare, le fette di pesca della cv *Esmeralda* sono state sottoposte a quattro diversi trattamenti, uno di controllo con sola acqua, il secondo con AA+ CC, il terzo Cis + CC ed, infine, il quarto con Cis + AA + CC, confezionate in imballaggi chiusi con film in PVC e conservate per sei giorni a 4° C e 85% UR. Gli autori hanno dimostrato come il trattamento Cis + AA + CC ha avuto una maggiore efficacia nella prevenzione dell'imbrunimento riducendo l'attività sia della polifenossidasi che della perossidasi.

L'acido ascorbico è stato utilizzato insieme all'ossido nitrico da Zhu Li-Qin e collaboratori (2009) che ne hanno valutato l'effetto sulle pesche (cv *Zhonghuashoutao*) di IV gamma conservate a 10° C.

L'ossido nitrico (NO) è un gas altamente reattivo sui radicali liberi e l'esposizione a breve termine e bassa concentrazione di (NO) gassoso ha dimostrato di estendere la vita post-raccolta di fragole (Zhu e Zhou, 2007). E' stato inoltre dimostrato che il suo effetto ha ritardato l'insorgenza di browning su fette di mela (Pristijono, Wills, e Golding, 2006).

Sulle pesche in IV gamma della cv *Zhonghuashoutao* è stato saggiato l'effetto dell'ossido nitrico (NO) (5 µM) e dell'acido ascorbico (0,2 %) e quello simultaneo di acido ascorbico più ossido nitrico (AA 0,2 % + NO 5 µM). I trattamenti con AA e NO sono stati in grado di inibire l'imbrunimento delle fette di pesca, di proteggere la microstruttura delle cellule (Fig. 4), di inibire l'attività degli enzimi polifenoloossidasi e perossidasi ed aumentare il contenuto dei fenoli. Gli stessi Autori hanno dimostrato inoltre che il (NO) protegge la microstruttura cellulare e contribuisce a mantenere la compartimentazione tra gli enzimi e i loro substrati.

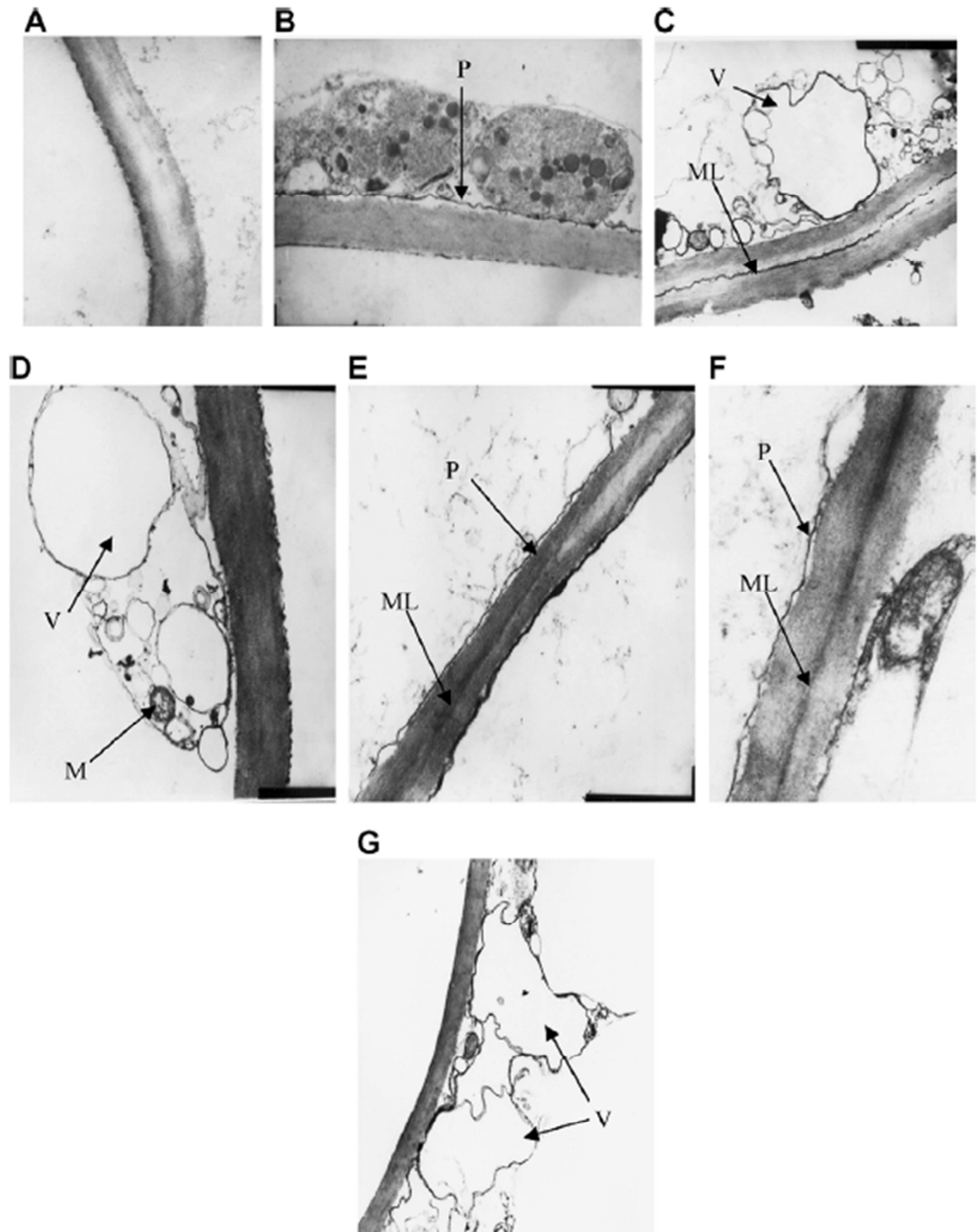


Fig. 4 Effetto di AA, NO, AA/NO sulla microstruttura delle pesche in IV gamma conservate a 10 °C dopo 10 giorni.

A: CK; BC: 0.2% AA treated peach; DE: 5 IM NO treated peach; FG: 5 IMNO plus 0.2% AA; P: plasmalemma; V: vacuole; M: mitochondrion; ML: middle lamella; A C D: were magnified by 15,000 times; B E F: were magnified by 10,000 times; G: was magnified by 5000 times (Fonte: Zhu Li-Qin *et al.*, 2009).

2.3.2 Valutazione sensoriale e strumentale su pesche e nettarine minimamente processate

I consumatori valutano la qualità del prodotto di IV gamma in base all'aspetto esteriore. Sicuramente i prodotti che si presentano fortemente imbruniti o con una scarsa consistenza della polpa vengono subito scartati dal consumatore che è invece maggiormente attratto da prodotti che mantengono la freschezza, perfettamente idratati e con una superficie di colore brillante priva di difetti.

I difetti percepiti dal consumatore, provocati dal cambiamento del colore per il decadimento del prodotto o dall'intensa attività enzimatica determinata dal taglio del frutto, possono essere misurati strumentalmente, ma i risultati di queste analisi, nella maggior parte dei casi, non danno un'idea esaustiva dell'aspetto generale del prodotto.

La colorazione può essere misurata a vista o tramite l'ausilio di strumenti specifici. Nel primo caso, manuali o tabelle dei colori possono essere usati come riferimento per valutazione della qualità dell'ortofrutta. A tal proposito, diversi ricercatori utilizzano una scala di valutazione obiettiva al fine di determinare l'aspetto generale e le differenze tra i trattamenti di IV gamma di ortofrutta, comprese pesche e nettarine.

Amodio e collaboratori (2007) hanno implementato la ricerca per lo sviluppo di una scala adatta ai prodotti ortofrutticoli processati per definirne la commerciabilità e il limite di commestibilità. Ad ogni immagine viene attribuito un punteggio qualitativo: = optimal appearance; 4= good appearance; 3=fair appearance, limit of commerciability; 2= poor appearance, limit of edibility; 1=very bad appearance, not edible. Una classificazione colorimetrica edonica era già stata proposta da Kader e Cantwell (2004).

Il colore può essere misurato per via strumentale sulla base della luce riflessa o trasmessa attraverso la polpa. CIE L* a* b* è la scala di riferimento più utilizzata per la misurazione del colore, quest'ultima si basa sui parametri L*, a* e b* e sulle misure derivate (Hue e Chroma, ΔE etc.). Solitamente ad un aumento del valore di L* corrisponde uno sviluppo del colore bianco nei campioni, mentre una diminuzione di tale parametro indica un aumento dell'imbrunimento (Colelli & Amodio, 2009). A tal proposito sulla cv *Big Top* di IV gamma è stata valutata la commerciabilità tramite analisi delle immagini digitali per dodici giorni a 5 °C. In particolare, l'apparenza visiva ed il colore sono stati misurati

tramite un colorimetro convenzionale e un sistema visivo computerizzato (CVS); contemporaneamente sono stati misurati Brix°, acidità, pH, fenoli e capacità antiossidante. Le fette di nettarine dopo dodici giorni, avendo perso la loro freschezza iniziale, hanno mostrato una diminuzione media del 30 % nei fenoli totali ed un aumento del 10 % nell'attività degli antiossidanti rispetto alle fette fresche.

L'apparenza visiva è stata correlata significativamente con il browning score ($R^2 = 0.78$), l'acidità titolabile ($R^2 = 0.45$) e il pH ($R^2 = 0.85$).

La correlazione del punteggio di apparenza visiva con i parametri colore b^* e chroma misurati dal sistema visivo computerizzato sono stati più alti ($R^2 = 0.76$) rispetto a quelli ottenuti ($R^2 = 0.57$) usando il colorimetro convenzionale (Pace *et al.*, 2011).

Se le valutazioni edoniche mirano a conoscere la soddisfazione ed il gradimento del consumatore al consumo un alimento, l'analisi sensoriale fornisce invece delle informazioni valide da utilizzare come strumento decisionale per la produzione e commercializzazione di un prodotto, per il controllo della qualità (Costell, 2002) o per lo studio di un nuovo prodotto (Munoz, 2002).

Diversi sono i metodi applicati all'analisi sensoriale e possono essere distinti in discriminanti, qualitativi e quanti-qualitativi e descrittivo-analitici. Quest'ultimo è senz'altro quello più importante per definire le caratteristiche sensoriali di un alimento poiché ne traccia il profilo sensoriale e ne identifica i descrittori che caratterizzano l'alimento. Una volta identificati gli attributi, la loro quantificazione avviene attraverso delle scale di categoria o scale lineari.

Le metodologie che rendono scientifica l'applicazione dell'analisi sensoriale tendono a ridurre le fonti di variabilità che possono essere influenzare dall'uomo al momento del giudizio, al fine di ottenere informazioni quanto più oggettive. Pertanto la formazione e l'addestramento del panel risultano il presupposto fondamentale per validare gli attributi del prodotto da giudicare. A tal riguardo, anche una breve formazione, che ha come obiettivo il riconoscimento delle principali differenze tra gli attributi di tessitura e sapore di cibi complessi, fornisce una risposta più precisa all'analisi sensoriale (Chambers *et al.*, 2004). È necessario inoltre, che le condizioni ambientali al momento dell'assaggio e la presentazione del prodotto, non interferiscano sul gradimento e quindi, sul giudizio del prodotto. Inoltre durante l'assaggio dell'alimento bisogna fare attenzione che i panelisti non comunichino tra di loro poiché, la presenza di un membro più autorevole all'interno

del gruppo influenza il giudizio degli altri assaggiatori provocando il *colonel effect* (Eccher Zerbini, 1974) ed il numero dei campioni deve essere ben equilibrato, in modo tale da non provocare l'affaticamento dei panelisti (Pages e Perinel, 2003). L'utilizzo congiunto dell'analisi sensoriale insieme all'applicazione di analisi analitiche tramite HPLC, ha permesso di ottenere ottimi risultati sulla valutazione qualitativa di 9 cultivar di pesco. In particolare lo studio condotto sulle cv: *Maria Marta*, *Romestar*, *325 × A/8*, *224 × A/13*, *V × S/4*, *Bea*, *Maria Aurelia*, *Venus e Spring Red* ha permesso di correlare dolcezza, il gusto e l'aroma con alcuni attributi determinati tramite HPLC.

È stato mostrato che la dolcezza è influenzata dall'acido citrico, acido shikimico e rapporto zuccheri/ acidi organici mentre l'aroma era correlato con gli acidi organici, saccarosio, sorbitolo e acido malico, il gusto, invece, è legato al rapporto tra acido malico/ acido citrico, zuccheri totali, saccarosio, sorbitolo e acido malico (Colaric *et al.*, 2005).

L'analisi sensoriale ed edonistica su pesche e nettarine, possono contribuire a contribuire a spiegare i meccanismi sensoriali che traducono in termini di gradimento la composizione intrinseca dei frutti (Castellari *et al.*, 2006; Di Miceli *et al.*, 2010) ed è in grado di individuare quali cv. di pesche e nettarine sono preferite dai consumatori (Iglesias e Echeverria, 2008).

3.0 La “Pesca di Bivona e la “Pesca di Leonforte”

La “Pesca di Bivona”

La “Pesca di Bivona” si coltiva nell’area dei monti Sicani che costituisce un polo di rilevante importanza nell’ambito della peschicoltura siciliana (Caruso *et al.*, 1993). Tale area ubicata nella parte più interna della provincia di Agrigento e precisamente nella parte sud-occidentale dei Monti Sicani. Le pesche di tali zone vengono spesso indicate con il termine generico di *Montagnola*, in realtà con tale termine vengono indicate diverse cultivar locali. Le produzioni ottenute in queste zone vengono particolarmente apprezzate grazie anche alle pregevoli caratteristiche organolettiche e merceologiche che gli vengono conferite dal particolare andamento climatico di questa parte dell’entroterra siciliano (Montevecchi *et al.*, 2012; 2013).

La destinazione prevalente della produzione di “Pesca di Bivona” è il consumo allo stato fresco.

La “Pesca di Bivona” è stata descritta da Caruso (1982) ma è stata identificata circa 40 anni fa dal sig. Rosario Adrignolo, in un proprio fondo in contrada S. Matteo, agro di Bivona (prov. di Agrigento), da una pianta da seme. La peschicoltura di Bivona fino all’ora era costituita da uno scarso numero di piante di origine gamica, consociate con altri fruttiferi, in seguito si diede inizio ad una rapida valorizzazione di molti terreni con impianti specializzati di pesco, asportando le marze dai soggetti da seme a maturazione tardiva. Con la riforma agraria e con l’assegnazione da parte dell’ E.R.A.S. iniziata nel 1955, ebbe inizio la trasformazione agraria e fondiaria dei terreni assegnati, destinando parte di tali terreni alla coltura del pesco (Caruso, 1982).

Caratteristiche Morfologiche (Caruso, 1982):

- *Rami misti*: di media lunghezza (cm 59), con internodi corti (mm 23), corteccia di colore rosso; le gemme a fiore sono distribuite uniformemente lungo il ramo.
- *Foglie*: lunghe mm 152 e larghe mm 44, il lembo è increspato lungo la nervatura principale, e margine crenato, le glandole sono reniformi.
- *Fiori*: rosacei, di dimensioni medie (mm 18), i petali sono rotondeggianti, di colore rosa molto pallido; il pistillo è più corto degli stami.

- *Frutti*: di pezzatura media (altezza mm 62,8, larghezza mm 67,1, spessore mm 71; con peso di 160-180 grammi. Di forma tendenzialmente rotonda, leggermente asimmetrici alla linea di sutura che è superficiale; la cavità peduncolare è profonda (mm 13), ed umbone generalmente piccolo ed in alcuni casi del tutto assente. La buccia è di colore giallo più o meno mazzata di rosso, aderente alla polpa, mediamente tomentosa; la polpa è di colore bianco-crema, con venature rosse in prossimità del nocciolo, di consistenza soda, mediamente dolce ed aromatica.

- *Noccioli*: di dimensioni medie (alti mm 34, larghi mm 28, spessi mm 20 con peso di grammi 7; di colore rosso scuro e allungati. La superficie è corrugata con rilievi densi.

Caratteristiche biologiche, agronomiche e sensoriali:

Albero di media vigoria, con portamento tendenzialmente aperto; caratterizzato da un'abbondante e costante produzione. La fioritura si ha nella prima decade di marzo, il grado di auto compatibilità è elevato, così come quello di fertilità.

Per le caratteristiche riscontrate, associate al valore organolettico dei frutti, si può affermare che la cultivar "Pesca di Bivona" è una cultivar locale con ottimi requisiti mercantili (Caruso, 1982)

Con la denominazione "Pesca di Bivona" viene oggi, individuato un insieme di cultivar di pesche dal frutto gradevolmente aromatico, a polpa soda di colore bianco con leggera screziatura rossastra soprattutto in prossimità del nocciolo. Tali cultivar producono frutti con caratteristiche fondamentalmente simili, riescono a fornire, grazie alla loro scalarità di maturazione, produzioni in un arco di tempo compreso tra i primi di luglio e fine settembre.

Gli ecotipi attualmente coltivati sono quattro e sono denominati: *Murtiddara (Primizia bianca)*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina*. Prendono tutti origine da mutazioni originatesi spontaneamente in piante di popolazioni locali di antica coltivazione o da semenzali di origine sconosciuta che, comunque, hanno sempre avuto origine e si sono diffuse nel territorio comunale di Bivona (AG) ed in alcune aree limitrofe. Sulle quattro cultivar sono stati identificati i parametri chimico fisici e sensoriali, dei frutti raccolti a maturazione commerciale, su diverse piante coltivate a diverso gradiente altimetrico (Montevecchi *et al.*, 2012). Lo stesso studio ha mostrato che le quattro cultivar presentano una certa omogenità in termini di: elevata consistenza della polpa, zuccheri, lattoni, oltre ad un

rapporto equilibrato tra SST /AT (Montevecchi *et al.*, 2012), mostrando un elevato standard qualitativo per quanto riguarda il gusto generale (Montevecchi *et al.*, 2013).

A tal proposito, Montevecchi e collaboratori (2013), attraverso l'ausilio dell'analisi sensoriale, hanno rilevato che tra le quattro cultivar ci sono delle differenze per quanto riguarda l'intensità dell'indice di dolcezza e aroma; mentre l'analisi della PCA non è riuscita a separare le quattro cv in quanto hanno la stessa origine.

“Pesca di Leonforte”

Dopo le già descritte zone di Bivona, di particolare interesse, si è rivelato l'areale di Leonforte, ubicato in provincia di Enna, dove sono coltivate le cultivar della “Pesca di Leonforte”. In tale comprensorio, si è assistito nel corso degli anni ad una selezione varietale operata dagli agricoltori sul germoplasma locale che è rappresentata dalla diffusione delle cultivar *Settembrina* e dalla *Ottobrina*, chiamata anche “Tardivo di Leonforte” ed una minima parte dalla varietà *Giallone*.

Ad oggi la “Pesca di Leonforte” è stata identificata dalla Comunità Europea con il marchio I.G.P (Indicazione Geografica Protetta) con le cultivar *Settembrina*, *Giallone* e *Ottobrina* con un calendario di maturazione che va dalla I° decade di Settembre fino alla III° decade di Ottobre.

Su tali pesche si pratica durante la II° decade di Giugno l'insacchettamento su ogni pesca con una carta pergamena per proteggere i frutti dalla mosca della frutta (*Ceratitis capitata*).

Caratteristiche Morfologiche (Baratta , Caruso, 1986)

Rami misti: lunghi (cm 79,91) con internodi corti (mm 12,32); le gemme a fiore sono distribuite lungo il ramo prevalentemente nel tratto medio basale; l'indice di fertilità è medio (0,47) e varia da 0,55 nel terzo basale a 0,52 e 0,33 rispettivamente nel terzo mediano e apicale.

Foglie: lunghe mm 146 e larghe mm 38,8 con rapporto diametrico di 3,76; la larghezza massima è in posizione mediana; il lembo è liscio, l'angolo apicale è di ampiezza media (30,78°) mentre quello basale è stretto (87,71°); il margine è crenato; le glandole sono reniformi.

Fiori: di color rosaceo di dimensioni medie (mm 17,2); con petali di forma rotonda (RD=1,10), di colore rosa pallido, il pistillo è leggermente più corto degli stami; l'epoca di fioritura va dal 18 marzo al 3 aprile.

Frutti: di pezzatura media (altezza mm 59,8), larghezza mm 60,9, spessore mm 64,6 con meso mesio di g 159,23) di forma rotonda sia in proiezione longitudinale che trasversale. La linea di sutura è superficiale, la cavità peduncolare è mediamente larga (mm13,8) e mediamente profonda (0,9); l'apice è arrotondato, la buccia ha una colorazione di fondo gialla screziata di rosso nella parte più esposta al sole, aderente alla polpa, mediamente tomentosa, molto consistente, aromatica e aderente al nocciolo.

Noccioli: di dimensioni medie (alti mm 31,38, larghi mm 23,97 e spessi mm 17,51 con peso di g 5,49) di colore marrone allungati, con un profilo leggermente asimmetrico e superficie corrugata.

Caratteristiche biologiche, agronomiche e sensoriali

Albero di media elevata vigoria con comportamento tendenzialmente assurgente, la produttività è elevata e costante nel tempo. La fioritura inizia la II° decade di Marzo, il grado di auto compatibilità è medio, così come quello di fertilità. Inoltre è stata rilevata un'elevata sensibilità della pianta all'oidio mentre i frutti appaiono resistenti alle manipolazioni. La maturazione della frutta va dalla I° decade di Settembre fino all'ultima di Ottobre.

Sulla cv *Settembrina* della "Pesche di Leonforte" è stato inoltre identificato il profilo sensoriale e confrontato con quella della cv "Pesca di Maniace", Tale studio ha mostrato che la "Pesca di Leonforte" presenta la maggiore intensità in alcuni descrittori come: uniformità colore esterno, compattezza, intensità del colore della polpa, odore e flavour di pesca, odore e flavour floreale, succosità, dolce, amaro e valutazione complessiva (Fig. 5) (Muratore, 2010).

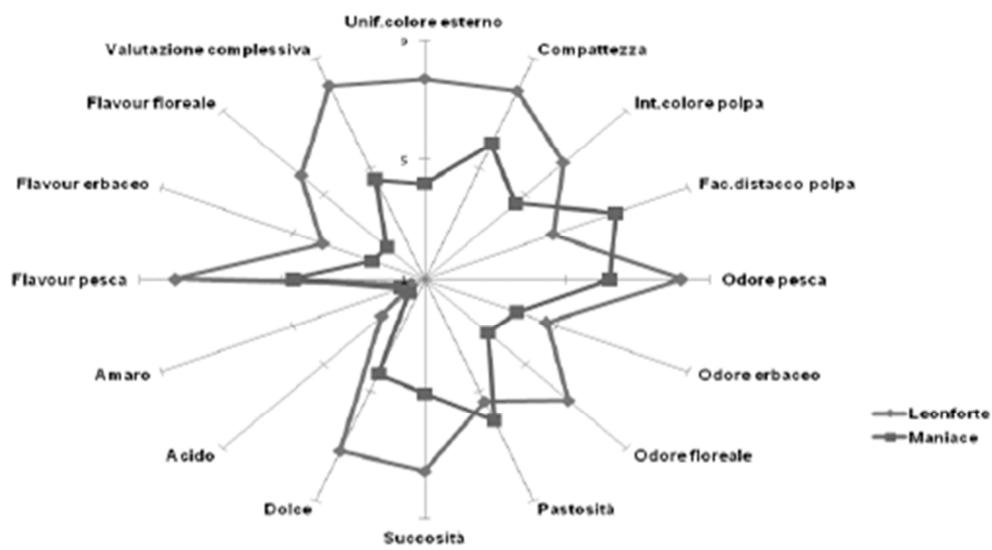


Fig. 5 Profilo sensoriale della cv Settembrina della “Pesca di Leonforte” e della cv. Summerset “Pesca di Maniaci”(Muratore, 2010)

4.0 Scopo del lavoro

Il consumatore ricerca nella qualità della frutta non solo gli aspetti estetici ma anche quelli sensoriali. I frutti di pesco durante la frigoconservazione e la trasformazione in IV gamma, perdano alcune caratteristiche chimico fisiche e sensoriali, acquisite durante gli ultimi giorni della maturazione.

Lo scopo del lavoro è quello di studiare le potenzialità di un particolare pool genetico, caratterizzato da specifiche caratteristiche sensoriali derivanti anche da incroci con percoche al fine di individuare le problematiche e gli aspetti della fisiologia durante il processo di frigoconservazione e di trasformazione in IV gamma. La scelta di impiegare le cv della “Pesca di Bivona” e la “Pesca di Leonforte”, caratterizzate da un calendario di maturazione estivo-autunnale e elevata qualità in termini di elevata consistenza della pasta, zuccheri e lattoni, un equilibrato rapporto SST/AT, oltre che da un particolare sapore e aroma, (Caruso *et al.*, 1983; Baratta *et al.*, 1986; Marchese *et al.*, 2006; Montevecchi *et al.*, 2012; 2013; Scordino *et al.*, 2012), è dettata dal fatto di utilizzarle come un modello di riferimento per cultivar di elevato valore sensoriale e plasticità d’uso.

5.0 Articolazione della ricerca

La ricerca è stata articolata in due linee di studio che hanno riguardato principalmente la conservazione delle caratteristiche commerciali e organolettiche della “Pesca di Bivona” e la risposta fisiologica delle cv della “Pesca di Bivona” e delle cv “Pesca di Leonforte” alla lavorazione in IV gamma.

Linea di ricerca 1

La prima linea di studio ha inizialmente osservato l’evoluzione delle caratteristiche chimico-fisiche, durante i 15 giorni antecedenti la maturazione, delle cultivar della “Pesca di Bivona”. Dopo la raccolta dei frutti delle quattro cultivar della “Pesca di Bivona”, questi sono stati monitorati per 168 ore, per identificarne le caratteristiche fenotipiche della polpa. Successivamente è stata studiata l’influenza della temperatura e del punto di conservazione sui frutti della cultivar *Bianca* e *Settembrina*, sono stati conservati a diverse temperature (0 °C e 5 °C) per un periodo di 28 giorni durante i quali sono stati monitorati con cadenza settimanale, le variazioni chimico-fisiche con strumenti analitici non distruttivi (DA-Meter) (Noferini *et al.*, 2010).

Inoltre i frutti della cv *Bianca* sono frigoconservati a due diversi gradi di maturazione (Ripe e Mature Green) mentre sui frutti della cv. *Settembrina* sono stati identificati due profilo sensoriali (tesi 1=colore di fondo tendende al verde; tesi 2 = colore di fondo tendente al bianco)

Linea di ricerca 2

La seconda linea di ricerca ha riportato l’effetto delle cv. della “Pesca di Bivona” e della cv della “Pesca di Leonforte” sottoposte alla trasformazione in IV gamma. Su tali cultivar sono stati monitorati i parametri chimico-fisici per 12 giorni. Inoltre sulle cultivar *Settembrina* di Bivona e sulle cv *Settembrina* e *Ottobrino* sono stati effettuati trattamenti antiossidanti con acido ascorbico, citrico e lattato di calcio per verificare l’effetto sulle caratteristiche qualitative.

6.0 Materiali e metodi

Materiale vegetale, modalità di raccolta, scelta dei frutti per la frigoconservazione

Piano sperimentale

Esperimento 1 “Evoluzione della maturazione delle cv della “Pesca di Bivona” e risposta fisiologica della cv *Settembrina* a diverse condizioni di temperature di conservazione”

La ricerca è stata condotta, dal 15 Giugno al 30 Settembre 2013, su frutti di piante di pesco (*Prunus persica* L. Batsch) (delle cv *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina* di Bivona, innestate su portinnesto pesco x mandorlo (*Prunus persica* x *Prunus amygdalus*) GF 677 e allevate in agro di Alessandria della Rocca (AG). Le osservazioni sono state condotte sulla produzione di 4 pescheti dell'età compresa tra 10 e 12 anni, allevati a vaso, con sesto a rettangolo di 3 x 4 m o 4 x 4m, su suoli del tipo regosuoli da rocce argillose e regosuoli da gessi ed argille e con gradiente altimetrico compreso tra m 460 e m 510 s. l. m.

Le analisi sono state eseguite su 600 campioni, raccolti ad una temperatura ambientale variabile tra 22 °C e 28 ° C, ogni tre giorni fino alla raccolta commerciale a partire dal momento in cui la consistenza della polpa dei frutti raggiungeva valori compresi tra 70 e 80 N fino alla raccolta, e trasportati in laboratorio dell'Università ad una temperatura di 20° C, in plateau di plastica da 24 pezzi, idonei a garantire la loro integrità durante il trasporto.

La rappresentatività dei campioni è stata assicurata con la raccolta di 50 frutti per ogni varietà su 5 alberi nelle aree interessate dalla sperimentazione. Gli alberi sono stati scelti al centro di appezzamenti omogenei per carico di frutti (45-60 kg per pianta), esposizione e gestione nella chioma.

La classificazione dei frutti delle quattro cv nelle categorie *Melting*, *No Melting* e *Stony Hard* attraverso il tasso di produzione di etilene, è stata realizzata presso la sezione di Coltivazioni Arboree del Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università di Milano, su di un campione di 30 pesche raccolte quando raggiungevano i 50-40 N. La produzione giornaliera di etilene fino alla senescenza dei frutti è stata monitorata, su di un

campione, per varietà, di 10 frutti omogenei per pezzatura e colorazione dell'epicarpo, analizzati singolarmente ad una temperatura costante di 20 °C.

La seconda parte dell'esperimento prevedeva la raccolta di trecentocinquanta frutti della cv *Settembrina*, di cui cinquanta utilizzati per analizzare i parametri chimico fisici iniziali della pesca cv *Settembrina* mentre gli altri duecento sono stati analizzati con cadenza settimanale per un periodo di 28 giorni durante la conservazione a 0 °C con RH 90%. I parametri iniziali erano la consistenza della polpa $6 \pm 1 \text{ kg cm}^{-2}$; contenuto medio in solidi solubili (SSC), il cui valore era di $11,5 \pm 1$ °Brix, l'indice di assorbanza e l'acidità, rispettivamente 1,18 I-DA e di 11,47. La rimanente parte del campione è stato per metà conservato a 0 °C e l'altra metà a 5 °C con RH al 95% per 28 giorni. Il protocollo sperimentale ha previsto, con cadenza settimanale (di misurazioni strumentali distruttive, come la durezza della polpa, il residuo rifrattometrico e l'acidità su campioni di 30 frutti per tipo di conservazione). Inoltre, è stato adottato lo stesso numero di repliche per l'esecuzione delle analisi non distruttive per determinare sia la perdita di peso sia la degradazione della clorofilla, con prelievi eseguiti settimanalmente sugli stessi frutti.

Per quanto riguarda l'analisi sensoriale sono stati utilizzati 100 campioni di frutti, raccolti a diverso grado di maturazione. I campioni (50 frutti) sono stati raccolti con colorazione di fondo dell'epicarpo tendente al verde e con una consistenza della polpa pari a $6 \pm 1 \text{ kg cm}^{-2}$; altri 50 frutti avevano una colorazione di fondo tendente al bianco dell'epicarpo $4 \pm 1 \text{ kg cm}^{-2}$.

Esperimento 2 “Influenza del grado di maturazione e della frigoconservazione dei frutti della cultivar di pesco *Bianca*”

Le prove di frigoconservazione sono state condotte nel biennio 2011-2012, in agro di Bivona, su pesche della cv. *Bianca* raccolte a due gradi di maturazione (“ripe” = colore di fondo bianco e “mature green” = colore di fondo tendente al verde) e conservate in celle frigo alla temperatura, rispettivamente, di 0 °C e 5 °C, con RH 95% e per la durata di 28 giorni. Trecentocinquanta campioni di frutti sono stati raccolti durante la prima decade di Agosto da cinque alberi innestati su portinnesto pesco x mandorlo (*Prunus persica* x *Prunus amygdalus*) GF 677. Duecentocinquanta campioni di frutta sono stati raccolti da 4 pescheti dell'età compresa tra 10 e 12 anni, allevati a vaso, con sesto a rettangolo di 4 x 4m, su suoli del tipo regosuoli da rocce argillose e regosuoli da gessi ed argille e con

gradiente altimetrico di 510 s. l. m. Dopo la raccolta i frutti sono stati trasportati in laboratorio. Con cadenza settimanale, durante la conservazione, per ogni tesi (0 °C e 5 °C), sono state effettuate analisi distruttive su un campione di 25 frutti, per determinare: contenuto in solidi solubili totali (SST), acidità, pH e consistenza; allo stesso tempo su di un campioni di 50 frutti per tesi, sono state effettuate analisi non distruttive, al fine di rilevare il calo peso e l' indice I-DA.

Esperimento 3 “Screening varietale della “Pesca di Bivona” e della “Pesca di Leonforte” sottoposte a trasformazione di IV gamma”

La ricerca è stata condotta, tra il 15 Giugno ed il 30 Settembre 2012, su frutti di pesco delle cv *Murtiddara, Bianca, Agostina e Settembrina di Bivona*, innestate su GF 677 (*Prunus persica x Prunus amygdalus*), mentre per la “Pesca di Leonforte”, su impianti delle varietà *Settembrina, Giallone e Ottobrino*, ubicati nel comprensorio di Leonforte (EN) a 656 m a.s.l., dal 1 Settembre fino al 10 Novembre 2011. Trecentotrenta frutti per cultivar sono stati prelevati da 10 piante a random di età compresa tra 10 e 12 anni, allevate a vaso con sesto di 3 x 4m e 4 x 4m, su terreni con gradiente altimetrico compreso tra m 460 e m 610 s. l. m. Le caratteristiche iniziali (colore, SST e TA) delle pesche di ogni varietà sono state misurate su 30 frutti omogenii per pezzatura e colore di fondo. Per ridurre la variabilità dalla prova scientifica sono state utilizzate solamente le pesche con una consistenza dei frutti di 40 ± 2.8 N. Trecento frutti, per ogni varietà, sono stati tagliati in fettine omogenee con coltelli in ceramica. Al momento del taglio le fettine di pesca presentavano le seguenti caratteristiche: 1.5 ± 0.2 cm di spessore e 6.4 ± 0.6 di larghezza. Per ogni varietà sono state utilizzate 72 vaschette in polistirene biorientato, contenente ognuna circa 150 g di frutta. Le fette di pesca una volta confezionate in atmosfera passiva sono state conservate a 5 °C con il 95% RH.

Esperimento 4 Effetto dell'atmosfera passiva e di trattamenti chimici sulle pesche della cultivar *Settembrina* di Bivona e variazioni del contenuto di acido ascorbico in pesche della cv. *Settembrina* e *Ottobrina* di Leonforte minimamente processate

La ricerca è stata condotta nella campagna 2011-2012, sulle pesche a polpa bianca (*Prunus persica* (L.) Batsch) della cv *Settembrina* di Bivona, in agro di Bivona (AG). Trecentotrenta frutti (330) sono stati raccolti a random da 5 alberi rappresentativi al centro del pescheto, durante la terza decade di Settembre (2012). Le caratteristiche iniziali dei frutti sono state misurate su 30 pesche: il peso dei frutti era di 191.6 ± 9.4 ; la consistenza dei frutti era di 40 ± 2.8 N; i solidi solubili totali (TSS) erano di 9.7 ± 0.9 Brix°; pH 3.75; acidità titolabile era di 6.33 ± 1.4 g l⁻¹; mentre L* = 75.3 ± 1.2 ; a* = -4.2 ± 0.8 ; b* = 4.2 ± 0.8 . Le pesche subito dopo essere state tagliate a fette, sono state immerse in una soluzione contenente 2% di acido ascorbico e 1% di calcio lattato (per 60 sec.) mentre per le fette di pesca utilizzate come controllo è stata utilizzata acqua distillata per lo stesso tempo.

Mentre sulle cv della “Pesca di Leonforte”, i campioni di frutta sono stati raccolti da 10 alberi della cv *Settembrina* e *Ottobrina* di Leonforte su GF 677 (*Prunus persica* x *Prunus amygdalus*), coltivati in un frutteto nel comprensorio di Leonforte (EN). I campioni di frutti (peso fresco medio: 200 ± 9 g) di pesche (*Prunus persica* L. Batsch) delle cultivar “*Settembrina* e *Ottobrina* di Leonforte”, senza alcun difetto, sono state raccolti a random su ogni albero. Il campione utilizzato nella prova sperimentale è stato pari a seicento frutti. Le pesche subito dopo essere state tagliate a fette, sono state immerse in una soluzione contenente 2% di acido ascorbico e 1% di calcio lattato (per 60 sec.) o 1% di acido ascorbico, 0.5% di acido citrico e 1% di calcio lattato mentre per le fette di pesca utilizzate come controllo è stata utilizzata acqua distillata per lo stesso tempo.

Analisi dell'etilene (Esperimento 1)

La classificazione dei frutti delle quattro cv nelle categorie *Melting*, *No Melting* e *Stony Hard* attraverso il tasso di produzione di etilene. La produzione giornaliera di etilene fino alla senescenza dei frutti è stata monitorata utilizzando un gas cromatografo (FID-GC Dani 3800- Shimadzu, Germany), su di un campione di 10 frutti omogenei per pezzatura

e colorazione dell'epicarpo, analizzati singolarmente ad una temperatura costante di 20 °C per un periodo di 168 ore.

L'analisi statistica utilizzata ha avuto l'obiettivo di descrivere l'evoluzione della maturazione attraverso i dati medi ottenuti da valori di 30 repliche per ogni tempo di prelievo e per ogni varietà oggetto di studio.

Analisi chimiche e fisiche (Tutti gli esperimenti)

- I solidi solubili totali sono stati misurati sul succo delle della polpa con rifrattometro digitale (Atago Palette PR-32 digital refractometer, Atago Co., Ltd-Tokyo, Japan)
- La consistenza della polpa è stata misurata con un Fruit Texture Analyzer (GS-15 Qa Supplies U.S.A) o tramite penetrometro digitale (TR-Turoni, Forli, Italia)
- Il peso dei frutti, è stato misurato con una bilancia elettronica di precisione (Quirumed-Spagna);
- L'indice DA (I-DA) attraverso il DA-Meter (Sintéleia X S.r.l. e distribuito da TR-Turoni Forli- Italia.)
- L'acidità titolabile (acido malico) e il pH sono misurati tramite Titolare Tritomatic automatico (Crison 1S, Lainate (MI), Italia).

Analisi biochimiche (Esperimento 4)

La concentrazione di acido ascorbico è stata determinata in accordo con Rapisarda (1996) attraverso l'utilizzo di un gascromatografo (HPLC series 200, PerkinElmer, Scelton, USA), usando un iniettore (Rheodyne with 20 uL loop), e un photodiode detector (Knauer Eurospher II 100-5 C18 column 250 mm 4.6 mm I.D Berlin, Germany). Le analisi dei polifenoli totali sono state determinate in accordo con Singleton e Rossi (1965), I risultati sono stati espressi come mg/L di acido gallico.

Colore (Esperimenti 3 e 4)

Il colore (CIELab) delle fette è stato misurato utilizzando un colorimetro (Konica Minolta CM 2500 Cinisello Balsamo-Italia). Lo strumento è stato calibrato con piastra bianca convenzionale del produttore. I cambiamenti di colore sono stati quantificati in $L^* a^* b^*$ ed il ΔE è stato calcolato come differenza tra il colore misurato subito dopo il taglio e il

colore misurato al 3°, 5°, 7° e 12° giorno. Alle stesse date sono stati calcolati il Croma e Hue° (McGuire, 1992) ed il Browing index (Bal et al., 2011).

Analisi della concentrazione di anidride carbonica e ossigeno (Esperimenti 2 e 3)

Le concentrazioni di ossigeno e di anidride carbonica sono state monitorate nei contenitori in polistirene biorentato dopo tre, cinque, sette e dodici giorni dal confezionamento tramite PBI Dansensor Checkpoint O₂ and CO₂ analyzer (Topac, Hingham, MS, USA).

Analisi Sensoriale (Esperimento 1)

Le analisi sensoriali effettuate presso il dipartimento DISPA dell'Università di Catania, su un campione composto da 100 frutti, sul quale sono stati effettuati due diversi profili sensoriali con il metodo UNI 10957: 2003. Il primo profilo prevedeva l'analisi sensoriale su 50 frutti con una colorazione dell'epicarpo tendente al verde e una durezza di circa 6 kg cm⁻²; il secondo profilo è stato realizzato sulle altre 50 pesche con una colorazione di fondo bianca tendente al verde chiaro e una durezza di circa 3,4 kg cm⁻² simulanti la maturità commerciale.

Sono stati selezionati dodici giudici tra gli studenti della facoltà di Agraria dell'Università di Catania addestrati per circa un mese con una frequenza di due o tre sedute settimanali. In questa fase i giudici hanno familiarizzato con il prodotto e sono stati istruiti sul metodo e sulla scala di valutazione, al fine di mettere a punto un vocabolario comune comprendente tutti i descrittori che sono stati scelti con una frequenza di citazione del 70% nel corso delle sedute (Di Miceli et al., 2010). Ogni descrittore è stato ampiamente illustrato per rimuovere qualsiasi dubbio circa il suo significato. Per la definizione dei 2 profili sensoriali dei frutti sono stati utilizzati i seguenti sedici descrittori di cui 15 suddivisi nei seguenti sei sensi:

1. Visivi: Uniformità del colore esterno; Intensità del colore della polpa.
2. Tattili: Compattezza; Facilità di distacco della polpa dal nocciolo (spiccagnolo).
3. Olfattivi: Odore di pesca; Odore erbaceo; Odore floreale.
4. Reologici: Pastosità; Succosità.
5. Gustativi: Dolce; Acido; Amaro.
6. Flavour: Flavour di pesca; Flavour erbaceo; Flavour floreale.

Il sedicesimo descrittore è costituito dalla Valutazione complessiva. L'intensità di ogni singolo descrittore è stata quantificata su una scala discontinua da 1 (assenza del descrittore) a 9 (massima intensità del descrittore). A ogni giudice è stato presentato un frutto intero in piatti di plastica siglati con un codice a tre cifre (Farina *et al.*, 2008).

Le valutazioni sono state condotte presso il laboratorio di analisi sensoriale dotato di 8 cabine a norma UNI-ISO 8589 (2007), dotato di uno specifico software per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati sensoriali (Fizz, Biosystèmes). Il profilo ottenuto ha consentito di quantificare singolarmente e in ordine di percezione le caratteristiche dei campioni (Pagliarini *et al.*, 2002).

Visual Score (Esperimenti 3 e 4)

I punteggi impiegati nella costruzione delle scale edoniche sono stati: 5 (very good); 4 (good limit of marketability); 3 (fair, limit of usability); 2 (poor) and 1 (very poor inedible).

Operazioni preliminari per la trasformazione in 4 gamma (Esperimenti 3 e 4)

Prima della trasformazione in IV gamma i frutti di pesca sono stati disinfettati con una soluzione di ipoclorito di sodio al 10%. Per le prove scientifiche sono stati presi in considerazione solo i frutti con una consistenza tra i 40-45 N.

Taglio delle pesche (Esperimenti 3 e 4)

In tutti gli esperimenti il taglio delle pesche è stato eseguito manualmente con coltelli in ceramica mentre per l'esperimento 6 i frutti sono stati pelati (Maxistrip, Sgorbati Vegetec, Italy), o tagliati a fette (F2000, Sgorbati Vegetec, Italy). In tutti i casi le fette presentavano valori di 1.5 ± 0.1 cm di spessore e 6.1 ± 1.4 cm di larghezza.

Confezionamento (Esperimenti 3 e 4)

Centocinquanta grammi di pesche sono state confezionate in contenitori rigidi in polistirene biorentato forato e non (Agripack, Milano, Italia).

Analisi statistica (Tutti gli esperimenti)

I dati sono stati elaborati tramite analisi statistica ANOVA e le medie sono state separate tramite test di Tukey ($P \leq 0.05$). L'analisi della correlazione è stata eseguita tramite il software SigmaPlot.

Esperimento 1

Abstract

“Evolution of ripening of cv "Pesca di Bivona" and physiological response of cv *Settembrina* at various conditions of storage temperatures”

“Pesca di Bivona” is an autochthonous white flesh peach and identifies four cultivar *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina*, and *Settembrina*. These landraces were recently characterized by their physical and chemical profile composition, showing a general homogeneity of composition and giving evidence of quality in terms of high pulp firmness, sugar and lactone content, along with a balanced SSC/TA ratio (Montevecchi *et al.*, 2012)

Flesh texture is one of the most important peach quality traits, affecting firmness and the ripening process. The aim of study was to identify the appropriate time of harvest to optimize the quality of the “Pesca di Bivona” and the assessment of objective parameters, particularly ethylene evolution, for the evaluation of different flesh phenotypes of “Pesca di Bivona”.

The results obtained on the evolution of maturation of 4 cv of "Pesca di Bivona" group showed affinity between *Settembrina* and *Murtiddara* and between *Bianca* and *Agostina*. The values of ethylene studied showed how the 4 cultivars of "Peach of Bivona" belong to the *NoMelting* group.

The ripening process of *Settembrina*, a white flesh cultivars whose fruit ripens in September-October was studied, and qualitative differences in fruit parameters stored at 0 °C and at 5 °C, for 4 weeks were analyzed. Overall, peaches stored at 0 °C maintained the quality on harvest in terms of flesh firmness, chlorophyll content, SST, TA, weight loss

pointing ever after 4 weeks of storages out that the peaches, when harvested at the right ripening time ($6 \pm 1 \text{ kg cm}^{-2}$), have a good attitude to conservation.

“Evoluzione della maturazione della “Pesca di Bivona” e risposta fisiologica della cv *Settembrina* a diverse condizioni di temperature di conservazione”

Riassunto

La denominazione “Pesca di Bivona” include cultivar quattro cultivar (*Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina*, and *Settembrina*) autoctone di pesco a polpa bianca. Queste cultivar mostrano delle caratteristiche comuni come un’elevata consistenza della polpa, zuccheri, lattoni e un rapporto equilibrato SST/TA (Montevecchi *et al.*, 2012).

La degradazione della tessitura della polpa insieme al contenuto in zuccheri sono i fenomeni principali che avvengono durante il processo di maturazione sulla piante e in postraccolta e da loro dipende l’ottenimento di un frutto di qualità.

L’obiettivo della ricerca è stato quello di individuare il tempo di raccolta per ogni cultivar e di identificare attraverso il tasso di emissione di etilene, la possibile variabilità fenotipica di 4 cv della “Pesca di Bivona”. Inoltre è stata valutata l’attitudine alla conservazione della cv. *Settembrina*.

I risultati ottenuti sull’evoluzione della maturazione delle 4 cv della “Pesca di Bivona” mostrano delle affinità nel decorso della maturazione tra la varietà *Murtiddara* e la *Settembrina* e tra le varietà *Bianca* e *Agostina*. Inoltre l’evoluzione dell’etilene mette in evidenza il carattere *NoMelting* sulle 4 cv della “Pesca di Bivona”

Le prove condotte sulla frigoconservazione della cv *Settembrina* hanno permesso di identificare le differenze qualitative in termini di consistenza della polpa, contenuto in clorofilla SST, TA e perdita di peso tra i frutti frigoconservati a 0 °C e frutti conservati a 5 °C.

Risultati e Discussione

I risultati ottenuti sull'evoluzione della maturazione delle 4 cv della "Pesca di Bivona", (Fig. 1 e Tab. 1), mostrano delle affinità nel decorso della maturazione tra la varietà precoce *Murtiddara* e la tardiva *Settembrina* e tra la varietà *Bianca* a maturazione media e quella medio-tardiva *Agostina*. Infatti, nei 15 giorni antecedenti la raccolta, i valori di consistenza della polpa delle cv *Murtiddara* e *Settembrina* sono pari, all'inizio del decorso, a 76.83 e di 76.10 N e hanno un andamento decrescente lineare, raggiungendo al momento della raccolta valori, rispettivamente, pari a 51.30 e 46.84 N; nelle cv *Bianca* e *Agostina*, tale andamento è di tipo non lineare, caratterizzato nella cv *Bianca*, dall'assenza inizialmente di variazioni significative della consistenza della polpa a cui segue invece, negli ultimi 6 giorni che precedono la raccolta, una accelerazione repentina della perdita di consistenza (da 81.0 a 41.06 N). Nella cv *Agostina* invece, ad un leggero decremento nelle fasi iniziali della maturazione con valori da 78 a 70 dopo 6 giorni, fanno riscontro dapprima valori stabili fino al nono giorno, a cui segue un repentino decremento fortemente accelerato negli ultimi tre giorni prima della raccolta. Quanto da noi osservato sulle cv studiate non si discosta da quanto riportato in letteratura (Selli e Sansavini 1993; Ravaglia *et al.*, 1996; Kader *et al.*, 1999) (Fig.1).

Bianca e *Agostina* alla raccolta presentavano valori rispettivamente prima di 14.81 e 14.36 °Brix con una consistenza di 40 N, a cui fanno riscontro per altre due cv valori di 12.16 °Brix. Diversamente la cv *Murtiddara* e la cv *Settembrina*, in prossimità della raccolta, raggiungevano una consistenza media della polpa con valori medi, rispettivamente di 51.30 per la *Settembrina* e di 46.80 N per la *Murtiddara*.

I valori di etilene (Tab. 1) evidenziano il carattere *No Melting* delle 4 cv studiate, espressione della comune genesi che le caratterizza. L'affinità genetica ed fenotipica delle 4 cv è ulteriormente confermata dal comune picco climaterico a 96 ore e dall'affinità nell'andamento e nei valori di emissione di etilene nella fase seguente al picco climaterico (Mignani *et al.*, 2006).

Per quanto riguarda le prove di frigoconservazione è stato rilevato che la consistenza nel frutto, durante il periodo di conservazione, diminuisce pressoché linearmente alla temperatura più elevata (5 °C) e alla fine del periodo si riduce del 50%. A 0 °C, la consistenza si riduce, nel complesso, del 17% in 4 settimane, con un'intensità

particolarmente elevata dalla seconda settimana alla terza. Nel complesso a 5 °C la consistenza si riduce di 2.30 kg cm⁻² (95% UR), e di 1.05 kg cm⁻² a 0 °C (95% UR).

Le differenze tra le tesi sono significative (P=0.01) dalla prima alla quarta settimana dopo la raccolta (Fig. 2).

Il residuo secco rifrattometrico (SST) si evolve in modo differente nel tempo in funzione della temperatura di conservazione. Già dopo una settimana di conservazione, le pesche conservate a 5 °C aumentano i gradi Brix° per poi subire un decremento al quarto prelievo, mentre per quelle conservate a 0 °C il grado zuccherino incomincia ad aumentare solo alla fine della prima settimana di conservazione.

Le differenze tra le tesi sono significative durante le prime settimane dopo la raccolta e alla fine del periodo di conservazione (Fig. 3).

Il peso fresco dei frutti dopo la raccolta (Fig. 4) decresce secondo un modello indifferente alle temperature utilizzate, ma con differenze significative di intensità. Differenze significative emergono fin dalla prima settimana dopo la raccolta.

Nel complesso, il calo peso è pari al 9% per le pesche conservate a 5 °C e al 6% per quelle conservate a 0 °C (Fig.4).

L'indice I-DA consente di seguire il processo di degradazione della clorofilla nel mesocarpo dei frutti, e dalle curve si osserva se raccolte alle settimane successive l'indice I-DA rimane simile, già due settimane dopo è stato rilevato un decremento maggiore per le pesche conservate a 5 °C, mentre i frutti conservati a 0 °C l'indice I-DA rimane pressochè costante durante il periodo di conservazione.

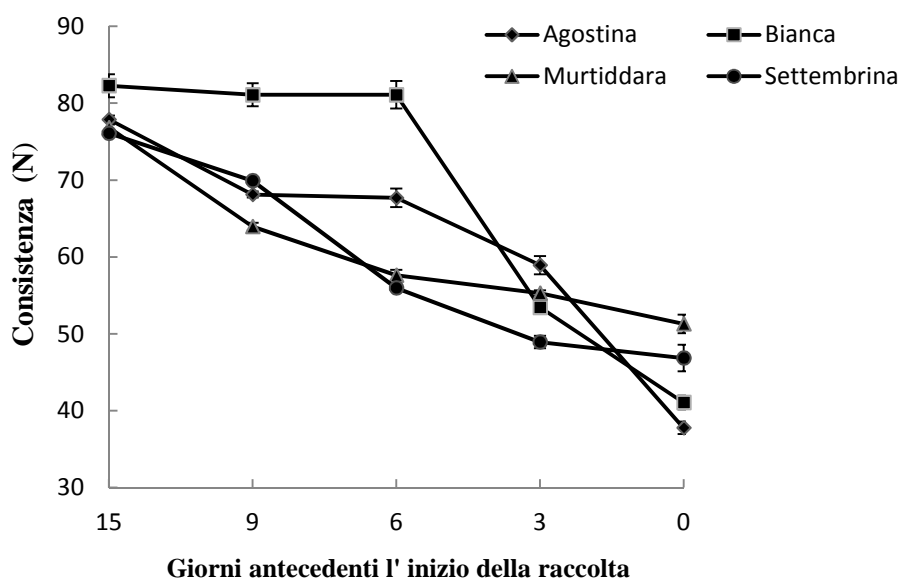
Nel complesso l'indice I-DA decresce del 50% nelle pesche conservate a 5 °C e del 10% in quelle conservate a 0 °C (Fig. 5).

L'acidità titolabile nelle pesche conservate a 0 °C rimane pressochè costante (-13%) dalla prima settimana dopo la raccolta e per le successive tre settimane di conservazione a 0 °C, mentre nelle pesche conservate a 5 °C, si riduce, nell'intero periodo, del 30%, con una progressione temporale pressochè costante nel tempo (Fig. 6). I risultati dell'analisi sensoriale hanno mostrato che i due campioni di pesche si differenziano soltanto per i descrittori quali la facilità distacco della polpa dal nocciolo per $p \leq 0.001$, la pastosità della polpa e il gusto amaro per $p \leq 0.05$. Dallo spider plot (Fig. 7) appare evidente una maggiore compattezza per il campione di pesche non mature rispetto a quelle mature, un

maggior flavour di pesca e floreale, mentre per le pesche maturate dopo 5 giorni si rileva una maggiore pastosità e un maggior gusto amaro.

Per gli altri descrittori è dato riscontrare caratteristiche comuni sia per le pesche mature che per quelle non mature, in merito a odore di pesca, odore di erbaceo e odore floreale

Fig.1 Evoluzione della consistenza della polpa (N) nelle cv *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina* I valori sono medie di $n=30 \pm ES$.



Tab.1 Evoluzione giornaliera del contenuto in solidi solubili alla raccolta ed evoluzione delle emissioni di etilene delle cv *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina* per 168 h dalla raccolta (i dati sono medie di $n=10 \pm SE$)

Cultivar	SST (Brix°)	Etilene						
		24 (ppm/kg h)	48 (ppm/kg h)	72 (ppm/kg h)	96 (ppm/kg h)	120 (ppm/kg h)	144 (ppm/kg h)	168 (ppm/kg h)
<i>Murtiddara</i>	14.36±0.2	50.01±20.1	29.21±22.8	27.03±23.0	26.95±16.8	18.66±11.2	14.88±7.2	3.83±2.0
<i>Bianca</i>	14.81±0.2	25.38±6.6	12.26±10.6	26.77±14.0	25.83±10.6	17.33±8.6	5.27±2.3	7.80±3.0
<i>Agostina</i>	12.20±0.2	16.48±12.0	22.65±14.2	19.83±11.5	27.07±8.5	16.37±7.2	13.35±6.7	13.83±6.7
<i>Settembrina</i>	12.16±0.3	16.24±6.1	19.73±6.7	19.29±5.4	25.82±6.8	21.01±7.2	14.69±4.1	11.10±8.8

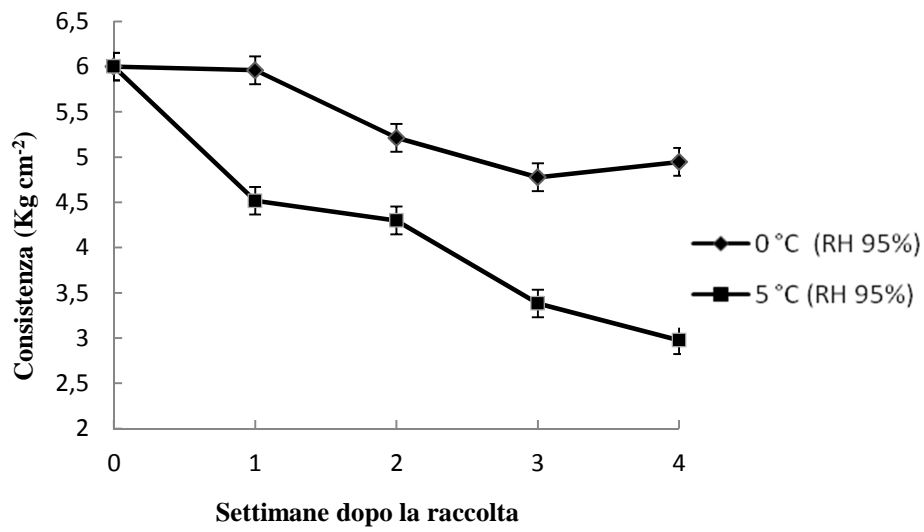


Fig.2 Evoluzione della consistenza della polpa (kg cm⁻²) in frutti della cv *Settembrina* conservati per 4 settimane a 0 °C e 5 °C. (Ogni punto è la media di n=30± ES)

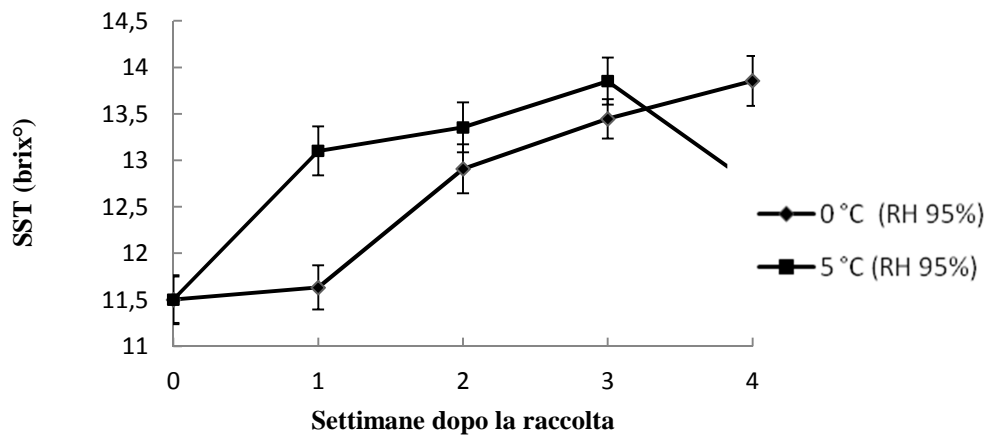


Fig.3 Evoluzione della SST in frutti della cv *Settembrina* conservati per 4 settimane a 0 °C e 5 °C (Ogni punto è la media di n=30± ES)

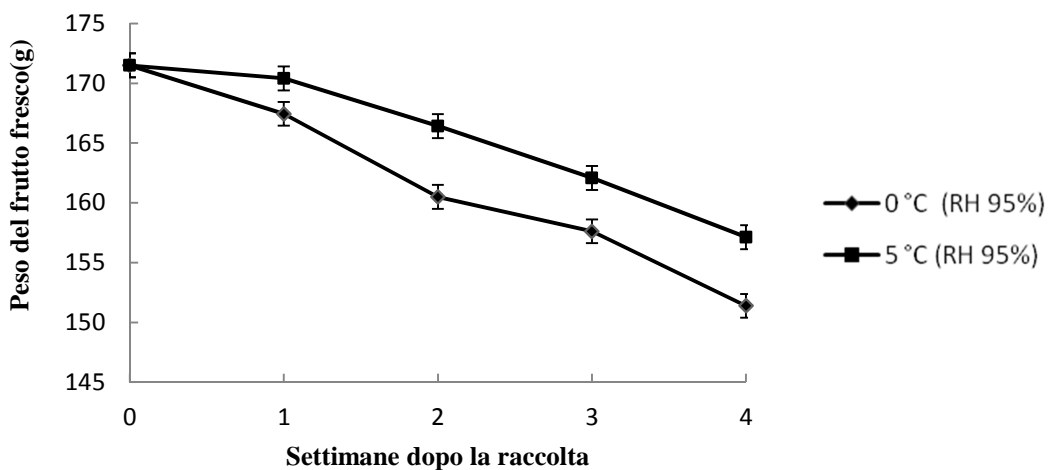


Fig.4 Evoluzione della perdita di peso fresco della cv *Settembrina* conservati per 4 settimane a 0 °C e 5 °C. (Ogni punto è la media di $n=30 \pm ES$)

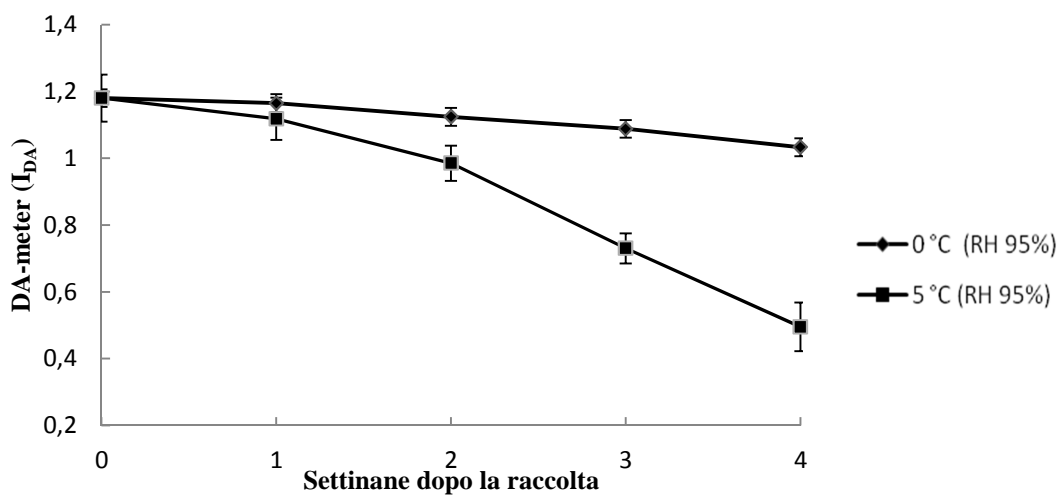


Fig. 5 Evoluzione della degradazione della clorofilla (indice I-DA) sui frutti della cv *Settembrina* conservati per 4 settimane a 0 °C e 5 °C. (Ogni punto è la media di $n=30 \pm ES$)

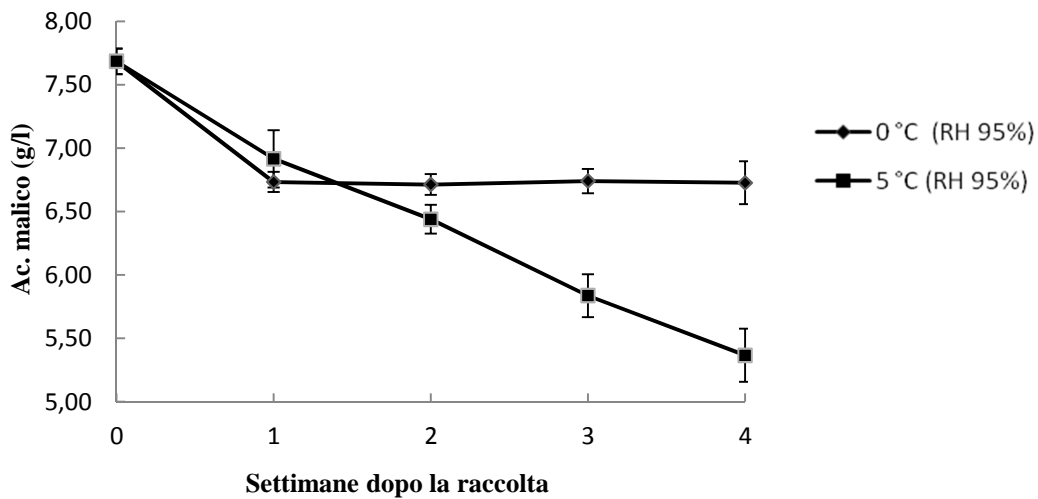


Fig. 6 Evoluzione dell'acidità titolabile della cv *Settembrina* conservata per 4 settimane a 0 °C e 5 °C (Ogni punto è la media di $n=30 \pm ES$)

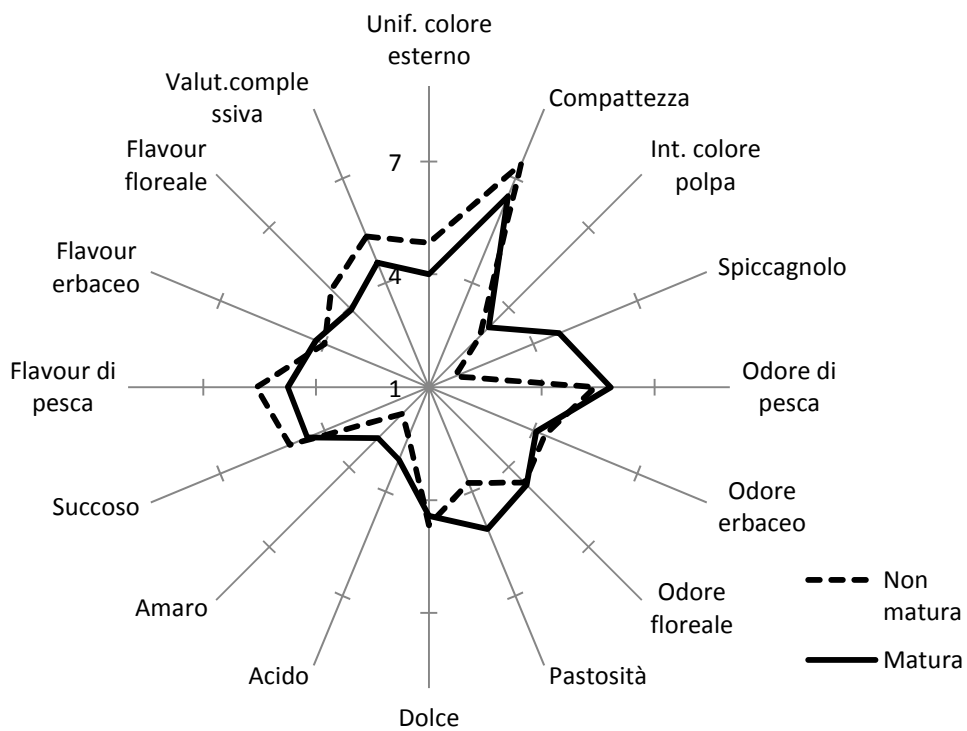


Fig. 7 Spiderplot della cv *Settembrina* (Pesca di Bivona) in frutti maturi e non maturi (I valori si riferiscono a $n=50$ frutti per tipologia di maturazione).

Esperimento 2

Influenza del grado di maturazione e della frigoconservazione dei frutti della cultivar di pesco Bianca

Riassunto

La *Bianca* coltivata a Bivona è una cultivar di pesco a polpa bianca, che matura durante l'ultima settimana di Luglio e la prima di Agosto. Il suoi frutti sono noti per il loro particolare sapore e aroma, che li facilmente riconoscibili; essi tuttavia sono venduti solamente nei mercati locali, a ragione del fatto che non si sa nulla sull'evoluzione delle caratteristiche dei frutti durante la conservazione post-raccolta.

Le pesche della cv *Bianca* sono state raccolte ad una consistenza mature-green, (60.0 ± 1.3 N), e ripe (30.7 ± 2.1 N), e poi conservate a 0 °C e 5 °C (95 % RH). La consistenza della polpa, solidi solubili totali, acidità totale titolabile, perdita di peso e indice di DA, sono stati analizzati dopo la raccolta e con cadenza settimanale per un periodo di conservazione di 28 giorni. Le pesche “mature green”, dopo 21 giorni di conservazione a 5 °C hanno mostrato un rapido declino in termini di acidità titolabile e consistenza della polpa. Al contrario, la conservazione della frutta a 0 °C per 28 giorni non ha evidenziato variazioni significative in termini di acidità titolabile e consistenza della polpa. Le Pesche “ripe” (30.7 ± 2.1 N) conservate a 5 °C hanno mostrato un forte calo della consistenza della polpa, dopo 7 giorni di conservazione, mentre il loro periodo di conservazione è durato fino a 14 giorni ad una temperatura di 0 °C.

The influence of fruit ripening stage at harvest and storage temperature on *Bianca* white flesh peaches

Abstract

Bianca di Bivona is a white-flesh peach cultivar, which ripens during the last week of July and the first of August. Its fruit are known because of their distinct flavor and aroma, which make them highly accepted, particularly in the local markets. However, nothing is known about their postharvest physiology and storage conditions. In order to investigate the effect of: (a) fruit ripening stage at harvest and, (b) storage temperatures, *Bianca* di

Bivona peaches were picked at two ripeny stages in terms as fresh firmness: mature-green, (60.0 ± 1.3 N), and ripe stage (30.7 ± 2.1 N), and then stored at 0° C and 5° C (95% RH). Flesh firmness, total soluble solids, total titratable acidity, weight loss and DA index, measured with a DA-meter, were evaluated after harvest and every 7 days during a 4 weeks storage period. Mature-green peaches after 21 days of storage at 5° C showed a rapid decline of fruit titratable acidity and flesh firmness. On the other hand, fruit storage at 0° C for 28 days did not result in significant changes of fruit titratable acidity and flesh firmness. Ripe peaches (30.7 ± 2.1 N) stored at 5° C showed a sharp decline of flesh firmness, after 7 days of storage, while their storage period lasted until 14 days at 0° C.

Risultati e discussioni

E' stato possibile evidenziare una sostanziale diversità nel comportamento fisiologico delle pesche nelle due tesi oggetto di studio (Tab.1), durante la conservazione post-raccolta.

In particolare è stato rilevato che la degradazione della clorofilla manifesta un andamento lineare decrescente dalla raccolta fino al 28° giorno di conservazione (Fig.1), sui campioni "mature green" mantenuti a 5° C (da 1,30 a 0,80 I-DA). Tale fenomeno è del tutto assente sui frutti "ripe", come evidenziato dal mantenimento dei valori prossimi allo zero dell'indice I-Da dalla seconda alla quarta settimana di conservazione.

I frutti "mature green" rispetto a quelli "ripe" perdono dopo una settimana dalla raccolta, il 51% della loro consistenza quando sono conservati a 0° C e del 66% se conservati a 5° C (Fig. 2). Dopo 28 giorni, il 10% dei frutti evidenzia danni da Marciume Nero (*Rhizopus nigricans*). Inoltre, dopo la prima settimana di conservazione, i "ripe" hanno avuto un forte decadimento qualitativo, registrando valori di consistenza della polpa, inferiori a 20 N per l'intero periodo di conservazione a 0° C e 5° C. Diverso è stato il comportamento fisiologico dei frutti "mature green" che evidenziano un simile andamento dei valori evidenziati dal DA-meter (Fig.1) a diverse temperature di conservazione. Questo indice è stato più volte associato a valori della consistenza della polpa, Brix° e acido malico per identificare il miglior grado di maturazione in campo (Costa *et al*, 2010; Sortino *et al.*, 2011). I valori degli SST (Fig.3) sono invertiti rispetto alla perdita di consistenza, con un aumento dopo 28 giorni da 15,6 a 19,2 °Brix nei frutti "ripe" e da 12,5 a 14,9 °Brix per i frutti "mature green".

La perdita di peso fresco, dopo la raccolta, dei frutti "mature green", è costante e ridotta, fino all'inizio dell'ultima settimana di conservazione, durante la quale si accentua bruscamente. Differenze significative di perdita di peso fresco emergono per i frutti "ripe" conservati a diverse temperature (Fig. 4).

Tab. 1. Caratteristiche dei frutti immediatamente dopo la raccolta "Mature green" (MG) (consistenza: 60.0 ± 1.3 N) e "ripe" (consistenza: 30.7 ± 2.1 N) della *Bianca* di Bivona (N = 50 \pm SE).

Grado di maturazione	SST (Brix°)	Acidità titolabile (TTA) (g/L acido malico)	Consistenza (N)	Indice di assorbanza (I-DA)
Mature green	12.6 ± 0.2	9.78 ± 0.3	$60.0 \pm 1,3$	1.3 ± 0.2
Ripe	15.6 ± 0.6	8.17 ± 0.4	30.7 ± 2.1	0.2 ± 0.1

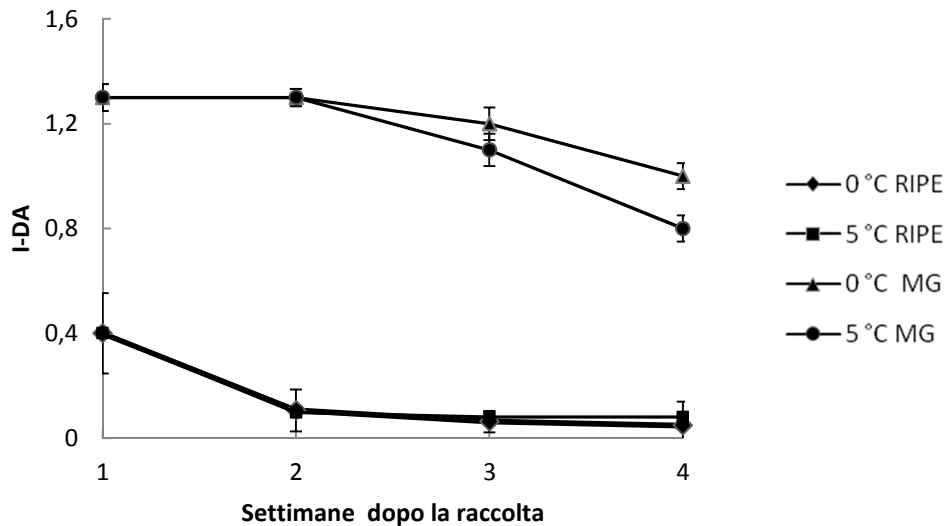


Fig 1. Indice di assorbanza della clorofilla (I-DA) della *Bianca* di Bivona a polpa bianca, raccolta a due differenti gradi di maturazione: mature green (MG) (consistenza: 60.0 ± 1.3 N) e "ripe" (consistenza: 30.7 ± 2.1 N) e conservati a 0° e 5°C per 4 settimane. Ogni punto è la media di n=25 \pm SE

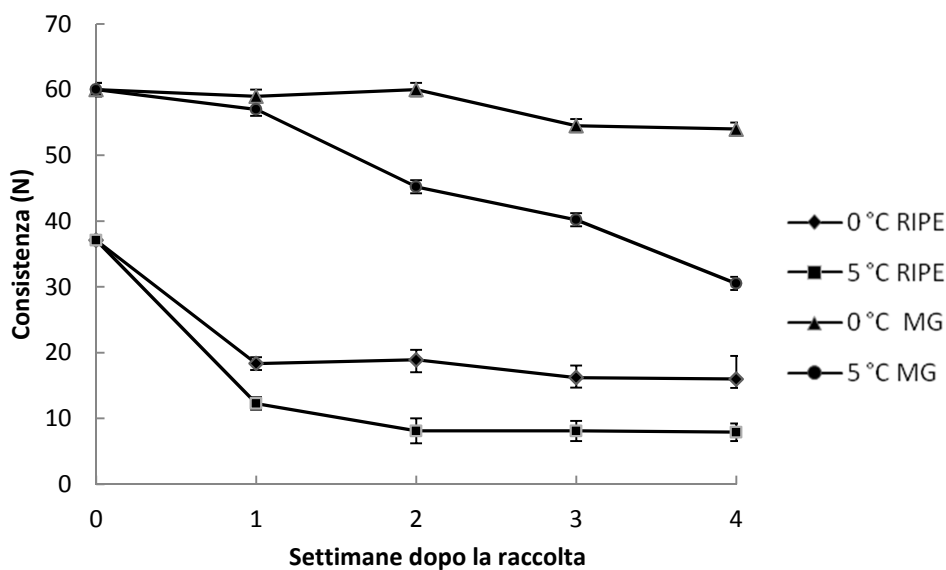


Fig 2. Consistenza della polpa della cv *Bianca* di Bivona, raccolta a due differenti gradi di maturazione: mature green (MG) (consistenza: 60.0 ± 1.3 N) e “ripe” (consistenza: 30.7 ± 2.1 N) e conservate 0° e 5°C per 4 settimane. Ogni punto è la media di $n=25 \pm SE$

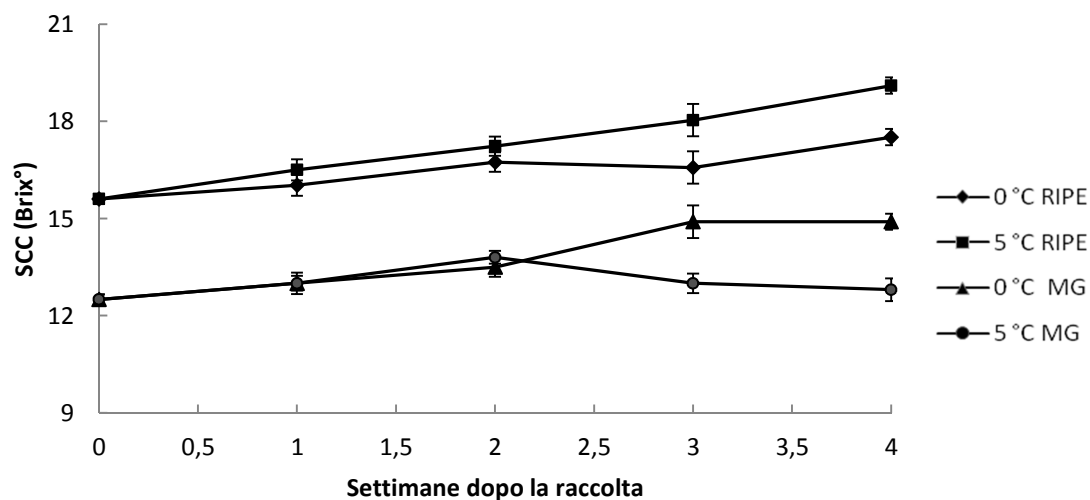


Fig 3. Solidi Solubili totali (SST) della *Bianca* di Bivona a polpa bianca, raccolta a due differenti gradi di maturazione: mature green (MG) (consistenza: 60.0 ± 1.3 N) e “ripe” (consistenza: 30.7 ± 2.1 N) e conservati a 0 °C e 5 °C per 4 settimane. Ogni punto è la media di $n=25 \pm SE$

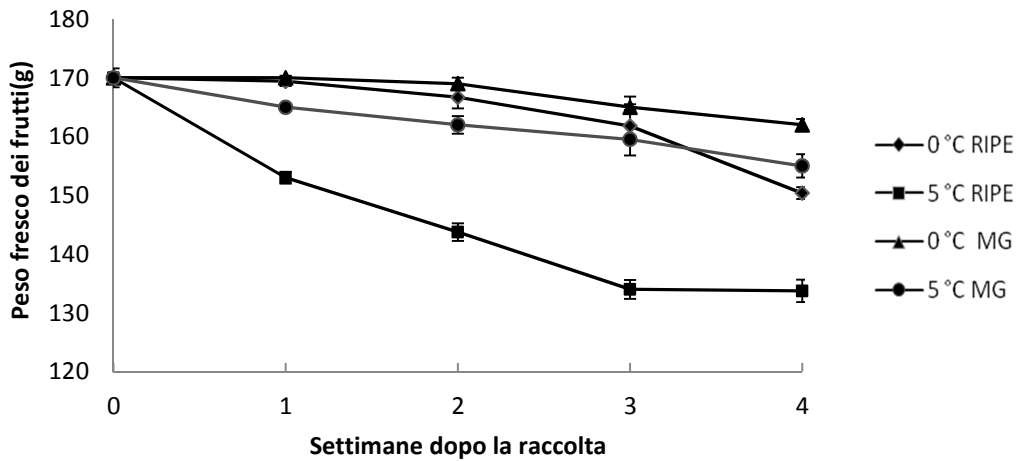


Fig 4. Perdita di peso (g) della *Bianca di Bivona* a polpa bianca, raccolta a due differenti gradi di maturazione: mature green (MG) (consistenza: 60.0 ± 1.3 N) e “ripe” (consistenza: 30.7 ± 2.1 N) e conservati a 0 °C e 5 °C per 4 settimane. Ogni punto è la media di $n=25 \pm SE$

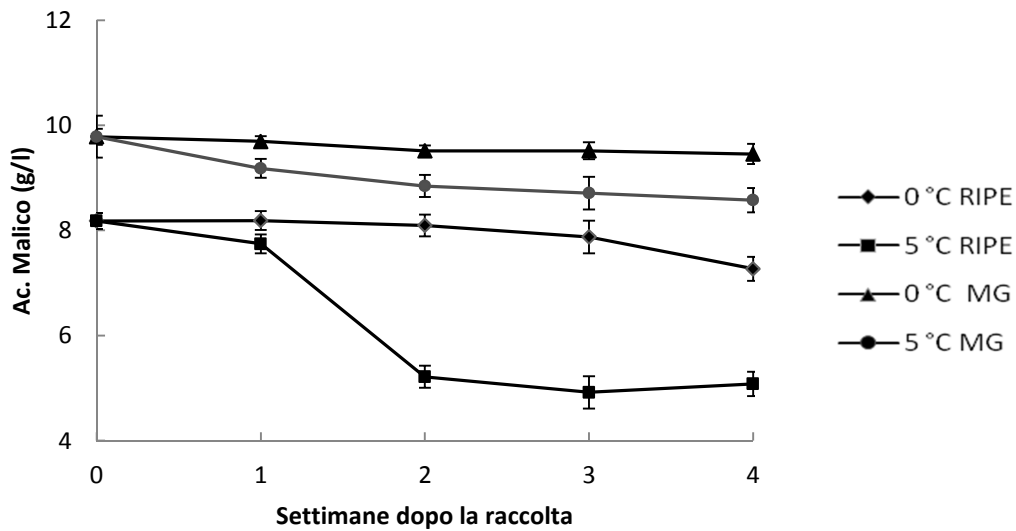


Fig 5. Acidità titolabile (TTA) della *Bianca di Bivona* a polpa bianca, raccolta a due differenti gradi di maturazione: mature green (MG) (consistenza: 60.0 ± 1.3 N) e “ripe” (consistenza: 30.7 ± 2.1 N) e conservati a 0 °C e 5 °C per 4 settimane. Ogni punto è la media di $n=25 \pm SE$

Esperimento 3

Screening varietale della “Pesca di Bivona” e della “Pesca di Leonforte” sottoposte a trasformazione di IV gamma

Riassunto

Obiettivo del seguente studio è stato quello di verificare, tra le cultivar della popolazione della “Pesca di Bivona” e della “Pesca di Leonforte”, quelle idonee alla trasformazione di IV gamma. In condizioni di atmosfera passiva, circa 150 g di pesche tagliate a fette sono state confezionate in contenitori di polistirene biorientato e conservate per 3, 5, 7 e 12 giorni a 5° C con il 95% RH. Durante la conservazione sono stati misurati: il colore, visual score, la percentuale di anidride carbonica ed i solidi solubili. I risultati relativi alle variazioni cromatiche e alle modificazioni fisiologiche della polpa hanno messo in evidenza che la cv *Settembrina* di Leonforte e *Settembrina* di Bivona presentano caratteristiche che le rendono idonee alla trasformazione in IV gamma, con una shelf -life di una settimana ad una temperatura di 5° C

Screening of cultivar “Pesca di Bivona” e della “Pesca di Leonforte” on minimal processing

Abstract

This work investigates the quality of fresh-cut peach germoplasm white- and yellow-flesh peaches characterized by a persistent aroma and an excellent flavor in Southern Italy, characterized by a persistent aroma and an excellent flavor. The objective of the following scientific study was to determine which cultivars of “Pesca di Bivona” and “Pesca di Leonforte” was suitable for IV gamma. However, their behavior, in term of postharvest maintenance and suitability to minimal processing, has never been investigated so far. The aim of the study was to investigate the effects of cutting on color of flesh. To get a passive atmosphere condition, about 150 g of peach fruit slices were placed in rigid bi-oriented polystyrene bags and stored for 3, 5, 7 and 12 days at 5 °C and 95% RH. At each stage of storage, color, appearance score, respiration rate. Results of this work confirm the extreme variability among varieties in terms of sensorial quality,

susceptibility to browning and to mechanical damage, and the importance of assessing varietal screening for selection of most suitable varieties for minimal processing. The results showed that the *Settembrina* di Bivona and *Settembrina* di Leonforte a good attitude to minimal processing.

Risultati e discussioni

La cinetica del cambiamento di colore di fette di pesche a polpa bianca e gialla sono state studiate attraverso le variazioni cromatiche tramite colorimetro tristimolo. In particolare le fette di pesca a polpa gialla e bianca sono state monitorate dal momento del taglio (tempo 0) (Tab. 1, 4 e 5) e dopo 3, 5, 7, 12 giorni di conservazione a 5 °C. La valutazione colorimetrica ha preso come riferimento la scala L*, a*, e b*, il ΔE , chroma che indica la saturazione dei colori ed è proporzionale alla sua intensità, e l'angolo di tinta che viene spesso utilizzato per specificare il colore nei prodotti alimentari

Le cultivar della “Pesca di Leonforte” e della “Pesca di Bivona” mostrano una variabilità cromatica durante la trasformazione in IV gamma (Tab. 2 e 3)

Per quanto riguarda la “Pesca di Leonforte” è stato rilevato che la cv *Settembrina* mantiene pressochè, i valori iniziali di Hue° fino a 7 giorni di conservazione. Nel dettaglio i valori della cv *Settembrina*, della “Pesca di Leonforte”, hanno mostrato minime variazioni cromatiche; difatti, dal taglio delle pesche, dove sono stati rilevati i valori di L*=69.21 a*=7.83 b*=57.89, fino a 7 giorni di conservazione è stata registrata una perdita ΔE percentuale di 5.31. Per quanto riguarda l'indice croma è stato registrato un decremento dei valori fin durante la shelf life, e precisamente da 58.42 a 54.84; al contrario dei valori rilevati del Hue° che non hanno mostrato evidenti variazioni (Tab. 2). Rispetto alla cv. *Settembrina*, i valori registrati dalle fette di pesca della cv *Ottobrino* hanno mostrato un evidente decremento dei valori iniziali di L*=70.73, a*=8.56, b*=66.99, dal 3° al 12° giorno di conservazione. I risultati hanno messo, inoltre in evidenza un decremento del croma da 67.53 a 53.72, rilevato al taglio e al 12° giorno di conservazione. Sulla cv *Ottobrino* si è assistito, complessivamente, ad una variazione percentuale del colore delle fette registrato al momento del taglio di 14.04 e 15.27 $\Delta E\%$ al 5° e al 12° giorno di shelf-life.

Tra le cultivar a polpa gialla i risultati peggiori sono stati rilevati dalla cv. *Giallone*, che ha mostrato dopo 5 giorni di shelf life, un indice di imbrunimento (BI=151.0) più alto rispetto a *Settembrina* (BI=136.6) e *Ottobrino* (BI=148.5).

Nelle cultivar *Murtiddara*, *Bianca* e *Agostina* (a polpa bianca) è stato rilevato un rapido decadimento fisiologico rilevato attraverso il cambiamento cromatico fin dai primi giorni di conservazione.

Su tali cv i risultati mostrano un incremento repentino del croma fin dal 3° giorno di shelf life; nel dettaglio la *Murtiddara* aumentava da 23.81 a 27.66; la *Bianca* da 25.02 a 31.5 e la cv *Agostina* da 21.42 a 26.39 per poi stabilizzarsi dopo 7 giorni dal confezionamento. Un'inversione di tendenza si manifesta nei valori relativi all'angolo di tinta che mostrano un decremento dei valori iniziali fin dal 3° giorno di shelf life da 99.45° a 94.05° nel caso della *Murtiddara*; da 96.45° a 93.48° sulla *Bianca*; da 96.27° a 92.14° sull'*Agostina*.

La cv *Settembrina* ha invece mostrato un diverso comportamento fisiologico; infatti, dal giorno del taglio ($L^*= 75.82$, $a^*= -4.2$, $b^*= 23.53$) al 7° giorno di shelf life non sono state registrate rilevanti variazioni cromatiche ($L^*= 77.34$, $a^*= -4.6$, $b^*=23.85$). La stabilità cromatica della cv *Settembrina* sottoposta a trasformazione in IV gamma è confermata da minime variazioni, rilevate, dopo una settimana di shelf life, per quanto riguarda i valori del croma (da 23.92 a 24.32) e dell' Hue° (da 100.15° a 101.13°). Durante il periodo di shelf life di 7 giorni, la cv *Settembrina* ha mostrato una lieve perdita di colore e un leggero imbrunimento, misurati tramite Delta E e browning index rispettivamente di 4.93% e di 30.25 rispetto alla *Murtiddara*, alla *Bianca* e all' *Agostina* che hanno registrato rispettivamente una perdita di colore (Delta E) di 6.63, 9.70 e 6.06% e un imbrunimento di 48.29, 64.05 e 52.80.

Per quanto riguarda il contenuto in solidi solubili totali e l'acidità titolabile eseguite sulla "Pesca di Leonforte" e sulla "Pesca di Bivona" non sono state rilevate variazioni significative durante i campionamenti. Al contrario sono stati registrati incrementi sul contenuto di anidride carbonica accumulata all'interno delle vaschette di pesche oggetto di sperimentazione. Tra le cultivar a polpa bianca e gialla è possibile distinguere due diversi comportamenti: il primo ha riguardato un'incremento esponenziale del contenuto di anidride carbonica, raggiungendo i valori medi superiori al 10% fin dal 3° giorno di conservazione, osservatosi sulle cultivar *Settembrina* e *Giallone* della "Pesca di Leonforte" e sulla cv. *Agostina* della "Pesca di Bivona". Comportamento differente è

stato osservato per le cv. *Settembrina*, *Murtiddara* e *Bianca* (“Pesca di Bivona”) che hanno mantenuto un contenuto di anidride carbonica, all’interno del contenitore, sotto la soglia dell’ 11% fino a 7 giorni di shelf life; mentre la cv *Ottobrina* della “Pesca di Leonforte” ha mostrato un forte incremento di CO₂ dal 3° al 7° giorno di shelf life passando da 9.8% a 18.6%.

Inoltre è stata creata un apposita scala di riferimento per la valutazione edonica sia per la “Pesca di Leonforte” che per la “Pesca di Bivona” sottoposta a trasformazione in IV gamma.

Tab.1 Parametri colorimetrici (CIELab) iniziali di cultivar di pesco *Settembrina*, *Giallone*, *Ottobrina*, *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Sett. Bivona*, prima della trasformazione (ogni punto è la media di n=30 ±SE)

cultivar	L*(C)	a*(C)	b* (C)
<i>Settembrina</i>	69.21±0.2	7.83±0.11	57.89±0.32
<i>Giallone</i>	66.5±0.54	4.90±0.22	59.75±0.43
<i>Ottobrina</i>	70.73±0.33	8.56±0.11	66.99±0.33
<i>Murtiddara</i>	72.95±0.11	3.90±0.42	23.46±0.6
<i>Bianca</i>	72.00±0.21	2,84±0.15	24.84±0.11
<i>Agostina</i>	72.23±0.12	2.64±0.11	24.41±0.23
<i>Sett. Bivona</i>	75.82±0.1	-4.2±1.1	23.53±0.4

Tab.2 Variazioni colorimetriche durante la shelf life della polpa di frutti di cv. *Settembrina*, *Giallone* e *Ottobrino* (ogni punto è la media di n=30 ±SE a lettere diverse corrispondono differenze significative (P ≤ 0.05)

	conservazione (giorno)	Croma	Hue°	ΔE(%)	B index
<i>Settembrina</i>					
	0	58.42±0.75	82.30±0.65		
	3	57.16±0.89	83.14±0.39	5.32 a	136.4 a
	5	54.53±0.68	84.31±0.54	7.06 b	136.6 a
	7	55.35±0.73	82.35±0.81	5.31 a	138.6 b
	12	54.84±0.71	82.95±0.92	6.52 ab	139.9 b
<i>Giallone</i>					
	0	67.66±0.78	82.50±0.49		
	3	59.74±1.21	82.41±1.13	10.49 a	143.5 a
	5	56.27±0.59	83.55±0.77	9.86 a	151.0 b
	7	55.90±1.00	83.58±0.92	10.64 a	150.8 b
	12	53.72±1.23	83.78±1.33	10.18 a	153.7 c
<i>Ottobrino</i>					
	0	67.53±0.23	82.72±0.35		
	3	59.74±0.69	82.41±0.21	10.35 a	143.5 a
	5	56.27±0.92	83.55±0.79	14.04 bc	148.3 b
	7	55.90±0.55	83.58±0.70	13.88 b	149.5 b
	12	53.72±0.54	83.78±0.42	15.27 bc	151.5 c

Tab.3 Variazioni colorimetriche durante la shelf life della polpa di frutti della cv *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina* (ogni punto è la media di n= 30 ±SE a lettere diverse corrispondono differenze significative (P ≤ 0.05)

	storage (day)	Croma	Hue°	ΔE(%)	B index
<i>Murtiddara</i>					
	0	23.81±0.11	99.45±0.29		
	3	27.66±0.64	94.05±0.28	7.08 a	48.17 a
	5	27.23±0.81	94.30±0.61	7.52 a	50.89 b
	7	27.78±0.65	93.81±0.26	6.63 a	48.29 a
	12	26.50±0.90	93.03±0.30	7.11 a	52.41 b
<i>Bianca</i>					
	0	25.02±0.12	96.45±0.55		
	3	31.51±0.83	93.48±0.32	8.35 a	57.45 a
	5	30.73±0.45	94.01±0.43	7.74 a	58.48 a
	7	32.68±0.78	91.76±0.98	9.70 b	64.05 b
	12	31.74±1.12	90.93±0.91	9.41 b	65.82 b
<i>Agostina</i>					
	0	21.42±0.33	96.27±0.45		
	3	26.39±0.37	92.14±0.66	7.35 a	47.42 a
	5	27.29±0.69	92.47±0.52	6.82 ab	47.31 a
	7	27.06±0.45	93.84±0.32	6.06 ab	52.80 b
	12	29.74±0.79	92.31±0.66	10.76 c	60.87 c
<i>Settembrina</i>					
	0	23.92±0.2	100.15±0.2		
	3	24.35±0.91	99.80±1.1	5.89 a	32.24 a
	5	24.30±0.60	100.09±0.52	5.55 a	32.11 a
	7	24.32±0.42	101.13±0.39	4.93 a	30.25 b
	12	27.49±0.90	98.94±1.20	9.75 b	35.73 c

Tab.4 Evoluzione degli aspetti chimico fisici dopo il taglio e durante la conservazione di frutti delle cv. *Settembrina*, *Giallone* e *Ottobrino*, (ogni punto è la media di n=6 ±SE)

“Pesca di Leonforte”				
cultivar	conservazione (giorni)	SST (Brix°)	TA (acido malico)	CO ₂ (%)
<i>Settembrina</i>	0	13.1 ± 0.5	6.58 ± 1.1	
	3	13.2±0.13	6.38±0.17	17.2±0.64
	5	12.8±0.12	5.56±0.18	19.0±0.60
	7	11.63±0.30	5.53±0.20	20.0±0.94
	12	12.08±0.16	5.62±0.12	22.0±0.96
<i>Giallone</i>	0	12.10±0.12	6.90±0.49	
	3	12.1±0.27	7.30±0.45	12.5±0.49
	5	12.6±0.15	6.42±0.35	12.6±0.72
	7	12.9±0.22	5.26±0.31	16.6±1.11
	12	11.5±0.14	5.04±0.26	16.1±0.78
<i>Ottobrino</i>	0	13.2± 0.55	6.02±0.76	
	3	13.9±0.22	6.38±0.57	9.8±0.58
	5	13.3±0.15	5.86±0.32	14.5±0.90
	7	13.3±0.10	5.31±0.26	18.6±0.60
	12	12.8±0.13	5.33±0.29	17.8±0.52

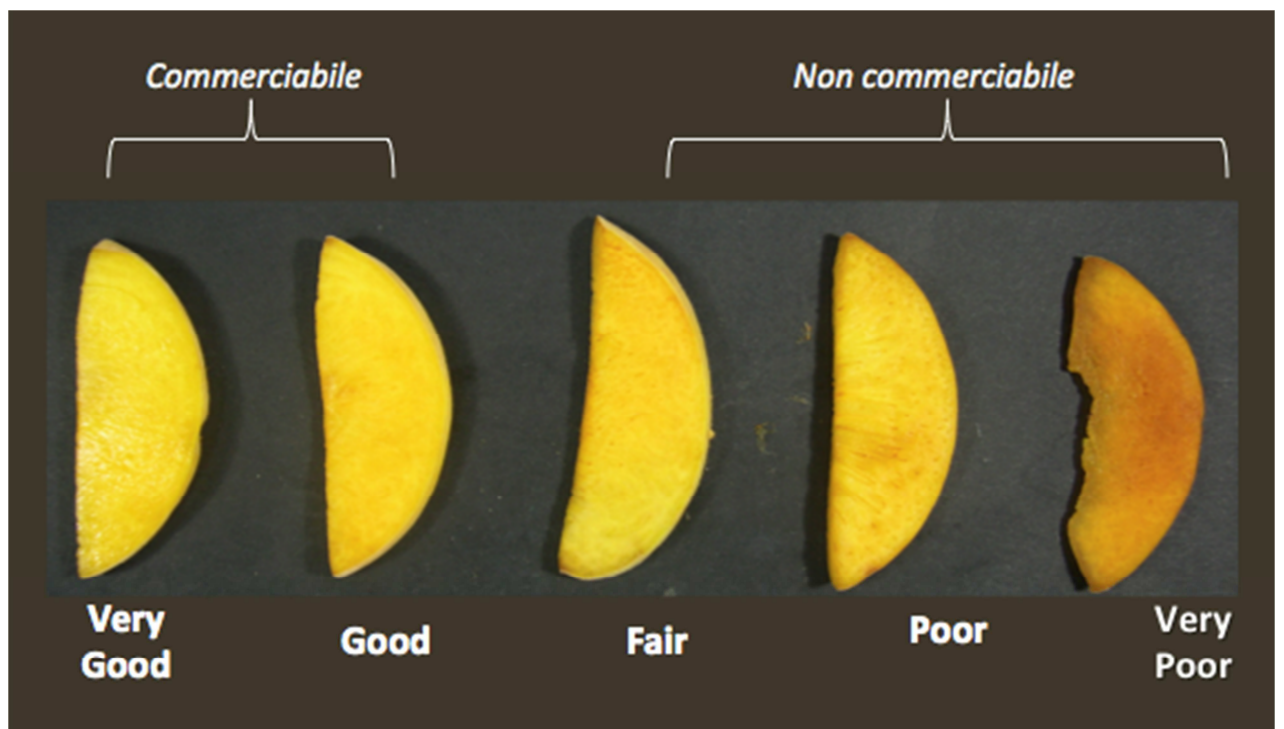
Tab. 5 Evoluzione degli aspetti chimico fisici dopo il taglio e durante la conservazione di cv di pesco *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina*, (ogni punto è la media di n= 6 ±SE)

“Pesca di Bivona”				
cultivar	Conservazione (giorni)	SST (Brix°)	TA (acido malico)	CO ₂ (%)
<i>Murtiddara</i>	0	12.5±0.1	8.45±0.32	
	3	12.6±0.16	8.65±0.25	3.1±0.40
	5	12.7±0.11	8.03±0.32	4.3±0.29
	7	12.4±0.12	8.2±0.34	6.2±0.10
	12	13.0±0.05	9.02±0.40	10.7±0.29
<i>Bianca</i>	0	14.5±0.1	9.43±0.1	
	3	14.6±0.09	9.49±0.25	7.9±0.17
	5	14.4±0.08	8.38±0.17	9.5±0.21
	7	14.4±0.18	8.42±0.50	9.5±0.21
	12	14.3±0.14	9.18±0.21	11.3±0.45
<i>Agostina</i>	0	11.0±0.16	6.18±0.12	
	3	10.8±0.15	5.74±0.26	11.7±0.50
	5	10.6±0.13	5.74±0.28	14.5±0.55
	7	10.9±0.15	5.72±0.17	14.4±0.67
	12	10.6±0.20	5.05±0.23	14.2±0.72
<i>Settembrina</i>	0	9.5±0.2	6.11±0.12	
	3	9.7±0.29	6.15±0.11	9.4±0.22
	5	9.6±0.24	5.62±0.11	11.3±0.28
	7	9.6±0.13	4.89±0.16	11.3±0.30
	12	9.5±0.15	5.06±0.15	16.3±0.37

Fig.1 Scheda per la valutazione edonica dell cv della polpa di cv *Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina* in IV gamma



Fig.2 Scheda per la valutazione edonica delle cv. *Settembrina*, *Giallone* e *Ottobrino*



Esperimento 4

Effetto dell'atmosfera passiva e di trattamenti chimici sulle pesche della cultivar *Settembrina* di Bivona e variazioni del contenuto di acido ascorbico in pesche della cv. *Settembrina* e *Ottobrino* di Leonforte minimamente processate

Riassunto

L'obiettivo del presente studio è stato quello di verificare (1) l'effetto dell'atmosfera passiva e del trattamento con 2% di acido ascorbico e 1% di lattato di calcio sulla cv *Settembrina* di Bivona (2) l'effetto di 1% acido ascorbico 0,5 acido citrico e 1% e lattato di calcio; 2% di acido ascorbico e 1% di lattato di calcio sulle cv *Settembrina* e *Ottobrino* "Pesca di Leonforte" come trattamento antiossidante per stabilizzare il contenuto di vitamina C. In condizioni di atmosfera passiva, circa 150 g di pesche tagliate a fette sono state confezionate in contenitori di polistirene biorientato e conservate per 3, 5, 7 e 12 giorni a 5 °C con il 95% RH. Durante la conservazione sono stati misurati: il colore, visual score, la percentuale di anidride carbonica e i solidi solubili per la cv *Settembrina* di Bivona. Le fette di pesca della cv *Settembrina* di Bivona sono state anche conservate in confezioni forate con o senza trattamento chimico. La frutta conservata a 5 °C in atmosfera passiva, con o senza trattamento antiossidante ha esteso la shelf life fino ad una settimana dopo il confezionamento. In tutti i casi estendere la shelf life oltre 7 giorni ha mostrato un decadimento fisiologico della frutta. In altri casi, la normale circolazione dell'aria nell'atmosfera del packaging insieme al trattamento antiossidante, riduce l'imbrunimento delle fette, fino a 5 giorni dal confezionamento. Al contrario, la frutta conservata in normali condizioni atmosferiche senza l'ausilio del trattamento chimico, mostra variazioni cromatiche dopo 3 giorni dal confezionamento. Per quanto riguarda la cv *Settembrina* e *Ottobrino* di Leonforte i risultati hanno mostrato un'elevata variabilità in termini di qualità delle fette mettendo in risalto l'effetto del trattamento chimico utile a preservare il contenuto di vitamina C. In particolare i trattamenti con acido ascorbico al 2% hanno mostrato i migliori risultati fino a 12° giorno dal confezionamento.

Effect of passive atmosphere and chemical treatment on white-flesh peach cultivar *Settembrina di Bivona* and changes in ascorbic acid content yellow-flesh (cv. *Settembrina e Ottobrina di Leonforte*) in fresh cut peaches

Abstract

Peach germplasm in Italy includes white- and yellow-flesh peaches, all of them characterized by a persistent aroma and an excellent flavor. However, their behavior, in term of postharvest maintenance and suitability to minimal processing, has never been investigated. The aim of the study was to investigate: (1) the passive atmosphere and chemical treatment, with 2% ascorbic acid and 1% calcium lactate for peach cultivar *Settembrina di Bivona*, in order to prevent fruit browning and to maintain the quality of fresh cut slices of the white and yellow flesh (2) effect of 1% ascorbic acid 0,5 citric acid and 1% calcium lactate or 2% ascorbic acid and 1% calcium on *Settembrina* and *Ottobrina di Leonforte* to preserve vitamin C content. To get a passive atmosphere condition, about 150 g of peach fruit slices were placed in rigid bi-oriented polystyrene bags and stored for 3, 5, 7 and 12 days at 5 °C and 95% RH. At each stage of storage, color, appearance score, respiration rate and soluble solids were measured for cv *Settembrina di Bivona*. Fresh cut slices were also stored in perforated bi-oriented polystyrene bags, to allow air circulation, with or without 2% ascorbic acid and 1% calcium lactate, as control. Peach fresh cuts stored at 5 °C under passive atmosphere, with or without chemical treatment, extended their shelf life up to 7 days. In all cases the longer periods always resulted in fruit decay. On the other hand, at normal atmospheric air conditions the chemical treatment significantly reduced browning of peach fresh cuts until 5 days after packaging. Packing peach fresh cuts with no chemical treatment and atmosphere control showed a significant browning 3 days after packing. Furthermore, the results on cv *Settembrina* and *Ottobrina di Leonforte* showed the high variability among varieties in terms of quality and the importance of dipping solution to preserve vitamin C content. In particular treatment with ascorbic acid at 2% showed the best results in terms of ascorbic acid content after 12 days of refrigerated storage in both varieties

Risultati e discussioni

La perdita in aspetto visivo di pesche a polpa bianca è correlabile ad una riduzione o ad un aumento della luminosità e una variazione del colore della polpa dal bianco al giallo durante la shelf life. Questi cambiamenti sono ben descritti da L^* e b^* parametri misurati dal colorimetro. La luminosità (L^*) delle fette di pesche non ha avuto variazioni con il trattamento antiossidante fino a tre giorni di conservazione, sia in atmosfera passiva o in contenitori forati (Fig. 1). Al 5°, 7° e al 12° giorno dopo il confezionamento, i valori di L^* delle fette di frutta confezionate in atmosfera passiva sono risultate in costante aumento, senza rilevare differenze indotte dai trattamenti. Durante le stesse date i valori di L^* , di fette di frutta confezionate in atmosfera passiva erano significativamente superiori rispetto a quelle confezionate in contenitori forati, che non avevano ricevuto alcun trattamento. Le fette di frutta trattate con acido ascorbico e lattato di calcio, conservati con o senza atmosfera passiva, sono rimaste senza cambiamenti significativi durante i 7 giorni di conservazione; mentre 12 giorni dopo il confezionamento, la luminosità delle fette trattate, conservate in contenitori forati, sono risultate avere valori significativamente inferiori in atmosfera passiva (Fig.1). Il valore di b^* , che misura l'incremento del colore giallo, (Fig. 2), è rimasto stabile nel tempo, nelle fette confezionate in atmosfera passiva; mentre variazioni significative sono state rilevate dopo 3 e 5 giorni dal confezionamento, per le fette nei contenitori forati (Fig. 2). Le fette confezionate in contenitori forati hanno mostrato i valori più alti di b^* , indipendentemente dal trattamento. La media dei valori di ΔE , che sintetizza la variazione generale del colore durante la shelf life, indica come, a partire da 5 giorni dopo la conservazione, le maggiori variazioni cromatiche della frutta sono state riscontrate nelle fette conservate in confezioni forate ed in particolare modo, quando non è stato applicato nessun trattamento (acido ascorbico e lattato di calcio). Nessun effetto significativo del trattamento antiossidante è stato rilevato nella fette confezionate in atmosfera passiva (Tab. 1). L'incremento di CO_2 , in atmosfera passiva con o senza trattamenti è stato statisticamente correlato con il tempo di stoccaggio ($R^2 = 0.85$).

In accordo al trend sigmoideale (Fig. 3) è stata identificata la funzione

$$f(x) = \left(\frac{a}{1 + \exp \left[-\frac{(x-x_0)}{b} \right]} \right)$$

I SST non sono statisticamente influenzati nè dal trattamento nè dal packaging (Tab. 2). Alla fine, i punteggi ottenuti dal visual score hanno mostrato differenze, indotte dal trattamento, per le fette di frutta confezionate in atmosfera passiva, che sono state giudicate come "good", dopo 5 e 7 giorni dal confezionamento e "fair" nei cinque giorni seguenti. La frutta non trattata in confezioni forate è stata giudicata come "fair" e "poor", rispettivamente, 5 e 7 giorni dopo essere state confezionate; diventando non commestibili nei 5 giorni successivi. Al contrario, le fette di pesca trattata con lattato di calcio e acido ascorbico hanno mostrato un buon punteggio anche cinque giorni dopo il confezionamento, quando hanno evidenziato differenze con le fette di frutta confezionate in atmosfera passiva, ottenendo un giudizio medio di "fair" e "poor" al 7° e 12° giorno dopo il confezionamento, e in questa fase erano significativamente differenti alle fette di frutta confezionate in atmosfera passiva.

Per quanto riguarda i parametri chimico-fisici iniziali di pesche a polpa gialla della cv. *Settembrina* e *Ottobrino* sono descritti in Tab.3.

Dall'analisi dei risultati il contenuto di acido ascorbico mostra due differenti trends durante la conservazione delle pesche *Settembrina* e *Ottobrino* (Fig.4 e 5). In particolare la *Settembrina* mostra elevati valori di acido ascorbico con una notevole diminuzione al settimo giorno, quando il contenuto di acido ascorbico è di 1.0 mg/100 g di peso fresco; nel frattempo l'*Ottobrino* ha mostrato una riduzione del contenuto di circa il 50%, rispetto al valore rilevato al terzo giorno di conservazione.

Nella cv *Ottobrino* le fette trattate con la soluzione SOL e AA, dopo una settimana, hanno mostrato un contenuto di acido ascorbico superiore a quello del controllo. Di notevole importanza è il risultato del trattamento con AA sulla *Settembrina* rilevato al dodicesimo giorno, che ha mostrato lo stesso valore della tesi CTR rilevato al terzo giorno di shelf life.

In accordo con Li-Qin e collaboratori (2009), il contenuto totale di fenoli nelle fette di pesca è incrementato nella tesi CTR della *Settembrina* al quinto giorno di conservazione, per poi diminuire durante il secondo periodo di shelf life.

Il contenuto di fenoli totali delle fette di pesca trattate con AA e SOL era superiore a quello del controllo; il più alto contenuto di fenoli totali è stato rilevato in fette trattate con SOL seguito dal trattamento con AA. Tutti i trattamenti erano statisticamente differenti ($P < 0.05$). Dopo il settimo giorno si è verificato una diminuzione del contenuto totale di fenoli in tutte le tesi sperimentali della cv *Settembrina*. Al contrario il contenuto di fenoli totali è diminuito nei campioni di controllo della cv *Ottobrino* dopo cinque giorni dal confezionamento, per aumentare a picco nei giorni seguenti. A tal proposito è da annoverare che le fette trattate con SOL mostrano un incremento dei fenoli totali fino al settimo giorno di conservazione con un conseguente decremento al dodicesimo giorno.

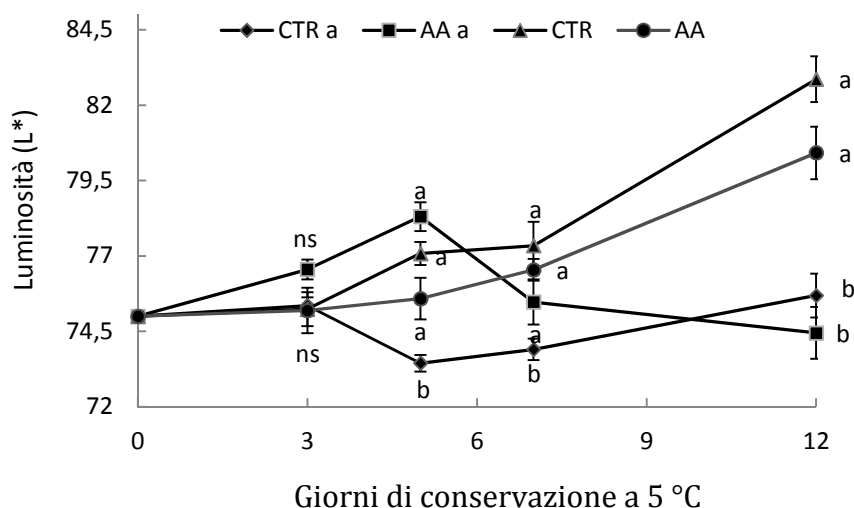


Fig.1 Variazioni della luminosità (L^*) su quattro (CTR= controllo con atmosfera passiva; AA= 2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio in atmosfera passiva; AA a=2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio con atmosfera ambiente CTR a= controllo in atmosfera ambiente) trattamenti su fette di pesca a polpa bianca della cultivar '*Settembrina di Bivona*' conservata a 5° C per 12 giorni, (n = 6)

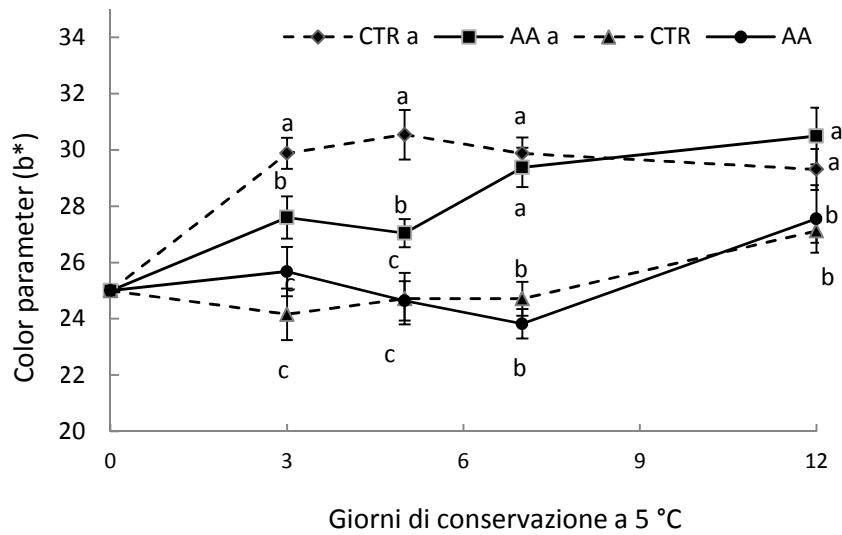


Fig.2 Variazioni di (b*) su quattro ((CTR= controllo con atmosfera passiva; AA= 2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio in atmosfera passiva; AA a=2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio con atmosfera ambiente CTR a= controllo in atmosfera ambiente) trattamenti su fette di pesca a polpa bianca della cultivar ‘Settembrina di Bivona’ conservata a 5° C per 12 giorni, (n = 6)

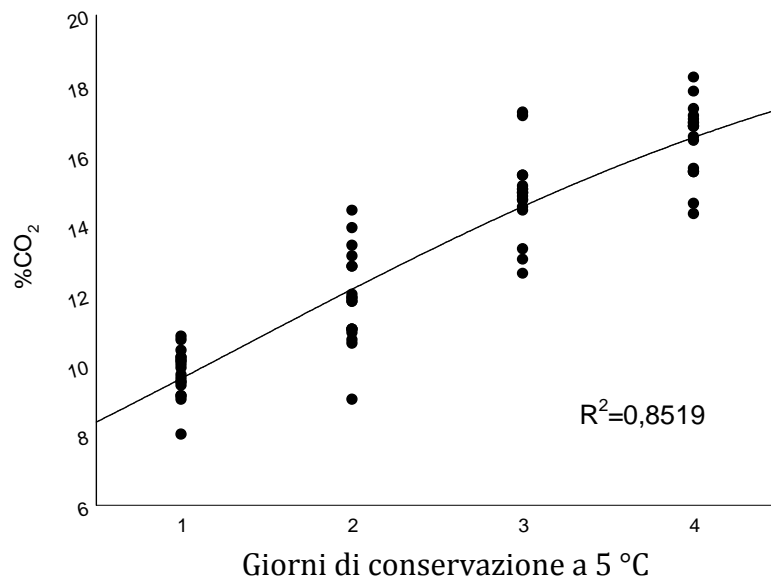


Fig. 3 Correlazione tra CO₂% e giorni di conservazione (a 5 °C) sulle fette di pesca della cultivar ‘Settembrina di Bivona’ in atmosfera passiva

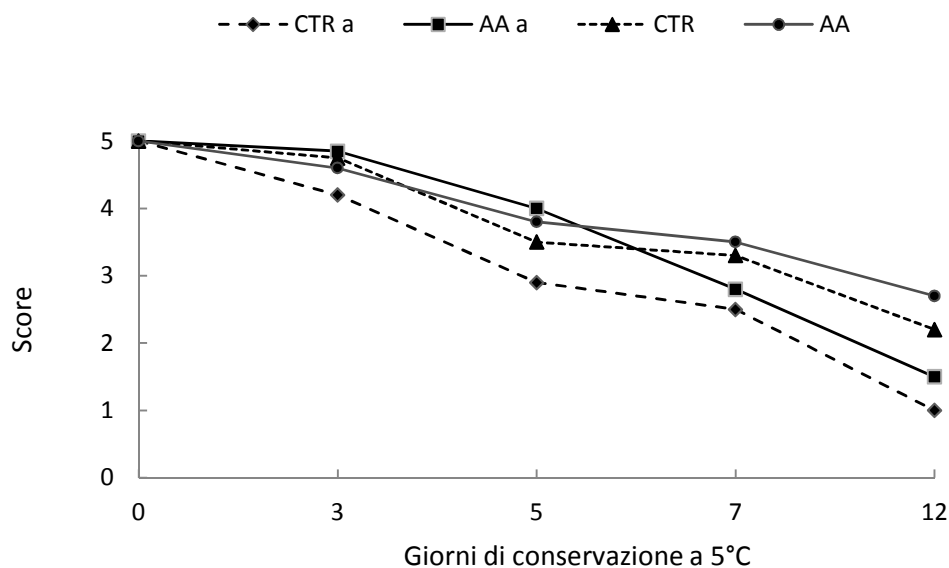


Fig. 4 Performance sulla qualità visiva sulle fette di pesca della cultivar ‘Settembrina di Bivona’ conservate a 5° per 12 giorni su quattro differenti tesi (CTR= controllo con atmosfera passiva; AA= 2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio in atmosfera passiva; AA a=2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio con atmosfera ambiente CTR a= controllo in atmosfera ambiente) (n=3).

Tab.1 Variazione in percentuale del valore (ΔE^*) delle fette di pesca a polpa bianca della cultivar “Settembrina” conservata a 5° per 3, 5, 7, 12 giorni in quattro differenti tesi (n= 6 \pm SE).

Giorni dopo il confezionamento	Trattamenti			
	CTR ¹	AA ²	CTR ³	AA ⁴
	($\Delta E\%$)			
3 giorni	5.4 \pm 0.7	5.9 \pm 0.7	7.3 \pm 0.9	6.0 \pm 0.9
5 giorni	5.2 \pm 0.6	6.5 \pm 0.7	8.0 \pm 0.7	6.8 \pm 1.6
7 giorni	4.9 \pm 0.6	4.5 \pm 0.4	10.8 \pm 1.0	8.6 \pm 1.0
12 giorni	9.7 \pm 1.0	8.8 \pm 0.9	12.1 \pm 1.9	12 \pm 1.1

(1) controllo con atmosfera passiva; (2) 2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio con atmosfera passiva; (3)=2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio in atmosfera ambiente CTR; (4)= controllo in atmosfera ambiente

Tab.2 Variazioni di SST (°Brix di fette di pesca della cv. "Settembrina" conservata a 5 C° per 12 giorni su quattro differenti tesi (n = 6 ± SE).

Giorni dopo il confezionamento	Trattamenti			
	CTR ¹	AA ²	CTR ³	AA ⁴
	SST (Brix°)			
3 giorni	9.7±0.29	9.1± 0.17	9.1±0.25	9.7±0.15
5 giorni	9.7±0.24	9.2±0.10	9.3±0.33	9.7±0.19
7 giorni	9.5±0.13	9.9±0.20	10±0.15	10±0.21
12 giorni	9.4±0.15	10.2±0.17	10±0.25	9.9±0.14

(1) controllo con atmosfera passiva; (2) 2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio con atmosfera passiva; (3)=2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio in atmosfera ambiente CTR; (4)= controllo in atmosfera ambiente

Tab. 3. Parametri iniziali di pesche a polpa gialla della cv. *Settembrina* e *Ottobrino* in termini di °Brix, pH, acidità titolabile, colore e consistenza.

	<i>Settembrina di Leonforte</i>	<i>Ottobrino</i>
SST (°Brix)	13.1 ± 0.5	13.9 ± 0.3
pH	3.92 ± 0.8	3.4 ± 0.2
Acidità titolabile (g/l)	6.58 ± 1.1	6.57 ± 0.9
L*	69.2 ± 1.2	70.72 ± 1.3
a*	7.8 ± 0.5	8.55 ± 0.8
b*	57.9 ± 1.2	69 ± 1.2
Consistenza (N)	42.2 ± 1.2	38.1 ± 1.3

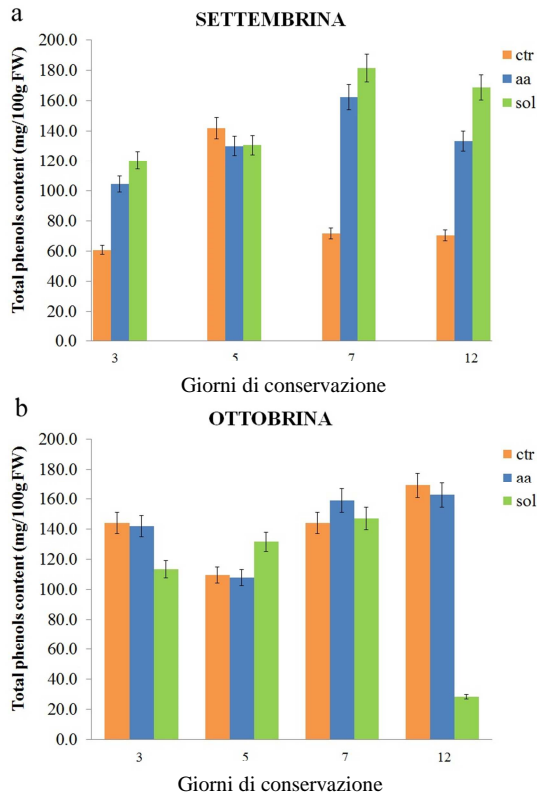


Figura 4. Cambiamento del contenuto di polifenoli totali nelle fette di pesche trattate con differenti soluzioni (aa= 2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio; sol= 1% acido ascorbico, 1% lattato di calcio e 0,5 acido citrico; ctr =controllo) durante la conservazione.
 a) *Settembrina* b) *Ottobrina* (n= 6 ± SE)

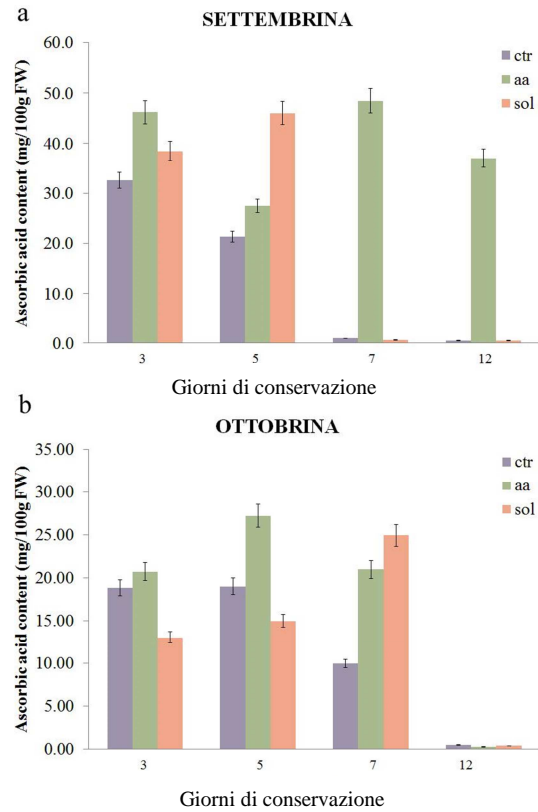


Figura 5. Variazione del contenuto di acido ascorbico nelle fette di pesche trattate con differenti soluzioni (aa= 2% acido ascorbico e 1% lattato di calcio; sol= 1% acido ascorbico, 1% lattato di calcio e 0,5 acido citrico; ctr =controllo) durante la conservazione.
 a) *Settembrina* b) *Ottobrina* (n= 6 ± SE)

7.0 Conclusioni

L'obiettivo fondamentale di questo studio è stato quello di perfezionare le conoscenze scientifiche sulla "Pesca di Bivona" e sulla "Pesca di Leonforte" per verificare il loro possibile utilizzo nei piani di nuovi incroci varietali per ottenere varietà in grado di conservare le caratteristiche chimico-fisiche durante la catena del freddo o in IV gamma. La ricerca ha caratterizzato, inizialmente, attraverso le emissioni di etilene (Mignani et al., 2006), l'espressione fenotipica della polpa delle cultivar (*Murtiddara*, *Bianca*, *Agostina* e *Settembrina*) della Pesca di Bivona come *NoMelting*. Sulle cultivar della "Pesca di Bivona" è stato, inoltre, osservata l'evoluzione delle ultime fasi della maturazione dimostrando che il comportamento di tali cv non si discosta da quanto riportato in letteratura (Selli e Sansavini 1993; Ravaglia et al., 1996; Kader et al., 1999).

La ricerca condotta, sull'influenza di diverse temperature e gradi di maturazione alla raccolta sulle performance della cultivar *Bianca* e *Settembrina*, nasce dalla scarsità di informazioni in letteratura, ed ha approfondito le conoscenze sullo stadio di maturazione dei frutti di pesco alla raccolta per le sue implicazioni nel mantenimento dei parametri chimico-fisici durante la frigoconservazione.

Pertanto, i risultati rilevati sulla conservazione della *Settembrina* e nella *Bianca*, per un periodo di 28 giorni ad una temperatura di 0°C, non hanno rilevato alcuna alterazione della polpa con conseguente comparsa di farinosità o accumulo di pigmenti rossi così come rilevato in letteratura su alcune cultivar internazionali (Crisosto 1999). Le cultivar *Settembrina* e *Bianca* hanno mantenuto le caratteristiche tessiture della polpa idonee al consumo (Crisosto et al, 2006). *Settembrina* e *Bianca* hanno mostrato, che il DA-Meter può essere un ottimo strumento di monitoraggio della maturazione in post raccolta a condizione che le pesche siano conservate con un elevato contenuto in clorofilla poiché lo strumento non rileva le minime quantità di clorofilla sulla buccia.

E' stata rilevata, inoltre, un'estrema variabilità sulle modificazioni cromatiche e sugli aspetti fisiologici della polpa durante la conservazione per 12 giorni sulle cv della "Pesca di Bivona" e sulle cultivar della "Pesca di Leonforte". Tali risultati trovano piena rispondenza su quanto riportato in letteratura sulle pesche trasformate in IV gamma (Gorny et al., 1999; Colantuono et al., 2013, Delgado et al., 2013) dimostrando che la suscettibilità al deterioramento di pesche e nettarine minimamente trasformate, dipende molto dalla varietà (Buesa et al., 2011). La *Settembrina* ("Pesca di Bivona") conservata a 5° C in atmosfera passiva, con o senza trattamento chimico, ha esteso la durata fino a 7 giorni di conservazione. Pertanto non sono state rilevate variazioni significative sulle fette della *Settembrina* in IV gamma trattate con una soluzione di acido ascorbico e lattato di calcio rispetto al controllo come evidenziato da Colantuono e collaboratori (2013). Allo stesso tempo il trattamento eseguito sulla stessa cultivar confezionata in atmosfera ambiente, ha avuto un effetto

significativo sulle modificazioni del colore della polpa non discostandosi da quanto riportato in letteratura (Gorny et al.1999; Cefala et al., 2013).

I trattamenti antiossidanti possono aumentare e stabilizzare il contenuto di vitamina C e/ o il contenuto di antiossidanti (Cefala et al., 2013) tuttavia, alcune conoscenze andrebbero arricchite per quanto concerne, il possibile cambiamento del flavour dopo i trattamenti.

8.0 Bibliografia

- Abreu M., Beirao-da-Costa S., Goncalves E.M., Beirao-da-Costa M.L., Moldao-Martins M., (2003). Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh-cut 'Rocha' pear. *Postharvest Biol. Technol.* 30, 153–160.
- Alexander L., Grierson D., (2002). Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climateric fruit ripening. *J. Exp. Bot.* 53: 2037-2055.
- Bailey J.S., French H.P., (1949). The inheritance of certain fruit and foliage characters in the peach. *Mass. Agr. Expt. Sta. Bul.* 452.
- Bal L.M., Kar A. Santosh Satya1 & Satya N. Naik., (2011). Kinetics of colour change of bamboo shoot slices during microwave drying. *International Journal of Food Science and Technology* 2011,46, 827–833
- Baratta B., Caruso T., (1986). "Tardiva di Leonforte": nuova cultivar di pesco per le aree interne del meridione. *L'Informatore Agrario*, 1986, 29, 37-39.
- Bassi D., Mignani, I. Rizzo, M., (1998). Calcium and pectin influence on peach flesh texture. *Acta Hort.* 465:433-438.
- Ben Arie R., Lavee S., (1971). Pectic changes occurring in Elberta peaches suffering from woolly breakdown. *Phytochemistry* 10, 531–538.
- Bregoli A.M., Ziosi V, Biondi S, Rasori A, Ciccioni M, Costa G., (2005). Postharvest 1-methylcyclopropene application in ripening control of 'Stark Red Gold' nectarines: temperature-dependent effects on ethylene production and biosynthetic gene expression, fruit quality, and polyamine levels. *Postharvest BiolTechnol*;37:111–21.
- Brosnan T., Sun W., (2004). Improving quality inspection of food products by computer vision. *Journal of Food Engineering* 61: 3–16.
- Brovelli Ernesto A., Brecht Jeffrey K., Wayne B Sherman., Sims Charles A., Harrison Jay M., (1999). Sensory and compositional attributes of melting- and non-melting-flesh peaches for the fresh market. *Journal of the Science of Food and Agriculture V. 79*, Pages 643–791.
- Brummell D.A., Cin V.D., Crisosto C.H., Labavitch J.M., (2008). Cell wall metabolism during maturation, ripening and senescence of peach fruit. *J. Exp. Bot.* 55, 2029–2039.
- Buesa G., Arias E., Salvador M., Oria R., Ferrer-Mairal A., (2011). Suitability for minimal processing of non-melting clingstone peaches. *International Journal of Food Science and Technology*. Vol 46 Issue 4 819–826
- Bustamante A., Budde C., Borsani J., Lombardo V., Lauxmann M., Andreo C., Lara M., Drincovich M., (2012). Heat treatment of peach fruit: Modifications in the extracellular compartment and identification of novel extracellular proteins. *Plant Physiology and Biochemistry* 60 35-45.
- Caruso T., (1982). "La pesca di Bivona" *L'informatore Agrario* n. 24, pp. 43-44.
- Caruso T., Di Lorenzo R., Barone E., (1992). Il germoplasma del pesco in Sicilia: aspetti genetici e bioagronomici. *Atti 'Congresso Germoplasma Frutticolo'*, Alghero, 21-25 settembre, pp. 285-293.
- Castellari L., Malavoti A., Colombo R., Rondinelli G.,(2006) L'impiego dei panel test nella valutazione qualitativa di alcune nettarine emiliano-romagnole. *Frutticoltura* n.7-8 :60-63

- Castillo S., Martínez-Romeroa D., (2013). *Aloe arborescens* and *Aloe vera* gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. *Postharvest Biology and Technology* 83 54–57.
- Cefola M., Pace B., Sergio L., Baruzzi F., Gatto M, Carito A., Linsalata V., Cascarano N., Di Venere D. (2013). Postharvest performance of fresh-cut ‘Big Top’ nectarine as affected by dipping in chemical preservatives and packaging in modified atmosphere. *International Journal of Food Science and Technology* Pages 1-12
- Chambers D.H., Allison A.A., Chamber E., (2004). Training effects on performance of descriptive panelist. *J. Sensory Stud.* 19: 486-499.
- Colantuomo F. Amodio L. Colelli G., (2012) Influence of quality attributes of early, intermediate and late peach varieties on suitability as fresh-convenience products. *Adv. Hort. Sci.*, 26(1): 32-38
- Colantuomo Amodio L. Colelli G., (2013) Application of antioxidant compounds to preserve fresh-cut peaches quality VIII ISHS International peach Symposium June 17-20, Matera, 54.
- Costa G., Noferini M., (2010). Possibili impieghi di una strumentazione per la determinazione non-distruttiva della maturazione e della qualità dei frutti nella filiera pesco. *Italus Hortus* n.17 (5), 151-157
- Costell E., (2002). A comparison of sensory methods in quality control. *Food Quality and Preference* 13: 341-353.
- Crisosto C., (2009). Avanzamenti nelle tecnologie in pre e post-raccolta che influiscono sulla qualità delle pesche. *Atti del XXVI Nuovi scenari della peschicoltura: integrazione e complementarietà fra Nord e Sud Cesena*, 5-6 Novembre pp130-150.
- Crisosto C.H., Crisosto G.M., (2005). Relationship between SSC and consumer acceptance for high and low acid peach and nectarine cultivars. *Postharvest Biology and Technology*. 38: 239-246.
- Crisosto C.H., Mitchell F.G., (1999). Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. *Hort Science* 34 (6), 1116–1118.
- Crisosto C.H., Seguel X., Michailides T., (1998). Comparing pulsed ultraviolet light and postharvest fungicide for peach fruit decay control. *Acta Horticulturae*, 465, 471-479.
- Crisosto C.H., Crisosto G.M., D.T. Garner., (2005). Understanding tree fruit consumer acceptance. *Acta Horticulturae* 682: 865-870
- Cusumano G., (2009). La pesca di Bivona verso l’IGP. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofrutticoltura*, 71 (4): 81-82.
- Davey M. W., Van Montagu M., Inzé D., Sanmartin M., Kanellis A., Smirnoff N., Benzie I. J. J., Strain J. J., Favell D., & Fletcher J., (2000). Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 825-860.
- De Souza A, Kohatsu D, Lima G., Vieites R., (2009). Conservação Pós-Colheita de Pêssegocomo uso da Refrigeração e da Irradiação. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1184-1189.
- Delwiche M.J., Baumgardner R.A., (1985). Ground colour as a peach maturity index. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110, 53–57.
- Di Miceli C., Infante R., Inglese P., (2010). “Instrumental and Sensory Evaluation of Eating Quality of Peaches and Nectarines”. *Europ. J. Hort. Sci.* 75(3), pp.97-102.

- Delgado S., Perez M., Yuste C., Gil D., (2013) Study of different nectarine cultivars and their suitability for fresh-cut processing. *International Journal of Food Science and Technology*, 1-7
- Ding C.K., Wang C.Y., Gross K.C., Smith D.L., (2002). Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis-related protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. *Planta* 214, 95–901.
- Eccher Zerbini P., (1974). Aspetti e tecniche del controllo di qualità degli alimenti. *Scienza e tecnologia degli alimenti*, 4(5): 275-280.
- Esti M., Messia M.C., Sinesio F., Nicotra A., Conte L., La Notte E., Palleschi G., (1997). Quality evaluation of peaches and nectarines by electrochemical and multivariate analyses: relationships between analytical measurements and sensory attribute. *Food Chemistry*, Vol. 60, No. 4, 659-666.
- Farina V., Volpe G., Mazzaglia A., Lanza C.M., (2008). L'uso congiunto per l'analisi strumentale e sensoriale per la valutazione di pesche, nettarine e albicocche. *Il Convegno Nazionale della Società Italiana di Scienze Sensoriali: atti dei Lavori*, c 2008 Firenze University Press. pp.153-159.
- Farina V., Filizzola F., Di Marco L., Inglese P., (2001). L'evoluzione dei composti volatili in frutti di pesco durante la maturazione. *Atti VI Giornate Scientifiche SOI- Spoleto*, 23-25 Aprile, Vol. 1:, 295-296
- Fernandez-Trujillo J.P., Artes F., (1997). Keeping quality of cold stored peaches using intermittent warming. *Food Research International*, 30, 441–450.
- Ferrer A., Remón, S. Negueruela A., Oria R., (2005). Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae*, 105, 435–446.
- Ferrer-Mairal A., Remón S., Peiró J.M. e Oria R., (2012). Effects of intermittent conditioning on the color and enzymatic activity of peaches during controlled atmosphere storage. *Journal of Food Biochemistry* 36, 129–138.
- Friedman M., (1996). Food browning and its prevention: An overview. *J. Agric. Food Chem.* 44, 631–653.
- Fishman, M.L., Levaj, B., Gillespie, D., Scorza, R., (1993) Changes in the physico-chemical properties of peach fruit pectin during on tree ripening and storage. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 118, 343–349.
- Girardi C.L., Corrent A.R., Lucchetta L., Zanuzo M.R., da Costa T.S., Brackmann A., (2005). Effect of ethylene, intermittent warming and controlled atmosphere on postharvest quality and the occurrence of woolliness in peach (*Prunus persica* cv. *Chiripa*) during cold storage. *Postharvest BiolTechnol.* 38:25–33.
- Guilléna F., Huertas M., Díaz-Mulaa P., Zapataa J., Valeroa D., Serrano M., Gupta N., Jawandha S. K., Gill P.S., (2011). Effect of calcium on cold storage and post-storage quality of peach. *J. Food Sci. Technol.* 48(2):225–229.
- Gutiérrez S. M., Noferini M., Costa G., (2013). Utilizzo del Da- Meter per la gestione della conservazione dei frutti di melo e per il controllo del riscaldamento. *X Giornate Scientifiche SOI. Atti del convegno Padova 25-27 Giugno*.
- Gorny, J.R., Gil, M.I. & Kader, A.A., (1998). Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut pears. *Acta Horticulturae*, 464, 231–236.

- Gorny, J.R., Hess-Pierce, B. & Kader, A.A. (1999). Quality changes in fresh-cut peach and nectarine slices as affected by cultivar, stor age atmosphere and chemical treatments. *Journal of Food Science*, 64, 429–432.
- Hayama H., Tatsuki M., Ito A., Kashimura Y., (2006). Ethylene and fruit softening in the stony hard mutation in peach. *Postharvest Biology and Technology* 41, 16–21
- Han T., Wang Y., Li L., Ge X., (2003). Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peaches. *Acta Hort.* 628, 383–389.
- Heyes J.A., Sealey D.F., (1996). Textural changes during nectarine development and ripening. *Sci. Hort.* 65, 49–58.
- Homnava A., Payne J., Koehler P., Eitenmiller R., (1990). Provitamin A. (alpha-carotene. beta-carotene and betacryptoxanthin) and ascorbic acid content of Japanese and American persimmons. *J. Food Qual.* 13, 85-95.
- Iglesias I., Echeverria G., (2008). Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance *Scientia Horticulturae.* 120, 41–50
- Janda T., Szalai G., Tari I., Paldi E., (1999). Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays L.*) plants. *Planta* 208, 175–180.
- Kader A.A., (1985). Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. *Hort Science* 20, 54-57.
- Kader A.A., Cantwell M., (2004). Produce Quality Rating Scales and Color Charts. Postharvest horticulture series N° 23, September 2004,. Postharvest Technology Research & Information Center. University of California (Eds.), Davis CA-USA.
- Kader A.A., Heintz C.M., Chordas A., (1982). Management of fruit ripening. Postharvest Horticulture Series 9. Postharvest Outreach Program, Department of Pomology, UC-Davis.
- Kader A.A., Mitchell F.G., (1989). Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market, Publication 3331. University of California, California, pp. 1191–1196.
- Kader. A. A., (1999). Fruit maturity, ripening, and quality relationship. *Acta Hort.* 485: 203-207.
- Kang G.Z., Wang Z.X., Sun G.C., (2003). Participation of H₂O₂ in enhancement of cold chilling by salicylic acid in banana seedlings. *Acta Bot. Sin.* 45, 567–573.
- Ke D.Y., El-Wazir F., Cole B., Mateos M., Kader A.A., (1994). Tolerance of peach and nectarine fruits to insecticidal controlled atmospheres as influenced by cultivar, maturity, and size. *Postharvest Biology and Technology* 4, 135-146.
- Koukounaras, A., Diamantidis, G., Sfakiotakis, E., (2008). The effect of heat treatment on quality retention of fresh-cut peach. *Postharvest Biol. Technol.* 48, 30–36.
- Li Qin, Z. Jie, Z. Shu Hua, Z. Lai Hui, G., (2009). Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. *Food Chemistry*, 114, 174–179.
- Liguori G, Weksler A, Zutahi Y, Lurie S, Kosto I., (2004). Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of melting flesh peaches and nectarines. *Postharvest BiolTechnol* 31:263–8.
- Liguori G., Sortino G., Farina V., Inglese P., (2011). Evoluzione delle caratteristiche qualitative dei frutti di pesco lungo la filiera con l’ausilio del DA-Meter. *Atti del convegno sulla peschicoltura meridionale. Sibari 27-28 Maggio. Pag.129.*

- Liu HX, Jiang WB, Zhou LG, Wang BG, Luo YB., (2005). The effects of 1-methylcyclopropene on peach fruit (*Prunus persica* L. cv. *Jiubao*) ripening and disease resistance. *Int J Food Sci Technol* 40:1-17.
- Lurie S., (1993). Modified atmosphere storage of peaches and nectarines to reduce storage disorders. *Journal of Food Quality*.16, 57-65.
- Marchese A., Tobutt K., Caruso T., (2006). The Sicilian peach (*Prunus persica* L. Batsch) germplasm: evaluation of genetic diversity using SSRs. *Acta Horticulturae* 713:135-138.
- Mari M., (2008). “Il pesco” Post raccolta Coltura e cultura. *Script*, 290-303
- Martinez M.V. and Whitaker J.R., (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends Food Sci. Technol.* 6, 195–200.
- Massantini R, Salcini M.C., (2005). Minimally processed fruits: an update on browning control. *Stewart postharvest review*, ISSN: 1745-9656.
- Mathooko F. M., Tsunashima Y., Owino W. Z. O., Kubo Y., Inaba I., (2001). Regulation of genes encoding ethylene biosynthetic enzymes in peach (*Prunus persica* L.) fruit by carbon dioxide and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 21(3), 265–281.
- McCarthy M.A. Matthews R.H., (1994). Nutritional quality of fruits and vegetables subject to minimal processes. In: R.C. Wiley (Editor), *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Chapman and Hall, New York, pp. 313-326.
- McGuire R.G., (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27: 1254–1255.
- Mignani I., Ortugno C., Bassi D., (2006). Biochemical parameters for the evaluation of different peach flesh types. *ISHS Proc. 6th Intl. Peach Symposium Acta Hort.* 713: 441-448.
- Miller A.N., Krizek B.A., Walsh C.S., (1988). Whole-fruit ethylene evolution and ACC content of peach pericarp and seeds during development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:119-124.
- Montevecchi G., Vasile Simone G., Masino F., Bignami C., Antonelli A., (2012). Physical and chemical characterization of Pescabivona, a Sicilian white flesh peach cultivar (*Prunus Persica* L. Batsch). *Food Research International* 45:123-131.
- Montevecchi G., Vasile Simone G., Masino F., Antonelli A., (2013) Fruit sensory characterization of four Pescabivona, white-fleshed peach [*Prunus persica* (L.) Batsch], landraces and correlation with physical and chemical parameters. *Fruits*, vol. 68: 195–207
- Munoz A., (2002). Sensory evaluation in quality control: an overview, new developments and future opportunities. *Food Quality and Preference* 13:329-339.
- Muratore A. (2010) Influenza della pratica colturale sulla produzione di alcune molecole, parametri di qualità, in “Pesca di Leonforte IGP” e “Pesca di Maniace” Dottorato di Ricerca in Chimica Agraria ed Ecocompatibilità XXIII ciclo, 65-70
- Nicolai B. M., Beullensa K., Bobelyna E., Peirsa A., Saeysa W., Theronb K. I., et al., (2007). Non destructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 46, 99-118.
- Nicolas J.J., Richard-Forget F.C., Goupy P.M., Amiot M.J., Aubert S.Y., (1994). Enzymatic browning reactions in apple and products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 34, 109–157.
- Noferini M., Fiori G., Cious V., Gottardi F., Brasina M., Mazzini C., Costa G., (2009). DA-Meter easier control of fruit quality from farm to distribution. *Journal of Fruit and Horticulture* 71 (4), 74-80.

- Noferini M., Fiori G., Ziosi V., Gottardi F., Brasina M., Mazzini C., Costa G., (2009). DA-Meter, più facile il controllo della qualità dei frutti dal campo alla distribuzione. *Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura* n. 4, 74-80.
- Pace, B., Cefola, M., Renna, F., Attolico, G. (2011). Relationship between visual appearance and browning as evaluated by image analysis and chemical traits in fresh-cut nectarines. *Postharvest Biology and Technology*, 61, 178–183
- Pages J., Perine E., (2003). Panel performance and number of evaluations in a descriptive sensory study. *J Sensory stud.* 19: 273-291.
- Pagliarini E., (2002). “Valutazione sensoriale: aspetti teorici, pratici e metodologici” Ulrico Hoepli Editore, Milano.
- Palou L., Crisosto C.H., Garner D., Basinal L.M., (2003). Effect of continuous exposure to exogenous ethylene during cold storage on postharvest decay development and quality attributes of stone fruits and table grapes. *Postharvest Biol. Technol.* 27, 243– 254.
- Pérez-Marín D., Sánchez M. T., Paz P., Soriano M. A., Guerrero J. E., Garrido-Varo A., (2009). Non-destructive determination of quality parameters in nectarines during on-tree ripening and postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 52, 180-188.
- Pérez-Marín D., Sánchez M., Paz P., González-Dugo V., Soriano M., (2011). Postharvest shelf-life discrimination of nectarines produced under different irrigation strategies using NIR-spectroscopy. *LWT - Food Science and Technology* 44,1405-1414.
- Rapisarda P.; Intelisano S., (1996). Sample preparation for vitamin C analysis of pigmented orange juice. *It. J. Food Sci.*, 3, 251-256.
- Rasori A, Ruperti B, Bonghi C, Tonutti P, Ramina A., (2002). Characterization of two putative ethylene receptor genes expressed during peach fruit development and abscission. *J Exp Bot.* 53:2333–9.
- Ravaglia G., Sansavini S., Ventura M., Tabanelli D., (1996). Indici di maturazione e miglioramento qualitativo delle pesche. *Frutticoltura* n.3:61-65.
- Retamales J., Cooper T., Strief J., and Kania J., (1992). Preventing cold storage disorders in nectarines. *J. Hort Sci.* 67: 619-626.
- Rico D., Martin Diana AB., Barat JM., Barry Ryan C., (2007). Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: A review. *Food Science and Technology* 18: 373–386.
- Rizzolo A., Bianchi G., Vanoli M., Lurie S., Spinelli L., Torricelli A., (2012). Electronic nose to detect volatile compound profile and quality changes in ‘*Spring Belle*’ Peach (*Prunus persica* L.) during cold storage in relation to fruit optical properties measured by time-resolved reflectance spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.* 61,1671–1685.
- Robertson J. A., Meredith F. I., Horvart R. J., Senter S. D., (1990). Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (cv. *Redhaven*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 620–624.
- Rood P., (1957). Development and evaluation of objective maturity indices for California freestone peaches. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 70, 104–112.
- Ruoyi K., Zhifang Y., Zhaoxin L., (2005). Effect of coating and intermittent warming on enzymes, soluble pectin substances and ascorbic acid of *Prunus persica* (Cv. *Zhonghuashoutao*) during refrigerated storage *Food Research International* 38 331–336.
- Sams C.E, Conway S.W., (1993). Post harvest calcium infiltration improves fresh and processing quality of apples. *Acta Hort* 326:123–129.

- Sansavini S., Costa G., Gucci R.; Inglese P., Ramina A., Xiloyannis C., (2012). *Arboricoltura Generale* Patron Editore Bologna, pp 169-171
- Saranwong S., & Kawano S., (2007). Fruits and vegetables. In Y. Oozaki, W. F. McClure, & A. A. Christy (Eds.), *Near-infrared spectroscopy in food science and technology*. pp. 219. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Scordino M., Sabatino L., Muratore, Belligno A., Gagliano G., (2012). Phenolic Characterization of Sicilian yellow flesh peach (*Prunus persica* L.) cultivars at different ripening stages, *Journal of Food Quality*. Volume 35, Issue 4, 255–262.
- Selli R., Sansavini S., (1993). Aspetti fisiologici della maturazione e della qualità dei frutti in frutti di pesco. *Atti del convegno peschicolo*, Logo di Romagna: pp.273-291.
- Shewfelt R.L., Myers S.C., Resurreccio'n A.V.A., (1987). Effects of physiological maturity at harvest on peach quality during low temperature storage. *J. Food Qual.* 10, 9–20.
- Sims E.T., Comin D., (1963). Evaluation of objective maturity indices for *Halehaven* peaches. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 82, 125–130.
- Singleton V. L.; Rossi J. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. of Enol. and Vit.* 16, 144-158.
- Soliva-Fortuny R.C., Grigelmo-Miguel N., Odriozola-Serrano I., Gorinstein S., Martín-Belloso O., (2001). Browning evaluation of ready-to-eat apples as affected by modified atmosphere packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3685–3690.
- Somers D.J., Cummins W.R., Filion W.G., (1989). Characterization of the heat shock response in spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Biochem. Cell. Biol.* 67,113–120.
- Sortino G., Farina F., Inglese P., (2011). Utilizzo del Da-Meter nella valutazione qualitativa dei frutti di pesco in Sicilia. *Atti del VI Convegno Nazionale della Peschicoltura Meridionale 26-27 Maggio*, pp:70.
- Sortino G., Farina V., Liguori G., Inglese P., (2011). Evoluzione della maturazione dei frutti di pesco Settembrina di Leonforte e Tardiva di Leonforte. *Atti del convegno sulla peschicoltura meridionale. Sibari 27-28 Maggio*.pag.71.
- Spinardi A., Cocetta G., Mignani I., (2013). Uso del DA Meter per la valutazione del grado di maturazione in mela (*Malus x domestica*). *X giornate scientifiche SOI. Atti del convegno Padova 25-27 Giugno 2013*.pag..126.
- Spinardi A., Mignani I., Bassi D., (2006). Il contenuto di acido ascorbico in frutti di pesco a diversa tipologia di polpa ed evoluzione della maturazione. *Atti del Workshop del gruppo di lavoro SOI sul Post-raccolta. Sassari 7 Ottobre 2005. Vol.13 5, 24-28.*
- Steiner M., Abreu M., Correia L., Costa S., Leitao E., Costa M., Empis J., Martins M. (2006) Metabolic response to combined mild heat pre-treatments and modified atmosphere packaging on fresh-cut peach. *European Food Research and Technology* February, Volume 222, Issue 3-4, 217-222
- Tareen M., Abbasi N., Hafiz I., (2012) Effect of salicylic acid treatments on storage life of peach fruits cv. 'flordaking'. *Pak. J. Bot.*, 44(1), 119-124
- Tatsuki M., Haji T., Yamaguchi M., (2006). The involvement of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase isogene, Pp-ACS1, in peach fruit softening. *J. Exp. Bot.* 57, 1281–1289.
- Toivonen P.M.A., Brummell D.A., (2008). Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biol.Technol.* 48, 1–14.

Tomás-Barberan F. A., Gil M. I., Cremin P., Waterhouse A. L.; Hess-Pierce B.; Kader A. A., (2001). HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *J. Agric. Food Chem.*,49, 4748-4760.

UNI 10957., (2003). Analisi sensoriale "Metodo per la definizione del profilo sensoriale degli alimenti e bevande" Ente Nazionale Italiano di Unificazione. Milano, Italia.

UNI ISO 8589., (2007). Analisi sensoriale "Criteri generali per la progettazione di locali destinati all'analisi" Ente Nazionale Italiano di Unificazione. Milano, Italia.

USDA., (1982). Composition of foods: fruits and fruit products raw, processed, prepared, U.S. Dept. Agr.. Agr. Handbook 8-9, 283.

Wright K.P., Kader A.A., (1997). Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches. *Postharvest Biology and Technology*, 10, 89–97.

Yoshida M., (1976). Genetical studies on the fruit quality of peach varieties. Texture and keeping quality. *Bull. Fruit Tree Res. Stat. (Minist. Agric. and Forest.) Series A (Hiratsuka)* 3.

Zhou R., Zhang Hub Y., Wu H., Xie J., Luo Y., (2012). Reductions in flesh discoloration and internal morphological changes in Nanhui peaches (*Prunus persica* (L.) Batsch, cv. *Nanhui*) by electrolysed water and 1-methylcyclopropene treatment during refrigerated storage. *Food Chemistry* 135 985–992.

Zhu S. H., & Zhou J., (2007). Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. *Food Chemistry*, 100(4), 1517–1522.

Zooli J. P, Rodriguez J., Aldunce P., Crisosto C., (1997). Development of high concentration carbon dioxide modified atmosphere packaging systems to maintain peach.