

Strategije za postizanje pravilne i uravnotežene prehrane: smanjenje konzumacije šećera

Polunić, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:405277>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski studij Nutricionizam

Iva Polunić

7308/N

**STRATEGIJE ZA POSTIZANJE PRAVILNE I
URAVNOTEŽENE PREHRANE: SMANJENJE
KONZUMACIJE ŠEĆERA**
ZAVRŠNI RAD

Predmet: Fizikalna svojstva složenih sustava - hrane

Mentor: dr. sc. Predrag Putnik, poslijedoktorand

Zagreb, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo

Kabinet za tehnološko projektiranje

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Nutricionizam

STRATEGIJE ZA POSTIZANJE PRAVILNE I URAVNOTEŽENE PREHRANE: SMANJENJE KONZUMACIJE ŠEĆERA

Iva Polunić, 0058209335

Sažetak:

Među svjetski raširenim zdravstvenim problemima pretilost je jedna od najčešćih, stoga se njezina prevencija, kao i liječenje drže ključnim za poboljšanje kvalitete života pojedinca. Iako je mnogo faktora koji utječu na ovaj problem, prekomjerna konzumacija šećera od iznimnog je utjecaja na zdravlje. Zdravstvene organizacije intenzivno rade na strategijama za smanjenjem njegove konzumacije, kao i na povećavanju svijesti o zdravstvenim opasnostima koje pretilost nosi. Šećer kao dio svakodnevnice prehrane ima svoj doprinos u uravnoteženoj prehrani, no istodobno je faktor rizika u razvoju nekih bolesti, poput dijabetesa, bolesti zubi i usne šupljine, kardiovaskularnih bolesti i drugo. Uporabom zaslađivača kao zamjene za stolni šećer, provođenjem edukacije te primjenom strategija među širom populacijom može se postići razumna i sigurna konzumacija šećera, a time i kvalitetna uravnotežena prehrana, te na koncu i očuvanje zdravlja u globalu.

Ključne riječi: pretilost, šećer, stevija, zaslađivači, strategije, zdravlje

Rad sadrži: 35 stranica, 2 slike, 1 tablicu, 57 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: dr. sc. Predrag Putnik, poslijedoktorand

Pomoć pri izradi: doc. dr. sc. Danijela Bursać Kovačević

Datum obrane: 9. rujna 2019.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

University undergraduate study Nutrition

Department of Food Engineering

Section for Food Plant Design

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Nutrition

STRATEGIES FOR ACHIEVING BALANCED AND HEALTHY DIETING: SUGAR REDUCTION

Iva Polunić, 0058209335

Abstract:

Among the world's widespread health problems obesity is one of the most common, so its prevention and treatment are the key to improving the quality of life of an individual. Although there are many factors that affect this problem, excessive sugar consumption has a profound impact on health. Health organizations are intensively working on strategies to reduce their consumption as well as raising awareness of the health hazards that obesity carries. Sugar as a part of daily diet has its contribution to a balanced diet, but also the risk of some diseases, such as diabetes, tooth and laryngeal diseases, cardiovascular diseases and the like. By using a sweeteners as a substitute for sugar, education and the implementation of other strategies across the population, it is possible to achieve a reasonable and safe sugar consumption and thus a quality balanced diet, and ultimately to preserve global health.

Keywords: obesity, sugar, stevia, sweeteners, strategies, health

Thesis contains: 35 pages, 2 figures, 1 table, 57 references

Original in: Croatian

Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: PhD Predrag Putnik, postdoc

Technical support and assistance: PhD Danijela Bursać Kovačević, Assistant Professor

Defence date: September 9th 2019

SADRŽAJ

1.	Uvod	1
2.	Teorijski dio	2
3.	Metoda pregleda literature.....	6
4.	Šećeri u prehrani, negativni zdravstveni učinci i njihov metabolizam.....	6
5.	Neke od strategija za redukciju konzumacije šećera	9
6.	Upotreba umjetnih zaslađivača	13
7.	Upotreba Stevije.....	22
8.	Zaključak	26
9.	Popis literature	27

1. Uvod

Konzumacija šećera, neizostavnog sastojka hrane, neupitno je porasla u zadnjih 50 godina, a s time i učestalost pojave zdravstvenih problema. Podizanjem svijesti o opasnostima koje nosi prekomjerna konzumacija šećera raste potrošnja i interes stanovništva za umjetne i prirodne zaslađivače, tzv. zamjene za šećer. Novim znanstvenim otkrićima njihova popularnost sve više raste, kao i industrijski rast te potrošnja. Međutim, postavlja se pitanje njihove sigurnosti, odnosno potencijalne štete koju mogu prouzročiti. Znanstvenici već godinama istražuju svojstva svih zaslađivača u svrhu određivanja njihove sigurnosti te pokušavaju pronaći idealan zaslađivač koji bi pružao osjet slatkoće, ali bez naknadnog i nepoželjnog okusa, nikakve ili snižene energetske vrijednosti te bez negativnih utjecaja na zdravlje. Baš kao što vrijedi i za svaku namirnicu, koja nedvojbeno ima dijelom i pozitivan utjecaj na zdravlje, a u određenim količinama predstavlja opasnost, možemo reći da se isto odnosi i na zaslađivače. Na tržištu postoji mnogo zamjena za šećer koje se uz pravilno konzumiranje mogu sigurno koristiti. Bez obzira na rezultate znanstvenih istraživanja, većina populacije odabire prirodne zaslađivače naspram onih umjetnih zbog njihove nutritivne vrijednosti, a koju im daju vitamini i minerali.

Cilj ovog rada bio je pregledati relevantne znanstvene radove i istraživanja na temu konzumacije šećera i njegovog utjecaja na zdravlje, objasniti kemijsku strukturu i metabolizam ugljikohidrata te razlučiti vrste ugljikohidrata odnosno šećera. Rad također daje sliku potrošnje i konzumacije šećera na Europskom i svjetskom nivou, sažima najčešće bolesti uzrokovane prekomjernom konzumacijom šećera te predlaže strategije kojima bi se poboljšalo opće zdravlje i kvaliteta života. Dotiče se i prikladnih alternativa za zamjenu bijelog šećera u prehrani te daje relevantne podatke o korisnim i potencijalno štetnim utjecajem kojeg nose zaslađivači. Cilj je također dati uvid u pozitivne i negativne strane prehrane s visokim udjelom šećera kao i unosom zaslađivača te pojedincu dati smjernice po kojima će biti sposoban vlastitom dedukcijom ubuduće zaključiti kako i na koji način koristiti šećer u svrhu očuvanja svog zdravlja, ali i zdravlja svojih najbližih.

2. Teorijski dio

Iako je izbjegavanje povećane konzumacije šećera općeprihvaćena smjernica u prehrani, postavlja se pitanje što je to zapravo šećer i u kojim se namirnicama nalazi? Najčešći prirodni izvori šećera su med, mlijeko, voće, povrće, a najčešće korišteni konzumni šećer u svakodnevnoj dijeti je saharoza ili tzv. stolni šećer. To je jednostavan ugljikohidrat prirodno prisutan u voću i povrću koji se sastoji od jedne molekule glukoze i jedne molekule fruktoze. Najviša koncentracija saharoze u biljkama zabilježena je kod šećerne trske i šećerne repe. Kemijski strukturno, ugljikohidrati su sastavljeni od molekula ugljika, vodika i kisika, a glavna podjela je na monosaharide, oligosaharide i polisaharide. Kako im samo ime kaže, monosaharidi imaju samo 1 molekulu i osnovna su podjedinica ostalih šećera. Oligosaharidi su građeni od 2 do 10 jedinica monosaharida, a polisaharidi od više od 10 monosaharida (Goldfein i Slavin, 2015). Monosaharidi i disaharidi se zovu još i jednostavni šećeri te su vrlo česti u prehrani. Laktoza, kao disaharid, sastoji se od galaktoze i glukoze, a njen najbolji izvor je mlijeko. Maltoza se sastoji od 2 molekule glukoze i nusprodukt je enzimske razgradnje škroba amilazom. Slične kemijske strukture maltozi je i trehaloza koja ima 2 molekule glukoze koje su povezane α -1,1,-glikozidnom vezom, za razliku od α -1,4-glikozidne veze kod maltoze (Wilson, 2007). Najbolji primjer polisaharida su škrob, glikogen i celuloza.

Diljem svijeta, konzumacija šećera varira ovisno o dobi, spolu, zemlji porijekla i okruženju općenito. U Europi, konkretno Mađarskoj i Norveškoj, unos šećera u odraslih varira između 7-8% ukupnog dnevnog unosa, a u Španjolskoj i UK-u je on dvostruko veći, tj. 16-17%. Unos je mnogo veći kod djece, otprilike 12% u Njemačkoj, Sloveniji i Švedskoj, a u Portugalu čak i do 25%. Naravno, razlika je evidentna radi li se o urbanoj ili ruralnoj sredini, kao npr. u Južnoj Africi; ruralna sredina 7,5%; urbana 10,3% (WHO, 2014).

Svjetska zdravstvena organizacija (*eng.* World Health Organization; WHO) i Američka Agencija za hranu i lijekove (*eng.* Food and Drug Administration; FDA) donose preporuke za unos šećera ispod 10% od ukupnog dnevnog kalorijskog unosa. Zato što se unosom većim od 10% povećavaju šanse za oboljenje od kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa II, pretilosti ili dentalnog oštećenja. Svjetska zdravstvena organizacija također promovira smanjenje broja oboljelih od dijabetesa, rješavanje problema dječje pretilosti i smanjenje dnevnog unosa šećera čak i <5% od ukupnog dnevnog unosa (WHO, 2015).

Pretilost je u svijetu sveopći problem, npr. u 2014. zabilježeno je 39% odraslih starijih od 18 godina koji su pretili (38% muškaraca i 40% žena), što iznosi pola milijarde svjetskog

stanovništva. Najviše je pretilih u Americi (61% prekomjerne tjelesne mase, TM; kod oba spola uz 27% pretilih), a najmanje u sjeveroistočnoj Aziji (22% prekomjerne TM u oba spola i 5% pretilih) (WHO, 2014). Stanje u Hrvatskoj također je zabrinjavajuće: oko 25,3% muškaraca i 34,1% žena u Hrvatskoj se smatra pretilima (Medanić i Pucarín-Cvetković, 2012). Za liječenje pretilosti SAD godišnje potroši 190 milijardi dolara, a faktori koji utječu na ovaj problem su nedostatak fizičke aktivnosti, ubrzan način života, dostupnost brze i nezdrave hrane, nezdrave životne i prehranbene navike, te sjedilački način života. Upravo ovo su glavni čimbenici rizika za razvoj preuhranjenosti i pretilosti a fokus metoda za korekciju ovog problema se stavlja na postizanje kalorijske ravnoteže i ostvarenja zdrave tjelesne mase te na konzumaciju hrane i pića visoke nutritivne vrijednosti uz ograničenje unosa dodanih šećera (USDA, 2010).

Vrlo je bitno razumjeti uloge šećera u proizvodnji prehrambenih proizvoda, pogotovo u kontekstu izbjegavanja, redukcije ili njegovog potpunog uklanjanja iz proizvoda. Osnovna funkcija šećera je poboljšavanje okusa jer je sladak okus senzorski znak u mozgu za dobivanje energije i pozitivni doživljaj namirnice. Dokazano je da su ljudi i životinje razvili veći afinitet prema slatkoj hrani, koja je energetska bogata i netoksična (Spillane, 2006), dok dodavanje šećera namirnicama povećava šansu za njegovo konzumiranje (Goldfein i Slavin, 2015).

Povećana želja za slatkim u djetinjstvu može biti posljedica konzumacije majčinog mlijeka koje u 100 mL sadrži 7,57 g šećera (Slavin, 2014). Najbolji primjer je čokoladno mlijeko koje će djeci biti privlačnije od običnog, a time će unijeti bitne nutrijente kao npr. Ca, K, i vitamin D. Slatkoća iz šećera također može poboljšati okus hrane starijim osobama pri tome kompenzirajući neke senzorske manjkavosti. Zbog olakšane interakcije s drugim sastojcima, šećer lako prikriva nepoželjne okuse ili pojačava željenu aromu. Najviše se dodaje pićima i umacima zbog ublažavanja kiselog okusa, čokoladama i kakao proizvodima zbog gorkog okusa, a često se koristi za proizvode smanjenje masnoće kao zamjena za masti (Varzakas i sur., 2016). Koristi se i zbog karamelizacije proizvoda, dajući mu smeđu boju i specifičnu (poželjnu) aromu. Tako dolazi do Maillardovih reakcija, koje pospješuju ove reakcije pri proizvodnji umaka, slatkiša, deserata, pekarskih i želiranih proizvoda, te desertnih vina. Šećer pomoću kristalizacije uvelike doprinosi poboljšanju teksture mnogih prehrambenih i proizvoda konditorske industrije.

Danas sve veći broj ljudi koristi zaslađivače u prehrani kao zamjenu za šećer, odnosno prirodnu ili sintetsku supstancu koja daje slatki okus hrani i piću. Najčešći zaslađivač

u prehrambenoj industriji, saharoza, zlatni je standard za sladak okus jer ima povoljna nutritivna, senzorska, kemijska i fizikalna svojstva (Varzakas i sur., 2016). Zaslađivači generalno mogu biti nutritivni i nenuitritivni, gdje su nutritivni dobiveni iz voća, šećerne trske ili repe, a prosječno sadrže 4 kcal/g. Uključuju saharozu, druge jednostavne šećere, derivate meda, sirupa, tekućih šećera i koncentrata voćnih sokova. Nenuitritivni zaslađivači omogućuju slatkoću hrane, s minimalno kalorija ili glikemijskog odgovora u tijelu. Drugi nenuitritivni zaslađivači mogu se djelomično metabolizirati i njihovi metaboliti se lako izlučuju (Varzakas i sur., 2016). Dobivaju se iz biljaka kao šta su Lo Han Guo i stevija ili su sintetski, kao acesulfam K, aspartam, sukraloza ili saharin. Njihov najveći nedostatak je naknadni gorak ili metalni okus u proizvodima koji smanjuje senzorski doživljaj proizvoda.

Izbacivanjem šećera iz proizvoda, smanjenje kalorijske vrijednosti može biti neznatno ili se čak može i povećati. Upravo zato, šećer se treba zamijeniti nekom primjerenom alternativom, najčešće mastima kako bi proizvod sačuvao svoja svojstva (Goldfein i Slavin, 2015). Nenuitritivni zaslađivači su pokazali učinkovitost kod redukcije tjelesne mase, no i dalje nema dovoljno podataka je li njihov učinak dugotrajan i preporuča li se njihova potpuna zamjena. Postoji i uvriježeno mišljenje da su umjetni zaslađivači štetni i nisu sigurni za konzumaciju, a javlja se i problem aspartama koji sadrži fenilalanin. Naime, ta aminokiselina predstavlja problem u slučaju nedostatka enzima fenilalanin hidrosilaze jer organizam u tom slučaju ne može metabolizirati fenilalanin, pa njegovo nakupljanje uzrokuje ozbiljne probleme u razvoju mozga i povećava rizik za kardiovaskularne bolesti.

Istraživanje Choudhary i Lee-ja (2018) obuhvatilo je pregled studija koje povezuju neurofiziološke simptome i pokazalo da aspartam može biti odgovoran za štetne neurobihevirolne čimbenike. Neki od simptoma uključuju glavobolju, migrene, razdražljivo raspoloženje, tjeskobu, depresiju i nesanicu. Potrošnjom aspartama može doći do dizanja razine fenilalanina i asparaginske kiseline u mozgu koji mogu inhibirati sintezu i otpuštanje neurotransmitera; dopamina, norepinefrina i serotonina, poznatima kao regulatori neurofiziološke aktivnosti. Ispitanici su razvrstani u više skupina te su se shodno unosu aspartama promatrali njegovi učinci na ispitanike u vidu kognitivnih poremećaja, promjene raspoloženja i pojava migrena. Prva studija unutar ovog istraživanja provedena na ljudima pokazala je utjecaj aspartama na kognitivne sposobnosti. Skupini mladih zdravih studenata davana je visoka (25 mg/kg TM/dan) ili niska (10 mg/kg TM/dan) doza aspartama tijekom 8 dana, a rezultati su pokazali lošiju prostornu orijentaciju kod studenata kojima je davana visoka doza aspartama. Također se pratio unos pića zaslađenih sukralozom i zaslađenih aspartamom među zdravim pušačima i nepušačima gdje je zabilježena bolja prostorna

memorija kod ispitanika koji su konzumirali sukralozu naspram aspartama. Slične rezultate pokazale su i studije provedene na štakorima. Studije su utvrdile nepoželjni učinak aspartama i na pamćenje ispitanika. Nadalje, studije koje su pratile utjecaj aspartama na raspoloženje ispitanika ukazale su na učestalu razdražljivost, pojavu depresije i promjene raspoloženja jedino među studentima, dok u ostalim skupinama (djeca i žene) nisu zabilježene značajne promjene. Također se uporaba aspartama povezuje s jačanjem migrene te njenom većom učestalošću (Choudhary i Lee, 2018). Shodno rezultatima, konzumaciji aspartama trebalo bi se pristupiti s oprezom zbog mogućih učinaka na zdravlje, no svejedno su nužna dodatna istraživanja koja će sa sigurnošću ustvrditi njegove učinke.

Kao zaslađivači koriste se i alkoholni šećeri, tj. derivati monosaharida, disaharida i drugih oligosaharida koji se prirodno nalaze u voću i povrću (Varzakas i sur., 2016). Generalno se svrstavaju u nutritivne zaslađivače jer se njihovim metabolizmom oslobađa energija i okus im je sličan saharozi. Unatoč tome su u posebnoj kategoriji zbog smanjene energetske vrijednosti od 0,2-3 kcal/g, zbog čega njihov metabolizam podrazumijeva zanemarivo malu biosintezu inzulina. Zbog dobrog utjecaja na zube, koriste se u pripravcima za dentalnu higijenu, zubnoj pasti, pepermint bombonima i žvakaćim gumama, te u posebnoj hrani za dijabetičare. Svejedno, bitno je napomenuti da njihova pretjerana konzumacija, kao npr. manitola i sorbitola, za razliku od nutritivnih zaslađivača može uzrokovati laksativni učinak (Goldfein i Slavin, 2015).

Kao jedan od odgovora na sniženje prevelikog broja pretilih, Američka vlada i njihova znanstvena zajednica se bave problemom konzumacije slatkih napitaka (Harvard T.H. Chan, 2012). Svakodnevno, gotovo polovica stanovnika SAD-a konzumira zaslađena pića, što je unos od otprilike 12 g šećera, tj. oko 200 kcal/dan, porijeklom uglavnom iz kukuruznog sirupa. Studije su pokazale da se smanjenjem unosa zaslađenih pića može poboljšati zdravstveno stanje te pozitivno djelovati na redukciju tjelesne mase. Istraživanje koje je trajalo 1,5 godinu, a koje je uključivalo djecu normalne tjelesne mase (641 ispitanik) provodilo se konzumiranjem: 1) pića bez šećera, 2) pića s umjetnim zaslađivačima, te 3) pića sa zamjenama za šećer. Rezultati su pokazali da su pića s nenutritivnim zaslađivačima najbolji izbor, jer su djeca smanjila tjelesnu masu i akumulaciju masti. Nedavno istraživanje je pokazalo da ljudi s genetskim predispozicijama za pretilost više teže konzumaciji zaslađenih pića (33 097 ispitanika). Isto istraživanje je također pokazalo da bez obzira na genetske predispozicije, a zahvaljujući zdravim navikama, ne mora nužno doći do razvoja pretilosti (Harvard T.H. Chan, 2012).

Od 1970. do 2005. godine upotreba šećera i zaslađivača se povećala za 76 kcal/dan, odnosno sa 400 kcal, na 476 kcal, što odgovara porastu od 19% (USDA, 2010). Unos određenog broja kalorija konzumacijom pića može proći nezamijećen iz više razloga. Tekućine često ne daju osjećaj sitosti kao što je slučaj kod čvrste hrane i tijelo ne registrira te kalorije. Često puta takvi proizvodi pojačaju želju za slatkim namirnicama, stoga ljudi uz ta pića konzumiraju i druge ugljikohidratne proizvode. Također, češće će se ograničiti unos hrane, nego unos pića u restriktivnim dijetama, stoga bi unos tekućina koje sadrže šećere trebalo svesti na vodu, mineralnu (gaziranu) vodu, kavu i čaj bez dodanog šećera (Harvard T.H. Chan, 2012). Dalje, mnogi se šećeri dodaju u procesu proizvodnje i pripremanju hrane, pa tako primjerice 1 žličica kečapa sadrži oko 4 g šećera, a limenka soka čak do 40 g, što je oko 10 žličica šećera. Pokazalo se i da djeca od 14 do 18 godina unose i do 549 kcal iz šećera dnevno, najviše iz slatkiša i zaslađenih pića, što je dijelom i zbog utjecaja medija. Studija iz 2010. pokazala je da svaki predškolac godišnje pogleda oko 213 reklama za sokove i energetska pića, dok djeca i adolescenti pogledaju čak između 277-406 reklama godišnje (Harvard T.H. Chan, 2012). S druge strane edukativne kampanje vezane za promociju zdravih nutritivnih navika imaju znatno manji utjecaj na populacije djece, iako je njihova učinkovitost dokumentirana istraživanjem (Axelson i DelCampo, 1978).

3. Metoda pregleda literature

Najkorišteniji izvori znanstvenih podataka u ovom radu su elektronske baze podataka; Web of science, PubMed, Hrčak - Portal znanstvenih časopisa Republike Hrvatske. Pri pretraživanju literature korištene su ključne riječi i njihove kombinacije: sugar, consumption, obesity, dietary, guidelines, USDA, intake, children, food, RDA, sweet, sweetener, aspartame, phenylalanine, nutritive, nonnutritive, beverage, free sugar, added sugar, sucralose, fructose, liver disease, lipogenesis, chronic disease, prevention, low-calorie, glucose, level, stevia, cyclamate. Osim navedenih elektronskih baza, korišteni su podaci iz baze znanstvenih časopisa, knjiga i članaka „Wiley Online Library“, podaci službenih stranica Svjetske zdravstvene organizacije, Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država, Američke Agencija za hranu i lijekove, „Harvard T.H. Chan School of Public Health“ i dr.

4. Šećeri u prehrani, negativni zdravstveni učinci i njihov metabolizam

Kao što je već rečeno, šećeri čine većinski dio energetskog unosa, sastavni su dio uravnotežene prehrane i primarni su izvor energije. Osjećaj slatkoće u ljudskom organizmu mozak percipira kao potencijalnu energiju dok npr. gorki okus stvara odbojnost prema

alkaloidima i nekim drugim toksinima u prehrani. Metabolizmom šećera organizam osigurava 4 kcal/g bez obzira jesu li prirodno prisutni u namirnici ili su naknadno dodani (Hess i sur., 2012). Budući da su svi šećeri ugljikohidrati, oni se u probavnom sustavu razlažu na glukozu koja je ključna za rad živčanog sustava (Slavin i Carlson, 2014).

Institut za Medicinu (IOM) postavio je 2005. godine RDA za ugljikohidrate od 130 g/dan za odrasle i djecu stariju od 1 godine, tj. raspon od 45%-65% dnevnog unosa ugljikohidrata. Smjernice Svjetske zdravstvene organizacije (*eng.* World Health Organization; WHO) u ovaj raspon ne ubrajaju šećere iz voća, povrća i mlijeka, zbog odsustva nepovoljnog učinka na zdravlje (Goldfein i Slavin, 2015). Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji, izraz „slobodni šećeri“ (*eng.* *free sugars*) odnosi se na sve mono- i di- saharide dodane hrani od strane proizvođača, kuhara, konzumenta, te onih prirodno prisutnih u medu, sirupima i voćnim sokovima. Najčešći monosaharidi su glukozu, fruktozu i galaktozu, dok je saharoza najčešći disaharid.

Izraz „dodani šećer“, primarno korišten u SAD-u, podrazumijeva i slobodne šećere, no zbog jezične barijere i nedovoljno preciznog nazivlja, u Hrvatskoj ovaj izraz nije uvriježen. Npr. nejasno je sadrži li koncentrat voćnog soka dodane šećere, dok bez sumnje isti sadrži slobodne šećere. WHO je odlučio da je potrebna preciznija i bolja definicija tih šećera, a do tad je poželjnije koristiti termin slobodni šećeri. Postoje i još drugi nazivi za šećere; sirovi šećer, nerafinirani i prirodni, a svi su slobodni šećeri (WHO, 2014). FDA dodane šećere definira kao šećere koji su dodani tijekom procesa proizvodnje ili pakiranja hrane (Goldfein i Slavin, 2015). Uključuju sirupe kojima je šećer osnovna komponenta, a dobivenih izolacijom i koncentriranjem prirodno prisutnih mono i disaharida. FDA također predlaže listu dodanih šećera koja uključuje: smeđi šećer, kukuruzni zaslađivač, kukuruzni sirup, dekstrozu, fruktozu, koncentrate voćnih sokova, glukozu, kukuruzni sirup s velikom koncentracijom fruktoze, med, invertni šećer, laktozu, manozu, sladni šećer, melasu, sirovi šećer, turbinado šećer, trehalozu i saharozu, dok je alkoholni šećer izuzet iz ove kategorije. Također, predloženo je da deklaracija proizvoda posebno informira potrošača o dodatku šećera, no provođenjem raznih sofisticiranih analitičkih analiza nije utvrđena kemijska razlika između prirodno prisutnih i dodanih šećera. Dodani šećeri nisu uvijek 100%-tni šećeri, već su mješavina vode i šećera, a poneki sadrže i razne vitamine i minerale, kao Ca, K, F i vitamin B (Varzakas i sur., 2016). Pokazano je i da zamjenom dodanih šećera određenim metodama u prehrani ne dolazi nužno do poboljšanja nutritivnog sastava ili smanjenja broja kalorija.

Osim zaslađivanja hrane, poželjnih senzorskih svojstava, poboljšanja teksture proizvoda i kao izvora energije, šećer ima ulogu i u farmaceutskoj industriji, pružajući poželjna funkcionalna svojstva zbog svoje niske toksičnosti, visoke čistoće i raznolikosti fizikalno-kemijskih svojstava. Tako može djelovati kao pomoćna tvar kojom se aktivni sastojak lijeka uvodi u tijelo (Spillane, 2006). Osim toga, tablete glukoze u kojima je glavni sastojak dekstroza (D-glukoza), koriste se kod dijabetičara za brzo podizanje razine šećera u krvi ili hipoglikemije.

Povećana konzumacija fruktoze navodno doprinosi pojavi bolesti nealkoholne masne jetre (NAFLD, *eng. Nonalcoholic fatty liver disease*), dislipidemije i inzulinske rezistencije, no uloga fruktoze u ovim metaboličkim putevima i dalje je diskutabilna. Metabolizam fruktoze u jetri daje prekursore koji mogu ući u put glukoneogeneze i *de novo* lipogeneze (DNL), a ima ulogu i kao transkripcijski faktor, uključujući ChREBP i SREBP1c, koji reguliraju ekspresiju jetrene glukoneogeneze i DNL gena. Unos fruktoze također djeluje na povećanje razine glukoze i triglicerida u plazmi čovjeka (Ter Horst i Serlie, 2017).

Već spomenuti NAFLD definira se kao jetrena (hepatička) steatoza, tj. intrahepatična akumulacija lipida koja se javlja zbog bolesti jetre ili većeg unosa alkohola. Steatoza jetre se obično dijagnosticira kada $\geq 5\%$ hepatocita sadrži velike lipidne kapljice ili kada je količina triglicerida u jetri veća od 5,6% od ukupne mase jetrenog tkiva. Kao jedno od šokantnih saznanja jest da četvrtina svjetske odrasle populacije pati od steatoze. Upravo ona povećava rizik od dijabetesa tipa II i kardiovaskularnih bolesti, a može napredovati i u nealkoholni steatohepatitis (NASH, *eng. Nonalcoholic steatohepatitis symptoms*) i fibrozu jetre. Što NAFLD i NASH čini treće vodećim uzrokom transplantacija jetre. Nakupljanje lipida može biti uzrokovano povećanim unosom masnih kiselina, bržom sintezom masnih kiselina *de novo* lipogenezom (DNL) i/ili smanjenim „čišćenjem“ organizma preko sekrecije i oksidacije. Kako je prekomjerna konzumacija dodanih šećera dramatično porasla unazad sto godina, povezana je s pretilošću, NAFLD-om i inzulinskom rezistencijom. Uzrok tome može biti stimulacija jetrene DNL šećerima. Većina dodanih šećera, uključujući saharozu i visokofruktozni kukuruzni sirup, sastavljeni su od skoro jednakog omjera glukoze i fruktoze, gdje je fruktoza ipak potencijalno opasnija komponenta. Za razliku od glukoze, fruktoza se metabolizira u jetri, što je, uz ostale značajke fruktoze, čini iznimno lipogeničnim šećerom (Ter Horst i Serlie, 2017).

U hrani i piću nalazi se u obliku monosaharida (slobodna fruktoza), disaharida (saharoze) ili polisaharida (fruktana). Dok se slobodna fruktoza apsorbira direktno u lumenu

crijeva, fruktoza u većim ugljikohidratnim molekulama se prvo odcijepi na membrani lumena enterocita. Intestinalni transport fruktoze se odvija uglavnom preko glukoznog transportera 5 (GLUT5/SLC2A5) na membrani lumena i preko glukoznog transportera 2 (GLUT2/SLC2A2) na bazolateralnoj strani. Unesena fruktoza prenosi se u jetru preko specifičnog heksoza transportera. Jetreni GLUT2 smatra se primarnim transporterom glukoze i fruktoze, no glukozni transporter 8 (GLUT8/SLC2A8) također ima svoju ulogu u transportu fruktoze u hepatocite i u njenom samom metabolizmu u jetri. Fruktoza se skoro u potpunosti izbacuje iz krvi te je, za razliku od glukoze, manje vjerojatno da će uključiti u cirkulaciju.

Jetrena fruktoliza pokreće se fosforilacijom fruktoze u fruktoza-1-fosfat pomoću ketoheksokinaze (KHK). Djelovanjem aldolaze B (ALDOB) i triokinaze (TKFC), fruktoza-1-fosfat se dijeli na dvije trioze. Time se zaobilaze ograničavajući putevi glikolize i dobivaju se ovi intermedijeri, koji kao takvi, mogu ući u put glukoneogeneze, lipogeneze i oksidacije. Iako hepatociti posjeduju enzimske mehanizme koji prevode ugljikovodike dobivene iz fruktoze u glukozu, glikogen, laktat, lipid, ugljikov dioksid i/ili druge metabolite, sudbina fruktoze ovisi o mnogim faktorima, npr. nutritivni status, dugotrajne prehrambene navike i genetsko nasljeđe. Istraživanje provedeno na ljudima pokazalo je da se većina akutno unesene fruktoze pretvara u glukozu (29-54%) od čega dio može biti ugrađen u glikogen ili laktat, dok mali postotak (1%) ulazu u DNL put za pretvorbu u lipide. Pokazano je također da se 31-59% fruktoze oksidira do ugljikovog dioksida unutar 3-6h konzumacije. No ipak, neka su istraživanja pokazala se da kroničnim unosom fruktoze ubrzava proizvodnja lipida jetre. U organizmu štakora visokim unosom fruktoze inhibira se ugradnja heksoza u masne kiseline njihovog masnog tkiva kao i inkorporacija acetata u masne kiseline. Također je dokazano da se unosom saharoze ili same fruktoze smanjuje aktivnost nekih drugih enzima kao npr. heksokinaze, glukoza-6-fosfat dehidrogenaze, 6-fosfoglukonat dehidrogenaze, malatnih enzima i enzima za cijepanje citrata (Vrána i sur., 1973).

Upravo zbog toga što je većina istraživanja na ovu temu provedena na štakorima, ne postoje konkretni zaključci i rezultati u pogledu jetrenih masti čovjeka, a trenutno nema dokaza da fruktoza, konzumirana u većim količinama uzrokuje više nakupine masnoća u jetri od drugih energetski hranjivih tvari (Ter Horst i Serlie, 2017).

5. Neke od strategija za redukciju konzumacije šećera

Prehrana je bitan čimbenik u promociji održavanja dobrog zdravlja kroz životni vijek te značajno utječe na prevenciju raznih bolesti. Kronične nezarazne bolesti predstavljaju velik

teret za javno zdravstvo, što zbog direktnog troška za društvo i Vladu, što zbog same kvalitete života oboljelih i njihovih obitelji. Ovdje se primarno misli na pretilost, dijabetes, kardiovaskularne bolesti, tumorna oboljenja, osteoporoza i bolesti usne šupljine. Broj kroničnih bolesti u svijetu iznimno brzo raste, pa su u 2001. one uzrokovale 60% smrtnih slučajeva, od ukupno 56,5 milijuna zabilježenih, u svijetu je otprilike 46% globalnih bolesti, a predviđa se da će taj postotak do 2020. narasti i do 57%. Skoro polovica smrtnih slučajeva uzrokovana kroničnim bolestima posljedica je oboljenja od kardiovaskularnih bolesti, dok pretilost i dijabetes također bilježe zabrinjavajući porast zbog njihove pojave u sve ranijoj životnoj dobi (WHO, 2003).

Ove bolesti ne pogađaju samo razvijene dijelove svijeta, jer se zemlje u razvoju također bore s istim zdravstvenim problemom. Statistički gledano, u 5 od 6 regija koje pokriva Svjetska zdravstvena organizacija bilježi se povećana incidencija kroničnih nezaraznih bolesti. Tako se u područjima zemalja u razvoju unatoč sidi, malariji, tuberkulozi i drugim infektivnim bolestima, koje su još uvijek dominantne u području Supsaharske Afrike, čini da kronične nezarazne bolesti postaju dominantne u svijetu te će u bližoj budućnosti 79% svih smrtnih slučajeva biti povezano s njima. U prošlim pedesetak godina te su zemlje pokazale veći porast ovih bolesti od industrijskih područja. Zbog tih negativnih promjena pojavila se ozbiljna prijetnja u javnom zdravstvu koja zahtijeva brzo i efikasno rješenje. Ovi podaci WHO-a iz 2003. su zabrinjavajući, a buduće projekcije još i više jer će do 2020. godine kronične bolesti uzrokovati 75% smrtnih slučajeva, od čega će 71% biti od ishemijske bolesti srca (*eng. ischaemic heart disease, IHD*), 75% od moždanog udara i 70% zbog dijabetesa. Broj oboljelih od dijabetesa povećat će se za više od 2,5 puta, s 84 milijuna u 1995. na 228 milijuna u 2025. godini. Na globalnoj razini, 60% kroničnih bolesti prevladat će u zemljama u razvoju, a kao dokaz služe Indija i Kina koje bilježe porast broja oboljelih od kardiovaskularnih bolesti više no u svim ekonomski razvijenim zemljama svijeta zajedno. Uz to, prevalencija prekomjerne tjelesne mase i pretilosti u većini država u razvoju sve je veća, a stopa njenog godišnjeg povećanja zabrinjavajuće značajna (WHO, 2003).

Unatoč velikom broju pothranjenih, pretilost je uzela maha u zemljama Azije, Latinske Amerike i dijelovima Afrike. Najsigurnije rješenje problema ovih bolesti jest sama prevencija te kritički pristup informacijama zbog rizičnih, sve učestalijih obrazaca prehrane i tjelesne aktivnosti od strane nekompetentnih ljudi koji se plasiraju široj populaciji. Iako su dob, spol i genetski materijal nepromjenjivi, na razvoj ili prevenciju bolesti utječu i drugi čimbenici. Uz stil života (npr. prehrana, tjelesna neaktivnost, konzumacija cigareta i alkohola), biološke čimbenike (npr. dislipidemija, hipertenzija, prekomjerna tjelesna masa, hiperinzulinemija),

neizostavni su i društveni faktori značaja, npr. utjecaj socioekonomskih, kulturoloških i okolišnih faktora (WHO, 2003).

U drugoj polovici 20. stoljeća došlo je do velikih društvenih promjena koje su utjecale na zdravlje svjetske populacije modificirajući prehranu, prvo u industrijski razvijenim zemljama, a kasnije i u zemljama u razvoju. Tradicionalna prehrana koja se zasnivala uglavnom na biljnim proizvodima brzo je bila zamijenjena s masnijom, visokoenergetskom prehranom temeljenoj na proizvodima životinjskog podrijetla. No primjerice Republika Koreja, unatoč svom socioekonomskom statusu, zadržala je svoju tradicionalnu prehranu s većim udjelom povrća zbog čega bilježi nižu stopu kroničnih bolesti, prosječnog unosa masti i prevalenciju pretilosti (WHO, 2003).

Ohrabrujuća činjenica jest da se sve više javnog truda, sredstava i pažnje pridaje ovim problemima. Stoga zemlje članice WHO-a intenzivno rade na jačanju kontrole bolesti i njihovoj prevenciji, edukaciji opće populacije, promicanju zdravog života te ukazivanju na probleme unutar javnog zdravstva. Pokazalo se da su edukativne intervencije unutar ciljane populacije, kao i stavljanje pravnih pritisaka na tržište hrane, donijeli povoljne zdravstvene rezultate u pogledu kardiovaskularnih bolesti. Potrebne su također promjene vezane uz industriju hrane kao smanjenje udjela zasićenih masti, povećanje proizvoda od voća i povrća, promjene u označavanju hrane i namirnica, djelovanje u marketingu i u samom dizajnu zdravijih proizvoda. Mediji su od iznimne važnosti u promociji zdrave prehrane i zdravog načina života, stoga je rad na socijalnom marketingu nužan za unaprjeđenje javnog zdravstva, a posebice među djecom i mladima. Mnoge studije pokazale su poveznicu između zdravlja i prihoda, a stanje u svijetu je nažalost takvo da siromašniji dio populacije biva najpogođeniji u smislu učestalosti pojave kroničnih bolesti, ali i njima otežanog pristupa zdravstvenom sustavu. Osiguravanje dovoljnih zaliha sigurne i raznolike hrane u društvu, ne samo da bi se smanjila neuhranjenost, već i rizik od raznih bolesti, kroničnih ali i zaraznih, posebice među djecom. Stoga su nužne promjene u politici i zdravstvu, kako bi se i ovoj najviše ugroženoj skupini omogućio bolji i kvalitetniji život (WHO, 2003).

Strategija za smanjenje konzumacije slobodnih šećera uključuje zamjene jednostavnih šećera složenima. Tome je tako jer je pokazano da povećani unos šećera dovodi do osiguranja organizma energijom, stoga dijete s redukcijom šećera dovode do smanjenja ukupnog energetskeg unosa i tjelesne mase. Pića koja su bogata šećerom također podižu razinu energije i smanjuju kontrolu apetita. Provedena su istraživanja u kojima se pratio gubitak na masi pretilih ispitanika koristeći dijetu s jednostavnim i složenim

ugljikohidratima. Pokazalo se da složeni ugljikohidrati daju bolje rezultate, pa iako ta razlika nije bila statistički značajna, uočene su metaboličke pogodnosti kod zamjene jednostavnih šećera složenima (WHO, 2003).

Dalje, WHO donosi preporuke u kojima predlaže prehranu obogaćenu žitaricama s cjelovitim zrnom te konzumaciju voća i povrća kao glavni izvor neškrobnih polisaharida. Preporučeni unos voća i povrća i cjelovitih žitarica treba osigurati >20g neškrobnih polisaharida dnevno i >25g prehrambenih vlakana. Voće i povrće pružaju visok udio važnih nutrijenata, stoga se smatraju zasebnom kategorijom, no WHO u tu skupinu ne svrstava gomolje (krumpir, manioka itd.).

Stabilan Indeks tjelesine mase (eng. *Body Mass Index-BMI*) također je dio strategije pripremljene od strane WHO (eng. *Expert Consultation on Obesity*) na skupštini održanoj 1997. Općenita preporuka je da bi se BMI za prosječnu odraslu osobu trebao iznositi između 21-23 kg/m², a za pojedinca od 18,5-24,9 kg/m² (WHO, 2003).

Reklamiranje slatkiša, zaslađenih sokova, nezdrave hrane koja je energetske bogata, ali siromašna bitnim nutrijentima, neprestani je izazov za djecu, adolescente i njihove roditelje. Marketing brze hrane smatra se ključnim faktorom u povećanju njegove konzumacije, a u SAD-u se godišnje na njega utroši više od 11 milijuna dolara. Na mlade je najlakše utjecati, stoga se odgovornost stavlja na njihove roditelje. No često i oni pokleknju pred izazovima marketinga te svojoj djeci omogućuju fast-food prehranu i sokove, koji povećavaju šansu za obolijevanje od pretilosti za čak 60%, pri tome ne razmišljajući o posljedicama ili jednostavno birajući lakši put rješavajući potrebu za hranom.

Prevenција pretilosti kod beba i djece bi trebala biti prioritet. WHO predlaže sljedeće preventivne strategije:

- promicanje dojenja;
- izbjegavanje dodanih šećera i škroba u formulama za djecu;
- omogućavanje mikronutrijenta potrebnih za optimalan rast i razvoj djeteta.

Potrebno je educirati majke kako djeca sama mogu regulirati unos energije te da ih nije nužno prisiljavati da pojedu svu hranu s tanjura. Za stariju djecu i adolescente preporuke uključuju fizičku aktivnost, smanjeno gledanje televizije, veći unos voća i povrća, manji unos zaslađenih sokova i grickalica uz smanjenje unosa za sve energetske bogate, ali nutrijentima siromašne proizvode (WHO, 2003).

6. Upotreba umjetnih zaslađivača

U novije vrijeme proizvodi sa smanjenim sadržajem šećera ili u potpunosti bez šećera, a uz dodane zaslađivače, dobili su na svojoj važnosti u SAD-u, ali bez sumnje i u ostalim državama. Izbor šećera i zaslađivača, kao i njihovo (ne)pravilno konzumiranje ima značajan utjecaj na zdravlje. Riječ je konkretno o smanjenju rizika za karijes zuba, poboljšanju ranih lezija zuba, smanjenju unosa kalorija koji može doprinijeti smanjenju rizika za provokaciju bolesti (pretilost, bolesti srca, rak debelog crijeva itd.), smanjenju nakupljanja toksičnih metabolita, poboljšanoj imunološkoj funkciji, o zdravlju probavnog sustava i drugo (Mitchell, 2006).

Šećeri i zaslađivači, zbog svoje ugljikohidratne strukture, uzrokuju glikemijske odgovore u tijelu, što znači da uzrokuju povećanje razine šećera, odnosno glukoze u krvi. Glikemijskim indeksom (GI) izražava se koliko svaki gram dostupog ugljikohidrata u namirnici povisuje nivo glukoze u krvi, u referenci sa čistom glukozom. No ključna je razlika u GI čiste glukoze, stolnog šećera (saharoze) i nekih drugih zaslađivača (Tablica 1). Mjerenjem GI zaslađivači su pokazali znatno niži GI što je jedan od razloga njihove sve veće uporabe.

Zaslađivači ili sladila su po definiciji tvari (aditivi) koje dodane hrani nadopunjuju ili stvaraju sladak okus, a dijele se na zamjene za šećer (polioli) i na umjetne zaslađivače tj. umjetna sladila. Poželjna svojstva zaslađivača su: okus sličan konzumnom šećeru; izostanak boje i mirisa; ne izazivanje naknadnog okusa; mala ili neznatna energijska vrijednost; stabilnost pri svim uvjetima proizvodnje; pomoć u održavanju oralnog zdravlja; konkurentna cijena; netoksično djelovanje (Komes, Prehrambeno-bioteknološki fakultet u Zagrebu, 2019). Također, kako bi se uključili u popis prehrambenih aditiva odobrenih od strane EU, osim općih zahtjeva aditiva u hrani zaslađivači moraju zadovoljiti i sljedeća dva uvjeta (European Commission, Sugars and Sweeteners):

- 1) moraju služiti kao zamjena za šećer u proizvodnji hrane smanjene energije, u proizvodnji kariogene hrane (hrana koja izaziva karijes zuba i ostale karijesne lezije) ili hrane bez dodanih šećera;
- 2) moraju služiti kao zamjena za šećer ako to podrazumijeva povećanje roka trajanja hrane.

Tablica 1. Prikaz glikemijskog i inzulinskog odgovora kod odabranih tipova šećera i zaslađivača (prema Mitchell, 2006)

Šećer ili zamjene		Relativni glikemijski odgovor*	Kategorizacija	Relativni inzulinski odgovor**
Produkti hidrolize škroba	Maltodekstrin	91	Visok	90
Disaharidi	Maltoza	105	Visok	-
	Trehaloza	72	Visok	51
	Saharoza	68	Srednji	45
	Laktoza	46	Nizak	-
	Izomaltuloza	32	Vrlo nizak	27
Monosaharidi	Glukoza	100	Visok	100
	Fruktoza	19	Vrlo nizak	9
	Tagatoza	3	Vrlo nizak	3
Hidrogenirani monosaharidi	Eritritol	~0	Vrlo nizak	2
	Ksilitol	12	Vrlo nizak	11
	Sorbitol	9	Vrlo nizak	11
	Manitol	~0	Vrlo nizak	~0
Hidrogenirani disaharidi	Maltitol	45	Nizak	27
	Izomalt	9	Vrlo nizak	6
	Laktitol	5	Vrlo nizak	4

*Relative glycaemic response, RGR; ** Relative insulin response, RIR

Zaslađivači se razlikuju prema energetske vrijednosti, kemijskom sastavu (strukturi), porijeklu (izvoru) i intenzitetu slatkoće. Zanimljiva je podjela zaslađivača prema intenzitetu slatkoće na zaslađivače visokog intenziteta slatkoće (tj. intenzivna) i zaslađivače niskog intenziteta slatkoće (tj. ekstenzivna). Dalje, podjela sladila prema energetske vrijednosti se primarno odnosi na nutritivna i nenutritivna (Slika 1). Osnovna razlika između nutritivnih i nenutritivnih zaslađivača je u energetske vrijednosti koju imaju samo nutritivna, jer se ne metaboliziraju u organizmu (Komes, PBF, 2019). U novije vrijeme sve se češće koriste i spominju upravo oni smanjene energetske vrijednosti, a kategorizirani su kao zaslađivači: 1) kalorijski, 2) smanjene kalorijske vrijednosti i 3) bez kalorijske vrijednosti. Nutritivna sladila mogu biti monosaharidi (glukoza, fruktoza, invertni šećer), disaharidi (saharoza, maltoza, laktoza), sirupi (javorov, šećerne repe i trske, kukuruzni, sladni sirup ječma, melasa, rižin sirup), poliolli (ksilitol, manitol, sorbitol) i intenzivna sladila (aspartam, taumatin, alitam) (Komes, PBF, 2019). Sladila daju poželjnu teksturu proizvoda, vežu vodu, snižavaju temperaturu ledišta otopina u koju su dodani, služe kao izvor energije za procese fermentacije ili za sudjelovanje u Maillardovim reakcijama, korektori su kiselosti ili gorčine, ili

imaju akariogeno djelovanje (imaju povoljan utjecaj na zdravlje zubiju, sprječavaju pojavu karijesa i karijesnih lezija zuba), npr poliolli (Saulo, 2005).

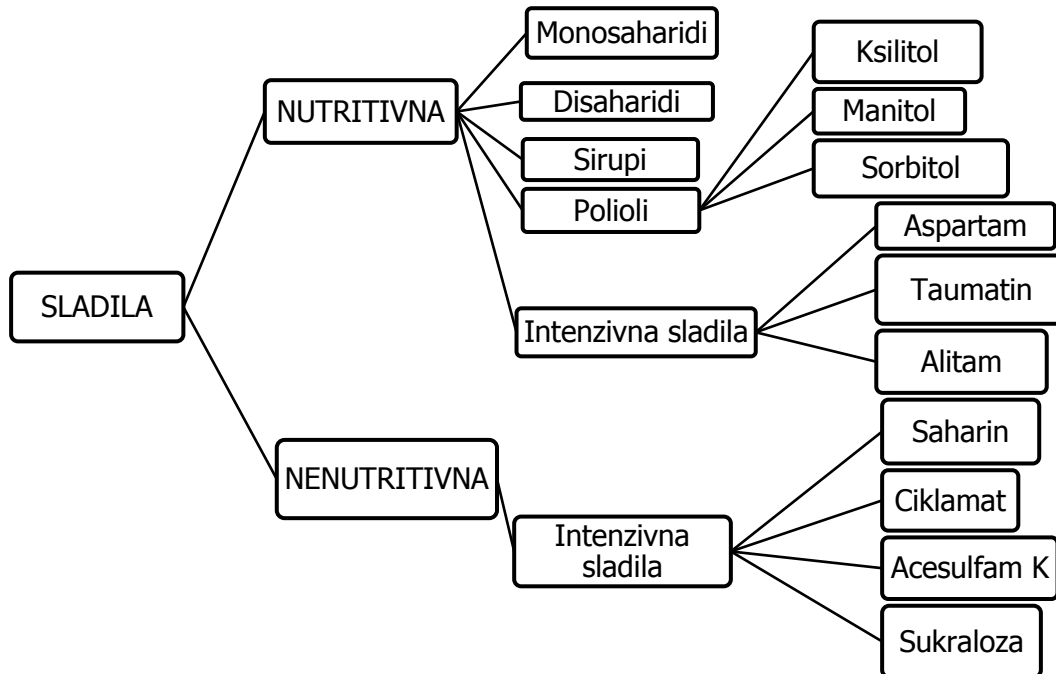
Već spomenuti, potencijalno opasni aspartam, koji se izvorno prodavao pod imenom Nutrasweet, dipeptid je asparaginske kiseline i fenilalanina te je 180 do 220 puta slađi od saharoze, no pri duljem zagrijavanju nije stabilan i može izazvati fenilketonuriju, nasljednu metaboličku bolest koja dovodi do neuroloških problema i teškog poremećaja u razvoju. Bolest je uzrokovana nedostatkom enzima fenilalanin-hidroksilaze, koji pretvara aminokiselinu fenilalanin u tirozin (Krtanjek, Medicinski fakultet, 2014). U skupinu intenzivnih sladila svrstava se i taumatin, prirodni protein dobiven iz tropske biljke *Thaumococcus Danielli* koji ima relativnu slatkoću 1500 do 2000 puta veću od saharoze, dok alitam-dipeptid asparaginske kiseline i alanina, ima i do 2000 puta veću slatkoću od saharoze.

U skupinu nenutritivnih zaslađivača ubrajaju se samo intenzivna sladila i to saharin, (natrijev) ciklomat, acesulfam K i sukralozu. Saharin, zaslađivač sintetiziran 1879. oksidacijom O-metilbenzensulfonamida, koji je nastao klorosulfonacijom toluena s klorsulfonskom kiselinom, specifičan je zbog 300 puta veće relativne slatkoće u odnosu na saharozu, stabilan je u širokom rasponu temperatura i ima gorak naknadni okus kad se konzumira u većim količinama. Spada u skupinu N-sulfonil amida, a komercijalno je dostupan u obliku natrijevih i kalcijevih soli. Zahvaljujući Michaelu Svedi, koji je 1937. na Sveučilištu u Illinoisu opazio da su soli cikloheksilsulfaminske kiseline slatkog okusa, soli ciklaminke kiseline se danas obično nazivaju ciklamatima. Relativna slatkoća ciklamata je 30-50 puta veća u odnosu na saharozu, a isto kao i saharin, stabilan je u širokom rasponu temperatura, no nema naknadni gorak okus. U prehrambenoj industriji najčešće se koriste natrijeve i kalcijeve soli ciklamata. Acesulfam K, odnosno kalijeva sol 5,6-dimetil-1,2,3-oksotiazon-4(3H)-on-2,2 dioksida, otkriven je slučajno 1967. tijekom sinteze spojeva iz skupine dihidro-oksotiazinon dioksida, a ima 130 do 200 puta veću relativnu slatkoću u odnosu na saharozu, stabilan je u širokom rasponu temperatura te nema gorak naknadni okus. Sukraloza, kao derivat saharoze ima 400 do 800 puta veću relativnu slatkoću od iste (Marie i Piggot, 1991).

Prema njihovom podrijetlu zaslađivači se dijele na prirodne i umjetne, a po strukturi na ugljikohidratne i neugljikohidratne. Podvrste prirodnih sladila su:

- 1) ugljikohidratna (glukoza, fruktoza, saharoza, trehaloza, ksiloza);
- 2) proteinska (brazein, kurkulin, mirakulin, monelin, taumatin);
- 3) poliolli (manitol, sorbitol, maltitol, laktitol, eritritol);

4) ostala (Stevija, Lou Han Guo, tagatoza, gicirizin, izomalt).



Slika 1. Podjela sladila (zaslađivača) prema energijskoj vrijednosti (Komes, PBF, 2019)

Umjetni zaslađivači su aspartam, saharin, acesulfam K, ciklamati, alitam, neotam, neohesperidin dihidrohalkon, sukraloza, dulcin i glucin. Neugljikohidratna sladila dobivena su sintezom neugljikohidratnih spojeva i uglavnom su proteinska i intenzivna sladila. Ugljikohidratna sladila uglavnom uključuju monosaharidna, disaharidna, oligosaharidna sladila, ali i nesaharozni ugljikohidrati, sladila na bazi škroba i šećerne alkohole (Mitchell, 2006). Za svaki zaslađivač Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi u Republici Hrvatskoj donijelo je odluku u kojim se proizvodima isti smiju nalaziti i u kojoj točno određenoj količini (NN 81/2008).

Kao posljedica sve veće svijesti, edukacije i interesa ljudi, umjetni zaslađivači sve više postaju dio prehrane kao alternativa šećeru. Zbog učestale pretilosti, dijabetesa i drugih zdravstvenih problema sve veći dio populacije bira upravo niskokalorične zaslađivače koji svojim povoljnim svojstvima pružaju intenzivniju slatkoću sa svega nekoliko kalorija po gramu. Njihova uporaba je širokog spektra, ali se najviše koriste se u pićima, dijetetskim

produktima, lijekovima i proizvodima za dentalnu higijenu. Njihovo reklamiranje dovelo je do sve veće popularnosti, a time i do prekomjernog korištenja, te ponekad i zlouporabe. Na žalost, mnogi potrošači krivo interpretiraju marketinške informacije vjerujući da će zaslađivačima u potpunosti suzbiti glad, apetit i smanjiti tjelesnu masu. Pokazano je da se sladila jednako koriste kod pothranjenih i pretilih osoba. Dijabetičari su najviše pogođena skupina ljudi i lako se odlučuju za uporabu proizvoda sa zaslađivačima kao zamjenom za šećer (Gaudet-Savard i sur., 2007).

Američka Uprava za hranu i lijekove (*eng. Food and Drug Administration, FDA*) odobrila je šest zaslađivača koji su sigurni za konzumaciju i općenito priznati kao sigurni (*eng. Generally Recognized as Safe; GRAS*) te utvrdila prihvatljivu dnevnu granicu unosa (*eng. Acceptable Daily Intake, ADI*, izraženu u mg/kg tjelesne mase) za svaki navedeni zaslađivač (studije provedene na životinjama) (FDA, 2018);

1) acesulfam K:

- odobren kao zaslađivač i pojačivač okusa u namirnicama općenito, osim u mesu i peradi
- 200x slađi od saharoze
- ADI (Acceptable Daily Intake, mg/kgTM/dan)= 152

2) advantam

- odobren kao zaslađivač i pojačivač okusa u namirnicama općenito, osim u mesu i peradi
- 20 000x slađi od saharoze
- ADI (Acceptable Daily Intake, mg/kgTM/dan)= 32,8

3) aspartam

- odobren kao zaslađivač i pojačivač okusa u namirnicama općenito
- 200x slađi od saharoze
- ADI (Acceptable Daily Intake, mg/kgTM/dan)= 50

4) neotam

- odobren kao zaslađivač i pojačivač okusa u namirnicama općenito, osim u mesu i peradi
- 7000-13 000x slađi od saharoze
- ADI (Acceptable Daily Intake, mg/kgTM/dan)= 0,3

5) saharin

- odobren kao zaslađivač samo u određenim specijalnim dijetetskim namirnicama i kao dodatak koji se koristi u određene tehnološke svrhe

- 200-700x slađi od saharoze
- ADI (Acceptable Daily Intake, mg/kgTM/dan)= 15

6) sukraloza

- odobren kao zaslađivač u namirnicama općenito
- 600x slađa od saharoze
- ADI (Acceptable Daily Intake, mg/kgTM/dan)= 5

Iako su odobreni i zaslađivači Luo Han Guo i stevija, isti još uvijek nisu priznati kao GRAS (*eng. Generally Recognized as Safe*). Konkretno, sigurnost komponenti stevije (steviol glikozida) nije sa sigurnošću utvrđena te se konzumacija njenih listova, kao i njenog ekstrakta ne smatra sigurnim (GRAS). Steviol glikozidi mogu se prodavati kao dodaci prehrani, ali označavanje ove tvari kao sastojka namirnice je ilegalno u SAD-u (Gaudet-Savard i sur., 2007) te je njihov uvoz u Sjedinjene Američke Države zabranjen u svrhu zaslađivača. ADI stevije nije utvrđen (FDA, 2018). Luo Han Guo ili voće redovnika, biljka je iz južne Kine koja sadrži mogrozid, glikozid kukurbitanskih derivata, nenutritivni sastojak voća prvenstveno odgovoran za njegovu karakterističnu slatkoću. Ovisno o koncentraciji mogrozida, Luo Han Guo može biti od 100 do 250 puta slađi od saharoze (FDA, 2018). Ovaj zaslađivač relativno je nov na tržištu te je potrebno sa sigurnošću utvrditi njegov utjecaj na zdravlje čovjeka. FDA ističe kako je Luo Han Guo dozvoljen za opće namjene u konvencionalnoj prehrani, ali ne i u hrani za dojenčad i hranu pod jurisdikcijom SAD-a. Uz Luo Han Guo zanimljivo je spomenuti i alitam, koji je odobren za uporabu u Južnoj Americi, Kini i Australiji, te ciklamat kao zaslađivače u vezi kojih znanstveni konsenzus o konzumaciji još nije postignut (Gaudet- Savard i sur., 2007).

Sigurnost gore navedenih zaslađivača je potvrđena, no aspartam je i dalje na meti kritika usprkos istraživanjima koja dokazuju njegovu neupitnu sigurnost (Butchko i sur., 2002). Također je potrebno spomenuti i advantam, derivat aspartama čija je sigurnost utvrđena pregledavanjem podataka iz čak 37 istraživanja na životinjama i ljudima s ciljem otkrivanja mogućih toksičnih učinaka ili štetnih utjecaja na imunološki, reproduktivni, živčani i razvojni sustav (FDA, 2018). Jedini značajni evidentirani zdravstveni problemi odnose se na polirole, od kojih je većina nepotpuno probavljiva. Naime, njihovom prekomjernom uporabom može doći do gastrointestinalnih problema i neugodnosti (Kroger i sur., 2006).

Činjenica je da se većina umjetnih zaslađivača ne metabolizira u tijelu, pa se time smatraju sigurnim za konzumaciju. Međutim, ipak se postavlja pitanje sigurnosti i brige za konzumaciju, a upravo zbog koncentracije i potencijalne toksičnosti nemetaboliziranih spojeva. Tako je šok na tržištu umjetnih zaslađivača uzrokovala zabrana korištenja ciklamata

1970. u SAD-u, iako epidemiološke studije nisu pokazale repliciranje njegovih kancerogenih učinaka kod ljudi. Istraživanje je provedeno na štakorima kojima se davalo 2600mg/kg TM smjese natrijevog ciklamata i natrij saharina (omjer 10:1) unutar 105 tjedana. Rezultati su pokazali da je 8 od 80 štakora oboljelo od raka mokraćnog mjehura, a zabilježeni su i neki smrtni slučajevi. No, treba istaknuti da su ovi rezultati odraz navedene koncentracije tvari od 2600 mg/kg TM, dok za niže koncentracije nije dokazan nikakav učinak (Price i sur., 1970). Par godina nakon ovog istraživanja, skupina znanstvenika je provela još jedno istraživanje na 35 ženki i 45 mužjaka štakora kako bi se nadopunili rezultati prethodnog istraživanja. Dajući im istu smjesu u dozama od 500, 1120 i 2500 mg/kg TM pratili su njihovo fizičko stanje, rast, učinkovitost hrane, krv, urin i patologiju nakon smrti. 12 od 70 štakora hranjenih maksimalnom dozom u razdoblju od 78. do 105. tjedna istraživanja dobila su rak mokraćnog mjehura. Dokazano je da se samo prekomjernom konzumacijom (>1680 mg/dan) povećava rizik raka mokraćnog mjehura. Ovo je bio glavni razlog uklanjanja ciklamata iz GRAS skupine nenutritivnih sladila od strane Odjela za zdravstvo, obrazovanje i socijalnu skrb SAD-a (Sharma i sur., 2016).

Studija iz Ujedinjenog Kraljevstva u trajanju od 11-12 godina pokazala je da konzumacija >2 proizvoda/mjesečno zaslađena umjetnim zaslađivačima (npr. pića) naspram konzumacije 1 takvog proizvoda tijekom istog vremenskog perioda, može se povećati rizik za oboljenje od koronarne bolesti srca i kronične bolesti bubrega (Sharma i sur., 2016).

Istraživanje iz 2007., koje je uključivalo oboljele od dijabetesa tipa II (n=14 muškaraca), pratilo je razinu glukoze u krvi nakon kratkotrajne tjelesne aktivnosti. Pokazalo se da doručak koji sadržava aspartam dovodi do rasta razine glukoze i inzulina, slično kao i kod saharoze, što dovodi do zaključka da bi konzumacija takvih zaslađivača mogla biti štetna za dijabetičare (Gaudet-Savard i sur., 2007).

Sljedeće istraživanje (Yanina Pepino i sur., 2013) obuhvatilo je manji slučajni uzorak (n=17), od čega su 15 bile žene osjetljive na inzulin (Afroamerikanke; 35 godina; gojazne ITM=42.3±1.6 kg/m²). Testirala se fiziološka reakcija organizma na toleranciju glukoze (eng. oral *glucose tolerance test*; OGTT), tj. na konzumaciju 75 g sukraloze nakon 10 min. Kontrolna skupina uzela je 60 mL obične vode, a interventna 2 mmol/L otopine sukraloze. OGTT se provodio natašte ujutro u razmaku od tjedan dana, a uz obavezan noćni post (Grotz i Jokinen, 2014). U zaključku kod ispitanika koji inače ne konzumiraju nenutritivne zaslađivače, rezultati su implicirali da sukraloza ima glikemijski i hormonalni odgovor u organizmu jer povećava količinu glukoze u plazmi uslijed fiziološkog opterećenja sukralozom.

Dakle, podupire se ideja da sukraloza nije metabolički inertna, već ima i fiziološke učinke. No ipak, zbog toga što rezultati nisu statistički značajni, ne pokazuje se ni klinički značajan utjecaj zaslađivača na kontrolu glikemije. Nadalje, manje promjene osjetljivosti na inzulin pokazane ovom studijom, mogu biti rezultat mnogih čimbenika. Na primjer, različit unos hrane i menstrualni status mogu uzrokovati osjetljivosti na inzulin te ih je teško kontrolirati u kliničkim studijama. Također moguća je prikrivenost utjecaja zbog nekontroliranja bitnih uvjeta istraživanja (vježbanje, unos hrane u danima koji su prethodili noćnom postu, menstrualni status itd.). Isto tako, različito pražnjenje želuca može značajno utjecati na rezultate OGTT-a. Tako da u konačnici ovo istraživanje nije mjerodavno te ga je nužno provesti na većem i heterogenijem uzorku, uključujući djecu i druge redovite konzumente takvih zaslađivača (Yanina Pepino i sur., 2013).

Iako većina studija *in vitro* podupire ideju da umjetni zaslađivači mogu povećati izlučivanje GLP-1 iz enteroendokrinih stanica, istraživanje iz 2015. jedno je od rijetkih istraživanja na ljudima, koje je ispitalo učinke aspartama i sukraloze na razinu glukoze u krvi, inzulin, c-peptid i hormone crijeva GLP-1 u novodijagnosticiranom dijabetesu tipu 2 i zdravih ispitanika. Važno je bilo utvrditi jesu li umjetna sladila metabolički inertna ili aktivna zbog učestale konzumacije i dijabetičara i zdravih osoba u svakodnevnom životu. Rezultati su pokazali da sukraloza povećava otpuštanje GLP-1 i snižava razinu glukoze u krvi kod zdravih ispitanika, ali ne i u novodijagnosticiranom dijabetesu tipa 2 (Temizkan i sur., 2015).

Druga višestruka klinička ispitivanja na ljudima su pokazala da sukraloza nema klinički značajan učinak ni na GLP-1, kao ni biološki učinak na metabolizam ugljikohidrata. Zaključeno je da kod zdrave populacije i kod dijabetičara, sukraloza akutno ili kronično ne utječe na homeostazu glukoze ili inzulina. Jednako tako, ističe se da interakcija sukraloze ili bilo kojeg nenutritivnog zaslađivača ne uzrokuje nepovoljno djelovanje na homeostazu glukoze. Regulatorna zdravstvena tijela diljem svijeta zaključila su da je sukraloza sigurna za uporabu. FDA također navodi sukralozu kao sigurnu za uporabu. Dalje se navodi da sukraloza nema utjecaja na izlučivanje inzulina ili postprandijalne razine glukoze u krvi životinja ili ljudi. Prema tome, raspoloživi dokazi ukazuju na to da je sukraloza sigurna za konzumaciju te bez klinički značajnog učinka na akutnu ili dugotrajnu razinu glukoze u krvi (Grotz i Jokinen, 2014).

Mnogi korisni učinci nenutritivnih zaslađivača ostaju nevažeci u velikim kliničkim studijama, a neki noviji dokazi također dovode u pitanje njihove prethodno utvrđene prednosti (Sharma i sur., 2016). Iako je mnogo istraživanja provedeno na ovu temu, ograničavajuća je činjenica

da dio populacije koristi zaslađivače kao dodatak prehrani, dok je većina studija ipak provedena na populaciji koja je u potpunosti zamijenila šećer zaslađivačima. Neke su studije izvijestile o pozitivnoj korelaciji između njihove uporabe i povećanja tjelesne mase, dok je nedostatak studija povezan s odabirom uzorka. Istraživanje iz 2008. ukazalo je na pozitivnu korelaciju doziranja sladila i fiziološkog odgovora u tijelu, točnije pozitivna veza između potrošnje pića koja sadrži zaslađivače i učestalosti pretilosti u pojedinaca (ITM <30). Stoga se nameće zaključak da je teško formirati konkretno mišljenje o nenutritivnim zaslađivačima, obzirom mnoštvo prehrambenih i zdravstvenih faktora sudjeluje u interakciji s njima i njihovim unosom na fiziologiju (Gaudet-Savard i sur., 2007). Dakle, potrebno je dizajnirati studije koje uzimaju u obzir čim već broj navedenih pristranosti kako bi se dobio konkretan zaključak vezan za ovu temu.

Nasuprot svemu gore spomenutom, sve je više dokaza da zaslađivači doprinose disfunkciji metabolizma, negativno utječu na tjelesnu masu, toleranciju glukoze, apetit i osjetljivost okusa. Možda je od svega ovoga navedenoga najzanimljiviji utjecaj sladila na mikrobiotu ljudi (Abbot, 2014). Nedavni objavljeni rezultati izvijestili su da je za miševe dugoročno hranjene nenutritivnim zaslađivačima (t=11 tjedana) uočen razvoj intolerancije glukoze mijenjanjem mikrobioma crijeva. Miševi su hranjeni različitim oblicima prehrane (normalna prehrana, prehrana s visokim udjelom masti), dok im je davana voda bila ili s dodatkom glukoze ili s pomiješanom glukozom i saharinom. Saharinska grupa na dijetnom režimu s visokim udjelom masti razvila je izraženu intoleranciju glukoze u usporedbi s kontrolnom skupinom, a ta intolerancija je anulirana antibioticima te s prenosivom fekalnom transplantacijom. Time je potvrđen štetan utjecaj saharina na mikrobiom, nakon čega je uslijedila debata uz mnogobrojna pitanja, poput onoga, može li se uporabom tih zaslađivača kod ljudi stvoriti metabolički poremećaj i povećati rizik za progresiju dijabetesa i pretilosti. U skladu s time potrebna su daljnja istraživanja koja će rasvijetliti nepoznanice vezane za tu temu.

Umjetni zaslađivači se svakodnevno rabe u raznim prehrambenim, kozmetičkim i dijetetskim proizvodima, tako je njihovo uklanjanje iz svakodnevnog života prilično kompliciran zadatak. Svejedno, u pogledu sigurnosti konzumacije bitno je imati na umu specifične grupe ljudi, tzv. visoko rizične skupine (trudnice, dojilje, dijabetičari, pacijenti s epilepsijom itd.) koje su posebno osjetljive na prisustvo zaslađivača u organizmu. Pedijatrijsko-epidemiološka studija je pronašla pozitivnu korelaciju između unosa napitka koji sadrže nenutritivne zaslađivače i povećanja tjelesne mase (Brown i sur., 2010). Dalje, kod epileptičara neka pretklinička ispitivanja su pokazala smanjenje praga za konvulzije, dok su

pak neke druge studije pokazale malu antikonvulzivnu aktivnost. U zaključku, zaslađivači se moraju koristiti s oprezom kod osoba s niskim pragom napadaja (Maher i Wurtman, 1987). Istraživanje iz Danske na 59.334 trudnica otkrilo je da unos umjetno zaslađenog pića povezan s povećanim rizikom od prijevremenog poroda (Halldorsson i sur., 2010). Također izloženost saharozu u ranom životu, tj. saharozom bogatom prehranom kod štakora, rezultirala je povećanom tjelesnom masom potomstva i većom razinom triglicerida jetre. Dijabetičarima treba savjetovati da konzumiraju nenutritivne u minimalnim količinama jer novi dokazi upućuju na to da dugotrajna upotreba može biti štetna (Sedova i sur., 2007). Dijabetičarima treba savjetovati da konzumiraju nenutritivne u minimalnim količinama jer novi dokazi upućuju na to da dugotrajna upotreba može biti štetna (Gaudet-Savard i sur., 2007).

Američka udruga za dijetetiku navodi da zaslađivače ne smiju koristiti djeca mlađa od 2 godine i da se tijekom trudnoće i dojenja njihova konzumacija smanji ili ukoni. Ciklomat, saharin i proizvodi koji sadrže saharozu (kao stolni šećer) u najboljem slučaju treba izbjegavati, dok se ostali mogu koristiti u umjerenim količinama.

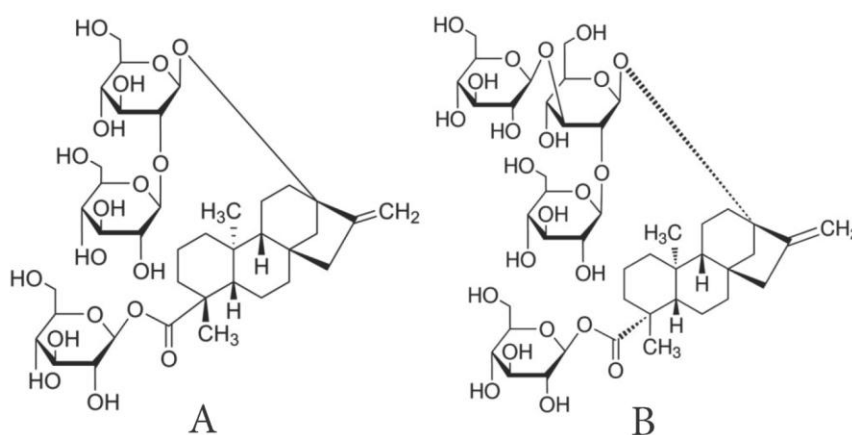
Uspješnim marketingom zaslađivača, njihova konzumacija sve više raste u društvu. Upravo radi toga razni liječnici, dijetetičari i ostali stručni/profesionalni dionici moraju kvalitetno i savjesno davati svoje preporuke i savjete o korištenju istih. Umjetni zaslađivači konzumirani u dnevnoj prihvatljivoj količini mogu pomoći u ograničavanju unosa ugljikohidrata i energije, pa time i balansirati unos glukoze te vlastite tjelesne mase. Dijetetičari bi trebali izračunati energetska razina za svakog pojedinačnog potrošača na temelju dobi, spola, prehrambenog statusa i tjelesne aktivnosti. Individualizirani cilj treba postaviti nakon što se napravi plan prehrane koji uključuje umjetne zaslađivače te je konzumente/pacijente nužno poticati na uspostavu uravnotežene prehrane i na održavanje kontrole tjelesne mase. Nikako nije preporučljivo zamijeniti hranjive namirnice poput mlijeka i voća zaslađivačima. Osim toga, obavezno potrošačima treba objasniti pozitivne i negativne strane umjetnih sladila jer činjenica je da, iako su pogodni za regulaciju mase, nisu u potpunosti definirana sva pitanja o njihovom djelovanju (Gaudet-Savard i sur., 2007).

7. Upotreba Stevije

Biljka stevija, točnije *Stevia rebaudiana* (Bertoni) višegodišnja je zeljasta biljka iz roda *Stevia* koji ubraja ukupno 269 vrsta biljaka. Ova biljka spada u porodicu *Asteraceae*, odnosno glavočika a naraste i preko više od 80cm. Specifični nasuprotni i nazubljeni listovi slatkog su

okusa zbog čega njihova upotreba datira već iz 1887. god. u Paragvaju gdje su ih tamošnji Guaraní Indijanci koristili kao zaslađivač i prirodni lijek za dijabetes i povišen tlak, te za lakše zacjelivanje rana, meljući njeno lišće u sitni prah. Biljka je podrijetlom iz sjeveroistočnog Paragvaja i dijelova Brazila, ali danas se uzgaja u Urugvaju, središnjoj Americi, Izraelu, Tajlandu, Australiji, Japanu, Koreji i Kini (Leung i Foster, 2010). Stevija je prirodni zaslađivač i, za razliku od šećera, ne izaziva karijes, štiti usnu šupljinu i sprječava nastajanje zubnog plaka, nema kalorijsku vrijednost niti štetnih nuspojava poput umjetnih zaslađivača te je otporna na visoke temperature. Njeni listovi se suše na suncu nekoliko dana, a mogu se kuhati i piti kao čaj. Čini se da suvremeni svijet sve više upoznaje svojstva ove biljke i sve je više stavlja ispred sintetskih lijekova i aditiva. Stevija danas ima status biljke s dokazanom farmakološkom aktivnošću i sve značajnijom primjenom kao prirodni zaslađivač.

U 19. stoljeću steviju je Europi predstavio švicarski znanstvenik dr. Moisés Santiago Bertoni i tako omogućio njezino širenje po cijelom svijetu, a od 1931. godine bio je poznatiji njen kemijski sastav i samo djelovanje. Naime, francuski kemičari su iz listova stevije izolirali dva spoja: rebaudiozid A (2-4%) i steviozid (5-10%), odgovorne za njezinu izuzetnu slatkoću, čak 200 do 300 puta slađu od saharoze (Slika 2.). Rebaudiozid-A je bolje topljiv i daje okus sličniji saharози (Brusać Kovačević i sur., 2018). Kemijski sastav stevije je složen; navedeni spojevi iz lišća, koji joj daju specifičnu slatkoću po kemijskoj strukturi su entkaurenski diterpenski steviol glikozidi. Listovi također sadrže i rebaudiozid C (1-2%) i dulkozid A (do 1%) te neke manje značajne i slabije zastupljene rebaudiozide B, D i E (Šić Žlabur i sur., 2013). Steviol glikozidi sastavljeni su od aglikonskog diterpena steviola i triju molekula šećera, uglavnom glukoze i rijetko ramnoze. Slatkoća pojedinih steviol glikozida je vrlo različita.



Slika 2. Kemijska struktura spojeva steviozida (A) i rebaudiozida A (B) (Bursać Kovačević i sur., 2018)

Osim ova dva dominantna spoja, provedeno je i israživanje i izolacija spoja rebaudiozid M koje je utvrdilo njegova mnoga korisna svojstva i veliki potencijal kao zaslađivač u napitcima i prehrambenim proizvodima. Unatoč mogućoj naknadnoj pojavi slabo gorkog ili slatkog okusa, rebaudiozid M zbog povoljnih senzorskih svojstava, izostanka energetske vrijednosti i stabilnosti unutar visokih i niskih pH vrijednosti, smatra se prikladnim za industriju hrane i pića te prikladnim za miješanje s drugim nekaloričnim ili ugljikohidratnim sladilima (Prakash i sur., 2014).

Stevija je namirnica bez kalorijske vrijednosti, a i prikladna je u prehrambenoj industriji zbog termostabilnosti i širokog spektra pH njenih sastojaka, steviozida i rebaudiozida A, pa je često korištena u pekarskoj industriji (Šic Žlabur i sur., 2013). Nadalje, izolacijom njenih bioaktivnih komponenti može se postići doprinos farmaceutskoj i prehrambenoj industriji u svrhu proizvodnje aditiva u hrani, pomoćnih tvari u proizvodnji farmaceutskih i kozmetičkih proizvoda ili kao fitokemikalije. Za učinkovitu ekstrakciju tih spojeva, potrebne su inovativne tehnologije ekstrakcije čija će učinkovitost biti veća, a obrada kraća. Stoga se koriste nove tehnike ekstrakcije kao što su: ekstrakcija uz pomoć mikrovalova (MAE), ekstrakcija potpomognuta visokim tlakom (HPAE), ekstrakcija superkritičnim fluidom (SFE), ekstrakcija uz pomoć ultrazvuka (UAE) itd. Nove tehnike osiguravaju veću učinkovitost, smanjuju potrošnju energije i otapala, veći prinos, bolju kontrolu temperature i veću kvalitetu ekstrakta. Primjena novih tehnika za izolaciju bioaktivnih komponenti ima mnoge prednosti, no visoki troškovi uređaja i uvjeta obrade ipak ograničavaju primjenu tih tehnologija u industriji. Ipak, ove tehnologije mogu biti prikladne zbog izbjegavanja moguće degradacije spojeva uzrokovanih visokim temperaturama, stoga su te metode prikladne za izolaciju termolabilnih spojeva u svrhu očuvanja hranjivih i bioloških svojstava ekstrakata.

Stevija svoju popularnost u prehrambenoj industriji svakako duguje „Coca-Coli“, zajedno s odobravanjem od strane FDA, čime počinje njena intenzivnija proizvodnja i uzgoj. Danas se uzgaja diljem svijeta, ali je i dalje njezin najveći proizvođač Kina s oko 13 400 ha posađenih stevijom, kao i najveći svjetski izvozač steviozida (Šic Žlabur i sur., 2013).

Osim steviozida, biljka stevija je okarakterizirana kao dobar izvor proteina, minerala i esencijalnih aminokiselina. Ekstrakt lista stevijice pokazuje visoku razinu antioksidacijskog djelovanja, kao i raznolikost fitokemikalija (niacin, dulkozid, riboflavin, β -karotena itd.) koji utječu na uklanjanje slobodnih elektrona i superoksidnih radikala što stevijicu čini prirodnim antioksidansom (Šic Žlabur i sur., 2013). Upravo radi polifenola koje sadrži, kao i klorofila te

karotenoida koji se mogu ekstrahirati u svrhu proizvodnje nutraceutika i funkcionalne hrane te zbog prehrambenih i tehnoloških prednosti u odnosu na saharozu, razvijeni su i optimizirani inovativni pristupi za ekstrahiranje visokovrijednih bioaktivnih spojeva iz listova stevije (Bursać Kovačević i sur., 2018).

Za steviozid je dokazana netoksičnost u testovima akutne toksičnosti na kunićima, zamorcima i peradi. Dva tjedna nakon ispitivanja nije bilo značajne razlike u tjelesnoj težini ili težini organa životinja. Provedeno je također ispitivanje subakutne toksičnosti na štakorima unutar razdoblja od 50 dana do koncentracije od 7,0% steviozida u hrani, no rezultati nisu bili statistički značajni. Studije o učinku steviozida na plodnost pokazale su da nema nikakvih abnormalnih promjena parenja ili plodnosti kao ni ikakve teratogene učinke. Različiti testovi nisu pokazali ni mutagenu ili genotoksičnu aktivnost; međutim, prijavljena je mutagena aktivnost metaboliziranog steviola (Leung i Foster, 2010).

EFSA (eng. European Food Safety Authority) je 2018. dala znanstveno mišljenje o uporabi glukoziliranog steviol glikozida kao aditiva u hrani. Odbor je zaključio da su dostavljeni podaci nedovoljni za procjenu sigurnosti pripravaka glukoziliranog steviol glikozida. EFSA također definira steviol glikozide kao smjesu od minimalno 95% steviozida i/ili rebaudiozida A (EFSA, 2010). Steviozid je kao sladilo ocijenjivano više puta kao i sigurnost steviol glikozida od strane zajedničkog izvješća stručnog odbora Organizacije za prehranu i poljoprivredu te Svjetske zdravstvene organizacije (eng. „The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives“; JECFA) utvrđena je, kao i ADI za steviol glikozide (izražene kao ekvivalenti steviola) od 4 mg/kg TM/dan. Vijeće je zaključilo da steviol glikozidi, koji zadovoljavaju JECFA specifikacije, nisu kancerogeni, genotoksični ili povezani s bilo kojom reproduktivnom ili razvojnom toksičnošću.

Zaslađivači stevije odobreni su kao takvi u mnogim zemljama, uključujući SAD, EU, Japan, Kinu, Brazil i dr. (Prakash i sur., 2014). Na temelju pregleda dostupnih stručnih i znanstvenih izvora, Hrvatska agencija za hranu (HAH) utvrdila je 2011. godine ADI za steviol glikozide od 4 mg/kg TM/dan. Zbog nedostatka dovoljno čvrstih dokaza o sigurnosti uporabe svih dijelova biljke, zaključeno je (HAH, 2013) da njeno korištenje, ili korištenje njezinih suhih listova moguće jedino u smjesi ostalim biljnim vrstama koje su dozvoljene Pravilnikom o dodacima prehrani (NN 46/11). Proizvodi sa *Steviom rebaudianom* obilježeni su dijetetski pripravci i po zakonu se mogu koristiti kao zaslađivači (NN, 63/11; 79/11).

Sastav biljke *Stevia rebaudiana* upućuje na razne pozitivne učinke na zdravlje. Fokus većine istraživanja stavljen je na praćenje utjecaja stevije na razinu šećera u krvi te

smanjenje krvnog tlaka u kojima se bolesnicima davala stevija umjesto konzumnog šećera. Također se pratio odnos konzumiranja stevije i povećanog krvnog tlaka (Japan) gdje je konzumacijom stevije zabilježen pad krvnog tlaka. Rezultati pojedinih studija međusobno se naravno razlikuju, ali se za sada sa sigurnošću može reći da stevija zaista utječe na razinu glukoze u krvi, razinu inzulina, na krvni tlak i izlučivanje natrija putem urina, te na profil lipida i tjelesnu masu ispitanika. Također kao dodatan bonus je njena energetska vrijednost ravna nuli, koja može biti ključ za kvalitetniju prehranu i strategija za smanjenje tjelesne mase kao i liječenja raznih bolesti (Krtanjek, 2014).

8. Zaključak

- Konzumacija ugljikohidrata varira diljem svijeta te ovisi o više čimbenika poput dobi, spola, zemlji porijekla, urbanoj ili ruralnoj sredini stanovanja, ali i o individualnim potrebama organizma kod pojedinca.
- Sve veća konzumacija šećera kroz različite prehrambene proizvode dovodi do akutnog problema pretilosti gdje se procjenjuje da danas u svijetu obitava >500 milijuna pretilih osoba.
- Prema uputama WHO-a, a zbog zaštite i očuvanja zdravlja, unos šećera je bitno održavati ispod 10 % od ukupnog dnevnog energetskog unosa. Također ističu zamjenu jednostavnih šećera složenima i predlažu prehranu obogaćenu žitaricama s cjelovitim zrnom, voćem i povrćem kao glavnim izvorom neškrobnih polisaharida. Ističe se također važnost stabilnog indeksa tjelesne mase i kontrole medija u prehrani djece i adolescenata.
- Same smjernice za dnevni unos šećera i/ili zamjena za šećer nisu dovoljne u unaprjeđenju zdravlja, stoga WHO također nadodaje i preporuke za umjerenu fizičku aktivnost od 1h/dan za većinu dana u tjednu.
- FDA je proglasio 6 zaslađivača sigurnima i utvrdio prihvatljivu dnevnu razinu njihovog unosa (acesulfam K, advantam, aspartam, neotam, saharin, sukraloza).
- Stevija se smatra dobrom i kvalitetnom zamjenom za šećer zbog svog prirodnog-biljnog podrijetla, visoke relativne slatkoće, dobre nutritivne vrijednosti, antioksidacijskih svojstava, pozitivnog utjecaja na zdravlje, i izostanka energetske vrijednosti. Njena uporaba je kontrolirana, kao i uporaba ostalih zaslađivača.
- Mnogo je opozitnih informacija vezano za zaslađivače koje su dostupne javnosti stoga je nužna edukacija te savjesno i odgovorno ponašanje pojedinca. Jedina

sigurnost je poštivanje regulativa i smjernica koje donose svjetske i europske organizacije (WHO, USDA, FDA, EFSA).

9. Popis literature

Abbot A. (2014) Sugar substitutes linked to obesity: Artificial sweetener seems to change gut microbiome. *Nature* **513** (7518): 290.

Axelson J.M., DelCampo D.S. (1978) Improving teenagers' nutrition knowledge through the mass media. *Journal of Nutrition Education* **10**: 30-33.

Brown R.J., de Banate M.A., Rother K.I. (2010) Artificial sweeteners: A systematic review of metabolic effects in youth. *International Journal of Pediatric Obesity* **5**: 305–312.

Bursać Kovačević D., Maras M., Barba F.J., Granato D., Roohinejad S., Mallikarjunan K., Montesano D., Lorenzo J.M., Putnik P. (2018) Innovative technologies for the recovery of phytochemicals from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves: A review. *Food Chemistry* **268**: 513–521.

Butchko H.H., Stargel W.W., Comer C.P., Mayhew D.A., Benninger C., Blackburn G.L., de Sonneville L.M., Geha R.S., Hertelendy Z., Koestner A., Leon A.S., Liepa G.U., McMartin K.E., Mendenhall C.L., Munro I.C., Novotny E.J., Renwick A.G., Schiffman S.S., Schomer D.L., Shaywitz B.A., Spiers P.A., Tephly T.R., Thomas J.A., Trefz F.K. (2002) Aspartame: Review od safety. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* **35**: 1-93.

Choudhary A.K., Lee Y.Y. (2018) Neurophysiological symptoms and aspartame: What is the connection? *Nutritional Neuroscience* **21**: 306-316.

EFSA (2010) EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) Scientific opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal* **8** (2): 1537, EFSA- European Food Safety Authority

EFSA (2018) EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) Scientific opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal* **16** (3): 5236, EFSA- European Food Safety Authority

European Commission. Sugars and Sweeteners. EU Science Hub, Health Promotion and Disease Prevention Knowledge Gateway, Health Promotion and Disease Prevention, Nutrition, <<https://ec.europa.eu/jrc/en>> Pristupljeno 8.5.2019.

FDA (2018) U.S. Food and Drug Administration, Additional Information about High-Intensity Sweeteners Permitted for Use in Food in the United States. FDA- Food and Drug Administration, <<https://www.fda.gov/>> Pristupljeno 7.5. 2019.

FDA (2018) U.S. Food and Drug Administration, GRAS Notices. FDA- Food and Drug Administration, <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/?set=GRASNotices&sort=GRN_No&order=DESC&startrow=1&type=basic&search=stevio> Pristupljeno 7.5.2019.

FDA (2018) U.S. Food and Drug Administration, GRAS Notices. FDA- Food and Drug Administration, <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/?set=GRASNotices&sort=GRN_No&order=DESC&startrow=1&type=basic&search=siraitia> Pristupljeno 7.5.2019.

Gaudet-Savard T., Ferland A., Broderick T.L., Garneau C., Tremblay A., Nadeau A., Poirier P. (2007) Safety and magnitude of changes in blood glucose levels following exercise performed in the fasted and the postprandial state in men with type 2 diabetes. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation* **14** (6): 831-836.

HAH (2013) Znanstveno mišljenje o mogućnosti korištenja biljke Stevia Rebaudiana Bertoni u hrani. HAH- Hrvatska agencija za hranu, <<https://www.hah.hr/>> Pristupljeno 11.5.2019.

Halldorsson T.I., Strøm M., Petersen S.B., Olsen S.F. (2010) Intake of artificially sweetened soft drinks and risk of preterm delivery: A prospective cohort study in 59,334 Danish pregnant women. *The American Journal of Clinical Nutrition* **92**: 626–633.

Harvard T.H. Chan School of Public Health (2012) Department of Nutrition at Harvard School of Public Health. Sugary drink supersizing and the obesity epidemic, <<https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/healthy-drinks/sugary-drinks/>> Pristupljeno 8.2.2019.

Harvard T.H. Chan School of Public Health, Department of Nutrition at Harvard School of Public Health, <<https://www.hsph.harvard.edu/nutrition/>> Pristupljeno 8.2. 2019.

Harvard T.H. Chan School of Public Health. The Nutrition Source. Healthy Drinks. Sugary Drinks, <<https://www.hsph.harvard.edu/>> Pristupljeno 8.2.2019.

Hess J., Latulippe M.E., Ayoob K., Slavin J. (2012) The confusing world of dietary sugars: definitions, intakes, food sources and international dietary recommendations. *Food & Function* **3**: 477-486.

Indra Prakash I., Markosyan A., Bunders C. (2014) Development of next generation stevia sweetener: Rebaudioside M. *Foods* **3**: 162-175.

Kara R. Goldfein, Joanne L. Slavin (2015) Why sugar is added to food. *Food Science* **101**

Komes D. (2019) Sladila. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Kroger M., Meister K., Kava R. (2006) Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: A review of the safety issues. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **5** (2): 35-47.

Krtanjek J. (2014) Zasladivači i zdravlje. Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Lee Grotz V., Jokinen J.D. (2014) Comment on Pepino et al. Sucralose affects glycemic and hormonal responses to an oral glucose load. *Diabetes Care* 2013;36:2530–2535. *Diabetes Care* **37** (6): e148.

Leung A. Y., Foster S. (2010) Encyclopedia of common natural ingredients used in foods, Drugs and Cosmetics. 3.izd. John Wiley & Sons. str. 576.-578.

Maher T.J., Wurtman R.J. (1987) Possible neurologic effects of aspartame, a widely used food additive. *Environmental Health Perspectives* **75**: 53–57.

Marie S., Piggot J. R. (1991) Handbook of sweeteners. Springer, Boston.

Medanić D., Pucarín-Cvetković J. (2012) Pretilost – javnozdravstveni problem i izazov. *Acta Med Croatica* **66**: 347-355.

Mitchell H. (2006) Sweeteners and sugar alternatives in food technology. 2.izd. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

Oser B.L., Carson S., Cox G. E., Vogin E. E., Sternberg S.S. (1975) Chronic toxicity study of cyclamate: Saccharin (10 : 1) in rats. *Toxicology* **4** (3): 385-386.

Prakash I., Markosyan A., Bunders C. (2014) Development of next generation stevia sweetener: Rebaudioside M. *Foods* **3**: 162-175.

Pravilnik o dodacima prehrani (2011) *Narodne novine* **46** (NN 46/2011)

Pravilnik o označavanju, reklamiranju i prezentiranju hrane (2011) *Narodne novine* **63** (NN 63/2011)

Pravilnik o prehrambenim aditivima (2008) *Narodne novine* **81** (NN 81/2008)

Pravilnik o standardima kvalitete zdravstvene zaštite i načinu njihove primjene (2011) *Narodne novine* **79** (NN 79/2011)

Price J. M., , Biava C. G., Oser B. L., Vogin E. E., Steinfeld J., Ley H. L. (1970) Bladder tumors in rats fed cyclohexylamine or high doses of a mixture of cyclamate and saccharin. *Science* **167** (3921): 1131-1132.

Saulo A. A. (2005) Sugars and sweeteners in foods. *Food Safety Technology* **16**: 1-7.

Sedova L., Šeda O., Kazdová L., Chylíková B. (2007) Sucrose feeding during pregnancy and lactation elicits distinct metabolic response in offspring of an inbred genetic model of metabolic syndrome. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* **292** (5): 1318-1324.

Sharma A., Amarnath S., Thulasimani M., Ramaswamy S. (2016) Artificial sweeteners as a sugar substitute: Are they really safe? *Indian Journal of Pharmacology* **48** (3): 237–240.

Slavin J. (2014) Two more pieces to the 1000-piece carbohydrate puzzle. *The American Journal of Clinical Nutrition* **100** (1): 4-5.

Slavin J., Carlson J. (2014) Carbohydrates. *Advances in Nutrition* **5**: 696-733.

Spillane W.J. (2006) Optimising sweet taste in foods, 1.izd., Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, str. 415-428.

Suez J., Korem T., Zeevi D., Zilberman-Schapira G., Thaiss C.A., Maza O., i sur. (2014) Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature* **514**: 181–186.

Šic Žlabur J., Voća S., Dobričević N., Ježek D., Bosiljkov T., Brnčić M. (2013) *Stevia rebaudiana* Bertoni - A Review of nutritional and biochemical properties of natural sweetener. *Agriculturae Conspectus Scientificus* **78** (1): 25-30.

Talevi A., Enrique A.V., Bruno-Blanch L.E. (2012) Anticonvulsant activity of artificial sweeteners: A structural link between sweet-taste receptor T1R3 and brain glutamate receptors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* **22**: 4072–4044.

Temizkan S., Deyneli O., Yasar M., Arpa M., Gunes M., Yazici D., Sirikci O., Haklar G., N Imeryuz N., Yavuz D. G. (2015) Sucralose enhances GLP-1 release and lowers blood glucose in the presence of carbohydrate in healthy subjects but not in patients with type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition* **69**: 162–166.

Ter Horst K.W., Serlie M.J. (2017) Fructose consumption, lipogenesis, and non-alcoholic fatty liver disease. *Nutrients* **9** (9): 981.

USDA (2010) USDA Dietary Guidelines for Americans. U.S. Department of Health and Human Services. Food and Nutrition Service. USDA- United States Department of Agriculture, <<https://www.usda.gov/>> Pristupljeno 26.3.2019.

Varzakas S., Labropoulos A., Anestis S. (2016) Sweeteners. Nutritional aspects, application, and production technology, 1.izd., CRC Press INC, str. 437.

Vrána A., Fábry P., Kazdová L. (1973) Effect of dietary fructose on fatty acid synthesis in adipose tissue and on triglyceride concentration in blood in the rat. *Nutrition & Metabolism* **15**: 305-313.

WHO (2003) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series, No. 916, Geneva. WHO- World Health Organization, <<https://www.who.int/>> Pristupljeno 28.3.2019.

WHO (2014) The science behind the sweetness in our diets, *Bulletin of the World Health Organization* **92**: 780-781. WHO- World Health Organization, <<https://www.who.int/>> Pristupljeno 22.2.2019.

WHO (2014) WHO Global status report on noncommunicable diseases, Geneva. WHO- World Health Organization, <<https://www.who.int/>> Pristupljeno 8.2.2019.

WHO (2015) Sugars intake for adults and children, Geneva. WHO- World Health Organization, <<https://www.who.int/>> Pristupljeno 15.2.2019.

Wilson R. (2007.) Sweeteners, 3.izd., Wiley-Blackwell, str. 297.

Yanina Pepino M., Tiemann C. D. Patterson B. W., Wice B. M., Klein S. (2013) Sucralose affects glycemic and hormonal responses to an oral glucose load. *Diabetes Care* **36** (9): 2530–2535.

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Iva Perić

ime i prezime studenta