

# PREBIOTIK INULIN PREBIOTIC INULIN

Elizabeta Mičović<sup>1</sup>

Prispelo: 3.2.2006 - Sprejeto: 12.8.2006

Pregledni znanstveni članek  
UDK 613.2:641.1:547.917

## Izvleček

Funkcionalna živila vključujejo živila in živilske izdelke, ki imajo lastnost, da ohranjajo in izboljšujejo zdravje ter preprečujejo nastajanje številnih bolezni. Najnovejše opredelitve funkcionalnih živil poudarjajo predvsem znanstveno dokazane fiziološke učinke, ki pozitivno vplivajo na zdravje. Prehranska vlaknina ugodno vpliva na potek prebave in absorpcije, pozitivno učinkuje na črevesno steno in vpliva na presnovne procese, zato jo prištevamo med osnovne sestavine hrane. Pozitivni fiziološki učinek na zdravje ima tudi topna prehranska vlaknina in prebiotik inulin. Vključevanje inulina v prehrano ima prednosti, kot so povečanje volumna blata, nižanje vrednosti pH v debelem črevesu, krajšanje časa potovanja hrane skozi prebavno cev in povečanje absorpcije mineralov. V članku so predstavljeni povzetki objavljenih raziskav o vplivu uživanja inulina pri različnih simptomih bolezni (zaprtje, sladkorna bolezen tipa II, kolorektalne bolezni, osteoporozna, debelost) kakor tudi kemijske in tehnološke lastnosti inulina in njegova uporaba v živilski industriji ter možnosti uporabe inulina v prihodnosti.

**Ključne besede:** prebiotiki, inulin, funkcionalna živila, prehranska vlaknina

Review article  
UDC 613.2:641.1:547.917

## Abstract

Functional foods and food products maintain and improve health and prevent many illnesses. Functional foods have been recently defined as foods providing physiological health benefits based on scientific evidence. Dietary fibre exerts beneficial effects on digestion and absorption, as well as on bowel mucosa and metabolism, and is therefore regarded as one of basic food constituents. Beneficial physiological effect on health are also provided by soluble dietary fibre and prebiotic inulin. Incorporating inulin into diet is the perfect way to increase the faecal bulk and stool frequency, as well as to lower the intestinal pH, shorten the faecal transit time and improve the absorption of minerals.

The paper presents the results of studies dealing with the effects of inulin on symptoms of different diseases, such as constipation, diabetes type II, colorectal disease, osteoporosis and obesity. Properties of inulin, use of inulin in food industry and possible future uses of this prebiotic are discussed.

**Key words:** prebiotic, inulin, functional food, dietary fiber

## 1 Uvod

Zaključki številnih kliničnih raziskav poudarjajo negativne lastnosti določenih živil (visoka vsebnost maščob, soli, sladkorja) in pozitivne lastnosti (večja vsebnost vlaknine, manj maščob, manj sladkorja, brez

konzervansov) na zdravje in počutje (1,2). Živila, ki vsebujejo zdravju koristne sestavine, predstavljajo t.i. funkcionalna živila. Stališče Ameriškega dietetičnega združenja je, da funkcionalna živila vključujejo polnovredna živila in okrepljena, obogatena ali izboljšana živila, ki lahko koristno učinkujejo na zdravje, ko jih

<sup>1</sup>Kašeljaska cesta 134, 1260 Ljubljana  
Kontaktni naslov: e-pošta: elizabeta.micovic@gov.si

zaužijemo kot del učinkovite raznovrstne prehrane (3). Taka živila so velik izziv za živilsko industrijo, saj osveščen potrošnik izbira živila, ki so zdravju koristna, njihovo povpraševanje pa živilska industrija zadovoljuje z razvojem novih izdelkov, ki imajo nižjo vsebnost maščob, sladkorja, soli, manjšo energijsko vrednost in večjo vsebnost vlaknin, mineralov (4,5). Za razvoj in proizvodnjo tovrstnih živilskih izdelkov je zelo primeren tudi inulin. Inulin je naravna prehranska sestavina - topna vlaknina, ki se nahaja v mnogih živilih (6). Dnevno zaužijemo povprečno 3-10 g inulina, saj je uskladiščen kot rezervni ogljikov hidrat v mnogih živilih: pšenici, čebuli, bananah, česnu, cikoriji, topinamburu (7). Prednost uporabe inulina pred netopnimi prehranskimi vlakninami (celuloza, hemiceluloza, pektin, otrobi) so senzorične lastnosti (praktično brez vonja, nizka stopnje sladkosti) in pozitivne tehnološke lastnosti (topen v vodi in maščobah, deluje kot emulgator in zgoščevalec). Slaba stran uporabe netopnih prehranskih vlaknin je v omejenih možnostih njihovega vključevanja v živilske izdelke zaradi nekaterih tehnološko-senzoričnih ovir (razvoj nezaželenega pookusa, spremenjena konsistenca). Epidemiološka raziskava o prehranjevalnih navadah odraslih prebivalcev kaže (8), da se Slovenci nezdravo prehranjujemo - zaužijemo premalo prehranske vlaknine, in sicer le 20 g dnevno namesto priporočenih 30 g (8, 9). Bolezni, povezane s premajhnim uživanjem prehranske vlaknine, se kažejo predvsem kot motnje pri delovanju debelega črevesa, zaprtje, divertikularna bolezen, rak debelega črevesa ter sistemske motnje, kot so: hiperlipidemija, bolezn srca in ožilja, sladkorna bolezen in debelost (10). Poleg neustreznega vnosa količin hranil tudi režim prehranjevanja ni pravilen (neredni obroki hrane, opuščanje obrokov, enolična izbira hrane), kar še dodatno povečuje tveganje za nastanek bolezni, povezanih z nezdravim prehranjevanjem. V teh primerih bi z vključevanjem inulina v prehrano lahko stanje izboljšali.

## 2 Lastnosti inulina

### 2.1 Kemijska struktura

Inulin je polisaharid iz fruktanov, mešanice oligomerov in polimerov fruktoze s polimerizacijsko stopnjo (DP) od 2 do 60. Splošna formula inulina je  $G_nF_n$ , kjer je G = glukozna enota, F = fruktozna enota, n = število fruktoznih enot (slika 1). Fruktozne enote so povezane z b(2?1) vezmi, kar daje inulinu edinstven strukturni

videz. Inulin vsebuje tudi pomemben delež Fn fruktanov ( $n \geq 2$ ) brez končne glukozne enote. Inulin ima obliko belega drobnega prahu, nima posebnega vonja, lahko je brez okusa ali pa milo sladek (10 % sladkosti saharoze), kar so merili s senzorično oceno raztopin različnih tipov inulina v primerjavi z raztopino saharoze (11).

### 2.2 Tehnološke lastnosti inulina

Večina iomercialno uporabo v živilski industriji pridobiva s sintezo iz saharoze ali z ekstrakcijo iz cikorijskih korenin. Cikorija je najbolj poznana kot nadomestek prave kave. Korenina rastline *Cichorium intybus* vsebuje 15 - 20 % inulina in 5 - 10 % oligofruktoze (13).

Ko je rastlina cikorija - *Cichorium intybus* tehnološko zrela, nastopi žetev, med katero ločijo zeleni del rastline od korenin. Slednje temeljito operejo, narežejo, nato sledi ekstrakcija z vročo vodo. Ekstrakt je bogat z inulinom, vsebuje pa tudi veliko nečistoč, ki jih s filtriranjem odstranijo. Raztopino nato ohladijo, da se inulin obori. Oborino posušijo, posušene delce pa na koncu zmeljejo v droben bel prah (12).

Tehnološke lastnosti inulina so:

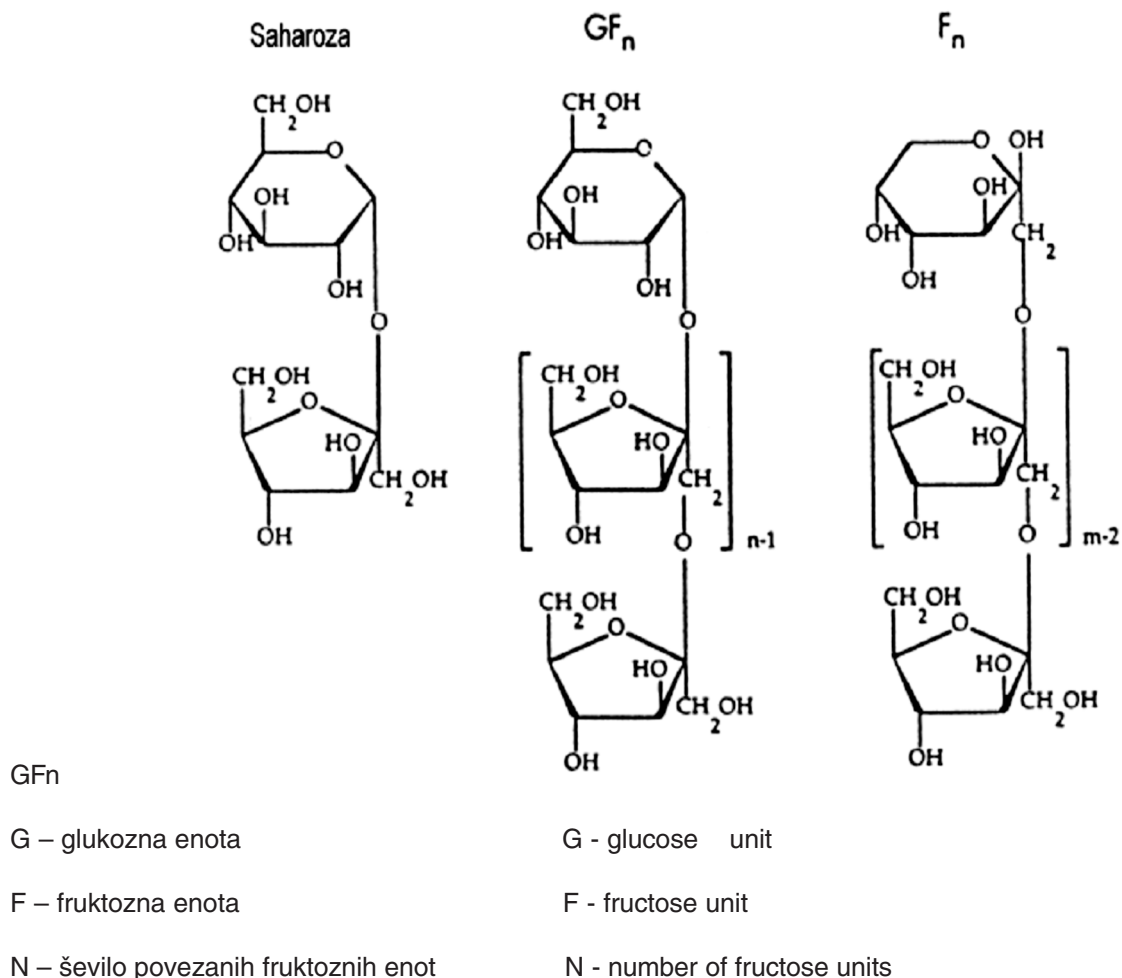
- dobro topen v vodi,
- stabilen na visokih temperaturah,
- stabilen pri različnih pH,
- ima praktično neomejen rok obstojnosti,
- vsebnost vode je majhna ( $97 \pm 1,5$  % suhe snovi),
- izboljšuje konsistenco živil: deluje kot zgoščevalec in emulgator - preprečuje razslojevanje različnih komponent v živilu, živilom izboljša občutek v ustih).

## 3 Fiziološki učinki in mehanizmi delovanja inulina

Prehranska vlaknina dejansko ni esencialna sestavina hrane, kar kažejo prehranjevalne navade tako Eskimov kot masajskih plemen v vzhodni Afriki, ki v tradicionalnih obrokih ne uživajo hrane rastlinskega izvora (14). Kljub temu pa jo zaradi njenih specifičnih učinkov na prebavo in presnovo prištevamo med pomembne sestavine hrane oziroma jo zaradi ugodnih učinkov v prehrani uvrščamo med funkcionalne sestavine hrane.

Lastnosti in učinki inulina:

- topna vlaknina;
- nizka energijska vrednost 1,5 kcal/g;
- nizek glikemični indeks;
- nižja raven holesterola v krvi;



Slika 1. Strukturna formula fruktanov (12).  
Figure 1. Basic chemical structure of fructans GF<sub>n</sub>.

- spodbuja rast bifidobakterij;
- poveča absorpcijo mineralov;
- poveča maso blata in frekvenco odvajanja;
- deluje preventivno pri boleznih črevesja;
- niža raven triacilglicerolov v krvi;
- lahko ga uporabimo kot zamenjavo za maščobe, sladkor, škrob, moko;
- pri preveliki količini uživanja tako kot ostale prehranske vlaknine lahko povzroča napenjanje in flatulenco.

### 3.1 Inulin in zaprtje

Črevesje je kompleksen ekosistem z več kot 400 različnimi vrstami vrstami bakterij. Nekatere med njimi so patogene, proizvajajo toksine in karcinogene,

medtem ko imajo druge za zdravje zaščitne funkcije (15).

V debelem črevesu se pod vplivom črevesnih bakterij inulin razgradi v kratkoverižne maščobne kisline: acetate, propionate, butirat, laktat ter druge produkte mikrobne fermentacije (plini, voda, toplota). Uživanje inulina značilno povečuje vsebnost bifidobakterij v debelem črevesu, saj topna vlaknina intenzivno fermentira in s tem vpliva na rast bifidogenih bakterij v debelem črevesu (16, 17). Poveča se volumen blata, zniža pH vrednost v debelem črevesu in skrajša čas potovanja hrane skozi prebavno cev (18). Inulin ne poveča koncentracije vode v bakterijah, ampak kot hrana za mikroorganizme poveča mikrobno maso. Ker je v mikroorganizmih veliko vode, se poveča vsebnost vode v blatu. Poleg tega topna, nefermentabilna vlaknina

tudi kemijsko veže vodo in tako tudi na ta način poveča količino vode v blatu. Blato je mehkejše, poveča se pogostnost odvajanja, kar je ugodno posebej pri kronično zaprtih ljudeh (6). Z odpravo zaprtja se zmanjša tudi tveganje za nastanek raka na debelem črevesju, zato priporočajo inulin za preprečevanje raka (19). Zanimivi so izsledki študije, v katero so bile vključene starejše osebe, ki so imele težave z zaprtjem (15 in 10 oseb) in so uživale laktozo in inulin 19 dni. Rezultati raziskave so pokazali, da je v skupini, ki je uživala inulin, ta povzročil porast bifidobakterij in zmanjšanje vsebnosti enterokokov in enterobakterij ter imel blag laksativni učinek (20). Študija na sicer zdravih osebah, ki so trpeli za zaprtjem, (odvajanje blata na 2-3 dni) in so jim dodajali 15 g inulina dnevno, je pokazala večjo pogostnost odvajanja, povečanje mase blata brez neželenih spremljajočih učinkov (napenjanje, flatulenca)(21).

### 3.2 Inulin in vsebnost triacilglicerolov v krvi

Rezultati raziskav, opravljenih na zdravih prostovoljcih, so pokazali, da je uživanje inulina značilno vplivalo na znižanje ravni triacilglicerolov v krvi. Nižja je bila pri dieti z inulinom tudi vsebnost holesterola (21).

Študija, opravljena na osebah s preveliko telesno težo, ki so uživale 7 g inulina dnevno, v času 4 tednov, je potrdila isto – znižanje celokupnega holesterola, LDL holesterola, VLDL in znižanje ravni triacilglicerolov brez sprememb v občutljivosti na insulin (22).

### 3.3 Inulin in debelost

Čezmeren energijski vnos in visok delež maščob v prehrani pomembno zvišujeta raven skupnega holesterola, škodljivega holesterola LDL in triacilglicerolov v krvi ter krvni tlak, znižujeta raven zaščitnega HDL holesterola in prispevata k čezmerni telesni teži (23). Z zamenjavo maščob in sladkorja v živilu z inulinom se poleg zgoraj omenjenega zmanjša tudi energijski vnos v organizem (24), saj ima inulin manjšo energijsko vrednost kot ostali ogljikovi hidrati, in sicer 1,0-1,5 kcal/g (25).

Prehranske vlaknine so že dolgo znane tudi po tem, da povzročajo sitost. Vključevanje hrane, bogate s prehransko vlaknino, v jedilnik, povzroča občutek sitosti po obroku, zmanjšuje občutek lakote in zmanjša energijski vnos (26,27,28). To potrjuje tudi raziskava, v kateri so ugotovili, da uživanje dodatka 14 g vlaknine dnevno več kot dva dni, povzroča zmanjšanje energijskega vnosa za 10 % in izgubo telesne mase za 1,9 kg v 3,8 mesecih. Opazovane spremembe so bile dosežene ne glede na to, ali so bile zaužite v obliki

živil z visoko vsebnostjo prehranske vlaknine ali kot nadomestki vlaknin v obliki prehranskih dopolnil (29). Veliko študij potrjuje, da je uživanje hrane z nizkim glikemičnim indeksom ključnega pomena pri zmanjševanju debelosti (30,31,28). Ker je z inulinom mogoče pripraviti živila, obogatena z vlakninami, z nižjim glikemičnim indeksom (32), to potrjuje uporabnost inulina kot prehranske surovine tako pri pripravi industrijskih živil kot obrokov v dietni prehrani.

### 3.4 Inulin in prehrana diabetikov

Inulin se v prebavilih delno hidrolizira in ne vpliva na raven glukoze v krvi. Možnost uporabe inulina v prehrani diabetikov je poznana že od začetka 20. stoletja. Mnogi avtorji priporočajo uporabo inulina v prehrani diabetikov in predlagajo uživanje le tega v večjih količinah in skozi daljše obdobje. Poročajo tudi, da je hranjenje diabetikov s 40-100 g/dan čistega inulina zelo koristno. Tako so že tudi pri nas v prodaji različna živila z inulinom: kruh za diabetike, marmelade, sadni sokovi, jogurti, hrenovke, testenine, krekerji, kremne juhe, sladoledi, čokolade in drugo (12,33,34).

Nedavno opravljena raziskava na podganah je potrdila hipoglikemično delovanje prehrane, bogate z inulinom. Uživanje 8 % in 12 % inulina v prehrani podgan je povzročilo znižanje ravni glukoze v krvi za 26 % in 33 %, v primerjavi z ravno glukoze v krvi podgan, ki inulina niso uživale (35).

### 3.5 Inulin in osteoporoza

Pri starejši populaciji, ki uživa pretežno prehrano zahodnega tipa (preveč maščob, preveč enostavnih ogljikovih hidratov, premalo sadja in zelenjave, premalo vlaknin in mlečnih izdelkov), je opazen velik porast pojavnosti osteoporoze in s tem povečano število zlomov kosti. Podatki kažejo, da je pri eni od treh žensk po menopavzi prisotna osteoporoza. Ključna pot za ustrezno preprečevanje osteoporoze je uživanje ustreznih količin kalcija, zato je živilska industrija razvila in ponuja potrošnikom izdelke, obogatene s kalcijem. Kalcij zavzema 1-2 % mase odraslega človeka. Nad 99 % vsega telesnega kalcija se nahaja v zobeh in kosteh. Za razvoj kosti in vzdrževanje drugih funkcij, kjer ima kalcij veliko vlogo, ni pomembno samo, koliko kalcija s prehrano zaužijemo, temveč tudi koliko kalcija se absorbira. Vključevanje topne prehranske vlaknine v prehrano zagotavlja optimalen izkoristek kalcija iz hrane. To je posebej pomembno pri osebah, pri katerih je izkoristek absorpcije kalcija prenizek in si prizadevajo doseči priporočen vnos kalcija (36), pa tudi pri osebah, pri katerih so potrebe po mineralih višje, na primer pri

športnikih. Običajno se 30 % kalcija iz hrane absorbira v telo (v adolescenci 50 %) tako, da se uskladišči v kosti. Možnost povečanja naravne absorpcije kalcija in magnezija ima lahko pozitivne posledice na zmanjševanje obolevnosti za osteoporozo in števila zlomov kosti. Raziskave so pokazale, da inulin ponuja rešitve na tem področju (37).

Z vključevanjem inulina v prehrano se izboljša izkoriščenost mineralov, posebno kalcija, magnezija in železa (38). Mnogi avtorji (39,40,41) poročajo o študijah na podganah, ki so uživale inulin in pri katerih so ugotovili porast črevesne absorpcije kalcija, v nekaterih primerih tudi drugih mineralov, na primer magnezija in cinka. (42, 43).

Ugotovili so, da neprebavljivi oligosaharidi, med katere sodi tudi inulin, povečajo absorpcijo kalcija in magnezija predvsem v debelem črevesu, medtem ko so doslej mislili, da je absorpcija prisotna predvsem v tankem črevesu (44).

Raziskave na ljudeh so potrdile rezultate poskusov na podganah, in sicer, da uživanje inulina pospešuje absorpcijo kalcija oziroma da je izkoristek absorpcije večji (38,45).

### 3.6 Inulin in preventiva pred rakom debelega črevesa

V zahodnoevropskih deželah je med rakavimi boleznimi rak debelega črevesa in danke eden glavnih vzrokov umrljivosti tako pri moških kot ženskah (46).

Rezultati različnih raziskav so pokazali, da tveganje za razvoj raka na debelem črevesu in danki lahko zmanjšamo z uživanjem večjih količin sadja in zelenjave. Tudi raziskave (47) na živalih kažejo pozitivni vpliv prehranske vlaknine pri preprečevanju nastanka raka na debelem črevesu. Nedavna raziskava je pokazala močno antikarcinogeno delovanje na miškah, doseženo s kombinacijo oligofruktoze in dolgoverižnega inulina. V tej študiji so miškam inducirali aberantne kriptne fokuse - ACF (Aberant crypts foci), ki so najzgodnejši morfološki znaki epitelne neoplazije. Miške, razdeljene v različne skupine, so s hrano prejemale fruktane z različnim številom enot molekul v verigi in sicer: oligofruktozo (2-10 enot), inulin (2-60 enot) in mešanico inulina in oligofruktoze. V vseh skupinah je v primerjavi s kontrolno skupino, ki je prejela koruzni škrob, število ACF padalo ( $P < 0,05$ ). Najboljši učinek je bil ugotovljen pri mešanici oligofruktoze in dolgoverižnega inulina, kar so avtorji pojasnili s kemijsko strukturo oligofruktoze, ki se prilagodi vsebnosti črevesne flore v sredini debelega črevesa in daljših verig inulina, ki vzdržujejo metabolizem bifidogene flore

v bolj oddaljenem delu debelega črevesa (48).

Iz preglednega članka o vlogi inulina na zmanjšanje tveganja za nastanek raka debelega črevesa na poskusnih živalih je razvidno, da imajo fruktani kot inulin protikarcinogene lastnosti (49). Avtorica članka poroča o še učinkovitejšem, sinbiotičnem učinku delovanja tako inulina kot prebiotika in *bifidobakterij* kot probiotika skupaj. To potrjuje tudi raziskava o genotoksičnosti fekalne vode mišk. Znano je namreč, da fekalna voda vedno vsebuje določeno število genotoksičnih spojin. Genotoksičnost vzorcev fekalne vode mišk, ki so uživale sinbiotik, je bila manjša od genotoksičnosti fekalne vode mišk, ki so uživale samo probiotik ali samo prebiotik (50). Prizadevanja raziskovalcev za potrditev teh rezultatov tudi na ljudeh so velika. To je tudi cilj projekta, imenovanega SYNCAN, v okviru katerega raziskovalci opravljajo študije in vitro, in vivo kakor tudi klinične raziskave, v katerih sodelujejo prostovoljci. Študije na ljudeh so zasnovane na različnih skupinah prostovoljcev in so še v fazi izvajanja, zato avtorji v tem članku poročajo le o učinku sinbiotičnega pripravka na preživetje probiotikov skozi prebavno cev in pozitivno spremembo sestave mikroflore debelega črevesa. (51). Vspodbudni so tudi rezultati raziskav vpliva prebiotika pri bolezni črevesnega katarja, kar so potrdili tako s študijo, opravljeno na miškah (52), kot tudi sinbiotičnega delovanja inulina in *Bifidobacterium longum* pri bolnikih s črevesnim katarjem (53).

Poročajo tudi o pozitivnem učinku inulina kot pomagala pri klasičnem zdravljenju karcinoma (radioterapija, kemoterapija). Avtorja priporočata uporabo inulina v klasičnem zdravljenju raka kot novo, netoksično in uporabno pomagalo brez škodljivih stranskih učinkov in brez dodatnega tveganja za bolnike (54).

## 4 Uporaba inulina v praksi

Inulin je povsod po svetu zelo uporaben pri proizvodnji tako imenovanih funkcionalnih izdelkov. Z uporabo v različnih aplikacijah je med drugim omogočil razvoj t.i. funkcionalnih izdelkov – izdelkov, ki s svojo sestavo oskrbujejo organizem z osnovnimi hranili, poleg tega pa pozitivno učinkujejo na eno ali več funkcij organizma (55). Nekateri ga imenujejo surovino prihodnosti, ki danes zadovoljuje potrebe živilske industrije in je vodilna surovina v trendu funkcionalne prehrane (13). Inulin se zaradi svojih že opisanih tehnoloških in senzoričnih lastnosti (je brez vonja, bele barve, milo sladkega okusa) s pridom uporablja tako v živilski kot farmacevtski industriji (56). Najprej se je njegova uporaba pričela v mlekarški industriji kot dodatek

jogurtom in drugim probiotičnim mlečnim izdelkom. Znano je namreč, da kot prebiotik služi kot hrana bifidobakterijam, kar jim podaljša življenjsko dobo in omogoča preživetje v prebavni cevi (57,58). Dodajanje inulina npr. mesnim izdelkom nima le pozitivnega fiziološkega vpliva, temveč pomembno tehnološko vlogo kot maščobni nadomestek v izdelkih z manj maščobe (59). Z zamenjavo sladkorja z inulinom in fruktozo v čokoladi, so izdelali konditorski izdelek z manjšo energijsko vrednostjo, 50 % manj sladkorja, obogaten z vlaknino brez dodanih intenzivnih sladil (34). Zaradi svoje higroskopičnosti in vpliva na povečanje viskoznosti bi se lahko s pridom uporabljal kot emulgator in zgoščevalec. Z inulinom lahko v standardnih receptih za različne jedi zamenjamo moko, sladkor in maščobo. S tem pri pripravi živilskih izdelkov in jedi lahko dosežemo:

- obogatitev s topnimi prehranskimi vlakninami,
- zmanjšanje energijske vrednosti izdelka,
- izboljšanje teksture, občutka v ustih,
- zmanjšanje vsebnosti sladkorja,
- zmanjšanje vsebnosti maščob (12, 34).

Ustrezno in optimalno količino uporabljenega inulina moramo določiti s preskušani vzorcev z različno vsebnostjo inulina, z uporabo senzorične in kemijske analize (34).

## 5 Zaključek

Inulin je popolnoma naravna prehranska sestavina rastlinskega izvora, koristna in učinkovita, pa tudi popolnoma varna, kar potrjujejo tudi opravljene toksikološke študije. Avtorji teh raziskav poudarjajo, da inulin ne vpliva na pojav obolelosti in ne povzroča toksičnosti, torej ni mutagen, karcinogen ali teratogen (60).

Glede na vse pravkar naštet lastnosti inulina je možnost za njegovo uporabo več. Ob zaenkrat znani uporabi v farmacevtski in živilski industriji menim, da uporaba inulina v klinični prehrani šele prihaja v veljavo. Možnosti uporabe inulina kot prehranskega dopolnila – topne prehranske vlaknine, so tako v pripravi enteralne hrane kot v dietetiki. Z inulinom lahko pripravimo jedi

Tabela 1. Priporočeno odmerjanje inulina v različnih izdelkih (34, 12).

Table 1. Recommended dosage of inulin in different products (34, 12).

IZDELEK PRODUCT	PRIPOROČENA VSEBNOST INULINA (%) RECOMMENDED INULIN CONTENT
KRUH BREAD	5 –10
BISKVITNO TESTO BISCUIT PASTRY	10 –15
JOGURT YOGURT	5
SIRNI NAMAZ CHEESE SPREAD	5
SLADOLED ICE CREAM	8
ČOKOLADA CHOCOLATE	10 –40
OBLIVI, DRESINGI ICING, DRESSING	5
MESNI IZDELKI MEAT PRODUCTS	5
OSVEŽILNE PIJAČE REFRESHING BEVERAGES	3

za bolnike z različnimi boleznimi: debelostjo, sladkorno boleznijo, osteoporozo, zaprtjem in oslabelem imunskim sistemom. Smotno bi bilo pospešiti raziskave o učinkih inulina kot prehranskega dopolnila pri prehrani bolnikov vseh naštetih boleznih. Saj ne moremo in ne smemo prezreti že dokazanih pozitivnih učinkov uživanja inulina. Potrebno bi bilo raziskati uporabnost inulina posebej pri onkoloških bolnikih, vseh ki trpijo za zaprtjem, pa tudi pri vseh bolnikih, pri katerih pri zdravljenju že uporabljamo različna zdravila.

## Literatura

1. Sheehy T, Morrissey PA. Functional foods: prospects and perspectives. In: Henry CJK, Heppell NJ, editors. Nutritional aspects of food processing and ingredients, Gaithersburg, Maryland, Aspen Publishers, 1998: 45-63.
2. Wouters R. The benefits of inulin and oligofructose. *World Food Ingrid* 1988; September:44-5.
3. Hasler CM, Loch AS, Thomson CA, Enrione E, Manning C. Position of the American Dietetic Association: Functional foods. *J Am Diet Assoc.* 2004;104(5): 814-26.
4. Haesman M, Mallentin J. Addressing the health issue. *Int Food Ingrid* 1998; 3: 22-4.
5. Hilliam M. Functional food. *World Food Ingrid* 2000; December: 50-2.
6. Cherbut C. Inulin & oligofructose in the dietary fibre concept. In: 3rd ORAFTI Research Conference. London, Tienen, Orafti: 2001: 18.
7. Moshfegh AJ, Friday JE, Goldman, JP, Chug Ahuja, JK. Presence of inulin and oligofructose in the diets of Americans. *J Nutr* 1999; 129(7S): 1407-11.
8. Koch V. Prehranske navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 1997.
9. D.A.CH. Referenčne vrednosti za vnos hranil/prevod iz nemškega jezika Primož Debenjak, Doris Debenjak. (1.izd.). Ljubljana: Ministrstvo za zdravje, 2004.
10. Salobir J, Salobir B. Funkcionalnost prehranske vlaknine. In: Žlender B, Gašperlin L, editors. Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, Portorož, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 2001: 51-65.
11. Teeuwen H, Thoné M, Vandorpe J. Inulin: A versatile fibre ingredients. *Int Food Ingrid* 1998; 5: 10-14.
12. Anon. Raftiline & Raftilose. In: Coussement P, editor. Product book, Tienen, Orafti 1998.
13. Niness KR. Inulin and oligofructose: what are they ?. *J Nutr* 1999; 129(7): 1402S-06S.
14. Lupton JR, Turner ND. Dietary fiber. In: Stipanuk MH, Saunders WB, editors. Biotechnical and physiological aspects of human nutrition. Philadelphia, WB Saunders company, 2000: 143-54.
15. Vandenplas Y. Probiotics and prebiotics in pediatrics: A new development. In: 3rd ORAFTI Research Conference. London, Tienen, Orafti: 2001:62-3.
16. Anderson JW, Hanna TJ. Impact of nondigestible carbohydrates on serum lipoproteins and risk for cardiovascular disease. *J Nutr* 1999; 129 (7S): 1457S- 66S.
17. Ishibashi N, Yaeshima T, Hayasawa H. Bifidobacteria for intestinal health. *World Food Ingrid* 1999; September: 108-9.
18. Tzortzision G, Goulas A K, Gee JM, Gibson GR. A novel galactooligosaccharide mixture increases the bifidobacterial population numbers in a continuous in vitro fermentation system and in the proximal colonic contents of pigs in vivo. *J Nutr* 2005; 135: 1726-31.
19. Nyman M. Fermentation of inulin & oligofructose and other indigestible carbohydrates. In: 3rd ORAFTI Research Conference, London, Tienen, Orafti: 2001: 20.
20. Kleessen B, Sykura B, Zunft HJ, Blaut M.. Effects of inulin and lactose on fecal microflora, microbial activity, and bowel habit in elderly constipated persons. *Am J Clin Nutr* 1997; 65: 1397-1402.
21. Hond ED, Geypens B., Ghooys Y. Effect of high performance chicory inulin on constipation. *Nutr Res* 2000; 20(5): 731-6.
22. Balcazar-Munoz BR, Martinez-Abundis E, Gonzalez-Ortiz M. Effect of oral inulin administration on lipid profile and insulin sensitivity in subjects with obesity and dyslipidemia. *Rev Med Chil* 2003; 131(6): 597-604.
23. Gradišek A, Šoln D, Tršan V, Zakotnik Maučec J, Prešeren N, Kovač M, Čakš T, Bulc M, Gabrovšek S, Milohnoja M. Študija dejavnikov za nastanek kroničnih nenalezljivih boleznih v Ljubljani. *Zdrav Var* 1992; 31: 71-7.
24. Davidson MH, Maki KC. Effects of dietary inulin on serum lipids. *J Nutr* 1999;129(7): 1474S-77S.
25. Roberfroid MB. Caloric value of inulin and oligofructose. *J Nutr* 1999; 129(7): 1436S-37S.
26. Livesey G. Low-glycaemic diets and health: implications for obesity. *Proc Nutr Soc* 2005; 64(1): 105-13.
27. Deedwania PC, Volkova N. Current treatment options for the metabolic syndrome. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2005; 7(1): 61-74.
28. Brennan CS. Dietary fibre, glycaemic response and diabetes. *Mol Nutr Food Res* 2005; 49(7): 716.
29. Howarth NC, Saltzman E, Roberts SB. Dietary fiber and weight regulation. *Nutr Rev* 2001; 59(5): 129-39.
30. Calleo-Cross A, Sharma N, Aronne LJ. Medical assessment of obese older patients. *Clin Geriatr Med* 2005; 21(4): 689-99.
31. Bell SJ, Sears B. Low glycemic-load diets: impact on obesity and chronic diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2003; 43(4): 357-77.
32. Kaur N, Gupta AK. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *J Biosci* 2002; 27(7): 703-14.
33. Schneeman BO. Dietary fiber and gastrointestinal function. *Nutr rev* 1987; 45(5): 231-6.
34. Mičović E. Kakovost funkcionalnega izdelka-čokolade z inulinom. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 2003.
35. Kopec A, Cieslik E. Effect of fructans on glucose level in blood serum of rats – a short report. *Pol J Food Nutr Sci* 2005; 14:207-10.
36. Cashman K. Calcium intake, calcium bio-availability and bone health. In: Recent scientific research on inulin and oligofructose. In:3rd ORAFTI Research Conference, London, Tienen, Orafti: 2001: 22-3.
37. Heuvel EGHM, Muys T, Dokkum W, Schaafsma G. Oligofructose stimulates calcium absorption in adolescents. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 544-8.
38. Franck A. Oligofructose stimulates calcium absorption. *Ingrid Health Nutr* 1999; 2(2): 24-5.
39. Shimura S, Saeki Y, Ito Y, Suzuki K, Shiro G. Effects of galactooligosaccharides and fructooligosaccharides on mineral utilisation in rats. *J Nutr* 1991; 44: 287-91.
40. Ohta A, Baba S, Ohtsuki M, Takizawa T, Adachi T, Hara H. In vivo absorption of calcium carbonate and magnesium oxide from the large intestine in rats. *J Nutr* 1997; 43: 35-46.
41. Scholz-Ahrens KE. Inulin & oligofructose and mineral balance: experimental data and mechanisms. In: 3rd ORAFTI Research Conference. London, Tienen, Orafti: 2001: 24-4.

42. Scholz-Ahrens KE, Schrezenmeir J. Inulin, oligofructose and mineral metabolism experimental data and mechanism, *Br J Nutr* 2002; 87(2): 5179-86.
43. Rascehka I, Daniel H. Diet composition and age determine the effects of inulin-type fructan on intestinal calcium absorption in rat. *Eur J Nutr* 2005; 535: 1-5.
44. Greger JL. Nondigestible carbohydrates and mineral bioavailability. *J Nutr* 1999; 129(7): 1434-35.
45. Abrams SA, Griffin IJ, Hawthorne KM, Liang L, Gunn SK, Darlington G, Ellis KJ. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *Am J Clin Nutr* 2005; 82(2): 471-76.
46. Gallaher DD, Khill J. The effect of simbiotics on colon carcinogenesis in rats. *J Nutr* 1999; 129(7): 1483S-7S.
47. Reddy BS. Possible mechanisms by which pro- and prebiotics influence colon carcinogenesis and tumor growth. *J Nutr* 1999; 129(7): 1478S-81S.
48. Veghese M, Walker LT, Schackelford L, Chawan CB. Inhibitory effects of nondigestible carbohydrates of different chain lengths on azoxymethane-induced aberrant crypt foci in Fisher 344 rats. *Nutr Res* 2005; 25:859-68.
49. Pool-Zobel BL. Inulin-type fructans and reduction in colon cancer risk: review of experimental and human data. *Br J Nutr* 2005; 93(1): S73-S90.
50. Klinder A, Förster A, Caderni G, Femia A, Pool-Zobel B. Fecal water genotoxicity is predictive of tumor preventive activities by inulin-like oligofructoses (Raftilose Synergy 1), probiotics (*Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis*) and their synbiotic combination. *Nutr Cancer*. 2004; 49(2): 144-55.
51. Van Loo J, Clune Y, Bennett M, Collins JK. The Syncan project: goals, set-up, first results and settings of the human dietary intervention study. *Brit J Nutr* 2005; 93(S1): 91-8.
52. Hoentjen F, Welling GW, Harmsen HJ, Zhang X, Snart J, Tannock GW, Lien K, Churchill TA, Lupicki M, Dieleman LA. Reduction of colitis by prebiotics in HLA-B27 transgenic rats is associated with microflora changes and immunomodulation. *Inflamm Bowel Dis* 2005; 11(11): 977-85.
53. Furrie E, Macfarlane S, Kennedy A, Cummings JH, Walsh SV, O Neal DA, Macfarlane GT. Synbiotic therapy (*Bifidobacterium longum*/Synergy !) initiates resolution of inflammation in patients with active ulcerative colitis: a randomised controlled pilot trial. *Gut* 2005; 54(9): 1346.
54. Taper HS, Roberfroid MB. Possible adjuvant cancer therapy by two prebiotics-inulin or oligofructose. *In Vivo*. 2005; 19(1): 201-4.
55. Roberfroid MB. Functional affects of food components and the gastrointestinal system: chicory fructooligosaccharides. *Nutr Rev* 1996; 54: 538-51.
56. Musial W, Kubis A. Bidegradable polymers for colon-specific drug delivery. *Polim Med* 2005; 35(4): 51-61.
57. Rogelj I. Sinbiotični mlečni izdelki – učni primer funkcionalne hrane. In: Žlender B, Gašperlin L, editors. *Funkcionalna hrana*. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, Portorož, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 2001: 219-29.
58. Corcoran BM, Ross RP, Fitzgerald GF, Stanton C. Comparative survival of probiotic lactoacilli spray-dried in the presence of prebiotic substances. *J Appl Microbiol*. 2004; 96(5): 1024-39.
59. Gašperlin L, Žlender B. Meso kot funkcionalno živilo. In: Žlender B, Gašperlin L, editors. *Funkcionalna hrana*. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, Portorož, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 2001: 253-66.
60. Flamm G, Glinsmann W, Kritchevsky D, Prosky L, Roberfroid M. Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2001; 41(5): 353-62.