

Azione 1.1.5 “Sostegno all’avanzamento tecnologico delle imprese attraverso il finanziamento di linee pilota e azioni di valutazioni su larga scala”

PO FESR Sicilia 2014-2020

Progetto di ricerca

“Nuovi prodotti dalla trasformazione agroindustriale di frutti da colture mediterranee e gestione sostenibile dei sottoprodotti - MedFruit”



Allegato 2:

“Valutazione di specie e varietà di melograno e ficodindia presenti in Sicilia da utilizzare per l’ottenimento di succhi”

- **Università degli Studi di Catania**
- **Accademia Mediterranea per lo Sviluppo Locale**

Valutazione di specie e varietà di melograno e ficodindia presenti in Sicilia da utilizzare per l'ottenimento di succhi

1. Premessa

In conformità all'incarico ricevuto dal Dipartimento di Agricoltura Alimentazione e Ambiente in data 29 marzo 2020, la presente relazione riporta i risultati ottenuti sulla base dell'indagine svolta.

2. Melograno

Inquadramento tassonomico del melograno

Il melograno è una specie arborea afferente all'ordine *Myrtales*, famiglia *Lythraceae*, genere *Punica*, specie *Punica granatum* L. di cui esistono due sottospecie *P. granatum chlorocarpa* e *P. granatum porphyrocarpa*, provenienti, la prima dalla regione trans caucasica, la seconda dall'Asia Centrale.

La specie ha avuto origine nella zona dell'Asia Centrale compresa tra l'Iran ed il Turkmenistan, successivamente sono stati identificati tre mega-centri di diffusione genetica, uno primario che si identifica con il Medio-Oriente, e due secondari, uno nell'Asia Orientale ed uno nel bacino del Mediterraneo. La domesticazione della coltura sembra abbia avuto inizio nell'era neolitica 6000-8000 a.C. nella regione transcaucasica e nel nord della Turchia.

La coltura del melograno era presente, da tempi molto remoti, in tutte le civiltà del medio oriente e del bacino del mediterraneo: in Mesopotamia presso la civiltà dei Sumeri (dal 2200 a.C.), in Asia minore dove si diffuse grazie ai Fenici, nel mediterraneo sin dal 1300 a.C. e nel 1000 a.C. era coltivato in Israele, Grecia ed Egitto. Nel I secolo d.C. raggiunse l'India; dal XV secolo arrivò in Indonesia, in Cina ed in Giappone per poi giungere in America, in Messico ed in California.

Caratteristiche botaniche

La pianta del melograno ha un portamento arbustivo ed è una pianta longeva. La maggior parte delle cultivar si attesta intorno ai 7 metri di altezza; ma esistono anche genotipi che raggiungono i 10 metri ed altri che non superano 1,5 metri. Nella maggior parte dei casi, il melograno è una pianta decidua, ma nelle regioni subtropicali vengono coltivate delle varietà sempreverdi.

Il colore della corteccia varia in funzione della varietà, andando dal rosa al porpora, in alcuni casi la corteccia si presenta verde chiaro a macchie rossastre. I rami tendono a scurirsi con l'età e in certi casi anche a fessurarsi.

Le foglie, della lunghezza di 5-8cm, possono essere oblunghie o obovate, hanno stipule e ghiandole e presentano un margine intero con lamina lucida e glabra ed un picciolo corto. Le foglie giovani hanno un colore rossastro che vira al verde brillante nella fase di maturazione.

I fiori del melograno possono essere ermafroditi, maschili ed intermedi. Essi presentano sepali carnosi (da 5 a 8) fusi alla base a formare una sorta di vaso. I sepali non cadono all'allegagione ma rimangono sul frutto formando una corona all'estremità di esso. I petali, che possono essere tra i 5 e gli 8, sono disposti alternatamente ai sepali e sono ovati, sottili e leggermente rugosi dal colore che varia dal rosso al rosa fino ad arrivare al bianco nei casi più rari. Esistono anche delle varietà con un numero elevato di petali, dal colore intenso, definite varietà a "doppio fiore", che riscuotono molto successo in campo ornamentale. Gli stami sono presenti in numero molto elevato, circa 300, ma il numero varia in base alle diverse cultivar; anche il numero dei carpelli che è comunemente di 8, può subire variazioni in base alle varietà.

Il frutto del melograno è una bacca carnosa di grandi dimensioni, chiamata balausta, è caratterizzata dalla corona, una formazione originata dal calice, che si trova nell'estremità distale e che può presentarsi aperta o chiusa costituendo una caratteristica propria della varietà. Il frutto è costituito da epicarpo, mesocarpo e semi. L'epicarpo è coriaceo ed il colore varia fino al momento della maturazione. Il colore finale presenta un fondo che può variare dal giallo, al marrone, al verde ed una sovra colorazione che va dal rosa, al rosso più acceso, al porpora fin quasi al nero in alcune varietà. La buccia costituisce circa il 30-40% del frutto ed ha la funzione di proteggere gli arilli dalla disidratazione. Essa è ricca di composti bioattivi quali gli acidi fenolici (come l'acido clorogenico, caffeico, siringico, sinapico, ferulico, vanillico, p-cumarico, ellagico, gallico, cinnamico), i flavonoidi (come la catechina, epicatechina, quercetina, antocianine e procianidine) e i tannini (della classe dei ellagitannini quali la punicalagina e la punicalina).

Il mesocarpo del frutto di melograno può essere carnoso o spugnoso, è diviso in diverse camere da setti membranosi. All'interno delle camere si trovano numerosi semi collegati ad una placenta spugnosa. I semi sono chiamati arilli e sono circondati da uno strato di cellule epidermiche ricche di succo che costituisce la parte commestibile del frutto. Gli arilli costituiscono circa il 50-66% del peso del frutto, il loro numero è variabile, ma ci sono varietà che possono raggiungere anche 1300 arilli per frutto. La colorazione degli arilli non è collegata alla colorazione dell'epicarpo. Il succo che si ottiene dalla spremitura degli arilli è di colore rosso con intensità fortemente variabile; tale colorazione è data dalla presenza delle antocianine quali 3-glucosidi e 3,5-diglucosidi della pelargonidina, della cianidina e della delphinidina, che si trovano in quantità variabili nelle differenti

cultivar. Oltre agli aspetti genetici, anche altri fattori incidono sulla colorazione del succo come le condizioni ambientali e aspetti legati al post raccolta del frutto.

All'interno degli arilli si trovano i semi propriamente detti, che ne costituiscono circa il 30% del peso e sono costituiti da zuccheri, vitamine, polifenoli, polisaccaridi e minerali ed hanno una limitata percentuale d'olio contenente acidi grassi polinsaturi. Nei semi di melograno il principale acido grasso è l'acido punico, un acido linoleico coniugato che negli ultimi anni sta riscuotendo molto successo per le sue proprietà anticancro, antiobesità, antidiabete, antinfiammatorie ed ipolipidemizzanti (Holic et al., 2018).

Superficie e produzione nel mondo ed in Italia

Le caratteristiche di grande adattabilità del melograno al clima ed al suolo, hanno permesso la diffusione di questa specie arborea in aree tropicali e subtropicali di tutto il mondo, ma la concentrazione principale della coltivazione è nelle zone aride dell'emisfero nord. Le condizioni ottimali per la coltivazione del melograno sono quelle tipiche dell'ambiente mediterraneo, dove gli inverni non sono rigidi, le estati sono secche e soleggiate e l'assenza di pioggia durante il periodo di maturazione permette lo sviluppo di caratteristiche di qualità nei frutti. Infatti, il melograno, per produrre mantenendo elevati standard di qualità, ha bisogno di estati lunghe e calde ed inverni miti. In genere la pianta del melograno, durante il periodo di dormienza, riesce a resistere a temperature fino a -10 °C; le alte temperature favoriscono la pianta durante i processi di maturazione del frutto, garantendone un'intensa colorazione ed un buon accumulo di zuccheri, sebbene temperature eccessivamente calde possano provocare danni da scottatura sui frutti.

Negli ultimi anni, le ricerche scientifiche hanno contribuito a valorizzare il frutto del melograno evidenziando la presenza di composti fitochimici (nella corteccia, nei fiori, nei frutti e nelle foglie) che hanno effetti positivi sulla salute umana, classificandolo così come un "superfood" (alimento con altissime proprietà alimentari e salutistiche). Ciò ha portato ad un forte aumento dell'interesse, un conseguenziale aumento della domanda e quindi ad una implementazione degli impianti commerciali. Nel 2018 la produzione mondiale è stimata tra le 2,5 e 5 milioni di tonnellate e tra i grandi produttori al primo posto ci sono l'India, la Cina e l'Iran con oltre 100.000 ettari, a seguire c'è la Turchia con una produzione di circa 350.000 t. Recentemente vi è stato un incremento delle superfici coltivate negli Stati Uniti, soprattutto in California, Florida, Arizona e Georgia, ma anche in Australia.

Nell'area mediterranea, la Spagna è il principale produttore ed esportatore con una superficie coltivata di circa 4.000 ettari ed una produzione di 60.000 t. Al secondo posto si colloca Israele, punto di riferimento sia per l'innovazione dei sistemi di allevamento che per le innovazioni varietali, con una superficie coltivata di 2.500 ettari ad elevata produttività. La Grecia, ha una coltivazione a melograno di 2.000 ettari di recente impianto; in Portogallo stanno emergendo importanti realtà produttive, per la presenza di aree di elezione per la produzione di varietà precoci.

Anche altri paesi come Algeria, Tunisia, Marocco, Egitto stanno incrementando la produzione dei loro impianti e stanno ampliando le coltivazioni utilizzando varietà di recente costituzione.

In Italia la coltivazione del melograno, fino al 2010, interessava solo pochi ettari, nonostante la pianta sia sporadicamente diffusa in tutta Italia. Oggi invece la coltivazione insiste su circa 1.500 ettari distribuiti principalmente in Sicilia, Puglia, Calabria, Campania, Lazio, ma anche Toscana, Veneto, Marche, Emilia-Romagna. I nuovi impianti sono stati realizzati in prevalenza con le varietà "Wonderful" ed "Acco". Nella tabella seguente sono riportati i dati ISTAT del 2018 per la produzione e la raccolta di melograno in Italia.

Tipo di coltivazione		melograno			
Selezione periodo		2018			
Tipo variabile		superficie totale - ettari	superficie in produzione - ettari	produzione totale - quintali	produzione raccolta - quintali
Territorio					
Italia		1142	925	125311	120901
Nord		216	185	30684	28256
Lombardia		20	5	810	810
Veneto		152	152	28560	26132
Emilia-Romagna		44	28	1314	1314
Centro		123	83	14185	12570
Toscana		21	11	1530	1427
Marche		1	1	250	250
Lazio		101	71	12405	10893
Mezzogiorno		803	657	80442	80075
Campania		3	3	540	500
Puglia		363	250	37577	37355
Calabria		68	41	4155	4150
Sicilia		364	358	36920	36820
Trapani		300	300	32000	32000
Palermo		12	12	3000	3000
Messina		5	4	500	400
Caltanissetta		15	10	480	480
Catania		20	20	300	300
Siracusa		12	12	640	640
Sardegna		5	5	1250	1250

Fonte: Dati ISTAT del 2018

Panorama varietale nel mondo ed in Italia

Come spesso accade per i fruttiferi minori, il melograno presenta una elevata variabilità intraspecifica che si esprime in una pluralità di forme e varietà. Tale variabilità è presente soprattutto nelle aree di origine, ma insiste anche nelle altre aree dove la specie è stata diffusa. Per tale motivo, nel mondo sono state classificate moltissime varietà, stimate tra 500 e 1000 a secondo degli autori.

La problematica della scelta varietale proviene da vincoli determinati dai caratteri qualitativi, definiti soprattutto a livello sensoriale, che il prodotto deve possedere; questi riguardano il colore attrattivo dei grani, e quindi del succo, e la consistenza del tegmen (la parte interna del seme che per il prodotto destinato al consumo fresco deve essere necessariamente tenera). Inoltre, la propensione all'acquisto dipende anche dalla qualità sensoriale, determinata da un equilibrato rapporto tra zuccheri ed acidi; a

tal proposito, i frutti di melograno possono essere distinti in tre gruppi: ‘acidi’, ‘agrodolci’ e ‘zuccherini’ in base al contenuto percentuale di acido citrico, rispettivamente >1,8%, 0,9-1,8% e <0,9%. Questi caratteri possono essere sfruttati per la destinazione industriale del prodotto, facendo anche ricorso ad efficienti protocolli di conservazione del frutto in post-raccolta.

Il panorama varietale a livello mondiale fa registrare la presenza nelle diverse aree di coltivazione di selezioni di origine genetica non nota, principalmente semenzali o mutazioni. Nei paesi che hanno una lunga tradizione nella coltura del melograno, la coltivazione si concentra principalmente su tali varietà locali, mentre nei paesi dove si assiste ad un recente incremento delle superfici investite, la scelta cade quasi esclusivamente sulla cultivar Wonderful che sembra dare maggiori garanzie sui mercati internazionali. In India, in Cina e in Israele sono presenti anche cultivar provenienti da programmi di miglioramento genetico per incrocio. Le cultivar maggiormente diffuse a livello mondiale sono: ‘Wonderful’ di origine americana, ‘Acco’, israeliana, ‘Mollar de Elche’, spagnola, ‘Hicanzar’, turca, ‘Bhagwa’, indiana.

Le cultivar di melograno si possono classificare in base ad una gamma di caratteri che presentano una variabilità piuttosto ampia. Le varietà si distinguono per le dimensioni dei frutti, per il colore dell’epicarpo (dal giallo, al verde, al rosa, al rosso, al porpora/nero), per il colore interno degli arilli (dal quasi bianco, al rosa, al rosso, al rosso scuro), per la dimensione degli arilli (piccoli, medi, grandi), per la consistenza del seme (duro, medio, soffice), per lo spessore della buccia, per la destinazione del prodotto (frutto fresco o succo), per l’attitudine alla conservabilità e per l’epoca di maturazione dei frutti.

Cultivar straniere

Acco

È una varietà precoce israeliana, molto dolce, che in Italia matura già a settembre. La pianta è abbastanza produttiva. Ha un’ottima resa in succo e gli arilli si separano molto facilmente per questo è adatta sia al consumo fresco che all’industria. Il frutto, di medie dimensioni (250-450 g), ha una colorazione della buccia che può essere rosa o rossa, il succo è di colore rosso acceso ed ha un sapore agrodolce.

Bhagwa

È stata rilasciata nel 2003 nel Maharashtra. È la cultivar più diffusa in India ed è una varietà sempreverde che, in relazione alle pratiche colturali utilizzate, produce frutti tutto l’anno. Il frutto è di dimensioni medio-piccole (200-350 g), con buccia spessa di colore rosso-giallastro, arilli rosati

con seme soffice. È destinata al consumo locale ma anche al mercato europeo. Attualmente la cultivar Bhagwa è molto apprezzata in India per il colore, il gusto dolce e l'elevata produttività anche se è però suscettibile al cancro batterico che può avere una significativa incidenza .

Hicaznar

È la principale cultivar turca, con maturazione medio-tardiva. I frutti sono di dimensioni medio grandi (300-450 g) con un colore rosso all'esterno e ancor più intenso all'interno; si caratterizza per il sapore acidulo e per la presenza di semi duri. Gli arilli sono particolarmente aderenti al frutto e dunque si sgrana con difficoltà. Presenta una buona serbevolezza e resistenza al trasporto.

Mollar de Elche

È una varietà molto diffusa in Spagna ed ha una crescita rapida e vigorosa. I suoi frutti resistono bene alla manipolazione e si conserva bene. Il frutto è dolce e di grande pezzatura (300-600 g), contiene semi piccoli e soffici. La buccia è di colore giallo rosato o rosso chiaro con fondo giallo, invece gli arilli sono di colore rosato, grossi, aromatici e succosi.

Parfianka

È una varietà che matura in epoca intermedia, selezionata negli Stati Uniti partendo da germoplasma introdotto dal Turkmenistan. L'albero ha uno sviluppo più contenuto rispetto a Wonderful ed è molto produttivo. I frutti si raccolgono verso metà ottobre, sono di pezzatura medio-grossa e di colore rosso chiaro intenso, sia esternamente che negli arilli, il seme è piccolo e soffice. Il sapore è dolce e aromatico. Il frutto risulta piuttosto sensibile alla botrite e la pianta è molto spinescente.

Valenciana

È una varietà spagnola molto precoce che matura verso fine settembre, ma ha una ridotta conservabilità del frutto. Il frutto si presenta di medie-grosse dimensioni con una colorazione rosa intensa mentre gli arilli hanno una colorazione rosata e sono molto dolci con un seme soffice.

Wonderful

Questa varietà è stata identificata in California ed è la più coltivata negli Stati Uniti, in Israele e in molti altri paesi. Si tratta di una cultivar policlonale che racchiude diversi genotipi dai caratteri molto uniformi. È una delle principali varietà presenti sui mercati europei ed americani, rappresenta la cultivar di riferimento a livello mondiale. Matura a fine ottobre, resiste alle manipolazioni e si conserva per diversi mesi. I frutti sono di dimensioni grandi (350-600 g), la buccia è di medio spessore

e dal colore rosso porpora. Gli arilli sono grossi e fortemente colorati ed hanno un seme dalla consistenza intermedia. La cultivar ha un'elevata resa in succo dal sapore agrodolce e può essere destinata sia al consumo fresco che all'industria di trasformazione.

Wonderful precoce

È una mutazione gemmaria della Wonderful ottenuta in California (Stover e Mercure, 2007), molto produttiva, che matura poco dopo Acco e circa due settimane prima della Wonderful, rispetto a questa ha una buccia più colorata. I frutti sono di dimensioni medie e gli arilli, come il succo, di color rosso intenso, il seme è di media consistenza, il gusto è agro-dolce.

Cultivar italiane

La lunga storia di presenza del melograno in Italia, unitamente alla facilità di propagazione, sia gamica che agamica, ha portato alla presenza di numerosi ecotipi e varietà locali e diverse istituzioni scientifiche si sono negli anni interessate alla loro individuazione, al loro recupero e alla caratterizzazione. Nel 2005, nell'ambito di un progetto promosso dalla regione siciliana ed avviato grazie alla collaborazione di diverse istituzioni scientifiche, sono state individuate, caratterizzate e georeferenziate su territorio siciliano numerose accessioni del germoplasma locale e ne sono state valutate le principali caratteristiche qualitative (colore, solidi solubili totali, pH, acidità totale e indice di maturazione) utili per la caratterizzazione; nel dettaglio, quasi il 50% sono risultate appartenenti al gruppo delle varietà 'dolci' e quasi tutte erano accumulate da grani con elevato grado di consistenza del seme. In particolare, è stata individuata una selezione, denominata 'Primosole', che presenta buone caratteristiche bioagronomiche (La Malfa et al., 2009), tale da essere attualmente diffusa in alcuni campi pilota e presso alcuni vivaisti siciliani.

Dente di cavallo

È una storica varietà italiana e nel 1960 ne sono state descritte quattro accessioni, reperite nella Sicilia orientale (Damigella, 1960). Questi genotipi si possono distinguere per la consistenza del seme e per l'epoca di maturazione, suddividendoli in: dente di cavallo tipica, dente di cavallo tardiva, dente di cavallo a coccio duro e dente di cavallo a coccio tenero. La varietà produce frutti di grandi dimensioni (oltre i 370g) e con una buccia spessa, un'alta percentuale di polpa, arilli dalla colorazione rossa o

rosa. Il succo ha un livello di acidità abbastanza elevato, ma nonostante tutto risulta gradevole. È una pianta vigorosa con maturazione medio-tardiva.

Primosole

È una varietà identificata dall'Università di Catania nell'ambito del germoplasma siciliano (La Malfa et al., 2009), la pianta è vigorosa, poco spinescente ed ha una buona produttività. I frutti e gli arilli rosati sono di grandi dimensioni, hanno un seme di media durezza ed i frutti sono sensibili alla spaccatura. Il succo ha un elevato contenuto di antociani ed è molto aromatico, con un grande contenuto zuccherino. La maturazione è tardiva.

Caratteristiche qualitative dei frutti e del succo

Il succo di melograno contiene zuccheri quali il glucosio e il fruttosio con una prevalenza del primo sul secondo, acidi organici con acido citrico e malico in quantità più rilevanti, ma anche acido tartarico, ossalico, fumarico e succinico in quantità minori. Il succo di melograno contiene anche sali minerali (potassio, fosforo, calcio, ferro, manganese, zinco e rame), acido ascorbico, composti fenolici e composti aromatici. Il colore rosso del succo è determinato dalla presenza di antocianine, in particolare nel succo di melograno sono stati identificati sei composti differenti: i 3-glucosidi e i 3, 5-diglucosidi della pelargonidina, della cianidina e della delphinidina. A conferma degli effetti positivi sulla salute umana, è da sottolineare che il succo di melograno può contenere una quantità di sostanze antiossidanti anche tre volte superiore a quella contenuta nel vino rosso o nel tè verde (Gil et al., 2000; Schubert et al., 1999).

Domina et al. nel 2007 hanno analizzato ben 44 accessioni provenienti da diverse località siciliane che si contraddistinguono per l'elevato tenore zuccherino, la bassa acidità e la discreta resa in succo ma con consistenza del seme variabile. Tratti distintivi sono l'elevato profilo antocianico e polifenolico, nonché l'alto potenziale antiossidante tramite determinazione dell'ORAC (fig. 2.1).

Fig. 2.1 – Contenuto (mg/L) di antocianine totali e attività antiossidante determinata tramite ORAC ($\mu\text{mol TE}/100\text{ml}$) di accessioni di melograno autoctone.

La maggior parte delle proprietà benefiche sono indubbiamente legate agli elevati livelli di composti fenolici presenti in questo frutto che proteggono l'organismo dallo stress ossidativo, principale fattore eziologico delle malattie maggiormente diffuse nelle società occidentali. Sebbene il frutto sia coltivato in diverse aree geografiche nel mondo, diversi studi hanno messo in evidenza come la quantità di molecole bioattive, principalmente composti fenolici ed in particolare antocianine, è influenzata a livello sia genetico che pedoclimatico; infatti, succhi provenienti da varietà di melograni coltivati in aree a clima arido presentano un contenuto in antocianine minore rispetto a quelle coltivate in ambiente mediterraneo. Ciò potrebbe essere ascritto ad una maggiore degradazione delle antocianine dovuta alle alte temperature o all'effetto termico inibente sui livelli di espressione dei geni coinvolti nella biosintesi di tali molecole (Shwartz et al., 2009; Borochoy-Neori et al., 2009,2011). E' stata monitorata, nel mese di ottobre del 2014, l'evoluzione settimanale nel corso della maturazione di diversi parametri qualitativi (zuccheri totali, acidità totale, antocianine totali, vitamina C) di cultivar internazionali ('Wonderful', 'Acco', 'Mollar de Elche' e 'Parnipal') e di germoplasma autoctono ('Primosole' e 'Dente di cavallo') coltivati in Sicilia orientale (Pannitteri, 2016 - tesi di dottorato). Particolare attenzione è stata rivolta al contenuto di antocianine totali (tab.

2.1). Appare evidente che la ‘Mollar de Elche’ è risultata la cultivar più precoce raggiungendo il picco antocianico già alla seconda data di raccolta. Le cultivar col maggiore contenuto antocianico sono risultate ‘Wonderful’ ed ‘Acco’, comunemente usate per il taglio dei succhi sia per il colore che per l’elevato valore in acidità totale (sino a 26 mg/l sia per Wonderful che per Acco).

	Dente di cavallo	Primosole	Wonderful	Mollar de Eche	Parnipal	Acco
8 ottobre	56.6	53.4	202.8	57.4	22.2	163.0
15 ottobre	72.3	61.2	274.7	72.3	32.1	318.8
22 ottobre	129.9	86.7	291.9	72.8	38.4	339.2

Tab.2.1 - antocianine totali espresse come mg/L di cianidina 3-glucoside, di accessioni siciliane di melograno a confronto con cultivar straniere, dati Di3A.

Di seguito vengono riportate alcune caratteristiche dei frutti, dei semi e del succo di alcune varietà spagnole e italiane allevate presso il campol collezione dell’Università degli Studi di Catania (La Malfa et al 2009).

Accessione	Peso frutto (g)	Polpa (%)	Spessore della buccia (mm)
Mollar de Elche	344,4	76,6	3,85
Valenciana	241,6	66,5	3,18
Primosole	378,9	77,2	4,72
Dente di cavallo	383,7	78,2	4,58

Tab.2.2 - Caratteristiche dei frutti (dati Di3A).

Accessione	Peso 100 arilli	Colore degli arilli	Consistenza del seme
Mollar de Elche	34,5	Rosso	Tenero
Valenciana	29,2	Rosso	Tenero
Primosole	38,5	Rosa-Rosso	Intermedio
Dente di cavallo	39,3	Rosa-Rosso	Duro

Tab 2.3 - Caratteristiche degli arilli (dati Di3A).

Accessione	pH	AT (g/100ml)	SST (° Brix)	SST/AT
Mollar de Elche	4,29	0,19	16,2	91,5
Valenciana	4,15	0,20	16,0	80,9
Primosole	4,26	0,19	16,2	84,4
Dente di cavallo	4,14	0,33	15,6	50,3

Tab 2.4 - Caratteristiche del succo (dati Di3A).

Innovazione nel post-raccolta

I frutti di melograno sono caratterizzati da una vita post-raccolta relativamente lunga, durante la quale le caratteristiche chimiche e nutrizionali subiscono lievi alterazioni. A motivo dei bassi livelli di respirazione e di etilene prodotti, il melograno viene considerato frutto aclimaterico. I principali problemi per la conservazione dei frutti riguardano la perdita in peso (con rapido disseccamento della buccia), la diminuzione della pezzatura, l'insorgenza di imbrunimenti (riscaldamento o husk-scald) sulla buccia, ai quali si accompagna la presenza di funghi patogeni. L'ausilio di nuovi metodi di conservazione proposti per aumentare la conservabilità anche a condizioni di temperatura inferiori rispetto a quelle che per molte cultivar di melograno fanno registrare danni da freddo e per una ulteriore estensione del calendario di offerta del prodotto, permetterebbe di allungare l'epoca di commercializzazione e di raggiungere mercati esteri distanti; ciò anche in considerazione del fatto che il frutto conservato, anche qualora subisca un lieve decadimento della qualità esteriore

(raggrinzimento e indurimento della buccia), manterrebbe all'interno una buona qualità dei semi che possono quindi essere estratti ed usati per la trasformazione. Su tale base, D'Aquino et al., nel 2009 hanno potuto confermare come l'uso del fungicida Fludioxonil (registrato negli Stati Uniti per l'utilizzo in postraccolta) dopo tre settimane di conservazione a 20 °C, sia efficace nel ridurre al di sotto del 10% il decadimento di frutti con ferite artificiali e soprattutto nel contenere i danni causati da *Botrytis* spp. e *Penicillium* spp. Minore efficacia è stata invece riscontrata nel limitare i danni da marciumi interni al frutto determinati da altri agenti per i quali viene invece suggerita l'adozione di una strategia di controllo in campo. Quindi, nel 2010 il lavoro si è ampliato valutando gli effetti dell'applicazione di un film plastico sui frutti singoli, anche in abbinamento con trattamenti con Fludioxonil, per periodi di conservazione fino a 12 settimane a 8°C seguiti da un periodo di una settimana a 20°C, per simulare le condizioni di mercato (D'Aquino et al., 2010). Tali trattamenti hanno consentito una riduzione della respirazione ed un più accettabile aspetto esteriore del frutto con minori danni a carico della buccia. La gamma di prodotti ottenibili dal melograno è ampia e diversificata. Essa include infatti succhi, succhi concentrati, succhi fermentati, sciroppi, confetture, gelatine, granatine, estratti dal pericarpo, olio di semi, grani freschi pronti al consumo, grani essiccati, vino di melograno, oltre a numerosi prodotti cosmetici e farmaceutici. Diversi fattori come cambiamenti negli stili di vita dovuti alla destrutturazione della famiglia, incremento del numero di pasti consumati fuori casa, influenze di mercato e la presa di coscienza degli effetti benefici che ha una corretta alimentazione sulla salute umana, hanno portato il settore tecnologico allo studio e alla realizzazione di confezioni di alimenti vegetali freschi pronti al consumo diretto.

Nello specifico caso del melograno, i grani, che dal punto di vista botanico sono dei semi esalbuminosi, rappresentano un prodotto piuttosto stabile e facilmente conservabile senza significative compromissioni delle loro caratteristiche qualitative. Palma *et al.*, nel 2009 hanno valutato le proprietà chimico-organolettiche dei grani estratti e conservati in vaschette di polipropilene a 5°C per 10 giorni riscontrando solo lievi aumenti dell'acidità titolabile e una lieve diminuzione della quantità di composti fenolici totali. Inoltre, un panel test ha indicato l'assenza di cambiamenti negativi legati al colore, all'aspetto, al sapore e all'accettabilità complessiva del prodotto. Per la notevole difficoltà alla sgranatura da parte del consumatore e per la sempre più diffusa destinazione del frutto come prodotto di IV gamma, sono oggi disponibili sul mercato attrezzature a diversa scala per agevolare la separazione dei grani del mesocarpo; si va, infatti, da piccoli dispositivi ad utilizzo casalingo ad attrezzature meccaniche per strutture di ristorazione collettiva di piccole e

medie dimensioni, sino a grandi attrezzature per la separazione meccanica e totalmente automatizzata dei grani, sino a 20 frutti al minuto con estrazione di circa 250 kg di grani l'ora.

3. Il ficodindia

Inquadramento botanico del ficodindia

Il ficodindia è una pianta che appartiene all'ordine *Caryophyllales*, famiglia *Cactaceae*, sottofamiglia *Opuntioideae*, tribù *Opuntieae*, genere *Opuntia*, specie *Opuntia ficus-indica*.

L'*O. ficus-indica* è una specie originaria del Messico ed era diffusa tra le popolazioni del Centro America, che la coltivavano e la commerciavano già ai tempi degli Aztechi.

Il ficodindia arrivò in Europa con gli spagnoli verso la metà del 1500, a seguito della conquista del nuovo mondo. Venne coltivata per lo più nelle miti regioni mediterranee, dove trovò le condizioni ambientali ottimali per diffondersi velocemente, al punto da diventare uno degli elementi più comuni del paesaggio.

La sua predisposizione è quella di conquistare spazi aridi, diventando tradizionalmente frangivento in lunghe muraglie, ma anche guardia dei confini dei campi.

Viene coltivato con finalità diverse nei differenti paesi produttori, se in Italia il prodotto principale sono i frutti, in Messico sono largamente utilizzate le giovani pale (nopalitos), nei paesi più aridi assume sempre maggior importanza come pianta da foraggio per il bestiame.

Caratteristiche botaniche

La pianta di ficodindia ha una crescita molto rapida e può raggiungere i 3-5 metri di altezza, presenta un apparato radicale superficiale, che si estende prevalentemente in senso orizzontale. La distribuzione delle radici dipende dal tipo di suolo: in condizioni di terreno favorevoli le radici penetrano di quasi 30cm nel suolo e si estendono attorno al fusto della pianta fino a 2-5 m.

La peculiarità delle piante del genere *Opuntia* sono i cladodi, comunemente conosciuti come "pale", rami carnosì che assumono l'aspetto e le funzioni delle foglie e svolgono la fotosintesi clorofilliana. I cladodi hanno forma appiattita e ovaliforme, sono lunghi 30-40 cm, larghi 15-20 cm, spessi da 1,5-3 cm e sono ricoperti da una cuticola cerosa che limita la traspirazione. Sotto l'epidermide si trova il parenchima, costituito da cellule ricche di mucillagini. I cladodi svolgono la fotosintesi clorofilliana con un consumo d'acqua molto ridotto in quanto le opunzie sono piante a metabolismo CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) e quindi caratterizzate dall'apertura degli stomi nelle ore notturne piuttosto che in quelle diurne.

I cladodi, inserendosi l'uno sull'altro, danno vita alla caratteristica forma, senza un vero e proprio tronco, che invece si verrà a formare solo dopo il quarto-quinto anno di vita della pianta, quando i cladodi basali andranno incontro a lignificazione costituendo così una sorta di tronco.

Le foglie, presenti sui giovani cladodi, hanno una durata di circa 30 giorni, hanno una forma conica e misurano pochi millimetri. Alla loro base compaiono le areole, gemme ricoperte da setole aghiformi, da cui si sviluppano spine, glochidi (aculei setosi), cladodi e fiori. Le spine vere e proprie sono assenti nelle specie dette inermi, così come in molte varietà di *O. ficus-indica*. I glochidi, in genere presenti, sono spine sottilissime non sclerificate, di pochi millimetri, di colore giallo-bruno.

I fiori crescono sulla sommità del cladodo o nella zona più esposta al sole, sono ermafroditi, hanno il calice e la corolla formati da sepali poco evidenti e petali appariscenti che variano di colore dal giallo all'arancio. I fiori hanno un ovario infero, uniloculare e numerosi stami. L'impollinazione è di tipo autogamo e cleistogamo, grazie alla precoce fertilità dello stamma, che viene di norma impollinato prima dell'apertura del fiore. Questa caratteristica è la causa della scarsa variabilità genetica di questa specie.

La fioritura avviene in primavera e, ai fini di una produzione di maggiore pregio e con una maturazione tardiva, si è diffusa in Sicilia la tecnica della "scozzolatura". Essa si basa sull'asportazione del primo flusso di fiori dal cladodo. L'eliminazione dei fiori viene effettuata nel periodo compreso tra l'inizio di maggio e metà giugno e fa sì che la pianta, nelle successive 2-3 settimane, emetta nuovi fiori e nuovi cladodi. In tal modo, dal nuovo flusso di fioritura si ha una produzione tardiva di frutti, la cui raccolta è scalare e va dalla fine di settembre ai primi di dicembre. I fichidindia di questa seconda fioritura prendono il nome di "bastardoni" e hanno migliori caratteristiche qualitative, in termini di dimensioni, consistenza del frutto e gusto.

Il frutto è una bacca carnosa, uniloculare, polispermica, con un peso che va dai 100 ai 400g. La forma è variabile in quanto i primi frutti sono più tondeggianti mentre quelli più tardivi hanno una forma più allungata.

Superficie e produzione

Il ficodindia viene coltivato in molte aree del mondo ed il maggior produttore mondiale è il Messico con oltre 60.000 ha dedicati alla coltivazione (dati FAO, 2017). A seguire, come estensione di superficie coltivata, troviamo la Tunisia, il Brasile, l'Algeria ed il Perù.

Il primo paese produttore a livello europeo è l'Italia, con una superficie dedicata alla coltivazione di 15.000 ha. In Italia la coltivazione del ficodindia ha trovato le condizioni ideali di diffusione nelle regioni del sud, ed in particolar modo la produzione è concentrata in Sicilia con il 90 %, mentre il restante 10% è suddiviso tra Calabria, Puglia e Sardegna. La maggior parte della produzione è destinata al consumo fresco.

Tipo di coltivazione		Fichidindia			
Seleziona periodo		2018			
Tipo variabile		superficie totale - ettari	superficie in produzione - ettari	produzione totale - quintali	produzione raccolta - quintali
Territorio:Italia					
		8463	7717	1499897	1488935
Nord		1	1	225	220
Veneto		1	1	225	220
Centro		6	6	662	640
Lazio		6	6	662	640
Mezzogiorno		8456	7710	1499010	1488075
Puglia		328	327	25540	24330
Calabria		43	43	3600	3500
Sicilia		8085	7340	1469870	1460245
Trapani		50	50	1500	1500
Palermo		570	560	52920	52920
Messina		900	650	9800	6000
Agrigento		1100	1080	210800	209100
Caltanissetta		750	700	70000	70000
Enna		750	750	82500	78375
Catania		3800	3400	1020000	1020000
Ragusa		70	60	6000	6000
Siracusa		95	90	16350	16350

Fonte: Dati ISTAT del 2018

Nell'ultimo ventennio, il ficodindia in Sicilia sta riscuotendo un crescente successo in relazione alle sue caratteristiche positive, ampliandone così il settore di produzione e vendita. In particolare, oggi in Sicilia, ci sono quattro importanti aree di produzione (fig. 3.1): l'areale di San Cono (CT), le zone del monte Etna che comprendono numerosi comuni alle pendici del vulcano, l'areale di Santa Margherita Belice (AG) e una zona in forte espansione nel territorio di Roccapalumba (PA).

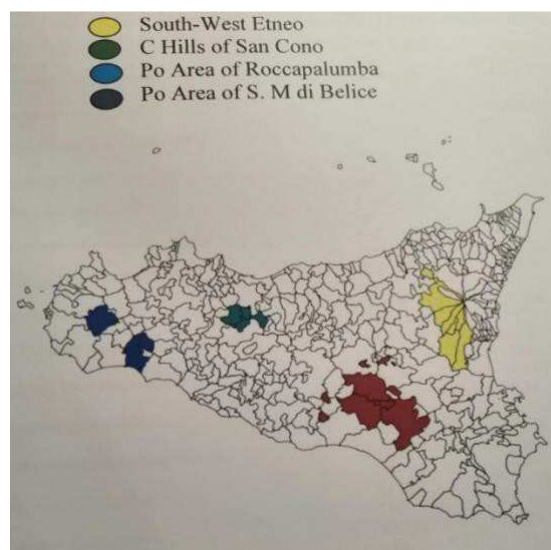


Fig. 3.1 - Localizzazioni delle maggiori produzioni in Sicilia

Due di questi areali di produzione possono fregiarsi del marchio di Denominazione d'Origine Controllata (DOP) e sono: il “Ficodindia dell'Etna” ed il “Ficodindia di San Cono”.

Il “Ficodindia dell'Etna” ha ricevuto il riconoscimento il 26 Agosto del 2003 e le zone di produzione ricadono nei comuni di Bronte, Adrano, Biancavilla, S. M. di Licodia, Ragalna, Camporotondo, Belpasso e Paternò, ad una altitudine che va dai 150 ai 750 metri s.l.m.. I frutti prodotti da questi areali sono caratterizzati da un sapore delicatamente zuccherino, dall'alta quantità di fibre (4 g per 100 g di prodotto).

Il “Ficodindia di San Cono” ha ricevuto il riconoscimento il 15 marzo del 2013, la zona di produzione è posta ad una altitudine tra i 200 ed i 600 metri s.l.m. ed i comuni interessati sono San Cono e San Michele di Ganzaria in provincia di Catania, Piazza Armerina in provincia di Enna e Mazzarino in provincia di Caltanissetta.

Panorama varietale in Italia

Nonostante l'ampia varietà genetica del genere *Opuntia*, solamente alcune specie e poche varietà sono sfruttate per fini commerciali. Nei principali paesi produttori le varietà che vengono coltivate sono afferenti alle specie *O. streptacantha* Lem., *O. amyclaea* Ten. ed *O. lindheimeri* Engel, ma la più diffusa è certamente la *O. ficus indica* Mill.

L'Italia è l'unico stato europeo dove il ficodindia è coltivato su larga scala, quasi esclusivamente in Sicilia. Le cultivar siciliane prendono il nome in base alla colorazione del frutto:

- la **Gialla** (Surfarina o Nostrale), costituisce l'88-90 % degli esemplari coltivati, ha una grande resistenza alla manipolazione in post raccolta, ai fenomeni di spaccatura, alla conservazione ed al trasporto.
- la **Rossa** (Sanguigna), rappresenta circa il 10 % del esemplari coltivati, ha un'elevata sensibilità alla spaccatura, ma ha una buona resistenza alla manipolazione ed al trasporto.
- la **Bianca** (Muscaredda o Sciannarina) rappresenta il restante circa 2% degli esemplari coltivati, ha una buona produttività.

Caratteristiche qualitative del frutto e del succo

I frutti del ficodindia sono buone fonti di minerali come K, Ca e Mg; contengono acido ascorbico da 7,6 a 23,3 mg/100 g sul peso fresco, il contenuto di carotenoidi varia da 2,58 a 4,71 g/100 g sul peso fresco, e contengono importanti aminoacidi come lisina e metionina (Angulo-Bejarano 2014). La caratteristica principale del ficodindia è la presenza di pigmenti idrosolubili di tipo betalainico che si accumulano nel vacuolo. Le principali betacianine e la betaxantine in questo frutto sono la betanina e l'indicaxantina e le modifiche nella proporzione di questi pigmenti si riflettono sul colore della polpa (Stintzing et al., 2002).

La qualità dei frutti può essere influenzata dalle condizioni ambientali; in questo senso, uno studio sulle due cultivar, Rossa e Gialla (Inglese et al., 2010), mostra come peso, forma e contenuto totale di solidi solubili del frutto cambino in base alle condizioni ambientali (sito, altitudine) mentre percentuale di polpa, pH e acidità totale titolabile si mantengono invariate. Il peso del frutto e il contenuto di semi dipendono dalla cultivar, mentre la superficie del cladode risulta poco correlata con la qualità dei frutti (Inglese et al 2010).

Tra le sostanze con effetto nutraceutico che caratterizzano il frutto di ficodindia vi sono in primo luogo antiossidanti appartenenti al gruppo dei flavonoidi. In tutte le specie di *Opuntia* risultano alti i livelli di quercetina, seguiti da isoramnetina, luteolina e kaempferolo. La betaxantina è presente solo in *O. ficus indica* rappresentata dalla indicaxantina (Angulo-Bejarano 2014). Dalla presenza di tali composti deriva l'alto potere antiossidante.

Gli effetti benefici del ficodindia sono stati ampiamente studiati e accanto ad effetti antidiabetici (Zhao et al 2011), antitumorali (Zou 2005) e antiobesità (Yoon 2011), sono stati riscontrati effetti

epatoprotettivi (Kim 2017), antiulcera (O' Malley 2003) e di protezione generica contro l'invecchiamento cellulare e i processi infiammatori (Angulo-Bejarano 2014).

Di seguito si riassume le principali caratteristiche del frutto, per le varietà italiane, derivanti da studi svolti presso il Di3A dell'Università di Catania (tab. 3.1).

Parametri	Bianca	Rossa	Gialla
pH	5.3-7.1	5.9-6.2	6.2-6.3
Acidi (% Acido citrico)	0.01-0.18	0.03-0.04	0.55-0.57
Solidi Solubili (°Brix)	12-17	12.8-13.2	13.5-14.5
Vitamina C (mg 100g ⁻¹)	4.6-41.0	20.0-31.5	24.1-28.0
β-carotene (mg 100g ⁻¹)	0.53	-	0.85-2.28
Luteina (μg g ⁻¹)	26.0	0.15	0.04
Betacianine (mg Kg ⁻¹)	0.1-0.8	111.0-431.0	2.4-11.0
Betaxantine	0.4-3.1	89.4-195.8	16.0-76.3

Tab 3.1 Parametri di qualità dei frutti delle tre varietà siciliane

Le analisi dei frutti non mostrano delle differenze significative per quanto riguarda le caratteristiche chimiche e nutrizionali all'interno delle tre varietà.

Succhi di ficodindia ottenuti dalle tre cultivar a polpa bianca, rossa e gialla, con diverse epoche di raccolta, Agostani (frutti ottenuti dal primo flusso fiorale) e Bastardoni, sono stati analizzati per le principali caratteristiche chimiche (tab. 3.2) ed inoltre caratterizzati per betaline, fenolici totali, flavonoidi, carotenoidi, capacità antiossidanti (DPPH) (tab. 3.3) e potenziale antimicrobico contro batteri patogeni di origine alimentare (Palmeri et al., 2020). Attraverso test chimici, i succhi hanno mostrato alti contenuti in polifenoli totali, flavonoidi e betaline e marcata capacità antiossidante. I succhi ottenuti dagli "Agostani" presentano maggior quantità di polifenoli, di betacianina e betaxantina in particolare nella cultivar rossa; la capacità antiossidante è stata significativamente più alta nei succhi ottenuti dagli Agostani rispetto ai Bastardoni. Per quanto riguarda il potenziale antimicrobico, tutti i succhi hanno rivelato buona attività antibatterica, in particolare contro la *Salmonella enterica*. Questi risultati indicano come i frutti di ficodindia della prima fioritura, pur

avendo un basso valore di mercato come frutta fresca presentano elevate caratteristiche nutrizionali nel semilavorato. Per di più l'uso di tale ingrediente in alimenti ad alto rischio di contaminazione da *Salmonella* può agire come conservante naturale.

		pH	Acido citrico (%)	°Brix	Zuccheri riducenti (%)	Sostanza secca (%)	Proteine (%)
Agostani	Bianca	6.30	0.019	13.00	12.73	13.99	1.24
	Rossa	6.43	0.026	13.25	12.79	12.85	1.22
	Gialla	6.18	0.026	11.75	11.05	12.48	1.23
Bastardoni	Bianca	6.50	0.026	12.70	11.80	14.10	1.65
	Rossa	6.40	0.022	13.50	12.60	13.36	1.74
	Gialla	6.40	0.026	13.00	11.50	14.05	1.65

Tab. 3.2 - Caratteristiche chimiche di succhi di ficodindia ottenuti da Agostani e Bastardoni delle tre differenti cultivar (bianca, rossa, gialla)

		Flavonoidi totali (µg/g)	Betanina totale (µg/g)	Indicaxantina totale (µg/g)	Carotenoidi totali (µg/100g)	Polifenoli totali mg/ml	Attività antiossidante % (DPPH)
Agostani	Bianca	32.826	2.047	1.433	3.437	0.395	37.545
	Rossa	62.915	71.299	49.909	5.463	0.511	49.386
	Gialla	69.295	5.969	4.179	5.868	0.428	45.240
Bastardoni	Bianca	49.418	0.504	0.353	7.084	0.311	28.121
	Rossa	42.562	51.102	35.772	6.637	0.474	36.803
	Gialla	56.916	3.822	2.675	6.930	0.401	23.795

Tabella3.3 - Composti bioattivi presenti nei succhi di ficodindia ottenuti da Agostani e Bastardoni delle tre differenti cultivar (bianca, rossa, gialla)

		L	a	b	C	h
Bianca	Agostani	58.52	-8.43	55.95	56.58	98.57
	Bastardoni	48.60	-9.94	51.19	52.15	100.99
Rossa	Agostani	10.33	25.72	10.36	27.73	21.94
	Bastardoni	9.53	24.16	10.22	26.25	22.94
Gialla	Agostani	25.74	39.87	34.97	53.04	41.25
	Bastardoni	24.59	32.57	35.04	47.84	47.09

Tab. 3.4 - Parametri colorimetrici di succhi di ficodindia ottenuti da Agostani e Bastardoni delle tre differenti cultivar (bianca, rossa, gialla)

Contenuto dei polifenoli totali di succhi di ficodindia ottenuti da Agostani e Bastardoni delle tre differenti cultivar (bianca, rossa, gialla)

Contenuto dei flavonoidi totali di succhi di ficodindia ottenuti da Agostani e Bastardoni delle tre differenti cultivar (bianca, rossa, gialla)

Contenuto di betanina (a) e indicaxantina (b) in di succhi di ficodindia ottenuti da Agostani e Bastardoni delle tre differenti cultivar (bianca, rossa, gialla)

Inibizione del DPPH in di succhi di ficodindia ottenuti da Agostani e Bastardoni delle tre differenti cultivar (bianca, rossa, gialla)

Bibliografia

Melograno

AA.VV. (2019). Il melograno. A cura di Gentile A e Las Casas G. Edagricole – Milano.

Borochoy-Neori H., Judeinstein S., Harari M., Bar-Ya'akov I., Patil B.S., Lurie S., Holland D. (2011). Climate effects on anthocyanin accumulation and composition in the pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit arils. J. Agric. Food Chem. 59, 5325–5334.

Borochoy-Neori H., Judeinstein S., Tripler E., Harari M., Greenberg A., Shomer I., Holland D. (2009). Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. J. Food Comp. Anal. 22, 189–195.

D'aquino S., Palma A., Schirra M., Continella A., Tribulato E., La Malfa S. (2010). Influence of film wrapping and fludioxonil application on quality of pomegranate fruit. Postharvest Biology and Technology, 55(2):121-128

D'aquino S., Schirra M., Palma A., Angioni A., Cabras P., Gentile A., Tribulato E. (2009). Effectiveness of fludioxonil residues in control storage decay on pomegranate fruit. Acta Hort.(ISHS) 818:313-318

Damigella P. (1960). La coltura del melograno in Sicilia orientale. Tecnica agricola 6: 1-15

Domina F., Ferlito F., Gimma G., Restuccia S. and Spartà G. (2007). Caratteristiche pomologiche di accessioni di melograno in Sicilia. Italus Hortus 14:48.

- Gil M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A.A.L. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.* 48, 4581–4589
- Holic R., Xu Y., Caldo K.M.P., Singer S. D., Field C. J, Weselake R. J., Chen G. (2018). Bioactivity and biotechnological production of punicic acid. *Applied Microbiology and Biotechnology* 102:3537–3549 <https://doi.org/10.1007/s00253-018-8883-y>
- Holland D., Hatib K., Bar-Ya'akov. (2009). Pomegranate: Botany, horticulture, breeding. In: Janick J (Ed) *Horticultural Reviews* (Vol 35), John Wiley and Sons, New Jersey, pp 127-191.
- La Malfa S., Continella A., Pannitteri C., Sorbello D., Lo Cicero L., Gentile A. (2014). Melograno in Sicilia: valorizzazione del germoplasma autoctono ed interventi per la filiera produttiva. *Notiziario RGV n. 1-2/2014 numero Speciale “Convegno Melograno”*.
- La Malfa S., Gentile A., Domina F., Tribulato E. (2009). Primosole: a new selection from Sicilian pomegranate germplasm. *Acta Hort.* 818 p125-132.
- Palma A., Schirra M., D'aquino S., La Malfa S., Continella, G. (2009). Chemical Properties Changes in Pomegranate Seeds Packaged in Polypropylene Trays. *Acta Hort. (ISHS)* 818:323-330.
- Pannitteri C. R. (2016). Study of agronomical and postharvest factors influencing qualitative and nutraceutical traits on blood orange and pomegranate fruits. Ph D thesis in: *Agricultural, Food And Environmental Science*. Università di Catania.
- Schubert S.Y., Lansky E.P., Neeman I. (1999). Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. *J Ethnopharmacol.* Jul; 66 (1):11-7.
- Shwartz E., Glazer I., Bar-Ya'akov I., Matityahu I., Bar-Ilan I., Holland D., Amir R. (2009). Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food Chem.* 115, 965–973.
- Stover E., Mercure E.W. (2007). The pomegranate: a new look at the fruit of paradise. *HortScience* 42, 1088–1092.

Ficodindia

- AA.VV. Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear. A cura di: Inglese P., Mondragon C., Nefzaoui A., Sáenz C. (2017). Pubblicato da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) e ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) Roma.
- Angulo-Bejarano P.I., Martínez-Cruz O., Paredes-López O. (2014) Phytochemical Content, Nutraceutical Potential and Biotechnological Applications of an Ancient Mexican Plant: Nopal (*Opuntia ficus-indica*). *Current Nutrition & Food Science*, 2014, 10, 196-217
- Inglese P, Costanza P, Gugliuzza G, Inglese G, Liguori G. Influence of within-tree and environmental factors on fruit quality of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) in Italy. *Fruits* 2010; 65: 179-89.
- Kim JW, Kim TB, Kim HW, Park SW, Kim HP, Sung SH. (2017) Hepatoprotective Flavonoids in *Opuntia ficus-indica* Fruits by Reducing Oxidative Stress in Primary Rat Hepatocytes. *Pharmacogn Mag* Jul-Sep 2017;13(51):472-476; doi: 10.4103/pm.pm_232_16. Epub 2017 Jul 19

O'Malley P. Gastric ulcers and GERD: the new "plagues" of 21st century update for the clinical nurse specialist. Clin Nurse Spec 2003; 17: 286-9.

Palmeri R, Parafati L, Arena E, Grassenio E, Restuccia C, Fallico B. (2020). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Semi-Processed Frozen Prickly Pear Juice as Affected by Cultivar and Harvest Time. Foods 9 (2), 235

Stintzing FC, Schieber A, Carle R. Identification of betalains from yellow beet (*Beta vulgaris* L.) and cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] by high-performance liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry. J Agric Food Chem. 2002; 50: 2302-7.

Yoon JA, Lee SJ, Kim HK, Son YS. Ameliorating effects of a nopal (*Opuntia ficus-indica*) complex on blood glucose in db/db mice. Food Sci Biotechnol 2011; 20: 255-9.

Zhao LY, Lan QJ, Huang ZC, Ouyang LJ, Zeng FH. Antidiabetic effect of a newly identified component of *Opuntia dillenii* polysaccharides. Phytomedicine 2011; 18: 661-8

Zou D, Brewer M, Garcia F, et al. Cactus pear: a natural product in cancer chemoprevention. Nutr J 2005; 4: 25.