



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Katarina MAČEK

**VPLIVI PROSTIH SLADKORJEV V HRANI NA
ZDRAVJE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij - 1. stopnja Živilstvo in prehrana

Ljubljana, 2018

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Katarina MAČEK

VPLIVI PROSTIH SLADKORJEV V HRANI NA ZDRAVJE

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij - 1. stopnja Živilstvo in prehrana

EFFECT OF FREE SUGAR CONTENT IN FOOD ON HEALTH

B. SC. THESIS

Academic Study Programmes: Field Food Science and Nutrition

Ljubljana, 2018

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 613.2:664.1:641.1(043)=163.6
- KG prehrana, sladkorji, prosti sladkor, prehranska priporočila, presnova, vpliv na zdravje, debelost, srčno žilne bolezni, sladkorna bolezen tipa 2, zasvojenost, živila, vsebnost sladkorja
- AV MAČEK, Katarina
- SA KREFT, Marko (mentor), BENEDIK, Evgen (recenzent)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2018
- IN VPLIVI PROSTIH SLADKORJEV V HRANI NA ZDRAVJE
- TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij - 1. stopnja Živilstvo in prehrana)
- OP VI, 24 str., 2 pregl., 43 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI V živilih so različni prosti sladkorji, najpogosteje saharoza in glukozno fruktozni sirup. Dodatek sladkorja v živila ima poleg vloge izboljšanja okusa še številne druge pomembne tehnološke vloge. Uporaba sladkorja je skozi zgodovino naraščala, prav tako je v časovno enakem okvirju začela naraščati pogostost kroničnih nenalezljivih bolezni. Številne znanstvene raziskave so usmerjene v odkrivanje vpliva prostih sladkorjev v hrani na zdravje. Pozitivne povezave med sladkorjem in nenalezljivimi kroničnimi boleznimi so znane pri uživanju sladkih pijač, ki predstavljajo velik delež zaužitih prostih sladkorjev v naši prehrani. Sladkor vpliva na razvoj zobnega kariesa, pri čemer so pomembni dejavniki količina, pogostost in konsistenca zaužite sladke hrane. Ob veliki količini zaužitega sladkorja lahko pride do debelosti, saj s sladkorjem zaužijemo veliko količino energije, ki se shranjuje v telesu v maščobnih celicah. Redno uživanje sladkih pijač vpliva na razvoj povišanega krvnega tlaka in povišanje trigliceridov v krvi. Na drugi strani je malo raziskav potrdilo povezavo med uživanjem sladkorja in sladkorno boleznijo tipa 2, prav tako so nejasne povezave med uživanjem sladkorja in odvisnostjo od sladkorja. Na slovenskem tržišču najdemo veliko izdelkov z visoko vsebnostjo sladkorja. Z branjem deklaracij lahko izberemo izdelke z manj sladkorja. Na področju vpliva sladkorja na zdravje bo treba narediti še veliko raziskav, predvsem takih, ki bodo trajale daljše časovno obdobje in bodo vezane neposredno na človeka. Potrebno bo urediti tudi ustrezno označevanje prostih sladkorjev na deklaracijah izdelkov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 613.2:664.1:641.1(043)=163.6
- CX nutrition, sugars, free sugar, dietary recommendations, metabolism, effect on health, obesity, cardiovascular diseases, diabetes mellitus type 2, addiction, foods, content of sugar
- AU MAČEK, Katarina
- AA KREFT, Marko (supervisor), BENEDIK, Evgen (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2018
- TI EFFECT OF FREE SUGAR CONTENT IN FOOD ON HEALTH
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes: Field Food Science and Nutrition)
- NO VI, 24 str., 2 pregl., 43 vir.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Different free sugars are part of foods, most commonly sucrose and glucose fructose syrup. In addition to the function of flavour enhancement, the addition of sugar in the food has many other important technological functions. The use of sugar has been increasing throughout history, and the incidence of chronic non-communicable diseases has begun to increase in the same time frame. Numerous scientific studies are aimed at detecting the effect of free sugars in food on health. Positive links between sugar and diseases has been found in the consumption of sugar sweetened beverages, which represent a large share of consumed free sugars in our diet. Sugar has an influence on the development of dental caries, where the most important factors for its emergence are the quantity, frequency and consistency of consumed sweet foods. Large amount of sugar consumed are associated with development of obesity, due to the large amount of energy consumed with sugar. Excess energy is stored in the form of fat cells. Regular consumption of sugar sweetened beverages affects the development of raised blood pressure and triglycerides in the blood. On the other hand, few studies confirmed the direct link between sugar consumption and type 2 diabetes. There are also unclear links between sugar consumption and sugar addiction. On the Slovenian market, there are many products that contain very high amounts of sugar. That is why reading declarations is important because we can choose products with less sugar in it. In the area of the impact of sugar on health, much research will still be needed, especially those that will last for a longer period of time and will be linked directly to humans. Proper labelling of free sugars on product declarations will also need to be regulated.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	VII
1 UVOD	1
2 ZGODOVINA UPORABE SLADKORJA	1
3 DODANI SLADKORJI	2
3.1 RAZLIČNE DEFINICIJE DODANEGA SLADKORJA	2
3.2 PREHRANSKA PRIPOROČILA	3
3.3 VRSTE PROSTIH SLADKORJEV	3
3.3.1 Glukoza in fruktoza	3
3.3.2 Saharoza	4
3.3.3 Med	5
3.3.4 Glukozno fruktozni sirup	5
4 PRESNOVA SLADKORJA	6
4.1 BIOKEMIJSKA PRESNOVA SAHAROZE, SINTEZA GLIKOGENA IN SINTEZA MAŠČOBNIH KISLIN	6
4.2 HORMONSKI NADZORNI SISTEM METABOLIZMA SLADKORJEV	7
4.3 GLIKEMIČNI INDEKS IN GLIKEMIČNA OBREMENITEV	8
5 VPLIVI NA ZDRAVJE	9
5.1 SLADKOR IN ZOBNA GNILOBA	9
5.2 SLADKOR IN DEBELOST	11
5.3 SLADKOR IN SRČNO ŽILNE BOLEZNI	13
5.4 SLADKOR IN SLADKORNA BOLEZEN	14
5.5 SLADKOR IN ZASVOJENOST S SLADKORJEM	15
6 PREGLED IZDELKOV NA SLOVENSKEM TRGU	15
6.1 RAZLOGI ZA DODAJANJE SLADKORJA	15
6.2 ŽIVILA NA SLOVENSKEM TRGU	16
6.3 PRIMER OBROKA	17
7 ZAKLJUČEK	19
8 VIRI	20

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Zajtrk z več sladkorja	17
Preglednica 2: Zajtrk z manj sladkorja	18

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AHA	Ameriško združenje za srce (angl. American Heart Association)
ATP	adenozin-5'-trifosfat
aw	vodna aktivnost
EFSA	Evropska agencija za varnost hrane (angl. European Food Safety Authority)
FADH ₂	flavinadenin dinukleotid
FDA	Uprava za hrano in zdravila (angl. Food and Drug Administration)
GI	glikemični indeks
GLUT 2	prenašalec za glukozo 2 (angl. glucose transporter 2)
GLUT 5	prenašalec za glukozo 5 (angl. glucose transporter 5)
GTP	gvanozin-5'-trifosfat
GO	glikemijska obremenitev
ITM	indeks telesne mase
NADH	nikotinamid adenin dinukleotid
NADPH	nikotinamid adenin dinukleotid fosfat
SBT2	sladkorna bolezen tipa 2
SGLT1	od natrija odvisen transportni protein za glukozo (angl. sodium-glucose linked transporter)
SŽB	srčno žilne bolezni
WHO	Svetovna zdravstvena organizacija (angl. World Health Organization)

1 UVOD

Sladkor je iz nekoč luksuzne dobrine, ki so si jo lahko privoščili le bogati, postal dobrina, ki nam je dostopna na vsakem koraku (Lean in Te Morenga, 2016). Z izboljšanjem življenjskih razmer in vedno večjo uporabo sladkorja je začelo naraščati tudi število prekomerno težkih ljudi, bolnikov, obolelih za sladkorno boleznijo tipa 2, srčno žilnimi boleznimi in rakavimi obolenji (Clemens in sod., 2016). Povezava med debelostjo in kroničnimi nenalezljivimi boleznimi je znana. S tem globalno naraščajočim problemom se je začelo ukvarjati vedno več znanstvenikov, ki so v želji po odkritju glavnega krivca za nenalezljive kronične bolezni okrivili več sestavin živil. Sol v živilih povzroča visok krvni tlak, holesterol v jajcih povečuje možnost nastanka srčno žilnih bolezni. V zadnjih letih je v ospredju škodljivost sladkorja (Rippe in Angelopoulos, 2016).

Povzročal naj bi debelost, prispeval k nealkoholni zamaščenosti jeter, povečeval možnost za nastanek zobnega kariesa, sladkorne bolezni tipa 2 in srčno žilnih bolezni. Pojavljajo se celo domneve o zasvojenosti s sladkorjem. Pridobljenih podatkov iz študij še niso uspeli v celoti uporabiti za izboljšanje človekove prehrane. Dodatno zmedo v laično javnost vnašajo mediji, ki pridobljene rezultate študij napačno interpretirajo ali preveč poenostavijo (Rippe in Angelopoulos, 2016).

Industrija sladke hrane in pijač ima od prodaje takih živil velik dobiček. V njihovem interesu je, da se podatki raziskav, ki potrjujejo škodljivi učinek sladkorja ne razširijo v laično javnost, saj bi zmanjšana prodaja takih živil, zanje predstavljala manjši dobiček. Industrija velik del denarja namenijo za oglaševanje sladke hrane, njihovi glavna tarča pa so otroci, mame in ljudje z nižjim dohodkom. Pogosto pa raziskave o škodljivosti sladkorja tudi financirajo, da bi zaščitili svoj dobiček in se ohranili na trgu. Zato je potrebno biti pri iskanju resničnih informacij o škodljivosti sladkorja v hrani previden in preveriti kdo je raziskavo izvajal in kdo financiral (Bailin in sod., 2014).

2 ZGODOVINA UPORABE SLADKORJA

Po koncu neolitika, približno pred 2500 leti, so ljudje ugotovili, da lahko iz sladkornega trsa pridobijo sladkor. Gojenje sladkornega trsa se je najverjetneje začelo v Indiji in se počasi širilo na Kitajsko, dele Afrike, Karibsko otočje in Brazilijo. Kljub vse večjim pridelovalnim površinam, je cena sladkorja ostajala zelo visoka. Sladkor je vse do začetka 18. stoletja predstavljal luksuzno dobrino, ki so jo hranili v zaklenjenih škatlah. Potrebe po sladkorju so se povečevale. Zato so sladkorni trs začeli gojiti na plantažah. Sladkorni trs za svojo rast potrebuje toplo podnebje z dovolj padavinami, prav zato so bili Karibi idealno območje za njegovo gojenje. Tako se je v Novem veku začelo večletno trgovanje s sladkorjem. Evropejci, predvsem Španci, Portugalci in Britanci, so ob prihodu na ozemlje Karibov prevzeli oblast nad avtohtonim prebivalstvom in ga začeli iztrebljati. Dodatno delovno silo, ki so jo potrebovali za delo na plantažah, so pripeljali iz Afrike. Tako je bil

ustvarjen trikotnik za trgovanje. Afriškim vodjem so pošiljali oblačila, orožje in dobrine, v zameno za sužnje, ki so jih z ladjami prepeljali na Karibe in jih tam uporabili za delovno silo. Pridobljen sladkor na plantažah so nato poslali v Veliko Britanijo, kjer so ga predelali. S tem so se začeli zametki industrije sladkorja, kot jo poznamo danes. Z leti so izboljšali ekstrakcijo sladkorja iz sladkorne raztopne in razvili proces rafinacije. Cena sladkorja je padala, potrebe po njem pa so se močno povečale (Yudkin, 2013). V 19. stoletju, v času Napoleonovih vojn, je bila oskrba centralne Evrope s sladkorjem iz Velike Britanije onemogočena, zato so začeli iskati nove možnosti in odkrili sladkorno peso ter jo začeli gojiti in uporabljati za proizvodnjo sladkorja. Leta 1812 so v Franciji odprli prvo tovarno sladkorja. Zaradi vedno večje količine žit iz Rusije je njihova cena na zahodnem delu Evrope začela padati, zato so se kmetje začeli usmerjati v pridelavo drugih bolj dobičkonosnih pridelkov, kot je bila sladkorna pesa. Centralno evropske oblasti so se začele zavedati ekonomske pomembnosti sladkorja in so za gojenje sladkorne pese začele dajati različne subvencije, da bi s tem spodbudile njeno pridelavo. V odgovor na to je Velika Britanija leta 1870 opustila visoke davke na sladkor. S tem se je začela množična uporaba sladkorja tudi med manj premožnim prebivalstvom (Clemens in sod., 2016). Sladkor je izboljšal sprejemljivost mnogim živilom, med njimi kavi in čokoladi (Goldfein in Slavin, 2015). Poraba sladkorja iz začetka 18. stoletja, ko je vsak prebivalec zaužil približno 2 kg sladkorja na leto, je do leta 1870 narasla na 21 kilogramov, v 20. stoletju pa dosegla vrednost 45 kg na prebivalca na leto (Clemens in sod., 2016).

3 DODANI SLADKORJI

3.1 RAZLIČNE DEFINICIJE DODANEGA SLADKORJA

Za dodane sladkorje v hrani imajo različne organizacije različne definicije, kar lahko povzroči zmedo in napačno interpretacijo tako pri predstavnikih živilske industrije, kot pri potrošnikih (Goldfein in Slavin, 2015). Ameriška Uprava za hrano in zdravila (FDA) dodane sladkorje v hrani definira kot sladkor, ki je dodan hrani med predelavo ali njeno pripravo, vključno s sadnimi koncentraty, ne vključuje pa naravno prisotnih sladkorjev v sadnih sokovih (Erickson in Slavin, 2015). Podobno dodane sladkorje definira Ameriško združenje za srce (AHA). Po njihovi definiciji med dodane sladkorje spadajo sladkorji, ki so dodani med predelavo živil ali pred zaužitjem, pa naj bodo ti v naravni obliki, kot beli ali rjavi sladkor in med, kot tudi kemijsko pridobljeni sladkorji - glukozno fruktozni sirup (Erickson in Slavin, 2015). Za razliko od zgornjih dveh organizacij, Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) namesto izraza dodani sladkorji uporablja izraz prosti sladkorji. Mednje prištevajo monosaharide in disaharide, ki so hrani in pijači dodani s strani proizvajalca, kuharja ali končnega potrošnika, hkrati pa med proste sladkorje prištevajo tudi naravno prisotne sladkorje v sadnih sokovih, medu in sadnih koncentratih. Naravno prisotne sladkorje v sadju, zelenjavi in mleku ne štejejo med proste sladkorje, saj za njih ob uživanju ni dokazanih negativnih učinkov na zdravje (WHO, 2015). Iz zgoraj napisanega lahko ugotovimo, da je na področju dodanega sladkorja precejšnja zmeda. Dodatno zmedo

pri potrošniku povzroči to, da iz deklaracije ne more razbrati količine dodanih sladkorjev v izdelku, temveč lahko ugotovi le koliko skupnega sladkorja (naravno prisotnega sladkorja v živilu in dodanega s strani proizvajalca) vsebuje izbran izdelek (Erickson in Slavin, 2015). Za določanje hranil na deklaraciji se uporabljajo kemijske metode. Z njimi lahko določimo količino maščob, beljakovin, ogljikovih hidratov in soli. Pri dodanih sladkorjih nastane problem, saj se ti kemijsko ne razlikujejo od naravno prisotnih sladkorjev v živilu, in jih zato ne moremo ločeno analizirati (Goldfein in Slavin, 2015).

3.2 PREHRANSKA PRIPOROČILA

Tako kot se razlikujejo definicije dodanega sladkorja, se razlikujejo tudi priporočila o njihovem uživanju (Goldfein in Slavin, 2015). Po priporočilih WHO, naj vnos prostih sladkorjev ne bi presegal 10 % dnevnega energijskega vnosa. Zmanjšanje vnosa prostih sladkorjev na 5 % dnevnega vnosa energije s sladkorjem pa naj bi po njihovem mnenju dodatno pripomoglo k zmanjšanju zobne gnilobe (WHO, 2015). AHA svetuje, naj vnos dodanih sladkorjev pri moških ne presega 150 kcal/dan (9 čajnih žličk/dan), pri ženskah pa 100 kcal/dan (6 čajnih žličk/dan) (Johnson in sod., 2009). Evropska agencija za varnost hrane (EFSA) je v letu 2010 izdala poročilo, v katerem je objavila, da ne more postaviti zgornje meje še dopustnega vnosa dodanega sladkorja, zaradi pomanjkljivih podatkov in premajhnega števila dokazov za negativne posledice njihovega uživanja (EFSA, 2010). Zavezali so se, da bodo do leta 2020 z ekipo strokovnjakov iz različnih področij naredili dovolj veliko število raziskav in s tem pridobili ustrezne podatke, s pomočjo katerih bodo lahko napisali prehransko priporočilo za uživanje dodanega sladkorja (EFSA, 2017). Smernice zdravega prehranjevanja za dojenčke, ki jih uporabljamo v Sloveniji, odsvetujejo uživanje sladkih pijač in sladke hrane pri dojenčkih, predvsem zaradi preprečevanja nastajanja zobnega kariesa in debelosti. Obdobje v prvem letu otrokovega življenja je pomembno za razvijanje okusa. Če se dojenček prehitro sreča s sladkimi živilmi, lahko uvajanje drugih živil predstavlja velik problem, saj se dojenček hitro navadi sladkega okusa in zaradi tega začne zavračati druga živila. Prav tako je priporočljivo, da otrok v prvem letu življenja ne uživa medu in pijač sladkanih z njim, saj njegovo uživanje predstavlja nevarnost za okužbo z bakterijo *Clostridium botulinum* (Bratanič in sod., 2010).

3.3 VRSTE PROSTIH SLADKORJEV

3.3.1 Glukoza in fruktoza

Glukoza je monosaharid (Clemens in sod., 2016). Predstavlja osnovni gradnik za številne ogljikove hidrate, med njimi laktozo, saharozo, glikogen in škrob. Naše celice jo uporabljajo kot vir energije. Je glavna molekula v procesu glikolize, ki daje intermediate za glavne biokemijske procese v našem telesu. Naš organizem jo lahko sam sintetizira v procesu glukoneogeneze iz beljakovin in maščobnih kislin (Boyer, 2005).

Tudi fruktoza je monosaharid, ki ga najdemo v sadju, zelenjavi, medu in žitih. Je slajša od saharoze in glukoze. Večino fruktoze se za razliko od glukoze, ki se lahko presnavlja v različnih organih, presnovi v jetrih (Rippe in Angelopoulos, 2016). Presnova fruktoze lahko poteka po različnih poteh. Lahko se pretvori do piruvata in nato v Krebsovem ciklu do CO₂, iz fruktoze se lahko tvori laktat, možna je tudi pretvorba v glukozo, ki se v jetrih presnovi ali gre v krvni obtok. Pri veliki količini zaužite fruktoze se ta lahko skladišči v obliki glikogena (Clemens in sod., 2016). V manjši meri se lahko fruktoza s pomočjo *de novo* lipogeneze pretvori v maščobne kisline in nato v trigliceride, ki so lahko skladiščeni v jetrih ali pa se sprostijo v krvni obtok (Rippe in Angelopoulos, 2016). Raziskave, v katerih so uporabljali visoke količine fruktoze (predstavlja 60 % dnevnega energijskega vnosa) na modelnih živalih, so pokazale, da lahko pride do povišanja krvnih trigliceridov in holesterola. Zaradi njenega majhnega vpliva na inzulin naj bi upočasnila izkoriščanje maščob in pri ljudeh, ki imajo predispozicijo za debelost, vodila k povišanju telesne mase. V študijah na podganah so ugotovili, da visoka koncentracija zaužite fruktoze dviguje količino sečne kisline, ki naj bi povzročila začasno izpraznitev jetrnega ATP-ja in povzročila povišanje trigliceridov v jetrih (Clemens in sod., 2016).

Težava pri dosedanjih raziskavah je v tem, da so bile količine zaužite fruktoze izjemno visoke, kakršnih človek v običajnih razmerah ne zaužije. Zato bo za večje razumevanje vpliva fruktoze na zdravje, potrebno raziskati še druge dejavnike kot so vpliv drugih sladkorjev v hrani na presnovo fruktoze, vpliv stopnje predelave živila z visoko vsebnostjo fruktoze in vpliv posameznikove genetike, presnove ter življenjskega sloga. Pomembne raziskave potekajo tudi na živilih, ki naravno vsebujejo veliko fruktoze in kažejo drugačne vplive, kot če je fruktoza zaužita v obliki saharoze oziroma glukozno fruktoznega sirupa. V sadju poleg fruktoze najdemo veliko zaščitnih snovi in vlaknin, ki bi lahko vplivale na presnovo fruktoze v našem telesu (Clemens in sod., 2016).

3.3.2 Saharoza

Saharoza je disaharid, sestavljen iz molekule fruktoze in molekule glukoze, ki se pri prebavi ločita in vsaka posebej vstopata v biokemijske procese v telesu. Oba anomerna ogljikova atoma sta povezana z glikozidno vezjo, zato saharoza spada med nereducirajoče sladkorje. Saharozi pravimo tudi namizni sladkor in je najpogosteje uporabljena kot dodani sladkor v hrani, najdemo jo tudi kot naravno prisoten sladkor v večini sadja in zelenjavi (Boyer, 2005).

Poznamo dve obliki namiznega sladkorja. Beli sladkor, ki mu je s postopkom rafinacije odstranjena melasa, in rjavi sladkor, ki vsebuje od 3,5 do 6,5 % melase, ki je s postopkom rafinacije niso odstranili. V laični javnosti se pojavlja zmotno mišljenje o tem, da je rjavi sladkor boljši od belega, ter da ga lahko zato uporabljamo kot zdravo zamenjavo belemu sladkorju (Pajk Žontar, 2013). Rjavi sladkor zaradi melase vsebuje nekaj Na, Cl, K, Ca,

Mg in vitaminov B kompleksa (OPKP, 2018), vendar so te količine vitaminov in mineralov zanemarljive in bi morali, če bi želeli, da imajo prehranski pomen, rjavega sladkorja pojesti zelo veliko, kar bi imelo enak negativen učinek na zdravje, kot če bi uživali beli sladkor. Prav tako ni bistvene razlike v energijskem vnosu med rjavim in belim sladkorjem. Razlika med njima je bolj v senzoričnih lastnostih. Ker rjavi sladkor vsebuje del melase, je nekoliko manj sladek, zaradi česar se lahko zgodi, da ga v jed dodamo več, da dosežemo enako sladkost, kot pri dodajanju belega sladkorja (Pajk Žontar, 2013).

3.3.3 Med

Med je sladka snov, ki jo izdelajo čebele s pomočjo nektarja iz cvetov rastlin ali mane. Glede na to ga delimo na gozdnega in cvetličnega. Sestavljen je iz treh različnih vrst sladkorja. Največji delež predstavlja fruktoza, nekoliko manj je glukoze, najmanj pa saharoze. Razmerje med posameznimi vrstami sladkorja je odvisno od vrste medu in prisotnosti encima invertaze, ki razgrajuje saharozo na fruktozo in glukozo. V medu najdemo še vodo, nekatere vitamine in minerale, encime, beljakovine in aromatične snovi. Tako kot pri namiznem rjavem sladkorju, so te količine zanemarljive (Plut, 2018).

3.3.4 Glukozno fruktozni sirup

Glukozno fruktozni sirup v mnogih živilih predstavlja nadomestilo saharozi. Zaradi tekoče oblike ga lažje uporabljajo v industriji, in je cenejši kot običajen sladkor. Proces pridelave poteka v dveh stopnjah. Najprej s pomočjo amilolitičnih encimov hidrolizirajo škrob (koruzni, pšenični). S tem dobijo raztopino glukoze, v katero nato dodajo encim glukoza izomeraza, ki del glukoze v raztopini pretvori v fruktozo. Glede na razmerje glukoze in fruktoze se za sirup uporabljajo različna imena. V Evropi se najpogosteje uporablja izraz fruktozno-glukozni sirup, v Ameriki pa je najbolj razširjen izraz visoko fruktozni koruzni sirup. Tako pripravljen sirup je zaradi večje vsebnosti fruktoze bolj sladkega okusa kot saharoza. Glukozno fruktozni sirup se pogosteje uporablja v Združenih državah Amerike, kljub temu pa trend uporabe narašča tudi v Evropi (EUFIC, 2018). Zaradi visoke vsebnosti fruktoze, ki se presnavlja drugače kot glukoza, lahko uporaba glukozno-fruktoznega sirupa predstavlja tveganje za zdravje, uporaba glukozno fruktoznega sirupa po nekaterih raziskavah predstavlja tveganje za zdravje (Clemens in sod., 2016). Druge raziskave škodljivega učinka uporabe glukozno fruktoznega sirupa niso potrdile (Rippe in Angelopoulos, 2016).

4 PRESNOVA SLADKORJA

4.1 BIOKEMIJSKA PRESNOVA SAHAROZE, SINTEZA GLIKOGENA IN SINTEZA MAŠČOBNIH KISLIN

V enterocite lahko vstopijo le monomerne molekule (Boyer, 2005). Zato se mora saharoza, da lahko vstopi v presnovo, razgraditi na osnovna gradnika. S pomočjo encima saharoza izomaltaza se v ustih in tankem črevesu hidrolizira na glukozo in fruktozo. Glukoza se preko transporterja SGLT1 prenese v kri (Koren, 2004; Mathers in Wolever, 2009). Fruktoza se v črevesno celico prenese z olajšano difuzijo s pomočjo prenašalca GLUT 5 (Mathers in Wolever, 2009). Absorpcija fruktoze je odvisna od količine prenašalca GLUT 5, zato poteka počasneje kot absorpcija glukoze (Clemens in sod., 2016). Ko sta obe molekuli, tako glukoza kot fruktoza, v enterocitu, se v kri preneseta s pomočjo prenašalca GLUT 2. Po krvnem obtoku se glukoza in fruktoza najprej preneseta po portalni veni v jetra. Hitrost absorpcije glukoze in fruktoze iz tankega črevesa v kri je pogojena s hitrostjo hidrolize disaharidov in polisaharidov s pomočjo encimov iz črevesnih resic in trebušne slinavke (Mathers in Wolever, 2009). Pri zaužitju velike količine fruktoze naenkrat se vsa ne more absorbirati s pomočjo GLUT 5, zato začne prehajati v tanko in debelo črevo, kjer fermentira s pomočjo črevesnih bakterij, kar lahko povzroči bolečine v trebuhu (občutek napihnjenosti) in drisko. To imenujemo fruktozna malabsorbcija. Pri uživanju fruktoze skupaj z ostalimi sladkorji - saharozo, glukozo ali kompleksnejšimi ogljikovimi hidrati, se absorpcija fruktoze izboljša in ne prihaja do črevesnih težav (Clemens in sod., 2016).

Večina fruktoze se v jetrih presnovi v hepatocitih, zato ne pride do močnega dviga fruktoze v krvi (Mathers in Wolever, 2009). Da lahko fruktoza vstopi v glikolizo, se mora v jetrih s pomočjo encima fruktokinaza pretvoriti v fruktoza-1-fosfat, nato pa se s pomočjo encima fruktoza-1-fosfat aldolaza pretvoriti v dva intermedijata, ki nastajata med glikolizo (Boyer, 2005). Glukoza se delno izkoristi v jetrih, večina pa se po krvi prenese v mišice in ostala tkiva, kjer vstopa v proces glikolize. Glukoza drugače kot fruktoza povzroči dvig njene koncentracije v krvi po zaužitem obroku (Mathers in Wolever, 2009).

Glikoliza predstavlja osrednjo metabolno pot v človekovem organizmu. Poteka v citosolu, kjer se glukoza s pomočjo encimov kot glavna vstopna molekula s pomočjo 10 reakcij pretvori v dve molekuli piruvata. Energija, ki nastane s pomočjo oksidacije glukoze, se porabi za sintezo 2 molekul ATP in 2 molekul NADH. V aerobnih pogojih piruvat vstopa v matriks mitohondrijev, kjer se s pomočjo encimskega kompleksa piruvat dehidrogenaza pretvori v acetil-CoA, CO₂ in reduciran koencim NADH. Molekula acetil-CoA nato vstopa v Krebsov cikel, kjer se v nizu cikličnih reakcij oksidira do CO₂. S pomočjo encimsko kataliziranih reakcij v Krebsovem ciklu poleg molekul CO₂ nastaja energija, ki se shranjuje v obliki ATP in GTP molekul ter reduciranih molekulah koencima NADH in FADH₂. Vmesni intermedijati Krebsovega cikla: citrat, α-ketoglutarat, sukcinil-CoA, malat in oksaloacetat, se uporabijo za biosintezo aminokislin, porfirinov, maščobnih kislin ter

nukleotidnih baz. Pri glikolizi in Krebsovem ciklu se le manjši del sproščene energije med oksidacijo molekule glukoze neposredno prevede v molekule ATP. Ostanek energije se zbere v obliki elektronov, vezanih v reduciranih koencimih NADH in FADH₂. Zato je za nastanek ATP-ja ključen zadnji del presnove glukoze, ki poteče s pomočjo prenosa elektronov po verigi za prenos elektronov v notranji membrani mitohondrija. Ta vsebuje posebne respiratorne komplekse, po katerih se NADH in FADH₂ prenašata do končnega prejemnika O₂, kjer se oksidirata, pri tem pa nastane molekula vode. Najboljši reducent v tej verigi predstavlja NADH, najboljši oksidant pa O₂. To omogoča neprekinjen tok elektronov, za katerega ni potrebna dodatna energija. Pri prenosu elektronov prek verige za prenos elektronov se sprosti veliko energije, ki se porablja za proces sinteze ATP-ja. Prenos elektronov in sinteza ATP-ja skupaj predstavljata zadnjo reakcijo pretvorbe glukoze v energijo in jo imenujemo oksidativna fosforilacija (Boyer, 2005).

Večina glukoze se oksidira po glikolitični poti. Del glukoze se lahko pretvori po fosfoglukonatni poti, imenovani tudi pentozafosfatna pot. Poteka v maščobnem tkivu, jetrih, skorji nadledvične žleze in mlečnih žlezah. Tako kot pri glikolizi poteče oksidacija glukoze, razlika je v končnem produktu, ki je pri pentozafosfatni poti riboza-5-fosfat. Poleg riboze-5-fosfata nastaja še NADPH, ki se v procesu presnove porabi v različnih procesih biosinteze. Molekule fruktoza-6-fosfat, glukoza-6-fosfat in gliceraldehid-3-fosfat, ki nastanejo z nadaljnjim neoksidativnim načinom presnove, povezujejo fosfoglukonatno pot z glikolizo (Boyer, 2005).

Kadar s hrano zaužijemo velike količine ogljikovih hidratov, med katere štejemo tudi sladkorje, se ti začnejo skladiščiti. Najprej se skladiščijo v jetrih in mišicah v obliki glikogena. Ta je rezervni polisaharid v živalski celici, zgrajen iz molekul glukoze, ki so povezane z α -1,4 in α -1,6 glikozidnimi vezmi. Skladiščenje glikogena v našem telesu je omejeno. V jetrih se ga lahko skladišči do 10 % mase tkiva, v mišicah pa približno 1 % mase tkiva. Ko so rezerve glikogena polne, se začne glukoza s procesom glikolize preko piruvata in nato s pomočjo encima piruvat-dehidrogenaze pretvarjati v acetil-CoA, ki je prekursorska molekula v biosintezi maščobnih kislin. Tako se začne odvečna glukoza v telesu skladiščiti v obliki maščob (Boyer, 2005).

Acetil-CoA predstavlja pomembno molekulo pri biosintezi holesterola, kjer se v prvi stopnji nastajanja holesterola povežejo 3 molekule acetil-CoA in iz njih nastaja mevalonat, eden izmed vmesnih produktov pri nastajanju holesterola (Boyer, 2005).

4.2 HORMONSKI NADZORNI SISTEM METABOLIZMA SLADKORJEV

Količina glukoze v krvi je natančno hormonsko nadzorovana. Njena vrednost pri zdravem človeku nekaj ur po obroku znaša okrog 4,5 mmol/L, po obroku, ki je vseboval približno 90 g ogljikovih hidratov, 30 g beljakovin in 20 g maščob, pa 6-7 mmol/L. Tudi pri stradanju koncentracija glukoze v krvi le redko pade pod 3 mmol/L (Boyer, 2015).

Glavna hormona pri uravnavanju koncentracije glukoze v krvi sta inzulin in glukagon, ki sta si po svojem učinku nasprotna. Inzulin je hormon, ki ga izločajo β -celice Langerhansovih otočkov trebušne slinavke. Njegova naloga v organizmu je, da zniža preveliko količino glukoze v krvi in nam sporoča, da smo siti. Ob previsoki koncentraciji glukoze v krvi se začne pod njegovim vplivom glukoza pospešeno prenašati v mišice in maščobno tkivo, v jetrih pa se začne sinteza glikogena in trigliceridov. Zmanjša se hidroliza trigliceridov, ki so v maščobnih celicah in začne se glikoliza v jetrih (Boyer, 2005). Žleze v tankem črevesu skupaj s sluzjo izločajo hormone (gastnin, sekretin, holecistokinin), ki poleg nadzora prebave ob povečani količini glukoze v krvi ojačajo odziv β -celic Langerhansovih otočkov trebušne slinavke in izločanja inzulina (Koren, 2004).

Drug pomemben hormon pri uravnavanju glukoze v krvi je glukagon. Izločajo ga α -celice trebušne slinavke. V nasprotju z inzulinom se izloča, kadar je količina glukoze v krvi prenizka (Boyer, 2005). Glavna organa, na katera deluje, so jetra in adipozno tkivo. V jetrih sproži glikogenolizo, v maščobnem tkivu pa lipolizo (Koren, 2004). Ob njegovem delovanju se začne razgradnja glikogena v jetrih in glukoneogeneza, pri kateri se glukoza sintetizira *de novo* iz aminokislin, glicerola, piruvata in laktata (Boyer, 2005).

Tudi adrenalin sodeluje pri metabolizmu ogljikovih hidratov. Za razliko od inzulina in glukagona se izloča iz sredice nadledvične žleze, kot odziv na stresne situacije iz okolja (Boyer, 2005). Aktivira lipaze, da začnejo pospešeno razgrajevati trigliceride, in poveča razgradnjo glikogena v mišicah. Rezultat njegovega delovanja je povečana količina glukoze in maščobnih kislin v krvi, ki ju lahko takoj porabimo za energijo (Koren, 2004). Adrenalin zavira delovanje inzulina in povečuje delovanje glukagona (Boyer, 2005).

4.3 GLIKEMIČNI INDEKS IN GLIKEMIČNA OBREMENITEV

Glikemični indeks (GI) živila nam pove, kako posamezno živilo vpliva na porast glukoze v krvi. Živila z visokim GI močno dvignejo raven glukoze v krvi, medtem ko živila z nizkim GI manj spreminjajo koncentracijo glukoze v krvi. (Mathers in Wolever, 2009; American Diabetes Association, 2014).

Ameriško združenje za diabetes glede na vrednost GI deli živila na 3 kategorije. Živila z nizkim glikemičnim indeksom - manjšim od 55. V to kategorijo spadajo ovseni kosmiči, ječmen in večino sadja ter neškrobnate zelenjave. Živila s srednjim GI, ki imajo vrednost med 56 in 69. Mednje spadajo predvsem polnozrnat pšenični in polnozrnat ržen kruh, kuskus in rjavi riž. Zadnja kategorija je kategorija živil z visokim GI - višjim od 70. Sem spadajo bel kruh, koruzni kosmiči, pokovka in buče (American Diabetes Association, 2014).

Na GI vplivajo različni dejavniki, med drugimi zrelost sadja in zelenjave, oblika živila (trdno, kašasto, tekoče), škrobna sestava, način priprave ter stopnja kuhanja (Pi-Sunyer, 2002). Glikemični indeks predstavlja vrednost pri uživanju ene vrste živila naenkrat (Pi-Sunyer, 2002). Glikemična obremenitev (GO) obroka predstavlja produkt med GI in količino ogljikovih hidratov v obroku (Augustin in sod., 2015). Komponente živil, ki jih uživamo v obroku, medsebojno vplivajo na GI vrednost živila (Pi-Sunyer, 2002). Vsebnost topnih vlaknin v živilu poveča viskoznost črevesne vsebine in upočasni prehajanje skozi prebavni trakt. Maščobe, prisotne v živilu, upočasnijo praznjenje želodca. Posledica obeh učinkov je znižana GI vrednost. Beljakovine v obroku spodbujajo izločanje inzulina, kar pomaga pri hitri odstranitvi glukoze iz krvnega obtoka (Whitney in sod., 2011).

Z vidika varovanja zdravja je zaželeno, da je nihanje glukoze v krvi tekom dneva čim manjše, saj so ugotovili, da veliko nihanje v koncentraciji glukoze povzroča večji oksidativni stres. Uživanje obrokov z nizko GI/GO vrednostjo pomaga pri zniževanju LDL holesterola v krvi in zmanjša nihanje glukoze, zaradi počasnejše absorpcije, predvsem v kombinaciji s fermentabilno prehransko vlaknino. Po zaužitju obroka z visokim GI oz. GO, glukoza močno naraste, s tem pa tudi koncentracija sproščenega inzulina. Kot odziv na to stanje pride do močnega znižanja krvnega sladkorja, kar povzroči krajši občutek sitosti in prehitro željo po ponovnem uživanju hrane. Uživanje živil z nizkim GI in nizko GO tako po nekaterih študijah pripomore k zmanjšanju tveganja za nastanek srčno žilnih bolezni (SŽB), sladkorne bolezni tipa 2 (SBT2), nekaterih vrst raka ter pomaga pri zniževanju in ohranjanju normalne telesne mase. Večji učinek uživanja hrane z nizkim GI se je pokazal pri debelih ljudeh in tistih, ki imajo inzulinsko rezistenco, vendar se pozitivni učinki kažejo tudi pri zdravih ljudeh (Augustin in sod., 2015).

Nizek GI imajo lahko tudi živila, ki vsebujejo veliko maščob ali fruktoze, zato je pri izbiri živil potrebno biti pozoren tudi na to, koliko drugih ugodnih hranil vsebujejo, da bo živilo čim bolj hranilno bogato (Whitney, 2011).

5 VPLIVI NA ZDRAVJE

5.1 SLADKOR IN ZOBNA GNILOBA

Zobna gniloba ali zobni karies je bolezen, ki prizadene trde dele zoba (Mathur in Dhillon, 2017). Je ena najbolj pogostih kroničnih bolezni današnjega časa, ki prizadene celotno populacijo. Bolezen je dolgotrajna in napreduje tekom življenja, zato ugotavljajo, da je kariesa največ pri odrasli populaciji (Moynihan, 2016). V ustih je veliko različnih bakterij, ki lahko fermentabilne ogljikove hidrate - mednje spada tudi saharoza - spreminjajo v kislino, ki raztaplja zobno sklenino (govorimo o demineralizaciji zoba). Na razvoj kariesa vplivajo številni dejavniki, med njimi ustna higiena, oblika zoba, prehrana, količina in kakovost sline (Mathur in Dhillon, 2018).

Saharoza je dolgo časa veljala za enega najbolj kariogenih sladkorjev, vendar so kasnejše raziskave pokazale, da razlika med posameznimi sladkorji ni tako velika, kot so sprva predvidevali. Študij kariogenosti sladkorjev na ljudeh je zahteven zaradi človekove raznolike prehrane. Večina podatkov o kariogenosti posameznih sladkorjev zato izhajaja iz študij na živalih. Bakterije *Streptococcus mutans* lahko s pomočjo saharoze tvorijo ekstracelularne glukane in s tem izboljšajo svojo prisotnost v biofilmu. Kasnejše raziskave so bolj kot to lastnost, ki so jo pripisovali saharozi, izpostavile to, da imajo glukani pomembno vlogo pri spreminjanju razmer v biofilmu v ustih tako, da spreminjajo njegovo poroznost. S tem je omogočeno boljše prehajanje sladkorjev v sam biofilm in bakterije imajo zato boljše možnosti za tvorbo kislin, ki poškodujejo zobno sklenino (Gupta in sod., 2013).

Na razvoj kariesa naravno prisotni sladkorji v mleku, sadju in zelenjavi nimajo večjega vpliva. Zaradi vsebnosti prehranske vlaknine, vode in nekaterih zaščitnih snovi (polifenolov ter kalcija), vplivajo na mehansko stimulacijo izločanja sline, ta pa omeji tveganje, ki ga za zobe prinaša sladkor (Moynihan, 2016). Slina ščiti zobe tako, da nevtralizira kislino, ima protimikrobno delovanje, skupaj z žvečenjem pa pripomore, da se hrana hitreje odstrani iz ustne votline, s tem pa se zmanjša čas, ko je sladkor dostopen bakterijam (Gupta in sod., 2013).

Raziskovalci, ki se ukvarjajo z raziskovanjem povezave med sladko hrano in zobnim kariesom, se posvečajo predvsem dvema dejavnikoma, ki naj bi splošno povečevala nastanek kariesa. To sta konsistenca hrane, kakšno sposobnost zadrževanja ima v ustni votlini in pogostost uživanja sladkorja. Rezultati raziskav so različni. Veliko jih je kot primarni razlog za nastanek kariesa določilo prav prilepnost hrane na zobe. Bolj lepljiva hrana, naj bi povečala možnost za nastanek kariesa, vendar so raziskave pokazale, da ima tudi tekoča in poltekoča hrana kariogen učinek. (Gupta in sod., 2013). Zagotovo velja, da se tekoča hrana v ustih zadrži manj časa kot lepljiva, ki se oprime zob. Izkazalo se je, da je pomembno tudi zaporedje uživanja kariogene hrane, saj to vpliva na njeno kariogenost. Sir in arašidi zmanjšajo nastajanje kisline po uživanju sladke hrane, medtem ko različni škrobi lahko povečajo kariogen učinek, če jih uživamo skupaj s sladkorjem. Lepljivost škroba podaljša zadrževalni čas sladkorja na zobeh, zato lahko nastane več kisline, ki vodi v demineralizacijo zoba in karies. Tako kombinacijo škroba in sladkorja najpogosteje najdemo v kosmičih za zajtrk z dodanim sladkorjem (Gupta in sod., 2013). Drugo vprašanje, ki si ga zastavljajo raziskovalci, in prav tako ni soglasno rešeno, je povezava med količino zaužitega sladkorja in pogostostjo njegovega uživanja in katero ima bolj pomemben vpliv na razvoj kariesa. Pri teh raziskavah je pomembno poudariti, da je potrebno obe spremenljivki raziskovati hkrati, drugače je interpretacija rezultatov brez pomena (Moynihan, 2016). Obe spremenljivki sta med sabo močno povezani. Če se poveča količina zaužitega sladkorja, se poveča tudi njegova pogostost uživanja in obratno (Gupta in sod., 2013). WHO je zato poudarila, da je pomembno nadzorovati oboje, tako

količino kot pogostost uživanja sladkorja pri preventivnem ravnanju proti zobnemu kariesu (Moynihan, 2016).

WHO je za postavitev meje 10 % dnevnega energijskega vnosa s sladkorji opravila veliko različnih študij. Rezultati so pokazali, da uživanje manj kot 10 % dnevnega energijskega vnosa s prostimi sladkorji vpliva na znižanje pojavnosti kariesa, kljub temu pa ne zavre njegovega nastanka. Za postavitev nove meje na 5 % dnevnega energijskega vnosa s prostimi sladkorji, so imeli na voljo le malo kakovostnih podatkov. Edini primerni podatki za primerjavo vpliva, če človek zaužije manj kot 5 % prostih sladkorjev v primerjavi s tistimi, ki ga ne več kot 10 %, so bili podatki iz študije pri Japonskih otrocih med drugo svetovno vojno, ko se je uživanje prostih sladkorjev zaradi vojne drastično zmanjšalo. Kakovost teh dokazov je bila ocenjena na zelo slabo (Moynihan, 2016).

Pomembno vlogo pri razvoju zobnega kariesa imajo tudi mikroorganizmi prisotni v ustni votlini. Mikrobni biofilm v ustih se hitro spreminja, odvisno od načina človekove prehrane. Pri uživanju večje količine ogljikovih hidratov, se v biofilmu namnožijo kariogeni mikroorganizmi. Te mikroorganizmi bolje prenašajo nizek pH v ustih, proizvajajo različne kisline z razgradnjo sladkorjev, imajo dobro sposobnost adhezije na zob in ponavadi izločajo ekstracelularne polisaharide, ki izboljšajo njihovo preživelost v biofilmu. Sprememba v sestavi ustnega biofilma zato predstavlja nevarnost za razvoj zobnega kariesa (Struzycka, 2014).

Pri omejevanju zobnega kariesa, bi lahko pomembno vlogo predstavljala zamenjava običajnih sladkorjev z umetnimi sladili. Zaenkrat so ugotovili, da aspartam in saharin ne povzročata kariesa, podoben učinek ima tudi sladkorni alkohol ksilitol, ki naj bi po nekaterih rezultatih študij deloval celo preventivno proti kariesu. Kljub temu pa je na tem področju potrebno narediti še več študij, ki bodo vključevale še druge spremenljivke kot so socialno okolje, v katerem človek živi, prehranske navade ter ustna higiena (Gupta in sod., 2013).

5.2 SLADKOR IN DEBELOST

Debelost predstavlja svetovno zdravstveni problem. Gre za pridobivanje na telesni masi in maščobnemu tkivu. Po podatkih WHO je bilo na svetu v letu 2016 več kot 1,9 milijarde ljudi, starejših od 18 let, pretežkih, od tega kar 650 milijonov predebelih. Prevalenca debelosti se je med leti 1975 in 2016 povečala za trikrat. Prekomerna telesna masa in debelost predstavljata velik zdravstveni problem tudi pri otrocih in mladostnikih. Za določanje prekomerne telesne mase in debelosti se uporablja indeks telesne mase (ITM), ki predstavlja količnik med telesno maso v kilogramih in kvadratom telesne višine v metrih. Če ima posameznik ITM večji od 25 kg/m^2 pomeni, da ima prekomerno telesno maso. Pri ITM, večjem od 30 kg/m^2 , pa ga uvrščamo v kategorijo debelih. Povečan ITM predstavlja

tveganje za nastanek nenalezljivih kroničnih bolezni, kot so srčno žilne bolezni, sladkorna bolezen, težave s sklepi in nekatere vrste raka (WHO, 2018).

Na področju preučevanja kako sladkor vpliva na razvoj debelosti je bilo narejenih veliko raziskav. Najpogostejša principa raziskovanja sta: zamenjava sladkorja z enako količino drugih makrohranil ali povečanje količine sladkorja v obroku. Problem pri obeh predstavlja energijski vnos. Pri raziskavah, ki zamenjujejo sladkor z enako količino drugih makrohranil, se pogosto zgodi, da je splošen energijski vnos manjši kot običajno. Pri dodajanju sladkorja ljudje začnejo pridobivati na telesni masi, vendar ni jasno, ali se posamezniki redijo zaradi povečanega energijskega vnosa ali zaradi neke posebne lastnosti sladkorja, ki naj bi prispevala k debelosti (Rippe in Angelopoulos, 2016).

Stanhope in sod. (2009) so izvedli raziskavo glede vpliva fruktoze na pridobivanje trebušne maščobe. Udeležence so razdelili v dve skupini. V prvi so z uživanjem sladkih pijač 25 % energije dobili s fruktozo, v drugi pa 25 % energije z glukozo ob nespremenjenem načinu prehranjevanja. Po 10 tednih so udeleženci v obeh skupinah pridobili na telesni masi, povečal se jim je tudi obseg pasu. Razlika je bila v tem, da se je v skupini s fruktozo občutno povečal delež trebušne maščobe, medtem ko se je pri skupini z glukozo povečal le delež podkožne maščobe.

Obsežno študijo o vplivu sladkorja na povečanje telesne mase so izvedli tudi Lowndes in sod. (2014). Primerjali so, koliko so udeleženci z ITM med 23-35 kg/m² pridobili na telesni masi, ko so uživali sladkano mleko, ki je vsebovalo različne deleže saharoze ali glukozno fruktoznega sirupa. Tudi ta študija je trajala 10 dni in večina udeležencev, ki je uživala 30 % dnevnega energijskega vnosa na račun sladkorja ali glukozno fruktoznega sirupa, je pridobilo 1 kilogram telesne mase, ne glede na to, katero obliko prostih sladkorjev so zaužili. Vendar je pomembno poudariti, da so vsi udeleženci zaužili približno 350 kcal na dan več kot običajno, kar se je odražalo v pridobivanju telesne mase in maščobnega tkiva.

Otroška debelost predstavlja hudo tveganje za kasnejše zdravstvene težave v odrasli dobi. Uživanje sladkih pijač med otroki in mladostniki je zelo priljubljeno. Številne študije so pokazale, da lahko velik vnos sladkih pijač prispeva k razvoju prekomerne telesne mase in debelosti. Povprečna sladka pijača (350 mL), vsebuje med 35 in 37,5 g dodanega sladkorja in približno 140-150 kcal. Poleg tega je ob uživanju sladkih pijač zmanjšan občutek sitosti. Uživanje sladkih pijač ob nespremenjeni energijski sestavi obrokov prinaša dodatno energijo, kar lahko povzroča debelost. Uživanje fruktoze, ki je prisotna v sladkih pijačah, zmanjša izločanje inzulina in leptina, kar je lahko razlog za povečan občutek lakote po uživanju sladkih pijač (Malik in sod., 2010).

Pridobivanje telesne mase je kompleksen biokemijski proces. Živila, ki vsebujejo sladkorje, so ljudem všeč zaradi sladkega okusa, vendar pa vsebujejo manj hranilnih snovi in večjo energijsko vrednost. Večino študij, kjer so udeleženci pridobivali na telesni masi, je temeljila na povečanem energijskem vnosu na račun sladkorjev, kar je verjetno razlog za dvig telesne mase (Rippe in Angelopoulos, 2016). Zanimivo je tudi dejstvo, ki so ga znanstveniki poimenovali »avstralski paradoks«. Uporaba sladkorja v Avstraliji se je v enakem časovnem obdobju zmanjšala za 20 %, število prekomerno težkih in debelih pa se je povečalo za 300 %. To spoznanje namiguje na to, da morda zmanjšanje vnosa sladkorja ne bo najboljši preventiven ukrep, ki bi pripomogel k zmanjšanju in obvladovanju pandemije debelosti (Barclay in Brand-Miller, 2011).

5.3 SLADKOR IN SRČNO ŽILNE BOLEZNI

Med SŽB spadajo arterijska hipertenzija, angina pectoris, srčni infarkt in možganska kap. Najpogosteje nastanejo kot posledica ateroskleroze. Dejavniki, ki predstavljajo tveganje za nastanek teh bolezni, so povišana vrednost holesterola v krvi, povišan krvni sladkor, povišan krvni tlak, debelost, telesna neaktivnost, kajenje, starost in spol (NIJZ, 2014).

Rezultati na področju vpliva sladkorja na SŽB so mešani in zaenkrat še brez jasnega zaključka. Številne študije so pokazale, da lahko v prehrani, ki vsebuje več kot 20 % energije na račun prostih sladkorjev, pride do povišanja trigliceridov v krvi, kar predstavlja tveganje za nastanek SŽB. Podobne rezultate so dobili tudi v raziskavah, kjer so namesto saharoze uporabili glukozno fruktozni sirup. Tudi rezultati raziskav, kako vplivajo prosti sladkorji na LDL holesterol, so prinesli različne rezultate. Številne študije so pokazale, da ob mešani prehrani prosti sladkorji ne vplivajo na zvišanje LDL holesterola. Na drugi strani so pogosto v študijah, kjer so dobili pozitivno korelacijo med sladkorjem in povišanim holesterolom, uporabili zelo visoke količine prostih sladkorjev, ki jih človek le redko zaužije (Rippe in Angelopoulos, 2016). Yang in sod. (2014) so analizirali podatke o prostem sladkorju in SŽB skozi različna časovna obdobja. Ugotovili so, da so imeli tisti, ki so zaužili več kot 25 % dnevnega energijskega vnosa na račun prostih sladkorjev, največjo stopnjo tveganja za nastanek SŽB v primerjavi s tistimi, ki so na dan zaužili manj kot 10 % dnevnega energijskega vnosa na račun prostih sladkorjev.

Številne raziskave so bile narejene tudi za povezavo uživanja sladkih pijač in tveganjem za nastanek SŽB. Večinoma so pokazale, da so imeli udeleženci, ki so uživali več kot eno sladko pijačo na dan, večje tveganje za razvoj povišanih trigliceridov in holesterola v krvi, ter s tem posledično večjo možnost za razvoj SŽB kot udeleženci, ki sladkih pijač niso uživali. Podoben vpliv so imele sladke pijače na povišan krvni tlak. Sladke pijače pogosto vsebujejo veliko fruktoze. Uživanje večjih količin fruktoze je bilo v raziskavah povezano s povečanim krvnim tlakom in povečano tvorbo trigliceridov v jetrih, kar predstavlja nevarnost za razvoj SŽB (Malik in sod., 2010).

5.4 SLADKOR IN SLADKORNA BOLEZEN

Sladkorna bolezen je bolezen, pri kateri je motena presnova ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin, zaradi nepravilnega delovanja ali izločanja inzulina. Najpogostejši tip bolezni je SBT2, ki prizadene 90 % vseh obolelih za sladkorno boleznijo (Zveza društev diabetikov Slovenije, 2018). Trend naraščanja obolelih za SBT2 sledi naraščajočemu številu prekomerno težkih in debelih ljudi. Večina obolelih ima ITM med 25 in 30 (Lean in Morenga, 2016). Bolnikom, obolelim za SBT2, inzulina navadno ne primanjkuje, lahko ga imajo celo preveč, vendar se ta ne odziva na zvišanje sladkorja v krvi. Posledica je hiperglikemija. Zdravljenje poteka s strogo načrtovano prehrano in zdravim življenjskim slogom ter antidiabetičnimi zdravili. Nenadzorovana sladkorna bolezen lahko povzroči številne zdravstvene zaplete, kot so diabetična nefropatija, diabetična retinopatija, trajna okvara živcev, SŽB in pojav diabetične nog (Zveza društev diabetikov Slovenije, 2018).

Na področju raziskovanja vpliva prostih sladkorjev na razvoj SBT2, se pojavljajo zelo različni rezultati, čeprav velika večina študij povezav med saharozo in razvojem SBT2 ne more potrditi (Rippe in Angelopoulos, 2016). Vnos večjih količin sladkih pijač predstavlja povečan vnos energije, kar posledično vodi v razvoj debelosti. Zaradi debelosti je v krvi prisotnih več nezaestrenih maščobnih kislin. Posledica tega je lahko zmanjšana odzivnost na inzulini, povečana tvorba glukoze v jetrih in škodljiv vpliv na β -celice trebušne slinavke (Montonen in sod., 2007). V študiji, ki so jo izvedli Montonen in sod. (2007) so ugotovili, da povečano uživanje glukoze, fruktoze in sladkih pijač vplivalo na povečano možnost za razvoj SBT2.

Uživanje sladkih pijač povzroči hiter dvig glukoze v krvi, kar posledično povzroči tudi velik porast inzulina (Malik in sod., 2010). Schulze in sod. (2004) so izvedli osem let trajajočo študijo, ki je pokazala, da so ženske, ki so vsak dan zaužile eno ali več sladkih pijač, imele povečano tveganje za razvoj SBT2 za kar 83 % višje kot tiste, ki so na mesec zaužile manj kot eno sladko pijačo, najverjetneje zaradi večjega energijskega vnosa in hitrega dviga glukoze v krvi. Vendar, ko so rezultate prilagodili glede na ITM vrednost udeleženk, se je tveganje za razvoj SBT2 zmanjšalo za polovico, iz česar lahko sklepamo, da ima debelost velik vpliv na razvoj SBT2.

V neki drugi raziskavi so ugotavljali vpliv prostih sladkorjev na razvoj inzulinske rezistence pri otrocih. Izkazalo se je, da so imeli že otroci s prekomerno telesno maso pri uživanju velike količine sladkorja povišano vsebnost glukoze v krvi na tešče, povišane vrednosti inzulina in zmanjšano občutljivost nanj, medtem ko se pri otrocih z normalno telesno maso to ni pokazalo (Vos in sod., 2017).

5.5 SLADKOR IN ZASVOJENOST S SLADKORJEM

Sladkor je zaradi svojega sladkega okusa zelo sprejemljiv pri ljudeh, poleg tega ima visoko energijsko gostoto. Kombinacijo obeh lastnosti lahko najdemo v procesirani hrani, ki je navadno zelo sladka, energijsko gosta in povzroči hiter dvig glukoze v krvi po zaužitju. Prav zaradi tega velja prepričanje, da je prav procesirana hrana tista, zaradi katere pride do odvisnosti od hrane. V številnih raziskavah so poskušali najti povezavo med zasvojenostjo in sladkorjem, ki bi bila podobna zasvojenosti z drogo. Za razliko od droge ima sladkor energijsko in hedonsko vrednost. Na živalih so našli nekatere pozitivne povezave med uživanjem sladkorja in odvisnostjo. Problem ugotavljanja zasvojenosti s sladkorjem pri ljudeh je, da je večino študij narejenih na glodalcih, ki v poskusih uživajo izključno sladkor. Njihov vedenjski in nevrološki sistem je drugačen od človekovega, zato rezultate le stežka povežemo s človekom. (Westwater, 2016).

Ljudje pogosto občutijo močno željo po sladki hrani. Ta se razlikuje od želje po drogi glede na intenzivnost, pogostost in čas trajanja. Želja po hrani je navadno kratka in prisotna ob lakoti, za razliko od drog, pri katerih se želja po zaužitju s časom ne zmanjša. Drugačen način raziskav odvisnosti od sladkorja se posveča vedenjskemu odzivu na uživanje sladkorja in odvisnosti od njega. Čokolada, kot primer, predstavlja veliki večini ljudi živilo, po katerem čutijo močno željo, vendar jo zaradi različnih razlogov v svoji prehrani omejujejo. Zaradi omejevanja je želja po njej še večja, kar bi lahko povezali z znaki, ki so podobni znakom, ko govorimo o odvisnosti od drog (Westwater, 2016).

6 PREGLED IZDELKOV NA SLOVENSKEM TRGU

6.1 RAZLOGI ZA DODAJANJE SLADKORJA

Sladkor ima poleg tega, da daje živilom sladek okus, še nekatere druge tehnološke funkcije, ki pomembno vplivajo na lastnosti končnih izdelkov. Izboljša in ojača aromo živila, prav tako lahko v živilu uravnoteži različne okuse med seboj, zmanjša občutek grenkobe in uravnoteži kislost. Dodatek sladkorja vpliva na barvo živila. Pri karamelizaciji in Maillardovi reakciji nastaja kompleksna paleta produktov, ki vplivajo na barvo živila po toplotni obdelavi (Goldfein in Slavin, 2015).

Sladkor se pogosto uporablja kot temeljno sestavino izdelkov, zato pomembno vpliva na volumen in teksturo. Pri pekovskih izdelkih preprečuje, da bi se razvila premočna glutenska mreža in tako omogoči ustrezno mehko testo. Pri piškotih omogoča oblikovanje in poskrbi, da je njihova površina po peki lepo razpokana. Pri stepanju snega iz jajc za pripravo biskvitnega testa omogoča tvorbo kremaste pene. Omogoči dvig temperature zaklejitve škroba, kot posledica tega pa ima testo več časa za vzhajanje, zato je njegov končni volumen večji. Z dodatkom sladkorja pri peki pekovskih izdelkov

izboljšamo sposobnost razmnoževanja kvasovk, kar pripomore k hitrejšemu vzhajanju in boljšemu volumnu testa (Goldfein in Slavin, 2015).

Pri nastajanju sladoleda pomembno vpliva na njegovo teksturo. Zniža temperaturo zmrzišča, kar omogoči tvorbo majhnih, finih kristalov, ki dajejo sladoledu kremasto in gladko teksturo. Pomembno vpliva na želiranje marmelade, saj lahko pektin iz sadja učinkovito želira le ob prisotnosti sladkorja. Zaradi svoje higroskopične narave sladkor v živilu zniža vodno aktivnost (a_w), zato velja za enega najstarejših konzervansov. Zmanjšana a_w vrednost onemogoči rast mikroorganizmov in zmanjša oziroma upočasni potek različnih biokemijskih reakcij. To pomembno vpliva na zmanjšan kvar živil. Ima tudi vlogo humektanta v živilih, kar izboljša trajnost in stabilnost končnega izdelka (Goldfein in Slavin, 2015).

Zaradi vseh naštetih funkcij sladkorja v živilih lahko njegova zamenjava s sladili ali celo njegova popolna odstranitev iz živil povzroči nemalo težav pri samem tehnološkem procesu, kot tudi kasneje pri skladiščenju in ohranjanju kakovosti takih živil (Goldfein in Slavin, 2015).

6.2 ŽIVILA NA SLOVENSKEM TRGU

Dodan sladkor v živilih najdemo pod različnimi imeni, najpogosteje kot saharoza, glukozni sirup, glukozno fruktozni sirup, dekstroza, koncentrat sadnih sokov, lahko pa tudi kot glukozna, maltoza, laktoza, med, melasa in druge (Goldfein in Slavin, 2015).

Na Inštitutu za nutricionistiko v Ljubljani so leta 2015 izvedli raziskavo, pri kateri so pregledali, koliko sladkorja vsebujejo predpakirana živila na slovenskem trgu. V raziskavo so vključili več kot 10000 predpakiranih izdelkov in jih razdelili v 49 različnih kategorij, med njimi na otroško hrano, kruh, kosmiče, olja, sladoled, različne prigrizke, sadje in zelenjavo, sokove, zamrznjene izdelke, jogurte in sladice. Ker po današnji zakonodaji deklaracije vsebujejo podatek le za skupne sladkorje, so s pomočjo sestavin, navedenih na deklaraciji, količino skupnega sladkorja preračunali na količino prostega sladkorja v izdelku. Pri tem so si pomagali z algoritmom, ki so ga predhodno že uporabili znanstveniki iz Medicinske fakultete v Torontu (Zupanič in sod., 2018).

Ugotovili so, da med izdelki, ki vsebujejo sladkor, kar 57 % vsega sladkorja predstavljajo prosti sladkorji. 100 % delež prostih sladkorjev so vsebovali sladki sirupi, izotonične pijače, med in žele bomboni. Več kot 50 % delež prostih sladkorjev v živilih so vsebovale čokolade, žitne ploščice, sladoledi, piškoti, marmelade, pecivo, kosmiči za zajtrk, otroška hrana, jogurti, vnaprej pripravljene solate ter sendviči in omake. Največja razlika med vsebnostjo prostih in skupnih sladkorjev se je pokazala pri sadju, kavi, čaju, oreščkih in semenih (Zupanič in sod., 2018).

Naj naštejemo le še nekaj povprečnih vrednosti prostih sladkorjev v predpakiranih živilih, ki so jih ugotovili s pomočjo raziskave. Vrednosti so podane na 100 g. Jogurti so tako vsebovali povprečno 6,5 g prostih sladkorjev, otroška hrana in omake 7 g, žitni zajtrki 15 g, sladoled 18 g, čokolade in sladkarije pa 45 g (Zupanič in sod., 2018).

Znotraj posameznih skupin živil obstajajo razlike v vsebnosti sladkorja, zato lahko potrošnik z branjem deklaracij vpliva na to, kakšen izdelek in s koliko sladkorja bo izbral (Inštitut za nutricionistiko, 2018).

V povezavi s količino sladkorja v izdelku obstaja nekaj prehranskih trditvev (Pajk Žontar, 2013). Prehranska trditev predstavlja vsak napis na embalaži predpakiranega živila, ki namiguje/navaja, da ima živilo posebne prehranske ugodnosti. Te ugodnosti lahko predstavljata nizka energijska vrednost ali ugodna hranilna sestava živila. (Uredba (ES) št. 1924/2006 ..., 2006).

Predpakirana živila imajo na embalaži lahko napisano prehransko trditev »Nizka vsebnost sladkorjev«, če vsebuje največ 5 g sladkorja na 100 g živila ali 2,5 g sladkorja na 100 mL pijače. Za izdelke, ki v 100 g ali 100 mL vsebujejo manj kot 0,5 g sladkorja, lahko na embalaži proizvajalec navede prehransko trditev »Brez sladkorjev«. Prehranska trditev »Brez dodanih sladkorjev« je lahko navedena na izdelkih, ki ne vsebujejo nobenega dodanega sladkorja s strani proizvajalca. Pri živilih, ki sladkor naravno vsebujejo (mleko in mlečni izdelki, sokovi), pa mora proizvajalec poleg trditve, da ne vsebuje dodanih sladkorjev, navesti še to, da izdelek vseeno vsebuje naravno prisotne sladkorje (Pajk Žontar, 2013).

6.3 PRIMER OBROKA

Dodajam še primer. Izbrala sem zajtrk s kosmiči in jogurtom, ki ga večina ljudi smatra kot zdrav obrok. Poskusila sem prikazati, kako lahko z nekaj preprostimi zamenjavami zmanjšamo količino sladkorja in povečamo količino prehranske vlaknine v obroku.

Preglednica 1: Zajtrk z več sladkorja (OPKP, 2018)

ŽIVILO (g)	SLADKOR (g)	VLAKNINE (g)	ENERGIJA (kcal)
Sadni polnomasten jogurt marelica (180 g)	23,4	-	181
Žitni kosmiči s suhim sadjem in oreški (50 g)	15,5	3,7	170
Zeliščni čaj z dvema žličkama sladkorja (10 g)	10,0	-	40
SKUPAJ	48,9	3,7	391

Preglednica 2: Zajtrk z manj sladkorja (OPKP, 2018)

ŽIVILO (g)	SLADKOR (g)	VLAKNINE (g)	ENERGIJA (kcal)
Navaden polnomasten jogurt (180 g)	8,1	-	111
Ovseni kosmiči (40 g)	0,3	5,5	157
Orehi (5 g)	0,1	0,1	36
Mandeljni (6 g - 5 celih mandljev)	0,2	0,8	34
Marelice (60 g - 2 marelici)	4,2	0,8	32
Zeliščni čaj brez sladkorja	-	-	2
SKUPAJ	12,9	7,2	372

Količina sladkorja v zgornjih dveh preglednicah predstavlja skupne sladkorje v živilu, torej tudi tiste, naravno prisotne v sadju in jogurtu. Ta podatek je za enkrat tudi dosegljiv potrošniku ob branju deklaracij na živilu.

Po priporočilih odrasla ženska stara med 19 in 24 let, ki je normalno fizično aktivna potrebuje približno 2200 kcal/dan (Inštitut za nutricionistiko, 2016). Pri prvem zajtrku s pomočjo sladkorjev zaužije 8,8 % dnevnega energijskega vnosa, z drugim zajtrkom pa 2,3 % dnevnega energijskega vnosa. Obe vrednosti še ustrezata priporočenim, ker pa je zajtrk prvi obrok v dnevu, bi končna vrednost v dnevu verjetno preseгла priporočeno. Problem tega izračuna predstavlja to, da je omejitev 10 in 5 % dnevnega vnosa energije velja za proste sladkorje, ki pa jih v drugem zajtrku ni, saj so vsi sladkorji izključno naravno prisotni iz jogurta, sadja in oreščkov.

7 ZAKLJUČEK

Poraba sladkorja v svetu je dolgo časa naraščala, zadnja leta pa je opazen trend upadanja tako v svetu, kot tudi v Sloveniji. Težava raziskav na področju vpliva sladkorja na zdravje je predvsem pomanjkanje dolgoročnih študij, saj je za razvoj kroničnih nenalezljivih bolezni potrebno daljše časovno obdobje. Zmeda vlada tudi zaradi različnega načina interpretacij rezultatov študij in zelo različnih metod dela. Mnogo raziskav povezanih s sladkorjem financira industrija, ki v svojih izdelkih uporablja veliko sladkorja.

Sladkor predstavlja neesencialno hranilo, ki vsebuje malo hranilnih snovi in veliko energije. S sladkorjem zaužita odvečna energija vodi v razvoj debelosti, ki predstavlja enega največjih svetovno zdravstvenih problemov. Omejitev uživanja prostih sladkorjev s hrano je smiselna predvsem zaradi omejitve vnosa prevelike količine energije. Zaradi tega se lahko zmanjša količina zaužite hranilno bogate hrane, s tem pa se zmanjša vnosa nekaterih drugih pomembnih hranil, predvsem vitaminov in mineralov. Sladke pijače, za katere je dokazano največ škodljivih učinkov na zdravje, je smiselno zamenjati z navadno vodo ali nesladkanimi čaji. Zaradi manjšega nihanja glukoze v krvi je smiselno sladka živila zaužiti po kosilu, ko že tako naraste koncentracija glukoze v krvi.

Na razvoj tako kompleksnih bolezni le stežka vpliva en sam dejavnik v prehrani, kot je sladkor. Pomemben vpliv na bolezni sodobnega časa imajo način življenja (stres), gibanje, genetski dejavniki in vnos drugih živil z nasičenimi maščobami, trans-maščobami in soljo. Menim, da so vsa živila lahko del uravnotežene prehrane, če le znamo upoštevati zmernost pri njihovem uživanju. Tudi uživanje velike količine beljakovin, kompleksnih ogljikovih hidratov in dobrih maščob lahko pri pretiranem vnosu vodi v razvoj debelosti ter s tem vpliva na razvoj kroničnih nenalezljivih bolezni.

Veliko bo potrebno narediti na področju označevanja prostih sladkorjev, saj bi ta podatek koristil potrošnikom, vendar se je to izkazalo za zahtevno nalogo, saj se dodani sladkorji kemijsko ne razlikujejo od naravno prisotnih v živilih in jih zato ločeno ni mogoče analizirati.

8 VIRI

American Diabetes Association. 2014. Glycemic index and diabetes. Arlington, American Diabetes Association: 3 str.

<http://www.diabetes.org/food-and-fitness/food/what-can-i-eat/understanding-carbohydrates/glycemic-index-and-diabetes.html> (26. maj 2018)

Augustin L. S. A., Kendall C. W. C., Jenkins D. J. A., Willett W. C., Astrup A., Barclay A. W., Björck I., Brand-Miller J. C., Brighenti F., Buyken A. E., Ceriello A., La Vecchia C., Livesey G., Liu S., Riccardi G., Rizkalla S. W., Sievenpiper J. L., Trichopoulou A., Wolever T. M. S., Baer-Sinnott S., Poli A. 2015. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An international scientific consensus summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 25, 9: 795-815

Bailin D., Goldman G., Phartyal P. 2014. Sugar-coating science: How the food industry misleads consumers on sugar. Cambridge, Union of Concerned Scientists: 20 str. <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/center-for-science-and-democracy/sugar-coating-science.pdf> (23. avg. 2018)

Barclay A. W., Brand-Miller J. 2011. The Australian paradox: A substantial decline in sugars intake over the same timeframe that overweight and obesity have increased. *Nutrients*, 3: 491-504

Boyer R. 2005. Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 634 str.

Bratanič B., Fidler Mis N., Hlastan Ribič C., Poličnik R., Širca Čampa A., Kosem R., Fajdriga Turk V. 2010. Smernice zdravega prehranjevanja za dojenčke. 1. izd. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje: 71 str.

Clemens R. A., Jones J. M., Kern M., Lee S. Y., Mayhew E. J., Slavin J. L., Zivanovic S. 2016. Functionality of sugars in foods and health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 3: 433-470

EFSA. 2010. Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal*, 8, 3: 1462, doi: 10.2903/j.efsa.2010.1462: 77 str.

EFSA. 2017. EFSA to give advice on the intake of sugar added to food. Parma, European Food Safety Authority: 2 str.

<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/170323-0> (1. maj 2018)

- Erickson J., Slavin J. 2015. Total, added, and free sugars: Are restrictive guidelines science-based or achievable?. *Nutrients*, 7, 4: 2866-2878
- EFSA. 2018. What is glucose-fructose syrup? (Q&A). Brussels, European Food Information Council: 3 str.
<http://www.efsa.europa.eu/en/whats-in-food/article/what-is-glucose-fructose-syrup-qa> (16. maj. 2018)
- Goldstein K. R., Slavin J. L. 2015. Why sugar is added to food: food science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 5: 644-656
- Gupta P., Gupta N., Pawar A. P., Birajdar S. S., Natt A. S., Singh H. P. 2013. Role of sugar and sugar substitutes in dental caries: A review. *ISRN Dentistry*, 2013: 519421, doi: 10.1155/2013/519421: 5 str.
- Inštitut za nutricionistiko. 2016. Energijska vrednost živil. Ljubljana, Inštitut za nutricionistiko: 3 str.
<https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/energijska-vrednost> (23. avg. 2018)
- Inštitut za nutricionistiko. 2018. Sladkor v predpakiranih živilih na slovenskem trgu. Ljubljana, Inštitut za nutricionistiko: 2 str.
<https://www.prehrana.si/novica/247-sladkor-v-predpakiranih-zivilih-na-slovenskem-trziscu?highlight=WyJzbGFka29yIl0=> (28. apr. 2018)
- Johnson R. K., Appel L. J., Brands M., Howard B. V., Lefevre M., Lustig R. H., Sacks F., Steffen L. M., Wylie-Rosett J. 2009. Dietary sugars intake and cardiovascular health: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 120: 1011-1020
- Koren A. 2004. Presnova, termoregulacija in prebava: temelji fiziologije prehrane 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za živilstvo: 155 str.
- Lean M. E. J., Te Morenga L. 2016. Sugar and type 2 diabetes. *British Medical Bulletin*, 120, 1: 43-53
- Lowndes J., Sinnott S., Yu Z., Rippe J. 2014. The effects of fructose-containing sugars on weight, body composition and cardiometabolic risk factors when consumed at up to the 90th percentile population consumption level for fructose. *Nutrients*, 6, 8: 3153-3168

- Malik V. S., Popkin B. M., Bray G. A., Després J. P., Hu F. B. 2010. Sugar sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes and cardiovascular disease risk. *Circulation*, 121, 11: 1356-1364
- Mathers J., Wolever T. M. S. 2009. Digestion and metabolism of carbohydrates. V: *Introduction to human nutrition*. 2nd ed. Gibney M. J., Lanham-New S. A., Cassidy A., Vorster H. H. (ur.). Chichester, Wiley-Blackwell: 74-85
- Mathur V. P., Dhillon J. K. 2018. Dental caries: A disease which needs attention. *Indian Journal of Pediatrics*, 85, 3: 202-206
- Montonen J., Järvinen R., Knekt P., Heliövaara M., Reunanen A. 2007. Consumption of sweetened beverages and intakes of fructose and glucose predict type 2 diabetes occurrence. *Journal of Nutrition*, 137, 6: 1447-1454
- Moynihan P. 2016. Sugars and dental caries: Evidence for setting a recommended threshold for intake. *Advances in Nutrition*, 7, 1: 149-156
- NIJZ. 2014. Srčno-žilne bolezni. Ljubljana, Nacionalni inštitut za javno zdravje: 3 str. <http://www.nijz.si/sl/srcno-zilne-bolezni#koronarna-bolezen-srcna-angina-pektoris%2C-srcni-infarkt-in-nenadna-srcna-smrt> (6. maj 2018)
- OPKP. 2018. Odprta platforma za klinično prehrano. Ljubljana, Institut Jožef Štefan: spletno orodje http://opkp.si/sl_SI/cms/vstopna-stran (28. apr. 2018)
- Pajk Žontar T. 2013. Sladkor: rjavi ali beli?. *VIP: revija za vzgojo in informiranje potrošnikov*, 23, 6: 17-19
- Pi-Sunyer F. X. 2002. Glycemic index and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 1: 290-298
- Plut S. 2018. Med. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 17 str. <http://www.czs.si/content/C21> (16. maj. 2018)
- Rippe J. M., Angelopoulos T. J. 2016. Relationship between added sugars consumption and chronic disease risk factors: Current understanding. *Nutrients*, 8, 11: 697, doi: 10.3390/nu8110697: 19 str.

- Schulze M. B., Manson J. E., Ludwig D. S., Colditz G. A., Stampfer M. J., Willett W. C., Hu F. B. 2004. Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *JAMA*, 292, 8: 927-934
- Stanhope K. L., Schwarz J. M., Keim N. L., Griffen S. C., Bremer A. A., Graham J. L., Hatcher B., Cox C. L., Dyachenko A., Zhang W., McGahan J. P., Seibert A., Krauss R. M., Chiu S., Schaefer E. J., Ai M., Otokozawa S., Nakajima K., Nakano T., Beysen C., Hellerstein M. K., Berglund L., Havel P. J. 2009. Consuming fructose-sweetened, not glucosesweetened, beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans. *Journal of Clinical Investigation*, 119, 5: 1322-1334
- Struzycka I. 2014. The oral microbiome in dental caries. *Polish Journal of Microbiology*, 63, 2: 127-135
- Uredba (ES) št. 1924/2006 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 20. decembra 2006 o prehranskih in zdravstvenih trditvah na živilih. 2006. Uradni list Evropske unije, L404: 11-12
- Vos M. B., Kaar J. L., Welsh J. A., Van Horn L. V., Feig D. I., Anderson C. A. M., Patel M. J., Cruz Munos J., Krebs N. F., Xanthakos S. A., Johnson R. K. 2017. Added sugars and cardiovascular disease risk in children: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 135, 19: 1017-1034
- Westwater M. L., Fletcher P. C., Ziauddeen H. 2016. Sugar addiction: the state of the science. *European Journal of Nutrition*, 55, 2: 55-69
- Whitney E. N., Debruyne L. K., Pinna K., Rolfes S. R. 2011. *Nutrition for health and health care*. 4th ed. Pacific Grove, Wadsworth Cengage Learning: 672 str.
- WHO. 2015. *Guideline: Sugars intake for adults and children*. Geneva, World Health Organization: 49 str.
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/149782/9789241549028_eng.pdf;jsessionid=E429A9A3BEA7BD4EC5F575C83292FEE3?sequence=1 (23. avg. 2018)
- WHO. 2018. *Obesity and overweight*. Geneva, World Health Organization: 6 str.
<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (29. maj 2018)

Yang Q., Zhang Z., Gregg E.W., Flanders W.D., Merritt R., Hu F.B. 2014. Added sugar intake and cardiovascular diseases mortality among us adults. *JAMA International Medicine*, 174, 4: 516-524

Yudkin J. 2013. *Pure, white, and deadly : how sugar is killing us and what we can do to stop it*. New York, Penguin Books: 231 str.

Zupanič N., Miklavec K., Kušar A., Žmitek K., Fidler Mis N., Pravst I. 2018. Total and free sugar content of pre-packaged foods and non-alcoholic beverages in Slovenia. *Nutrients*, 10, 2: 151, doi: 10.3390/nu10020151: 16 str.

Zveza društev Diabetikov Slovenije. 2018. *Kaj je diabetes?*. Ljubljana, Zveza društev diabetikov Slovenije: 12 str.
<http://www.diabetes-zveza.si/diabetes-in-jaz/kaj-je-diabetes/> (20. maj 2018)