

SASTOJCI KATUSOVOG PLODA (*OPUNTIA FICUS INDICA*) INKORPORIRANI U DIJETETSKE PROIZVODE KOJI SE KORISTE KAO SUPLEMENTI HRANI ILI OTC

Zagorka Blazevska^{1*}, Ramzija Cvrk², Aleksandar Aleksovski³

¹Vita Nova-ZA d.o.o. „Nikole Tesle 14/22,1000 Skopje, Makedonija

²Tehnološki fakultet Tuzla, Univerzitetska 8, 75 000 Tuzla, BiH

³ZADA pharmaceutical, Bistarac bb, 75 000 oTuzla, BiH

pregledni rad

Sažetak

Opuntia ficus indica je vrsta kaktusa koja pripada porodici Cactaceae. Ova porodica kaktusa obuhvata oko 200 podvrsta kaktusa koji su rasprostranjeni najviše u Americi. Najčešću kulinarsku primjenu ima Indijska Fig *Opuntia (Opuntia ficus indica)*, jer se njeni listovi i plodovi koriste kao svježe salate. Plod kaktusa se konzumira zreo u ljetnom periodu. Najviše su rasprostranjeni na zapadnoj hemisferi (Meksiko) i zapadnim dijelovima Amerike, ali mogu se naći i u drugim dijelovima svijeta (Galapagos ostrva, Australija, Mediteran). Prva istraživanja *Opuntia ficus indica* započela su ispitivanjem sastava listova, a zatim i plodova u pogledu diuretskih efekata, a preliminarne studije su pokazale diuretska i antioksidativna svojstva koja su usko vezana za konzumaciju svježeg ploda.

Biološki aktivni sastojci preparata koji se koriste u suplementima hrane ili OTC dobiveni su postupnim tehnološkim procesom usitnjavanja, presovanja, klarifikacije i vakum evaporacije ploda *Opuntia ficus indica*. Dobivena praškasta forma ploda *Opuntia ficus indica* sadrži ukupno 65-85 % betalaina i to u obliku idiksantina i betanina.

Rezultati navedeni u literaturi, dobijeni u različitim studijama sprovedenim na pacovima, pokazali su pozitivan efekat primjene praškaste forme katusovog ploda (*Opuntia ficus indica*). Pozitivni rezultati dokazuju veoma značajan nutricionistički benefit ploda kaktusa *Opuntia ficus indica*, upravo zbog klinički dokazanih efekata. Sva otkrivena i dokazana svojstva ploda kaktusa *Opuntia ficus indica* zaslužuju značajnu pažnju primjene ovog ploda kod diuretskih bolesti, antioksidativne zaštite organizma kao i očuvanju normalne tjelesne težine.

Ključne riječi: plod kaktusa, *Opuntia Ficus Indica*, OTC.

Uvod

Plod kaktusa *Opuntia ficus indica* u svijetu se konzumira već vijekovima. Najčešće je jestiv u svježem obliku ali se u novije vrijeme konzumira i prerađen u džem te u praškastoj formi. *Opuntia ficus indica*, najviše poznata pod imenom "prickly pear", potiče iz Meksika i prvi put je predstavljena u Mediteranskom regionu početkom XVI vijeka. Mali plod ovog kaktusa je ovalnog oblika sa pulpom ljubičasto-crvene boje ili žuto-narandžaste boje, što zavisi od regiona, tehnološke zrelosti ploda i kombinacije pig-

menata betanina i indiksantina (Bisson JF i sur., 2010; Piga A, 2004). Pulpa ovog kaktusa sadrži veliki broj jestivih crnih sjemenki, te se zbog toga plod lako identificira, a tradicionalno se konzumira svjež nakon odstranjivanja ljuske. Plod kaktusa *Opuntia ficus indica* je veoma sočan, prijatnog slatkog okusa, a prepoznatljiv je i po visokom sadržaju vitamina C, pigmenta i polifenola.

Nutritivne vrijednosti i hemijski sastav *Opuntia ficus indica*

Opuntia ficus indica je važan izvor prehran-

benih elemenata kao što su dijetalna vlakna, aminokiseline, te vitamini i minerali. Trenutno postoje informacije koje se odnose na razlike u sadržaju navedenih nutritijenata u ranoj fazi u odnosu na kasniju fazu zrelosti ploda (Hernández-Urbiola MI i sur., 2011).

Kaktusov plod zbog svog nutritivnog sadržaja, odnosno, zbog niskog sadržaja masti i ugljikohidrata, visokog sadržaja vode, te visokog udjela dijetalnih vlakana spada u niskokalorične plodove (tabela 1). Plod *Opuntia ficus indica* karakterističan je po visokom sadržaju dijetetskih vlakn, te se svrstava u jedan od najbogatijih izvora dijetetskih vlakana (Tabela 1). Većina prisutnih dijetetskih vlakana su nesolubilna vlakna, otporna na probavne enzime (celuloza, hemiceluloza, lignin) koja svojim prisustvom pomažu stabilizaciju disperzije sjemena u pulpi ploda. Sadržaj i vrsta dijetalnih vlakana u velikoj mjeri zavise od zrelosti i vrste ploda iz ove familije kaktusa (Hernández-Urbiola MI i sur., 2011)

Sadržaj vitamina i minerala u plodu *Opuntia ficus indica* je značajan pa konzumiranje svježeg ploda kaktusa daje dobar unos vitamina i minerala. Plod je bogat vitaminima C, B1 i B2 i provitaminom A, a najveći sadržaj ima vitamin C (tabela 1). Kada je u pitanju sadržaj minerala kalijum je najdominantniji u svježem plodu (S.Nebbache i sur., 2009) ali plod kaktusa *Opuntia ficus indica* je bogat i kalcijem, fosforom i magnezijem (tabela 1). Treba naglasiti da je u plodu kaktusa omjer kalcijum/fosfor uvijek veći od 1, što omogućava dobru asimilaciju kalcijuma.

Sadržaj polifenola u plodu *Opuntia ficus indica* zavisi od područja uzgoja i kultivacije kaktusa. Polifenoli pronađeni u plodu kaktusa su tipa flavonoida (kvercetin, rutin i izoamnetin), ali njihov sadržaj ostaje limitiran u odnosu na sadržaj betalaina. Sadržaj polifenola je najviše koncentrisan u pokožici ploda. Prema analizama, aadržaj polifenola u pulpi i pokožici ploda zajedno je 74,6 mg/100 g ploda (Galati EM, 2003), a u pulpi ploda od 24-66 mg/100 g ploda, zavisno od porijekla i

vrste ploda (Stintzing FC, 2005).

Tabela 1. Hemijski sastav ploda kaktusa *Opuntia ficus indica*

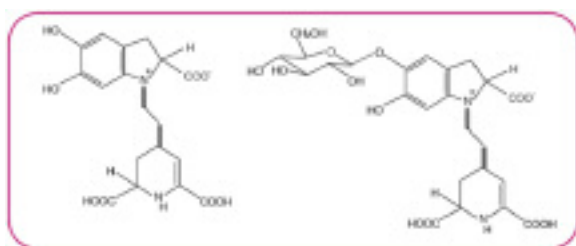
Table 1. Chemical composition of the fruit cactus (*Opuntia ficus indica*)

Hemijski sastav ploda kaktusa	Sadržaj/Content
<i>(Opuntia ficus indica)</i>	
<i>Chemical Composition of the fruit cactus (Opuntia ficus indica)</i>	
Voda/Water (%)	84-90
Proteini /Proteins (%)	0,2-1,6
Masti /Fats (%)	0,09-0,7
Vlakna/Fibre (%)	0,02-3,1
Pepeo/Ash (%)	0,3-1,0
Ukupni šećeri/Total sugars (%)	okt.17
Vitamina/Vitamins (mg/100g)	
Vitamin C/ Vitamin C	jan.41
Vitamin B1/ Vitamin B1	0-0,02
Vitamin B2/ Vitamin B2	0-0,03
Provitamin A/ProvitaminA	0-0,06
Minerali/Minerals (mg/100g)	
Ca	12,8-59
Mg	16,1-98,4
Fe	0,4-1,5
Na	0,6-1,1
K	90-217
P kao PO4	15-32,8
Aminokiseline/Aminoacids (max. mg/l)	
Prolin/Proline	1768,7
Glutamin/Glutamine	574,6
Taurin/Taurine	572,1
Serin/Serine	217,5
Alanin/Alanine	96,6
Glutaminska kiselina/Glutamic acid	83
Metionin/Methionine	76,9
Lizin/Lysine	53,3

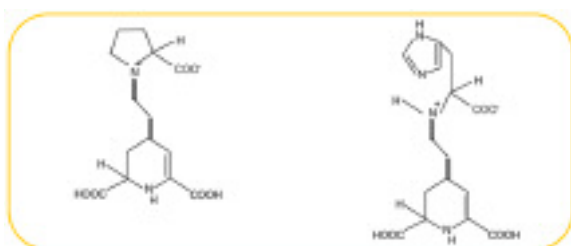
Izvor/Source ref.: Piga A, (2004); Nebbache S i sur.,(2009);

Sadržaj betalaina u plodu *Opuntia ficus indica* je također visok, što se jasno vidi i po njegovoj boji, zbog kombinacije dva betalain pigmenta, ljubičasto-crvenog betanina i žuto-narančastog indiksantina (Bisson JF i sur.,

2010). Ovi originalni pigmenti su betalaini, čija boja može varirati od tamno žute-naranžaste do intenzivno ljubičaste. Betalaini su rastvorljivi u vodi i stabilni na pH 4-7, a se dijele u dvije podgrupe jedinjenja: crveni betacijanini - betanin i izobetanin, i žuti betaksantini- indiksantin. Na slikama 1 i 2 prikazane su hemijske formule nekih formi betacijanina i betaksantina.



Slika 1. Dvije od ukupno pet formi betacijanina
Figure 1. Two of the five forms betacyanins



Slika 2. Dvije od ukupno pet formi betaksantina
Figure 2. Two of the five forms betaxantins

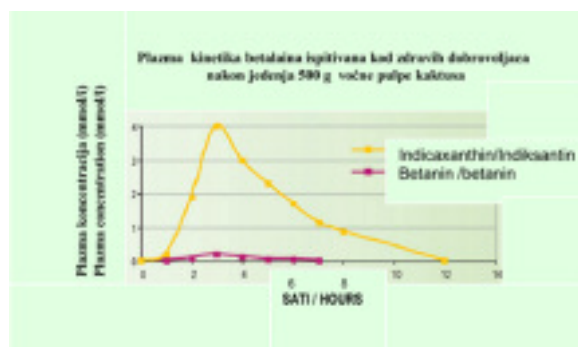
Specifični tehnološki postupak proizvodnje praškaste forme ploda kaktusa *Opuntia ficus indica* razvijen u kompaniji "BioSerae" omogućava da sadržaj betalaina u dobijenom proizvodu bude veoma visok. Sadržaj betalaina u praškastoj formi proizvoda je 0,05 % u odnosu na ukupnu suhu tvar, a 0,03 % od tog sadržaja je indiksantin.

Tesoriere L i sur. (2004) u istraživanju biorasploživosti betalaina pronašli su da se indiksantin apsorbira u tijelo 20 puta više nego betanin. Ovo je još jedan razlog zbog kojeg je bilo veoma važno razviti tehnološki postupak dobijanja prirodnog izvora indiksantina.

Specifični tehnološki postupak proizvodnje praškaste forme ploda kaktusa *Opuntia ficus indica* razvijen u kompaniji "BioSerae" omogućava da sadržaj betalaina u dobijenom proizvodu bude veoma visok. Sadržaj beta-

laina u praškastoj formi proizvoda je 0,05 % u odnosu na ukupnu suhu tvar, a 0,03 % od tog sadržaja je indiksantin.

Tesoriere L i sur. (2004) u istraživanju biorasploživosti betalaina pronašli su da se indiksantin apsorbira u tijelo 20 puta više nego betanin (slika 3). Ovo je još jedan razlog zbog kojeg je bilo veoma važno razviti tehnološki postupak dobijanja prirodnog izvora indiksantina.



Izvor/Source ref. Tesoriere L i sur.,2004b

Slika 3. Plazma kinetika betalaina ispitivana kod zdravih dobrovoljaca nakon jedenja 500 g voćne pulpe kaktusa

Figure 3. Plasma kinetics of betalains studied in healthy volunteers after a single ingestion 500 g cactus pera fruit pulp (Tesoriere L i sur., 2004b)

Tehnološki postupak proizvodnje praškaste forme ploda kaktusa

Kompanija "Bio Serae" koja je razvila tehnološki postupak dobijanja praškaste forme ploda kaktusa *Opuntia ficus indica*, najviše je istraživala sorte jestivog ploda kaktusa koji sadrži visoke koncentracije biorasploživih betalaina, posebno indiksantina. Također, istraživane su i optimalne fiziološke faze uzgajanja ovog ploda i periodi kada je plod najbogatiji sa indiksantinom. Berba plodova je izvršena u punoj tehnološkoj zrelosti, isključivo rucno, a nakon toga je izvršena rigorozna selekcija ploda. Plodovi izabrani za postupak proizvodnje imali su potpuno očuvanu svježinu i mogućnost ljuštenja pokožice. Shema tehnološkog postupka dobijanja praškaste forme kaktusa *Opuntia ficus indica* prikazana je na slici 4, a tehnološki parametri značajni

za proces proizvodnje u tabeli 2.



Slika 4. Shema tehnološkog postupka dobijanja praškaste forme kaktusa
 Figure 4. The scheme of technological process of powder form of fruit cactus

Prašcasti proizvodi dobijeni ovim tehnološkim postupkom imaju finu purpurno-naranžastu boju, a agranule su u dimenzijama d50:75mikrona i d90:200 mikrona.

Također, proces proizvodnje je usavršen tako da je moguće dobiti još finiju praškastu strukturu, primenljivu za instant napitke i rastvorljivu u hladnoj vodi.

Tabela 2. Tehnološki parametri ploda kaktusa
 Table 2. Technological parameters of cactus fruit

Tehnološki parametri značajni za proces proizvodnje	Vrijednosti
Pulpa/Pulp (%)	43-57
Sjemenke /Seeds (%)	2.0kt
Pokožica/Peel (%)	33-55
pH	5.3-7.1
Kiselost (% kao limunska kiselina)	0,05-0,18
Acidity (% of citric acid)	
°Brix	dec.17
Ukupne suhe tvari / Total solids	10-16,2

Izvor/Source ref.: Piga A, (2004)

Klinička ispitavanja ploda kaktusa *Opuntia ficus indica*

Studije provedene u novije vrijeme pokazale su da plod kaktusa (*Opuntia ficus indica*) ima dokazana diuretetska i antioksidativna svojstva. Studija autora E.M.Galati i sur. (2002) provedena u Siciliji i imala je za cilj da pokaže diuretsku aktivnost ploda *Opuntia ficus indica* u infuziji. U toku studije izvedena su različita naučna istraživanja samog ploda kaktusa., te je konkretno dokazan diuretski efekat nativnog ploda kaktusa.

Također, E.M.Galati i sur. (2003) proveli su studiju u kojoj su istraživali antioksidativna svojstva plod kaktusa (*Opuntia ficus indica*). Istraživanja antioksidativnih svojstava ploda kaktusa su veoma bitna upravo zbog visokog sadržaja betalaina u ovim plodovima. Postoje također veliki broj studija prodenih na ljudima, in vitro, i in vivo, nakon čega su jasno dokazani nutritivni benefiti prilikom su-

plemetacije ploda kaktusa.

BioSera Laboratories i autori Bisson JF i sur. su u toku 2008 godine proveli značajnu studiju (in vivo) na pacovima, kako bi procijenili diuretska i antioksidativna svojstva proizvedene praškaste forme ploda kaktusa. Oralnom primjenom 240mg/kg/dan ovog proizvoda na muške Wistar pacove dokazane su veoma značajna svojstva koja proizvođačima daju mogućnost implementacije ovog praškastog proizvoda u svoje OTC ili dijetetske suplemente sa dokazanim i relevantnim podacima.

Nakon 7 dana, oralne primjene, evaluirana su diuretska i antioksidativna svojstva analizom slijedećih parametra: tjelesna težina, urinarni volumen u 24h, koncentracija urinarnog natrijuma, koncentracija urinarnog kalijuma, koncentracija urične kiseline, i na kraju studije, koncentracija glutacion peroksidaze kao parametra oksidativnog statusa kod životinja.

Rezultati studije provedene na pacovima Bisson JF i sur., (2010) pokazali su da nije bilo pojave promjena u ponašanju niti mortalitet niti u jednoj grupi tretiranoj praškastom formom kaktusa. Također, zabilježeno je statistički značajno (za 20 %) smanjenje težine pacova kod grupa tretiranih sa praškastom formom ploda kaktusa u odnosu na kontrolnu grupu.

Testiranje urinarnog volumena u 24 h (*Kruskal-Wallis testom*) nije bilo statistički značajne razlike urinarnog volumena kod ispitivanih grupa, tretiranih praškastim plodom kaktusa niti tretiranih hidrohloriazidom.

Ovi rezultati demonstriraju da se diuretski efekat hidrohloriazida i praškastog ploda kaktusa pojavljuje nakon prvog dana primjene istih i povećavaju se tokom cijele studije. Nakon 7 dana studije, konstatovno je da grupe pacova tretirane hidrohloriazidom i praškom ploda kaktusa odstanjuju sve veću količinu vode u urinu, prevenirajući retenciju vode.

Nakon 7 dana primjene praškastog ploda kak-

tusa, urinarni volumen u periodu od 24 h je bio dvostruko veći u usporedbi sa kontrolnom grupom.

Prilikom provođenja ove studije autori nisu pronašli statistički značajne razlike u prosječnim koncentracijama urinarnog natrijuma, kalijuma i urične kiseline, u uzorcima urina uzetim u okviru 24 h kod svih testiranih grupa. Ovi rezultati također primjena praška ploda kaktusa ne dovodi do prekomjernog gubitka minerala. Mineralni balans je zadržan u organizmu ispitivanih pacova.

Također, nije pronađena ni statistički značajna razlika u koncentracijama urične kiseline. Dobijeni rezultati urične kiseline su isti kao standardne vrijednosti Wistar muskih pacova. Studija provedena na zdravim pacovima dokazala je da ne postoji signifikantna razlika u urinarnoj koncentraciji uricne kiseline kod ispitivanih grupa. Zbog toga se može sa sigurnošću tvrditi da prašak ploda kaktusa, kao i referentni hidrohloriazid nemaju kontraindikacije na zdravi metabolizam. Ovaj rezultat dokazuje da prašak ploda kaktusa ima pozitivan efekat na eliminaciju uricne kiseline i njenog viška u organizmu.

U toku studije također je mjerena globularna i plazma koncentracija glutacion peroksidaze sa ciljem da se vidi efekat praška ploda kaktusa na organizam i njegova antioksidativna zaštita organizma. Statistička analiza plazma koncentracije glutacion peroksidaze (*Kruskal-Wallis testom*) ne pokazuje nikakve drastične razlike u uzorcima krvi pacova iz svih ispitivanih grupa.

Nakon evaluacije glutacion- peroksidaze, vidi se da je koncentracija veća u globularnom, nego u plazmatskom nivou. Ovo se može objasniti činjenicom da je promjena antioksidativnog statusa prvo nastala u cirkulirajućem nivou, prije nego dospije u plazmatski dio nakon nekoliko dana konzumiranja. Studija koja bi trajala više od 7 dana, sigurno bi pokazala i veće promjene i signifikantno povećanje antioksidativne zaštite. Ova tvrdnja se može

poduprijeti činjenicom da, i pored toga, što je nakon samo sedam dana ispitivanja, povećanje koncentracije je bilo više nego dovoljno, posebno u globularnoj koncentraciji -eritrocitima.

Zaključci

Rezultati dobijeni u toku provedenih studija jasno pokazuju da konzumacija praškaste forme ploda kaktusa (*Opuntia ficus indica*), daje signifikantnu diuretsku aktivnost. Konzumacijom ovog proizvoda nije bilo nikakvih efekata na urinarne koncentracije natrijuma, kalijum i urične kiseline. Na osnovu tih saznanje može se konstatirati da zdravi model konzumacije ovog proizvoda ima efektivnu diuretsku aktivnost bez promjene homeostaze organizma.

Također, dostupni rezultati provedenih studija pokazuju, da konzumacija praškaste forme ploda kaktusa (*Opuntia ficus indica*) omogućava i kontrolu tjelesne težine, kao i antioksidativnu aktivnost koja je u toku studije bila zabilježena i nakon samo sedmodnevne konzumacije, pri čemu su dobijene povećane koncentracije globularne glutacione peroksidaze. Nakon studija provedenih na pacovima, aktivnost praška ploda kaktusa (*Opuntia ficus indica*) je uspješno dokazana u in vivo studijama kod ljudi.

Na osnovu analize do sada objavljenih studija, može se zaključiti da proizvođači dijetetskih suplemenata ili OTC koji inkorporiraju praškastu formu ploda kaktusa (*Opuntia ficus indica*) u svoje proizvode, treba da, jasno i marketinski opravdano pokažu sve nutricionističke benefite koje ovaj proizvod može imati, kako bi isti bio ispravno korišten. Pravilna primjena i fokus svojstava praška ploda kaktusa odnose se na regulaciju tjelesne težine, a zatim na diuretska svojstva i antioksidativnu zaštitu. Kombiniranjem praškaste forme ploda kaktusa (*Opuntia ficus indica*) sa različitim drugim prirodnim ekstraktima, moguće je dobiti još novije i povoljnije

proizvode koji služe isključivo kao benefit ljudskom zdravlju.

Literatura

Bio Serae Laboratories S.A.S. , Original Nutraceutical Ingredients, C No 1, Avenue de la Preuilhe, Parc Technologique du Lauragis, 11 150 France, www.biosera.com; www.cacti-nea.com .

DeFelice MS. (2004): *prickly pear* cactus, *Opuntia* spp. A spinningling tale. *Weed Technol* 18: 869-877.

Feugang JM, Konarski P, Zou D, Stintzing FC, Zou C. (2006): Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Front Biosci* 11: 2574.2589.

Galati EM, Tripodo MM, Trovato A, Miceli N, Monforte MT. (2002): Biological effect of *Opuntia ficus indica* (L.).

Mill. (Cactaceae) waste matter. Note I: diuretic activity. *J Ethnopharmacol* 79: 17.21.

Galati EM, Mondello MR, Giuffrida D, Dugo G, Miceli N, Pergolizzi S, Taviano MF. (2003): Chemical characterization and biological effects of Sicilian *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Fruit juice: antioxidant and antiulcerogenic activity. *J Agric Food Chem* 51: 4903.4908.

Hernández-Urbiola MI, Pérez-Torrero E, Rodríguez-García ME. (2011): Chemical Analysis of Nutritional Content of Prickly Pads (*Opuntia ficus indica*) at Varied Ages in an Organic Harvest, *Int. J. Environ. Res. Public Health* , 8, 1287-1295; doi:10.3390/ijerph8051287.

Nebbache S, Chibani A, Chadli R and Bouznad A.(2009): Chemical composition of *Opuntia ficus-indica* (L.) fruit, *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (8), pp. 1623-1624.

Piga A.(2004): Cactus Pear: A Fruit of Nutraceutical and Functional Importance, *J. PACD – 2004*, pp 9-22.

Stintzing FC, Herbach KM, Mosshammer MR, Carle R, Yi W, Sellappan S, Akoh CC, Bunch R, Felker P. (2005): Color, Betalain Pattern, and antioxidant of cactus pear (*Opuntia* spp.) Clones, *J.Agric.Food Chem.*, 26,53 (2),442-451.

Tesoriere L, Allegra M, Butera D, Livrea MA.(2004a): Absorption, excretion, and distribution of dietary antioxidant betalains in LDLs: potential health effects of betalains in humans. *Am J Clin Nutr* 80: 941.945.

Tesoriere L, Butera D, Pintaudi AM, Allegra M, Livrea MA. (2004b): Supplementation with cactus pear (*Opuntia ficus indica*) fruit decreases oxidative stress in healthy humans: a comparative study with vitamin C. Am J Clin Nutr 80: 391.395.

FRUIT CACTUS INGREDIENTS (*OPUNTIA FICUS INDICA*) INCORPORATED INTO THE DIETARY PRODUCTS USED AS FOOD SUPPLEMENTS OR OTC

Zagorka Blazevska^{1*}, Ramzija Cvrk², Aleksandar Aleksovski³

¹Vita Nova-ZA d.o.o. Nikole Tesle 14/22,1000 Skopje, Macedonija

²Faculty of Technology, Univerzitetska 8, 75 000 Tuzla, B&H

³ ZADA pharmaceutical, Bistarac bb, 75 000 Tuzla, B&H

review

Summary

Opuntia ficus indica is a species of cactus that belongs to the family of Cactaceae. This family includes about 200 subspecies of cacti that are most abundant in America. The most common culinary use has Indian Fig *Opuntia (Opuntia ficus indica)*, because of its leaves and the possibility for useage as fresh salads. Cactus fruit is consumed ripened in the summer. Most are widespread in the Western Hemisphere (Mexico) and west parts of America, but can be found in other parts of the world (Galapagos Islands, Australia, Mediteran).

The first research *Opuntia ficus indica* have begun examining the composition of leaves and then fruit in terms of diuretic effects. Preliminary studies showed diuretic and antioxidant properties that are closely related to the consumption of fresh fruit.

Biologically active constituents of preparations used in food supplements and OTC were obtained by gradual technological process of chopping, pressing and clarification, and vacuum evaporation of fruit of *Opuntia ficus indica*. The resulting powder form of *Opuntia ficus indica* fruit contains a total of 65-85% betalaine in form and idixanthin betanin.

The results given in the literature, obtained in studies conducted on rats, showed a positive effect of powdered fruit (*Opuntia ficus indica*).

Positive results show a very significant benefit of nutrition of fruit cactus *Opuntia ficus indica*, precisely because of these clinically proven effects. All discovered and proven properties of cactus fruit deserve considerable attention to the application of this fruit in diuretic disease, antioxidant protection and preservation of the organism as a normal body weight.

Key words: fruit of cactus, *Opuntia ficus indica*, OTC.