

INGREDIENTI ALIMENTARI

AROMI - ADDITIVI - SEMILAVORATI

Novembre/Dicembre 2003

anno 2 - numero 6-(11)

ISSN 1594 - 0543



CHIMAB
FOOD INGREDIENTS



CHIRIOTTI



EDITORI

ANTONIO PIGA

Dipartimento di Scienze Ambientali Agrarie
e Biotecnologie Agro-Alimentari -
Viale Italia 39 - 07100 Sassari - Italia
e-mail: pigaa@uniss.it

Proprietà funzionali dei frutti di fico d'India

Cactus pear fruits functional properties

Parole chiave: betalaine, fico d'India, proprietà funzionali, ingredienti

Key words: betalains, cactus pear, functionality, ingredients

SUMMARY

The constantly increasing demand for nutraceuticals is paralleled by a more pronounced request for natural ingredients and health-promoting foods. The multifunctional properties of cactus pear fit well this trend. Recently data revealed the high content of some chemical constituents, which can give added value to this fruit on a nutritional and technological functionality basis: high levels of betalains, taurine, calcium, and magnesium are noteworthy.

SOMMARIO

Il costante incremento di domanda di nutraceutici è collegato, tra gli altri, alla crescente richiesta di ingredienti naturali e prodotti salutistici. In questo contesto si inserisce a pieno titolo la "multi-funzionalità" dei frutti di fico d'India. Recenti ricerche hanno, infatti, messo in evidenza l'elevato contenuto di diversi componenti, che possono fornire a questo frutto un elevato valore aggiunto dal punto di vista nutrizionale e per la funzionalità tecnologica. Degni di nota, in particolare, la presenza di elevati contenuti di betalaine, dell'aminoacido taurina e degli elementi minerali calcio e magnesio.

INTRODUZIONE

Il fico d'India è originario del Messico e, come le altre *Cactaceae*, è caratterizzato da una elevata variabilità genetica, che gli ha permesso di svilupparsi in oltre 1600 specie ed un gran numero di varietà (Gibson and Nobel, 1986; Odoux and Dominguez-Lopez, 1996). Nonostante l'ampia variabilità genetica, solamente alcune specie e poche varietà sono sfruttate per scopi commerciali. Le principali specie coltivate sono *Opuntia ficus-indica* Mill., *O. streptacantha* Lem., *O. amyclaea* Ten., and *O. lindheimeri* Engel. Queste quattro specie si ritrovano in tutti i paesi produttori, e la più diffusa è la *Opuntia ficus-indica* Mill. La produzione commerciale di frutti, parti di pianta e derivati è diffusa in Messico e nel continente sud-americano, in California e Texas, e in diversi paesi del bacino del Mediterraneo (Sepúlveda and Sáenz 1990). L'Italia, in particolare, è l'unico stato europeo dove il fico d'India è coltivato su larga scala, quasi esclusivamente in Sicilia. Le varietà principali sono conosciute come "Bianca", "Gialla" e "Rossa, dal colore dei frutti, i quali maturano nei mesi di agosto e settembre, anche se è possibile trovarli a novembre-dicembre, in seguito ad una seconda fioritura estiva stimo-

lata dall'asportazione dei fiori in primavera (scozzolatura). Il frutto è una bacca carnosa, di forma, dimensione e colore variabili, con un numero elevato di semi, un alto contenuto in zuccheri e bassissima acidità (<0,1%).

Per le popolazioni del Messico, Perù e di alcuni stati del Nord Africa il fico d'India fornisce un contributo essenziale nella dieta giornaliera, mentre per gli altri stati il consumo è occasionale, a causa, fondamentalmente, del costo (Brusch and Zimmermann, 1993). A parte questo, le proprietà funzionali di questo frutto sono degne di attenzione. Appare, pertanto, importante un suo studio approfondito, in vista di uno sfruttamento adeguato di questa specie. Di seguito sono esposte le notizie più recenti sui principali componenti ad alto impatto funzionale del fico d'India.

PIGMENTI

I pigmenti idro-solubili sono localizzati nei vacuoli. Il fico d'India deve la sua particolarità alla presenza di betalaine. Questi pigmenti, infatti, sono un'esclusiva di sole 10 famiglie dell'ordine delle *Caryophyllales* e, dal punto di vista chimico, sono

cromoalcaloidi azotati (Mabry, 1970; Piatelli, 1981). La loro presenza esclude quella delle antocianine (Clement and Mabry, 1996).

La loro importanza come coloranti alimentari è stata presa in considerazione a partire dagli anni settanta (Von Elbe and Mang., 1973; Von Elbe *et al.*, 1974; Pasch *et al.*, 1975). Rispetto alle antocianine, per esempio, sono stabili in un intervallo di pH tra 4 e 7, quindi sono particolarmente indicate per la colorazione di alimenti non acidi. A tutt'oggi la principale fonte di betalaine per usi alimentari deriva dalle barbabietole rosse (*Beta vulgaris* (L.) subsp. *vulgaris* cv. *rubra*), che contengono una betacianina, la betanina, sino a 50 mg/100 g (E 162). Sono stati trovati valori di betanina variabili tra i 40 ed i 60 mg/100 di peso fresco in varietà commerciali, mentre in alcuni ibridi si raggiungono quantità anche superiori ai 150 mg/100 g (Sobkowska *et al.*, 1991). Sino ad oggi sono state tradizionalmente utilizzate altre fonti di betalaine, anche se non sempre autorizzate. Un esempio è l'amarantina derivante dall'amaranto, autorizzata in Cina (Cai and Corke, 1999). Data l'estrema variabilità genetica ed alcuni problemi tecnologici associati all'uso delle barbabietole, si crede che i frutti di fico d'India potrebbero essere una fonte importante e alternativa di betalaine, anche perché la presenza di betacianine e betaxantine permette un ampio intervallo cromatico. La sperimentazione sulla presenza di betalaine nei frutti di fico d'India è stata focalizzata principalmente sui frutti a colorazione rossa o porpora della buccia e della polpa, nonostante la maggioranza delle varietà abbiano una colorazione aranciata o gialla. Nella **tab. 1** sono elencate le molecole ritrovate in diverse specie di fico d'India. Come si può notare, sono state ritrovate 3 betacianine (betanina e fillocactina, più gli isomeri C15 e i corrispondenti agliconi, e neobetanina) e 5 betaxantine (indicaxantina, miraxantina II, vulgaxantina I, II e IV) (Stintzing *et al.*, 2001; Stintzing *et al.*, 2002). Oltre a queste, sono state identificate 5 nuove betaxantine, proprio su fichi d'India colti-

Tabella 1 - Presenza di betacianine e betaxantine in varie *Opuntia* spp.

Specie*	Betacianine	Betaxantine
<i>O. bergeriana</i>	betanidina betanina fillocactina	indicaxantina miraxantina II vulgaxantina I vulgaxantina II
<i>O. decumbens</i>	betanina	-
<i>O. dillenii</i>	betanina	-
<i>O. engelmannii</i>	betanina fillocactina	-
<i>O. ficus-indica</i> ^x	betanina isobetanina neobetanina	indicaxantina miraxantina II vulgaxantina I vulgaxantina II vulgaxantina IV addotti dell'acido betalamico con acido γ-aminobutirrico, fenilalanina, isoleucina, serina e valina
<i>O. guatemalensis</i>	betanina	
<i>O. monacantha</i> ^x	betanidina betanina fillocactina	indicaxantina vulgaxantina I
<i>O. paraguensis</i>	betanina fillocactina	-
<i>O. polyacantha</i>	betanidina betanina	-
<i>O. ritteri</i>	betanina fillocactina	-
<i>O. robusta</i>	betanina	-
<i>O. streptacantha</i>	betanina fillocactina	-
<i>O. stricta</i>	betanina neobetanina	-
<i>O. tomentella</i>	betanina fillocactina	-
<i>O. tomentosa</i>	betanina fillocactina	-
<i>O. vulgaris</i> ^x	betanina	indicaxantina vulgaxantina I

^x Presenza di acido betalamico libero.

* Adattato da: Stintzing *et al.*, 2001; Stintzing *et al.*, 2002.

vati in Italia (Stintzing *et al.*, 2002), derivanti dalla coniugazione dell'acido betalamico e un aminoacido (acido γ-aminobutirrico, fenilalanina, isoleucina, serina e valina). Inoltre, in alcuni casi è stata rilevata la presenza di acido betalamico libero, precursore delle betalaine. Come detto, i vantaggi tecnologici dell'uso delle betalaine di fico d'India, rispetto a quelle di barbabietola, sono evidenti; infatti, il fico d'India, al contrario delle barbabietole rosse, non ha il sapore sgradevole legato alla presenza della geosmina e della 3-sec-

butil-metossipirazina (Acree *et al.*, 1976; Murray and Whitfield, 1975), non possiede, inoltre, alti livelli di nitrati e di contaminazione microbica (Henry, 1996). D'altra parte, le betalaine del fico d'India potrebbero aver qualche problema di stabilità, in quanto non sono stati fatti ancora studi approfonditi sulle miscele (come detto siamo di fronte ad una combinazione di betacianine e betaxantine). Un altro problema ancora da risolvere, inoltre, riguarda la resa ed il costo di produzione delle betalaine dal fico d'India. Conside-

rando che, sia le produzioni unitarie di prodotto, sia il contenuto (qualora si utilizzino la polpa e la buccia) possono essere simili a quelle delle barbabietole e che ancora non è stata fatta un'adeguata selezione di varietà di fico d'India per aumentare il contenuto di tali pigmenti, potremmo avere, dunque, una resa unitaria di estrazione paragonabile a quella delle barbabietole. Il problema da superare risiede nella necessità di ottimizzare la fase di eliminazione delle spine dalla buccia senza alterare le caratteristiche del frutto e delle betalaine. La produzione di un concentrato di fico d'India a 70°Brix ha, ancora, un costo doppio rispetto a quello ottenuto dalla barbabietola. Una serie di interventi mirati (incremento della produzione mondiale e della resa per ettaro, selezione di varietà a maggiore contenuto in betalaine, aumento delle rese di estrazione, possibilità di aver uno spettro cromatico migliore), potrebbe tuttavia rendere questa potenzialità realmente sfruttabile dall'industria.

ALTRI COMPONENTI IMPORTANTI DAL PUNTO DI VISTA NUTRIZIONALE

A prima vista potrebbe sembrare che il fico d'India non si discosti molto dal punto di vista compositivo da altre specie di frutta tropicale. Ciò nonostante, gli elevati contenuti di alcuni aminoacidi, minerali e la peculiare composizione di fibre, ne fanno un frutto particolarmente importante dal punto di vista nutrizionale.

Il contenuto ragguardevole in aminoacidi in frutti di *O. ficus-indica* è stato confermato in uno studio recente (Stintzing *et al.*, 1999). Come si può vedere dalla **tab. 2**, inoltre, è stata rilevata la presenza di taurina, aminoacido non proteinogenico (Stintzing *et al.*, 1999). Il contenuto rilevato è veramente elevato (sino a 572 mg/L), in quanto in nessun'altra pianta supe-

Tabella 2 - Contenuto medio e valori massimi in aminoacidi nella polpa di frutti di *O. ficus-indica* (L.) Mill. Il contenuto medio si riferisce alla media calcolata sui risultati ottenuti dall'analisi di tre varietà distinte (fonte: Stintzing *et al.*, 1999).

Aminoacido*	Contenuto medio (mg/L)	Valore massimo (mg/L)
Acido α -aminobutirrico	1,1	1,1
Acido aspartico	-	-
Acido glutammico	66,1	83,0
Alanina	87,2	96,6
Arginina	30,5	37,1
Carnosina	5,9	7,3
Citrullina	16,3	28,7
Fenilalanina	23,3	24,1
Glutammina	346,2	574,6
Glicina	11,3	16,2
Isoleucina	31,2	38,8
Istidina	45,2	53,3
Leucina	20,6	21,3
Lisina	17,4	18,3
Metionina	55,2	76,9
Ornitina	-	-
Prolina	1.265,2	1.768,7
Serina	174,5	217,5
Taurina	434,3	572,1
Treonina	13,1	15,1
Triptofano	12,6	17,5
Tirosina	12,3	14,3
Valina	39,4	50,0

* Adattato da: Stintzing *et al.*, 1999.

riore è stato trovato in quantità apprezzabili, se si eccettua il succo di prugne, con un contenuto pari a 155 mg/L (Van Gorsel *et al.*, 1992). Gli effetti della taurina sono stati rivalutati di recente (Furst *et al.*, 1997; Furst, 1998). Le funzioni specifiche a carico del cuore, della retina e del sistema nervoso centrale e di interazione con il sistema ormonale hanno elevato la sua importanza nutrizionale al rango di vitamina (Hayes *et al.*, 1994), specialmente nelle diete povere di metionina, cisteina o vitamina B₆. Se si aggiunge che ha anche un forte potere antiossidante, si capisce la sua importanza come nutraceutico nella fortificazione dei cibi. Oggi, inoltre, la taurina viene già utilizzata in bevande per sportivi, od utilizzata come ingrediente fondamentale in particolari bevande alcoliche. Da notare anche l'elevato livello di prolina.

I frutti di fico d'India sono un'ottima fonte di sostanze minerali (Askar and El-Samahy, 1981; Wills *et al.*, 1986; Dominguez-Lopez, 1995). Infatti, il contenuto di calcio e magnesio raggiunge livelli di 59 e 98 mg/100 g, rispettivamente, pertanto l'uso del semplice succo potrebbe essere utilizzato come fortificante minerale.

I frutti (ma anche le parti verdi) sono inoltre caratterizzati da sostanze mucillaginose di natura polisaccaridica costituite da arabinosio, galattosio, ramosio, xilosio ed acido uronico in differenti proporzioni, a seconda della specie (McGarvie and Parolis, 1979; McGarvie and Parolis, 1981). Le mucillagini del fico d'India presente in Italia (*Opuntia ficus-indica*), per esempio sono dei polielettroliti carichi negativamente. L'importanza fisiologica (per

la pianta) delle mucillagini è data dalla loro elevata capacità di legare l'acqua (ricordiamoci che le *Cactaceae* sono piante che vivono in ambienti aridi). Dal punto di vista tecnologico, invece, tali componenti possono avere un uso come agenti emulsionanti o di ispessimento e dal punto di vista nutrizionale si è visto che possono avere effetti benefici nella regolazione del tasso glicemico (Trejo-Gonzalez *et al.*, 1995). Forni *et al.* (1994) hanno estratto, inoltre, pectine da frutti di *O. ficus-indica* (L.) Mill; la loro caratterizzazione ha rivelato un contenuto di acido galatturonico abbastanza elevato per un suo uso sia come additivo alimentare, sia nella cosmesi. Tali pectine, inoltre, per il loro basso grado di metossilazione (10%) potrebbero essere utilizzate come agente gelificante per confetture ipocaloriche.

Per quanto riguarda le altre classi di composti chimici si può notare il buon contenuto in vitamina C, con valori variabili tra 18 e 30 mg/100 g (Cantwell, 1995; Piga *et al.*, 1996; Sáenz, 1995), mentre non si possono dare notizie degne di nota per quanto riguarda zuccheri semplici ed acidi organici.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il mercato dei cosiddetti "nutraceutici" è in continua e forte espansione. Tale trend è sicuramente condiviso anche da ingredienti naturali e prodotti salutistici. Non si deve dimenticare che diversi settori alimentari sono in una fase di forte revisione di prodotto. Basti pensare agli indirizzi presi dall'industria delle bevande, in cui molti prodotti "tradizionali" sono in fase di o saranno rimpiazzati da nuovi prodotti con un maggior contributo salutistico. È in questo contesto che, sicuramente, può introdursi un frutto "multi-funzionale" come il fico d'India.

BIBLIOGRAFIA

- T.E. Acree, C.Y. Lee, R.M. Butts, J. Barnard, "Geosmin, the earthy component of table beet odor". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 24, 430-431, 1976.
- A. Askar, S.K. El-Samahy, "Chemical composition of prickly pear fruits". *Deutsche Lebensmittel Rundschau*, 77, 279-281, 1981.
- M.O. Brusch, H.G. Zimmermann, "The prickly pear (*Opuntia ficus-indica* [Cactaceae]) in South Africa: Utilization of the naturalized weed, and of the cultivated plant". *Economic Botany*, 47(2), 154-162, 1993.
- Y. Cai, H. Corke, "Amaranthus betacyanin pigments applied in model food systems". *Journal of Food Science*, 64, 869-873, 1999.
- M. Cantwell, "Postharvest management of fruits and vegetable stems". In: "Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear". G. Barbera, P. Inglese, P. Pimienta-Barrios (eds.), FAO Plant Production and Protection Paper 132, 120-136, 1995.
- J.S. Clement, T.J. Mabry, "Pigment evolution in the Caryophyllales: a systematic overview". *Botanica Acta*, 109, 360-367, 1996.
- A. Dominguez-Lopez, "Review: use of the fruits and stems of the prickly pear cactus (*Opuntia* spp.) into human food". *Food Science and Technology International*, 1, 65-74, 1995.
- E. Forni, M. Penci, A. Polesello, "A preliminary characterization of some pectins from quince fruit (*Cydonia oblonga* Mill.) and prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) peel". *Carbohydrate Polymers*, 23, 231-234, 1994.
- P. Fürst, K. Pogan, M. Hummel, B. Herzog, P. Sthele, "Reappraisal of indispensable amino acids". *Annals of Nutrition & Metabolism*, 41, 1-9, 1997.
- P. Fürst, "Old and new substrates in clinical nutrition". *Journal of Nutrition*, 128, 789-796, 1998.
- A.C. Gibson, P.S. Nobel, "The Cactus Primer". Harvard University Press, Cambridge, MT, 286 pp., 1986.
- K.C. Hayes, E.A. Trautwein, M.E. Shils, "Parenteral nutrition". In: "Modern Nutrition in Health and Disease, 8th edition", M.E. Shils, J.A. Olson, M. Shike (eds.), Lea & Febiger Malvern, 477-488, 1994.
- B.S. Henry, "Natural Food Colours". In: "Natural Food Colorants". G.F. Hendry, J.D. Houghton (eds.), 2nd ed., Blackie, London, 40-79, 1996.
- T.J. Mabry, "Betalains, red-violet and yellow alkaloids of the Centrospermae". In: "Chemistry of alkaloids", S.W. Pelletier (ed.), Van Nostrand Reinhold-Company, New York, 367-384, 1970.
- D. McGarvie, H. Parolis, "The mucilage of *Opuntia ficus-indica*". *Carbohydrate Research*, 69, 171-179, 1979.
- D. McGarvie, H. Parolis, "Methylation analysis of the mucilage of *Opuntia ficus-indica*". *Carbohydrate Research*, 88, 305-314, 1981.
- K.E. Murray, F.B. Whitfield, "The occurrence of 3-alkyl-2-methoxypyrazines in raw vegetables". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26, 973-986, 1975.
- E. Odoux, A. Dominguez-Lopez, "Le Figuier de Barbarie: une source industrielle de Betalaines?". *Fruits*, 51, 61-78, 1996.
- J.H. Pasch, J.H. von Elbe, R.J. Sell, "Betalains as colorants in dairy products". *Journal of Milk Food Technology*, 38, 25-28, 1975.
- M. Piattelli, "The betalains: structure, biosynthesis, and chemical taxonomy". In: "The biochemistry of plants, Vol. 7", E.E. Conn (ed.), Academic Press, New York, 557-573, 1981.
- A. Piga, S. D'Aquino, M. Agabbio, M. Schirra, "Storage life and quality attributes of cactus pears cv "Gialla" as affected by packaging". *Agricoltura Mediterranea*, 126, 423-427, 1996.
- C. Sáenz, "Food manufacture and by-products". In: "Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear". G. Barbera, P. Inglese, E. Pimienta-Barrios (eds.), FAO Plant Production and Protection Paper No. 132, 137-143, 1995.
- E. Sepúlveda, C. Sáenz, "Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*)". *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 30, 551-555, 1990.
- E. Sobkowska, J. Czapski, R. Kaczmarek, "Red table beet pigment as food colorant". *International Food Ingredients*, 3, 24-28, 1991.
- F.C. Stintzing, A. Schieber, R. Carle, "Amino acid composition and betaxanthin formation in fruits from *Opuntia ficus-indica*". *Planta Medica*, 65(7), 632-635, 1999.
- F.C. Stintzing, A. Schieber, R. Carle, "Phytochemical and nutritional significance of cactus pear". *Food Research Technology International*, 212, 396-407, 2001.
- F.C. Stintzing, A. Schieber, R. Carle, "Identification of betalains from yellow beet (*Beta vulgaris* L.) and cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) by high-performance liquid chromatography-electrospray ionisation mass spectrometry". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2304-2307, 2002.
- A. Trejo, G.G. Ortiz, A.M. Puebla, M.D. Huizar, M.R. Munguia, S. Mejia, E. Calva, "A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia* spp.) controls experimentally induced diabetes in rats". *Actas VI Congreso Nacional y IV Congreso Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal, Guadalajara, Mexico*, 300-305, 1995.
- H. Van Gorsel, C. Li, E.L. Kerbel, M. Smiths, A.A. Kader, "Compositional characterization of prune juice". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 784, 789, 1992.
- J.H. von Elbe, I.Y. Maing, "Betalains as possible food colorants of meat substitutes". *Cereal Science Today*, 18(9), 263-264, 1973.
- J.H. von Elbe, J.T. Klement, C.H. Amundson, R.G. Cassens, R.C. Lindsay, "Evaluation of betalain pigments as sausage colorants". *Journal of Food Science*, 39, 128-132, 1974.
- R.B.H. Wills, J.S.K. Lim, H., "Greenfield Composition of Australian Foods. Tropical and sub-tropical fruit". *Food Technology in Australia*, 38, 118-120, 122-123, 1986.