Nutritivna i ljekovita svojstva zobi (Avena sativa L.)

Vukšić, Katarina

Professional thesis / Završni specijalistički

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Pharmacy and Biochemistry / Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:253194

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Pharmacy and Biochemistry University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FARMACEUTSKO-BIOKEMIJSKI FAKULTET

Katarina Vukšić

NUTRITIVNA I LJEKOVITA SVOJSTVA ZOBI (*AVENA SATIVA* L.)

Specijalistički rad

Zagreb, 2016.

PSS: Fitofarmacija s dijetoterapijom

Mentor rada: doc. dr. sc. Donatella Verbanac, znanstvena savjetnica

Specijalistički rad obranjen je dana 29. lipnja 2016. godine na Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, pred povjerenstvom u sastavu:

1. izv. prof. dr. sc. Dubravka Vitali Čepo

   Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet

2. doc. dr. sc. Donatella Verbanac

   Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet

3. prof. dr. sc. Sanda Vladimir-Knežević

   Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet

Rad ima 54 lista.

Zahvala

Zahvaljujem doc.dr.sc. Donatelli Verbanac jer je prihvatila mentorstvo te svojoj obitelji i prijateljima na optimizmu i podršci.

Sažetak

Zob potječe sa Starog kontinenta. Plod ove biljke koristi se u prehrani ljudi preko 4000 godina zbog bogatog nutritivnog sastava i pozitivnog djelovanja na probavni sustav. Zob sadrži visoki udio proteina koji su kvalitetom izjednačeni sa proteinima soje. Također sadrži šećere, ß-glukane. Ovi linearni polisaharidi građeni su od molekula D-glukoze povezanih ß-(1→3) i ß-(1→4) vezama. U plodu zobi nalaze se i biljna ulja sa visokim udjelom nezasićenih masnih kiselina, fenolne komponente, saponini, fitinska kiselina, vitamini i minerali.

ß-glukan je najvažnije prehrambeno vlakno u zrnu zobi koje je gotovo u potpunosti topljivo u vodi, te ima svojstvo formiranja viskoznih otopina. Prolaskom kroz tanko crijevo ß-glukani ostaju nepromijenjeni jer ne postoje hidrolitički enzimi koji bi ih razgradili. U debelom crijevu dolazi do njihove fermentacije bakterijama crijevne mikroflore. ß-glukani veće molekulske mase topljiviji su u vodi i doprinose većoj viskoznosti sadržaja u tankom crijevu. Zbog toga se stvara postojan sloj koji poput fizičke barijere sprječava apsorpciju kolesterola i reapsorpciju žučnih kiselina. Posljedično dolazi do pojačanog izlučivanja kolesterola i metabolita žučnih kiselina fecesom, a zatim do pojačane sinteze žučnih kiselina u jetri. S obzirom da je kolesterol prekursor u sintezi žučnih kiselina, prilikom tog procesa smanjuje se koncentracija cirkulirajućeg LDL kolesterola u krvi. Produkti fermentacije ß-glukana u debelom crijevu, kratkolančane masne kiseline, octena i propionska, uzrokuju inhibiciju sinteze kolesterola u jetri.

ß-glukani smanjuju apsorpciju glukoze iz crijeva zbog čega se smanjuje i lučenje inzulina. Kratkolančane masne kiseline, propionska i maslačna, povećavaju ekspresiju transportera GLUT-4 u mišićima putem receptora PPAR, smanjujući tako inzulinsku rezistenciju. S

obzirom da inzulinska rezistencija značajno utječe na razvoj hipertenzije, ß-glukani mogu utjecati na krvni tlak modulacijom metabolizma inzulina.

ß-glukani utječu na osjećaj sitosti jer povećavaju viskoznost obroka, uzrokuju odgođeno pražnjenje želuca, usporenu probavu i smanjenu apsorpciju nutrijenata. Kratkolančane masne kiseline usporavaju motilitet crijeva tako što potiču oslobađanje gastrointestinalnog serotonina. Time se produljuje prolazak hrane kroz crijeva i trajanje osjećaja sitosti. Osim toga, kratkolančane masne kiseline potiču izlučivanje različitih hormona iz crijeva koji imaju važnu ulogu u regulaciji osjećaja sitosti: PYY, GLP-1, CCK i grelin.

ß-glukani su supstrat samo za dobre bakterije crijevne mikroflore, dok ne ulaze u direktnu interakciju sa *Escherichiom colli* i drugim potencijalno patogenim bakterijama. Stoga ih svrstavamo u kategoriju prebiotika.

U odnosu na druge polisaharide koji djeluju kao imunostimulatori, ß-glukani su djelotvorniji i protiv infektivnih bolesti i protiv karcinoma. Dokazano je da mogu stimulirati i humoralnu i staničnu imunost.

Lokalni pripravci na bazi zobi djeluju protuupalno, smanjuju suhoću kože, svrbež i ljuštenje. Zbog toga se mogu koristiti za liječenje atopijskog dermatitisa i drugih kožnih bolesti.

Osim ploda, u medicinske svrhe koristi se i zelen zobi. Najnovijim istraživanjima je dokazano da ekstrakt zeleni zobi poboljšava kognitivne funkcije kod starijih ljudi.

S obzirom na izvanredna nutritivna i ljekovita svojstva postoji veliki potencijal za upotrebu zobi u svakodnevnoj prehrani, kao i za specifične preparate na bazi zobi u okviru farmaceutske industrije.

Summary

Oats originates from the Old Continent. The fruit of this plant is used in human nutrition for more than 4000 years because of its rich nutritional composition and the positive effects on the digestive system. Oats contains a high proportion of proteins that are of quality equal to soy protein. It also contains sugars, beta-glucans. These linear polysaccharides are built of D-glucose monomers linked by ß-(1→3) and ß-(1→4) glycosidic bonds. The fruit of oats also contains vegetable oils with a high proportion of unsaturated fatty acids, phenolic compounds, saponins, phytic acid, vitamins and minerals. ß-glucan is the most important food fiber in a grain of oats, which is almost completely soluble in water and has the property of forming viscous solutions. Passing through the small intestine ß-glucans remain unchanged because there are no hydrolytic enzymes that can dissolve them, while in the colon their fermentation occurs with bacteria of the intestinal microflora. ß-glucans with the higher molecular weight are soluble in water, and contribute to the higher viscosity of the contents in the small intestine. Because of that a resistant layer is created, and like a physical barrier it prevents cholesterol absorption and reabsorption of bile acids. Consequently, there is increased secretion of cholesterol and bile acid metabolites in the feces, and the increased synthesis of bile acids in the liver. Since cholesterol is a precursor in the synthesis of bile acids, with this process concentration of circulating LDL cholesterol levels reduces. Products of fermentation of ß-glucan in the colon, short chain fatty acids, acetic and propionic acid, cause the inhibition of cholesterol synthesis in the liver.

ß-glucans reduce the absorption of glucose from the intestine which reduces the secretion of insulin. Short chain fatty acids, propionic and butyric acids enhance the expression of the transporter GLUT-4 in the muscles by PPAR receptors, thereby reducing insulin resistance. Since insulin resistance is a significant influence on the development of

hypertension, ß-glucans can affect blood pressure by modulating insulin metabolism. ß-glucans affect the feeling of satiety by increasing the viscosity of a meal, causing delayed gastric emptying, slow digestion and reduced absorption of nutrients. Short chain fatty acids slow down intestinal motility by stimulating release of the gastrointestinal serotonin. This prolongs the passage of food through the intestines and the feeling of satiety. In addition, short chain fatty acids stimulate different gut hormones that play an important role in the regulation of feeling satiety: PYY, GLP-1, CCK, and ghrelin.

ß-glucans are substrate only for beneficial bacteria of the intestinal microflora, while not being in direct interaction with *Escherichia colli* and other potentially pathogenic bacteria. Therefore, they are classified in the category of prebiotics.

Compared to other polysaccharides which act as immunostimulators, ß-glucans are most effective against infectious diseases and cancer. It has been proven that ß-glucans can stimulate the humoral and cellular immunity.

Local preparations based on oats have anti-inflammatory effect, reduce skin dryness, itching and peeling. They can therefore be used for the treatment of atopic dermatitis and other skin diseases.

For medical purposes other than grain, the green oats is also used. Latest researches have proven that an extract of green oats improves cognitive function in elderly.

Finally, this extraordinary plant shows emense potential for the everyday use in nutrition, as well as for the specific applications in the field of pharmaceutical industry.

Sadržaj

1. Uvod i pregled područja istraživanja 1

2. Cilj istraživanja 3

3. Materijal i metode 4

3.1. Zob – ljekovita biljka Starog kontinenta 4

3.1.1. Podrijetlo zobi 4

3.1.2. Opis biljke 5

3.1.3. Fitokemijska karakterizacija ploda zobi 8

3.1.4. Tradicionalna upotreba zobi 13

3.2. Učinci ß-glukana iz zobi na ljudsko zdravlje 15

3.2.1. ß-glukani 15

3.2.2. ß-glukani i dislipidemija 18

3.2.3. ß-glukani i dijabetes tip 2 23

3.2.4. ß-glukani i hipertenzija 25

3.2.5. ß-glukani i osjećaj sitosti 26

3.3. Prebiotičko djelovanje ß-glukana i drugih prehrambenih vlakana iz zobi 29

3.3.1. Prebiotici 29

3.3.2. Prehrambena vlakna 31

3.3.3. ß-glukani i upalne bolesti crijeva 32

3.3.4. ß-glukani i antikancerogeno djelovanje 33

3.3.5. Zob i celijakija 34

3.4. Lokalni pripravci na bazi zobi 36

3.5. Zob i živčani sustav 38

4. Rasprava 40

5. Zaključak 43

6. Literatura 44
7. Životopis 53

1. Uvod i pregled područja istraživanja

Pacijenti često postavljaju pitanja o zdravim namirnicama, pogotovo ako su zbog nepravilne prehrane oboljeli od dijabetesa tip 2, dislipidemije ili jednostavno nemaju vremena kuhati. Oni najčešće konzumiraju rafinirane namirnice i hranu visokog glikemijskog indeksa koja brzo daje osjećaj energije.

Promjena načina prehrane zahtjeva svjesnu odluku, međutim ona ne mora nužno zahtijevati puno vremena i novca. Kao zdrava varijanta jutarnjeg obroka mogu se konzumirati žitarice. Najbolje ih je pomiješati sa mlijekom ili jogurtom, i tako ih konzumirati u sirovom obliku. Također se mogu kuhati kako bi se dobila kaša (npr. zobena kaša). Žitarice sadrže prehrambena vlakna koja pozitivno utječu na zdravlje probavnog sustava i cijelog organizma. Tradicionalno se zob koristila za prehranu stoke, ponajviše konja, i pitanje je koliko je prikladna za ljudsku prehranu. Stoga će u ovom radu biti ispitana specifičnost zobi u odnosu na druge žitarice i utjecaj konzumacije zobi na ljudski organizam.

Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) odobrila je zdravstvenu tvrdnju prema kojoj ß-glukani iz zobi smanjuju razine kolesterola u krvi ukoliko se konzumiraju u dozi od 3 g dnevno. U radu će biti prikazani mehanizmi kojima ß-glukani djeluju na smanjenje koncentracije kolesterola a također druge zdravstvene dobrobiti koje potječu od konzumacije zobi i ß-glukana. ß-glukani se zbog svojih svojstava svrstavaju u prehrambena vlakna. Kako bi se objasnilo prebiotičko djelovanje ß-glukana i drugih prehrambenih vlakana iz zobi, opisat će se njihovo ponašanje u probavnom sustavu.

Primjećujem da je u ljekarni sve veća potražnja lokalnih preparata na bazi zobi za liječenje atopijskog dermatitisa i drugih kožnih bolesti. Stoga će u radu biti ispitana znanstvena podloga za upotrebu ovih preparata i mehanizmi kojima djeluju na obnavljanje kožne barijere, upalu i svrbež.

2. Cilj istraživanja

Specijalističkim radom prikazat će se opis biljke *Avena sativa*, zob, i njene specifičnosti s obzirom na fitokemijsku karakterizaciju. Istražit će se učinci ß-glukana iz zobi na ljudsko zdravlje, nutritivna vrijednost zrna zobi i utjecaj konzumacije zobi na osjećaj sitosti.

ß-glukani iz zobi su topljiva prehrambena vlakna. Stoga će u radu biti prikazano prebiotičko djelovanje ß-glukana i općenito njihovo ponašanje u probavnom sustavu. Također će se nastojati donijeti konkretniji zaključci o konzumaciji zobi kod pacijenata sa celijakijom i upalnim bolestima crijeva.

S obzirom da na tržištu postoje preparati na bazi zobi za liječenje atopijskog dermatitisa, istražit će se znanstvena osnova za lokalno korištenje ovih preparata.

3. Materijal i metode

3.1. Zob – ljekovita biljka Starog kontinenta

3.1.1. Podrijetlo zobi

Ime zobi potječe od latinske riječi *avena* koju su prvi upotrijebili Rimljani, jer su slamku zobi upotrebljavali kao sviralu. Etimološki korijen riječi *avena* potječe od indoeuropskog sanskrta na kojem *avi* znači ovca. Moguće je da od istog korijena potječe i riječ *ovas*, koja je u nekim slavenskim jezicima sinonim za zob. Od riječi zob potječe i hrvatski glagol zobati (1).

Zob vuče podrijetlo sa Starog kontinenta (Europa, Azija, Afrika). Smatra se da joj je praroditelj divlja zob *Avena fatua* i *Avena sterilis* koje se pojavljuju kao korov (2). Poznato je da se zob kultivirala prije 3000 godina u hladnijim dijelovima Europe kako bi se proizvela hrana za stoku i ljude. Danas se kultivira u predjelima s umjerenom klimom, a također u uvjetima vlažne i hladne klime. Osjetljiva je jedino na vruće i suhe uvjete (3-4). Najveće količine zobi proizvode se u EU, zatim Rusiji, Kanadi i SAD-u (4). Površine zasijane zobi u svijetu se smanjuju. U Hrvatskoj je prije tridesetak godina zob sijana na oko 60 000 ha, a danas na upola manje površina. Razlog tome je veliko smanjenje stočnog fonda, posebno konja (2).

Zob je kultura koja za svoj rast i razvoj te donošenje ploda zahtijeva velike količine vode. Daje bolje prinose od drugih žitarica i na lošijoj vrsti tla jer ima dobro razvijen korijenov sustav sa velikom upojnom moći. Ne uspijeva samo na pjeskovitim i suhim tlima. U Hrvatskoj, a posebno u sjeverozapadnom dijelu, postoje vrlo povoljni klimatski uvjeti za proizvodnju zobi. S obzirom da ima male zahtjeve prema tlu, može se uzgajati iza svih

kultura. Međutim, žitarice nisu dobra predkultura za zob, niti je ona dobra predkultura za njih, jer osim što ostavlja iscrpljeno tlo, one dijele dosta bolesti i štetočina što može utjecati na snižavanje prinosa (2). U brdsko-planinskom području do 1700 m nadmorske visine uzgajaju se jare sorte zobi, dok se u nizinskom području uzgajaju ozime sorte. Sjetva se obavlja u srpnju, a u planinskom području kasnije u kolovozu i rujnu (5). S obzirom da zob uspijeva i na slabije plodnoj zemlji te ne zahtjeva upotrebu gnojiva, u nekim predjelima Australije, SAD-a i Afrike došlo je do invazivnog širenja zobi čime je ugrožen opstanak izvornih vrsta trava i biljaka (3).

3.1.2. Opis biljke

Rod *Avena* čini veći broj jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta, ali je za proizvodnju važna samo *Avena sativa*.



Slika 1 – Zob, *Avena sativa* (42)

Avena sativa, zob, je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice trava.

Tablica 1 – Botanička kvalifikacija *Avena sativa*, L. (3)

Razred	*Equisetopsida*
Podrazred	*Magnoliidae*
Red	*Poales*
Porodica	*Poaceae ili Graminae*
Rod	*Avena*

Obilježja pojedinih dijelova biljke zobi, *Avena sativa*:

Korijen

Zob ima dobro razvijen korijen koji prožima veliki volumen tla sa svojim korjenčićima i žilicama. Glavna masa korijenovog sustava smještena je vrlo plitko, u oraničnom sloju tla do dubine od 30 cm. Sekundarni korijenov sustav prodire u tlo dosta duboko, i do dva metra, te ima veliku sposobnost usvajanja hranjiva (2).

Stabljika

Stabljika zobi naziva se vlat, šuplje je i člankovite građe. Sastoji se od 5-6 internodija (članaka), između kojih se nalaze vrlo izražena koljena-nodiji (5). Visoka je od 60 do 120 cm i dobro busa, međutim pretjerano busanje nije poželjno jer sekundarne i tercijarne vlati kasne u razvoju i daju smanjen prinos (2).

List

List zobi građen je od plojke i rukavca. Na prijelazu između rukavca i plojke nalazi se jako razvijena opna-ligula, pomoću koje možemo razlikovati zob od drugih žitarica. Ligula štiti od prodora vode i mikroorganizama u prostor između rukavca i vlati. Listovi su na stabljici raspoređeni spiralno. Za svaki nodij je vezan jedan list tako da broj listova odgovara broju nodija (2).



Slika 2 – List zobi (43)



Slika 3 – Ligula (44)

Cvat

Cvat zobi je metlica. Na vrhu grana metlica izrastaju klasići sa 2-3 cvijeta.



Slika 4 – Cvat zobi (45)

Plod

Plod je izduženo, 8-12 mm dugo zrno sa jasno izraženom uzdužnom brazdom (5). Obavijeno je pljevicama koje nisu srasle sa zrnom, te se po tome zob može razlikovati od pšenice, ječma i raži (6).



Slika 5 – Zrno zobi (46)

Prema građi metlice i zrna *Avena sativa* možemo podijeliti u tri skupine:

1. *Avena sativa diffusae* – ima rastresitu metlicu sa dugim bočnim grančicama i pljevičasto zrno
2. *Avena sativa orientalis* – metlica je zbijena, zastavičasta, bočne grane joj se razvijaju isključivo na jednoj strani, a zrno je pljevičasto
3. *Avena sativa nudae* – njezino zrno je golo i ispada iz pljevice prilikom vršidbe (2)

3.1.3. Fitokemijska karakterizacija ploda zobi

Plod zobi od davnina se koristi u prehrani životinja i ljudi. Zbog mnogo kvalitetnih sastavnica pozitivno djeluje na probavni sustav i cijeli organizam.

Tablica 2 – Nutritivni sastav cjelovitog zrna zobi i zobenih mekinja (4)

nutrijent	**cjelovito zrno zobi**	**zobene mekinje**
proteini	15-17 %	15-18 %
škrob i šećeri	59-70 %	10-50 %
masnoće	~ 4.5 %	~ 6.5 %
prehrambena vlakna	~ 12%	14-15 %
pepeo	~ 3.5 %	~ 2.4 %
ß-glukan	2-6 %	5-20 %
celuloza	~ 14 %	~ 2.5 %
lignin	~ 2.4 %	~ 4.5 %

Proteini

Zob sadrži visoki udio proteina uravnoteženog sastava aminokiselina. Zbog toga se smatra da ima veću nutritivnu vrijednost od drugih žitarica (4). Proteini zobi gotovo su jednake kvalitete kao proteini soje koji su prema smjernicama WHO kvalitetom izjednačeni sa proteinima mesa, mlijeka i jaja (7). Sastavljeni su od visokokvalitetnih aminokiselina te sadrže više lizina u odnosu na druge žitarice (8).

Tablica 3 – Sastav aminokiselina u jednoj šalici zobi (156 g) (4)

triptofan	0.365 g
treonin	0.897 g
izoleucin	1.083 g
leucin	2.003 g
lizin	1.094 g
metionin	0.487 g
cistein	0.636 g
fenilalanin	1.396 g
tirozin	0.894 g
valin	1.462 g
arginin	1.860 g
histidin	0.632 g
alanin	1.374 g
asparaginska kiselina	2.259 g
glutaminska kiselina	5.791 g
glicin	1.312 g
prolin	1.457 g
serin	1.170 g

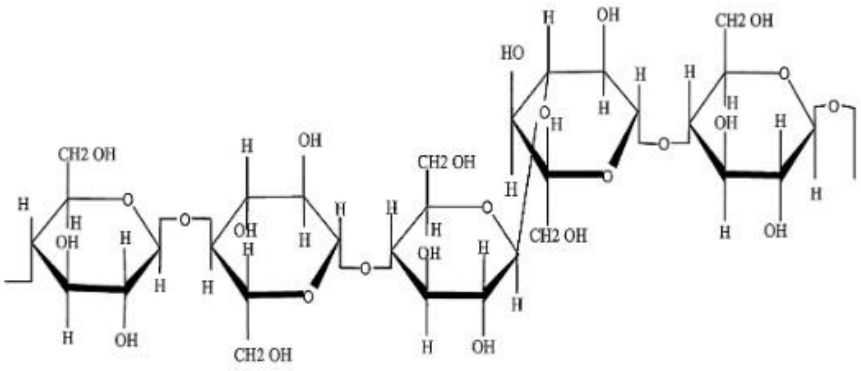
Glavni skladišni proteini zobi su globulini-avenalini koji čine 80 % ukupnih proteina zobi. Drugi po zastupljenosti je skladišni protein avenin iz skupine prolamina koji čini 15 % ukupnih proteina (10). Avenin može potaknuti upalu u crijevima sličnim mehanizmom kao i gluten. Međutim, zob ne sadrži gluten, a sadrži puno manje prolamina u odnosu na

pšenicu (do 50 %). Stoga je samo manji broj pacijenata sa celijakijom osjetljiv na proteine zobi (10).

Osim skladišnih proteina u zobi su identificirani različiti enzimi: alfa-amilaza, fosfataza, tirozinaza, maltaza i lipaza. Hidroliza triglicerida koju katalizira lipaza nije poželjna jer time dolazi do promjene u okusu zobi koja poprima gorak i sapunast okus (8).

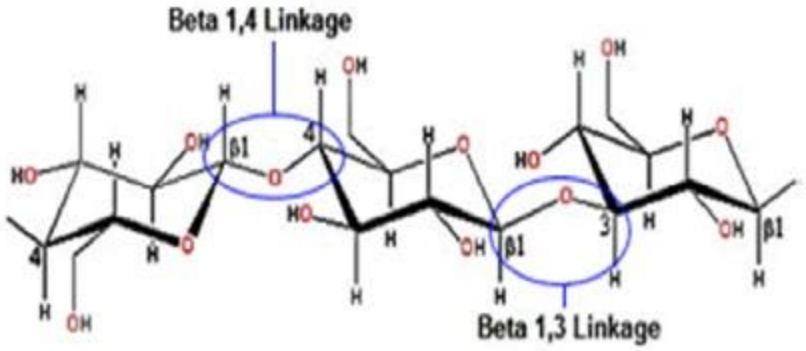
Šećeri

Plodovi zobi sadrže ljepljivu sluz, ß-glukane, te manji udio (3-4 %) fruktoze i glukoze (8). ß-glukan je građen od molekula D-glukoze povezanih ß-(1→3) i ß-(1→4) vezama.



Slika 6 – Kemijska struktura ß-glukana iz zobi (23)

Analizom strukture može se uočiti da je ß-glukan linearni polisaharid koji se uglavnom sastoji od ß-(1→3) vezama povezanih celotriozilnih i celotetraozilnih jedinica (>90%). Pritom je omjer trisaharidi:tetrasaharidi=2:1, za razliku od ječma (3:1) i pšenice (4:1). HPLC analizom može se ispitati struktura ß-glukana kako bi se donijeli zaključci o vrsti i kvaliteti žitarice (11-12).



Slika 7 – Kemijske veze - ß-(1→3) i ß-(1→4) veze u ß-glukanu iz zobi (35)

ß-(1→3) veza prevenira zatvaranje molekule ß-glukana i osigurava topljivost u vodi (11). Celuloza je također građena od jedinica glukoze, međutim one su povezane ß-(1→4) vezama. Zbog toga ima kristalnu strukturu koja određuje njenu netopljivost u vodi. Osim ß-glukana, u zobi se nalaze i druga topljiva (topljivi arabinoksilan, neprobavljivi škrob) i netopljiva vlakna (celuloza) (13).

Lipidi

U 100 g zobenog zrna nalazi se 6.5 g biljnih ulja sa visokim udjelom nezasićenih masnih kiselina (1). Druge jestive žitarice iz porodice *Poaceae* sadrže manji udio lipida (8). Fitosteroli iz zobenog zrna natječu se sa kolesterolom u formiranju micela u lumenu crijeva zbog čega se smanjuje apsorpcija kolesterola (14).

Fenoli

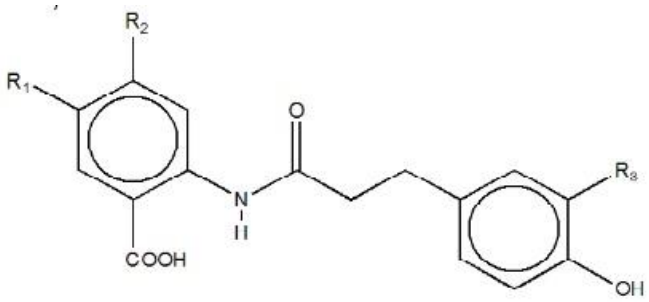
Općenito se može reći da antioksidacijska aktivnost žitarica nadmašuje antioksidacijsku aktivnost većine voća i povrća (15). Najjaču antioksidacijsku aktivnost u zrnu zobi imaju fenolne komponente:

1. fenolne kiseline – derivati benzoične i cimetne kiseline

   Najzastupljenije su ferulična i kumarinska kiselina koje su derivati cimetne kiseline.

Ferulična kiselina je esterskom vezom vezana na arabinoksilane u staničnim stijenkama (14).

2. avenantramidi



COMPUND	R_1	R_2	R_3
AV-A	OH	H	H
AV-B	OH	H	OCH_3
AV-C	OH	H	OH

Slika 8 – Struktura avenantramida (4)

Dosad je otkriveno 25 različitih avenantramida. Oni predstavljaju specifične fenole iz zobi koji u ljudskom organizmu djeluju antioksidacijski i protuupalno (14).

3. flavonoidi

U žitaricama su flavonoidi zastupljeni u malim količinama (14). Dosad je otkriveno 28 flavonoida u zrnu zobi (8).

4. lignani

Lignani su polifenolne bioaktivne komponente koji djeluju poput fitoestrogena, međutim imaju slabo estrogensko djelovanje. Kao i drugi fenoli, djeluje antioksidacijski (14).

Saponini

Zob sadrži triterpenske saponine, avenakozide koji štite biljku od patogena (8). Zbog saponina avenacina, ali i drugih saponina koji djeluju poput sapuna, pripravci na bazi zobi mogu se koristiti u šamponima i kupkama (16). Avenacin je fenolni ester koji sadrži

dugačku lipofilnu regiju i kratki lanac šećernih ostataka, stoga ulazi u interakciju sa nelipidnim komponentama (16).

Fitinska kiselina

Fitinska kiselina djeluje antioksidacijski te stoga sprječava oksidativna oštećenja u epitelnim stanicama crijeva (antikancerogeni učinak). Osim toga, glavni je izvor fosfora u zobi. Prije se smatralo da je fitinska kiselina negativna u nutritivnom smislu jer veže Zn, Fe, Ca i Mg (14).

Vitamini i minerali

Zrno zobi sadrži više cinka od bilo koje druge ljekovite biljke. Također sadrži dosta fosfora i željeza. U manjoj količini zastupljeni su i elementi u tragovima, jod i bor (1). Od vitamina zob sadrži: vitamin A, beta karoten, vitamin B1 i B6, vitamin E (8).

3.1.4. Tradicionalna upotreba zobi

U bazi podataka Europske agencije za lijekove (EMA) navedene su tradicionalne primjene zobi u prevenciji i liječenju bolesti. Poznato je da se zob koristi u prehrani preko 4000 godina, a tradicionalna medicinska primjena prvi puta je zabilježena u 12 stoljeću. Tada je Hildegard von Bingen opisala upotrebu kupke sa zobi za smanjenje umora i jačanje mentalnog kapaciteta (8).

Sačuvani su sljedeći zapisi recepata tradicionalnih biljnih pripravaka sa zobi:

Kao pomoć u prestanku pušenja koristila se svježa biljka ubrana neposredno prije cvatnje. 1.5 dio cijele zgnječene biljke u 5 dijelova 90 %-tnog alkohola čuva se 72 h na sobnoj temperaturi uz često mućkanje, a zatim se filtrira. 1 ml filtrata razrijedi se sa 4 ml vode i taj pripravak se uzima 4 puta dnevno.

Za kupke se koristilo 60 g zobenog brašna u 150-200 ml vode (za djecu 50 % ove doze).

Tekući parafin sa 5 % zobene kaše koristio se u tretiranju opeklina (8).

Zelen zobi sakupljena prije cvatnje tradicionalno se koristila kao sedativ, najčešće u obliku čaja, kao vodeni ili etanolni ekstrakt, ili istiješteni sok iz svježe biljke. Pritom je potrebna dugotrajna primjena kako bi se postigli navedeni učinci (8).

Sluz plodova zobi tradicionalno se koristila bez određene specifikacije doze. Dodavala se u pripravke za tretiranje dermatitisa, ljuštenja kože, svrbeža, pelenskog osipa i općenito kod suhe kože.

Zabilježen je podatak o patentu iz 1944. godine; frakcija zobi relativno niskog udjela škroba i relativno visokog udjela proteina koristila se kao sastojak za losione, kreme za lice i kupke u kojima se želi postići bolja viskoznost i adhezivnost (8).

Zob je sigurna za upotrebu. Ne postoje podaci koji bi ukazivali na toksičnost, a kontraindicirana je samo u slučaju preosjetljivosti i u manjeg broja osoba koji boluju od celijakije. Podaci o predoziranju, mogućim interakcijama, neželjenim učincima i upotrebi zobi za vrijeme trudnoće i dojenja ne postoje. Određena ograničenja postoje samo za upotrebu pripravaka na bazi zeleni zobi. Ovi pripravci ne preporučuju se djeci mlađoj od 12 godina, trudnicama i dojiljama (zbog nedovoljno podataka) i osobama koje upravljaju autom ili strojevima (8).

U literaturi su zabilježeni sljedeći podaci o tradicionalnoj upotrebi zobi:

- alkoholni ekstrakt svježe biljke sakupljene prije cvatnje pomaže u odvikavanju od pušenja
- konzumacija zobi može biti korisna kod PMS-a i depresije povezane sa menopauzom
- zob može djelovati kao afrodizijak i za žene i za muškarce

- sluz iz zobi doprinosi smanjenju razina šećera u krvi
- vodeni ekstrakt zobi može se koristiti kao oblog za sve vrste dermatoloških problema: ekcemi, infekcije kože, psorijaza, opekline, svrbež
- topla kataplazma ublažava bolove kod lumbaga
- konzumacija zobi pomaže kod proljeva, te pozitivno djeluje na funkciju jetre i želuca
- sluz iz zobi može se koristiti za poboljšanje općeg stanja organizma, kod težih bolesti i oslabljenog apetita
- oblozi impregnirani otopinom zobi mogu se stavljati na vrat kako bi se ublažio kašalj
- čaj na bazi zobi koristan je kod reumatskih bolesti i gihta, te kao diuretik

Iako su zabilježene različite indikacije za tradicionalnu upotrebu zobi, plod se najčešće koristio kod manjih upala na koži (npr. opekline od sunca) i kao pomoć u liječenju manjih rana. Zelen se s druge strane najčešće koristila za ublažavanje blažih simptoma mentalnog stresa i nesanice (8).

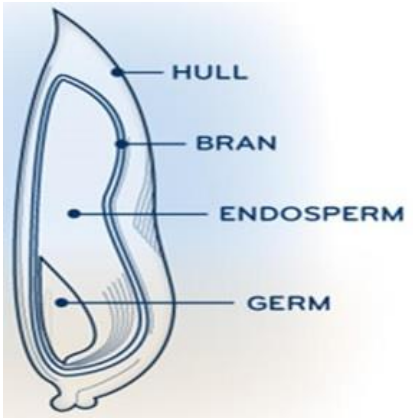
3.2. Učinci ß-glukana iz zobi na ljudsko zdravlje

3.2.1. ß-glukani

Izvori ß-glukana u prirodi su kvasci, gljive (Reishi, Shiitake i Maitake), neke vrste algi i žitarice (17). U ß-glukanima iz kvasaca i gljiva jedinice glukoze povezane su miješanim ß-(1→3) i ß-(1→6) vezama, za razliku od ß-glukana zobi gdje su povezane ß-(1→3) i ß-(1→4) vezama (11). Među žitaricama, najveći sadržaj (g na 100 g suhe mase) ß-glukana zabilježen je za ječam, 2-20 g (65 % je frakcija topljiva u vodi) i zob, 3-8 g (82 % je

frakcija topljiva u vodi). Druge žitarice također sadrže ß-glukan ali u znatno manjim količinama (18).

U zrnu zobi ß-glukani se nalaze u endospermu i mekinjama. Većinu endosperma čini škrob, a ß-glukani se nalaze u staničnim stijenkama stanica endosperma. Stanične stijenke imaju slojevitu strukturu; relativno tanak vanjski sloj koji se uglavnom sastoji od polisaharida netopljivih u vodi (celuloza i arabinoksilan) i deblji unutarnji sloj koji se sastoji od ß-glukana i manjih količina topljivih arabinoksilana.



Slika 9 – Struktura zrna zobi (4)

Stanične stjenke stanica subaleuronskog sloja su obično deblje od onih u unutrašnjosti endosperma i sadrže više ß-glukana. Tanak sloj ß-glukana pronađen je i u unutarnjem sloju staničnih stjenki aleuronskog sloja (12). Može se zaključiti da se najviše ß-glukana nalazi u endospermu, dok su najkoncentriraniji u mekinjama (više u subaleuronskom nego u aleuronskom sloju) (4). 20-30 % ukupne težine zrna zobi čini ljuska. Ona se uklanja ukoliko se zob koristi u prehrani ljudi (19). Najveći udio prehrambenih vlakana nalazi se u ljusci, više od 90 %, međutim sva su netopljiva. Ljuske se mogu obraditi kako bi se dobilo brašno. Ostatak zrna zobi sadrži 6-9% vlakana, od kojih je polovica topljivih a polovica netopljivih.

ß-glukan je najvažnije topljivo vlakno u zrnu zobi (11). Samo 20 % ß-glukana iz zobi je netopljivo (5). Topljivost polisaharida, pa tako i ß-glukana ne uklapa se u uobičajen pojam topljivosti već podrazumijeva svojstvo disperzije polisaharida u tekućem mediju i formiranje homogenih disperzija u određenim uvjetima (T, pH, probavni enzimi). Stanične stjenke stanica endosperma tanje su od onih u aleuronskom i subaleuronskom sloju. Zbog toga ß-glukan iz mljevenih cjelovitih zrna ima bolju topljivost od ß-glukana iz mekinja (12).

Topljivi ß-glukani stvaraju blago viskozne otopine čak i u niskim koncentracijama. Na viskoznost ß-glukana utječe i molekulska masa (4). ß-glukani velike molekulske mase stvaraju viskoznije otopine od ß-glukana niske molekulske mase (17).

Dugotrajnom konzumacijom zobi mogu se postići pozitivni pomaci u terapiji dislipidemije, dijabetesa, upalnih stanja, hipertenzije i oštećenja krvnih žila. Pritom su najvažnije djelatne komponente zobi topljiva vlakna, ß-glukani. Za razliku od zobi, riža i pšenica sadrže uglavnom netopljiva vlakna (4).

Zob se dodaje u proizvode od žitarica, pekarske proizvode, kolače i mliječne proizvode. Dodatkom zobi u proizvode od žitarica produljuje se njihov rok trajanja. Također, dodatkom ß-glukana iz zobi u mliječne proizvode koji sadrže probiotike, povećava se stabilnost proizvoda i poboljšava se korisno djelovanje probiotika u ljudskom organizmu. Inkorporacija značajne količine vlakana u proizvode je tehnološki izazov zbog mogućeg štetnog učinka na kvalitetu teksture. Primjerice, dodatak ß-glukana u mliječni proizvod može promijeniti viskoznost i uzrokovati tipičnu sluzavu i grudastu teksturu koja smeta prilikom konzumacije (17).

Probiotičke bakterije se teško koloniziraju i preživljavaju u fermentiranom mlijeku, a prilikom konzumacije većina ih biva uništena u želucu zbog niskog pH i aktivnosti pepsina. U jednoj in vitro studiji provedenoj u uvjetima koji simuliraju želučani sok i u

fermentiranom mlijeku, zabilježeno je kako zobene mekinje i heljdino brašno djeluju zaštitno s obzirom na rast i preživljavanje probiotičkog soja *Lactobacillus casei* ssp. *paracasei*. (48) Provedena je i studija u kojoj se ispitivao utjecaj ß-glukana iz zobi na *Bifidobacterium bifidum* u jogurtu. Kao posljedica prebiotičkog djelovanja ß-glukana zadržano je preživljavanje *B. bifidum* unutar bioterapeutskih razina kroz cijelo vrijeme skladištenja. Međutim, dodatak ß-glukana u jogurt značajnije je utjecao na pH, odvajanje sirutke, boju i senzorička svojstva (49).

Potrebno je dodati onu količinu ß-glukana u mliječni proizvod koja će potaknuti metaboličku aktivnost i preživljavanje probiotičkih bakterija, a koja neće uzrokovati sinerezu.

Prolazak ß-glukana kroz probavni sustav:

Oslobađanje ß-glukana iz zobi odvija se najvećim dijelom u želucu. Zbog niskog pH ß-glukani ondje imaju malu hidrodinamičku veličinu i agregata je vrlo malo. U tankom crijevu ß-glukani ostaju nepromijenjeni jer nema hidrolitičkih enzima koji bi ih razgradili. Za vrijeme prolaska kroz tanko crijevo povećava se viskoznost kao posljedica formiranja agregata. Ovisno o količini mucina, čije stvaranje potiču neka topljiva i netopljiva vlakna, nastaju agregati različitih veličina. Osim mucina povećanje viskoznosti uvjetuje i pH u tankom crijevu. U debelom crijevu odvija se fermentacija ß-glukana bakterijama crijevne mikroflore. Pritom nastaju kratkolančane masne kiseline: octena, propionska i maslačna kiselina (11).

3.2.2. ß-glukani i dislipidemija

Dislipidemija je pojam koji označava poremećaj koncentracija lipida u krvi, pri čemu su povišene koncentracije triglicerida i LDL kolesterola, a smanjena je koncentracija zaštitnog HDL kolesterola. Topljiva vlakna smanjuju koncentraciju LDL kolesterola u

krvi, ne utječući pritom na koncentraciju HDL kolesterola. Još nije utvrđeno utječu li topljiva vlakna na koncentracije triglicerida, s obzirom da su rezultati studija oprečni (17).

Djelovanje ß-glukana na smanjenje koncentracije kolesterola određeno je molekulskom masom, topljivošću i viskoznošću (18). ß-glukani veće molekulske mase imaju veći sadržaj postraničnih lanaca nego što je razina polimerizacije, pa su zbog toga više topivi u vodi (17).

Veća molekulska masa i topljivost ß-glukana povezuju se sa većom viskoznošću otopine (18). ß-glukani koji formiraju viskoznije otopine doprinose jačem smanjenju koncentracije LDL-a u krvi (18). U studiji iz 2011. prikazano je kako su ß-glukani velike i srednje molekulske mase uzrokovali značajno smanjenje koncentracije LDL kolesterola od 4.8 do 6.5 %, dok ß-glukani niske molekulske mase nisu imali učinka na smanjenje LDL kolesterola (21).

Ječam sadrži veće količine ß-glukana u odnosu na zob. Međutim, njihova molekulska masa je manja i slabije se otapaju u vodi (17). Stoga ječam kao namirnica nije značajan u smanjenju koncentracije LDL kolesterola.

Mehanizmi kojima ß-glukani doprinose smanjenju koncentracije LDL kolesterola: ß-glukani iz zobi formiraju viskozne otopine u ljudskim crijevima, što je ujedno i osnova njihovog pozitivnog učinka na ljudsko zdravlje (17). Zbog velike viskoznosti stvara se postojan sloj u tankom crijevu, koji poput fizičke barijere sprječava apsorpciju kolesterola i reapsorpciju žučnih kiselina (22). ß-glukani mogu vezati cijele micele koje sadrže žučne kiseline, i tako onemogućiti interakciju žučnih kiselina sa transporterima na epitelnim stanicama unutarnje membrane crijeva (11). Posljedično se povećava transport kolesterola i žučnih kiselina prema debelom crijevu, gdje dolazi do razgradnje žučnih kiselina djelovanjem crijevnih bakterija. Metaboliti žučnih kiselina se potom zajedno sa kolesterolom izlučuju fecesom (17).

Ekskrecija žučnih kiselina može varirati od 35-65 % (11). Kod pojačanog izlučivanja žučnih kiselina fecesom, pojačava se i njihova sinteza u jetri jer se povećava aktivnost enzima kolesterol 7α-hidrolaze i aktivacija receptora za LDL (4). Glavni prekursor u sintezi žučnih kiselina je kolesterol. Stoga se uslijed sinteze žučnih kiselina povećava potrošnja LDL kolesterola u jetri, pojačava se sinteza i aktivnost receptora za LDL, a smanjuju se koncentracije cirkulirajućeg LDL-a u krvi (22).

U debelom crijevu dolazi do fermentacije ß-glukana crijevnim bakterijama, pri čemu nastaju kratkolančane masne kiseline: octena, propionska i maslačna kiselina. Octena i propionska kiselina se apsorbiraju u krv. Smatra se da omjer koncentracija ove dvije kiseline utječe na metabolizam lipida odnosno da uzrokuju inhibiciju sinteze kolesterola u jetri (11).

Na smanjenje sinteze kolesterola u jetri utječe i smanjena apsorpcija glukoze iz crijeva. Zbog smanjene apsorpcije glukoze, smanjuju se koncentracija inzulina u krvi i aktivnost HMG-CoA reduktaze u jetri (inzulin stimulira HMG-CoA reduktazu). S obzirom da enzim HMG-CoA reduktaza sudjeluje u sintezi kolesterola, njegovom inhibicijom zaustavlja se i put sinteze kolesterola (11).

Kako bi došlo do klinički značajnog smanjenja koncentracije LDL kolesterola u krvi potrebno je konzumirati 3 g ß-glukana iz zobi dnevno (23). Osim doze, važna je molekulska masa ß-glukana, topljivost i viskoznost. Još nisu rađena mjerenja viskoznosti u ljudskim crijevima za ß-glukane, stoga još nije poznata minimalna viskoznost koja bi bila potrebna da se postignu metabolički učinci (12). Iz prakse je poznato da ß-glukani iz hrane tekućeg oblika doprinose boljem sniženju kolesterola od onih u krutoj hrani. Potrebne su i dvostruko veće doze ß-glukana u kruhu ili kolačima, ako se žele postići zdravstveni učinci (23). Prilikom pravljenja kruha može doći do značajne depolimerizacije ß-glukana zbog aktivnosti ß-glukanaze, enzima prisutnog u pšeničnom brašnu (17).

Prikaz novijih znanstvenih studija o utjecaju ß-glukana na smanjenje koncentracije kolesterola u krvi

1. *Utjecaj konzumacije zobi na profil lipida u osoba sa povišenim kolesterolom*
   Studija je provedena na 24 ispitanika s povišenim kolesterolom koji su podijeljeni u dvije brojčano jednake grupe. Prva grupa konzumirala je 70 g zobene kaše (3 g ß-glukana) dnevno kroz 4 tjedna, a zatim 70 g rižine kaše kroz iduća 4 tjedna. Druga grupa prvo je konzumirala rižinu a zatim zobenu kašu. Zabilježeno je sniženje ukupnog kolesterola za 5 % i LDL kolesterola za 10 % u odnosu na početne vrijednosti, kao posljedica konzumacije zobene kaše (24).
2. *Utjecaj konzumacije zobene kaše na lipide u krvi, nasuprot konzumaciji tjestenine*
   U ovoj studiji 85 ispitanika sa hiperkolesterolemijom konzumiralo je 100 g zobene kaše dnevno kroz 6 tjedana, dok je 81 ispitanik konzumirao 100 g tjestenine napravljene od pšeničnog brašna. Došlo je do značajnog smanjenja ukupnog, LDL kolesterola i opsega struka u ispitanika koji su konzumirali zobenu kašu, dok nije bilo značajnih razlika u vrijednostima krvnog tlaka između ispitivanih grupa (25).
3. *Utjecaj konzumacije proizvoda bogatih ß-glukanima iz zobi na koncentracije kolesterola kod pacijenata povišene tjelesne težine sa hiperkolesterolemijom*
   Ispitivanje je provedeno na 87 ispitanika u trajanju 6 tjedana. Ispitanici su bili podijeljeni u tri skupine: kontrolna, koja je dobivala minimalne doze ß-glukana, skupina koja je dobivala 1.5 g ß-glukana dnevno i skupina koja je dobivala 3.0 g ß-glukana dnevno. Djelovanje ß-glukana na sniženje ukupnog i LDL kolesterola bilo je jednako pri dozama 1.5 g/dne i 3.0 g/dne. Obrok sa 1.5 g ß-glukana bile su zobene pahuljice, a obrok sa 3.0 g ß-glukana zobena kaša. Zbog toga su oba obroka sadržavala podjednaku količinu topljivih ß-glukana (26).

4. *Prehrana bogata zobenim brašnom smanjuje razine lipida u mladih zdravih dobrovoljaca*

   U studiji su sudjelovala 24 odrasla mlada dobrovoljca koji su po dva tjedna uzimali prehranu sa malo vlakana (kontrola) ili prehranu sa zobenim brašnom (kontrola+102 g zobenog brašna dnevno). Ukupni kolesterol smanjio se za 14 % nakon konzumacije zobenog brašna, dok se nakon kontrolnog perioda smanjio za 4 %. Konzumacija zobenog brašna uzrokovala je i značajno sniženje LDL kolesterola (27).

Zdravstvene tvrdnje

U okviru EFSA i američke FDA donesene su sljedeće zdravstvene tvrdnje za ß-glukane iz zobi:

FDA, 1997: prehrana sa smanjenim udjelom zasićenih masti i kolesterola koja uključuje topljiva vlakna iz zobenog brašna, kaše ili mekinja, može smanjiti rizik od bolesti srca. ß-glukani se smatraju glavnom aktivnom komponentom, te postoji zahtjev za minimalnim unosom od 3 g ß-glukana dnevno (19).

EFSA, 2009, zdravstvena tvrdnja koja se odnosi na hranu koja sadrži ß-glukane iz zobi ili mekinje ili mješavine neobrađenih ili minimalno obrađenih ß-glukana: redovita konzumacija ß-glukana doprinosi održavanju normalnih koncentracija kolesterola u krvi. Pritom je potreban unos od minimalno 3 g ß-glukana dnevno (19).

EFSA, 2010: ß-glukani iz zobi mogu smanjiti razine kolesterola u krvi. Smanjenje razina kolesterola može smanjiti rizik od nastanka koronarne bolesti srca (10).

Na sniženje koncentracije lipida utječu i druge komponente iz zobi. Avenantramidi utječu na sniženje ukupnog, LDL kolesterola i triglicerida u ljudi. Osim toga, sprječavaju oksidaciju lipoproteina i upalu u krvnim žilama te na taj način smanjuju rizik od nastanka

ateroskleroze (22). Moguće je da avenantramidi stimuliraju tjelesni sustav obrane od slobodnih radikala. Kliničke studije pokazuju smanjenje serumskih koncentracija enzima SOD i GP nakon uzimanja ekstrakta bogatog avenantramidima. Također pokazuju smanjenje serumske koncentracije malondialdehida (marker lipidne peroksidacije) i povećanje razina reduciranog glutationa (22). Avenantramidi imaju jaku antioksidacijsku aktivnost, tako da obrok sa zobi može imati jači antioksidacijski potencijal od čaja ili voćnog soka (14).

Osim avenantramida, antioksidacijski djeluju i druge fenolne komponente, vitamin E, nezasićene masti, fitinska kiselina i flavonoidi (22). Vitamin E može spriječiti oksidaciju VLDL-a i LDL-a ukoliko se inkorporira u njihovu strukturu (22). Antioksidacijska aktivnost sastavnica zobi je visoka, međutim njihova bioraspoloživost tj. apsorpcija iz probavnog sustava je mala (22). Najbolje je zob konzumirati kao cjelovitu žitaricu, jer tako ne dolazi do degradacije antioksidacijskih komponenti. Kuhanjem se ne gubi njihovo djelovanje jer nisu termolabilne (22).

3.2.3. ß-glukani i dijabetes tip 2

Konzumacijom većih količina prehrambenih vlakana (topljiva i netopljiva) dokazano se poboljšava osjetljivost stanica na inzulin (4). ß-glukani smanjuju apsorpciju glukoze iz crijeva zbog čega se smanjuje i lučenje inzulina (22). Također povećavaju osjetljivost tkivnih stanica na inzulin (17). Unos 3 g ß-glukana dnevno utječe na koncentracije glukoze u krvi nakon jela kod dijabetičara, ali ne i kod zdravih ljudi (tek 4 g utječe na zdrave ljude).

Mehanizmi kojima se objašnjava utjecaj ß-glukana na koncentracije glukoze i inzulina:

ß-glukani formiraju viskozne otopine u probavnom sustavu. Zbog odgođenog pražnjenja želuca i povećane viskoznosti hrane dolazi do sporije probave i sporije apsorpcije glukoze

iz crijeva. Veća viskoznost probavljene hrane smanjuje difuziju enzima i stvara se postojani vodeni sloj uz stjenku crijeva čime se smanjuje transport glukoze do enterocita (17). U kolonu dolazi do fermentacije ß-glukana anaerobnim bakterijama. Nastaju kratkolančane masne kiseline koje djeluju pozitivno na homeostazu glukoze i inzulina, smanjujući inzulinsku rezistenciju. Propionska i maslačna kiselina povećavaju ekspresiju transportera GLUT-4 u mišićima putem receptora PPAR. Aktivacija PPAR povećava i sadržaj GLUT-4 u adipocitima (17).

ß-glukani utječu na signalni put koji regulira razine glukoze u krvi djelovanjem na nekoliko receptora: dektin 1, komplement receptor 3, laktozilceramin receptori i TLRs. Postiže se povećanje ekspresije GLUT-4 tj. smanjuje se inzulinska rezistencija (4).

1 g ß-glukana na 50 g unešenih ugljikohidrata može smanjiti glikemijski indeks hrane za 4 jedinice (19). Smanjenje glikemijskog indeksa posljedica je odgođenog pražnjenja želuca i veće viskoznosti hrane u tankom crijevu.

Prikaz znanstvenih studija o utjecaju zobi na dijabetes tip 2

1. *Prehrana bogata zobi smanjuje upalu u dijabetesu tip 2*

   Upala može povećati rizik od kardiovaskularnih incidenata povezanih sa trombocitnom aktivnošću mikročestica koje se oslobađaju iz trombocita, leukocita i monocita. Mikročestice sadrže antigene domaćina koji se koriste kao pokazatelji zdravlja metabolizma. Ova studija provedena je na 22 ispitanika sa dijabetesom tip 2, u trajanju od 8 tjedana. Jedna skupina ispitanika dobivala je prehranu obogaćenu sa zobi dok je druga skupina dobivala standardnu prehranu prilagođenu osobama sa dijabetesom. U zaključku studije je navedeno da zob pozitivno utječe na faktore rizika povezne sa statusom mikročestica, čak i u pacijenata čiji je dijabetes već dobro kontroliran prehranom i životnim stilom (28).

2. *Utjecaj prehrane bogate sa zobi na kontrolu glikemije, lipida plazme, glikemije poslije jela, upalu i oksidativni stres u pacijenata sa dijabetesom tip 2*

   U studiji je sudjelovalo 27 dobrovoljaca koji su kontrolirali dijabetes samo prehranom i životnim stilom. Kroz dva uzastopna perioda od 8 tjedana uzimali su prehranu bogatu sa zobi i standardnu prehranu za osobe sa dijabetesom. Konzumacijom zobi nije se postigla kontrola glikemije niti je došlo do sniženja koncentracije glukoze i inzulina nakon jela. Međutim, došlo je do većeg pada u koncentraciji ukupnog kolesterola u odnosu na konzumaciju standardne prehrane. Prehrana bogata sa zobi nije utjecala na parametre upale i oksidacijski stres (29).

3. *Polukruti obrok obogaćen zobenim brašnom smanjuje razine glukoze i inzulina u plazmi, ali ne mijenja odgovor gastrointestinalnih-peptida i apetit u zdravih ljudi*

   Ispitivanje je provedeno na 25 zdravih ispitanika normalne tjelesne mase koji su dobivali puding bez dodanih vlakana, puding sa 10 g pšeničnog brašna, puding sa 10 g zobenog brašna ili puding sa 5 g pšeničnog i 5 g zobenog brašna. Uzimani su uzorci krvi prije i 15, 30, 45, 60, 90, 120 i 180 minuta nakon obroka te su određivani: koncentracije glukoze u plazmi, grelin, PYY i koncentracije inzulina u serumu. Koncentracije glukoze u plazmi i serumskog inzulina bile su najniže nakon konzumacije obroka sa najvećom količinom ß-glukana (puding sa 10 g zobenog brašna). Nisu zabilježene razlike u osjećaju apetita, razinama grelina i PYY s obzirom na vrstu obroka (30).

3.2.4. ß-glukani i hipertenzija

Inzulinska rezistencija značajno utječe na razvoj hipertenzije. Stoga prehrambena vlakna mogu utjecati na krvni tlak modulacijom metabolizma inzulina (17). Smatra se da i topljiva i netopljiva vlakna djeluju na inzulinsku rezistenciju (4).

Stanice endotela u krvnim žilama sudjeluju u regulaciji vazokonstrikcije i vazodilatacije. Stvaranje NO aktivnošću enzima eNOS omogućava vazodilataciju i štiti krvne žile od komplikacija. Smanjenje koncentracije kolesterola u plazmi povezuje se sa poboljšanjem endotelom posredovane vazodilatacije (17). Dokazano je da avenantramidi povećavaju ekspresiju eNOS u endotelnim stanicama in vitro (22). U studiji provedenoj na pretilim pacijentima sa dislipidemijom, koji su kroz 6 tjedana konzumirali obrok sa cjelovitim zrnom zobi zabilježeno je povećanje vazodilatacije nakon obroka sa puno masnoća (22).

Kod pretilih ljudi dolazi do značajnijeg smanjenja tlaka uslijed konzumiranja zobi nego kod osoba normalne tjelesne težine. Nakon 12 tjedana konzumiranja zobi, u pacijenata sa BMI>31.5 došlo je do smanjenja i sistoličkog i dijastoličkog tlaka. Međutim, u pacijenata sa BMI≤31.5 nije došlo do promjene u vrijednostima tlaka. Smatra se da je sniženje posljedica sniženih razina glukoze i inzulina nakon obroka (22).

Prehrana bogata topljivim vlaknima može (ali i ne mora) dovesti do gubitka tjelesne mase (17). Prekomjerna tjelesna masa je čimbenik rizika za nastanak hipertenzije, stoga se preporuča uravnotežena prehrana sa visokim udjelom prehrambenih vlakana kako bi se održalo zdravlje i normalna tjelesna masa.

3.2.5. ß-glukani i osjećaj sitosti

Iz znanstvenih studija o utjecaju prehrambenih vlakana na osjećaj sitosti, unos hrane i tjelesnu masu, ne mogu se donijeti jednoznačni odgovori. Provedena je meta-analiza 22 kliničke studije kojom je utvrđeno da povećanje dnevnog unosa prehrambenih vlakana od 12 g rezultira sa 10 % manjim unosom kalorija u organizam i gubitkom 1.9 kg na tjelesnoj masi u periodu od 3.8 mjeseci. Primjerice, glukomanan ima velik kapacitet za vezanje vode. Ako se uzima u dozi 1.24 g dnevno kroz 5 tjedana, uz prehranu sa smanjenim kalorijskim unosom, dolazi do značajnog gubitka tjelesne mase (17).

Utjecaj ß-glukana na osjećaj sitosti ovisi o vrsti hrane u kojoj se nalazi, o dozi, molekulskoj masi i viskoznosti. Uslijed veće viskoznosti želučanog sadržaja odgađa se gastrično pražnjenje i produžuje se trajanje osjećaja sitosti (31). ß-glukani u zobenoj kaši ili hrani tekućeg oblika stvaraju viskozne strukture. Zbog toga se ova vrsta hrane duže zadržava u želucu i osjećaj sitosti traje duže. Ako se ß-glukani konzumiraju sa hranom krutog oblika, primjerice u suhim pločicama, tada teže stvaraju viskozne otopine u probavnom sustavu. pH želuca je nizak i ne pogoduje stvaranju agregata ß-glukana. Tek se u tankom crijevu značajnije povećava viskoznost krute hrane. S druge strane, hrana krutog oblika inače daje veći osjećaj sitosti od tekuće pa se možda zbog toga maskira utjecaj ß-glukana na sitost (17).

Molekulska masa ß-glukana varira od 31 do 3100 kDa i može se mijenjati tijekom izolacije, pročišćavanja, ekstrakcije i skladištenja. Varijacijama u molekulskoj masi i topljivosti ß-glukana, objašnjava se i različit stupanj utjecaja na osjećaj sitosti (17).

Mehanizmi kojima ß-glukani utječu na osjećaj sitosti:

Veća viskoznost obroka dovodi do odgođenog pražnjenja želuca, usporene probave i apsorpcije nutrijenata. Na povećanje osjećaja sitosti ponajprije utječe usporena apsorpcija glukoze (17). Neki istraživači smatraju da svojstvo viskoznosti ß-glukana doprinosi slabijoj ukupnoj apsorpciji nutrijenata. Drugi smatraju da se zbog veće viskoznosti odgađa prolazak crijevnog sadržaja kroz tanko crijevo i pritom se događa kompletnija probava i apsorpcija nutrijenata. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se donijeli konkretniji zaključci (13).

Fermentacijom topljivih vlakana u kolonu nastaju kratkolančane masne kiseline koje se brzo apsorbiraju u krv i služe kao izvor energije (13). Kratkolančane masne kiseline usporavaju motilitet crijeva kontrolirajući tako probavu i apsorpciju nutrijenata a također izazivaju osjećaj sitosti. One reguliraju motilitet crijeva jer potiču oslobađanje

gastrointestinalnog serotonina, putem FFA2 receptora (najvažniji receptor za kratkolančane masne kiseline). Aktivacijom različitih receptora za serotonin, stimulira se *nervus vagus*, produljuje se prolazak hrane kroz crijeva i produljuje se osjećaj sitosti. Značajna je činjenica da se 95 % serotonina nalazi u probavnom sustavu. Osim na regulaciju apetita, serotonin utječe i na regulaciju raspoloženja i ponašanja. Kratkolančane masne kiseline potiču oslobađanje različitih hormona iz crijeva koji imaju važnu ulogu u regulaciji osjećaja sitosti: PYY, GLP-1, CCK i grelin.

PYY se stvara uzduž cijelog probavnog trakta, a najviše u kolonu i rektumu. Koncentracija PYY je najniža natašte, a povećava se konzumacijom hrane. Najviša je 1-2 h nakon obroka i ostaje visoka nekoliko sati. Visoka koncentracija PYY povezuje se sa smanjenim osjećajem gladi. Visoke koncentracije GLP-1 također se povezuju sa osjećajem sitosti, i u pretilih i u osoba normalne tjelesne mase. Proporcionalno sa energijskom vrijednošću obroka raste i koncentracija GLP-1. Otkriveno je da je potrebno 2-3 tjedna kako bi se bakterije crijeva adaptirale na prehrambena vlakna i kako bi došlo do stvaranja GLP-1. CCK se stvara u tankom crijevu nakon uzimanja hrane. Najviše koncentracije postiže 15 minuta nakon obroka. Utjecaj kratkolančanih masnih kiselina na oslobađanje CCK još nije razjašnjen.

Grelin je jedini poznati hormon u crijevima koji stimulira apetit. Njegove koncentracije rastu prije obroka i naglo padaju nakon obroka. Istraženo je da fermentacija inulina smanjuje koncentracije grelina zbog povišenih koncentracija PPY i GLP-1. Slično istraživanje na ß-glukanima još nije rađeno (17).

Potrebna je dnevna doza od 4-6 g ß-glukana kako bi došlo do utjecaja na smanjenje apetita. Zob je korisna namirnica u prehrani pretilih, normalno uhranjenih i pothranjenih osoba. Zbog visokog sadržaja kvalitetnih proteina i lipida pomaže u oporavku osoba koje su izgubile na težini. S druge strane, pretile osobe imaju velike koristi od prehrambenih

vlakana jer smanjuju glikemijski indeks unešenih ugljikohidrata, smanjuju apsorpciju kolesterola i općenito pozitivno djeluju na ravnotežu i zdravlje crijeva.

Dugotrajna konzumacija zobi ne dovodi do gubitka tjelesne mase, bez obzira što utječe na osjećaj sitosti (33). Ipak, postoje studije u kojima je zabilježeno smanjenje tjelesne mase te povećanje koncentracije cirkulirajućeg omentina, smanjenje koncentracije C-peptida i inzulinske rezistencije kod pacijenata na dijeti sa cjelovitim žitaricama zobi i pšenice (kod pretilih osoba dolazi do supresije gena za omentin u visceralnom masnom tkivu) (32).

3.3. Prebiotičko djelovanje ß-glukana i drugih prehrambenih vlakana iz zobi

3.3.1. Prebiotici

Prebiotici su sastojci hrane koje selektivno fermentira korisna crijevna mikroflora. Gibson et al, 2004. (34). Pritom vrijede sljedeći zahtjevi:

1. ne smiju se hidrolizirati ili apsorbirati u gornjem dijelu probavnog sustava
2. moraju biti selektivni supstrat za jedan ili određeni broj crijevnih bakterija
3. moraju u pozitivnom smislu modificirati i aktivirati crijevnu mikrofloru (34)

Osim što djeluju na metaboličku aktivnost crijevne mikroflore, prebiotici sudjeluju u regulaciji razina glukoze i lipida, povećavaju bioraspoloživost minerala i stimuliraju imunološki sustav (34).

Crijevna mikroflora počinje se razvijati od rođenja i mijenja se sa dobi. Na kraju druge godine života aktivne su sve funkcije crijevne mikroflore vezano za apsorpciju nutrijenata i fermentaciju hrane, stimulaciju imunološkog sustava i borbu protiv patogena. Sastav crijevne mikroflore je relativno stabilan za vrijeme života odraslog čovjeka. Istraživanja pokazuju da u starijih osoba dolazi do modifikacija (npr. smanjenje broja *Bifidobacteria*)

(20). U zdravih odraslih osoba 80 % identificiranih crijevnih bakterija može se klasificirati u tri reda: *Bacteroidetes, Firmicutes* i *Actinobacteria.*

Procijenjeno je da ljudska crijeva sadrže 4000 bakterijskih vrsta, sa 10^{14} bakterijskih stanica što je 10 puta veći broj od ukupnog broja stanica u ljudskom organizmu. Želudac sadrži 10^{1} bakterija, duodenum 10^{3}, jejunum 10^{4}, ileum 10^{7} i kolon 10^{12}. Većina bakterija crijevne mikroflore su anaerobi. Bakterije crijevne mikroflore fermentiraju prehrambena vlakna. Pritom je puno jača fermentacija topljivih vlakana od netopljivih. Primjerice, ß-glukani se fermentiraju 70-100 % dok se celuloza fermentira samo neznatno (20).

ß-glukani su supstrat za dobre bakterije crijevne mikroflore, dok ne ulaze u direktnu interakciju sa *Escherichiom colli* i drugim potencijalno patogenim bakterijama (33). Glavni produkti fermentacije ß-glukana su kratkolančane masne kiseline: octena, propionska i maslačna kiselina. Ove kiseline smanjuju pH crijeva što negativno utječe na patogene (enzimi su osjetljivi na pH), a pozitivno na održanje ravnoteže crijevne mikroflore (34). Smanjenje pH crijeva također uzrokuje povećanje koncentracije ioniziranih minerala. Zbog toga raste topljivost minerala u vodi, te aktivna i pasivna difuzija kroz stanice crijeva (34).

Kratkolančane masne kiseline su topljive u vodi i apsorbiraju se u krvožilni sustav (20). Octena kiselina portalnom venom dolazi do jetre gdje može služiti kao supstrat u sintezi kolesterola (20-34). Ovo je glavni put kojim organizam dobiva energiju iz neprobavljivih ugljikohidrata (34). Osim u jetri, octena kiselina se metabolizira u mozgu i mišićima (20). Propionska kiselina inhibira HMG-CoA reduktazu u jetri (sprječava sintezu kolesterola) ili inhibira iskorištenje octene kiseline u sintezi kolesterola (20). Maslačna kiselina je glavni izvor energije za stanice crijevnog epitela i regulaciju staničnog rasta i diferencijacije (34). Ostaje glavni izvor energije za kolonocite čak i kada ulazi u kompeticiju sa glukozom i

glutaminom (20). Najveća produkcija kratkolančanih masnih kiselina odvija se u slijepom crijevu i uzlaznom dijelu debelog crijeva (20).

Netopljiva prehrambena vlakna se fermentiraju u puno manjoj mjeri od topljivih. Prolaskom kroz probavni sustav zadržavaju vodu i daju sadržaj fecesu. Povećanje broja dobrih bakterija u crijevima također povećava crijevni sadržaj. Ove bakterije imaju veliku sposobnost zadržavanja vode i doprinose povećanju sadržaja fecesa u još većoj mjeri od netopljivih vlakana (11).

Zdravlje cijelog organizma ovisi o zdravlju debelog crijeva i sastavu crijevne mikroflore (34). U crijevima se nalazi najveći imunološki organ-GALT koji sadrži oko 60% svih limfocita u tijelu, i koji je u kontinuiranom doticaju s različitim antigenima (33). Prebiotici pozitivno utječu na imunološki odgovor jer povećavaju broj dobrih bakterija u crijevima, preveniraju kolonizaciju patogena adherencijom na površinu crijeva i uzrokuju aktivaciju makrofaga (34).

3.3.2. Prehrambena vlakna

Međunarodni dogovor s obzirom na definiciju i klasifikaciju prehrambenih vlakana ne postoji. Stoga je potrebno kombinirati 4 različite definicije:

1. prema izvoru vlakana: prehrambena vlakna su dio hrane koji se nalazi u staničnim stjenkama biljaka, i koji su slabo probavljivi u ljudi. Nedostatak definicije je u tome što nisu sva vlakna dio stanične stijenke biljaka. Osim toga ne postoji analitička metoda kojom bi se mogla utvrditi razlika u podrijetlu vlakana.
2. prema kemizmu: vlakna se razlikuju ovisno o duljini lanca i tipu kemijskih veza između monomernih jedinica. U ovu definiciju svrstava se podjela na šećere (1-2 monomera), oligosaharide (3-9 monomera) i polisaharide (>10 monomera).

3. prema fiziološkim učincima: definicija s obzirom na neprobavljivost vlakana i utjecaj na metabolizam; opisuje viskoznost u gornjem dijelu probavnog sustava, fermentaciju u kolonu i prebiotičko djelovanje. Posljedica ovih svojstava je povećan obujam stolice i poboljšano pražnjenje crijeva, metaboličke posljedice u vidu poboljšanja koncentracija serumskih lipida i glukoze nakon obroka, i poticanje osjećaja sitosti.
4. analitička definicija: koristi se samo u regulatorne svrhe. Opisuje službenu metodu za ispitivanje vlakana. Nedostatak definicije je u tome što ne prepoznaje nove vrste vlakana koje mogu imati značajne učinke na zdravlje (17).

Važno svojstvo prehrambenih vlakana je njihova topljivost ili netopljivost. U topljiva prehrambena vlakna ubrajaju se: pektini, ß-glukani, galaktomanani i neke celuloze (17). Ova vlakna formiraju viskozne otopine i neprobavljena prolaze kroz tanko crijevo. U debelom crijevu dolazi do njihove fermentacije crijevnom mikroflorom (13). Topljiva vlakna usporavaju prolazak hrane kroz crijeva jer odgađaju pražnjenje želuca i usporavaju apsorpciju glukoze (17). Netopljiva vlakna su: celuloza i neke hemiceluloze, neprobavljivi škrob i hitin (17). Za razliku od topljivih, ova vlakna ne formiraju viskozne otopine i puno slabije se fermentiraju u crijevima (13). Netopljiva vlakna ubrzavaju prolazak hrane kroz crijeva i povećavaju obujam fecesa (17). Općenito se topljiva vlakna povezuju sa sniženjem razina kolesterola i glukoze u krvi, a netopljiva sa poboljšanom laksacijom (33). Najčešće je omjer topljivih i netopljivih vlakana u hrani 1/3:2/3 (13).

3.3.3. ß-glukani i upalne bolesti crijeva

Pacijenti koji boluju od upalnih bolesti crijeva (ulcerozni kolitis i Crohnova bolest) i iritabilnog kolona dobro toleriraju konzumaciju zobi. Kratkotrajna konzumacija nema

značajan utjecaj na ova stanja, te je potrebno ispitati učinke konzumacije zobi nakon dugotrajnije primjene (31).

Upalne bolesti crijeva mogu uzrokovati dramatične promjene u strukturi bakterija na crijevnoj površini. Upotrebom prebiotika može se utjecati na te promjene u smislu ponovnog uspostavljanja ravnoteže u crijevnoj mikroflori. Kratkolančane masne kiseline koje nastaju fermentacijom prebiotika djeluju protuupalno. Pritom su propionska i maslačna kiselina podjednako učinkovite kod upalnih bolesti crijeva, dok je octena kiselina manje učinkovita. Većina studija o utjecaju prebiotika na upalne bolesti crijeva bazira se na proučavanju bakterija u fecesu, koje se razlikuju od bakterija na površini crijeva. Stoga se ne mogu donijeti jasni zaključci o utjecaju prebiotika na crijevne bakterije i upalne bolesti (20).

Djelovanje ß-glukana kod iritabilnog kolona još nije ozbiljnije proučavano. U talijanskoj studiji iz 2011., došlo je do blagog poboljšanja simptoma iritabilnog kolona nakon uzimanja kapsula sa ß-glukanom i inozitolom. Zabilježeno je smanjenje napuhnutosti i boli u abdomenu (20).

3.3.4. ß-glukani i antikancerogeno djelovanje

Dugotrajnim konzumiranjem namirnica sa prehrambenim vlaknima može se prevenirati nastanak tumora crijeva. Mogući mehanizmi su:

1. Prehrambena vlakna povećavaju volumen crijevnog sadržaja i viskoznost pa je manji kontakt između potencijalnih kancerogena i stanica mukoze crijeva
2. Prehrambena vlakna sprječavaju vezanje žučnih kiselina i kancerogena
3. Povećan unos prehrambenih vlakana nosi sa sobom i povećan unos antioksidansa
4. Kratkolančane masne kiseline imaju antikancerogena svojstva

5. Prehrambena vlakna mogu povećati izlučivanje estrogena fecesom zbog inhibicije apsorpcije u crijevima (13).

U odnosu na druge polisaharide koji djeluju kao imunostimulatori, ß-glukani su djelotvorniji i protiv infektivnih bolesti, i protiv karcinoma. Dokazano je da mogu stimulirati i humoralnu i staničnu imunost (17). ß-(1→3) veza povezuje se sa imunomodulatornim djelovanjem ß-glukana, odnosno aktivacijom makrofaga i neutrofila. Posljedično dolazi do apoptoze stanica tumora (47). Neutrofili inače nisu uključeni u borbu protiv tumorskih stanica, tako da je njihova aktivnost posljedica imunomodulacije posredovane ß-glukanima (11). Osim apoptoze, makrofagi sudjeluju i u fagocitozi abnormalnih tumorskih stanica. Otkriveno je da ß-glukani utječu na ekspresiju važnih gena u tumorskim stanicama i djeluju inhibitorno na rast i diobu tumorskih stanica. Također, potiču aktivaciju receptora (sustav komplementa) na neutrofilima, limfocitima i NK stanicama, i utječu na stvaranje antitijela (47).

3.3.5. Zob i celijakija

Celijakija je autoimuna bolest koja traje cijeli život (10). Zbog glutena iz hrane javlja se imunološki odgovor pri kojem dolazi do uništenja crijevnih resica u tankom crijevu. Površina crijeva je u zdravih ljudi naborana i baršunasta, dok u pacijenata sa celijakijom postane glatka i ravna. Zbog toga je smanjena sposobnost crijeva da apsorbira nutrijente (šećere, proteine, vitamine i minerale). Ovisno o težini bolesti pacijenti s celijakijom mogu patiti od proljeva, anemije, manjka vitamina i minerala u organizmu, a u konačnici se može razviti i tumor crijeva (35). Ne postoji medikamentozna terapija za liječenje celijakije. Jedini način kontrole bolesti je ustrajna bezglutenska prehrana (10).

Pšenica, ječam i raž sadrže gluten, dok ga riža, kukuruz, heljda i zob ne sadrže. Zob ima vrlo kvalitetan nutritivni sastav, stoga u nekih pacijenata sa celijakijom može biti

korisna u nadoknadi kvalitetnih proteina, lipida, vitamina i minerala. Poznato je da zob sadrži više proteina i lipida u odnosu na druge žitarice. Međutim, zob sadrži protein avenin koji je bogat prolinom i glutaminom. Otkriveno je da proteinske regije sa puno prolina i glutamina mogu utjecati na pogoršanje celijakije. U pacijenata koji su osjetljivi na zob, pronađena su antitijela na avenin u krvi jer avenin potiče upalu sličnim mehanizmom kao i gluten. Većina pacijenata sa celijakijom može nesmetano konzumirati zob, dok je manji broj osjetljiv na avenin. Čest problem pacijentima koji mogu konzumirati zob je kontaminacija sa glutenom iz drugih žitarica (10).

Prikaz studija o utjecaju konzumacije zobi na celijakiju

1. *Zob u prehrani djece sa celijakijom; dvostruko slijepa, randomizirana, placebom kontrolirana multicentrična studija*

   Studija je provedena na dvije skupine djece sa celijakijom u trajanju 15 mjeseci. Prva skupina ispitanika je 6 mjeseci konzumirala prehranu bez glutena, zatim 3 mjeseca standardnu bezglutensku prehranu i na kraju 6 mjeseci prehranu bez glutena sa pročišćenom zobi ili placebom. Ispitanici druge skupine dobili su isti režim prehrane samo obrnutim redoslijedom. U rezultatima studije je navedeno kako nekontaminirana zob ne uzrokuje promjene u permeabilnosti crijeva niti utječe na pogoršanje simptoma celijakije u djece (36).

2. *Zob ne utječe na imunološki odgovor u crijevima kod pacijenata koji boluju od celijakije*

   U ovoj studiji ispitivani su imunološki i toksični učinci zobi na 46 pacijenata sa celijakijom, u trajanju 12 mjeseci. Svaki ispitanik dobivao je 286 g zobi tjedno. Rutinskim histološkim analizama crijeva otkrivena su poboljšanja ili nikakve promjene u 95 % ispitanih uzoraka. Nisu zabilježene promjene u koncentraciji tkivnih transglutaminaza, niti je došlo do promjene u broju intraepitenoalnih

limfocita i proliferacije enterocita. Iako postoji teoretska mogućnost interakcije zobi sa tkivnim transglutaminazama, u ispitivanim uzorcima nisu pronađena antitijela na transglutaminazu (37).

3.4. Lokalni pripravci na bazi zobi

Pripravci na bazi koloidne zobi (koloidna zobena kaša) mogu se koristiti u njezi suhe kože i liječenju kožnih bolesti. Zbog visoke koncentracije ß-glukana i škroba koji imaju svojstvo zadržavanja vode, pogodni su za izradu hidratantnih i zaštitnih krema. Također se mogu dodavati u kupke, šampone i gelove za tuširanje jer sadrže saponine koji poput sapuna čiste kožu (16).

U liječenju atopijskog dermatitisa pripravci na bazi zobi potiču obnavljanje kožne barijere i smanjuju upotrebu lokalnih kortikosteroida (16). Zob sadrži nezasićene masne kiseline (linolna i linolenska) koje djeluju emolijentno i umirujuće na osnovne simptome atopijskog dermatitisa-suhoću kože i svrbež (38). Lokalni preparati sa zobi korisni su i u liječenju psorijaze, akni uzrokovanih citostaticima, gljivičnih i virusnih bolesti, opeklina, kožnih osipa, ekcema, svrbeži, a dodaju se i u kreme sa UV faktorom (16-38). Flavonoidi iz zobi apsorbiraju UVA zrake valne duljine 320-370 nm. Postoji FDA regulacija za korištenje koloidne zobi u svrhu zaštite od UVA zraka (16).

Ekstrakt zobene kaše smanjuje razine arahidonske kiseline, fosfolipaze A2 u citosolu i TNF-α u keratinocitima. Posljedično može inhibirati aktivnost NF-κB, oslobađanje upalnih citokina i histamina. NF-κB je ključni regulator upale i jedan od glavnih modulatora u pogoršanju upalnog stanja koje se može razviti u tumor (16).

U kliničkoj studiji kojom se ispitivao učinak zaštitnog losiona sa koloidnom zobi već nakon jednog dana primjene smanjila se suhoća kože i svrbež. Nakon dva tjedna digitalne snimke su pokazale dramatično poboljšanje teksture kože, s obzirom na početnu suhoću i

ljuštenje. Dokazana su i protuupalna i antioksidacijska svojstva zobi. Ljudski keratinociti tretirani su sa TNF-α zbog čega je došlo do pojačanog stvaranja IL-8 i pojačane aktivnosti NF-κB promotora. U keratinocitima koji su prije tretiranja sa TNF-α bili obrađeni sa ekstraktom koloidne zobi došlo je do slabijeg stvaranja IL-8 i smanjene aktivnosti NF-κB promotora (38). NF-κB je ključni stanični receptor za regulaciju upale, a IL-8 je upalni citokin čija se pojačana ekspresija povezuje sa osipom kože i svrbeži.

Izlaganje ljudskih keratinocita UV-svjetlu potaknulo je pojačano stvaranje reaktivnih kisikovih vrsta. U keratinocitima koji su bili obrađeni ekstraktima koloidne zobi zabilježeno je slabije stvaranje reaktivnih kisikovih vrsta.

S obzirom da su korištene četiri vrste ekstrakata sa različitim omjerima aktivnih komponenti, otkriveno je sljedeće:

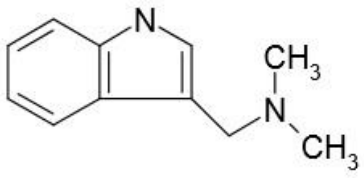
- lipidi iz zobi smanjuju stvaranje IL-8
- fenoli (flavonoidi i avenantramidi) i proteini topljivi u alkoholu smanjuju stvaranje reaktivnih kisikovih vrsta i IL-8, i aktivnost NF-κB promotora
- prolamini (u vodi topljivi proteini) i ugljikohidrati najjače smanjuju stvaranje IL-8.

Moglo se zaključiti da su za protuupalno djelovanje ekstrakta koloidne zobi važni proteini, fenoli i lipidi. Ovo je bila prva studija kojom je prikazano protuupalno djelovanje proteina zobi (38).

Metodom mjerenja transdermalnog gubitka vode zabilježeno je smanjenje suhoće kože nakon 7 i 14 dana korištenja losiona sa koloidnom zobi (38).

3.5. Zob i živčani sustav

Ekstrakt zeleni zobi poboljšava kognitivne funkcije u stresnim situacijama (39). Smatra se da je indolni alkaloid gramin odgovoran za blagi sedativni učinak, slično mehanizmu djelovanja pasiflore (8).



Slika 10 – Struktura gramina (8)

Provedena je studija u kojoj su se proučavale promjene u encefalogramu nakon što su ispitanici držali oči otvorene 6 minuta, nakon što su držali oči zatvorene 4 minute, nakon testa koncentracije u trajanju 5 minuta i nakon rješavanja aritmetičkih zadataka u trajanju 5 minuta. Ispitanici su dobivali 1250 ili 2500 mg ekstrakta zeleni zobi ili placebo. U zaključku je navedeno kako ekstrakt zeleni zobi može imati učinka na kognitivne sposobnosti zdravih ljudi (40).

U studiji iz 2015. dokazano je da jedna doza ekstrakta zeleni zobi poboljšava kognitivne funkcije (brzina, točnost, pažnja, memorija) kod starijih ljudi. Određena je doza od 800 mg kojom se postiže najjače djelovanje (41).

Aktivne komponente zeleni zobi ulaze u interakciju sa strukturama u mozgu i neurotransmiterima povezanim sa pamćenjem, motivacijom i kognitivnim funkcijama (39). Također djeluju inhibitorno na enzim MAO B i PDE 4, čime se postiže antidepresivni učinak (39-41). Ekstrakt svježe zobi djeluje tonizirajuće kod svih oblika neuroze, te može poboljšati kvalitetu i trajanje sna (39).

Rađene su studije kojima se ispitivao učinak ekstrakta zeleni zobi u odvikavanju od droge i pušenja. Rezultati studija nisu jednoznačni, međutim bilo je uspjeha kod odvikavanja ovisnika na opijatima i ovisnika o nikotinu (smanjen broj popušenih cigareta) (39).

4. Rasprava

Suvremena znanost dokazala je brojna ljekovita svojstva zobi i bogatu nutritivnu vrijednost zrna zobi. Stoga nije opravdano smanjivanje zasijane zobi uzevši činjenicu da u Hrvatskoj, a posebno u sjeverozapadnom dijelu postoje vrlo povoljni klimatski uvjeti za proizvodnju zobi. Cjelovito zrno zobi sadrži do 17 % proteina koji su gotovo jednake kvalitete kao proteini soje. Pothranjene osobe i pacijenti kojima je uslijed bolesti oslabila mišićna masa svakako mogu imati koristi od konzumacije zobi tijekom oporavka.

Najvažnija ljekovita sastavnica u zrnu zobi su topljivi ß-glukani. EFSA i FDA odobrile su zdravstvene tvrdnje prema kojima ß-glukani iz zobi doprinose smanjenju koncentracije kolesterola u krvi ukoliko se uzimaju u dozi od 3 g dnevno. Novije znanstvene studije o utjecaju ß-glukana na smanjenje koncentracije ukupnog i LDL kolesterola u krvi u skladu su sa navedenim zdravstvenim tvrdnjama. U jednom od novijih istraživanja ispitivao se utjecaj konzumacije zobi na profil lipida u osoba sa povišenim kolesterolom. Zabilježeno je smanjenje ukupnog kolesterola za 5 % i LDL kolesterola za 10 % kao posljedica konzumacije 70 g zobene kaše dnevno kroz 4 tjedna. U studiji u kojoj su sudjelovali mladi zdravi dobrovoljci također je zabilježeno smanjenje koncentracije ukupnog i LDL kolesterola kao posljedica dvotjedne prehrane koja je uključivala 102 g zobenog brašna dnevno.

Iako ß-glukani iz zobi smanjuju glikemijski indeks unesenih ugljikohidrata, rezultati znanstvenih studija o utjecaju konzumacije zobi na glikemiju su oprečni. U jednom od prikaza znanstvenih studija zabilježeno je kako se konzumacijom zobi ne postiže kontrola glikemije niti dolazi do smanjenja koncentracije glukoze i inzulina nakon obroka. S druge

strane, rađena su mjerenja kojima je dokazan utjecaj ß-glukana na smanjenje koncentracije glukoze i inzulina nakon obroka.

Istraživanja o utjecaju ß-glukana na hipertenziju pokazala su kako konzumacija zobi kod pretilih ljudi dovodi do značajnijeg smanjenja tlakova u odnosu na osobe normalne tjelesne težine. Smatra se da je smanjenje posljedica sniženih razina glukoze i inzulina nakon obroka.

U ovom radu prikazana je znanstvena podloga prema kojoj ß-glukani utječu na osjećaj sitosti. Pritom su vrlo značajni produkti fermentacije ß-glukana, kratkolančane masne kiseline koji potiču oslobađanje PYY, GLP-1, CCK i grelina. Ipak, analizom znanstvenih studija ne mogu se donijeti jednoznačni odgovori o utjecaju ß-glukana i drugih prehrambenih vlakana na osjećaj sitosti, unos hrane i tjelesnu težinu.

ß-glukani su izvrsni prebiotici jer povećavaju broj dobrih bakterija u crijevima a preveniraju kolonizaciju patogena na površinu crijeva. Pacijenti koji boluju od upalnih bolesti crijeva i iritabilnog kolona dobro toleriraju kratkotrajnu konzumaciju zobi. Potrebno je ispitati učinke konzumacije zobi na ova stanja nakon dugotrajnije primjene. Većina pacijenata sa celijakijom mogu nesmetano konzumirati zob s obzirom da ona ne sadrži gluten. Međutim, manji broj pacijenata osjetljiv je na avenin iz zobi. Ovaj protein može potaknuti upalu u tankom crijevu sličnim mehanizmom kao i gluten. Analizom novijih znanstvenih studija zabilježeno je kako nekontaminirana zob ne uzrokuje promjene u permeabilnosti crijeva niti utječe na pogoršanje simptoma celijakije. U studiji kojom se ispitivao utjecaj zobi na imunološki odgovor u crijevima nisu pronađena antitijela na transglutaminazu, iako postoji teoretska mogućnost interakcije zobi sa tkivnim transglutaminazama. Također nisu zabilježene promjene u broju intraepitenoalnih limfocita i proliferaciji enterocita.

Dokazano je kako ß-glukani stimuliraju humoralnu i staničnu imunost te su djelotvorni u borbi protiv infektivnih bolesti i karcinoma. Stoga se dugotrajnom konzumacijom ß-glukana može utjecati na prevenciju nastanka tumora crijeva.

Lokalni preparati za liječenje atopijskog dermatitisa kao osnovu mogu imati ekstrakt koloidne zobene kaše. Ovaj ekstrakt sadrži visoku koncentraciju ß-glukana i škroba koji imaju svojstvo zadržavanja vode. Također sadrži nezasićene masne kiseline koje djeluju emolijentno i umirujuće na upalna stanja kože. Jednom opsežnijom znanstvenom studijom dokazana su protuupalna svojstva ekstrakta koloidne zobene kaše. Zaključeno je da su za protuupalno djelovanje važni fenoli, lipidi i proteini. U istoj studiji prikazano je smanjenje transdermalnog gubitka vode kao posljedica korištenja losiona sa koloidnom zobenom kašom. Također je uočeno da se već nakon jednog dana primjene ovog losiona smanjila suhoća kože i svrbež kod ispitivanih osoba.

Zelen zobi tradicionalno se koristila za ublažavanje simptoma mentalnog stresa i nesanice. Predmet novijih studija je utjecaj zeleni zobi na kognitivne funkcije. U studiji iz 2015. dokazano je da jedna doza ekstrakta zeleni zobi poboljšava kognitivne funkcije kod starijih ljudi.

5. Zaključak

Zob možemo svrstati među zdrave namirnice pogodne za prehranu ljudi. Od konzumacije zobi koristi imaju pretile, osobe normalne tjelesne težine i pothranjeni. U odnosu na druge žitarice, zob ima bolji nutritivni sastav jer sadrži veći udio kvalitetnih proteina, lipida, vitamina i minerala, a također sadrži najveći udio topljivih ß-glukana.

Priprema obroka sa zobi ne zahtjeva puno vremena. Može se konzumirati sa drugim žitaricama i mlijekom ili kao zobena kaša. S obzirom da obroci sa zobi snižavaju glikemijski indeks hrane, pri dugotrajnoj konzumaciji stvaraju se i dugoročne zdravstvene koristi.

Dokazano je da ß-glukani iz zobi smanjuju koncentraciju kolesterola u krvi, a također pomažu u regulaciji koncentracije glukoze i inzulina. Pritom je najvažnije svojstvo ß-glukana da formira viskozne otopine u gornjem dijelu probavnog sustava, sprječavajući tako apsorpciju kolesterola i reapsorpciju žučnih kiselina. Osim ß-glukana u regulaciji dislipidemije sudjeluju i druge komponente zobi: arabinoksilan, fenolne komponente i flavonoidi.

ß-glukan iz zobi je izvrstan prebiotik. U debelom crijevu dolazi do fermentacije ß-glukana bakterijama crijevne mikroflore. Osim toga, ß-glukani stimuliraju imunološki sustav te utječu na metabolizam lipida i bioraspoloživost minerala. Znanstvenim studijama je dokazano da preparati sa koloidnim zobenim brašnom pomažu u tretiranju suhe kože, smiruju upalu i svrbež, i potiču zacjeljivanje rana. Stoga mogu biti vrlo korisni u liječenju atopijskog dermatitisa i drugih kožnih bolesti.

6. Literatura

(1) Živković, M. *Prirodno liječenje probavnih organa*. Zagreb: Školska knjiga, 1997.

(2) Hodak, M. Tehnologija proizvodnje zobi. *Diplomski rad*. Sveučilište u Osijeku, 2015.

(3) Web stranica botaničkog vrta Kew Gardens, London http://www.kew.org/science-conservation/plants-fungi/avena-sativa-oat

(4) Sangwan, S. Singh, R. Tomar, S. Nutritional and functional properties of oats: An update. *Journal of Innovative Biology*, 1,1 (2014), 003-014.

(5) Zovkić, I. *Naše ljekovito bilje i fitoterapija*. Osijek: Gradska tiskara, 1999.

(6) Web stranica Koval http://www.koval.hr/blogeky/ljekovite%20biljke/zob.html

(7) Sharma, M. Khurana P. Alternative Healthy Food Crops. *Nutrition and Food Sciences*, 4,4 (2014), 1-6.

(8) Web stranica Europske agencije za lijekove *http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_HMPC_assessment_report/2009/12/WC500017998.pdf*

(9) Cavazos, A. Gonzales de Mejia E. Identification of Bioactive Peptides from Cereal Storage Proteins and Their Potential Role in Prevention of Chronic Diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12,4 (2013), 364-380.

(10) Comino, I. Moreno, M. Sousa, C. Role of oats in celiac disease. *World Journal of Gastroenterology*, 21,41 (2015), 11825-11831.

(11) Daou, C. Zhang, H. Oat Beta-Glucan: Its Role in Health Promotion and Prevention of Diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11,4 (2012), 355-365.

(12) Wang, Q. Ellis, P. Oat ß-glucan: physico-chemical characteristics in relation to its blood-glucose and cholesterol-lowering properties. *British Journal of Nutrition*, 112 (2014), 4-13.

(13) Lattimer, JM. Haub, MD. Effects of Dietary Fiber andIts Components on Metabolic Health. *Nutrients*, 2,12 (2010), 1266-1289.

(14) Gani, A. Wani, SM. Masoodi, FA. Gousia H. Whole-Grain Cereal Bioactive Compounds and Their Health Benefits: A Review. *Journal of Food Processing & Technology*, 3,3 (2012), 1-10.

(15) Shi, Y. Johnson, J. O'Shea, M. Chu, YF. The Bioavailability and Metabolism of Phenolics, a Class of Antioxidants Found in Grains. *Cereal Foods World*, 59,2 (2014), 52-58.

(16) Pazyar, N. Yaghoobi, R. Oatmeal in dermatology: A brief review. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 78,2 (2012), 142-145.

(17) Khoury, D. Cuda, C. Luhovyy, BL. Anderson, GH. Beta Glucan: Health Benefits in Obesity and Metabolic Syndrome. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012 (2012), 1-28.

(18) Singru, SA. Bhosale, SB. Oats: Prospects and Challenges in India. *US National Library od Medicine enlisted journal*, 8,1 (2015), 1-2.

(19) Wani, SA. Shah, TR. Bazaria, B. Nayik, GA. Gull, A. Muzaffar, K. Kumar, P. Oats as a functional food: A review. *Universal Journal of Pharmacy*, 3,1 (2014), 14-20.

(20) Staka, A. Bodnieks, E. Pukitis, A. Impact of oat-based products on human gastrointestinal tract. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, 69,4 (2015). 145-151.

(21) Wolever, TM. Gibbs, AL. Brand-Miller, J. Duncan, AM. Hart, V. Lamarche, B. Tosh, SM. Duss, R. Bioactive oat ß-glucan reduces LDL cholesterol in Caucasians and non-Caucasians. *Nutrition Journal*, 10,130 (2011).

(22) Andersson, KE. Hellstrand, P. Dietary oats and modualtion of atherogenic pathways. *Molecular nutrition & food research*, 56 (2012), 1003-1013.

(23) Othman, RA. Moghadasian, MH. Jones, P. Cholesterol-lowering effects of oat ß-glucan. *Nutrition Reviews*, 69,6 (2011), 299-309.

(24) Thongoun, P. Pavadhgul, P. Bumrungpert, A. Satitvipawee, P. Harjani, Y. Kurilich, A. Effect of oat consumption on lipid profiles in hypercholesterolemic adults. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 96 (2013), 25-32.

(25) Zhang, J. Li, L. Song, P. Wang, C. Man, Q. Meng, L. Cai, J. Kurilich, A. Randomized controlled trial of oatmeal consumption versus noodle consumption on blood lipids of urban Chinese adults with hypercholesterolemia. *Nutrition Journal*, 11,54 (2012).

(26) Charlton, KE. Tapsell, LC. Batterham, MJ. O'Shea, J. Thorne, R. Beck, E. Tosh, SM. Effect of 6 weeks' consumption of ß-glucan-rich oat products on cholesterol levels in mildly hypercholesterolaemic overweight adults. *British Journal of Nutrition*, 107,7 (2012), 1037-47.

(27) Kristensen, M. Bügel, S. A diet rich ino at bran improves blood lipids and hemostatic factors, and reduces apparent energy digestibility in young healthy volunteers. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65,9 (2011), 1053-1058.

(28) Zhang, X. McGeoch, SC. Megson, IL. MacRury, SM. Johnstone, AM. Abraham, P. Pearson, DW. De Roos, B. Holtrop, G. O'Kennedy, N. Lobley, GE. Oat-enriched diet reduces inflammatory status assessed by circulating cell-derived microparticle concentrations in type 2 diabetes. *Molecular nutrition & food research*, 58,6 (2014), 1322-1332.

(29) McGeoch, SC. Johnstone, AM. Lobley, GE. Adamson, J. Hickson, K. Holtrop, G. Fyfe, C. Clark, LF. Pearson, DW. Abraham, P. Megson, IL. MacRury, SM. A randomized crossover study to assess the effect o fan oat-rich diet on glycaemic control, plasma lipids and postprandial glycaemia, inflammation and oxidative stres sin Type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*, 30,11 (2013), 1314-1323.

(30) Juvonen, KR. Salmenkallio-Marttila, M. Lyly, M. Liukkonen, KH. Lähteenmäki, L. Laaksonen, DE. Uusitupa, MI. Herzig, KH. Poutanen, KS. Karhunen, LJ. Semisolid meal enriched in oat bran decreases plama glucose and insulin levels, but does not change gastrointestinal peptide responses or short-term appetite in healthy subjects. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21,9 (2011), 748-756.

(31) Clemens, R. van Klinken, BJW. The future of oats in the food and health continuum. *British Journal of Nutrition*, 112 (2014), 75-79.

(32) El Shebini, SM. Moaty, MIA. Tapozada, ST. Ahmed, NH. Mohamed, MS. Hanna, LM. Effect of Whole Wheat (*Triticum estivum*) and Oat (*Avena sativa*) Supplements on Body Weight, Insulin Resistance and Circulating Omentin in Obese Women Exhibiting Metabolic Syndrome Criteria. *World Journal of Medical Sciences*, 11,3 (2014), 373-381.

(33) Korczak, R. Effects of fiber and food form on satiety and energy intake in healthy human subjects. *A Dissertation submitted to the Faculty of University of Minnesota*, 2013.

(34) Garcia Curbelo, Y. Lopez, MG. Bocourt, R. Rodriguez, Z. Savon, L. Prebiotics in the feeding of monogastric animals. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46,3 (2012), 231-236.

(35) Gazal, A. Dar, ZA. Zaffar, G. Lone, AA. Abidi, L. Shabir and Khan, A. Yousuf, N. Trends in breeding oat for nutritional grain quality-An overview. *Journal of Applied and Natural Science*, 6,2 (2014), 904-912.

(36) Gatti, S. Caporelli, N. Galeazzi, T. Francavilla, R. Barbato, M. Roggero, P. Malamisura, B. Iacono, G. Budelli, A. Gesuita, R. Catassi, C. Lionetti, E. Oats in the diet of children with celiac disease: preliminary results of a double-blind, randomized, placebo-controlled multicenter Italian study. *Nutrients*, 5,11 (2013), 4653-4664.

(37) Cooper, SE. Kennedy, NP. Mohamed, BM. Abuzakouk, M. Dunne, J. Byrne, G. McDonald, G. Davies, A. Edwards, C. Kelly, J. Feighery, CF. Immunological indicators of coeliac disease activity are not altered by long-term oats challenge. *The Journal of Translational Immunology*, 171,3 (2013), 313-318.

(38) Reynertson, KA. Garay, M. Nebus, J. Chon, S. Kaur, S. Mahmood, K. Kizoulis, M. Southall, MD. Anti-Inflammatory Activities of Colloidal Oatmeal (*Avena sativa*) Contribute to the Effectiveness of Oats in Treatment of Itch Associated With Dry, Irritated Skin. *Journal od drugs in dermatology*, 14,1 (2015), 43-48.

(39) Al-Snafi, AE. Therapeutic properties of medicinal plants: a review of medicinal plants with central nervous effects (Part 1). *International Journal of Pharmacology & Toxicology*, 5,3 (2015), 177-192.

(40) Dimpfel, W. Storni, C. Verbruggen, M. Ingested oat herb extract (*Avena sativa*) changes EEG spectral frequencies in healthy subjects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 17,5 (2011), 427-434.

(41) Jackson, P. Haskell-Ramsay, C. Khan, J. Forster, J. Grothe, T. Perrinjaquet-Moccetti, T. Kennedy, D. Role of nutritional supplementation on brain health in older adults. *Research Symposium: Ageing and Degeneration*, Edinburgh, UK, 2015.

(42) Web stranica Hortipedia commons http://commons.hortipedia.com/wiki/File:Avena_sativa_photo_file_PDB_155KB.jpg

(43) Web stranica pHresh Products http://www.phreshproducts.com/ingredients/organic-oat-grass-whole-leaf/

(44) Web stranica Deb's web http://www.jnecology.com/debsweb/monocots/avena-sativa.html

(45) Web stranica Botanik online http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d02/rispe_avena.htm

(46) Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Oat

(47) Wiwanitkit V. A Short Review on Beta Glucan, a Substance for Alternative Therapy for Cancerous Patient. *Iranian Journal of Cancer Prevention*, 4 (2009), 163-166.

(48) Vasile A. Paraschiv D. Dima S. Bahrim G. Growth and cell viability improve of the probiotic strain *Lactobacillus casei* ssp. *paracasei* in the presence of oat bran and buckwheat flour. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, 9 (2011), 52-59.

(49) Ozcan T. Kurtuldu O. Influence of Dietary Fiber Addition on the Properties of Probiotic Yogurt. International Journal of Chemical Engineering and Aplications, 5,5 (2014), 397-401.

Popis skraćenica

1. BMI - body mass index
2. CCK - cholecystokinin
3. EFSA - European Food Safety Authority
4. EMA – European Medicines Agency
5. eNOS - endothelial nitric oxide synthase
6. FDA - Food and Drug Administration
7. FFA2 receptor - free fatty acid receptor 2
8. GALT - gut-associated lymphoid tissue
9. GLP-1 - glucagon-like peptide 1
10. GLUT-4 - insulin responsive glucose transporter type 4
11. GP - glutathione peroxidase
12. HMG-CoA reduktaza - 3-hidroksi-3-metil-glutaril-CoA reduktaza
13. IL-8 - interleukin 8
14. MAO B - monoamine oxidase B
15. NF-κB - nuclear factor κB
16. PDE 4 - phosphodiesterase 4
17. PPAR - peroxisome proliferator-activated receptor
18. PYY - peptide YY
19. SOD - superoxide dismutase
20. TLRs - toll- like receptors

21. TNF-α - tumor necrosis factor-α

22. WHO - World Health Organization