

Topljiva vlakna i sitost

Leovac, Suzana

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:208694>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-26**



image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Suzana Leovac

Topljiva vlakna i sitost

završni rad

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Topljiva vlakna i sitost

Nastavni predmet

Funkcionalna hrana i dodaci prehrani

Predmetni nastavnik: prof. dr. sc. Milena Mandić

Studentica: Suzana Leovac

(MB: 3480/11)

Mentor: prof. dr. sc. Milena Mandić

Predano (datum): **22.09.2014.**

Pregledano (datum):

Ocjena:

Potpis mentora:

SAŽETAK

Svako ljudsko biće unosi u svoje tijelo prehrambena vlakna, samo neki u manjim količinama, a neki u većim. Stanovnici zapadne Europe trebali bi gotovo duplo više prehrambenih vlakana unositi u svoje tijelo.

Prehrambena vlakna predstavljaju tvari koje su neprobavljive za enzime i prolaze nerazgrađena kroz probavni sustav pri čemu vrše pogodne radnje koje rezultiraju, između ostalih, apsorpcijom kolesterola u tankom crijevu.

Prehrambena vlakna mogu biti topljiva i netopljiva. U ovom radu detaljnije su objašnjena topljiva prehrambena vlakna. Mnogim istraživanjima dokazano je da osobe koje konzumiraju hranu bogatu prehrambenim vlaknima imaju manji rizik oboljenja od kardiovaskularnih bolesti.

S druge strane, sitost, koja predstavlja osjećaj čovjekova stanja bez težnje za jelom, može se prikazati putem indeksa sitosti obzirom na najčešće namirnice koje čovjek unosi u tijelo. U dodiru s vodom, vlakna jako bubre povećavajući volumen hrane i tako stvaraju duži osjećaj sitosti u želudcu.

Radi znanstveno dokazanog utjecaja prehrambenih vlakana na brojne fiziološke i biokemijske procese, prehrambena vlakna se smatraju funkcionalnim sastojcima namirnica čija konzumacija može bitno doprinijeti smanjenju rizika od pojave brojnih bolesti.

Ključne riječi: prehrambena vlakna, apsorpcija kolesterola, sitost, smanjen rizik bolesti

ABSTRACT

Every human being takes dietary fibers in its body, some of them less, some of them more, while Western population should almost double the intake of dietary fibers in their bodies.

Dietary fibers represent substances that are indigestible to enzymes and pass undigested through the digestive system, by which they do convenient actions that result, among others, with absorption of cholesterol in small intestine.

Dietary fibers can be soluble and insoluble. This work clearly explains soluble fibers and their elements. Many studies have proven that people consuming fiber rich food have less chances of getting cardiovascular diseases.

On the other hand, satiety, which represents feeling of fullness by humans, can be shown via its Index, considering the most common groceries that human takes. In touch with the water they swell increasing the volume of food and result with a longer feeling of satiety.

Because of scientifically proven effects of dietary fibers in many physiological and biochemical processes they are considered as a components of functional foods, whose consumption can significantly contribute to reducing the risk of many diseases.

Keywords: soluble dietary fibers, absorption of cholesterol, satiety, reduced risk of diseases

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
ABSTRACT	II
SADRŽAJ	III
1. UVOD	1
2. OPĆENITO O PREHRAMBENIM VLAKNIMA	1
2.1. Definicija prehrambenih vlakana	3
2.2. Podjela prehrambenih vlakana	4
3. TOPLJIVA PREHRAMBENA VLAKNA	6
3.1. Sluzi	6
3.2. Pektini	6
3.3. Gume	8
3.4. Polisaharidi algi	8
3.4.1. Alginati	8
3.4.2. Karagenan	10
3.4.3. Agar	11
3.5. In vitro djelovanje polisaharida	11
3.6. Utjecaj vlakana na zaštitu debelog crijeva i općenito na organizam	12
3.7. Izvori prehrambenih vlakana i njihov preporučeni dnevni unos	14
4. SITOST	15
4.1. Učinak doziranja PolyGlycopleX®, PGX®, funkcionalnog vlakna na sitost	17
4.2. Indeks sitosti	17
5. VAŽNOST PREHRAMBENIH VLAKANA	229
6. ZAKLJUČAK	23
7. LITERATURA	23

1. UVOD

Prehrambena vlakna (PV) unose se u tijelo namirnicama poput voća, povrća i cjelovitih žitarica. Kao takva prolaze nerazgrađena kroz probavni sustav i vezuju kolesterol te tako sprječavaju njegovu apsorpciju u tankom crijevu. Učestalo korištenje, tj. konzumiranje prehrambenih vlakana dovodi do sniženja koncentracije LDL-lipoproteina te smanjenja rizika od eventualne pojave kardiovaskularnih bolesti. Hrana koju čovjek prehranom unosi u tijelo, a bogata je prehrambenim vlaknima, također sadrži i druge sastojke, kao što su bioaktivne tvari koje pridonose smanjenju rizika od kardiovaskularnih bolesti. Cjelovite žitarice sadrže uz prehrambena vlakna i antioksidanse, folnu kiselinu i fenolne spojeve. (Krešić, 2012.)

Prehrambena vlakna mogu biti topljiva i netopljiva. Topljiva prehrambena vlakna, o kojima će se detaljnije raspravljati u ovom radu, sastoje se od nekoliko različitih elemenata koji se putem njih unose u tijelo u određenim količinama, ali dok se neki uopće ne bi trebali unositi, poput karagenana. U zapadnjačkoj prehrani, stanovništvo vrlo male količine unosi u tijelo pa je zato veća mogućnost pojave kardiovaskularnih bolesti. Trebalo bi unositi 25-30 g po danu, a uglavnom se unosi samo 15,1g.

Rafinirana hrana koja se u novije vrijeme sve više koristi, doprinosi smanjenoj količini unosa prehrambenih vlakana. Tako rafinirani šećer, biljna ulja, mliječni proizvodi i alkohol čine polovicu energetskeg unosa, a zapravo predstavljaju hranu s vrlo malo prehrambenih vlakana ili ih uopće nemaju. (Krešić, 2012.)

Struktura završnog rada sastoji se od pet poglavlja u kojima će se pobliže objasniti sama definicija topljivih prehrambenih vlakana i njihov utjecaj na sitost, klasifikacija te pozitivni učinci vlakana na čovjekovo zdravlje.

2.OPĆENITO O PREHRAMBENIM VLAKNIMA

U proteklih desetaka godina, promijenio se stav prema važnosti prehrambenih vlakana, a tada se ujedno i pobudilo zanimanje javnosti o spoznaji do koje je došlo četrdesetih godina 20. stoljeća kada se eksperimentalnim istraživanjima među crnačkim stanovništvom u Africi potvrdilo da oni ne obolijevaju od kroničnih nezasitnih bolesti koje mogu biti npr. karcinom debelog crijeva, kardiovaskularne bolesti, opstipacija, žučni kamenac i druge, koje su tada bile veoma svojstvene među bjelačkim stanovništvom u SAD-u. Bit je bila u načinu prehrane, koja je bogata povrćem i voćem, ali bogata i mesom, a takav način se znatno razlikovao od uobičajene zapadnjačke prehrane, koja je sadržavala rafiniranu hranu u velikoj količini. Tadašnje stanovništvo je zanemarivalo važnost učinkovitosti i svrhe prehrambenih vlakana jer se na njih gledalo kao na nepoželjne i nepotrebne sastojke u prehrani, a u današnje vrijeme može se reći kako sve više mladih ljudi vodi brigu o tome. Njihova svojstva imaju veliku učinkovitost u ljudskom tijelu i služe, praktički, kao jedna vrsta lijeka protiv niza bolesti, a samim time i na cjelokupan fiziološki sustav čovjeka. Neki autori navode kako niti jedno od prethodno spomenutih stajališta nije sasvim točno, no zasigurno može pomoći u prevenciji bolesti različite etiologije te da je dobro poznato da imaju važnu ulogu u mnogim fiziološkim procesima (Mandić i Nosić, 2009.; Krešić, 2012.).

Još davnih dana, 400 godina prije Krista, Hipokrat je spominjao korisne posljedice konzumiranja prehrambenih vlakana, no početkom prošloga stoljeća dovelo se u pitanje da li zapravo prehrambena vlakna djeluju pozitivno, jer, postoji određena količina ljudi koja drži stranu da su prehrambena vlakna djelotvorna, a druga pak strana da ona sadrže tvari tj. neprobavljive elemente biljne hrane koje iritiraju crijeva, no kasnije se, kako je prethodno navedeno, polovicom 20. stoljeća, povezuju određene bolesti kod ljudi s komponentama biljne hrane koje su uzrokovane upravo radi nedostatka istih u čovjekovu organizmu (Mandić i Nosić, 2009.).

S druge pak strane, Burkitt je krajem sedamdesetih godina prošloga stoljeća proučavao učinke prehrane koja uključuju prehrambena vlakna na afričkom stanovništvu i došao je do

zaključka da ispitivana populacija stanovništva nije bolovala od određenih bolesti koje su u zapadnim zemljama zastupljenije. Nadalje, Walker je 1974. godine proveo komparativnu studiju prehrane crnaca i bijelaca iz Južne Afrike, a gdje su crnci u prehrani koristili nerafinirano kukuruzno brašno koje posjeduje visoki udio prehrambenih vlakana manje obolijevali od bolesti poput ateroskleroze, hemoroida, raka debelog crijeva i drugih, što nije bio slučaj kod bijelaca. Međutim, nije još uvijek postignut međunarodni konsenzus vezan za definiranje prehrambenih vlakana, ali je veliki broj znanstvenika postigao dogovor da je potrebno uključiti prehrambena vlakna u svakodnevnu prehranu jer sadrže važne sastojke. Izdvaja se zaključak koji govori da ljudska prehrana mora biti bogata prehrambenim vlaknima, tvarima staničnih stijenki, a koje se najviše nalaze u voću, povrću i žitaricama (Mandić i Nosić, 2009.).

2.1. Definicija prehrambenih vlakana

Prema Krešić (2012.) prehrambena vlakna su biljne tvari koje su neprobavljive za enzime probavnog sustava, uključujući tvari staničnih stijenki biljaka (celuloza, hemiceluloza, pektin i lignin) kao i međustanične polisaharide kao što su gume i sluzi.

Trowell (1972.) je definirao prehrambena vlakna kao ostatke biljne stanične stjenke koji se ne mogu hidrolizirati probavnim enzimima čovjeka. U svrhu definiranja prehrambenih vlakana okupilo se i ujedinilo 15 europskih velikih poduzeća kako bi jednoglasno definirali prehrambena vlakna i donijeli su sljedeći zaključak: „Prehrambena vlakna su oligosaharidi, polisaharidi i njihovi (hidrofilni) derivati koje ljudski probavni enzimi ne mogu razgraditi do apsorpcijskih komponenata u gornjem probavnom traktu, a to uključuje i lignin“ (Mandić i Nosić, 2009.).

Američko udruženje kemičara (*American Association of Cereal Chemists*) nakon osebujne rasprave donijelo je jednoglasnu definiciju prehrambenih vlakana, koja glasi: „Prehrambena vlakna su jestivi dijelovi biljaka i analognih ugljikohidrata koji su otporni na probavu i apsorpciju u tankom crijevu čovjeka, s potpunom ili djelomičnom fermentacijom u debelom crijevu. Prehrambena vlakna uključuju polisaharide, oligosaharide, lignin kao i s njima

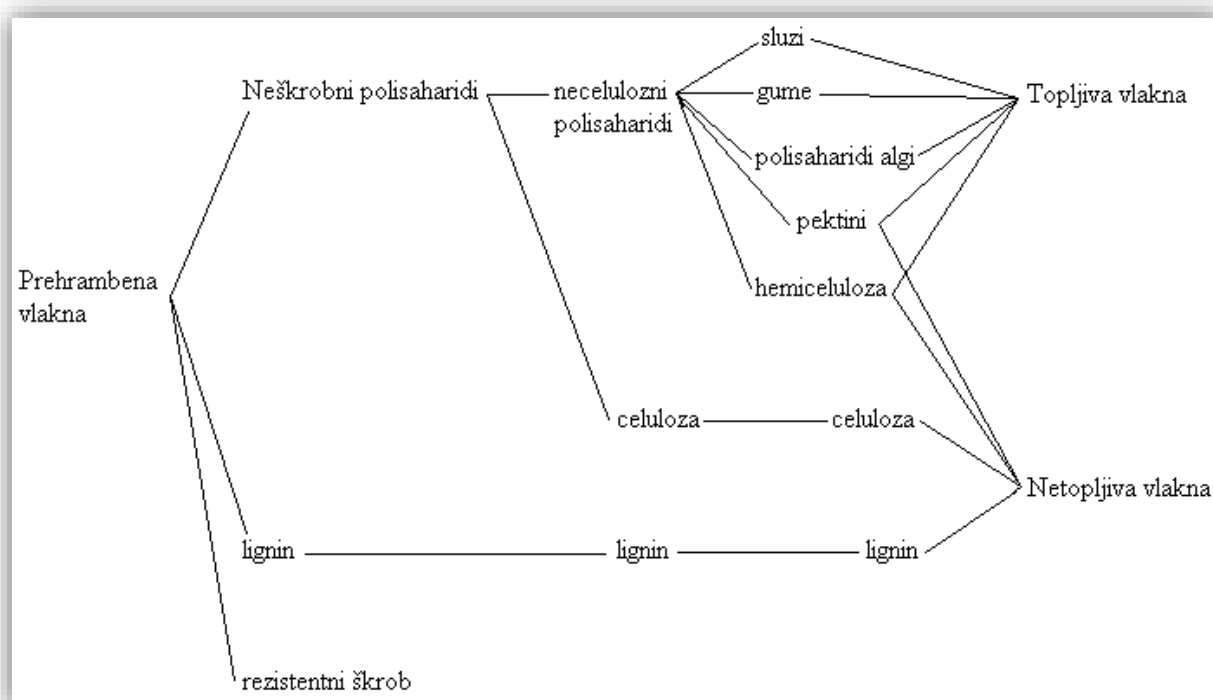
povezane biljne tvari. Potiču korisne fiziološke učinke uključujući laksaciju, i/ili smanjivanje krvnog kolesterola, i/ili smanjivanje glukoze u krvi“ (Mandić i Nosić, 2009.).

2.2.Podjela prehrambenih vlakana

Prema Mandić i Nosić (2009.) prehrambena vlakna se mogu temeljem njihove topljivosti podijeliti na sljedeće vrste:

- netopljiva prehrambena vlakna (celuloza, hemiceluloza, lignin i neprobavljivi škrob), i
- topljiva prehrambena vlakna (pektini, beta-glukani, gume i sluzi).

Na slici 1 može se vidjeti prethodno klasificirana podjela sa svim elementima koji su uključeni u glavnu podjelu te podjela temeljena na nekim drugim karakteristikama.



Slika 1 Klasifikacija prehrambenih vlakana prema Mandić i Nosić (Mandić i Nosić, 2009.)

Iz prikaza na slici 1 je vidljivo kako pektinske tvari i hemiceluloza mogu biti topljiva i netopljiva prehrambena vlakna.

Netopljiva prehrambena vlakna putuju probavnim sustavom bez razgradnje uz jedan mali dio koji se razgrađuje fermentacijom pomoću bakterija u debelom crijevu, a imaju mogućnost vezanja velike količine vode što pokazuje činjenica da bubrenjem povećavaju svoju težinu čak i do 15 puta, čine stolicu voluminoznom, sprječavaju opstipaciju te potiču peristaltiku crijeva. Netopljiva prehrambena vlakna se obično nalaze u mekinjama, žitaricama koje imaju cjelovito zrno te u kori voća, dok se u manjim količinama može naći u samom voću, povrću i mahunarkama. Bitne razlike između netopljivih i topljivih prehrambenih vlakana krije se u viskoznosti. Obzirom da se razlikuju i po svojim organsko-kemijskim svojstvima, potrebno je navesti nekoliko informativnih stavki o svakoj pojedinačno, za netopljiva prehrambena vlakna dok će se o topljivima baviti poglavlje koje slijedi (Mandić i Nosić, 2009.; Krešić, 2012.).

Celuloza, hemiceluloza, lignin te jedan dio pektina ubraja se u netopljiva prehrambena vlakna od kojih je **celuloza** najrasprostranjenije prehrambeno vlakno u prirodi građeno od jedinica glukoze u obliku linearnog polimera, do 10000 jedinica glukoze. Ono što ju karakterizira netopljivošću je mogućnost međusobnog vezanja lanaca jer su vrlo blizu. Najzastupljenija je kod mekinja, cjelovitih žitarica, u korama voća i povrća, npr. bijeli dio kore naranče. **Hemiceluloza** je građena od mnoštva jedinica heksoza, pentoza i uronskih kiselina, nešto kraćega lanca, od 20 do 2000 jedinica i razgranate je strukture. Najviše se može naći u mekinjama, orasima, cjelovitim žitaricama, mahunarkama, zrnu riže, povrću kao što je mrkva, blitva i kupus. Hemiceluloze koje ne sadrže kiseline u pobočnim lancima i nisu nabijene spadaju u netopljiva prehrambena vlakna. Nadalje, **lignin** predstavlja nepolisaharidno vlakno sadržano u drvenastim dijelovima biljaka, izgrađen je od fenil-propanskih spojeva nastalih od cimetnog alkohola što uključuje i fenilalanin te je kovalentno vezan za vlaknaste polisaharide biljne stanične stijenke (Mandić i Nosić, 2009.; Krešić, 2012.).

3.TOPLJIVA PREHRAMBENA VLAKNA

Topljiva prehrambena vlakna otapaju se tijekom probave te pri tome stvaraju viskoznu masu koja nalikuje gelu, podliježu fermentaciji u debelom crijevu i tada nastaju kratkolančane masne kiseline koje imaju energetske funkcije i organizam ih koristi u tu svrhu. Fiziološka karakteristika im je smanjenje kolesterola, triacilglicerola i glukoze u krvi. Također i usporavaju resorpciju glukoze iz tankog crijeva. U skladu s tim karakteristikama imaju djelotvornost pri zaštiti od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa. Izvori topljivih prehrambenih vlakana su voće, povrće, zob i zrno riže (Krešić, 2012.).

Prethodno postavljena klasifikacija prehrambenih vlakana pod topljivim prehrambenim vlaknima uključuje sluzi, gume, pektine i polisaharide algi koji će u nastavku biti zasebno objašnjeni.

3.1. Sluzi

Krešić (2012.) navodi da se sluzi ubrajaju u polimere ugljikohidrata s galakturonskom kiselinom kao glavnim sastojkom, a izdvajaju se iz algi i morskih trava te u prehrambenoj industriji koriste kao ugušćivači i stabilizatori.

Mandić i Nosić (2009.) navode da su sluzi polimeri koji su uglavnom visoko lančasti heteropolisaharidi sastavljeni od velikog broja monosaharida i tragova uronske kiseline. U prirodi se mogu naći kod korijenja biljaka i sjemenja, a funkcija im je zaštita biljaka od isušivanja, dok se najviše mogu naći u algama i morskoj travi. Autori navode kako im je u prehrambenoj industriji široka primjena i to u sladoledima, u nekim mliječnim proizvodima te drugim oblicima prehrambenih proizvoda gdje je potrebno zgusnuti sastav.

3.2. Pektini

Prema Krešić (2012.) pektini su polimerizirani ugljikohidrati koji su prirodno sadržani u jabukama, citrusu, kruškama, kori naranče, limunu, mahunarkama i orasima. U

prehrambenoj industriji koriste se kao stabilizatori, slično kao kod sluzi, za postizanje boje, konzistencije i kao sredstvo za želiranje.

Mandić i Nosić (2009.) navode da je molekularna masa pektina od 30000 do 100000 gdje je osnovna gradivna jedinica galakturonska kiselina čije su molekule međusobno povezane α -(1→4)-glikozidnim vezama, a pored njih u pektinima se nalaze i arabinoze, manoze, ksiloze i drugo.

Utjecaj pektina na smanjenje kolesterola

Nekoliko istraživanja je dokazalo kako pektin u djece, ljudi i laboratorijskih životinja značajno smanjuje razinu kolesterola. To je zaista važno promatranje budući da je dokazano kako su ateroskleroza i bolest koronarne arterije povezane s razinom kolesterola u krvi. Promatrano je kako smanjenje razine kolesterola uz korištenje pektina koji se vezuje za žučne soli osigurava učinkoviti tretman ili prevenciju od tih bolesti. S druge strane, nedavne studije o izlučivanju žučnih soli iz fekalija pokazuju da utjecaj pektina ipak nije bio značajan na količinu žučnih soli u fekalijama. Iz svega toga je vodljivo kako trenutno razumijevanje biokemijske osnove o tome da prehrambena vlakna uzrokuju smanjenje razine kolesterola, još uvijek nije kompletirano te treba biti dodatno istraženo i procijenjeno. Dosadašnje studije, čiji je cilj bio stjecanje dojma o interakciji između kolesterola i pektina su zaključile kako aminokiselina igra važnu ulogu modifikatora. To znači da su razne aminokiseline uključene u interakciju između pektina i kolesterola. Rezultati nedavnih eksperimenata za usporedbu efektivnosti kolesterolamina i pektina kod snižavanja razine kolesterola laboratorijskih štakora, jasno sugeriraju da je pektin jednako učinkovit kao i kolesterolamin za sniženje razine kolesterola. Također je izvješteno da mekinje utječu na smanjenje kolesterola, i temeljem tih promatranja zaključeno je kako pektin uspješnije snižava razinu kolesterola od mekinja. Pektinski polisaharidi I i III su bogati sadržajem ramnoze te su jedini polisaharidi koji *in vitro* djeluju na kolesterol u ljudskom tijelu. S druge strane, polisaharidi II ili nikako ili slabo utječu na kolesterol. Takva promatranja upućuju na to da samo polisaharidi bogati ramnozom imaju interakciju s kolesterolom u ljudskom tijelu. Ukratko, ove studije proučavaju *in vitro* interakciju različitih prehrambenih vlakana i žučnih kiselina te njihovu

važnost kod objašnjavanja biokemijske osnove o smanjenju razine kolesterola uporabom ovih polisaharida (Baig i Cerda, 1983.).

3.3. Gume

Gume predstavljaju guste polisaharide koji su u vodi topljivi i viskozni te građeni od 10000 do 30000 jedinica ugljikohidrata (tu se ubrajaju glukoza, galaktoza, manosa i ramnoza). U prehrambenoj industriji koriste se u jednake svrhe kao i prethodno dva navedena tipa topljivih prehrambenih vlakana, za zgušnjavanje te kao stabilizatori, kao npr. karagenan i *psyllium* (Krešić, 2012.).

S druge strane Mandić i Nosić (2009.) navode još i arabinozu kao oblik ugljikohidrata te vrste guma koje se tu ubrajaju:

- arapska guma – stvara ju stablo akacije (*Robiniapseudoacacia*),
- tagakant-guma,
- guar guma – dobiva se iz sjemena indijske mahunarke (*Cyamoposistetragonolobus*) ili iz dalmatinskog rogača.

Iz navedenih vrsta guma spravlja se emulzije pomoću kojih se stabiliziraju razne namirnice, te za zgušnjavanje kako je prethodno već navedeno.

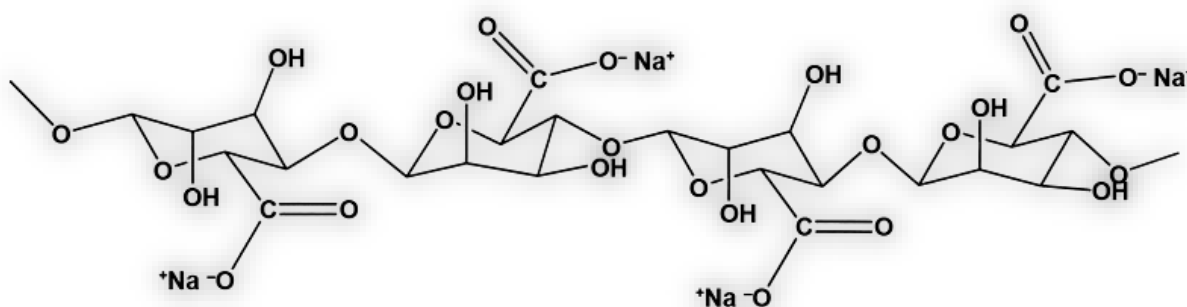
3.4. Polisaharidi algi

Polisaharidi algi se ubrajaju u topljiva prehrambena vlakna, a mogu biti alginati, karagenan i agar.

3.4.1. Alginati

Prema Mandić i Nosić (2009.) alginati su kopolimeri guluronske i manuronske kiseline koji se mogu koristiti kao slobodni ili u obliku soli. Primjena im je široka, u mnogim vrstama namirnica, u sladoledu, krumpir pireu, industrijskom pudingu, konzerviranom povrću, ribljim

S druge strane, alginati predstavljaju soli alginске kiseline, ili još jednostavnije, algina, polimera izvedenog iz stanične stijenke različitih algi, među kojima su *Laminaria* i *Fucus*. Sastav je načinjen od različitog omjera jedinica manuronske kiseline i jedinica glukuronske kiseline, što ovisi i o biljnim izvorima. Na slici 2, kao primjer se može vidjeti struktura natrijevog alginata, sastavljena od jedinica manuronske kiseline. Neke od vrsta alginata su natrijev alginat (E401), kalijev alginat (E402), amonijev alginat (E403), kalcijev alginat (E404) te propilenglikolalginat (E405) (Sveučilište u Genovi, 2012.).



Slika 2 Struktura natrijevog alginata, sastavljena od jedinica manuronske kiseline (Sveučilište u Genovi, 2012.).

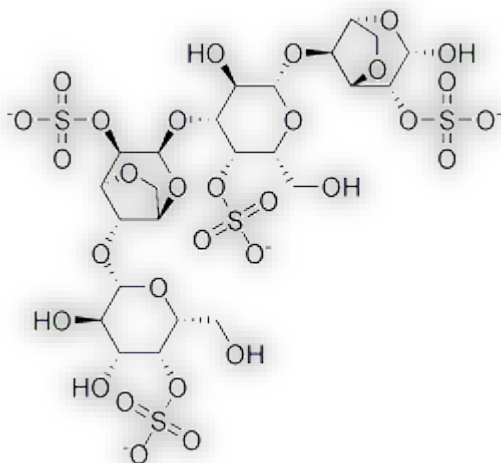
Alginska kiselina je prirodni biljni zgušnjivač, sredstvo za želiranje i mijenjanje konzistencije i ekstrahira se iz stanične stijenke smeđih algi. Može se proizvesti tehnikom genetičkog inženjerstva, ali je komercijalna primjena tako dobivene alginske kiseline dvojbenala. Iako se smatra bezopasnom i dopuštena je u ekološkoj proizvodnji hrane, u organizmu može omesti resorpciju nekih esencijalnih minerala (npr. kalcija, željeza, mangana, cinka), pa često konzumiranje većih količina ovog aditiva može dovesti do njihova manjka u organizmu (<http://e-brojevi.udd.hr/400.htm>).

3.4.2. Karagenan

Karagenan je široko rasprostranjen i svaki od podvrsta je obilježen grčkim slovom. Predstavljaju polimere koji sadrže dezoksi-šećere, koji su zapravo kiselinski polimeri i djeluju sinergistički s proteinima i drugim polisaharidima te na taj način tvore niz gelova različitih viskoznosti (Mandić i Nosić, 2009.).

Karagenan, vrsta polisaharida koja potiče iz različitih vrsti morskih algi, može biti korištena u prehrani kao emulgator, stabilizator te također i kao sredstvo za gubljenje ali i dobivanje tjelesne mase (Reddy i sur., 1983.).

Karagenan predstavlja prirodni biljni zgušnjivač i sredstvo za mijenjanje konzistencije, a po svojoj kemijskoj strukturi je linearni sulfatirani polisaharid koji se ekstrahira iz crvenih morskih algi. Struktura karagenana prikazana je na slici 3. On ujedno predstavlja neprobavljivu tvar koja pospješuje probavu, a iz organizma se izlučuje u nepromijenjenom obliku. Velike doze djeluju laksativno i mogu omesti resorpciju nekih mineralnih tvari (npr. kalija), dok ponekad može uzrokovati i alergiju. Karagenan se smije dodavati u namirnice samo prema pravilu *quantumsatis* (<http://e-brojevi.udd.hr/407.htm>).



Slika 3 Struktura karagenana (<http://e-brojevi.udd.hr/407.htm>)

Istraživanja koja su se provodila na eksperimentalnim životinjama pokazala su da razgradni produkti karagenana, koji nastaju pod utjecajem visoke temperature i kiselina, izazivaju ulceracije gastrointestinalnoga trakta te da mogu dovesti do kancerogenih

promjena ili uzrokovati nastajanje Chronove bolesti. Znanstvena komisija za sigurnost hrane Europske komisije preporučuje da količina razgradnih produkata karagenana ne smije iznositi više od 5% njegove ukupne mase. Karagenan pripada skupini stabilizatora, emulgatora, zgušnjivača koje treba izbjegavati(<http://e-brojevi.udd.hr/407.htm>).

3.4.3. Agar

Agar predstavlja, prema Mandić i Nosić (2009.) polisaharid (galaktan) koji se dobiva ekstrakcijom iz crvenih morskih algi, a upotrebljava se za skrućivanje tekućina hranjivih podloga te u prehrambenoj proizvodnji najčešće kod mliječnih proizvoda i deserta.

Na tržište dolazi u obliku praška bijele do svijetlo žute boje, a boja i cijena mu ovise o stupnju njegove čistoće. Agar je neprobavljiva tvar koja pospješuje probavu. U velikim dozama djeluje laksativno i može omesti resorpciju nekih mineralnih tvari u organizmu. Dopusćen je u ekološkoj proizvodnji hrane i smatra se bezopasnim (<http://e-brojevi.udd.hr/406.htm>).

3.5. Invitro djelovanje polisaharida

Kao što je već rečeno, polisaharidi imaju određeno djelovanje unutar organizma, ovisno o vrsti polisaharida. Lignin kao jedan od vrste prehrambenih vlakana nije karbohidratna komponenta i čini se da nema nikakvu poznatu ulogu u ljudskoj prehrani. Celuloza i hemiceluloza utječu na funkciju debelog crijeva i mogu povećati težinu fekalije i smanjiti njezino vrijeme protoka. Gume i pektini također povećavaju vrijeme protjecanja kroz crijevo općenito, apsorbiraju fekalne vode, utječu na metabolizam glukoze, mineralnu apsorpciju i u dodatku, mogu imati veliku ulogu u prevenciji raka debelog crijeva. Pektin je heterogena mješavina složenih pektinskih polisaharida, pojavljuje se kod biogeneze biljnih stanica. Ti pektinski polisaharidi su bogati galakturonskim kiselinama, galaktozom i arabinozom

ostacima. Polisaharidi koji utječu na debljinu biljne stanice su klasificirani kao alkalno-solubilarna hemiceluloza (Baig i Cerda, 1983.).

3.6. Utjecaj vlakana na zaštitu debelog crijeva i općenito na organizam

Iako je zamisao o utjecaju vlakana na rak debelog crijeva atraktivna, podaci su često kontradiktorni i zbunjujući. Odstupanja često proizlaze iz pogrešne uporabe terminologije o vlaknima. Često nedostaju potpune informacije o prirodi vlakana.

Prema Van Soestu(1984.) vlakna mogu biti podijeljena u tri skupine:

- povrtna vlakna – koja su visoko fermentabilna i ostavljaju malo probavnog ostatka,
- mekinje – koje su manje fermentabilna i
- kemijski pročišćena vlakna – poput celuloze, koja su relativno nefermentabilna vlakna te se smatraju prehrambenim vlaknima zbog svojih efekata na ljudski metabolizam.

Pšenične mekinje te povrće i voće sadrže različiti udio celuloze, pektina,sluzi i dr. Zaštitni učinak prehrambenih vlakana može biti povezan s metabolizmom karcinogena. Postoji dokaz kako lucerka koja je veliko skladište vitamina, minerala, klorofila i drugih supstanci, može vezati značajnu količinu žučnih kiselina. To upućuje da različite vrste vlakana posjeduju određene mogućnosti vezivanja.

S druge strane, nerazrađeni karagenan povećava koncentraciju žučnih kiselina u debelom crijevu te s time pospješuje šanse za dobivanje tumora debelog crijeva. Nedavno su se proučavali zdravi pojedinci u Koupiau u Finskoj, području s malom šansom za dobivanje raka debelog crijeva. Istraživanja su pokazala da Finci unose jednaku količinu masti kao i stanovnici SAD-a, ali uz to unose i dostatnu količinu vlakana žitarica te su zbog toga više nego trostruko zaštićeniji od raka debelog crijeva nego stanovnici SAD-a. Također je demonstrirano kako vlakna mrkve, kupusa, jabuke, mekinja različito utječu na težinu fekalije u čovjeka, ovisno o tome koliko polisaharida je sadržano u tom vlaknu. Težina fekalije je povećana za 127% u slučaju kada je mekinja dodana te 20% u slučaju kada je dodana guar

guma, mrkva, kupus i jabuka (Reddy i sur., 1983.).

Hrana koja sadrži prehrambena vlakna ima sljedeće funkcije:

1. poželjna je pri provođenju restriktivnih dijeta (hrana bogata složenim ugljikohidratima, najčešće je siromašna mastima i jednostavnim ugljikohidratima, te osigurava sitost te produžuje probavu),
2. pomaže kod opstipacija (vlakna imaju povećanu sposobnost vezanja vode, te tako povećava volumen stolice) i dijareja,
3. djeluje preventivno na pojavu hemoroida,
4. prevenira karcinom debelog crijeva (razrjeđuju, vezuju i brže odstranjuju potencijalne kancerogene tvari iz crijeva),
5. pomaže pri normaliziranju razine glukoze u krvi i izlučivanju inzulina u slučajevima pretilosti, kardiovaskularnih oboljenja i dijabetesa (tip II),
6. pomaže pri regulaciji količine unesenog inzulina kod oboljelih od dijabetesa tipa I,
7. snižava koncentraciju kolesterola (i to vezivanjem topljivih vlakana na žučne kiseline, što potiče njihovo izlučivanje; to ustvari znači sljedeće: manje žučnih kiselina u probavnom sustavu = manja apsorpcija masti).

Pri fermentaciji od strane mikroorganizama, vlakna se razlažu na vodu, plinove (ugljični dioksid, vodik i metan) i kratkolančane masne kiseline, koje se apsorbiraju u debelom crijevu, te su stanicama debelog crijeva izvor energije.

Uz to što su tim stanicama izvor energije imaju još nekoliko povoljnih utjecaja:

- povećavaju apsorpciju vode i natrija,
- potiču rast stanica debelog crijeva,
- pojačavaju metabolizam energije,
- poboljšavaju prokrvljenost debelog crijeva,
- stimuliraju autonomni živčani sustav.
- stimuliraju proizvodnju gastrointestinalnih hormona (<http://www.fitness.com.hr/>).

3.7.Hrana bogata prehrambenim vlaknima i preporučen unos prehrambenih vlakana

Prehrambenim vlaknima su bogate žitarice, voće, povrće i orašasti plodovi, a količina i vrsta prehrambenih vlakana varira od namirnice do namirnice. Žitarice su glavni izvor prehrambenih vlakana i predstavljaju 50 % ukupnog unosa u zapadnim zemljama, 30-40 % unosa prehrambenih vlakana dolazi od povrća, oko 16% od voća i ostatak potječe od drugih manje značajnih izvora.

Za odrasle osobe preporučeni dnevni unos prehrambenih vlakana kreće se između 20-35 g dnevno. Preporučeni unos za djecu i adolescente iznosi količinu koja je u gramima jednaka broju njihovih godina uvećanoj za 5 i ta preporuka se nastavlja dok se ne postigne dnevni unos 25-30 g dnevno. Za dojenčad i djecu nije definirana preporučena količina.

Kod nedovoljnog unosa prehrambenih vlakana može doći do pojave „zapadnih bolesti“ (dijabetes melitus tip 2, karcinom kolona, pretilost, smetnje probave), a s druge strane kod pretjeranog unosa (50 g dnevno i više) dolazi do smanjenja apsorpcije nekih vitamina i minerala (Katalinić, 2011.).



4. SITOST

Pojam prehrambenih vlakana s pojmom sitosti veoma je usko povezan obzirom da postoje mehanizmi i različiti hormoni koji su povezani s unosom hrane u tijelo. Mandić i Nosić (2009.) navode kako inzulin i glukagon imaju glavnu ulogu u kontroli unosa hrane u tijelo, ali da su važni i kolecistokinin i glucagon-like-peptide-1 (GLP-1) koji se izlučuju u tankom crijevu. Djelovanje kolecistokinina je takvo što utječe na pražnjenje želuca tako što ga usporava, smanjuje glikemijske odgovore te povećava osjećaj sitosti. Izlučivanje kolecistokinina uvjetuju aminokiseline i masti, a viskozna topljiva prehrambena vlakna produljuju vrijeme kontakta masti i aminokiselina s receptorima crijeвне sluznice. Time se ujedno i kontrolira unos hrane u tijelo. GLP-1 usporava pražnjenje želuca, smanjuje čovjekovu glad te pomaže u gubljenju tjelesne mase, a do izlučivanja dolazi kada se pojavi glukoza, masti i fermentabilna vlakna u tankom crijevu.

4.1. Učinak doziranja PolyGlycopleX®, PGX®, funkcionalnog vlakna na sitost

Sitost je definirana kao osjećaj punoće tj. posljedica unosa hrane koja koči daljnje jedenje. Prehrambena i funkcionalna vlakna uključuju prirodne jestive i sintetički karbohidrirane polimere, ne-škrobne polisaharide, uključujući i hidrokoloide (npr. gume, muciligo, β -glukan), otporne oligosaharide i otporan škrob, te imaju psihološki efekt koji pridonosi zdravlju. Konzumiranje hrane bogate vlaknima povezano je s povećanjem sitosti i može rezultirati smanjenim unosom hrane, te stoga ima važnu ulogu kod reguliranja tjelesne težine i smanjenja rizika od bolesti. Fizički oblik vlakana i viskoznost osiguravaju veću sitost nego hranjive tvari, poput proteina. Hrana koja sadrži viskozna vlakna ima korisniji učinak sitosti od hrane koja ne sadrži viskozna vlakna, a nisko glikemična hrana je zasitnija u usporedbi s visoko glikemičnom hranom. (Solah i sur., 2014.)

Vuksan i suradnici (2009.) otkrili su kako visoko viskozni PolyGlycopleX® (PGX®), [(α-D-glucurono-α-manno-β-D-manno-β-D-gluco), (α-Lgulurono-β-D mannurono), (β-D-gluco-β-

D-mannan)) smanjuje osjećaj gladi i *ad libitum*¹ unos hrane u usporedbi s nisko viskoznom celulozom i srednje viskoznim glukomanom. Različite vrste viskoznih vlakana razlikuju se po stupnju viskoznosti. Ta povećana viskoznost, kao i gel formacija nekih vlakana, također može utjecati na povezivanje hranjivih tvari. Vezivanje hranjivih tvari može usporiti otpuštanje glukoze u krv, utjecati na peptide koji reguliraju apetit (Solah i sur., 2014.).

Znanstvenici izvještavaju o reakciji tj. kako doziranje različitih vrsta vlakana utječe na sitost. Riječ je o trotjednom istraživanju, provedenom na 45 žena, na kojem su Kacnik i ostali pokazali kako dodavanje PGX-a jelima tijekom konzumiranja nisko kaloričnih dijeta smanjuje unos hrane i povećava osjećaj sitosti, u usporedbi s dodavanjem nisko viskoznog placeba. Sličan učinak ima natrijev alginat, polisaharid dobiven iz algi, koji sadrži guluronsku i manuronsku kiselinu.

Značajno veća sitost primijećena je u testiranjima koja uključuju PGX, nego kod onih testiranja u kojima PGX nije korišten. Nekoliko čimbenika je moglo utjecati na postizanje osjećaja sitosti, uključujući viskoznost PGX vlakana, miješanja PGX-a s vodom prije konzumiranja te i doziranje PGX-a. (Solah i sur., 2014.).

Drewnowski (1998.) te Ellis i suradnici (1981.) su izvijestili o važnosti prihvatljivosti i palatibilnosti² kod proučavanja sitosti. Studije o sitosti su složene, posebice kod proučavanja miješanog mesa.

Za zaključiti, kada je korišten kao dodatak prehrani tj. doručku, PGX povećava osjećaj sitosti u usporedbi s doručkom koji ne sadrži PGX. Istraživanja osiguravaju dokaze da su sitost i glikemijski odgovor poslije jela povezani, te se čini da oboje ovise o viskoznosti i utjecaju glukoze u krvi. Glukoza i PGX povezani su s osjećajem sitosti. Viskozni proizvod koji oblikuje gel kako bi se postigao fizički osjećaj sitosti, zahtijeva dovoljnu količinu vode kako bi se napravio gel, usporava pražnjenje želudca, usporava otpuštanje glukoze u krv i pridonosi efektu sitosti, posebice ako se uzima u dozama od 7,5 grama. Također, to usporava glikemičnu reakciju nakon jela, ali potrebno je provesti daljnja istraživanja kako bi se odlučilo jesu li ti benefiti od trajne koristi, ili samo prividna varka (Solah i sur., 2014.).

¹Ad libitum – lat. prema želji

²Palatibilno – prihvatljivo okusom

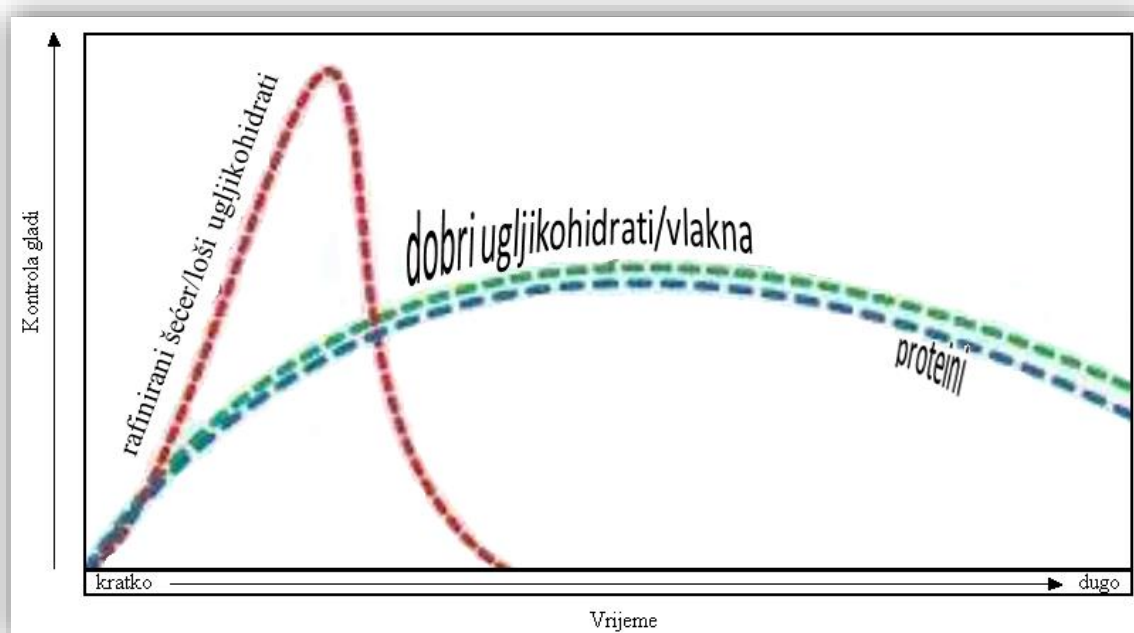
4.2. Indeks sitosti

Cilj proučavanja je istraživanje indeksa sitosti (SI) kod najučestalijih namirnica, tj. saznati koliko dugo te namirnice mogu ljude „držati sitima“. Ukupno 38 namirnica podijeljeno je u šest kategorija (voće, pekarski proizvodi, grickalice, hrana bogata ugljikohidratima, hrana bogata proteinima, žitarice za doručak). Tim namirnicama nahranjena je grupa od 11-13 ispitanika. Sitost je postignuta u razmacima od 15 do 120 minuta, nakon čega su ispitanici mogli sami birati koju će hranu konzumirati. Indeks sitosti je izračunat dijeljenjem krivulje reakcije sitosti (AUC) za testnu hranu s grupnim sredstvom sitosti AUC za bijeli kruh, te se tada sve množilo sa 100. Stoga, bijeli kruh ima SI od 100%, a SI za druge namirnice je izražen kao postotak bijelog kruha. Ovo istraživanje je rezultiralo razlikama u sitosti kod šest kategorija hrane. Najveći SI je onaj kod kuhanih krumpira (323 +/- 51%), koji je sedam puta veći nego najniži SI, tj. onaj kod kroasana (47 +/- 17%). Većina hrane (76%) ima veći ili jednaki SI kao bijeli kruh. Proteini, vlakna i voda u testnoj hrani pozitivno utječu a SI ($r = 0,37$, $P < 0,05$, $n = 38$; $r = 0,46$, $P < 0,01$; i $r = 0,64$, $P < 0,001$), dok je mast negativno povezana sa SI ($r = -0,43$, $P < 0,01$). Ovi rezultati mogu korisno pridonijeti napretku liječenja i prevenciji prekomjerne tjelesne mase i pretilosti (Holt, 1995.).

Indeks sitosti može pomoći pri odabiru hrane za mršavljenje tj. može informirati o tome koju hranu se treba konzumirati kako bi se osjećali sitima, bez dodatnog unosa masnih tvari. Upravo zbog toga, nema potrebe za izgladnjivanjem kako bi se izgubili suvišni kilogrami. „Pametno konzumiranje“ hrane će dovesti do željenog cilja, a SI služi upravo za to. Ako se netko nekada pokušao riješiti viška kilograma s time da jede manje, onda je svjestan da to nije trajno rješenje za borbu. U ovom istraživanju, zadatak je pronaći hranu koja najbolje zadovoljava glad. Što je zapravo indeks sitosti? To je odlično sredstvo koje pomaže pri odabiranju prave hrane za programe mršavljenja. Indeks sitosti smanjuje osjećaj boli zbog gladi, te olakšava praćenje programa za gubitak težine. Indeks sitosti rangira različitu hranu prema njenoj sposobnosti da zadovolji glad. Baziran je na proučavanju provedenom na Sveučilištu u Sidneyu³, gdje su uspoređeni učinci različitih namirnica. Iz toga je jasno vidljivo kako određene namirnice bolje zadovoljavaju sitost od drugih. Testiranje je provedeno na

³Više o tome na: <http://www.healthy-weight-loss-made-easy.com/satiety-index.html>

grupi volontera, njima su dane porcije različitih namirnica od 240 kalorija, te je tada mjereno koliko hrane će unijeti dva sata nakon konzumiranja tih porcija. Indeks sitosti bijelog kruha je označen sa 100. Namirnice koje su prestigle broj 100 su više zadovoljavajuće od bijelog kruha, a one koje su ispod broja 100 su manje zadovoljavajuće. Indeks sitosti u obzir uzima samo koliko dugo neka namirnica održava sitost, ali ne govori ništa o nutricionističkoj vrijednosti ili sadržaju kalorija pojedinih namirnica (Sveučilište u Sydneyu).



Slika 4 Vrijeme trajanja sitosti obzirom na sastav namirnice (Holt, 1995.)

Slika 4 prikazuje najbolji sastav namirnice protiv gladi, a koje sadrže proteine, hranjive tvari te koje najbolje zadovoljavaju glad. Ugljikohidrati su također dobri ako se izuzme čisti šećer i dobro poznati brzi ugljikohidrati (bijeli kruh). Masna hrana je nezadovoljavajuća, iako je možda očekivana potpuna suprotnost. Hrana bogata vlaknima je također visoko rangirana te uz to sadrži i malo kalorija. Općenito govoreći, hrana koja je visoko rangirana i koja će najduže zadovoljiti glad je hrana bogata vlaknima i proteinima. Ta hrana će postići osjećaj sitosti, doslovce „punjenjem trbuha“ (Holt, 1995.)

5.VAŽNOST PREHRAMBENIH VLAKANA

Da hrana bogata prehrambenim vlaknima štiti od raka kolona, odavno se pretpostavlja, ali tek netom objavljeni rezultati istraživanja pružaju vrlo čvrste dokaze. Prehrana iz samoposluge povećava rizik od pojave raka, a odlazak na zelenu tržnicu ga smanjuje. Pridržavanje pravila "5 puta dnevno" smanjuje rizik gotovo za polovicu (Kulier, 2005.).

Preporuka "5 puta dnevno"

Ako od ovog trenutka udvostručite konzumiranje povrća, voća i žitarica, možete računati da ćete smanjiti rizik dobivanja raka kolona za 40%. Da se to praktično provede u kuhinji, uvedeno je pravilo "5 puta dnevno", tj. po komad povrća, voća i žitnih proizvoda (kruha) konzumirati pet puta u danu. Konzumentima mesa se ne piše baš dobro. Zašto? Poznato je: što više mesa – manje povrća i voća! Dakle, Hrvati bi u dogledno vrijeme trebali na tanjuru napraviti revolucionarnu promjenu odnosa mesa s jedne, te povrća, voća i žitarica s druge strane. Kako se došlo baš do pravila "5 puta dnevno"? Studijom je utvrđeno da je najniži rizik od raka kolona upravo kod osoba koje su svoje tanjure pretvorile u izložbu kuhanog povrća, a svoje stolove ukrasile narančama, limunima, grejpom, kivijem i drugim voćem. Radi se, dakle, o najmanje 5 komada povrća, 5 komada voća i 5 kriški crnoga kruha. Zaključno dolazimo do mediteranske prehrane koja nam stoji nadohvat ruke, ali nikako da nam postane svakodnevnom navikom.

Golema studija publicirana u uglednom časopisu *Lancet* u broju od 3. svibnja 2003. godine, velik broj ispitanika i značajna sredstva uložena u istraživanje, ne bi bili toliko uvjerljivi da potvrda rezultata nije stigla i s druge strane Atlantika. Naime, u SAD-u su europsku studiju u potpunosti potvrdili objavom rezultata vlastitih istraživanja koja je na 37 000 ljudi proveo *National Cancer Institute* iz Rockvilla, Maryland. Od ispitanika je 3 600 njih imalo polipe debelog crijeva, koji su s medicinskog stajališta prvi predznak nadolazećeg raka kolona. Promjena prehrambenih navika izbacivanjem mesa iz prehrane i uvođenjem većeg broja obroka s povrćem, voćem i žitaricama, smanjila je rizik od pretvorbe polipa (adenoma) u rak za gotovo 50%. Oni su dali do znanja još jednu važnu činjenicu: obroci s namirnicama

bogatim vlaknastom strukturom ne mogu se jednostavno zamijeniti celuloznim dodacima prehrani. I još nešto, studija nije obuhvatila razne celulozne dodatke prehrani, nego isključivo prirodnu hranu spremnu za konzumiranje (voće, povrće i žitarice),(Kulier, 2005.).

Voće, povrće i žitarice

Sirovo voće, osobito jabuke i kruške, treba jesti s korom jer tu se krije najveća zaliha vlakana (oko 30% više). Naravno, potrebno je prethodno mehaničko čišćenje i temeljito pranje. Jabuka s korom i banana imaju najviše vlakana, a odmah slijede kruška i naranča. Kada se, primjerice, s naranče skine gruba kora, ostaje tanka bijela kožica koja u sebi krije obilje vlakana. Mnogi to skidaju, no što je deblji bijeli sloj, to bolje. Svježeg voća treba konzumirati najmanje 5 komada dnevno.

Vlaknasta struktura važan je dio povrća, a njome se posebno ističe grašak koji je relativno jeftin obrok, ali se, nažalost, ipak relativno malo koristi. Odmah iza graška dolaze grah, mrkva, krumpir, brokula i kukuruz.

Žitarice su vrlo važan izvor vlakana pa konzumiranje bijeloga, tj. rafiniranog kruha nije dobra navika. Traži se što tamniji kruh na bazi raži ili kombinacije cjelovitog zrna žita, kukuruza ili čak kruh s dodatkom zobenog brašna. Naime, definitivno je potvrđeno da zobene pahuljice donose najviše kvalitetnih i lako probavljivih vlakana pa je vrlo korisno kruh ujutro zamijeniti obrokom takvih pahuljica. Odmah iza toga dolaze pšenične klice pa kukuruzne pahuljice (Kulier, 2005.).

Može se reći i ovako: što je u namirnicama više vlakana, pražnjenje crijeva je učestalije. Ako se promatra svjetska populacija u cjelini, najbrže pražnjenje crijevnog sadržaja imaju pripadnici nekih afričkih nomadskih plemena, koji u dnevnoj prehrani imaju najveću količinu hrane bogate vlaknima i koji se najviše kreću. Kod njih rak debelog crijeva gotovo ne postoji. Najmanje vlakana dobivaju populacije u gusto naseljenim urbanim sredinama velikih gradova na Zapadu i tamo je stopa oboljenja i mortaliteta od raka kolona – najveća. Moglo bi se reći i ovako: što je čovjek bliže prirodi, raka je sve manje. I obrnuto! (Kulier, 2005.)



6.ZAKLJUČAK

Temeljem iznesenih definicija i prikazanih činjenica povlači se zaključak koji govori da su prehrambena vlakna, dokazano istraživanjima, veoma važna u čovjekovoj prehrani te da se unosi premalo prehrambenih vlakana, osobito u zapadnjačkim zemljama. Testiranja i istraživanja nisu provedena u Republici Hrvatskoj o razini konzumiranja prehrambenih vlakana u ljudskoj prehrani no može se povući paralela da je situacija kao prethodno rečena.

Prehrambena vlakna čovjek unosi u tijelo putem voća, povrća, žitarica, no većinom je hrana koju se unosi rafinirana i sve više genetski modificirana i prezasićena različitim aditivima kako bi se produljio vijek trajanja proizvoda, koji inače sam po sebi ne bi mogao imati tako dug rok trajanja obzirom na svoju prirodu, pa je stoga unos veoma malen. Dokazano je kako prehrambena vlakna pozitivno utječu na ljudski metabolizam i smanjuju rizik od pojave kardiovaskularnih bolesti, stoga bi se trebalo okrenuti pravilnoj prehrani i barem malo više uložiti pažnje pri odabiru sastava prehrane, isključivši opcije za prekomjernom tjelesnom masom. Žitarice koje imaju najviše prehrambenih vlakana u sebi su smeđa riža, ječam, pšenica, zob, raž, ječmena kaša i različite vrste kaša (hajdina ili heljdina) te drugi oblici žitarica.

7.LITERATURA

Baig M M i Cerda J J: *Citrus Pectic Polysaccharides – Their invitro Interaction with Low Density Serum Lipoproteins*. In *Unconventional Sources of Dietary Fiber*. American Chemical Society, Washington, D. C. 1983.

Drewnowski A: *Energy density, palatability, and satiety. Implications for weight control*. *Nutrition Reviews*, 56, 347–353. 1998.

Ellis P, Apling E, Leeds A, Bolster N: *Guar bread, acceptability and efficacy combined. Studies on blood glucose, serum insulin and satiety in normal subjects*. *British Journal of Nutrition*, 46, 267–276. 1981.

Holt S H, Miller J C, Petocz P, Farmakalidis E, (Department of Biochemistry, University of Sydney, Australia.) : *A satiety index of common foods*. *European Journal of Clinical Nutrition*, 49, 675-690.1995.

Katalinić, V: *Temeljito znanje o prehrani*, Sveučilišni priručnik, Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu, Split, 2011.

Krešić, G.: *Trendovi u prehrani*, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija, 2012.

Kulier, I. : *Važnost prehrambenih vlakana*, 2005. <http://www.coolinarika.com/clanak/vaznost-prehrambenih-vlakana/>

Mandić M i Nosić M: *Funkcionalna svojstva prehrambenih vlakana*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2009.

Pravilnik o prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama (NN 46/07), Narodne novine, Zagreb

Reddy B S, Watanabe K, Mori H: *Effect of Conventional and Unconventional Dietary Fibers in Colon Carcinogenesis*. In *Unconventional Sources of Dietary Fiber*. American Chemical Society, Washington, 1983.

Solah V, Brand-Miller J, Atkinson F, Gahler R, Kacinik V, Lyon M, Wood S: *Dose–response effect of a novel functional fiber, PolyGlycopleX®, PGX®, on satiety, Appetite*. 77: pp. 74-78., 2014.

Sveučilište u Genovi (2012.) <http://www.chimica.unige.it/pls/it/laboratori-con-il->

dcci/carboidrati/65-gel-alimentari-a-base-di-alginati.html

Sveučilište u Sidneyu <http://www.healthy-weight-loss-made-easy.com/satiety-index.html>

Van Soest P J, Mascarenhas-Ferreira A and Hartley R D : Chemical properties of fibre in relation to nutritive quality of ammonia treated forages. *Animal Feed Science and Technology*. 1983.

Vuksan V, Panahi S, Lyon M, Rogovik A, Jenkins A, Leiter L: Viscosity of fiber preloads affects food intake in adolescents. *Nutrition Metabolism Cardiovascular Diseases*, 19, 498–503. 2009.

Živković, R.: *Hranom do zdravlja*, Medicinska naklada, Zagreb. (2002)

<http://www.fitness.com.hr/prehrana/nutricionizam/Funkcija-vlakana-u-prehrani.aspx>

<http://food.com.hr/>

<http://www.adiva.hr/index.aspx>

<http://e-brojevi.udd.hr/400.htm> [09.6.2014.]

<http://e-brojevi.udd.hr/407.htm> [09.6.2014.]

<http://e-brojevi.udd.hr/406.htm> [09.6.2014.]