

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
FACOLTA' DI AGRARIA
DIPARTIMENTO DI ORTOFLOROARBORICOLTURA E TECNOLOGIE AGROALIMENTARI
DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI
XXIV CICLO

Rosalinda Cavallaro

**Valorizzazione di produzioni frutticole
mediante applicazione di processi di
trasformazione "mild"**

—————
DISSERTAZIONE FINALE
—————

Tutors:
Prof. GIOVANNI SPAGNA
Dott. ALDO TODARO
Coordinatore:
Prof. GIOVANNI SPAGNA

TRIENNIO 2008-2011

INDICE

1. SCOPO DEL LAVORO E ARTICOLAZIONE DELLA RICERCA	pag. 3
2. INTRODUZIONE	pag. 6
3. STATO DELL'ARTE	pag. 7
3.1 MELOGRANO	pag. 7
3.2 PESCA DI LEONFORTE	pag. 12
3.3 TECNOLOGIE DI CONSERVAZIONE	pag. 20
3.3.1 MILD TECHNOLOGIES	pag. 20
3.3.2 ESSICCAMENTO	pag. 24
3.4 POLIFENOLOSSIDASI	pag. 32
ATTIVITA' DELLA POLIFENOLOSSIDASI	
IMBRUNIMENTO ENZIMATICO E NON	
AGENTI ANTIBROWNING	
4. LAVORI PUBBLICATI E IN CORSO DI STAMPA	pag. 40
PAPER 1	pag. 41
PAPER 2	pag. 42
PAPER 3	pag. 43
PAPER 4	pag. 44
PAPER 5	pag. 46
PAPER 6	pag. 48
PAPER 7	pag. 50
PAPER 8	pag. 51
PAPER 9	pag. 52
PAPER 10	pag. 54
5. BIBLIOGRAFIA	pag. 55

1. SCOPO DEL LAVORO E ARTICOLAZIONE DELLA RICERCA

Nel presente lavoro sono state valutate diverse tecnologie di trasformazione per la conservazione di prodotti alimentari, già ampiamente utilizzate, cercando condizioni "mild". Ciò al fine di preservare maggiormente le caratteristiche nutrizionali e sensoriali dei prodotti di origine. Le produzioni frutticole oggetto dello studio sono state: il melograno e la pesca di Leonforte. Il melograno è stato scelto in quanto fruttifero minore di interesse crescente per le sue proprietà antiossidanti e nutraceutiche. La pesca di Leonforte è stata scelta in quanto presidio slowfood in Sicilia e coltura di interesse per l'alto valore economico ad essa associato.

Il lavoro di ricerca (**fig. 1**) ha riguardato principalmente l'effetto della tecnologia di trasformazione utilizzata sulle caratteristiche del prodotto finito in rapporto al prodotto iniziale.

Sono state utilizzate due operazioni unitarie differenti per natura dei fenomeni coinvolti (trasporto di calore e trasporto di massa); per quanto riguarda il melograno, è stata applicata la rimozione di calore mediante parziale liofilizzazione, al contrario per le pesche è stato applicato il calore mediante essiccamento in essiccatoio ad aria forzata.

Gli obiettivi della ricerca sono stati quindi:

- caratterizzare dal punto di vista chimico-fisico diverse accessioni di melograno al fine di individuare la migliore dal punto di vista nutrizionale e nutraceutico, anche al fine di una eventuale futura diffusione in impianti specializzati;
- mettere a punto un metodo di conservazione del succo di melograno mediante "mild technologies";
- caratterizzare la pesca di Leonforte dal punto di vista chimico fisico;

- mettere a punto un processo di essiccamento per l'ottenimento di pesche a fette dry e/o semidry da utilizzare come fruit-snack;
- Individuare la migliore tecnologia di packaging per la conservazione delle pesche essiccate.

Sono stati effettuati, inoltre, studi sull'attività antiossidante di succhi di arance rosse.

A latere è stato condotto uno studio sulla caratterizzazione della polifenolossidasi estratta da diverse cultivar di melanzana e uno studio sull'ottimizzazione dell'essiccamento del pomodoro ciliegino.

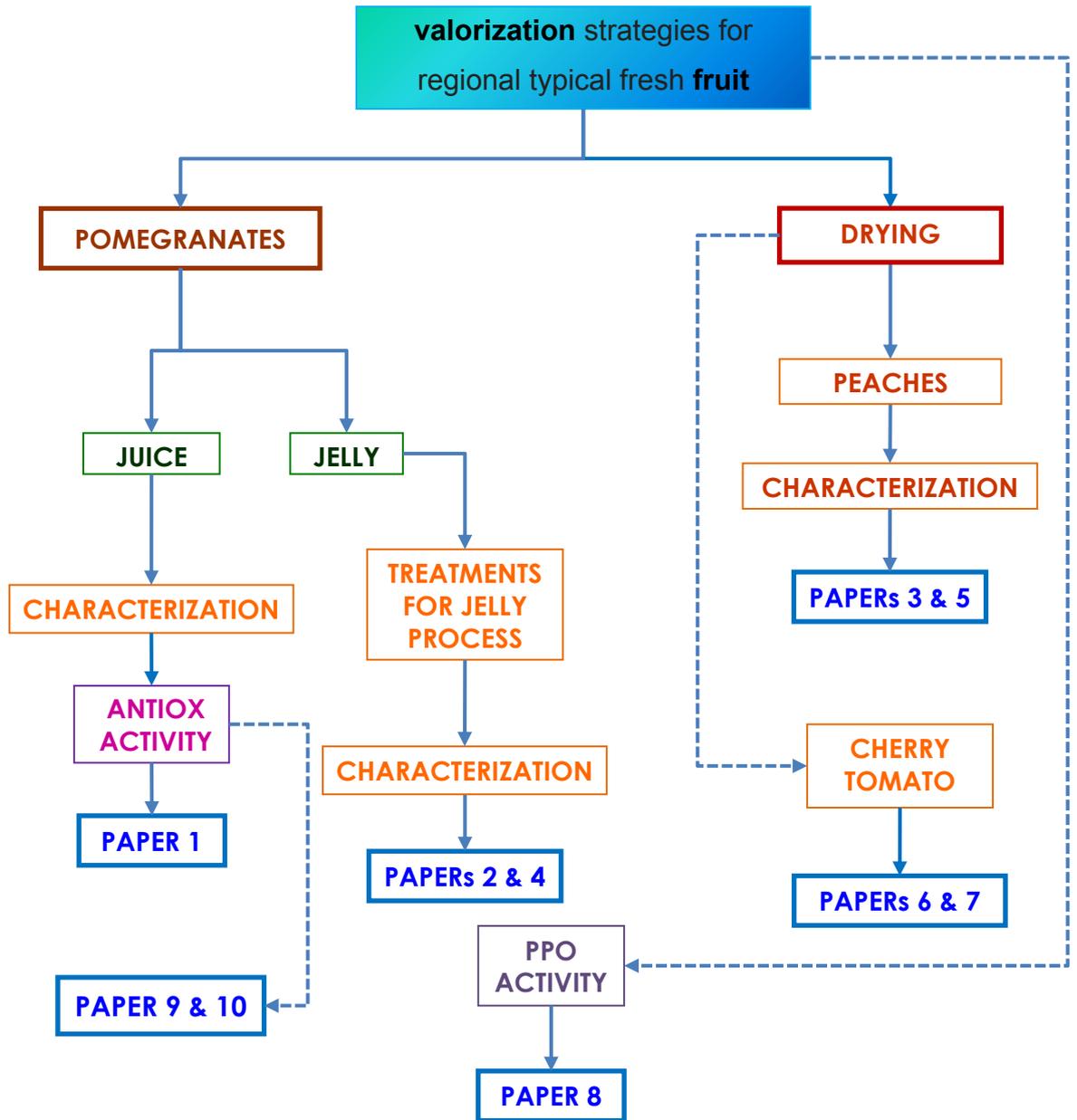


Figura 1 - Articolazione della ricerca

2. INTRODUZIONE

Da oltre vent'anni il termine mild technologies è adoperato per indicare le tecnologie che consentono di minimizzare il danno termico, meccanico ed ossidativo e le contaminazioni chimico-biologiche che generalmente accompagnano le operazioni unitarie di trasformazione e conservazione degli alimenti.

Le più diffuse sono la sterilizzazione ad alte pressioni o con ultrasuoni, l'irraggiamento, l'applicazione di campi elettrici pulsanti, l'estrazione con fluidi supercritici, i processi a membrana. Negli ultimi anni queste tecnologie, hanno destato un notevole interesse scientifico nei ricercatori traducendosi, in alcuni casi, in reali applicazioni industriali.

L'applicazione delle mild technologies ad alcune produzioni frutticole siciliane è stato oggetto del presente studio.

3. STATO DELL'ARTE

3.1. MELOGRANO

Il melograno (*Punica granatum*) è una pianta della famiglia delle Punicaceae, originario di una vasta regione che va dall'Iran alla zona himalayana dell'India settentrionale ed è presente sin dall'antichità nel Caucaso e nell'intera zona mediterranea.

E' un albero leggendario, sinonimo da millenni di fertilità per tutte le culture che si sono lasciate sedurre dai suoi frutti ricchi di semi. Non a caso, i pittori dei secoli XV e XVI mettevano spesso una melagrana nella mano di Gesù Bambino, alludendo alla nuova vita donataci da Cristo. Le sue radici affondano nell'antica Grecia, dove questa pianta era sacra a Giunone (moglie di Giove) e a Venere (dea dell'amore); mentre nella tradizione asiatica il frutto aperto rappresenta abbondanza e buon augurio. Il notevole numero dei suoi grani ha ispirato numerose leggende: in Vietnam la melagrana si apre in due e lascia venire cento bambini, le spose turche la lanciano a terra perchè si dice che avranno tanti figli quanti sono i chicchi usciti dal frutto spaccato.

Contrariamente a quanto avviene per altre specie minori, le fonti statistiche ufficiali della FAO non riportano dati sulla superficie investita e sulla produzione di melograno. Inoltre, a causa del rapido incremento della produzione cui è andata incontro questa specie, non esistono indagini statistiche aggiornate. L'unica fonte presente è fornita dal ministero dell'agricoltura dell'IRAN che riporta le superfici coltivate e la produzione al 2009 (ftp://ftp.fao.org/codex/ccnea5/ne05_09e.pdf). Recentemente, è stata stimata una produzione mondiale annua di circa 1.5 milioni di tonnellate come riportato in tabella 1. Nel nostro paese l'ISTAT riporta per il 2008 una superficie coltivata di appena 7 ettari e una

produzione di circa 690 tonnellate annue provenienti da Calabria e Sicilia.

Paese	Superficie (ha)	Produzione (t)
Iran	65.000	600.000
India	54.750	500.000
Cina	?	260.000
USA	6.070	110.000
Turchia	7.600	90.000
Spagna	2.400	37.000
Tunisia	2.600	25.000
Israele	1.500	17.000

Tabella 1

Attualmente è coltivato ampiamente in Armenia, Azerbaijan, Iran, Turchia, nelle parti più aride del Sud-Est Asiatico, dall'Arabia al Pakistan, in Messico e negli Stati Uniti in California ed Arizona. La coltivazione e il consumo sono maggiori nella fascia che va dall'Azerbaijan all'Iran, Armenia, Palestina ed Egitto.

Le varietà sono numerose, data la notevole variabilità della specie. A titolo di esempio in Iran sono state censite, dall'Istituto Agricolo di Ricerca di Yazd, numerose varietà tra cui le più note sono: Soveh, Sioh, Rabob, Aghaei, Ardestony, Shisheh, Shirin Shahvor, Bajestony, Malas e Daneh Siah, Touq Gardan, Khazar, Shecar e Ashraf (Behshahr), Alak, Arous, Farouq, Rahab, Khafar e Shiraz, Ferdous e Khorasan, Bi daneh Sangan.

L'albero può raggiungere anche 7 m di altezza se lasciato allo stato selvatico. Può vivere a lungo, fino a più di 100 anni. Le radici sono nodose, consistenti e rossicce. Il tronco è più o meno

rotondo, eretto, ramificato, con branche aperte a volte spinose; la gemma terminale spesso diventa una spina, qualche volta evolve in fiore, o a mazzetto di fiori oppure, semplicemente, cade. Le foglie caduche, riunite a gruppo, misurano circa 2-9 cm di lunghezza e 1-3 cm di larghezza; sono intere, lisce, opposte, senza stipule, alcune volte verticillate, senza peli, oblunghe e con un picciolo corto. Le giovani foglie rossicce virano al verde brillante quando divengono adulte, con la parte sottostante più scura, mentre il picciolo mantiene il suo colore rossiccio.

Il fiore può essere singolo o riunito in piccoli gruppi, generalmente di 2-7 fiori all'estremità del ramo, ma qualche volta anche su gemme ascellari. I fiori possono essere ermafroditi (normali) e staminiferi (senza pistillo e poco sviluppati) e presentano un tallo a forma di pera, concavo e carnoso, quasi settato con un calice a forma di campana. I petali, 5-9, sono rugosi, scarlatti, alternati, con sepali più corti. La fioritura del melograno è scalare, producendo nelle diverse varietà alcune ondate di fiori. Questo processo inizia normalmente in Marzo-Aprile e può continuare fino alla fine dell'estate e all'inizio dell'autunno. Tuttavia, solo la fioritura intermedia ha utilità commerciale, giacché i frutti che ne derivano dalla fioritura tardiva, non arrivano neppure a maturazione. Il frutto è carnoso, costituito da una bacca denominata balaustra, con buccia spessa, complesso, incluso nel tallo, con varie cavità polispermali separate da membrane. L'interno contiene molti semi, di forma prismatica, con testa polposa (sarcotesta) e tegumento legnoso, molto succosi. Il frutto maturo è giallo-verde, con aree rossastre che, occasionalmente, occupano l'intera superficie.

La fruttificazione avviene nel periodo compreso tra Settembre e Gennaio con maturazione in autunno e la coltivazione non pone difficoltà di rilievo.

Presenta una forte tendenza a produrre polloni radicali e a costituire una boscaglia fitta mentre, il portamento ad albero isolato, è favorito dalla asportazione dei getti accessori che si dipartono dalla base del fusto e dalle radici.

La specie si adatta a ogni tipo di suolo e di clima, essendo tollerante alla siccità, alla salinità, alla clorosi ferrica, al calcare attivo e potendo vegetare nelle peggiori condizioni di coltivazione, nelle quali, pochissimi fruttiferi danno produzioni redditizie. La sola condizione richiesta, quindi, è la coltivazione in ambiente secco e ben drenato, con elevata insolazione. Non esistono esigenze particolari di suolo, anche se, ovviamente, per produzioni fruttifere di rilievo è necessaria un'adeguata profondità del terreno, mentre irrigazioni di soccorso sono utili solo in caso di estrema siccità con suoli desertici o poco profondi.

La propagazione avviene per semina, ma in tal caso non sono assicurate le caratteristiche della pianta madre, quindi si moltiplica più frequentemente in primavera per talea semilegnosa o per margotta, con una certa difficoltà per innesto.

Può essere utilizzato come pianta ornamentale nei giardini, mentre industrialmente si coltiva per la produzione dei frutti eduli: le melagrane.

Per quanto riguarda le radici e la scorza dei frutti, raccolti in autunno, vengono tagliati a pezzetti, fatti essiccare all'aria e utilizzati come decotto dalle proprietà astringenti, in quanto ricchi di tannini.

I frutti del melograno vengono generalmente consumati freschi e hanno proprietà astringenti e diuretiche; molto spesso sono usati per preparare bibite ghiacciate (sherbet, sorbet) e si utilizzando anche nell'industria conserviera per ottenere diversi prodotti quali succhi, marmellate, gelatine, sciroppi e sciroppati.

In alcuni Paesi, i frutti sono usati come decorazioni in coppe di macedonia. In cosmesi, le radici di melograno vengono utilizzate come colorante per diversi prodotti; peraltro, l'epidermide del frutto contiene il 30% di tannino e opportunamente trattata, fornisce un colorante giallo impiegato nell'artigianato degli arazzi nei paesi arabi.

Anche se negli ultimi anni in Italia il melograno sta avendo grande successo, la sua coltivazione è confinata in poche aree della Sicilia, della Sardegna e della Calabria, pertanto vi è una sostanziale importazione dalla Spagna, dalla Turchia e dall'Iran.

3.2 PESCA DI LEONFORTE

Il Pesco (*Prunus Persica*) appartiene alla famiglia delle Rosacee ed è originario della Cina dove è coltivato da più di 500.000 anni. Il nome latino gli fu attribuito nel 300 d.C. dal filosofo greco Teofrasto al ritorno da un viaggio in Persia. In Grecia era conosciuto nel IV sec. a.C., in Italia arrivò nel corso del I sec. a.C. e in America fu introdotto dai colonizzatori spagnoli. L'albero può raggiungere i 7-8 m di altezza, ma per facilitare la raccolta viene potato in modo che non superi i 4-5 m. Non è molto esigente dal punto di vista del terreno e fruttifica in tutti i climi temperati; esige un periodo di riposo invernale con temperature piuttosto basse, ma teme le gelate primaverili a causa della fioritura precoce (marzo).

Il frutto giunge a maturazione tra il mese di maggio ed il mese di settembre. Il frutto presenta un endocarpo legnoso, un mesocarpo polposo con consistenza, colore e sapore diverso nelle diverse tipologie e cultivar, ed un epicarpo sottile, tomentoso nelle pesche e liscio nelle nettarine, che può assumere colorazioni diverse, dal giallo, al verde, al rosso. Tra pesca e nettarina la differenza più evidente è nella buccia. In entrambi i casi esistono cultivar a polpa gialla ed a polpa bianca, con nocciolo aderente alla polpa (duracine) o libero (spiccagnole). Il peso del frutto può oscillare tra i 120 ed i 280 g, la buccia rappresenta il 5-6% del frutto ed il nocciolo il 10-15% (Pompei C.,2005).

La pesca è un frutto rivitalizzante. Ha un buon contenuto di vitamina A e C. Le pesche sono lassative e diuretiche. Svolge un'azione depurativa che si manifesta con l'incremento della funzionalità dei reni e dell'intestino. È uno dei frutti maggiormente tollerati nelle alterazioni della funzione digestiva. Le foglie, i fiori e la mandorla del nocciolo contengono una sostanza chimica che

libera acido cianidrico, pertanto non sono commestibili (www.alimentipedia.it).

Attualmente la denominazione di "Pesca di Leonforte", è riservata a due ecotipi di pesca:

- Giallone di Leonforte;
 - Bianco di Leonforte.

Le caratteristiche commerciali sono differenti per i due ecotipi: le "Bianche", sebbene eccellenti per il loro contenuto organolettico, presentano l'inconveniente di essere poco resistenti a manipolazione e trasporto; le "Giallone" al contrario si prestano maggiormente e vengono, quindi, commercializzate nei mercati più distanti. All'interno dei due ecotipi, troviamo altre specie, ma con caratteristiche in comune, come ad esempio la consistenza della polpa, il profumo e l'aroma.

Le più diffuse sono:

- Tardivo Settembrino di Leonforte;
- Giallo Tardivo di Leonforte;
- Tardivo di Leonforte;

Altre specie meno presenti sono:

- Natalino di Leonforte;
- Fiorone di Leonforte;
- ASO 20 di Acireale;
- Tardivo di Bivona.

La pesca tardiva di Leonforte riveste nell'attualità un'importanza elevata, rappresentando per l'economia locale una notevole fonte di sostentamento, sia per quanto riguarda i redditi degli imprenditori agricoli sia per la quantità di manodopera necessaria per l'esecuzione di talune pratiche colturali.

La comparsa del pesco nelle aree irrigue di Leonforte risale agli inizi del secolo scorso, quando singole piante di pesco

(verosimilmente progenitori degli attuali ecotipi) erano coltivati per uso esclusivamente familiare tra gli agrumi tuttora presenti nelle aree irrigue del comprensorio. Essendo spesso utilizzato come pianta per risarcire eventuali fallanze dell'impianto, il pesco, mantenendo pur sempre la sua prerogativa di prodotto destinato al consumo familiare, andò aumentando come numero di piante presenti negli agrumeti al punto che avendo la produzione complessiva di pesche superato, in qualche caso, la soglia del normale consumo familiare il produttore si vide "costretto" a tentare la via del mercato generale all'ingrosso per la vendita delle quantità eccedenti. I primi quantitativi di frutti furono così commercializzati da operatori del catanese (che favorirono anche l'esportazione a Malta di parte dei prodotti), i quali furono gli stessi che indirettamente hanno indotto la nascita e l'affermarsi dell'uso del sacchetto come pratica di difesa meccanica. Già da allora la Pesca tardiva prodotta a Leonforte riscuoteva un enorme successo fino al punto che qualche illuminato agrumicoltore sfruttò al meglio la prerogativa di pianta da utilizzare per le fallanze aumentando il numero delle stesse presenti negli agrumeti. Si arrivò così al dopoguerra quando la coltivazione del pesco subì una notevole brusca stasi dovuta all'insorgere di attacchi di parassiti animali (mosca della frutta) ai quali si pose rimedio negli anni che seguirono mediante il ricorso all'uso del sacchetto come metodo di difesa meccanica dalla mosca della frutta, da allora la consuetudine non si è più persa. Un incremento delle superfici coltivate a pesco si ebbe alla fine degli anni sessanta ed agli inizi degli anni settanta, quando altri imprenditori seguirono la strada tracciata dai pionieri impiantando in coltura specializzata i frutteti. Per onorare l'importanza che questo prodotto locale riveste per gli abitanti della zona, da una decina d'anni a questa parte si festeggia a

Leonforte la sagra della pesca, che ricade fra il primo sabato e la prima domenica del mese di ottobre, ovvero nel momento di piena maturazione del frutto (www.pescadileonforte.com).

La pesca di Leonforte denominata Settembrina, viene coltivata nei comuni di Leonforte, Enna, Calascibetta, Nissoria Assoro, ed Agira, in provincia di Enna su una superficie di circa 200 Ha. L'estensione non eccessiva contrariamente a quanto si possa pensare è uno dei punti forza della produzione.

Si tratta infatti di un prodotto di nicchia, per il quale vanno apprezzate le qualità a fronte di ogni altra considerazione che andrebbe fatta per altri tipi di prodotti. Vista la particolare condizione della maggior parte dei terreni adibiti alla coltivazione della drupacea tendenti all'argilloso, particolare attenzione va fatta alla scelta del tipo di portinnesto da utilizzare. L'esperienza consiglia l'uso del franco nei terreni con tenore di calcare basso e nei casi di primo impianto; nei reimpianti si deve fare ricorso agli ibridi (pesco x mandorlo, pesco x susino). La forma di allevamento per ottenere un prodotto di alta qualità è il vaso (tradizionale o ritardato); altre forme di allevamento adottate devono tener conto che la produzione della singola pianta non potrà mai superare i 40 kg e conseguentemente la resa per ettaro non deve essere superiore a 200 quintali (Disciplinare di produzione, 2006). Le piante vengono costantemente curate durante tutto l'anno: si dà il rame agli alberi e l'olio bianco alle gemme, si potano i rami e si concima. L'irrigazione è giornaliera con degli impianti a goccia con acqua di sorgente e del fiume Crisa, qualità minerali adatte a questo tipo di coltivazioni. A giugno dopo l'ultima potatura iniziano ufficialmente i lavori per i frutti. Dopo l'insacchettamento si lasciano maturare le pesche durante tutta l'estate e solo a fine settembre avviene la raccolta. Con una leggera rotazione del picciolo si staccano i frutti

uno per uno e poi si tolgono i sacchetti. Ogni frutto viene controllato accuratamente e poi messo in commercio.

La richiesta di riconoscimento della I.G.P. Pesca di Leonforte, è giustificata dalla reputazione e notorietà del prodotto conosciuto per le proprie caratteristiche qualitative quali la durezza e la tardiva maturazione e di conseguenza la presenza sul mercato in periodi in cui sono quasi assenti le pesche. Oltre all'epoca di maturazione e alle caratteristiche organolettiche la peculiarità della Pesca di Leonforte è ormai da diversi decenni, la pratica dell'insacchettamento. Tale particolarità ha rappresentato nel tempo uno degli aspetti più qualificanti di tale produzione.

In Europa le produzioni di pesche e percoche si aggirano a 2.350.000 di t. e di nettarine intorno alle 750.000 t, l'assorbimento da parte del mercato è agevole e avviene a prezzi sostenuti. La potenzialità produttiva della peschicoltura europea è però nettamente superiore. La peschicoltura in Italia, che negli anni '90 presentava una produzione annua di circa un milione e mezzo di tonnellate, negli ultimi anni è arrivata a superare 1.700.000 tonnellate, proprio quando a livello europeo si è affacciata una grave crisi strutturale che ha investito tutti i maggiori paesi produttori (Miotto et al., 2006).

Le superfici investite a pesco e nettarine per più della metà in Italia, si trovano in Emilia Romagna ed in Campania; le altre regioni che seguono sono il Piemonte, il Veneto e la Sicilia. La peschicoltura siciliana (pesche e nettarine) si estende su circa 7000 Ha di superficie con una produzione di 97.000 t; nell'ultimo decennio ha assunto nel contesto nazionale, un ruolo di grande rilevanza determinato dalla produzione di cultivar precoci, tardive ed extratardive.

Le aree di maggiore diffusione ricadono nel distretto nisseno-agrigentino dove si è diffusa una peschicoltura moderna basata su cultivar internazionali (Pesche: Elegant Lady, O'Henry, Firetime, Guglielmina, Summerset, Flaminia, Daniela; Nettarine: Big top, Venus, Sweet Red, Sweet lady, Morsiani 90, Fairlane, Francesca, Valdesi 2020 e California), mentre negli areali dei monti Sicani e della valle del Platani, dell'Etna e della valle Alcantara, di Leonforte e Caltagirone si trovano prevalentemente impianti di tipo tradizionale con cultivar autoctone (Pesche di Bivona o Montagnole, pesche di Moio, sberge, tabacchiere, e pesche di Leonforte).

I canali di distribuzione dove è attualmente collocata la pesca di Leonforte sono diversi. I primi riguardano la vendita del produttore presso l'azienda, tramite il negozio ortofrutticolo, la vendita ambulante sul mercato locale e dei paesi limitrofi, la vendita durante la sagra e le fiere. I canali d'intermediazione si distinguono in quelli più corti (produttore-dettagliante-consumatore) come i negozi ortofrutticoli e i punti vendita della GDO, mentre nei canali lunghi (produttore-grossista-dettagliante-consumatore), la figura del grossista, che svolge la funzione di concentrazione dell'offerta, è costituita dai mercati dell'ingrosso che ne rappresentano la voce più consistente, quali ad esempio i mercati ortofrutticoli all'ingrosso di Enna, Messina, Caltanissetta, Catania e Palermo, i quali assorbono gran parte della produzione che segue tale canale.

Per individuare un criterio quanto più veritiero sulla stima della quantità unitaria di produzione di pesche di Leonforte, si è fatto riferimento all'individuazione del fabbisogno di sacchetti necessari per la pratica dell'insacchettamento, effettuata ogni anno al fine di ottenere il relativo contributo regionale per la difesa fitosanitaria.

In base a questo approccio è stato considerato il numero massimo (400) e minimo (200) dei sacchetti che sono necessari per la copertura dei frutti in un albero e il numero totale di sacchetti per ettaro, da un massimo di 197.600 ad un minimo di 98.800. Inoltre valutando anche lo scarto valutabile del 30%, dovuto alla perdita dei frutti marci prima della raccolta, a causa di un'inadeguata pratica di insacchettamento, è possibile stimare la resa (q/ha) di un ettaro di pescheto, con un valore medio di 148,2 q/ha. Riguardo la produzione massima ottenibile (197,6 q/ha) su un ettaro di pescheto, bisogna paragonare il valore che si ottiene con quello previsto dal disciplinare di produzione, in cui è previsto che "le produzioni unitarie non devono superare le 20 tonnellate di prodotto per ettaro".

Le cultivar di origine autoctona danno luogo a produzioni le cui caratteristiche carpologiche sono, nel loro complesso, eterogenee, e comunque sensibilmente differenti rispetto a quelle dei frutti delle cultivar che presentano diffusione planetaria. Tale ricchezza genetica (Marchese et al., 2005) si associa molto frequentemente ad una gestione culturale di tipo tradizionale spesso erroneamente associata al concetto di "naturalità", che in genere non trovando giustificazione nella variabilità delle condizioni pedo-climatiche del territorio della regione (Caruso et al., 1998), non consente alle cultivar di esprimere appieno le specifiche potenzialità produttive e qualitative.

In paesi industrializzati come l'Italia, l'obiettivo principale dei produttori, nell'intento di migliorare la competitività sui mercati interni ed esteri, è direzionare gli sforzi verso un miglioramento qualitativo delle produzioni peschicole, prestando particolare attenzione alle caratteristiche organolettiche e gustative dei frutti. L'obiettivo quindi diviene quello di produrre pesche e nettarine di

elevato standard qualitativo. Nel caso di un frutto la continua evoluzione del concetto di qualità tende ad includere, oltre a quelli tradizionali, nuovi attributi, interessando complessivamente i seguenti aspetti:

- **Commerciale:** Comprende tutti quei parametri che rendono il prodotto facilmente vendibile. Trattasi pertanto di caratteri di tipo visivo, quali: forma, colore, uniformità, calibro.
- **Organolettico:** Riguarda tutte le proprietà di un prodotto percepibili dai nostri sensi e quindi il sapore, l'odore e le sensazioni visive. Nel caso delle pesche, grande importanza hanno il gusto (determinato dal contenuto in zuccheri ed acidi organici), la consistenza della polpa (direttamente proporzionali alla coesione tra cellule e allo spessore delle membrane cellulari), l'odore e l'aroma (determinato da una serie di composti chimici di cui circa 100 sono stati identificati, tra cui i lattoni sembrano svolgere un ruolo predominante).
- **Nutrizionale:** Consta di caratteristiche non percepibili dal consumatore e di conseguenza scarsamente valutabili al momento dell'acquisto. Tuttavia, è oggi evidente l'attenzione crescente da parte del consumatore alla qualità della propria alimentazione, è sempre più informato nei confronti delle proprietà nutrizionali e salutistiche dei prodotti alimentari, al loro contenuto in vitamine, minerali ed in particolare alle sostanze antiossidanti che si associano al consumo della frutta (Vaio et al., 2003).

Per quanto riguarda la distribuzione sul mercato della pesca di Leonforte, negli anni, la fama della bontà e delle eccezionali qualità di quest'ultima denominata "La Settembrina di Leonforte" ha varcato i confini regionali affermandosi nei mercati dell'intera penisola, tanto da divenire presidio Slow Food nel 2000.

3.3. TECNOLOGIE DI CONSERVAZIONE

Gli alimenti freschi, vanno incontro, più o meno rapidamente, ad alterazioni di tipo fisico/chimico/biologico che li degradano e li rendono poco appetibili, non commestibili e/o dannosi per la salute. Le operazioni unitarie della tecnologia alimentare sono finalizzate a preservare l'edibilità e quindi a ridurre la deperibilità aumentando la shelf-life. Nasce da qui la trasformazione degli alimenti e la scienza degli alimenti. Infatti, alcuni prodotti diventano più graditi al consumatore dal punto di vista sensoriale e della "convenience" solo se trasformati (formaggio, vino, birra).

Per alimento conservato si intende qualsiasi prodotto sottoposto a processi finalizzati a preservarne le caratteristiche qualitative (es. nutritive e sensoriali), mettendolo al riparo, per un periodo più o meno lungo, da reazioni di alterazione che ne comprometta l'edibilità.

3.3.1 MILD TECHNOLOGIES

Le mild technologies si suddivono in:

1. Non termiche (irradiazione; alte pressioni idrostatiche; flora competitiva; prodotti antimicrobici naturali; active packaging)
2. Termiche (alte frequenze – microonde e radiofrequenze; vapore)

Le mild technologies fondano i loro principi sulla permeabilizzazione delle membrane cellulari e la conseguente inattivazione biologica; per consentire la permeabilizzazione o la rottura delle membrane vengono utilizzate:

- Alte pressioni (impiegate per la conservazione di frutta);
- Riscaldamento ohmico e campi elettrici moderati(MEF)
- Applicazione di ultrasuoni a bassa intensità (trovano applicazione nell'industria lattiero-casearia);

Tutte le tecnologie elencate consentono il mantenimento pressochè invariato, delle caratteristiche iniziali della materia prima. I costi di tutte le tecnologie accennate sono ancora elevati ma il loro diffondersi porterà sicuramente ad un abbassamento dei costi degli impianti.

PROCESSI DI TRATTAMENTO AD ALTE PRESSIONI E REALTÀ INDUSTRIALE.

Attualmente esistono impianti di trattamento che usano pressioni di 400-600 MPa a temperatura ambiente e per pochi minuti ottenendo la pastorizzazione del prodotto trattato.

Le caratteristiche qualitative dei prodotti sono molto simili al prodotto fresco e possono essere trattati prodotti ad alta e bassa acidità indifferentemente.

Le alte pressioni possono essere impiegate anche con effetto sterilizzante e si parla di HPTS (high pressure thermal sterilization). Combinando pressione e temperatura si ottiene l'inattivazione di cellule vegetative, spore e una minima degradazione termica grazie alle blande temperature. Il vantaggio principale è rappresentato dall'ottenimento di prodotti con caratteristiche qualitative più elevate. Il processo avviene in due fasi con una temperatura iniziale della camera di compressione pari a 60-90°C abbinata ad una pressione di 500-800 MPa. L'effetto della compressione consente di sviluppare temperature al cuore del prodotto pari a 80-130°C. L'effetto è, quindi, quello di una sterilizzazione accelerata grazie alle condizioni di temperatura e pressione.

I principali vantaggi sono in sintesi:

- inattivazione accelerata delle spore
- tempi di processo inferiori rispetto ai tempi di processo tradizionali
- temperature di processo più basse
- riscaldamento uniforme
- scale-up diretto.

La chiave del successo dei trattamenti HPTS è nel bilanciamento del processo che consente l'inattivazione di patogeni, spore, ed enzimi e l'ottimizzazione di aroma, texture, colore, valori nutrizionali.

PEF PULSED ELECTRIC FIELDS TECHNOLOGY

I campi elettrici pulsati sono impiegati per la loro caratteristica di inattivare i microorganismi in alimenti liquidi a basse temperature. Le variabili chiave dei trattamenti con campi elettrici pulsati sono rappresentati da:

- numero di pulsazioni
- lunghezza e forma della pulsazione
- intensità del campo elettrico
- temperatura (ingresso e uscita)
- mezzo di trattamento.

I campi elettrici pulsati hanno una buona azione nei confronti dell'inattivazione cellulare dei microrganismi, nelle stesse condizioni non si ha l'inattivazione enzimatica. È necessario, quindi, impiegare delle condizioni più drastiche, innalzando l'intensità del campo elettrico e il numero di pulsazioni in base all'enzima da inattivare.

Le attuali limitazioni dei campi elettrici pulsati sono:

- nessuna azione nei confronti delle spore;
- trattamento di alimenti non omogenei;
- inglobamento di bolle d'aria nell'alimento;

- alta viscosità del fluido;
- alta conduttività elettrica;
- portata;
- effetti di riscaldamento;
- disponibilità di impianti commerciali

3.3.2 ESSICCAMENTO

I sistemi di conservazione degli alimenti sono molteplici e possono essere suddivisi secondo varie classificazioni, ma la più utilizzata è quella che tiene conto del principio fisico, chimico o biologico applicato. Distinguiamo in tal senso:

- Metodi fisici: (alte temperature, basse temperature, disidratazione, radiazioni, atmosfera modificata);
- Metodi chimici: (conservanti naturali e artificiali);
- Metodi chimico-fisici: (affumicamento);
- Metodi biologici: (fermentazioni).

La disidratazione può essere attuata mediante il processo di concentrazione e mediante quello di essiccamento.

I sistemi di conservazione per disidratazione si basano sul fatto che riducendo il contenuto d'acqua in un prodotto alimentare a livelli molto bassi, si riducono significativamente le possibilità di deterioramento microbico. Ciò perché i microrganismi responsabili dei processi deteriorativi sono incapaci di crescere e moltiplicarsi in assenza di un sufficiente contenuto d'acqua, come pure molti degli enzimi colpevoli dei cambiamenti indesiderati nella composizione chimica degli alimenti non funzionano senza acqua. Oltre che aumentare la conservabilità, la disidratazione riduce la massa e volume dei prodotti e aumenta la possibilità di trasporto, confezionamento e immagazzinamento.

Si definisce come essiccamento, l'operazione unitaria con la quale l'umidità di un prodotto è ridotta per evaporazione e viene usato come mezzo essiccante l'aria.

Oggi viene eseguito in appositi essiccatori di cui esistono numerosissimi tipi, differenti in funzione dei materiali essiccati, dei modi di funzionamento, delle caratteristiche meccaniche, ecc. Per prodotti pregiati, l'essiccazione può essere fatta sotto vuoto, a

temperature più basse, estraendo l'umidità più rapidamente e riducendo quindi l'aerazione di sapore e i contenuti vitaminici.

A seconda delle modalità e condizioni del processo, si possono distinguere:

Essiccamento in corrente d'aria o per convezione quando l'operazione è regolata da fenomeni convettivi di trasporto fra prodotto e aria.

Essiccamento per ebollizione quando l'evaporazione dell'acqua avviene alla sua pressione di vapore.

Dal punto di vista fisico, la sottrazione di acqua da un alimento umido avviene solitamente eliminando l'acqua sotto forma di vapore. Due fenomeni fondamentali intervengono nell'operazione:

1. Trasferimento di calore per favorire l'energia necessaria alla trasformazione dell'acqua in vapore;
2. Trasferimento di vapore d'acqua attraverso e fuori dall'alimento.

Gli scopi principali dell'essiccamento sono qui di seguito elencati:

- Conservazione: Negli alimenti disidratati a causa di una debole attività dell'acqua (A_w) i microrganismi non possono proliferare e la maggior parte delle reazioni chimiche ed enzimatiche di deterioramento sono rallentate;
- Riduzione di peso e /o volume: La riduzione di peso, talvolta di volume degli alimenti costituisce un importante vantaggio per il trasporto ed il magazzinaggio;
- Comodità di impiego (convenience): è un'altra caratteristica ricercata (caffè o latte istantaneamente solubile, purè di patate precotto e disidratato, ecc.).

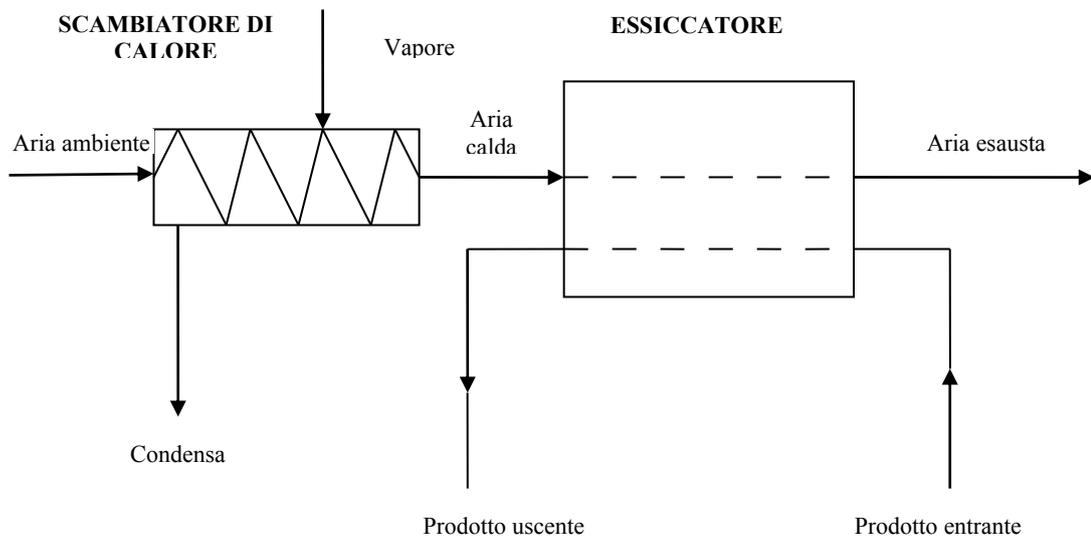
L'essiccamento può provocare delle alterazioni sulla qualità dell'alimento (soprattutto organolettica e nutrizionale) per cui bisogna selezionare le apparecchiature e le condizioni operative idonee per ciascun alimento.

In termini fisici l'essiccamento è un trasporto convettivo, simultaneo ed interdipendente, di calore e di massa fra prodotto ed aria, condizionato e regolato dai coefficienti liminari all'interfaccia prodotto-aria. Questo prodotto convettivo determina ed è condizionato a sua volta da un trasporto prevalentemente molecolare di calore (conduzione) e di massa (diffusione) all'interno del prodotto (Peri et al., 1994).

TIPOLOGIE DI ESSICCAMENTO

L'essiccamento può essere realizzato utilizzando il metodo naturale o quello artificiale. Praticato fin dall'antichità, l'essiccamento naturale, consiste nell'esporre l'alimento al sole e all'aria per un periodo non fisso (dai 2 agli 8 giorni) fino ad un totale essiccamento. Esso però presenta gravi inconvenienti come la contaminazione da parte di microrganismi, insetti, pulviscolo atmosferico e la possibilità di produrre una possibile modifica dei caratteri organolettici e del valore nutritivo a causa della prolungata esposizione all'aria e le condizioni di trattamento non standardizzabili.

Al contrario il metodo artificiale consiste nell'introdurre il prodotto in ambienti riscaldati, come ad esempio all'interno di essiccatori ad armadio, il più comune fino ad oggi. Esso è costituito da una camera adiabatica di dimensioni variabili, dove all'interno vengono posti i supporti per accogliere i vassoi con i materiali da essiccare. Secondo lo schema di funzionamento (Figura 10) di un essiccatore ad armadio, all'interno della camera l'aria circola spinta da un ventilatore e viene scaldata da scambiatori di calore.



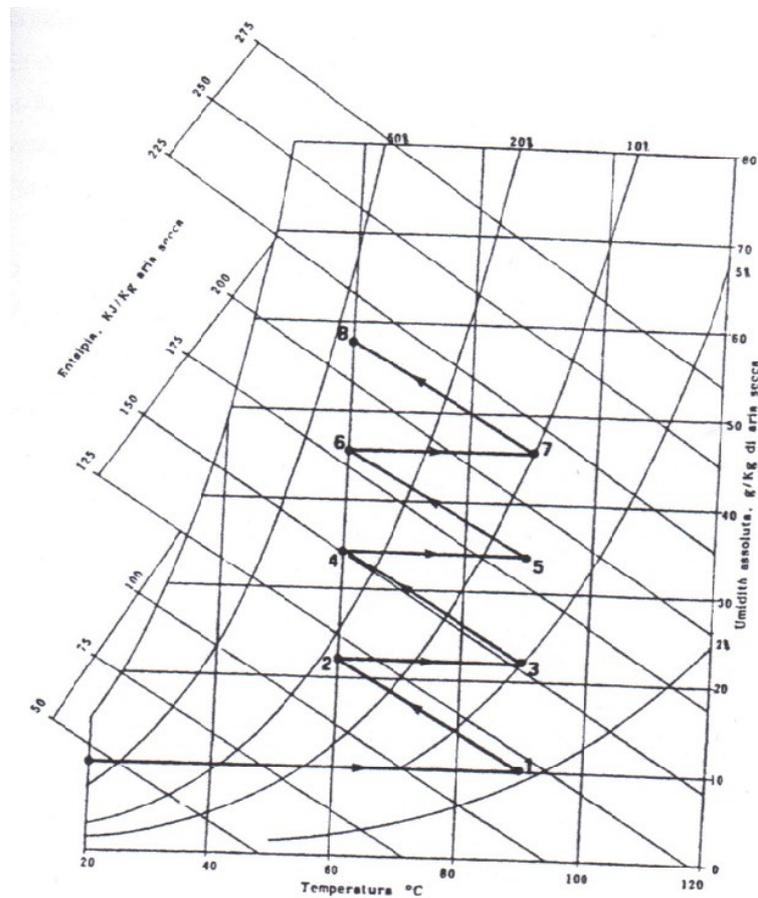
(Fig. 1 Schema funzionale di un essiccatore)

Nella prima fase l'aria ambiente viene filtrata e condotta all'interno di uno scambiatore di calore, dove grazie al passaggio di vapore ad alta temperatura, viene riscaldata fino alla temperatura richiesta. Nella fase successiva, l'aria riscaldata viene condotta all'interno di una camera adiabatica a diretto contatto con il prodotto da essiccare. Per ottenere un risparmio di energia e diminuire i costi di produzione, si utilizzano dei metodi che sono:

- Metodo a riciclo totale dell'aria;
- Metodo a riciclo parziale dell'aria.

Un primo modo di risparmiare energia, consiste nel riciclare l'aria uscente ogni volta alla temperatura di ingresso, scaricandola successivamente quando la sua umidità raggiunge valori troppo elevati e il suo potenziale di essiccamento invece possiede dei valori troppo bassi. Il risparmio energetico deriva dal fatto che il riscaldamento non viene effettuato sull'aria ambiente, ma su quella uscente che ha già una temperatura elevata. Osservando la Figura 2 si vede come, dopo la fase iniziale dove la temperatura passa dal valore dell'aria ambiente al punto (1), nei cicli successivi passa

invece da (2) a (3), poi da (4) a (5), poi da (6) a (7) e così via. In questo caso l'aria si caricherà sempre di più di umidità dovuto al continuo ripetersi dei cicli e la velocità dell'essiccamento diminuirà. Ad un certo momento sarà necessario, scaricare l'aria uscente e ricominciare daccapo con l'introduzione di nuova aria fresca. Il principale svantaggio di questo metodo è che l'essiccamento non ha un andamento regolare e quindi ciò rende difficile la previsione ed il controllo delle condizioni di essiccamento.

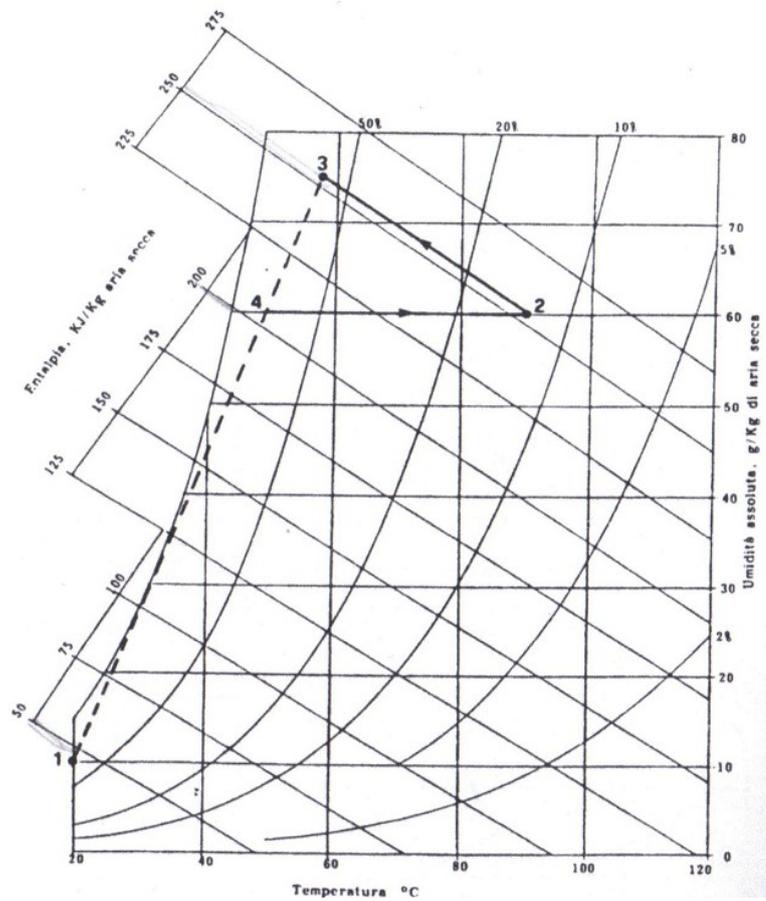


(Fig. 2 Funzionamento di un essiccatore con riciclo totale)

Con il riciclo parziale dell'aria (Figura 3) si può realizzare non solo un risparmio energetico pari o superiore a quello con riciclo

totale, ma anche evitare delle irregolarità dell'andamento del processo di essiccamento. In questo caso il metodo comprende una fase iniziale durante la quale si può operare a riciclo totale e ci si porta alle condizioni di regime del punto (2) che ne esce dalle condizioni del punto (3).

L'aria uscente si miscela poi, in parte, con l'aria ambiente (1) per dare un'aria avente le caratteristiche identiche dal punto (4); questa viene riscaldata fino al punto (2) ed il ciclo si ripete.



(Fig. 3 Funzionamento di un essiccatore con riciclo parziale dell'aria)

I consumi diminuiscono con l'aumentare della percentuale del riciclo, accompagnato da un aumento dell'umidità relativa

dell'aria e da una conseguente diminuzione della velocità di essiccamento (Peri et al., 1994).

Negli ultimi anni sono state molte le elaborazioni di studi sull'essiccamento effettuati su prodotti vegetali. Il principale obiettivo di questi lavori è senza dubbio analizzare il processo, le caratteristiche chimico-fisiche del prodotto e cercare di mantenere inalterate le caratteristiche organolettiche e nutrizionali di quest'ultimo.

Lo studio di Ibrahim Doymaz, pubblicato nel 2007 pone come oggetto di studio l'effetto del dipping sulla velocità di essiccamento. L'autore ha utilizzato il dipping (immersione per alcuni secondi in soluzioni acido ascorbico o cloruro di calcio) ai fini dell'accelerazione del processo di essiccamento. Doymaz analizza l'effetto dipping utilizzando una sostanza alcalina di oleato di etile, in un processo di essiccamento a temperature di 55,60,65,70 °C. Secondo l'autore il pretrattamento ha permesso di accelerare il processo di essiccamento dall'8% al 20% in base alla temperatura.

Un altro lavoro nel quale sono state valutate le caratteristiche organolettiche e sensoriali del pomodoro è di Zanoni, pubblicato nel 1999 (Zanoni et al. 1999). L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di valutare il contenuto di acido ascorbico, dell'idrossi-metil-furfurale (HMF) e del licopene utilizzando come temperature di essiccamento rispettivamente 80 e 110°C in essiccatore ad armadio ventilato. I risultati hanno dimostrato una degradazione totale dell'acido ascorbico, quindi una particolare termosensibilità con un livello del 50% di umidità residua ad una temperatura di 110°C. Nei campioni essiccati a 80°C, con lo stesso livello di umidità, il contenuto dello stesso si è ridotto del 90% rispetto al valore iniziale. Questo risultato è stato confermato anche nel lavoro di Marfil (Marfil et al, 2008) in cui è stato dimostrato come l'andamento della

degradazione dell'acido ascorbico sia in funzione dell'aumento di temperatura del processo, mentre il contenuto di HMF si è rilevato in relazione non solo alla temperatura, ma anche al tempo. Nei campioni essiccati ad 80°C, a valori di umidità residua del 10%, il contenuto di HMF, risulta più basso rispetto ai campioni essiccati a 110°C. Questi risultati si differenziano da quelli ottenuti nel lavoro effettuato da Muratore (Muratore et al., 2008), in cui la sintesi di HMF, alle temperature di 40°C, 60°C e 80°C è risultata trascurabile a causa del pH basso (pH<4,5) e per il basso contenuto di amminoacidi liberi. Nei campioni essiccati a 80°C non è stata riscontrata nessuna perdita di licopene, mentre nei campioni essiccati a 110°C solo una perdita del 10%.

Per eliminare la perdita di componenti nutrizionali sono stati effettuati studi su prodotti con un livello di umidità residua del 30% definiti commercialmente "semidry".

In uno studio pubblicato da Toor nel 2006 (Toor et al., 2006), dopo l'essiccamento di campioni di pomodoro semidry, a 42°C per 18 ore e un monitoraggio continuo sul contenuto di licopene, acido ascorbico e polifenoli totali, è stato riscontrato un contenuto di licopene senza nessuna variazione rispetto a quello del prodotto fresco, un contenuto più basso di acido ascorbico e un contenuto di polifenoli totali più bassi rispetto al prodotto fresco, causato probabilmente dall'attività polifenolossidasi.

Questi risultati sono stati confermati da un lavoro di Spagna (Spagna et al., 2005), dove l'attività della polifenolossidasi è stata monitorata su cinque cultivar siciliane di pomodoro, ed in cui è stata riscontrata la temperatura ottimale a 40°C ed una attività residua del 55% a temperature di frigo-conservazione (4°C).

3.4. POLIFENOLOSSIDASI

La polifenolossidasi (PPO), EC 1.10.3.1 è un enzima ossidativo che agisce sui fenoli o sui difenoli ossidandoli a chinoni i quali polimerizzano formando composti bruni responsabili del colore scuro.

Tra le polifenolossidasi si distinguono tre principali forme:

- monofenolmonossigenasi: tirosinasi, E.C. 1.14.18.1;
- difenolossidasi: catecolossidasi, o-difenolossigeno-ossidoreduttasi, E.C. 1.10.3.1;
- laccasi (*p*-difenolossigenoossidoreduttasi, E.C. 1.10.3.2 (Mayer *et al.*, 1966).

La PPO si trova in un'ampia varietà di piante e all'interno della stessa pianta la sua attività varia a seconda del tessuto: è presente in organelli come cloroplasti, mitocondri e perossisomi, dove si trova saldamente legata alle membrane ed anche nella frazione solubile della membrana cellulare. Mentre nei vegetali giovani e non maturi la PPO si trova principalmente in forma legata e con elevata attività, nei frutti maturi si rinviene soprattutto nella frazione solubile e scarsamente attiva. Il suo peso molecolare può variare da 30 a 130 kDa: la ragione è dovuta alla presenza di diverse forme polimeriche, anche se questa eterogeneità è, in parte, il risultato di artefatti generatisi durante il processo di estrazione.

La maggior parte delle PPO, da quanto riportato in letteratura, mostrano un optimum di pH nel range tra 4.0 e 7.0, un optimum di temperatura tra 15 e 40 °C (Whitaker, 1995).

ATTIVITA' DELLA POLIFENOLOSSIDASI

Nei vegetali la tendenza all'imbrunimento, legata alla quantità ed al tipo di fenoli presenti, è molto variabile. Molti composti fenolici possono partecipare all'imbrunimento attraverso reazioni di ossidazione accoppiate, in cui gli o-chinoni formati dai

substrati vengono a loro volta ridotti da altri composti diversi e, formando un nuovo composto ossidato, rigenerano il substrato (**fig. 2**).

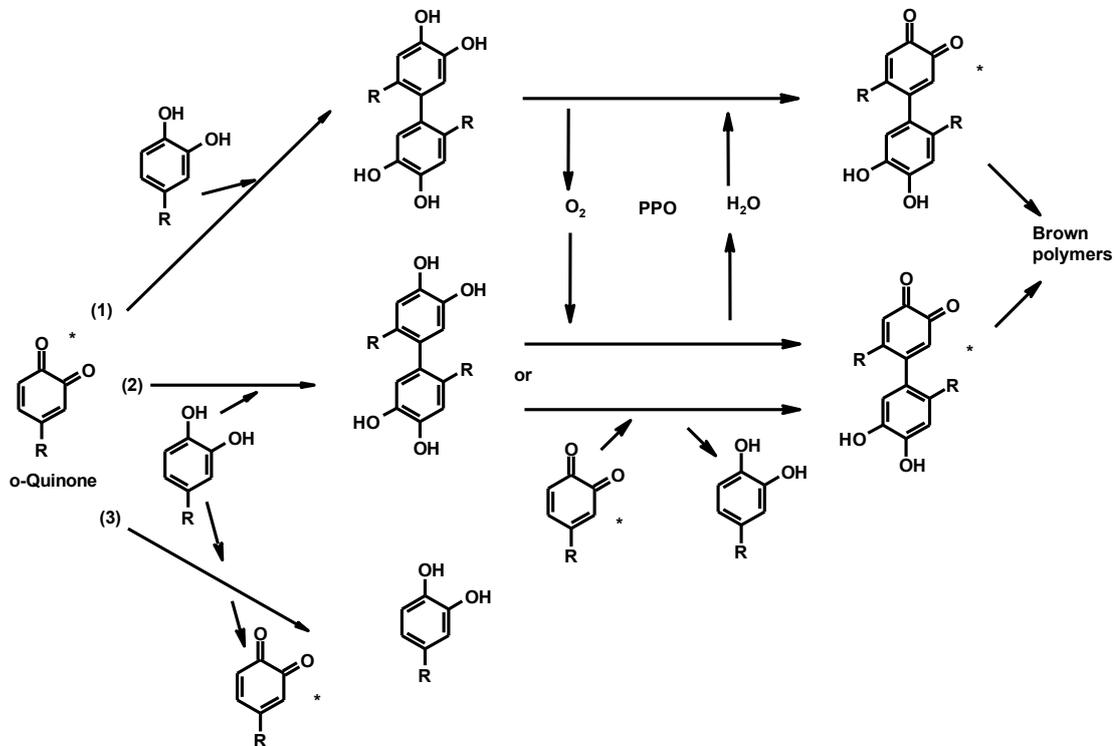


Figura 2 - Reazioni degli ortoquinoni con composti fenolici (* composti colorati).

Questo tipo di reazione e le seguenti reazioni di copolimerizzazione sono non enzimatiche e portano alla formazione di numerosi composti colorati marroni.

Il principale prodotto di reazione è rappresentato dagli o-chinoni che, essendo molecole molto reattive, possono reagire con altri composti fenolici od anche di altra natura, copolimerizzando (**fig. 3**). La reattività degli o-chinoni, e con essa l'intensità dell'imbrunimento, dipende dal composto fenolico di partenza, dal pH, dalla temperatura, dalla presenza di molecole con gruppi reattivi -NH₂ e -SH (Mayer *et al.*, 1966).

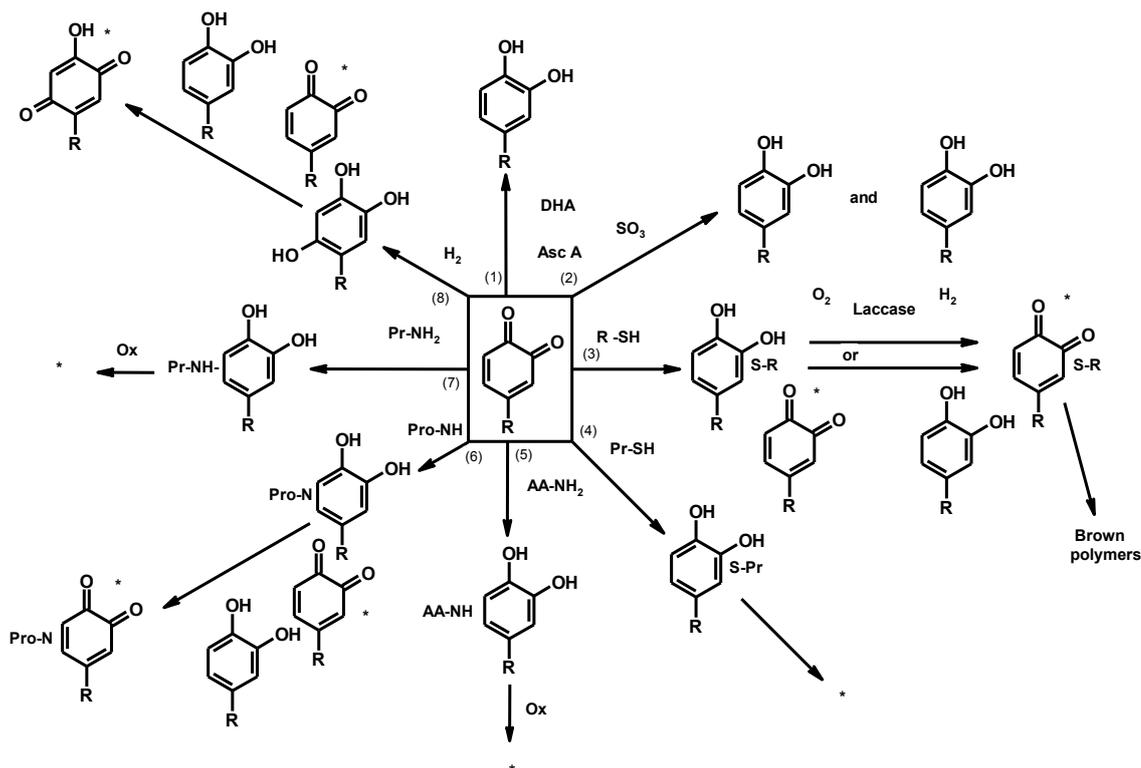


Figura 3 - Reazioni degli ortochinoni con composti non fenolici (* composti colorati).

Esperimenti effettuati su modelli di ossidazione (Matthew e Parpia, 1971) hanno stabilito il primo step nella reazione di imbrunimento enzimatico. Gli o-chinoni prodotti, sono composti colorati, presentano un massimo di assorbimento intorno ai 400 nm ed hanno coefficienti di estinzione molare variabili. Essi, inoltre, sono altamente reattivi e possono polimerizzare, ossidare altri composti riducendosi ai fenoli originari, reagire con vari composti nucleofili come ammine, tioli, imidazolo e indolo. Alcuni dei prodotti secondari di reazione sono colorati o possono essere ossidati a composti chinoidi colorati. Conseguentemente, il colore dei fenoli ossidati per via enzimatica dipende, essenzialmente, dalla natura e ruolo nelle successive reazioni di polimerizzazione.

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

Negli ultimi anni gli studi sulla PPO e sull'imbrunimento enzimatico hanno subito un notevole incremento passando da circa 70 pubblicazioni di carattere generale riportati fino al 1990 ai 306 circa nel solo 2011 (apps.webofknowledge.com) In questi l'attività enzimatica è stata studiata in riferimento al suo coinvolgimento nei fenomeni di imbrunimento e alla perdita di caratteristiche qualitative, sia del frutto o vegetale intero sia del prodotto trasformato.

IMBRUNIMENTO ENZIMATICO E NON ENZIMATICO

L'imbrunimento enzimatico e non enzimatico degli alimenti è una delle principali cause delle perdite delle derrate alimentari. Nel primo caso l'imbrunimento è dovuto all'azione della PPO sui fenoli presenti nei tessuti vegetali, in particolare quando, in seguito a rotture cellulari PPO e fenoli vengono in contatto. L'imbrunimento non enzimatico, invece, è dovuto a fenomeni di caramellizzazione degli zuccheri e alla formazione di prodotti della reazione di Maillard.

L'imbrunimento enzimatico si sviluppa quando superfici tagliate o danneggiate di frutta, vegetali e crostacei sono esposte all'aria. Le ossidasi responsabili di questo fenomeno sono presenti sia nel regno animale che in quello vegetale. Negli animali l'enzima è solitamente chiamato Tirosinasi, poiché la tiroxina è uno dei suoi

substrati. Un'importante funzione della Tirosinasi è quella di catalizzare la formazione di pigmenti scuri, le melanine, che impartiscono il colore a pelle, capelli e occhi. Nelle piante, l'enzima è più comunemente chiamato Polifenolossidasi (PPO), dal momento che i suoi substrati primari sono i composti polifenolici. La funzione di tale enzima nelle piante è sconosciuta, ma esso è responsabile di significativi cambiamenti di colore, sia benefici che non, in molti alimenti. Nei tessuti intatti delle piante, la PPO ed i suoi substrati fenolici sono separati da strutture cellulari, per cui l'imbrunimento non si verifica. Il taglio, l'ammaccatura o qualsiasi altro danno arrecato ai tessuti della pianta spesso consentono all'enzima ed ai suoi substrati di venire in contatto, con il conseguente innesco della reazione. I substrati della PPO comunemente presenti nei tessuti delle piante sono l'amminoacido tiroxina ed i composti polifenolici quali catechina, acido caffeico, acido clorogenico.

Per quanto riguarda l'imbrunimento non enzimatico, gli zuccheri in soluzione sono abbastanza stabili nel range di pH di 3-7. La fusione di zucchero secco o il riscaldamento di soluzione di zuccheri in presenza di catalizzatori acidi o basici causa, comunque, la *caramellizzazione* di questi ed il conseguente imbrunimento

La *reazione di Maillard* è la reazione che avviene tra il gruppo aldeidico o chetonico di una molecola di zucchero ed un gruppo amminico libero di una proteina o di un amminoacido. Tale reazione può essere desiderabile (ad esempio l'aroma del cioccolato che si sviluppa quando i grani di cacao vengono tostati è il risultato di un imbrunimento) oppure indesiderabile (lo sgradevole colore molto scuro che si sviluppa talvolta nelle patate durante la frittura). La glicosil ammina subisce, quindi, il

riarrangiamento di Amadori per formare un ammino-deossi-chetoso (il composto di Amadori) che è instabile, subisce una serie complessa di reazioni che, in ultima istanza, producono pigmenti scuri chiamati melanoidine. Parecchi fattori influenzano la misura dell'imbrunimento da Maillard nei cibi, quali temperatura, concentrazione di zuccheri e ammine, pH, tipo di zuccheri. Il colore scuro nell'imbrunimento da Maillard è causato dalla formazione di melanoidine, molecole complesse ad elevato peso molecolare (Bravo, 1998).

Gli studi effettuati da diversi autori, negli ultimi dieci anni, sono stati rivolti:

- al meccanismo di reazione della PPO,
- all'attività dell'acqua correlata all'attività della PPO,
- al contenuto fenolico,
- alle condizioni di processo nel trattamento di prodotti vegetali,
- alle cultivar impiegate,
- all'atmosfera modificata,
- a diverse sostanze antibrowning ed in particolare a composti solforati, antiossidanti quali acido citrico e acido ascorbico e ultimamente a diversi agenti antibrowning estratti da prodotti vegetali quali oli essenziali o prodotti della reazione di Maillard (MRPs) dotati di una elevata attività antiossidante.

AGENTI ANTI BROWNING

L'imbrunimento enzimatico degli alimenti è considerato di solito come una modificazione avversa, poiché **ne** riduce la gradevolezza. Di conseguenza molte ricerche hanno tentato di

mettere a punto metodi sicuri ed efficaci per prevenire l'imbrunimento enzimatico. L'insorgere dell'imbrunimento è determinato dalla presenza contemporanea di polifenolossidasi attiva, ossigeno e substrato adatto. L'eliminazione di uno qualsiasi di tali componenti previene la reazione. In aggiunta, agenti riducenti capaci di riconvertire gli ortochinoni a composti fenolici possono effettivamente ridurre il fenomeno di imbrunimento (Miller, 1998).

Parecchi sono i metodi, basati su una o più considerazioni, di cui sopra, che sono stati usati per il controllo dell'imbrunimento enzimatico negli alimenti.

- *Inattivazione della PPO con calore.* Tale approccio è spesso usato per i vegetali che devono essere cotti prima del consumo. Il riscaldamento alle temperature richieste per inattivare la PPO può non essere adatto per i frutti, poiché può impartire aroma di cotto, indesiderato.
- *Inibizione chimica della PPO.* Sono state adottate parecchie strategie. I solfiti sono inibitori estremamente efficaci, ma il loro uso è limitato dalla FDA poiché possono causare reazioni allergiche in alcuni soggetti. Gli acidulanti, come l'acido citrico, inibiscono l'enzima poiché abbassano il pH sotto il range ottimale. I chelanti o gli agenti complessati, quali EDTA e acido citrico, possono inibire l'enzima complessando il rame, cofattore essenziale.
- *Agenti riducenti.* Gli agenti riducenti riducono gli ortochinoni a composti fenolici inibendo l'imbrunimento enzimatico. L'acido ascorbico, ad esempio, è usato per prevenire l'imbrunimento della frutta da più di 50 anni. I solfiti, oltre ad avere un'azione inibitoria diretta, sono anche agenti riducenti.

- *Altri metodi.* Esclusione dell'ossigeno, uso di enzimi proteolitici, trattamento con il miele (Bravo, 1998).

In letteratura sono riportate centinaia di sostanze ritenute anti-imbrunenti o "antibrowning". Spesso negli studi effettuati veniva considerata esclusivamente l'azione di questi composti sull'enzima in vitro, solo recentemente, con l'introduzione sul mercato dei prodotti vegetali pronti al consumo o "ready-to-eat", è stata valutata la loro azione anche in vivo. Ciò ha portato alla consapevolezza di non potere usare composti antibrowning se non food grade, e alla valutazione dell'influenza di queste sostanze sulla salute umana, con particolare riferimento ai fenomeni allergici, sempre più diffusi.

Gli ultimi studi effettuati hanno riguardato anche la possibilità di utilizzare miscele polivalenti, cioè non solo con elevata capacità antibrowning ma anche capaci di agire sulla consistenza (firmness) dei prodotti trattati e con elevato potere antiossidante.

4. LAVORI PUBBLICATI E IN CORSO DI STAMPA

LAVORO 2 submitted

1 **Pomegranate's jelly obtained with mild technologies.**

2 ¹Rosalinda Cavallaro, Aldo Todaro, Giuseppe Morsellino, Giovanni Spagna

3 Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari (DISPA), Università degli Studi di

4 Catania via S. Sofia, 98 95123 Catania.

5 **Abstract**

6 Pomegranate juice production is increasing in last year for its health effect. In fact, juice is rich in
7 anthocyanins and polyphenols content. Aim of this paper was juice transformation to increase added
8 value for producers. Utilization of pomegranate juice for jelly production was studied. Influence of
9 process treatment on juice quality was evaluated measuring antioxidant activity, anthocyanins and
10 polyphenols content. Antioxidant activity was measured by fluorimetric assay and expressed by
11 ORAC value. Anthocyanins and polyphenols content was determined by spectrophotometric.
12 Results obtained was correlated and analyzed to find best treatment suitable for industrial
13 transformation.

14

15 **Keywords:** pomegranate, jelly, freeze concentration, antioxidant activity.

16

17 **Introduction**

18 Pomegranate is a delicious fruit grown on small trees throughout the Mediterranean and introduced
19 for cultivation in the American West by the Spanish in the 18th century. The fruit has become
20 increasingly popular for its health benefits, as well as the sweet taste of its juice, and has a deeply
21 rooted history dating back to ancient times. It is considered a super food for the wide variety of
22 health benefits that it provides, and has become increasingly popular in the West as a result.
23 Today, you can find pomegranate juice in most grocery markets and also as an ingredient in a

¹ Corresponding author: tel. +3909575580201; fax +390957141960

E-mail address: rosalinda.cavallaro@email.it

LAVORO 3 submitted

1 **Effect of drying condition on Leonforte peaches.**

2 ¹Rosalinda Cavallaro, Aldo Todaro, Giuseppe Muratore, Giovanni Spagna

3 Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari (DISPA), Università degli Studi di

4 Catania via S. Sofia, 98 95123 Catania.

5 **Abstract**

6 Leonforte Peaches ripen in September and October and even as late as November. They are
7 wrapped in paper bags to protect them from the wind and parasites and are harvested only when
8 perfectly ripe. Protected inside the bags, they ripen late and take on a bright yellow color with red
9 streaks. Wonderfully scented, the peach boasts yellow, firm flesh that is sweet with a distinctive,
10 slightly caramelized flavor. Aim of this paper was to set a drying process for fresh fruit
11 transformation. In fact, the fruit harvest is limited in a very short time, so is crucial to find a
12 conservation method. Drying process was carried out in a pilot plant setting different temperature
13 and time condition. Texture analyses and chemical parameters such as carotenoids, antioxidant
14 activity were evaluated to find the best process condition.

15

16 **Keywords:** Leonforte peaches, drying, antioxidant activity.

17

18 **Introduction.**

19 Fresh products demand is increasing in the last years due to consumer's interest to health
20 effect. Fresh fruit is perishable and the goal for foodstuff industry is maintaining fresh
21 characteristics. Drying process should be a good process to preserve nutritional value but, it is
22 important to find the best process condition.

¹ Corresponding author: tel. +3909575580201; fax +390957141960

E-mail address: rosalinda.cavallaro@email.it

LAVORO 4



Dipartimento di Scienze degli Alimenti e
dell'Ambiente
"Prof. G. Stagno d'Alcontres"



Qualità e Tipicità degli Alimenti Mediterranei: Alimentazione e Salute

20 – 24 Settembre 2010
Marsala



Società Chimica Italiana



Riassunti
a cura di

Giuseppa Di Bella, Vincenzo Lo Turco,
Nicola Cicero e Angela Giorgia Potorti

C33

**PRODUZIONE DI GELATINA DA SUCCO DI MELOGRANO OTTENUTO CON
TECNICHE NON CONVENZIONALI**

██████████ Todaro A., Morsellino G., Spagna G.

Dip. di OrtoFloroArboricoltura e Tecnologie Agroalimentari, Facoltà di Agraria - Università di
Catania via S. Sofia 98 Catania. Fax 0957141960 *corresponding author e-mail:
rosalinda.cavallaro@email.it

Il succo di melograno è considerato un prodotto funzionale per le sue proprietà antitumorali, antisclerotiche e antinfiammatorie [1]. Gli effetti benefici del succo sono riconducibili all'azione antiossidante dei polifenoli tra cui antocianine, catechine, acido ellagico e gallico[2]. Nel presente studio è stata prevista la produzione di una gelatina a base di succo di melograno, paragonando tre metodi diversi. Il metodo tradizionale, in cui il raggiungimento dello stato di gel avviene portando il prodotto a temperature prossime ai 100°C, il metodo di cottura a basse pressioni, in cui si raggiungono temperature che non superano i 70°C ed un metodo che prevede una concentrazione del succo a freddo, attraverso un processo di osmosi inversa a cui segue un riscaldamento a 60°C per breve tempo. Sono state effettuate diverse prove con l'aggiunta di fruttosio, di glucosio e l'utilizzo del succo tal quale, sfruttando esclusivamente la sua componente zuccherina. Lo scopo del lavoro è stato l'ottenimento di un prodotto a ridotto contenuto calorico attraverso un processo che mantenga pressoché invariate le caratteristiche nutrizionali ed organolettiche del melograno, e che possa ampliare il paniere prodotti per quelle fasce di consumatori che trovano una limitata offerta a causa delle loro particolari esigenze. Se da un lato il metodo tradizionale conferisce al prodotto un'elevata consistenza, partecipa alla disattivazione degli enzimi della frutta, concentra il prodotto ad un punto in cui, a causa della sua acidità, diventa molto stabile, dall'altro le temperature di cottura che si raggiungono per tempi elevati, danno luogo ad indesiderati cambiamenti di colore e consistenza riducendone il valore nutritivo ed alterandone il flavour [3]. Il lavoro svolto ha mostrato dei primi risultati positivi per quanto riguarda l'utilizzo di un processo di concentrazione a freddo relativamente al mantenimento del colore e all'ottenimento di un'adeguata consistenza nelle prove che hanno previsto l'aggiunta degli zuccheri. Sono tuttavia necessari ulteriori approfondimenti che prevederanno il monitoraggio della componente antiossidante, dei composti bruni eventualmente formati, e degli enzimi della frutta dopo il processo di produzione della gelatina, effettuando studi di shelf-life.

Bibliografia:

- [1] A. FARIA, R. MONTEIRO, N. MATEUS, I. AZEVEDO, C. CALHAU, European Journal of Nutrition 46, 271-278 (2007)
- [2] M. AVIRAM, L. DORNFELD, M. ROSEMBLAT, N. VOLKOVA, M. KAPLAN, R. COLEMAN, T. HAYEK, D. PRESSER, B. FUHRMAN, American Journal of Clinical Nutrition, 71, 1062-1076 (2000)
- [3] E. GARCIA MARTINEZ, G. RUIZ-DIAZ, J. MARTINEZ-MONZO M. CAMACHO, N. MARTINEZ-NAVARRETE, A. CHIRALT Food Research International 35, 301-306. (2002)

LAVORO 5



Dipartimento di Scienze degli Alimenti e
dell'Ambiente
"Prof. G. Stagno d'Alcontres"



Qualità e Tipicità degli Alimenti Mediterranei: Alimentazione e Salute

20 – 24 Settembre 2010
Marsala



Società Chimica Italiana



Riassunti
a cura di

Giuseppa Di Bella, Vincenzo Lo Turco,
Nicola Cicero e Angela Giorgia Potorti

Aspetti compositivi

C13

INFLUENZA DELLE CONDIZIONI DI ESSICCAMENTO SULLA PESCA DI LEONFORTE

██████████ Todaro A., Muratore G., Spagna G.

Dip. di OrtoFloroArboricoltura e Tecnologie Agroalimentari, Facoltà di Agraria - Università di Catania via S. Sofia 98 Catania. Fax 0957141960 *corresponding author e-mail:

rosalinda.cavallaro@email.it

La domanda di prodotti freschi per il consumo umano è aumentata negli ultimi anni a causa del crescente interesse verso i potenziali benefici salutistici associati ad essi. Le pesche sono molto ricche in proteine, vitamine e minerali [1] ma la rapidità della senescenza in post-raccolta ne riduce l'utilizzo al consumo come prodotto fresco. Per tale motivo questi frutti vengono spesso sottoposti a processi di conservazione che utilizzano lo zucchero, il freddo, e la disidratazione. Quest'ultima ha un forte impatto sulle caratteristiche sensoriali e nutrizionali del prodotto finale, concentrando i composti nutraceutici presenti nella frutta [2]. L'industria degli snack, attraverso i grandi canali della distribuzione, propone dei prodotti essiccati che si pongono come valida alternativa a quelli freschi[3,4]. Il presente studio ha previsto l'ottimizzazione del processo di essiccamento delle pesche settembrine di Leonforte, presidio slow food in Sicilia, valorizzando un prodotto di nicchia che potrebbe trovare una nuova collocazione sul mercato estendendo, in tal modo, la propria shelf-life. La peschicoltura leonfortese vanta una lunga tradizione che pone una grandissima attenzione alla qualità del prodotto: i frutti, ancora acerbi, vengono chiusi in un sacchettino uno ad uno, per proteggerli dagli insetti e da avverse condizioni atmosferiche, e poi vengono raccolti a mano. Aliquote diverse di pesche sono state affettate e trattate con due soluzioni di dipping: CaCl₂ e acido ascorbico, al fine di prevenire l'imbrunimento e di coadiuvare l'abbattimento microbico durante il processo di essiccamento [5]. L'utilizzo di soluzioni di calcio aumenta la consistenza dei tessuti, ritarda il catabolismo dei lipidi di membrana e prolunga la conservabilità dei prodotti freschi [6]. Dopo il processo, avvenuto in un essiccatore ad armadio, le pesche sono state confezionate in vaschette. Lo studio ha previsto il monitoraggio dei parametri chimico-fisici e sensoriali durante 4 mesi di conservazione. I risultati ottenuti hanno evidenziato un mantenimento del colore e della consistenza nei campioni trattati con cloruro di calcio.

Bibliografia:

- [1] C.GOPALAN, B.V. RAMASATSTRI, & S.C.BALASUBRAMANIAN, ICMR Publications. Pp. 90. (1987).
- [2] T.M.RABABAH, K.I. EREIFEJ, and L.HOWARD, J. Agric. Food Chem. 53(11),4444-4447. (2005).
- [3] L.DOLEMAN, Innov.Food Technol. 20, 18-19. (2003).
- [4] MACDONALD, A. 2004. Fashioning fruit for processed foods. Innov. Food Technol. 23, 107-108.
- [5] E.D. THARRINGTON, P.A. KENDALL, & J.N. SOFOS, International Journal of Food Microbiology, 99, 79-89. (2005)
- [6] J. M.GARCIA, S.HERRERA, & A. MORILLA, Journal of Agricultural Food Chemistry, 44, 30-33. (1996).

LAVORO 6



instituto de investigación
en ingeniería de Aragón
Universidad de Zaragoza

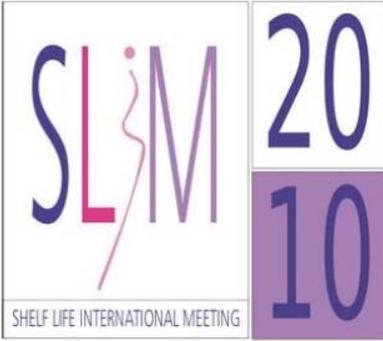


GSI/CA



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

4th Shelf life International Meeting



SLIM 2010
SHELF LIFE INTERNATIONAL MEETING

OM8 — SUN-DRYING AND DRYER: COMPARISON OF PRODUCT QUALITY**A. Todaro, R. Cavallaro, A. Puglia, O. Peluso, G. Muratore, G. Spagna**

D.O.F.A.T.A. Dept. Food Technology sect. University of Catania, via S.Sofia 98 Catania – Italy

Tomatoes cut into two parts, added with salt and dried (desiccated) are an important element of the food tradition in Sicily. The drying process of tomatoes in Sicily is still carried out with a sun-drying process, with an empiric method. The final product obtained through this process has a general high quality which is not homogeneous. Today the product on the market, because of its increased costs of production, is imported from other countries of the Mediterranean basin, and it is produced in driers with too high flows of hot air (90-110 °C), in order to reduce the kinetics of desiccation (around 3-5 h) and the plant hold-up. The final product has low quality because it does not correspond to the sensorial characteristics mentioned before. No further studies on the qualitative variations of dried tomatoes submitted to "low" temperatures (< of 75 °C) have been found. At temperatures lower than 65 °C, probably the is better from sensorial point of view, but close to the "degrading" reactions listed above, we must consider biochemical reactions and particularly heat-stable enzymatic activities, which could affect the final qualities of the product even if they are expounded in the first phases of the drying process. The drying process nevertheless, even if one of the most ancient techniques of preserving foods, continue to be one of the more complicated unit operations, whose optimization from the system point of view is made of approximations and attempts instead of calculations of a rigorous mathematical model. On the other hand, a quantification of the phenomenon and a model are necessary in order to orientate a dimensioning of the systems and an optimization of the process. This process will have to foresee the study of physical phenomena involved and it will be essential to evaluate the conditions, the costs and the study of the chemical and biological transformations which take place during the process itself. The quality of the dried products depends from these conditions, and as a consequence also their commercial value. Thanks to these brief considerations it is underlined not only the complexity of the process, but also how essential is to test the drying in a pilot plant, directly on the raw materials which has to be used in factories, to search for the optimal processing conditions and to obtain a useful model that can be used. The influence of different drying conditions was checked with different parameters. In particular, there was a significant difference in the antioxidant activity measured in the sun-drying tomato and in tomato dried with pilot plant dryer.

Keywords: tomato, sun-drying, dryer, antioxidant activity

LAVORO 7 (submitted)

*Manuscript

[Click here to view linked References](#)

1 **TOMATO'S DRYING: SUN DRYING AND CONVECTIVE DRYERS**

2 ¹Aldo Todaro, Rosalinda Cavallaro, Giuseppe Muratore, Giovanni Spagna.

3

4 Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari - Università degli Studi di
5 Catania, via S. Sofia 98, 95123 Catania, Italy.

6

7 **Abstract**

8 Solar drying and convective drying experiments of tomatoes were conducted. The changes in
9 the chemical parameters of tomatoes and principal drying parameters were recorded during all
10 drying process. Drying curves obtained from the data were fitted to a number of mathematical
11 models and the effects of drying air temperature were evaluated by the multiple regression
12 and compared to previously given models.

13

14 **Keywords:** antioxidant activity, drying process, tomato.

15

16 **Introduction**

17 The drying of vegetables is a very ancient practice for food preservation still in use nowadays.
18 Tomatoes cut into two parts, added with salt and dried are an important element of the food
19 tradition in south of Italy. The tomato's drying in Sicily is still carried out with a sun-drying
20 process, with an empiric method. The final product obtained has a general high quality which
21 it is not homogeneous.

22 However, large-scale production limits the use of open-air natural sun drying. Among these
23 are lacks of ability to control the drying process properly, weather uncertainties, high cost of
24 work, large area requirements, insect infestation (Togrul & Pehlivan, 2002).

¹ Corresponding author: tel. +3909575580201; fax +390957141960
E-mail address: atodaro@unict.it; gspagna@unict.it

LAVORO 8

Study and Characterization of Polyphenol Oxidase from Eggplant (*Solanum melongena* L.)

Aldo Todaro,* Rosalinda Cavallaro, Sergio Argento, Ferdinando Branca, and Giovanni Spagna

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari, Università degli Studi di Catania, via S. Sofia 98, 95123 Catania, Italy

ABSTRACT: In this study the catecholase and cresolase activities of eggplant polyphenol oxidase (PPO) were investigated. Enzyme activity was determined by measuring the increase in absorbance using catechol as substrate and 3-methyl-2-benzothiazolinone hydrazone (MBTH) as coupled reagent. The effects of substrate specificity, heat inactivation, temperature, pH, and inhibitors were investigated to understand the enzymatic alteration of ready-to-eat preparations. Browning of vegetables was determined through a colorimeter. Decrease of lightness (L^*) and increase of color difference values (ΔE^*) were correlated with tissue browning. Antibrowning agents were tested on PPO under the same conditions. The enzyme activity was strongly inhibited by 0.4 M citric acid. Under natural pH conditions, the enzyme was also inhibited by tartaric acid and acetic acid. All of the results were used to understand the best conditions for food transformation (ready-to-eat and grilled eggplant slices).

KEYWORDS: polyphenol oxidase, antibrowning, food technologies, ready-to-eat

■ INTRODUCTION

Browning of raw fruits, vegetables, and beverages is a major problem in the food industry and is believed to be one of the main causes of quality loss during postharvest handling and processing.¹ The mechanism of browning in foods is well characterized and can be enzymatic or nonenzymatic in origin. Enzymatic browning is catalyzed by the enzyme polyphenol oxidase (PPO; 1,2-benzenediol; oxygen oxidoreductase, EC 1.10.3.1), which is also referred to as phenol oxidase, phenolase, monophenol oxidase, diphenol oxidase, and tyrosinase. Enzyme-catalyzed browning reactions^{2–4} involve the oxidation of phenolic compounds by the enzyme PPO to quinones, followed by transformation of the quinones to dark pigments. These result in deterioration of flavor, color, and nutritional quality and continue during postharvest handling and marketing of vegetables. Control of browning in fruits and vegetables hinges upon an understanding of the mechanism responsible for browning in fruits and vegetables, the properties of polyphenol oxidase enzymes, their substrates, and inhibitors, and the chemical, biological, and physical factors that affect each of these parameters. Once understood, these mechanisms may be applied in either preventing the browning reaction, or slowing its rate, thus extending the shelf life of the produce. Polyphenol oxidases were first discovered in mushrooms and are widely distributed in nature.^{5,6} They appear to reside in the plastids and chloroplasts of plants, although freely existing in the cytoplasm of senescing or ripening plants.^{7,8} Cloning and sequencing studies of the copper A binding region of these enzymes shows high conservation between polyphenol oxidases from plants, microorganisms, and animals. Polyphenol oxidase is thought to play an important role in the resistance of plants to microbial and viral infections and to adverse climatic conditions.⁹ Phenolics, such as chlorogenic acid, caffeic acid, etc., which are substrates of this enzyme, have been shown to exhibit fungicidal properties. Plants, which exhibit comparably high resistance to climatic stress, have been shown to possess relatively higher polyphenol oxidase levels than susceptible varieties.

Other enzyme systems in plants, such as chitinase, peroxidase, lipoxygenase, phenylalanine ammonia-lyase, and β -1,3-glucanase, also show increased activity when subjected to stress. It should be pointed out that the responses of enzymes to stress and infection are dependent on a number of factors, one of which is the host plant itself.¹⁰

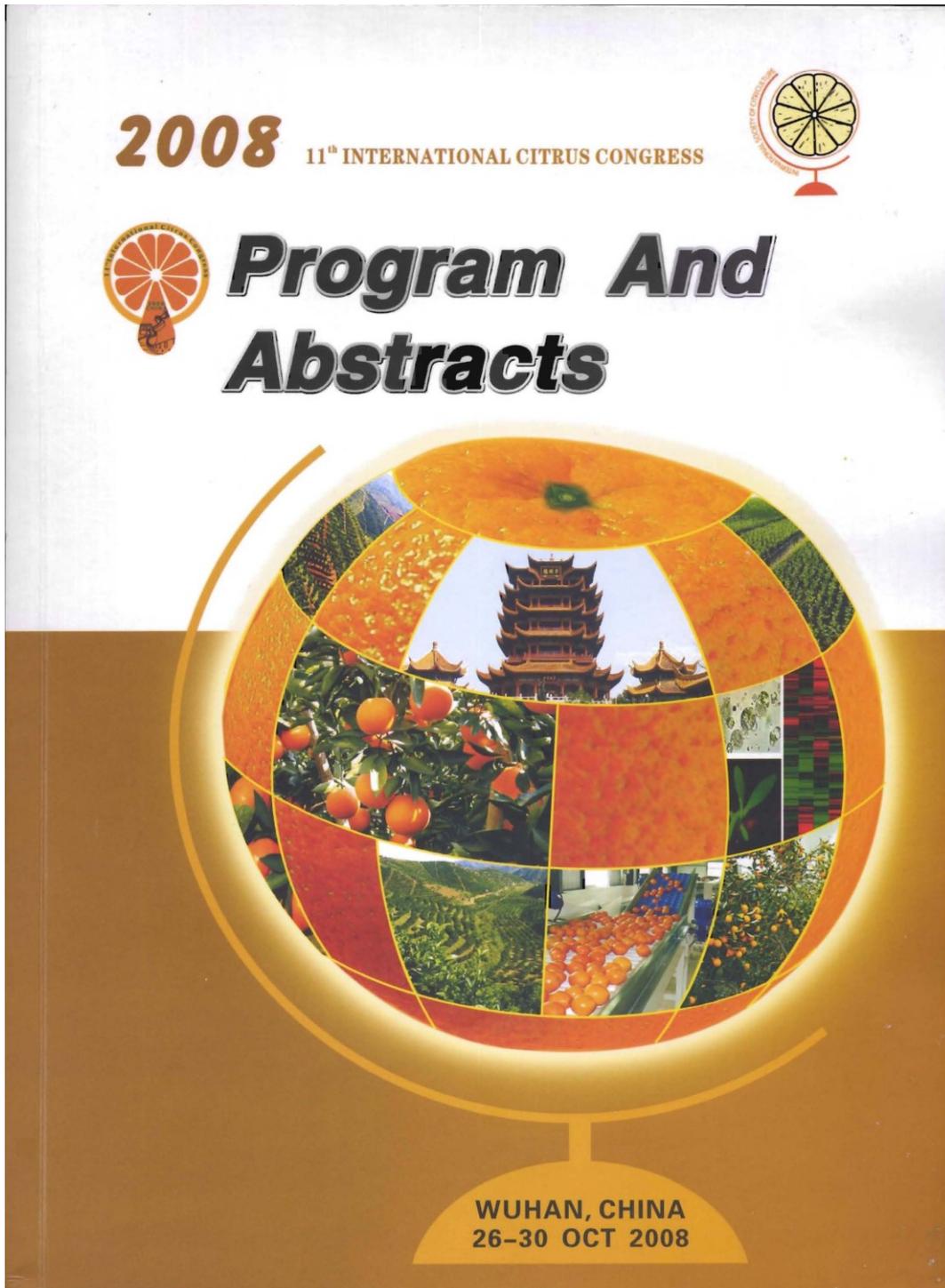
The aim of this work was to identify the better cultivar eggplants suitable for the food industry using an innovative approach on PPO study and characterization to further increase the knowledge and integrate results of previous works.^{11–13}

■ MATERIALS AND METHODS

Plant Material. The fruits analyzed were harvested from an ad hoc experimental field established at the Agricultural Experimental Farm of the University of Catania selecting from the eggplant DOFATA collection the most traditional landraces utilized in the eastern Sicily production areas, different for fruit shape and size. In particular, we focused our study on three landraces (Rotonda Violetta, Vetrìola Catania, and Vetrìola Adrano) actively cultivated in the Plain of Milazzo, the former characterized by its round shape and dark purple color, and in the villages around Mount Etna and in the city of Catania, the latter two landraces, respectively, characterized by oblong, light violet colored fruits. The three commercial cultivars compared with the landraces were Slim Jim, Talina F1, and Black Bell F1. The first differed from the others by its elongated purple fruit of small size, the second by its elongated fruit type and dark violet color, and finally the third by its large oval dark purple colored fruit, largely growing in greenhouses along the southeastern coast of Sicily.

The experimental field was sown in the middle of July by placing plants in single rows at a plant density of 0.5 plant m⁻². The crop was supported by conventional agro-techniques to satisfy the ordinary water

Received: May 11, 2011
Revised: September 23, 2011
Accepted: September 26, 2011
Published: September 26, 2011



mineral contents of trifoliolate orange. Compared with the control, inoculation could promote the vegetative growth of shoots and roots. The effect on the root system was significant, especially on the fibrous root. Inoculation with AM fungi also significantly increased the levels of N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu and Mn in seedling leaves. The effect of four density of AM fungi decreased in the following order: 45 spore/m³>60 spore/m³>30 spore/m³>15 spore/m³>CK. So, the species of 45 spore/m³ is the best density inoculum for mycorrhizal trifoliolate orange among the four density in this experiment.

[P238]

Ultrastructure of Sweet Orange Ripening Fruit (*Citrus sinensis* L. Osbeck) and The Role of Hydrolases in Dietary Fibre Degradation

Dong T¹, Xia RX¹, Liu Q² and Ding J²

¹Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, Huazhong Agricultural University, Shizishan Road, Wuhan 430070, China; ²National Key Laboratory of Crop Genetic Improvement, Huazhong Agricultural University, Shizishan Road, Wuhan 430070, China. renxuxia@mail.hzau.edu.cn

Sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit is an important source of dietary fibre, which consists of a variety of non starch polysaccharides. The changes of dietary fibre and polysaccharides leading to fruit softening are complex, which includes the coordinated and interdependent activities of a range of cell wall modifying proteins. Polygalacturonase (PG) activity is largely responsible for pectin depolymerization and solubilization, but PG-mediated pectin depolymerization requires pectin to be de-methyl-esterified by Pectinesterase (PE). All these pectin-modifying proteins affect the integrity of the middle lamella, which controls cell-to-cell adhesion and thus influences fruit texture. In contrast, the primary cell wall changes caused by the activities of β -galactosidase (β -Gal) and cellulase (Cx) early in ripening may restrict or control the activities of other ripening-related enzymes necessary for the fruit softening process. Taken together, we could consider that the changes of dietary fibre concentration and composition were caused by the solubilisation and depolymerisation of pectins in middle lamella and the disintegration of the primary cell wall. The data described above show that the disassembly of sweet orange fruit cell wall components during fruit ripening was brought about by a range of enzyme activities, and the presence of these mRNAs, and enzymic activities were in accordance with enzyme action in the living plant cell.

[P239]

Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Different Citrus Genotypes during Ripening

Rapisarda P., Fabroni S, Todaro A, and Reforgiato Recupero G

C.R.A.-ACM Centro di Ricerca per l'Agrumicoltura e le Colture Mediterranee, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT) Italy, paolo.rapisarda@entecra.it

Orange juice contains vitamin C and other bioactive compounds including flavonoids and hydroxycinnamic acids with potential health-promoting properties. However, its polyphenol profiles show clear varietal differences, the most evident being the presence in blood (pigmented) orange juice of anthocyanins, natural pigments well known for their high antioxidant activity and therapeutic properties. A number of methods have been developed and applied to measure the antioxidant activities of pure compounds, plant extracts, and human plasma. The oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay has been used extensively to evaluate antioxidant activity in fruits and vegetables. This study aimed at evaluating the relationship between polyphenols compounds and antioxidant activity in different citrus genotypes as influenced by ripening stages. The blood orange cultivars studied were Moro and three Tarocco clones ('Rosso VCR', 'Gallo', 'Sciara'). In addition, a hybrid containing anthocyanins, obtained by crossing 'Oroval' clementine (*Citrus clementina* Hort. ex Tan) \times Tarocco orange (*C. sinensis* L. Osbeck), named 'OTA9', has been evaluated. Total antioxidant activity of different juices was measured using automated ORAC assay. The results showed that orange genotypes tested possess an high antioxidant activity which increased with ripening stages, probably due to raise of anthocyanins content. In fact, Pearson correlation analysis, showed a direct correlation ($p < 0.01$) between the ORAC values and anthocyanin levels. The ORAC values of blood orange juices ranged from 1510 ORAC units (as μmol of Trolox equivalents per 100 mL of juices) to 4900, whereas 'OTA 9' juice showed the highest value (10.200 $\mu\text{mol TE}/100$ mL). In conclusion, anthocyanin content appeared to be the main factor influencing antioxidant activity of pigmented citrus juices.

[P240]

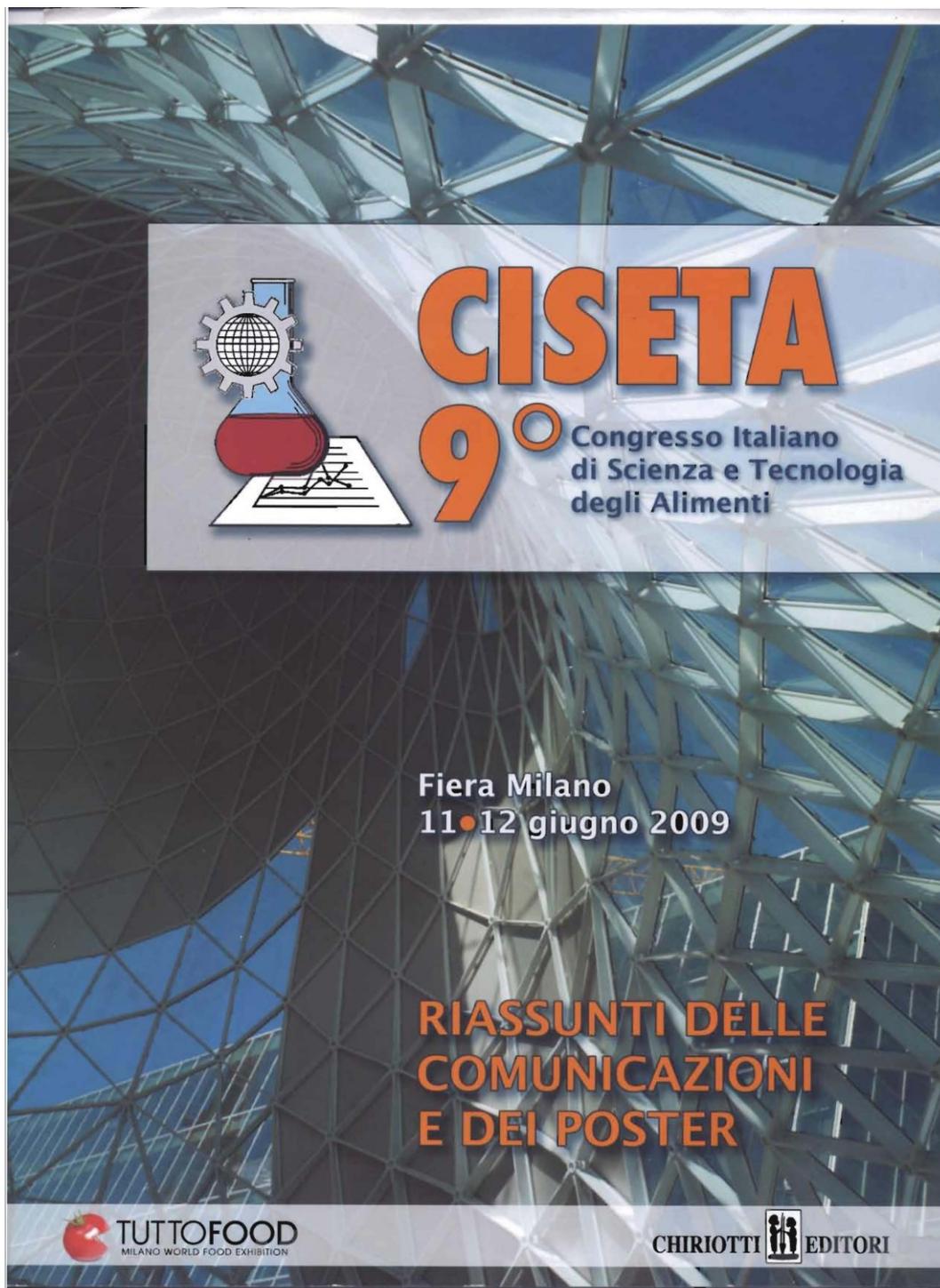
Mathematical Simulation in the Development of Cara Cara Red Navels

Wen SX, Cai ZJ, Huang JH, Chen J, and Bao R

Pomological Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, caizijian2007@126.com

The Cara Cara red navel (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) was used as material and variable regulation models, including Weibull frequency distribution model, power function distribution model, 'S'-curve distribution model and logarithmic regression model, were adopted in this research to study the dynamic laws of growth of flowers, leaves, fruits and shoots, to study the periodic changing laws of nitrogen content in leaves, leaves size-increasing and falling and fruit development, and to analyze the relationship between growth and yields. Results showed that the dynamic changes of flower and fruit numbers of Cara Cara red navel could be modeled with Weibull

LAVORO 10



te valore nutrizionale, dovuto prevalentemente al contenuto di polifenoli.

Evoluzione della componente fenolica e dell'attività antiossidante nei succhi di diversi genotipi di arancio durante la maturazione

P. Rapisarda, S. Fabroni, A. Todaro - C.R.A.-ACM Centro di Ricerca per l'Agricoltura e le Colture Mediterranee-Acireale (CT)

Il succo di arancia contiene diverse componenti fenoliche bioattive tra cui flavonoidi, acidi idrossicinnamici, vitamina C, tutte sostanze dotate di proprietà salutistiche. Il profilo polifenolico dei succhi mostra delle differenze significative tra le varietà ed in particolare tra i succhi ottenuti da frutti pigmentati e non pigmentati. In questo studio è stata valutata l'evoluzione dei componenti antiossidanti nei succhi di quattro genotipi di arance pigmentate (Tarocco 'Rosso VCR', Tarocco 'Gallo', 'Tarocco Sciarra' e Moro) e di tre varietà a polpa bionda (Ovale, Washington Navel e Valencia late), durante la maturazione dei frutti. L'attività antiossidante totale degli stessi succhi è stata misurata mediante il saggio ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity).

Le varietà pigmentate hanno mostrato un più alto contenuto in polifenoli e una maggiore attività antiossidante rispetto a quelli non pigmentati. Inoltre, nei succhi pigmentati si è registrato un incremento dell'attività antiossidante durante la maturazione e ciò sembra dovuto all'evoluzione del livello di antocianine durante tale periodo. Lo stesso fenomeno non è stato osservato per le varietà non pigmentate. In conclusione, il contenuto in antocianine sembra essere il principale fattore che influenza l'attività antiossidante nei succhi delle arance pigmentate.

Estratti fenolici ad attività antiossidante dai noccioli di oliva residui dell'industria oleicola

M. Contini, S. Baccelloni, G. Anelli - Università degli Studi della Tuscia, Facoltà di Agraria - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari, Viterbo

Dall'estrazione di olio da olive snocciolate residua come sottoprodotto il nocciolo di oliva, per il quale non sono state identificate a tutt'oggi proficue utilizzazioni. In questo lavoro è stata verificata la possibi-

lità di sfruttare questo scarto di lavorazione come materia prima per l'ottenimento di concentrati fenolici grezzi ad attività antiossidante. A tale scopo sono state analizzate le concentrazioni fenoliche e le proprietà antiossidanti *in vitro* di estratti ottenuti con diversi solventi dal nocciolo legnoso e dall'endosperma del seme di oliva.

Tutti gli estratti hanno manifestato, a vari livelli, attività antiradicalica e capacità di rallentare l'ossidazione lipidica, ma la scarsa selettività anche del miglior solvente nei confronti dei composti di interesse non ha consentito di ottenere concentrati fenolici sufficientemente purificati da elementi estranei non-fenolici. Pertanto, mentre la capacità antiradicalica e, soprattutto, antiperossidica della frazione fenolica contenuta negli estratti è risultata degna di rilievo, in quanto simile o addirittura superiore a quella degli antiossidanti di riferimento testati (BHA, BHT, Trolox e α -Tocoferolo), l'attività degli estratti crudi è apparsa nel complesso piuttosto debole.

Dai risultati della ricerca è emerso che, al fine di ricavare concentrati fenolici ad elevata attività antiossidante dal nocciolo legnoso e dal seme di oliva, sarebbe utile provvedere ad ulteriori arricchimenti e purificazioni dei preparati fenolici ottenibili con solventi.

Effetto delle condizioni di utilizzo della transglutaminasi sulla coagulazione presamica del latte di capra

E. Salvatore, M. Pes, S. Furesi, A. Pirisi - Agris Sardegna, Dipartimento per la Ricerca nelle Produzioni Animali

In questo studio, una quantità pari a 1 U di transglutaminasi (TGase, Activa MP) per g di lattoproteina è stata aggiunta al latte di capra con lo scopo di valutare le condizioni di utilizzo dell'enzima per la produzione di un formaggio fresco a coagulazione presamica. Sono state quindi studiate differenti modalità di impiego della TGase: controllo (senza aggiunta di TGase, M1); TGase aggiunta simultaneamente al caglio (M2); pre-incubazione del latte con TGase e successiva inattivazione termica dell'enzima e successiva aggiunta del caglio (M3); pre-incubazione del latte con TGase senza inattivazione termica dell'enzima e successiva aggiunta del caglio (M4). Sui campioni così ottenuti, si sono valutate le proprietà di coagulabilità del latte, la sineresi e la resa casearia. Il

tempo di coagulazione e la consistenza del coagulo venivano significativamente influenzati dal trattamento solamente in M4 ($P < 0,01$), mentre M2 e M3 non differivano significativamente dal controllo. M2 ed M4 non presentavano sineresi, determinando quindi una resa casearia pari al 100% (kg di formaggio/100 kg di latte). Questi valori erano significativamente ($P < 0,01$) superiori rispetto a M1 e M3. In conclusione, le condizioni di utilizzo della TGase, aggiunta simultaneamente al caglio (M2), sono risultate estremamente valide per la produzione di un formaggio caprino a coagulazione presamica.

Effetti dell'utilizzo di inulina come fat-replacer sulla produzione di un formaggio fresco da latte di capra

E. Salvatore, M. Pes, S. Furesi, R. Di Salvo, A. Pirisi - Agris Sardegna, Dipartimento per la Ricerca nelle Produzioni Animali

Scopo del presente lavoro era quello di valutare gli effetti dell'utilizzo, come fat-replacer, di inulina a lunga catena (≥ 23 monomeri, Fruitaif Tex, Sensus) nella produzione di un formaggio a pasta fresca da latte di capra concentrato per ultrafiltrazione. Sono stati preparati quattro formaggi a coagulazione prevalentemente acida a partire da miscele contenenti retentato di latte magro, crema di latte, inulina e acqua opportunamente miscelati in modo da ottenere formaggi aventi il medesimo contenuto in proteina (8%) e le seguenti percentuali di sostituzione grasso/inulina: 9% grasso, 0% inulina (IN0, controllo); 7% grasso, 2% inulina (IN2); 4% grasso, 5% inulina (IN5); 2% grasso, 7% inulina (IN7). I quattro prodotti non sono risultati differenti tra loro per le misurazioni colorimetriche ($P > 0,05$). Al contrario la durezza dei campioni veniva influenzata dalla sostituzione grasso/inulina. In particolare IN5 e IN7 risultavano significativamente meno duri rispetto al formaggio controllo ($P < 0,01$), mentre IN2 non risultava significativamente diverso rispetto a IN0. All'analisi sensoriale i campioni con inulina sono risultati significativamente più cremosi rispetto al formaggio controllo ($P < 0,05$) con l'eccezione di IN7. In conclusione la sostituzione di grasso con inulina risulta influenzare positivamente alcune caratteristiche legate alla tessitura dei formaggi prodotti.

5. BIBLIOGRAFIA

- Ahvenainen R. (1996). New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 7, 179-186.
- Alamanni, M. C.; Cossu, M; (2003). Antioxidant activity of the extracts of the edible part of artichoke (*Cynara scolymus* L.) var. spinoso sardo. *Italian Journal of Food Science* 15(2), 187-195.
- Arias R. , Lee T. C. , Logendra L. and Janes H. (2000). Correlation of Lycopene Measured by HPLC with the L*, a*, b* Color Readings of a Hydroponic Tomato and the Relationship of Maturity with Color and Lycopene Content. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48, 1697-1702.
- Arslan; Oktay; Doğan; Serap; (2005). Inhibition of polyphenol oxidase obtained from various sources by 2,3-diaminopropionic acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture* vol. 85, no. 9, pp. 1499-1504
- Autori Vari (2000). Modelli di sviluppo ecocompatibili per la peschicoltura meridionale. Analisi introduttiva alla coltura del pesco in Sicilia . *Progetto P.O.M A 26*.
- Aviram M, Volkova N, Coleman R, Dreher M, Reddy MK, Ferreira D. (2008). Pomegranate phenolics from the peels, arils and flowers are antiatherogenic: studies in vivo in atherosclerotic apolipoprotein e-deficient (E0) mice and in vitro in cultured macrophages and lipoproteins. *J Agric Food Chem.* 56:1148–1157.
- Aviram, M.; L. Dornfeld, M. Rosemlat, N. Volkova, M. Kaplan, R. Coleman, T. Hayek, D. Presser, B. Fuhrman. (2000). Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1062-1076.
- Barbosa-Canovas, G.V.; Q.H. Zhang, (2001) Pulsed Electrical Fields in *Food Processing, Technomic Publishing Company*.

- Bartels, P.V.; Mastwijk, H.C. (2003). Product quality and process benefits of pulsed electric field pasteurization. *Annual IFT meeting, Chicago*
- Bell C, Hawthorne S. (2008). Ellagic acid, pomegranate and prostate cancer— a mini review. *J Pharm Pharmacol* 60:139–144.
- Bellini, Elvio. (2002) I Fruttiferi minori in Europa, *Ed.Informatore Agrario* pp 135-143.
- Bellini, Elvio; Giordani, Edgardo; La Malfa, Stefano. (2010). I fruttiferi minori in Italia, una risorsa tradizionale per l’innovazione frutticola: il kaki e il melograno come casi studio”, review n.11 – *Italus Hortus* 17 (1), 75-90.
- Bertuccioli M., (1989). Il ruolo della valutazione sensoriale nell’industria alimentare. *Industrie alimentari*. XXVIII, settembre.
- Bradford M. M. (1976). A Rapid and Sensitive Method for the Quantisation of Microgram Quantities of Protein Utilising the Principle of Protein-dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Bravo L. (1998). Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*, 56, 317-333.
- Cabras P., Martelli A.,(2004). Nutrienti alimenti di origine vegetale alimenti di origine animale integratori alimentari bevande sostanze indesiderabili. *Chimica degli alimenti*. Ed. Piccin.
- Cao, G.; H. M. Alessio, R. G. Cutler. (1993). Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology & Medicine*, 14, 303-311
- Cappelli Patrizia, Vannucchi Vanna. (2005). *Chimica degli alimenti. Conservazione e trasformazioni*, Zanichelli.
- Caruso T., De Michele A., Sottile F., Marra F.P. (1998). La peschicoltura siciliana nel contesto italiano: ambiente, cultivar e tecniche colturali. Atti II *Convegno sulla Peschicoltura meridionale*. Paestum, 2-3 luglio, pp 83-88.
- Cavallaro R., Todaro A., Muratore G., Spagna G., (2010). Influenza delle condizioni di essiccazione sulla pesca di Leonforte in: *qualità e tipicità degli alimenti mediterranei. Alimentazione e salute*. Marsala, 20-24 settembre Roma: Società chimica italiana, vol. 1, p 23, ISBN/ISSN: 978-88-86208-61-1).

- Clydesdale F. (1969). The Measurement of Color. *Food Technology*, 23, 16-22.
- Cristofori, Valerio; Caruso, Donatella; Latini, Gabriele; Dell'Agli, Mario; Cammilli, Corrado; Rugini, Eddo; Bignami, Cristina; Muleo, Rosario. (2011) Fruit quality of Italian pomegranate (*Punica granatum* L.) autochthonous varieties. *Eur Food Res Technol.* 232:397–403.
- Di Vaio C., Ritieni A., (2003). Indici di maturazione e qualità nel pesco. IV *Convegno nazionale sulla peschicoltura meridionale*.
- Dipersio P.A., Kendal P.A, Sofos J.N. (2006). Sensory evaluation of home dried fruit prepared using treatments that enhance destruction of pathogenic bacteria. *Journal of Food Quality* 29: pp 47- 64.
- Direttiva 89/107/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1988 per il ravvicinamento delle legislazione degli Stati Membri concernenti gli additivi autorizzati nei prodotti alimentari destinati al consumo umano GU L 40 dell'11.2.1989, pp 27-33 (ES,DA,DE,EL,EN,FR,IT,NL,PT).
- Disciplina di produzione (2006). Regolamento CE n 510/2006. Pesca di Leonforte. Indicazione geografica protetta. Art.: 1-8.
- Dogan, S.; Turan, Y.; Erturk, H.; Arslan, O.; (2005). Characterization and Purification of Polyphenol Oxidase from Artichoke (*Cynara scolymus* L.) *J. Agric. Food Chem.* 53(3); 776-785.
- El-Shora H. (2002). Properties of phenylalanine ammonia-lyase from marrow cotyledons. *Plant. Science*, 162, 1–7.
- Ender Poyrazog˘lu, Vural Go˘kmenw, Nevzat Artik, (2002). Organic Acids and Phenolic Compounds in Pomegranates (*Punica granatum* L.) Grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis.* 15, 567–575
- Espin J. C. , Morales M. , Varon R. , Tudela J. and Garcia-Canovas F. (1996). Continuous Spectrophotometric Method for Determining Monophenolase and Diphenolase Activities of Pear Polyphenoloxidase. *Journal of Food Science*, 61 (6), 1177-1181.

- Espin J. C. ; Tudela J. and García-Canovas F. (1998). 4-Hydroxyanisole: The Most Suitable Monophenolic Substrate for Determining Spectrophotometrically the Monophenolase Activity of Polyphenol Oxidase from Fruits and Vegetables. *Analytical Biochemistry*, 259, 118-126.
- Espín, J. C.; José, Tudela and Francisco García- Cánovas (1997). Monophenolase Activity of Polyphenol Oxidase from Artichoke Heads (*Cynara scolymus* L.). *Lebensm. Wiss. u.-Technol.*, 30, 819–825.
- EU Council Directive EC (258/97), Novel Food Regulation, (1997)
- EU Council Directive EC (98/83), The quality of water intended for human consumption (1998)
- Faria, A.; Monteiro, R.; Mateus, N.; Azevedo, I.; Calhau, C. (2007). Effect of pomegranate (*Punica granatum*) juice intake on hepatic oxidative stress *European Journal of Nutrition*. 46, 271-278
- Fukumoto L. R., Toivonen P. M. and Delaquis P. J. (2002). Effect of wash water temperature and chlorination on phenolic metabolism and browning of stored iceberg lettuce photosynthetic and vascular tissues. *J. Agric. Food Chem.* 50, 4503-4511.
- García J. M., Herrera S., Morilla A., (1996). Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. *Journal of agricultural and food chemistry*, 44 (1), 30-33.
- Gelareh Mousavinejad, Zahra Emam-Djomeh, Karamatollah Rezaei, Mohammad Hossein Haddad Khodaparast, (2009). Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. *Food Chemistry* 115, 1274-1278.
- George S, Brat P, Alter P, Amiot M-J. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant derived products. *J Agric Food Chem.* 53: 1370–3.
- Gil-Izquierdo Angel; Maria, Angeles; Conesa, Federico; Ferreres, Maria; Isabel, Gil; (2002). Influence of modified atmosphere packaging on quality,

vitamin C and phenolic content of artichokes (*Cynara scolymus*L.). *Eur Food Res Technol.* 215:21–27

- González-Aguilar G.A, Ruiz-Cruz S., Soto-Valde H., Vázquez- Ortiz F., Pacheco-Aguilar R. and Wang C. Y. (2005). Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents. *International J. Food Science and Tech*, 40, 377–383.
- Hagerman A. E. , Riedl K. M. and Jones G. A. (1998). High Molecular Weight Plant Polyphenols (Tannins) as Biological Antioxidants. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46, 1887-1892.
- Heinz, V.; Alvarez, I.; Angersbach, A.; Knorr, D. (2001). *Trends in Food Science & Technology*, 12(3-4), 103-111.
- Heinz, V.; Toepfl, S.; Knorr, D. (2002) *Proceedings of the IEE European Pulsed Power Symposium 21*, 1-6.
- Hernández, F.; P. Melgarejo, F.A. Tomás-Barberán, F. Artés, (1999). Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. *Eur Food Res Technol.* 210:39–42.
- <http://www.eet.nl/projecten/> A Dutch consortium of companies, research centres and universities collaborate on the development on PEF based preservation processes. For more information see www.eet.nl/projecten/
- Kilar A. (1982). *Process Biochemistry*, 17, 7-35.
- Klabunde T. , Eicken C. , Sacchettini J. C. and Krebs B. (1998). Crystal Structure of a Plant Catechol Oxidase – A Dicopper Center for Activation of Dioxygen. *Nature Structure Biology*, 5, 1089.
- Lattanzio, V.; Linsalata, V.; Palmieri, S.; Van Sumere, C. F. (1989). The beneficial effect of citric and ascorbic acid on the phenolic browning reaction in stored artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads. *Food Chemistry*, 33(2), 93-106.
- Lelieveld, H.L.M.; P.C. Wouters, A.E. Leon, (2001) *Pulsed Electrical Fields in Food Processing*, Technomic Publishing Company.

- Llorach, R.; Espin, J. C.; Tomas-Barberan, F. A.; Ferreres, F. Artichoke; (2002). Byproducts as a Potential Source of Health-Promoting Antioxidant Phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 50(12); 3458-3464.
- López-Molina, Dorotea; Hiner, Alexander N.P.; Tudela, José; Garcia-Cánovas, Francisco; Rodríguez-López, Neptuno José. (2003). Enzymatic removal of phenols from aqueous solution by artichoke (*Cynara scolymus* L.) extracts *Enzyme and Microbial Technology* 33 738–742.
- Malik A, Afaq F, Sarfaraz S, Adhami VM, Syed DN, Mukhtar H. (2005). Pomegranate fruit juice for chemoprevention and chemotherapy of prostate cancer. *Proc Natl Acad Sci USA* 102:14813–14818
- Malik A, Mukhtar H. (2006). Prostate cancer prevention through pomegranate fruit. *Cell Cycle* 5:371–373
- Marchese A., Tobutt K., Caruso T., (2005). Molecular characterisation of Sicilian *Prunus Persica* cultivars using microsatellites. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 80 (1), pp 121-129.
- Martí, Nuria; Perez-Vicente, Antonio and Garcia-Viguera, Cristina (2001). Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice, Society of Chemical Industry, *Journal of the science of food and agriculture* 82: 217-221.
- Mastwijk, H.C.; I. E, Pol-Hofstad, (2004) *Food Safety Magazine* 10(3),
- Matthew A. G. and Parpia H. A. B. (1971). Food Browning as a Polyphenol Reaction. *Advanced Food Research*, 19, 75-145.
- Mayer A. M. , Harel E. and Ben-Shaul R. (1966). Assay of Catechol Oxidase – A Critical Comparison of Methods. *Phytochemistry*, 5, 783-789.
- Melgarejo, P.; Martínez, R.; Hernández, F.; Martínez, J.J.; Legua, P. (2011). Anthocyanin content and colour development of pomegranate jam. *Food and bio products processing.* 89 477-481
- Miller D. D. (1998). *Food Chemistry – A Laboratory Manual*. Wiley-Interscience Publication.
- Min S. et al , (2003) *Journal of Food Science.* 68 (4) : 1265-1271

- Ming Hui Fan; Miao Wang; Peibao Zou (2005). Effect of sodium chloride on the activity and stability of polyphenol oxidase from fuji apple. *Journal of Food Biochemistry*, 29, 221–230
- Miotto G., Macchi E., (2006). L'analisi dell'offerta nelle principali aree peschicole italiane ne evidenzia la diversa composizione produttiva- fra pesche, nettarine e percoche – e le tendenze in atto sotto il profilo varietale: si accentua la scelta delle varietà a media maturazione in Emilia Romagna e in Piemonte e delle precoci in Basilicata, mentre la Sicilia mantiene una forte caratterizzazione verso le tardive. La mappa delle produzioni. Il Divulgatore n° 4/2006. CSO- Centro Servizi Ortofrutticoli e Divisione Statistica. PESCO in campo e sul in campo e sul mercato- pp 10-20.
- Morren J. et al, (2003). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4, 285-295.
- Noteborn, H.P.J.M.; A. Lommen, R.C. van der Jagt, J.M. Weseman, (2000) *Biotechnology*, 77, 103-114.
- Paglierini E., (2002). Valutazione sensoriale: aspetti teorici, pratici e metoologici. Ulrico Hoepli Editore, Milano.
- Peri C., Zanoni B., (2003). Modelli e teoria delle operazioni unitarie. *Manuale di Tecnologie Alimentari I*; (Parte I). Ed. CUSL, pp 457.
- Perry, Jerome J.; Staley, James T.; Lory, Stephen (2004). Fisiologia, genetica, virologia evoluzione e diversità. Microbiologia. Trad. di E. Lanciotti, M. Pepi, rev. di E. Lanciotti Ed. Zanichelli, Vol I, pp 592.
- Piergiovanni L., (2002). Dispense del corso di Tecnologie del Condizionamento e della Distribuzione dei Prodotti Agro-Alimentari. Università degli studi di Milano. Facoltà di Agraria, DISTAM.
- Pifferi F. G., Malacarne A., Lanzarini G. and Casoli U. (1985). Spectrophotometric method for the determination of Pectin methylesterase activity by Besthorn's hydrazone. *Chem. Microbiol. Technol. Lebensm.*, 9, 65-69.

- Pilnik W. and Voragen, A.G.J. (1993) *Enzymes in Food Processing*. Academic Press, Inc. 3th edn., London (UK), 363-393.
- Pol, I.E. et al , (2001). *Applied and Environmental Microbiology*, 67(4)
- Pompei C., (2005). La trasformazione industriale di frutta e ortaggi. *Tecnologie per la produzione di conserve e semiconserve vegetali*. Ed agricole.
- Pompei C. (1978). *Tecniche delle conserve alimentari*, Clesav Milano. 178-180.
- Rao A. V. and Agarwal S. (1999). Role of Lycopene as Antioxidant Carotenoid in the Prevention of Chrome Diseases. *Nutrition Research*, **19**, 305-323.
- Rapisarda P., Intelisano S. (1996). Sample Preparation For Vitamin C Analysis of Pigmented Orange Juices. *Italian J. Food Sci.*, 3: 251-256.
- Rapisarda, Paolo; Fanella Fabiana; Maccarone, Emanuele; (2000). Reliability of Analytical Methods for Determining Anthocyanins in Blood Orange Juices. *J. Agric. Food Chem.* 48, 2249-2252.
- Reddy MK, Gupta SK, Jacob MR, Khan SL, Ferreira D. (2007). Antioxidant, antimalarial and antimicrobial activities of tannin rich fractions, ellagitannins and phenolic acids from *Punica granatum* L. *Planta Med* 73(5):461–467
- Rodriguez-Lopez J. N. , Escribano J. and Garcia-Canovas F. (1994). A Continuous Spectrophotometric Method for the Determination of Monophenolase Activity of Tyrosinase using 3-Methyl-2-Benzothiazolinone Hydrazone. *Analytical Biochemistry*, **216**, 205-212.
- Roodenburg B. et al. (2003). Joint workshop on non-thermal technologies organised by Effost, IFT-NPD, USDA, Wageningen, 7-10 September
- Sablani S.S (2006). Drying of Fruits and vegetables: Retention of Nutritional/functional Quality. *Drying Technology*. 24 (2): pp 123-135
- Schuten H. et al. (2004). Fosare Seminair 4: Novel preservation technologies in relation to food safety.

- Singleton, V.L.; Rossi, J. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158
- Smit, C. (2004). Industrial Scale Applications of Pulse Electrical Field, Annual IFT meeting , Las Vegas, 13 July
- Son, S.M.; Moon, K.D.; Lee, C.Y. (2001). Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. *Food Chem.* 73, 23-30.
- Stone H., Sidel J.L., (2004). Sensory Evaluation Practises. *Food Science and Technology international*. Third Edition, pp 408
- Stover E, Mercure EW (2007) The pomegranate: a new look at the fruit of paradise. *Hort Sci* 42:1088–1092.
- Summer, M.D.; M. Elliot-eller, G. Weidner, J.J. Daubenmier, M.H. Chew, R. Marlin, C.J. Raisin, Dean Ornish. (2005). Effects of Pomegranate Juice Consumption on Myocardial Perfusion in Patients With Coronary Heart Disease. *American Journal of Cardiology* 96, 810-814.
- Sumner MD, Elliot-eller M, Weidner G, Daubenmire JJ, Chew MH, Marlin R, Raisin CJ, Ornish D. (2005). Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. *Am J Cardiol* 96:810–814
- Sumner, Michael D.; Melanie Elliott-eller, Gerdi Weidner, Jennifer J. Daubenmier, Mailine H. Chew, Ruth Marlin, Caren J. Raisin, and Dean Ornish, (2005). Effects of Pomegranate Juice Consumption on Myocardial Perfusion in Patients With Coronary Heart Disease. *The American Journal of Cardiology*.
- Taha M.Rababah, Khalil, Ereifej, Howard L., (2005). Effect of ascorbic acid and dehydration on concentrations of total phenolics, antioxidant capacity, anthocyanins, and color in fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol.53, pp 4444-4447.

- Thipyapong P., Melkonian J., Wolfe D.W., Steffens J.C, (2004) Suppression of polyphenol oxidases increases tolerance in tomato. *Plant Science* 167: 693 - 703.
- Torri L., Baroni M.R., Baroni B., (2008). L'atmosfera protettiva. Food Packages Free Press, Ed. Artek.
- Van Loey, A., Verachtert, B., Hendrickx, M. (2001). Effects of high electric field pulses on enzymes. *Trends in Food Science & Technology*, 12, 94-102.
- Watada A., Qi L. (1999.) Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*, 15 201–205
- Whitaker J. R. (1995). Food Enzymes – Structure and Mechanism. International Thomson Publishing.
- Wouters P.C.; J.P.P.M. Smelt (1997) *Food Biotechnology* 11(3), 193-229.
- Yasuko Noda, Takao Kaneyuki, Akitane Mori and Lester Packer. (2002) Antioxidant Activities of Pomegranate Fruit Extract and Its Anthocyanidins: Delphinidin, Cyanidin, and Pelargonidin. *J. Agric. Food Chem.* 50, 166-171.
- Yi Zhu, Zhongli Pan, Tara H. Michugh, (2007). Effect of dipping treatments on color stabilization and texture of apple cubes for infrared dry-blanching process. *Journal of food processing and preservation*, 31, 5, 632-648.
- Zawistowski, J.; Blank, G.; Murray, E. D. (1987). Inhibition of enzymic browning in extracts of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 20(3), 162-5.