



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Elena MOLAC

**SENZORIČNO ZAZNAVANJE RAZLIČNIH SLADIL
V VODNIH RAZTOPINAH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij - 1. stopnja Živilstvo in prehrana

Ljubljana, 2019

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Elena MOLAC

**SENZORIČNO ZAZNAVANJE RAZLIČNIH SLADIL V VODNIH
RAZTOPINAH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij - 1. stopnja Živilstvo in prehrana

**SENSORY PERCEPTION OF VARIOUS SWEETENERS IN WATER
SOLUTIONS**

B. SC. THESIS

Academic Study Programmes: Field Food Science and Nutrition

Ljubljana, 2019

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študijskega programa 1. stopnje Živilstvo in prehrana. Delo je bilo opravljeno na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Mojco Korošec in za recenzentko doc. dr. Natašo Šegatin.

Mentorica: doc. dr. Mojca KOROŠEC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Recenzentka: doc. dr. Nataša ŠEGATIN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Mentorica:

Recenzentka:

Datum zagovora:

Elena Molac

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 664.162.8:543.92(043)=163.6
- KG sladila, 6-n-propiltiouracil, senzorična analiza, relativna sladkost, zaznava okusa, sladkor, sirupi, umetna sladila, intenzivna sladila, hranilna sladila
- AV MOLAC, Elena
- SA KOROŠEC, Mojca (mentorica), ŠEGATIN, Nataša (recenzentka)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2019
- IN SENZORIČNO ZAZNAVANJE RAZLIČNIH SLADIL V VODNIH RAZTOPINAH
- TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij - 1. stopnja Živilstvo in prehrana)
- OP IX, 22 str., 12 sl., 8 pril., 39 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Sladila imajo sladek okus in se razlikujejo po sladkosti. Zaradi zdravstvenih težav je pomembno, da se sladkor zamenja z intenzivnimi sladili, s čimer se zmanjša vnos sladkorja in istočasno ohrani sladkost hrane. Intenzivna sladila so nizkokalorična sladila, ki so lahko sintetična ali naravna. Hranilna sladila so presnovljiva in zagotavljajo kalorije. Zaznavanje okusa poteka preko receptorskih celic, ki se nahajajo na jeziku. Sposobnost okušanja grenkih komponent je genetsko opredeljena, preskuševalci pa se delijo na tiste, ki so občutljivi na spojino 6-n-propiltiouracil (PROP), in na tiste, ki niso občutljivi na to spojino. Občutljivost na grenkobo spojine PROP je povezana tudi z zaznavo sladkega okusa, in sicer naj bi ljudje, ki zaznavajo PROP v nizkih koncentracijah, imeli tudi nižji prag za prepoznavanje sladkega okusa. Pri eksperimentalnem delu smo opravili senzorično analizo različnih sladil v vodni raztopini in v obliki modelnih pijač pri predmetu Senzorične metode na Biotehniški fakulteti in na Tehnološki fakulteti v Novem Sadu, kjer so bili preskuševalci študentje prehranske tehnologije. S senzoričnimi preskusi smo določili intenzivnost in vsečnost sladkega okusa različnih sladil v pripravljenih modelnih pijačah ter ocenili intenzivnost zaznanega kovinskega okusa. Intenzivnost kovinskega, sladkega, grenkega okusa in vsečnost sladil smo določili tudi v vodnih raztopinah sladil. Sposobnost okušanja grenkih spojin posameznega preskuševalca pri senzorični analizi smo določili s testom s 6-n-propiltiouracilom (PROP) in želeli preveriti povezavo s hedonsko oceno vzorcev raztopin sladil.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du1
DC UDC 664.162.8:543.92(043)=163.6
CX sweeteners, 6-n-propylthiouracil, sensory analysis, relative sweetness, taste perception, sugar, syrups, artificial sweeteners, intensive sweeteners, nutritional sweeteners
AU MOLAC, Elena
AA KOROŠEC, Mojca (supervisor), ŠEGATIN, Nataša (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2019
TI SENSORY PERCEPTION OF VARIOUS SWEETENERS IN WATER SOLUTIONS
DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes: Field Food Science and Nutrition)
NO IX, 22 p., 12 fig., 8 ann., 39 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Sweeteners have a sweet taste and vary in their sweetness. Due to health problems, it is important that sugar can be replaced by intensive sweeteners, which can reduce the intake of sugar, while at the same time preserving the sweetness of food. Intensive sweeteners are low calorie sweeteners, which can be synthetic or natural. Nutritional sweeteners are digestible and provide calories. The perception of taste takes place via receptor cells that are present on the tongue. The ability to taste bitter compounds is genetically determined, and the tasters are then divided into those that are sensitive to the 6-n-propylthiouracil (PROP) compound and to those that are not sensitive to this compound. The sensitivity to the bitterness of PROP is also associated with the preception of the sweet taste, thus people who perceive PROP in low concentrations also have a lower threshold for recognizing the sweet taste. In the experimental part a sensory analysis of various sweeteners in aqueous solution and the form of model drinks was carried out at the Biotechnical Faculty during the subject of Sensory methods and at the Faculty of Technology in Novi Sad, where the panel of consumers were students of Food Technology and Nutrition department. With various sensory tests, a panel of consumers determined the intensity and hedonic likeness of the sweet taste of various sweeteners that were prepared like model drinks. They determined the intensity of metallic aftertaste. The intensity of metallic, sweet, bitter taste and the likeness of sweeteners was also determined in the aqueous solution of sweeteners. The individual capability of tasting the bitter compounds was determined by sensory analysis with the 6-n-propylthiouracil (PROP test) and we wanted to check the association with the hedonic evaluation of samples of sweetener solutions.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PRILOG	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....	IX
1 UVOD	1
1.1 CILJ NALOGE.....	1
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 SLADILA	2
2.2 KLASIFIKACIJA SLADIL	2
2.2.1 Intenzivna sladila oz. nehranilna sladila	2
2.2.2 Hranilna sladila.....	3
2.3 LASTNOSTI NEKATERIH SLADIL	3
2.3.1 Saharoza	3
2.3.2 Sladkorni alkoholi.....	3
2.3.2.1 Sorbitol E420	4
2.3.2.2 Ksilitol E967.....	4
2.3.3. Steviol glikozidi E960	4
2.3.4 Visoko fruktozni koruzni sirup	4
2.3.5 Rjavi sladkor	5
2.3.6 Invertni sirup	5
2.4 RELATIVNA SLADKOST	5
2.5 PERCEPCIJA GRENKEGA IN SLADKEGA OKUSA.....	6
2.5.1 Lastnosti kemijske spojine 6-n-propiltiouracil (PROP).....	6
2.6 SENZORIČNA ANALIZA	7
3 MATERIAL IN METODE	7
3.1 VZORCI	7
3.2 PRESKUŠEVALCI.....	8
3.3 METODE.....	8
3.3.1 Ocenjevanje lastnosti vzorcev z lestvicami (ISO 4121, 2003)	9
3.3.1.1 Ocenjevanje intenzivnosti okusa	9
3.3.1.2 Ocenjevanje všečnosti z 9-točkovno hedonsko lestvico.....	9
3.3.2 Metoda z razvrščanjem (ISO 8587, 2006)	9
3.3.3 Anketni vprašalnik	9
3.3.4 Statistična analiza	9
4 REZULTATI Z RAZPRAVO	10
4.1 OCENJEVANJE INTENZIVNOSTI OKUSOV V RAZTOPINAH SLADIL	10
4.2 REZULTATI OCENJEVANJA VŠEČNOSTI RAZTOPIN SLADIL Z 9-TOČKOVNO HEDONSKO LESTVICO.....	12
4.3 REZULTATI OCENJEVANJA INTENZIVNOSTI KOVINSKEGA OKUSA MODELNIH PIJAČ	12

4.4 REZULTATI RAZVRŠČANJA MODELNIH PIJAČ PO INTENZIVNOSTI SLADKEGA OKUSA	13
4.5 REZULTATI RAZVRŠČANJA MODELNIH PIJAČ PO VŠEČNOSTI	13
4.6 REZULTATI OCENJEVANJA OBČUTLJIVOSTI PRESKUŠEVALCEV NA SPOJINO PROP	14
4.7 REZULTATI OCENJEVANJA INTENZIVNOSTI KOVINSKEGA OKUSA MODELNIH PIJAČ IN VODNIH RAZTOPIN SLADIL	15
4.8 REZULTATI ANKETE	15
5 SKLEPI.....	18
6 POVZETEK.....	19
7 VIRI	20
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti sladkega okusa raztopin sladil z 10-centimetrsko lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B).....	10
Slika 2: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti kovinskega okusa raztopin sladil z 10-centimetrsko lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B).....	11
Slika 3: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti grenkega okusa raztopin sladil z 10-centimetrsko lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B).....	11
Slika 4: Rezultati ocenjevanja všečnosti vzorcev raztopin sladil z 9-točkovno hedonsko lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)	12
Slika 5: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti kovinskega okusa vzorcev modelnih pijač sladil z 9-točkovno lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B).....	13
Slika 6: Rezultati razvrščanja modelnih pijač sladil po intenziteti sladkega okusa (rang 1–9) in paneloma iz dveh držav (skupini A in B).....	13
Slika 7: Rezultati razvrščanja modelnih pijač sladil po všečnosti (rang 1–9) in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)	14
Slika 8: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti kovinskega okusa modelnih pijač in sladkih raztopin skupin A in B na 10-centimetrski lestvici	15
Slika 9: Pogostost uživanja pijač z dodanimi sladili pri študentih skupin A in B	16
Slika 10: Pogostost uživanja živil z dodanimi sladili pri študentih skupin A in B.....	16
Slika 11: Uporaba sladil namesto belega sladkorja	17
Slika 12: Razvrstitev pijač od najredkejše (7) do najpogostejše (1) uporabe.....	17

KAZALO PRILOG

Priloga A: Koncentracije sladil v vodnih raztopinah in modelnih pijačah¹ za preskuševalce skupine A in B

Priloga B: Obrazec za senzorično ocenjevanje intenzivnosti sladkega, kovinskega in grenkega okusa na 10-centimetrski lestvici in za senzorično ocenjevanje všečnosti vzorca z 9-točkovno hedonsko lestvico

Priloga C: Obrazec za ocenjevanje intenzivnosti kovinskega okusa vzorca na 9-točkovni lestvici (1.); razvrščanje modelnih pijač po intenzivnosti sladkega okusa (2.) in všečnosti (3.)

Priloga D: Obrazec za ocenjevanje intenzivnosti grenkega okusa vzorca PROP na 9-točkovni lestvici

Priloga E: Anketni vprašalnik o uživanju živil in pijač, ki vsebujejo sladila

Priloga F: Zveza med zaznavo intenzivnosti grenkega okusa vzorca z raztopino PROP s koncentracijo 0,03 mmol/L in med hedonsko oceno vzorcev raztopin sladil pri skupini A

Priloga G: Zveza med zaznavo intenzivnosti grenkega okusa vzorca z raztopino PROP s koncentracijo 0,03 mmol/L in med hedonsko oceno vzorcev raztopin sladil pri skupini B

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

- EFSA Evropska agencija za varnost hrane (ang. European Food Safety Authority)
FAO Organizacija združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (ang. Food and Agriculture Organization)
HFCS Visoko fruktozni koruzni sirup (ang. High-fructose corn syrup)
NIJZ Nacionalni inštitut za javno zdravje
PROP 6-n-propiltiouracil (ang. 6-n-propyltiouracil)
SD standardna deviacija
WHO Svetovna zdravstvena organizacija (ang. World Health Organization)

1 UVOD

Sladkor predstavlja pomembno komponento v prehrani ljudi, je široko razširjen in prisoten tudi v naravi in osnovnih živilih. Zagotavlja energijo in predvsem v razvitih državah predstavlja (pre)velik del celotnega vnosa energije s hrano. Potreba ali interes za zamenjavo celotnega ali dela sladkorja v živilih ob istočasnem ohranjanju sladkega okusa izhaja najprej iz zahteve po zmanjšanju količine saharoze v prehrani diabetikov, ki predstavljajo 2 % svetovnega prebivalstva. Druga dva pomembna dejavnika sta še: izogibanje tveganjem, povezanim z debelostjo ali prekomerno telesno maso zaradi pretiranega vnosa energije, ter preprečevanje zobnega kariesa (Bassoli in Merlini, 2003). Nove smernice Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) priporočajo, da odrasli in otroci omejijo dnevni vnos prostih sladkorjev na manj kot 10 % dnevnega energijskega vnosa oziroma raje na 5 % energijskega vnosa, kar predstavlja približno 25 g (6 čajnih žličk) na dan. Smernice WHO se ne nanašajo na sladkorje v svežem sadju in zelenjavi ter sladkorje, ki so naravno prisotni v mleku, ker ni poročil o škodljivih učinkih v zvezi z njihovim uživanjem. Svetovni vnos prostih sladkorjev se razlikuje glede na starost, okolje in državo. V Evropi je uživanje prostih sladkorjev pri odraslih zelo različno, tj. 7–8 % celotnega, energijskega vnosa na Madžarskem in Norveškem ter 16–17 % v Španiji in Združenem kraljestvu. Ta odstotek je pri otrocih precej višji, in sicer do približno 12 % na Danskem, v Sloveniji in na Švedskem ter skoraj do 25 % na Portugalskem. Prosti sladkorji predstavljajo monosaharide (kot sta glukoza, fruktoza) in disaharide (saharoza ali namizni sladkor), ki jih prozvajalci, kuharji in potrošniki dodajajo v hrano in pijačo. Naravno pa so prisotni v medu, sirupih ter sadnih in koncentriranih sokovih (WHO, 2015). Občutljivost na grenak okus kemijske spojine 6-n-propiltiouracila (PROP) je dedna lastnost (Ly in Drewnowski, 2001). Nekateri ljudje zaznavajo okus 6-n-propiltiouracila (PROP) kot zelo grenak pri nizkih koncentracijah, medtem ko ga drugi ne morejo zaznati niti pri visokih koncentracijah (Reed in sod., 1999).

1.1 CILJ NALOGE

V diplomski nalogi smo proučevali naslednja sladila: rjavi sladkor, sladkorne pese, sorbitol, sirup, visoko fruktozni sirup, ksilitol, stevijo, sladkor v prahu, kristalni beli sladkor in invertni sirup. Na osnovi podatkov iz literature o relativni sladkosti smo določili koncentracije različnih sladil, da bi pripravili vodne raztopine s podobno intenzivnostjo sladkega okusa. S senzoričnimi preskusi in panelom potrošnikov smo določili intenzivnost sladkega okusa vsake raztopine sladil, jih razvrstili po intenzivnosti sladkega okusa in ugotovili, če so v raztopinah zaznavni priokus. Uporabnost sladil za pijače in njihovo vsečnost smo preverili v modelnih raztopinah enake koncentracije sladila, ki smo mu dodali še aromo, barvo in citronsko kislino. Občutljivost posameznega senzoričnega preskuševalca na grenak okus smo ugotovljali s testom s tremi koncentracijami raztopine PROP.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

H1: Tisti, ki so manj občutljivi na grenkobo PROP, so raztopine s sladili ocenili višje na hedonski lestvici.

H2: Preskuševalci zaznavajo razlike v okusu vzorcev raztopin različnih sladil.

H3: Intenziteta kovinskega priokusa je manjša v modelni pijači kot v vodni raztopini sladila.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SLADILA

Sladila oziroma snovi s sladkim okusom se razlikujejo po sladkosti. Glede na njihovo relativno sladkost v primerjavi s saharozo jih delimo v dva razreda. »Intenzivna« sladila so tista, ki zaradi močne sladkosti želeno sladkost vsebujejo že v majhnih količinah. Drugi razred sladil vsebuje snovi sladkega okusa, ki je v intenzivnosti nekoliko manjši ali primerljiv s sladkostjo saharoze (Mortensen, 2006).

Kot sladila Organizacija združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) navaja izdelke, ki se uporabljajo za sladkanje in so pridobljeni iz sladkornega trsa, sladkorne pese, žit, sadja ali mleka ali ki jih proizvajajo žuželke. Ta kategorija vključuje monosaharide (glukoza in fruktoza) in disaharide (saharozna in maltoza). Obstajajo v kristaliziranem stanju kot sladkor ali v gostem tekočem stanju kot sirupi. Tradicionalna vira sladkorja sta sladkorni trs in sladkorna pesa. Za proizvodnjo sladil iz škroba se uporabljajo večje količine žit in koruze. Med sladila prištevamo tudi umetna sladila in med, ki ga proizvajajo čebele (*Apis mellifera*) ali druge žuželke (FAO, 1994).

2.2 KLASIFIKACIJA SLADIL

Sladila so na splošno razdeljena v dve kategoriji: nehranilna (nekalorična) visoko intenzivna sladila in hranilna sladila (Mooardian in sod., 2017).

2.2.1 Intenzivna sladila oz. nehranilna sladila

Značilnost nizkokaloričnih, nehranilnih sladil je, da se pri prebavi ne absorbirajo v tolikšni meri kot sladkor in da se v organizmu uporablja samo del njihove energijske vrednosti. Nekalorična sladila imajo visoko intenzivnost sladkega okusa, zato so potrebne le majhne količine, da dosežemo potrebno sladkost, obenem pa je njihova energijska vrednost zanemarljiva. Intenzivna sladila so snovi, ki so tako sladke, da lahko majhne količine nadomestijo velike količine saharoze ob zelo zmanjšanem vnosu kalorij (Bassoli in Merlini, 2003). Intenzivno sladke spojine s sladkostjo, ki je od 30- do 3000-krat večja od sladkosti saharoze, so lahko naravne ali sintetične (Glória, 2003).

Med vsemi sintetičnimi intenzivnimi sladili, ki se uporabljajo v industriji, so najpomembnejši acesulfam K (E950), aspartam (E951), ciklamati (E952), saharini (E954), sukraloza (E955) in neotam (E961). Najpogostejša naravna sladila so steviol glikozidi (E960), taumatokosin (E957) in neohesperidin dihidrohalkon (E959).

Običajno intenzivna sladila ne povzročajo kariesa in ne sprožajo glikemičnega odziva, zato se pogosto uporabljajo v hipokaloričnih dietah, pri bolnikih s sladkorno boleznijo in drugih posebnih primerih, kjer je treba nadzorovati vnos energije (Carocho in sod., 2017).

2.2.2 Hranilna sladila

Hranilna sladila zagotavljajo energijo, saj jih človeško telo presnavlja. Primeri hranilnih sladil so: D-fruktoza, D-galaktoza, D-glukoza, laktoza, maltoza in saharoza, med in javorjev sirup, hidrolizirani proizvodi škroba in sladkorni alkoholi. Njihova relativna sladkost je v razponu 0,3–1,2 glede na referenčno vrednost saharoze, ki znaša 1. Ta sladila je dovoljeno uporabljati v količinah quantum satis (MacAllister, 1979; Glória, 2003).

2.3 LASTNOSTI NEKATERIH SLADIL

V naslednjih podpoglavjih so predstavljena nekatera sladila, ki smo jih obravnavali v eksperimentalnem delu: saharoza, sladkorni alkoholi (sorbitol, ksilitol), steviol glikozid, visoko fruktozni koruzni sirup, rjavi sladkor, invertni sirup.

2.3.1 Saharoz

Saharoz je disaharid, znan kot kuhinjski sladkor, in je najpogosteje uporabljano sladilo na svetu. Sestavljeno je iz fruktoze in glukoze ter je ustrezne strukture, da se veže na okušalne receptorje, kar daje tradicionalen sladek okus. Že nekaj časa je znana povezava med uživanjem namiznega sladkorja in zobno gnilobo, saj je substrat za bakterije, kot sta *Streptococcus mutans* in *S. Sanguis*, ki ta disaharid presnovijo v piruvično, očetno in mlečno kislino, ki topijo zobno sklenino in pospešujejo bakterijsko kolonizacijo. Pri prebavi zelo hitra absorpcija saharoze povzroča nastajanje glikemičnih vrednosti, ki povzročajo hormonske težave in so nevarne za bolnike s sladkorno boleznijo (Carocho in sod., 2017).

2.3.2 Sladkorni alkoholi

Sladkorni alkoholi so beli kristalinični, rahlo higroskopični praški ali bistri sirupi. Na splošno so stabilni pri visokih temperaturah in ne sodelujejo v Maillardovi reakciji porjavitve. Kemijsko so sladkorni alkoholi hidrogenirani mono-, di- in oligosaharidi.

Sorbitol in ksilitol dosežeta tanko črevo v nespremenjeni obliki. V tankem črevesu se monosaharidni polioli delno absorbirajo v krvni obtok s postopkom pasivne difuzije s hitrostjo, ki je odvisna od njihove molekulske mase. Absorbirana frakcija sorbitola in ksilitola se usmeri v normalno presnovo v jetrih. Neabsorbirani polioli končno dosežejo debelo črevo, kjer jih mikroflora skoraj v celoti fermentira do hlapnih maščobnih kislin (Rapaille in sod., 2003).

Uredba 1169/2011 je določila povprečno energijsko vrednost za vse polirole na 2,4 kcal/g. Po navedeni uredbi mora biti živilo, ki vsebuje več kot 10 % dodanih poliolorov, označeno z opozorilom, da ima lahko prekomerno uživanje odvajalni učinek. Uredba 1129/2011 dovoljuje uporabo poliolorov v količinah quantum stasis, vendar samo v izdelkih z zmanjšano energijsko vrednostjo ali brez dodanega sladkorja.

2.3.2.1 Sorbitol E420

Sorbitol (E420) dobimo s katalitskim hidrogeniranjem glukoze. Sorbitolni sirup je zmes poliolov, ki sestoji pretežno iz d-sorbitola, variabilnih količin d-manitola in hidrogeniranih oligosaharidov. Dobimo ga s katalitskim hidrogeniranjem glukoznega sirupa. Sorbitol in sirup sorbitola sta dobro topna v vodi in nekoliko slabše topna v etanolu. Pri ljudeh so zaznali laksativne učinke sorbitola (E420) pri vnosih nad 50 g na dan (Mortensen, 2006).

V črevesju se sorbitol počasi absorbira (25 %–80 % zaužitega odmerka) z olajšano difuzijo in se kasneje presnavlja v jetrih. Neabsorbirani del preide v debelo črevo, kjer poteka fermentacija (Grembecka, 2019).

Evropska agencija za varnost hrane (EFSA) navaja, da je sorbitol neprebavljiv za bakterije iz ustne votline, zato preprečuje nastanek kariesa in erozije zobne sklenine (EFSA, 2011). Zato se lahko uporablja kot zobu prijazna snov v živilih in farmacevtskih izdelkih. Ta sladkorni alkohol je primeren tudi za uporabo pri izdelkih za diabetike kot tudi za sladkorne izdelke, žvečilne gumije in živila brez sladkorja, kot so zamrznjeni deserti in pecivo (Grembecka, 2019).

2.3.2.2 Ksilitol E967

Ksilitol se imenuje tudi lesni ali brezov sladkor, saj ga lahko pridobivamo iz breze, malin, sliv in koruze. Proizvaja se iz rastlinskega materiala, bogatega s ksilanom, najprej s kislom hidrolizo polisaharida in nato s katalitskim hidrogeniranjem ksiloze. Je dobro topen v vodi in slabše topen v etanolu (Mortensen, 2006). EFSA navaja, da spada med nekariogene ogljikove hidrate, saj ne povzroča erozije zobne sklenine. Uporablja se za žvečilni gumi, pri izdelavi pekovskih in mlečnih izdelkov (EFSA, 2011).

2.3.3. Steviol glikozidi E960

Steviozidi so glukozidi diterpena steviola, ekstrahiranega iz listov rastline stevije (*Stevia rebaudiana* Bertoni). To je intenzivno sladilo, in sicer od 200- do 300-krat slajše od saharoze. Rastline in izvlečki rastline imajo dolgo tradicijo uporabe v Južni Ameriki. Stevija se kot sladilo že več let uporablja tudi na Japonskem (Mortensen, 2006).

Sladke molekule iz stevije ekstrahirajo iz posušenih listov, očistijo in kristalizirajo. Sladke sestavine stevije vključujejo osem glikozidov steviola: steviozid, steviolbiozid, rebaudiozide A, B, C, D in E ter dulkozid A (Bassoli in Merlini, 2003).

Uredba evropske komisije 2016/1814 navaja, da je sprejemljivi dnevni vnos aditiva steviol glikozida (E960) 4 mg/kg telesne mase na dan.

2.3.4 Visoko fruktozni koruzni sirup

Visoko fruktozni koruzni sirup se proizvaja s hidrolizo škroba v koruzi z uporabo α -amilaze in glukoamilaze. Temu sledi obdelava z izomerazo glukoze, da dobimo zmes glukoze in fruktoze. HFCS-42 in HFCS-90 sirupa se mešata za proizvodnjo sirupa HFCS-

55, ki ga sestavlja 55 % fruktoze, 41 % glukoze in 4 % drugih sladkorjev (Kleim in sod., 2016).

2.3.5 Rjavi sladkor

Glavna vira rjavega sladkorja sta sladkorna pesa in sladkorni trs. Sladkorna pesa (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* convar. *vulgaris* var. *altissima*) ima veliko višjo vsebnost dušikovih spojin kot sladkorni trs, zato je v predelavi sladkorne pese potrebno te snovi odstraniti in s tem preprečiti, da bi prispevali k barvi in vonju produkta. Sladkorna pesa, pridelana iz semena, je dvoletna rastlina iz družine Chenopodiaceae, ki v prvem letu dosega vegetativno rast, v drugem pa semensko proizvodnjo (Clarke in Cleary, 2003). Za proizvodnjo rjavega sladkorja iz sladkorne pese se beli kristali sladkorja prekrijejo s trsnim sirupom ali melaso (Godshall in Legendre, 2003). Vsebnost sladkorja v sladkorni pesi se giblje od 13 do 18 % celotne teže (FAO, 1994). Rjavi sladkor lahko pridobivamo tudi iz sladkornega trsa (*Saccharum officinarum*), tj. velika večletna tropska trava, ki spada v rod *Saccharum* tribusa *Andropogoneae* iz družine Poaceae. Medtem ko je glavni proizvod iz sladkornega trsa beli, granulirani sladkor, je postopek primeren za proizvodnjo več posebnih sladil. Rjavi sladkor sladkornega trsa, ki se proizvaja v rafinerijah, je sladkor iz zelo drobnega zrna, ki je ovit v tanek film temnega sirupa in ima širok razpon barve – od svetlo rumene do zelo temno rjave. Proizvaja se na dva načina. Tradicionalna metoda je, da se kristalizira iz rafiniranega sirupa. Drugi, energetsko učinkovitejši način je, da se beli kristali sladkorja prekrijejo s trsnim sirupom ali melaso (Godshall in Legendre, 2003). Vsebnost sladkorja se v sladkornem trsu giblje od 10 do 15 % celotne teže (FAO, 1994).

2.3.6 Invertni sirup

Običajna metoda za proizvodnjo invertnega sirupa je kislá hidroliza saharoze, vendar pri tem postopku pogosto nastajajo neželeni obarvnani produkti oksidacije zaradi visoke temperature in nizkega pH (Upadhyay in Verma, 2013).

Tekoči invertni sladkor, ki zajema vrsto tekočih proizvodov saharoze, glukoze in fruktoze s sladkorno stopnjo 75–77 Brix, je sladilo, ki so ga do poznih 70. let 20. stoletja najpogosteje uporabljali v ZDA. Kasneje so ga zamenjali cenejši sirupi na osnovi škroba, predvsem visoko fruktozni koruzni sirup (Clarke, 2003).

2.4 RELATIVNA SLADKOST

Relativna sladkost je numerična vrednost, ki povezuje splošno sladkost saharoze referenčne vrednosti 1 (100 g/L pri sobni temperaturi 22 °C) s sladkostjo druge snovi. Vrednost je opredeljena kot razmerje med koncentracijami snovi, ki se ujemajo v intenzivnosti sladkega okusa, saharoza pa se pri tem uporablja kot referenca. Zaznana intenzivnost sladkega okusa je odvisna od mnogih zunanjih dejavnikov: vključno s koncentracijo raztopine, temperaturo, vrednostjo pH, strukturno konfiguracijo in stopnjo hidrolize (Sester in Brannan, 2003).

2.5 PERCEPCIJA GRENKEGA IN SLADKEGA OKUSA

Ljudje okušamo z receptorskimi celicami za okus, ki so razporejene v okušalnih brbončicah v epiteliju ustne votline in so odgovorne za odziv na dražljaj ob vnosu snovi, ki jih zaznavamo kot sladek, grenak, slan, kisel in umami okus. Prvi korak zaznave poteka na apikalnem koncu okušalnih receptorskih celic (Sugita in sod., 2013). Slednje sodijo med celice tipa II, ki imajo signalne molekule za transdukcijo dražljaja, kot so G-proteini (sklop okušalnih receptorjev), α -gustducin in fosfolipaza C.

Celice tipa II vključujejo receptorje, ki so občutljivi za sladke, grenke in umami dražljaje. Kot receptorji za snovi, ki povzročajo grenak okus, deluje skupina receptorjev T2R, vezanih na G-proteine. Skupina receptorjev T1R, ki je povezana z G-proteini, izraža dva heteromerna receptorja, ki zaznata sladke ali umami okuse. Kot receptor za sladko pa deluje heteromer T1R2+T1R3. Slednji prepozna različne kemijske strukture sladil, od monosaharidov do sintetičnih sladil, D-aminokislin in beljakovin sladkega okusa (Chaudhari in Roper, 2010; Sugita in sod., 2013).

Za zaznavanje okusa in njegove intenzivnosti mora biti snov topna v slini, da pride v stik z receptorji. Drugi parametri, ki vplivajo na zaznavo sladkega okusa, so: struktura sladila (intenzivnost sladkosti se manjša z naraščanjem števila monosaharidnih enot v saharidu), temperatura živila, vrednost pH in prisotnost drugih molekul, ki vplivajo na receptorje (Carocho in sod., 2017).

Grenke spojine običajno zaznavamo pri precej nižjih koncentracijah kot sladke ali umami spojine. Za razlike v zaznani intenzivnosti okusov, pogosto prav pri grenkem okusu, so odgovorne variante alelov TAS2R genov receptorjev za grenak okus (Di Pizio in sod., 2019).

2.5.1 Lastnosti kemijske spojine 6-n-propiltiouracil (PROP)

Ljudje smo izjemno občutljivi na grenkobo in lahko zaznamo grenke spojine pri nižjih koncentracijah od drugih osnovnih okusov. Kljub temu obstajajo tudi velike individualne razlike v zaznavanju grenkobe. Primer te variacije je podedovana sposobnost okušanja grenkih sintetičnih spojin feniltiokarbamida (PTC) in 6-n-propiltiouracila (PROP) (Tepper, 2008; Snyder in sod., 2008). PROP in PTC imata tiocianatno skupino N-C=S, ki je odgovorna za njihov značilen grenak okus (Tepper, 1998).

Ljudje imamo 25 funkcionalnih receptorskih genov za grenko s skupnim imenom TAS2R (TAS se nanaša na gen receptorja okusa in 2 označuje gen grenkega okusa). TAS2R38 je gen, ki nadzoruje občutljivost okusa na navedeni sintetični spojini PTC in PROP. Receptor TAS2R38 prepozna le PTC in PROP, ne drugih grenkih spojin, ki nimajo tiocianatne skupine (Tepper, 2008).

Okuševalci PROP spojinah močneje zaznajo okus različnih grenkih ali sladkih snovi in poročajo o intenzivnejših peroralnih dražljajih pri uživanju alkohola in kapsaicina ter kažejo večjo občutljivost na teksturne lastnosti, ki so povezane z maščobo (Tepper, 2008). Anatomiški podatki podpirajo razliko med spoloma, ženske imajo več gobastih papil in več

brbončic, kar posledično vodi do večje občutljivosti za različne okuse in hedonske preference za sladka in zelo mastna živila (Bartoshuk in sod., 1994; Drewnovski in sod., 1997).

Raziskave kažejo, da so super okuševalcem (ang. super tasters), tj. osebam, ki so občutljive na PROP, v mladosti bolj všeč sladka živila, v odrasli dobi pa naj bi uživali manj alkohola v primerjavi z neokuševalci (ang. nontasters). (Bachmanov in Beauchamp, 2009). Raziskave tudi potrjujejo, da odrasli neokuševalci preferirajo slajša živila kot super okuševalci (Yeomans in sod., 2007). Prav tako je bila potrjena zveza med gostoto brbončic in statusom okuševalca PROP: večjo gostoto brbončic so ugotovili pri super okuševalcih, ki jim intenzivnejši sladek okus ni bil všeč. (Bartoshuk in sod., 1994; Essick in sod., 2003; Yeomans in sod., 2007).

2.6 SENZORIČNA ANALIZA

Senzorična analiza je znanstvena disciplina, ki temelji na prepoznavi in opisovanju senzoričnih lastnosti s človekovimi čuti. Zajema niz različnih tehnik, ki omogočajo natančno merjenje človekovega odziva na hrano in pijačo. Za izvajanje senzorične analize morajo biti zagotovljeni pogoji brez motečih stranskih učinkov (izdelka in okolice), ki bi vplivali na preskuševalčevo zaznavo. Preskusi, ki jih lahko opravimo, so hedonski ali analitični. Hedonske preskuse uporabimo pri določanju stopnje sprejemljivosti, analitične pa za določanje razlik in merjenje specifičnih lastnosti izdelka. Hedonski preskusi se uporabljajo v potrošniških raziskavah (Golob in sod., 2005).

Pogosto uporabljamo preskuse s pomočjo lestvic in razredov, torej različne metode, s katerimi ocenjujemo ali primerjamo eno ali več senzoričnih lastnosti preskusnega vzorca ali ocenjujemo vzorec kot celoto, določamo pa lahko tudi stopnjo všečnosti ali sprejemljivosti. Preskusi z uporabo lestvic se uporabljajo za določanje intenzivnosti razlik ali za uvrščanje vzorcev v razrede. Lestvice so lahko grafične, opisne ali številčne. Lahko so: enopolne, to so lestvice, ki imajo definirano samo eno točko, običajno na enem koncu (grafično oznako ali številko 0), ali dvopolne, to so lestvice z označenima dvema točkama nasprotnima vrednostma na obeh koncih premice, npr. sladko – nezaznavno ali pri hedonski lestvici: izrazito ugaja – izrazito ne ugaja (ISO 4121, 2003).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORCI

V senzorični analizi smo uporabili vodne raztopine osmih različnih sladkorjev oziroma sladil in PROP-a. Pripravili smo tri serije vzorcev.

- Raztopine sladil

Za pripravo vodnih raztopin in modelnih pijač smo uporabili rjavi sladkor iz sladkorne pese, sorbitol sirup, visoko fruktozni koruzni sirup (HFCS, High-fructose corn syrup), ksilitol, stevijo na maltodekstrinu (1 %), sladkor v prahu, beli kristalni sladkor in invertni sirup. Za pripravo vodnih raztopin sladil in modelnih pijač smo uporabili različne koncentracije sladil, na osnovi literaturnih podatkov o relativni intenzivnosti sladkega okusa sladila glede na referenčno raztopino saharoze s koncentracijo 100 g/L in relativno

sladkostjo 1 (Sester in Brannan, 2003; Parker in sod., 2010). Privzeli smo, da je relativna sladkost uporabljenih sladil sledeča: ksilitol, rjavi sladkor sladkorne pese, sladkor v prahu, in kristalni beli sladkor 1; sorbitol sirup (67 % s.s.) 0,6; visoko fruktozni koruzni sirup (55 % s.s.) 1,1; stevija na maltodekstrinu (1 %) 3,5, invertni sirup (67 % s.s.) 0,8. Izračunali smo potrebne količine za pripravo 1,5-litrskega vzorca. Vzorce smo označili z oznakami S1-S9, kot kaže priloga A. Vzorec S8 je pri obeh panelih služil za interno kontrolo, zato je izvzet iz predstavitve rezultatov. Ta je vseboval pri skupini A rjavi sladkor sladkornega trsa in pri skupini B, saharozo.

- Raztopine modelnih pijač s sladili

Vzorce modelnih pijač smo pripravili z enakimi količinami sladil, ki smo jim dodali še 3,75 g citronske kisline, 0,750 mL arome maline (Frutarom Etol) in 0,250 mL rdečega barvila za živila (Frutarom Etol 06075, 1,5 mg/mL) in dopolnili z vodo do 1500 mL. Vzorce smo označili z oznakami S1c-S9c, kot kaže priloga A. Vzorec S8c je pri obeh panelih služil za interno kontrolo, zato je izvzet iz predstavitve rezultatov. Ta je vseboval pri skupini A rjavi sladkor sladkornega trsa in pri skupini B, saharozo.

- Raztopine 6-n-propil tiouracila (PROP)

Za zaznavo občutljivosti preskuševalcev na grenek okus raztopine PROP smo pripravili raztopine treh koncentracij: 0,03 mmol/L (PROP 1), 0,3 mmol/L (PROP 2) in 1,0 mmol/L (PROP 3) PROP.

Približno 30 mL vsakega vzorca smo servirali v 100-mililitrskih belih plastičnih lončkih, označenih s kodo. Vsak preskuševalec je imel na voljo navadno vodovodno vodo za nevtralizacijo ustne votline med različnimi vzorci.

3.2 PRESKUŠEVALCI

Pri senzorični analizi je sodelovalo 50 študentov iz Slovenije in Srbije: 30 študentov 2. in 3. letnika univerzitetnega študija prve stopnje Živilstvo in prehrana (BF) izbirnega predmeta Senzorične metode (v nadaljevanju skupina A) in 20 študentov iz Novega Sada prve stopnje Prehrambeno inženjerstvo (v nadaljevanju skupina B). V obeh panelih skupaj je bilo 40 žensk in 10 moških. Povprečna starost študentov je bila $22,1 \pm 3,3$ let. Pred začetkom senzoričnega ocenjevanja vzorcev smo študentom pojasnili namen preskušanja ter jim opisali potek ocenjevanja pri preskusih.

3.3 METODE

Pri eksperimentalnem delu so preskuševalci izvedli šest senzoričnih preskusov s tremi serijami vzorcev in izpolnili anketni vprašalnik. V prvi seriji preskusov so ocenjevali intenzivnost sladkega, kovinskega in grenkega okusa ter všečnost osmih vzorcev raztopin sladil, ki so jih prejeli v naključnem vrstnem redu. V drugi seriji so ocenjevali intenzivnost kovinskega okusa vsakega od osmih vzorcev modelnih pijač in jih razvrščali po sladkosti in všečnosti. V tretji seriji preskusov so preskuševalci zaporedoma prejeli raztopine PROP z naraščajočo koncentracijo in ocenjevali intenzivnost grenkega okusa.

3.3.1 Ocenjevanje lastnosti vzorcev z lestvicami (ISO 4121, 2003)

3.3.1.1 Ocenjevanje intenzivnosti okusa

Preskuševalci so intenzivnost sladkega, kovinskega in grenkega okusa osmih vzorcev vodnih raztopin sladil ocenjevali na 10-centimetrski nestrukturirani lestvici. Lestvica je dvopolna ter z označenima ekstremoma 0 (nezaznavna intenzivnost) in 10 (izredno intenziven okus). Obrazec za ocenjevanje je podan v prilogi B.

Preskuševalci so ocenili intenzivnost kovinskega okusa v vzorcih modelnih pijač, ki so poleg sladil vsebovali še citronsko kislino, aromo maline in rdečo barvo za živila z 9-točkovno strukturirano številčno lestvico z oznakami od 1 (nezaznavno) do 9 (izredno intenzivno). Obrazec je prikazan v prilogi C. Z enako lestvico so ocenili tudi intenzivnost grenkega okusa raztopin PROP. Obrazec je prikazan v prilogi D.

3.3.1.2 Ocenjevanje všečnosti z 9-točkovno hedonsko lestvico

Pri tem hedonskem testu so preskuševalci ocenjevali všečnost vzorcev raztopin sladil s strukturirano, besedilno 9-točkovno lestvico. Lestvica je bila sestavljena iz 9 stopenj ugajanja s pripadajočimi opisi, preskuševalci so za posamezen vzorec obkrožili ustrezno stopnjo ugajanja: od Izredno ne ugaja do Izredno ugaja. Obrazec je predstavljen v prilogi B.

3.3.2 Metoda z razvrščanjem (ISO 8587, 2006)

Uporabili smo dva preskusa razvrščanja za vzorce modelnih pijač, in sicer razvrščanje po intenzivnosti sladkega okusa in razvrščanje po všečnosti. Princip metode je v obeh primerih enak: preskuševalci prejmejo vse vzorce naenkrat in jih po okušanju razvrstijo glede na ocenjevano lastnost v vrstnem redu od najmanj do najbolj (sladkega oziroma všečnega). Obrazec je predstavljen v prilogi C.

3.3.3 Anketni vprašalnik

Preskuševalce smo prosili za izpolnitev kratkega anketnega vprašalnika o pogostosti uživanja pijač in živil, ki vsebujejo sladila. Vprašali smo, če uporabljajo druga sladila kot nadomestek belega sladkorja, katera in zakaj. Poleg tega nas je zanimalo tudi, kako pogosto uživajo nekatere pijače ter ali je kdo izmed njih sladkorni bolnik. Anketni vprašalnik vključuje priloga E.

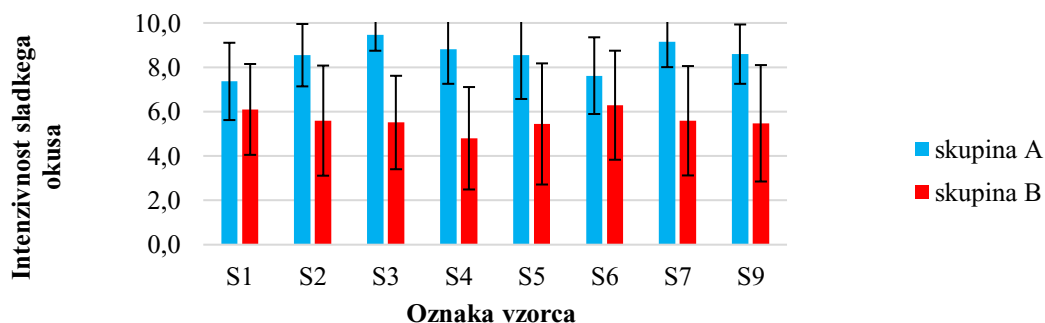
3.3.4 Statistična analiza

Rezultate senzorične analize smo statistično obdelali v programu Excel. Izračunali smo povprečne vrednosti, standardne odklone in vsote rangov pri razvrščanju ter te podatke grafično prikazali. Pri preskusu razvrščanja smo za ugotavljanje značilnih razlik v rangih vzorcev uporabili Friedmanov test (ISO 8587, 2006). Z njim preverjamo razlike med vsotami rangov posameznih vzorcev. Za hipotezo H_0 smo postavili trditev, da so vse vsote rangov enake. V primeru, da je $F_{\text{test}} > F_{\text{krit}}$, smo H_0 zavrnil.

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 OCENJEVANJE INTENZIVNOSTI OKUSOV V RAZTOPINAH SLADIL

Oba panela preskuševalcev (skupini A in B) sta za ocenjevanje intenzivnosti sladkega, kovinskega in grenkega okusa osmih vzorcev vodnih raztopin sladil uporabila nestrukturirano 10-centimetrsko lestvico.



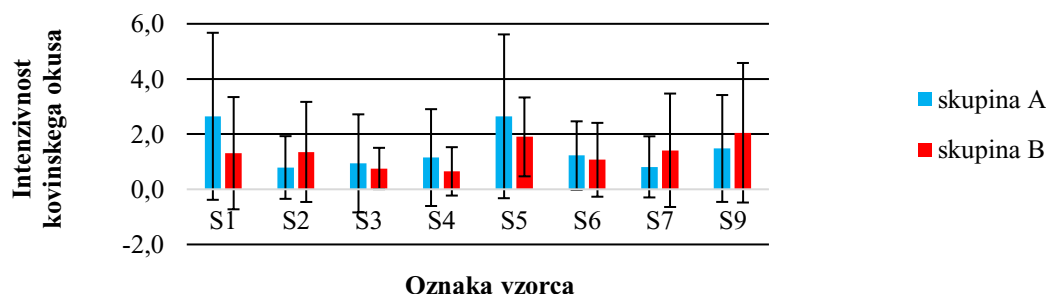
Slika 1: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti sladkega okusa raztopin sladil z 10-centimetrsko lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)

Slika 1 prikazuje povprečne vrednosti intenzivnosti sladkega okusa (\pm SD) osmih vzorcev raztopin sladil v skupini preskuševalcev A in B. Pri skupini A je imela najvišjo povprečno vrednost za sladek okus ($9,5 \pm 0,7$) raztopina visoko fruktoznega sirupa (S3), pri skupini B pa raztopina sladkorja v prahu (S6) ($6,3 \pm 2,5$). Kot najmanj sladek so slovenski študenti skupine A ocenili vzorec S1, tj. raztopino z rjavim sladkorjem iz sladkorne pese ($7,4 \pm 1,7$). Medtem je pri skupini B najmanjšo povprečno oceno dobil vzorec S4, ki je vseboval ksilitol ($4,8 \pm 2,3$). Pri skupini A si sladke raztopine po naraščajoči ocenjeni intenzivnosti sladkega okusa sledijo v vrstnem redu: rjavi sladkor sladkorne pese (S1), sladkor v prahu (S6), sorbitol sirup (S2) in (S5) – stevija na maltodekstrinu (1 %) imata enako povprečno ocenjeno intenzivnost, invertni sirup (S9), ksilitol (S4), beli kristalni sladkor (S7), visoko fruktozni koruzni sirup (S3). Pri skupini B si po naraščajoči ocenjeni intenzivnosti sladkega okusa sledijo: ksilitol (S4), (S5) – stevija na maltodekstrinu (1 %), invertni sirup (S9) in visoko fruktozni koruzni sirup (S3) sta bila ocenjena z enako povprečno intenzivnostjo kot tudi beli kristalni sladkor (S7) in sorbitol sirup (S2), sledita še rjavi sladkor sladkorne pese (S1), sladkor v prahu (S6). Na splošno so slovenski študentje (skupina A) vse raztopine ocenili kot slajše kot študentje iz Srbije (skupina B).

Intenzivnost kovinskega okusa različnih sladil v vodnih raztopinah so študenti iz skupin A in B ocenili s pomočjo desetcentimetrske lestvice. Študenti skupine A so najintenzivnejši kovinski okus zaznali v vzorcih S1 in S5 ($2,6 \pm 3$), študentje skupine B pa v S9 ($2,1 \pm 2,5$). Vzorca S2 in S7 ($0,8 \pm 1,1$) so študentje skupine A opredelili kot vzorca z najmanj intenzivnim kovinskim okusom, študentje skupine B pa so to storili pri vzorcu S4 ($0,7 \pm 0,9$).

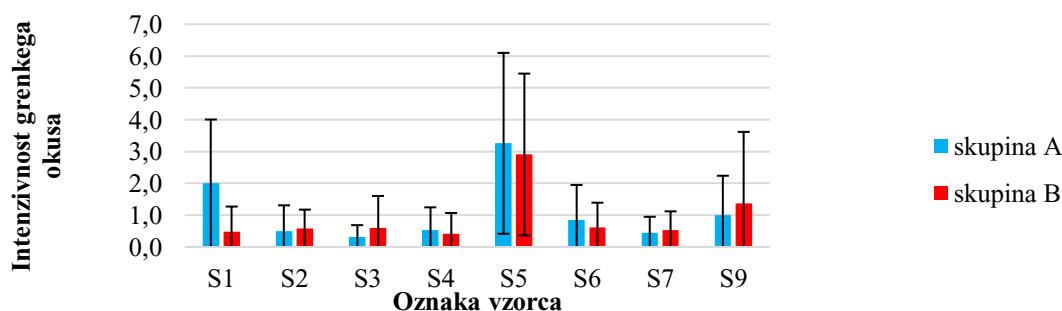
Glede na naraščajočo vrednost povprečne intenzivnosti kovinskega okusa, ki jo je podala skupina A, so si vzorci na sliki 2 sledili: vzorca raztopine belega kristalnega sladkorja (S7) in sorbitol sirupa (S2), visoko fruktozni koruzni sirup (S3), vzorca raztopine sladkorja v prahu (S6) in ksilitola (S4), invertni sirup (S9) in na koncu še vzorca raztopine rjavega

sladkorja sladkorne pese (S1) in (S5) – stevije na maltodekstrinu (1 %). Rezultati skupine B so si sledili: vzorec raztopine ksilitola (S4), visoko fruktozni koruzni sirup (S3), sladkor v prahu (S6), rjavi sladkor iz sladkorne pese (S1), vzorca raztopine sorbitol sirupa (S2) in belega kristalnega sladkorja (S7), (S5) – stevija na maltodekstrinu (1 %), invertni sirup (S9). Kot vidimo iz standardnih odklonov na sliki 2, so bile razlike v ocenah intenzivnosti kovinskega okusa med študenti ene in druge skupine precejšnje.



Slika 2: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti kovinskega okusa raztopin sladil z 10-centimetrsko lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)

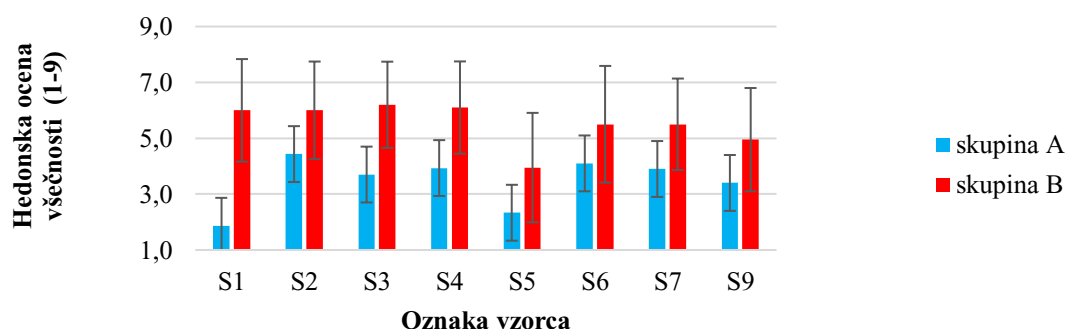
Prav tako smo 10-centimetrsko lestvico uporabili tudi za ocenjevanje intenzivnosti grenkega okusa pripravljenih raztopin sladil. Študenti obeh skupin so za najgrenkejšega ocenili vzorec S5 (stevija na maltodekstrinu, 1 %), in sicer s povprečno vrednostjo $3,3 \pm 2,8$ pri skupini A in s povprečno vrednostjo $2,9 \pm 2,5$ pri skupini B. Najmanj zaznaven grenek okus je skupina A določila v raztopini visoko fruktoznega koruznega sirupu (S3) s povprečno vrednostjo $0,3 \pm 0,4$, skupina B pa pri vzorcu raztopine ksilitola (S4), s povprečno ocenjeno intenzivnostjo $0,4 \pm 0,7$. Glede na povprečne vrednosti intenzivnosti grenkega okusa, prikazane na sliki 3, so si vzorci od najmanj do najgrenkejšega po oceni skupine A sledili v naslednjem redu: S3, skupaj S2 in S4, S7, S6, S9, S1 in na koncu S5. Vrstni red vzorcev glede na ocene skupine B je bil: S4, skupaj S1 in S7, nato skupaj S2, S3 in S6, sledil je S9 in na koncu S5. Tudi v tem primeru so iz standardnih odklonov opazne velike razlike med ocenami intenzivnosti grenkega okusa posameznih preskuševalcev. De Oliviera in sod. (2007) navajajo, da čisti stevioside povzročata značilen grenek okus, kar je lahko razlog, da so preskuševalci skupin A in B kot najintenzivnejši grenek okus pri vodnih raztopinah sladil ocenili stevijo.



Slika 3: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti grenkega okusa raztopin sladil z 10-centimetrsko lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)

4.2 REZULTATI OCENJEVANJA VŠEČNOSTI RAZTOPIN SLADIL Z 9-TOČKOVNO HEDONSKO LESTVICO

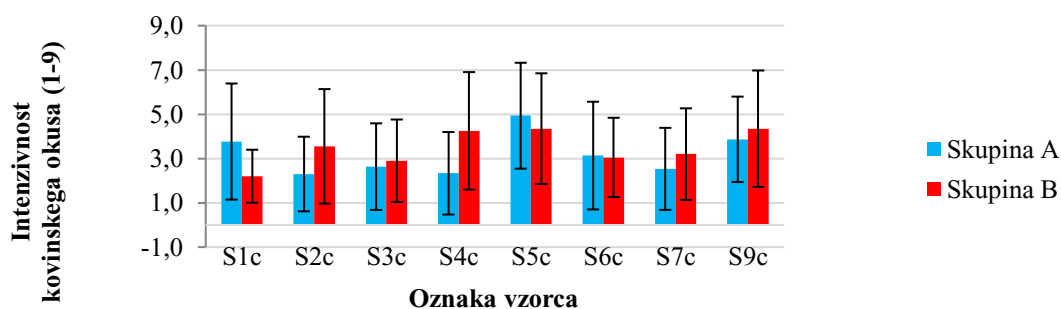
Preskuševalci skupin A in B so s hedonsko lestvico ocenjevali celotno oz. splošno všečnost raztopin sladil. Lestvica je bila opisna, kar pomeni, da je ponujala možnost izbire od Izredno ne ugaja do Izredno ugaja. Slika 4 prikazuje povprečne vrednosti ocen za vsako ocenjeno sladilo in skupino preskuševalcev. Pri skupini A je razvidno, da je bila preskuševalcem najbolj všeč raztopina sorbitol sirupa (S2). Najnižjo hedonsko oceno je dobila raztopina rjavega sladkorja iz sladkorne pese (S1). Pri skupini B je najvišjo hedonsko oceno dobil vzorec raztopine visoko fruktoznega sirupa (S3), najnižjo pa raztopina S5 (stevija na maltodekstrinu, 1 %). Glede na padajočo povprečno oceno všečnosti od Izredno ugaja do Izredno ne ugaja gre vrstni red raztopin sladil pri skupini A takole: S2, S6, skupaj S4 in S7, nato S3, S9, S5 in S1. Hedonske ocene skupine B si v padajočem vrstnem redu sledijo: S3, S4, skupaj S1 in S2, skupaj S7 in S6, nato S9 in na koncu S5.



Slika 4: Rezultati ocenjevanja všečnosti vzorcev raztopin sladil z 9-točkovno hedonsko lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)

4.3 REZULTATI OCENJEVANJA INTENZIVNOSTI KOVINSKEGA OKUSA MODELNIH PIJAČ

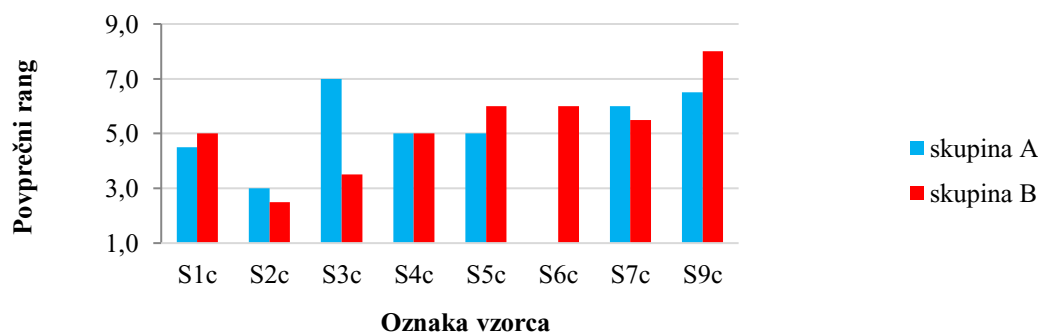
Modelne pijače, ki so vsebovale enake koncentracije sladil kot osnovne raztopine, poleg tega pa še citronsko kislino, barvilo in aromo, so preskuševalci skupin A in B ocenili s pomočjo 9-točkovne strukturirane lestvice, na kateri so s križcem označili intenzivnost kovinskega okusa. Na sliki 5 vidimo, da so preskuševalci skupine A najintenzivnejši kovinski okus zaznali v modelni pijači s stevijo S5c ($4,9 \pm 2,4$). Podobno so ocenili tudi preskuševalci skupine B, pri katerih je enako povprečno oceno kovinskega okusa dobil vzorec s stevijo S5c in z invertnim sirupom S9c ($4,4 \pm 2,8$). Najšibkeje je bil kovinski okus prisoten v modelnih pijačah s sorbitolom S2c ($2,3 \pm 1,7$) in ksilitolom S4c ($2,3 \pm 1,9$) za preskuševalce skupine A in v vzorcu z rjavim pesnim sladkorjem S1c ($2,2 \pm 1,2$) za preskuševalce skupine B.



Slika 5: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti kovinskega okusa vzorcev modelnih pijač sladil z 9-točkovno lestvico in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)

4.4 REZULTATI RAZVRŠČANJA MODELNIH PIJAČ PO INTENZIVNOSTI SLADKEGA OKUSA

Pripravljene modelne pijače so študenti skupine A in B razvrščali po intenzivnosti sladkega okusa od najmanj do najslajšega. Rang 1 pomeni najmanj sladko, rang 9 pa najslajše. Kot je prikazano na sliki 6, so si vzorci modelnih pijač, kot jih je razvrstila skupina A, po naraščajoči sladkosti sledili: S6c, S2c, S1c, z enako mediano rangov S4c in S5c, nato S7c, S9c in kot najslajša modelna pijača z visoko fruktoznim sirupom S3c.



Slika 6: Rezultati razvrščanja modelnih pijač sladil po intenziteti sladkega okusa (rang 1–9) in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)

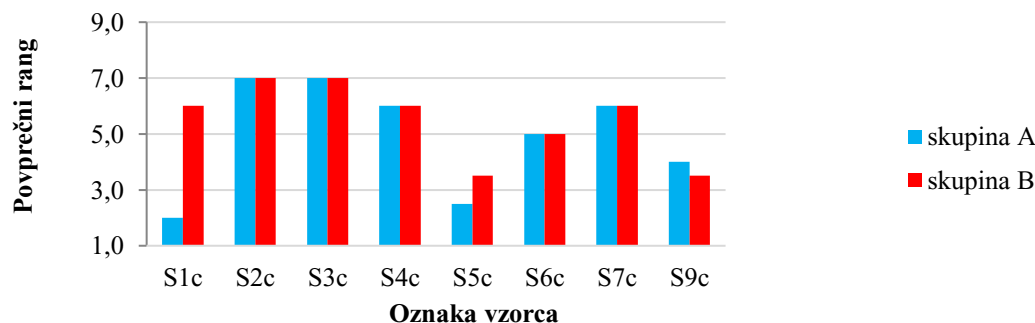
Pri skupini B je najnižji povprečni rang dobil vzorec s sorbitol sirupom, S2c, sledi S3c, z enako mediano ranga sledita S1c in S4c, nato S7c, z enako mediano rangov S5c in S6c ter na koncu kot najslajša modelna pijača z invertnim sirupom S9c.

Značilno razliko ($p \leq 0,05$) med vsotami rangov pri preskusih razvrščanja po intenzivnosti sladkega okusa vzorcev modelnih pijač smo potrdili s Friedmanovim testom. Iz tega lahko sklepamo, da so potrošniki zaznali, da so bili vzorci modelnih pijač z različnimi sladili različno sladki.

4.5 REZULTATI RAZVRŠČANJA MODELNIH PIJAČ PO VŠEČNOSTI

Modelne pijače so preskuševalci skupin A in B razvrstili tudi po všečnosti. Na sliki 7 je prikazana razvrstitev od najmanj do najbolj všečne pijače glede na mediano ranga vsakega vzorca. Od najmanj do najbolj všečnega vzorca modela pijače po oceni skupine A si sledijo: S1c, S5c, S9c, S6c, z enako mediano rangov S4c in S7c in najbolj všečna, z enako

mediano rangov – S2c in S3c. Rezultati razvrščanja vzorcev po vsečnosti skupine B so naslednji: S5c in S9c skupaj z najnižjo mediano rangov, S6c, z enakimi medianami rangov kot S1c, S4c in S7c ter kot najbolj vsečna, z enakima medianama rangov S2c in S3c. Preskuševalci obeh skupin so kot najbolj vsečna izbrali enaka vzorca modelnih pijač – S2c in S3c.



Slika 7: Rezultati razvrščanja modelnih pijač sladil po vsečnosti (rang 1–9) in paneloma iz dveh držav (skupini A in B)

Značilno razliko ($p \leq 0,05$) med vsotami rangov pri preskusih razvrščanja po vsečnosti vzorcev modelnih pijač smo potrdili s Friedmanovim testom. Tako lahko zaključimo, da so bili vzorci modelnih pijač preskuševalcem različno vsečni.

4.6 REZULTATI OCENJEVANJA OBČUTLJIVOSTI PRESKUŠEVALCEV NA SPOJINO PROP

Preskuševalci so eno za drugo, z ustreznimi vmesnimi premori za nevtralizacijo ust prejeli tri vzorce PROP s koncentracijami 0,03 mmol/L, 0,3 mmol/L in 1,0 mmol/L PROP. Intenzivnost zaznanega grenkega okusa raztopine so označili na 9-točkovni strukturirani lestvici (1 – nezaznavno, 9 – izredno intenzivno). Osredotočili smo se predvsem na zaznavo intenzivnosti grenkega okusa raztopine PROP z najnižjo koncentracijo (PROP 1). V njej je grenek okus zaznalo 23 % preskuševalcev skupine A in 10 % preskuševalcev skupine B.

Iz rezultatov ocenjevanja vzorca PROP 1 in hedonskih ocen vzorcev raztopin sladil smo izračunali korelacijske koeficiente, da bi preverili, če obstaja zveza med občutljivostjo za grenek okus raztopine PROP in vsečnostjo sladkih raztopin. Na ta način smo preverili hipotezo 1, da tisti, ki so manj občutljivi na grenkobo PROP, raztopine s sladili ocenjujejo višje na hedonski lestvici.

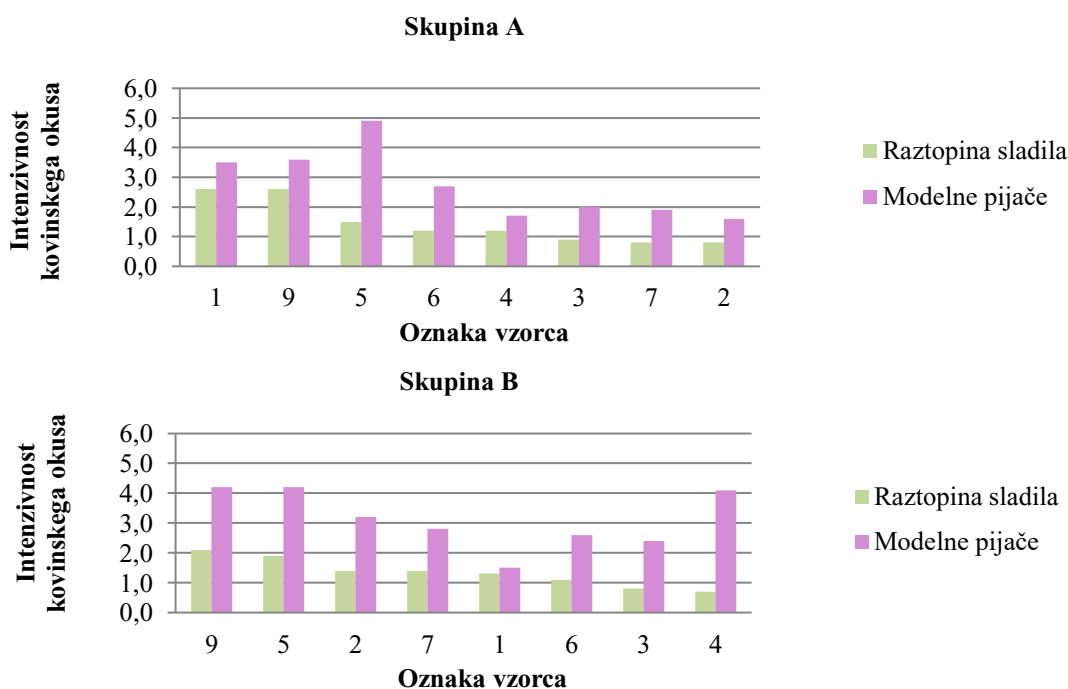
Pri skupini A lahko hipotezo 1 potrdimo za raztopine sladil S1, S5, S9, S3, kjer je bila linearna zveza srednje močna ($0,40 \leq r \leq 0,69$). Za primere vzorcev S2, S4, S6, S7, S8 smo ugotovili neznatno linearno povezanost ($0,01 \leq r \leq 0,19$) med občutljivostjo za grenek okus in hedonsko oceno raztopine sladila. Rezultati za skupino A so prikazani v prilogi F.

Pri skupini B smo visoko povezanost ugotovili pri vzorcu S7 ($0,70 \leq r \leq 0,89$) in zmerno ($0,40 \leq r \leq 0,69$) pri vzorcu S1 ter nizko povezanost med občutljivostjo za grenek okus PROP in hedonsko ceno sladke raztopine pri vzorcih S9 in S3 ($0,20 \leq r \leq 0,39$). Zanimivo je, da smo pri raztopini S6 dobili obratno visoko zvezo ($r = 0,762$), in sicer so v tem

primeru tisti, ki so bili manj občutljivi na PROP, dali temu vzorcu nižje hedonske ocene. Rezultati za skupino B so prikazani v prilogi G.

4.7 REZULTATI OCENJEVANJA INTENZIVNOSTI KOVINSKEGA OKUSA MODELNIH PIJAČ IN VODNIH RAZTOPIN SLADIL

S slike 8 je razvidna razlika med ocenjeno intenziteto kovinskega okusa pri modelnih pijačah, ki poleg sladila v enaki koncentraciji vsebujejo še citronsko kislino, rdeče barvilo za živila in aromo maline, ter med vodnimi raztopinami sladil. Pri zaznavi intenzivnosti kovinskega okusa modelnih pijač smo uporabili strukturirano 9-točkovno lestvico, zato smo rezultate pred primerjavo ustrezno pretvorili v sistem 10-centimetske lestvice.



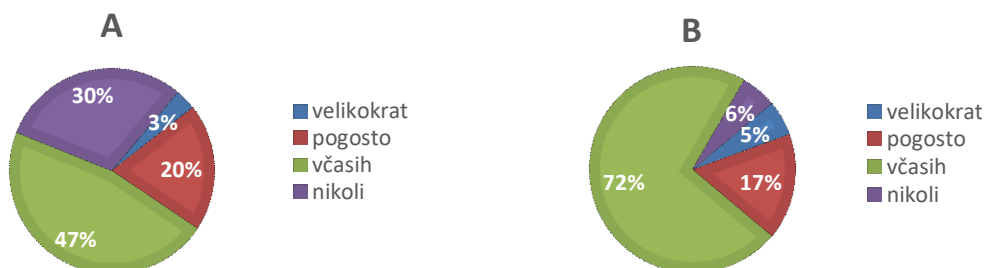
Slika 8: Rezultati ocenjevanja intenzivnosti kovinskega okusa modelnih pijač in sladkih raztopin skupin A in B na 10-centimetski lestvici

S primerjavo smo želeli preveriti hipotezo 3, in sicer da je zaznana intenziteta kovinskega okusa manjša v modelni pijači kot v vodni raztopini sladila. Glede na rezultate, prikazane na sliki 8, smo tretjo hipotezo zavrnil.

4.8 REZULTATI ANKETE

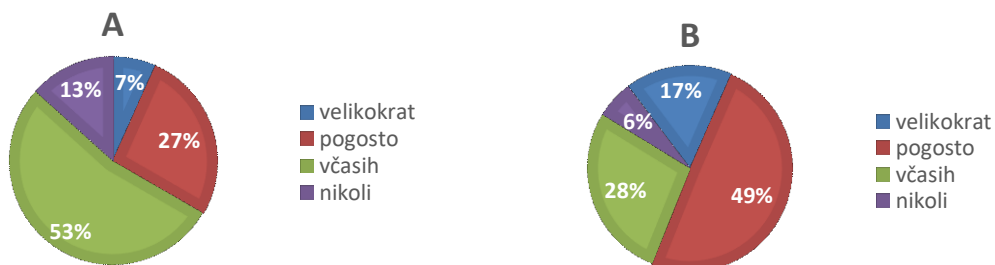
Z anketnim vprašalnikom smo želeli izvedeti, kako pogosto anketiranci uživajo pijače z dodanimi sladili. Možni odgovori so bili: velikokrat (vsak dan), pogosto (trikrat tedensko), včasih (enkrat mesečno) in nikoli. Kot je razvidno s slike 9, je največji odstotek slovenskih študentov, tj. 14 od 30 (47 %), in srbskih študentov, tj. 13 od 20 (72 %), na vprašanje odgovorilo, da pijače z dodanimi sladili uživajo enkrat mesečno (včasih). Rezultati kažejo razliko med slovenskimi in srbskimi študenti. 9 od 30 (30 %) slovenskih študentov namreč pravi, da nikoli ne uživajo pijač z dodanimi sladili, med srbskimi študenti pa samo eden od 20 (6 %) pravi, da nikoli ne uživa pijač s sladili. Iz tega lahko sklepamo, da imajo v

vsakdanjem življenju slovenski študenti manjšo željo po sladkih pijačah kot srbski študenti. Pri odgovorih "pogosto" in "velikokrat" pa je delež podoben pri obeh skupinah študentov. Pri skupini A 6 od 30 (20 %) študentov pravi, da uživa sladkane pijače trikrat tedensko, medtem ko pri skupini B uživajo 3 od 20 (17 %). Pri obeh skupinah študentov 1 od 30 (3 %) in 1 od 20 (6 %) pravi, da uživa pijače z dodanimi sladili vsak dan.



Slika 9: Pogostost uživanja pijač z dodanimi sladili pri študentih skupin A in B

Na sliki 10 so prikazani statistično obdelani rezultati odgovorov na vprašanje »Kako pogosto uživajte živila, ki so jim dodana sladila?«. Največji odstotek (53 %) slovenskih študentov je obkrožil odgovor Včasih, kar pomeni, da uživajo živila z dodanimi sladili enkrat mesečno, medtem ko je večji delež (49 %) srbskih študentov obkrožil odgovor Pogosto, kar pomeni, da uživajo živila z dodanimi sladili trikrat tedensko.

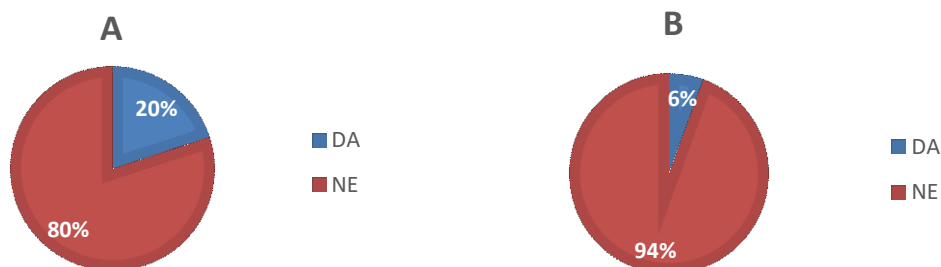


Slika 10: Pogostost uživanja živil z dodanimi sladili pri študentih skupin A in B

Za razliko od srbskih študentov je 27 % slovenskih študentov obkrožilo odgovor Pogosto, medtem ko je 28 % srbskih študentov odgovorilo, da živila z dodanimi sladili uživajo včasih. Samo 1 (6 %) študent skupine B pravi, da nikoli ne uživa živil z dodanimi sladili, medtem ko tako menijo tudi 4 (13 %) študentje iz skupine A. Samo 7 % študentov skupine A pravi, da velikokrat (vsak dan) uživa živila z dodanimi sladili, tako misli tudi 17 % študentov iz skupine B.

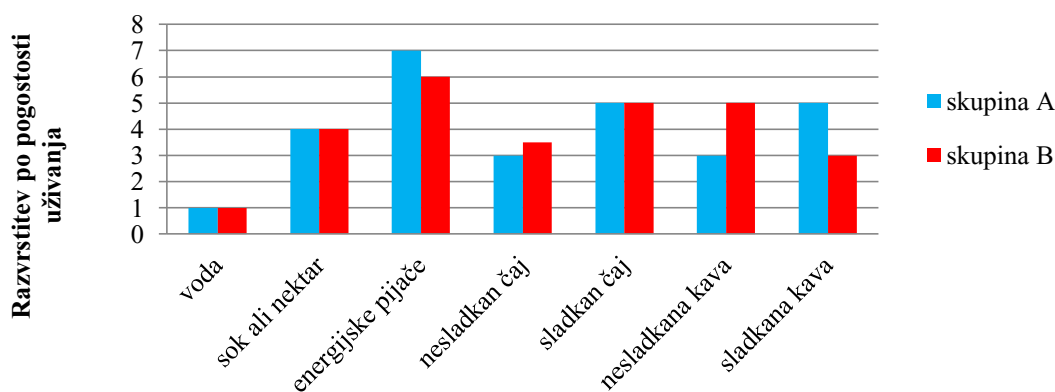
Na vprašanje »Ali uporabljate za sladkanje pijač namesto belega sladkorja druga sladila? Če – pojasnite, zakaj (npr. čaj, kava ...)« je 24 od 30 (80 %) slovenskih študentov odgovorilo NE in 6 (20 %) DA. V skupini B, kot je razvidno na sliki 11, je 17 od 18 (94 %) srbskih študentov odgovorilo NE in 1 (6 %) z DA. En študent pravi, da to počne zaradi vrednosti in hranilnih snovi (ksilitol in med), en študent pravi, da zaradi boljšega okusa (med, agavin sirup, rjavi sladkor), en študent pojasnjuje, da zato, ker naj bi bil bolj zdrav (rjavi sladkor). V prehranski vrednosti ni razlike med belim in rjavim sladkorjem ter je edina razlika ta, da rjavi sladkor vsebuje več nečistoč kot beli rafinirani sladkor (Poličnik, 2018). V skupini B je pozitivno odgovoril en (6 %) študent, razlog za uporabo pa je nižja

energijska vrednost. Katero sladilo uporablja, pa ni pojasnil. Pri izpolnjevanju anket v skupini B niso bili prisotni vsi preskuševalci, sodelovalo je 18 od 20 študentov.



Slika 11: Uporaba sladil namesto belega sladkorja

Pri vprašanju »Kaj najpogosteje pijete?« so študentje izbirali med sedmimi pijačami, prikazanimi na sliki 12. Morali so jih razvrstiti od (1) najpogosteje do (7) najredkeje. Iz rezultatov srednjih vrednosti obeh skupin je razvidno, da študenti obeh skupin najpogosteje pijejo vodo (1), najredkeje uporabljena pijača pa je glede na mediano energijska pijača (7). Po pogostosti pitja pijač so rezultati skupine A naslednji: voda, na istem mestu nesladkan čaj in nesladkana kava, sledita sok ali nektar, nato na istem mestu sladkan čaj in sladkana kava, zadnja energijska pijača. Rezultati skupine B so naslednji: voda, sladkana kava, nesladkan čaj, sok ali nektar, na istem mestu nesladkana kava in sladkan čaj, zadnja je energijska pijača.



Slika 12: Razvrstitev pijač od najredkejše (7) do najpogostejše (1) uporabe

Na vprašanje »Ali ste bolnik s sladkorno boleznijo?« je bil odgovor pri obeh skupinah študentov NE.

5 SKLEPI

Cilj diplomskega dela je bil določiti senzorične lastnosti različnih sladil v vodnih raztopinah. Uporabili smo naslednja sladila: rjavi sladkor sladkorne pese, sorbitol sirup, visoko fruktozni sirup, ksilitol, stevijo, sladkor v prahu, kristalni beli sladkor in invertni sirup. Na osnovi analiz in rezultatov lahko sklepamo:

- z ocenjevanjem intenzivnosti sladkega, kovinskega in grenkega okusa z 10-centimetrsko lestvico smo ugotovili, da so študentje zaznali razliko med posameznimi sladili. S tem smo potrdili hipotezo 2;
- pri rezultatih hedonskega ocenjevanja vodnih raztopin sladil smo ugotovili, da so študentje obeh skupin kot najbolj všečno sladilo v vodnih raztopinah ocenili sirupe sorbitol in visoko fruktozni koruzni sirup (S2 in S3). Kot najmanj všečno sladilo v raztopini je bil pri skupini A rjavi sladkor sladkorne pese (S1), ki je hkrati ocenjen kot najmanj sladek na 10-centimetrski lestvici. Študenti iz skupine B so v obeh preskusih ocenili za najmanj všečno in najmanj sladko raztopino s stevijo (S5);
- pri razvrščanju vzorcev po intenzivnosti sladkega okusa in všečnosti sklepamo, da so študentom pri modelnih pijačah in sladkih vodnih raztopinah najbolj všeč sirupi, ki se jim zdijo tudi najslajši;
- pri testu zaznave grenkega okusa spojine 6-n-propil tiouracila smo ugotovili, da v zaznavi intenzivnosti grenkega okusa te spojine obstajajo razlike med preskuševalci;
- glede korelacijske zveze med nezaznavo grenkega okusa spojine PROP 1 (pripravljene koncentracije 0,03 mmol/L) in všečnostjo sladil lahko na osnovi rezultatov obeh skupin trdimo, da so tisti, ki so manj občutljivi na PROP, višje na hedonski lestvici ocenili vzorce S1, S3, S7 in S9. To pomeni, da je lahko zveza med genetsko opredeljeno sposobnostjo neokušanja 6-n-propil tiouracila povezana z večjo všečnostjo sladkih okusov;
- tretja hipoteza, ki predpostavlja, da je intenziteta kovinskega priokusa manjša v modelni pijači kot v vodni raztopini sladila, je zavrnjena. Preskuševalci so v vodnih raztopinah sladil zaznali manj intenziven kovinski okus kot v vzorednih modelnih pijačah. Sklepamo, da sta dodani kislina in aroma vplivali na zaznavo kovinskega okusa v modelnih pijačah. Drugi možni razlog za tak rezultat je vrsta lestvice, in sicer da so na strukturirani 9-točkovni lestvici preskuševalci lažje izražali zaznano intenzivnost zaradi sugestije številke kot na nestrukturirani 10-centimetrski črti;
- pri anketiranju potrošnikov smo iz rezultatov ugotovili, da največji delež študentov iz skupine A uživa živila in pijače z dodanimi sladili enkrat mesečno. Največji delež študentov iz skupine B pa uživa živila z dodanimi sladili trikrat tedensko, medtem ko pijače z dodanimi sladili uživajo tudi enkrat mesečno. Iz rezultatov je tudi razvidno, da majhen delež študentov uporablja sladila kot nadomestek sladkorja.

6 POVZETEK

Sladila so snovi, ki se uporabljajo za sladkanje, razdeljena so na nekalorična oz. visoko intenzivna sladila ter na hranilna sladila s podobno relativno stopnjo sladkosti saharoze. Zaznava sladkega in grenkega okusa poteka s pomočjo receptorskih celic za okus in je genetsko opredeljena. PROP oz. 6-n-propil tiouracil je spojina, ki se veže na receptor za grenek okus in jo nekateri posamezniki zaznajo pri nizkih koncentracijah, medtem ko je drugi ne.

V eksperimentalnem delu diplomske naloge smo določili senzorične lastnosti vzorcev različnih sladil (rjavi sladkor, sladkorne pese, sorbitol sirup, visoko fruktozni sirup, ksilitol, stevija, sladkor v prahu, kristalni beli sladkor in invertni sirup), pripravljenih kot vodne raztopine in kot modelne pijače, ki so razen sladil vsebovale še citronsko kislino, barvilo in aromo. Določili smo tudi zaznavo kemijske spojine 6-n-propil tiouracil. Potrošniki preskuševalci so ocenili vodne raztopine in modelne pijače različnih sladil.

Iz rezultatov lahko povzamemo, da slovenski študentje v vsakdanjem življenju zaužijejo manj sladkih pijač in živil kot njihovi srbski kolegi, kar je lahko posledica različnih prehranskih navad v različnih državah. Torej lahko sklepamo, da so srbski študentje iz skupine B, ker so bolj navajeni na sladek okus, na 10-centimetrski lestvici manj intenzivno ocenili raztopine sladil kot slovenski študentje iz skupine A, ki tovrstna živila in pijače uživajo v manjši meri. Zanimivo je, da so tako slovenski kot srbski študentje kot najbolj všečno sladilo v modelnih pijačah glede srednje vrednosti ocenili sorbitol sirup in visoko fruktozni koruzni sirup. Obe skupini A in B sta najbolj intenziven kovinski okus pri modelnih pijačah zaznali pri steviji, najbolj grenek pa pri sladkih vodnih raztopinah.

Naše hipoteze smo delno potrdili. Prva hipoteza je bila, da bodo tisti, ki so manj občutljivi na grenkobo PROP, raztopine s sladili ocenili višje na hedonski lestvici. Pri rezultatih senzorične analize je razvidna slaba korelacija med tistimi, ki imajo genetsko opredeljeno manjšo občutljivostjo na PROP in so jim bolj všeč vodne raztopine sladil, in tistimi, ki so bolj občutljivi na PROP ter so jim vodne raztopine s sladili manj všeč. Druga hipoteza je bila, da bodo preskuševalci zaznali razlike v okusu vzorcev raztopin različnih sladil. Iz rezultatov je razvidno, da so preskuševalci skupin A in B zaznali različne intenzivnosti kovinskega, grenkega in sladkega okusa za različna sladila, pripravljena v vodnih raztopinah, in različne intenzivnosti sladkega in kovinskega okusa sladil, pripravljenih v obliki modelnih pijač. Tretja hipoteza, da je intenziteta kovinskega priokusa manjša v modelni pijači kot v vodni raztopini sladila, je bila zavrnjena. Rezultati kažejo, da je bila intenziteta kovinskega priokusa manjša pri vodnih raztopin sladil kot v modelnih pijačah.

7 VIRI

- Bachmanov A.A., Beauchamp G.K. 2007. Taste receptor genes. *Annual Review of Nutrition*, 27: 389-414
- Bartoshuk L.M., Duffy V.B., Miller I.J. 1994. PTC/PROP tasting: anatomy, psychophysics, and sex effects. *Physiology & Behavior*, 56, 6: 1165-1171
- Bassoli A., Merlini L. 2003. Sweeteners: intensive. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (ur.). London, Academic Press: 5688-5695
- Carocho M., Morales P., Ferreira I.C.F.R. 2017. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, 107: 302-317
- Chaudhari N., Roper S.D. 2010. The cell biology of taste. *Journal of Cell Biology*, 190, 3: 285-296
- Clarke M.A. 2003. Syrups. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (ur.). London, Academic press: 5711-5717
- Clarke M.A., Cleary M.F.G. 2003. Sugar: sugarbeet. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L., Finglas P.M. (ur.). London, Academic Press: 5651-5656
- De Oliviera B.H., Packer J.F., Chimelli M., De Jesus D.A. 2007. Enzymatic modification of stevioside by cell-free extract of *Gibberella fujikuroi*. *Journal of Biotechnology*, 131, 1: 92-96
- Di Pizio A., Shoshan-Galeczki Y.B., Hayes J.E., Niv M.Y. 2019. Bitter and sweet tasting molecules: It's complicated. *Neuroscience Letters*, 700: 56-63
- Drewnowski A., Henderson S.A., Shore A.B., Barratt-Fornell A. 1997. Nontasters, tasters, and supertasters of 6-n-Propylthiouracil (PROP) and hedonic response to sweet. *Physiology & Behavior*, 62, 3: 649-655
- EFSA. 2011. Scientific opinion on the substantiation of health claims related to the sugar replacers xylitol, D-tagatose, xylitol, sorbitol, mannitol, maltitol, lactitol, isomalt, erythritol, D-tagatose, isomaltulose, sucralose and polydextrose and maintenance of tooth mineralisation by decreasing tooth demineralisation. *EFSA Journal*, 9, 4: 2076, doi: 10.2903/j.efsa.2011.2076: 25 str.
- Essick G.K., Chopra A., Guest S., McGlone F. 2003. Lingual tactile acuity, taste perception, and the density and diameter of fungiform papillae in female subjects. *Physiology & Behavior*, 80, 2-3: 289-302
- FAO. 1994. Sugar crops and sweeteners and derived products. Rome Food and Agriculture Organization: 1 str.
- <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/faodef/fdef03e.htm#3.05> (junij, 2019)

- Glória M.B.A. 2003. Sweeteners: others. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (ur.). London, Academic Press: 5695-5702
- Godshall M.A., Legendre B.L. 2003. Sugar: sugarcane. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (ur.). London, Academic Press: 5645-5651
- Golob T., Jamnik M., Bertonec J., Doberšek U. 2005. Senzorična analiza: metode in preskuševalci. Acta agriculturae Slovenica, 85, 1: 55-66
- Grembecka M. 2019. Sugar alcohols. V: Encyclopedia of food chemistry. Vol. 1. 1st ed. Melton L.D., Varelis P., Shahidi F. (ur.). Amsterdam, Elsevier: 265-275
- ISO 4121. Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales. 2003: 9 str.
- ISO 8587. Sensory analysis – Methodology – Ranking. 2006: 7 str.
- Keim N.L., Stanhope K.L., Havel P.J. 2016. Fructose and high-fructose corn syrup. V: Encyclopedia of food and health. Vol. 3. Caballero B., Finglas P.M., Toldra F. (ur.). Kidlington, Academic Press: 119-124
- Ly A., Drewnowski A. 2001. PROP (6-n-Propylthiouracil) Tasting and sensory responses to caffeine, sucrose, neohesperidin dihydrochalcone and chocolate. Chemical Senses, 26, 1:41-47
- MacAllister R.V. 1979. Nutritive sweeteners made from starch. Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, 36: 15-56
- Mooradian A.D., Smith M., Tokuda M. 2017. The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. Clinical Nutrition ESPEN, 18: 1-8
- Mortensen A. 2006. Sweeteners permitted in the European Union: safety aspects. Scandinavian Journal of Food and Nutrition, 50, 3: 104-116
- Parker K., Salas M., Nwosu V.C. 2010. High fructose corn syrup: Production, uses and public health concerns. Reviews Biotechnology and Molecular Biology, 5, 5: 71-78
- Poličnik R. 2018. Zdrava prehrana: Priročnik za izvajalce v zdravstvenih domovih. Ljubljana, Nacionalni inštitut za javno zdravje: 44-44
https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/prirocnik_zdrava_prehrana_12.1.2018_za_splet.pdf (junij, 2019)
- Rapaille A., Goosens J., Heume M. 2003. Sugar alcohols. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (ur.). London, Academic Press: 5665-5671
- Reed D.R., Nanthakumar E., North M., Bell C., Bartoshuk L.M., Price R.A. 1999. Localization of a gene for bitter-taste perception to human chromosome 5p15. American Journal of Human Genetics, 64, 5: 1478-1480
- Sester C.S., Brannan G.D. 2003. Carbohydrates: sensory Properties. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (ur.). London, Academic Press: 899-905

- Snyder D.J., Duffy V.B., Hayes J.E., Bartoshuk L.M. 2008. Propylthiouracil (PROP) Taste. V: The senses: a comprehensive reference. Vol. 4. Firestein S., Beauchamp G.K. (ur.). Amsterdam, Elsevier: 391-399
- Sugita M., Yamamoto K., Hirono C., Shiba Y. 2013. Functional dissection of sweet and bitter taste pathways. *Journal of Oral Biosciences*, 55, 2: 66-72
- Tepper B.J. 1998. 6-n-Propylthiouracil: A genetic marker of taste, with implications for food preference and dietary habits. *American Journal of Human Genetics*, 63, 5: 1271-1276
- Tepper B.J. 2008. Nutritional implications of genetic taste variation: the role of PROP sensitivity and other taste phenotypes. *Annual Review of Nutrition*, 28 : 367-388
- Upadhyay L.S.B., Verma N. 2013. Highly efficient production of inverted syrup in an analytical column with immobilized invertase. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 12: 4120-4125.
- Uredba (EU) št. 1169/2011 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2011 o zagotavljanju informacij o živilih potrošnikom, spremembah uredb (ES) št 1924/2006 in (ES) 1925/2006 Evropskega parlamenta in Sveta ter razveljavitvi Direktive Komisije 87/250/EGS, Direktive Sveta 90/496/EGS, Direktive komisije 1999/10/ES, Direktive 2000/13/ES Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv Komisije 2002/67/ES in 2008/5/ES in Uredbe Komisije (ES) št. 608/2004. 2011. Uradni list Evropske unije, L 304: 18-63
- Uredba komisije (EU) št. 1129/2011 z dne 11. novembra 2011 o spremembi Priloge II k Uredbi (ES) št. 1333/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z vzpostavitvijo seznama Unije aditivov za živila. 2011. Uradni list Evropske unije, L 295: 1-177
- Uredba Komisije (EU) št. 2016/1814 z dne 13. oktobra 2016 o spremembi Priloge k Uredbi Komisije (EU) št. 231/2012 o določitvi specifikacij za aditive za živila, navedene v prilogah II in III k Uredbi (ES) št. 1333/2008 Evropskega parlamenta in Sveta, glede specifikacij za steviol glikozide (E 960). 2016. Uradni list Evropske unije, L 278: 37-41
- Yeomans M.R., Tepper B.J., Rietzschel J., Prescott J. 2007. Human hedonic responses to sweetness: Role of taste genetics and anatomy. *Physiology & Behavior*, 91, 2-3: 264-273
- WHO. 2015. Guideline: sugar intakes for adults and children. Geneva, World Health Organisation: 49 str.
https://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/ (junij, 2019)

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. Mojci Korošec za pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela.

Iskreno se zahvaljujem recenzentki doc. dr. Nataši Šegatin za natančen pregled diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi svoji družini in sošolcem, ki so me spodbujali in mi stali ob strani med študijem.

PRILOGE

Priloga A: Koncentracije sladil v vodnih raztopinah in modelnih pijačah¹ za preskuševalce skupine A in B

Oznaka vzorca ²	Oznaka vzorca ³	Relativna sladkost	Sladilo	sladilo [g/1 L]	g za 3 L
S1	S1c	1	Rjavi sladkor sladkorne pese	100	300
S2	S2c	0,6	Sorbitol sirup (67 % s.s.)	209	627
S3	S3c	1,1	HFCS (65 % s.s.)	137	411
S4	S4c	1	Ksilitol	100	300
S5	S5c	3,5	Stevija na maltodekstrinu (1 %)	28,6	85,8
S6	S6c	1	Sladkor v prahu	100	300
S7	S7c	1	Kristalni sladkor beli	100	300
S8	S8c	1	Rjavi sladkor sladkornega trsa (pri skupini A) / (Saharoza pri skupini B)	100	300
S9	S9c	0,8	Invertni sirup (67 % s.s.)	179	537

¹ Vzorce modelnih pijač smo poleg sladil, dodali še 3,75 g citronske kisline, 0,750 mL arome maline (Frutarom Etol) in 0,250 mL rdečega barvila za živila (Frutarom Etol 06075, 1,5 mg/mL) in dopolnili z vodo do 1500 mL.

² Oznaka vzorca koncentracije sladil v vodnih raztopinah

³ Oznaka vzorca koncentracije sladil v modelnih pijačah

Priloga B: Obrazec za senzorično ocenjevanje intenzivnosti sladkega, kovinskega in grenkega okusa na 10-centimetrski lestvici in za senzorično ocenjevanje všečnosti vzorca z 9-točkovno hedonsko lestvico

Spol: M Ž

starost: _____ let

Vzorec _____

Ocenite **intenzivnost** sladkega okusa na 10-centimetrski lestvici. (Označite.)

--

Ocenite **intenzivnost** kovinskega okusa na 10-centimetrski lestvici. (Označite.)

--

Ocenite **intenzivnost** grenkega okusa na 10-centimetrski lestvici (Označite.)

--

Ocenite všečnost vzorca z 9-točkovno hedonsko lestvico. Obkrožite ustrezno stopnjo ugajanja.

Izredno ne ugaja.	Zelo ne ugaja.	Dokaj ne ugaja.	Rahlo ne ugaja.	Niti ugaja niti ne ugaja.	Rahlo ugaja.	Dokaj ugaja.	Zelo ugaja.	Izredno ugaja.
-------------------	----------------	-----------------	-----------------	---------------------------	--------------	--------------	-------------	----------------

Priloga E: Anketni vprašalnik o uživanju živil in pijač, ki vsebujejo sladila

Spol: a) M b) Ž

Starost: _____let

1. Kako pogosto uživata pijače z dodanimi sladili?

- a) Velikokrat (vsak dan).
- b) Pogosto (trikrat tedensko).
- c) Včasih (enkrat mesečno).
- d) Nikoli.

2. Ali pogosto uživata živila, ki so jim dodana sladila?

- a) Velikokrat (vsak dan).
- b) Pogosto (trikrat tedensko).
- c) Včasih (enkrat mesečno).
- d) Nikoli.

3. Ali uporabljata za sladkanje pijač namesto belega sladkorja druga sladila?

- a) Da.
- b) Ne.

4. Če uporabljata druga sladila kot nadomestek belega sladkorja – katera in zakaj?

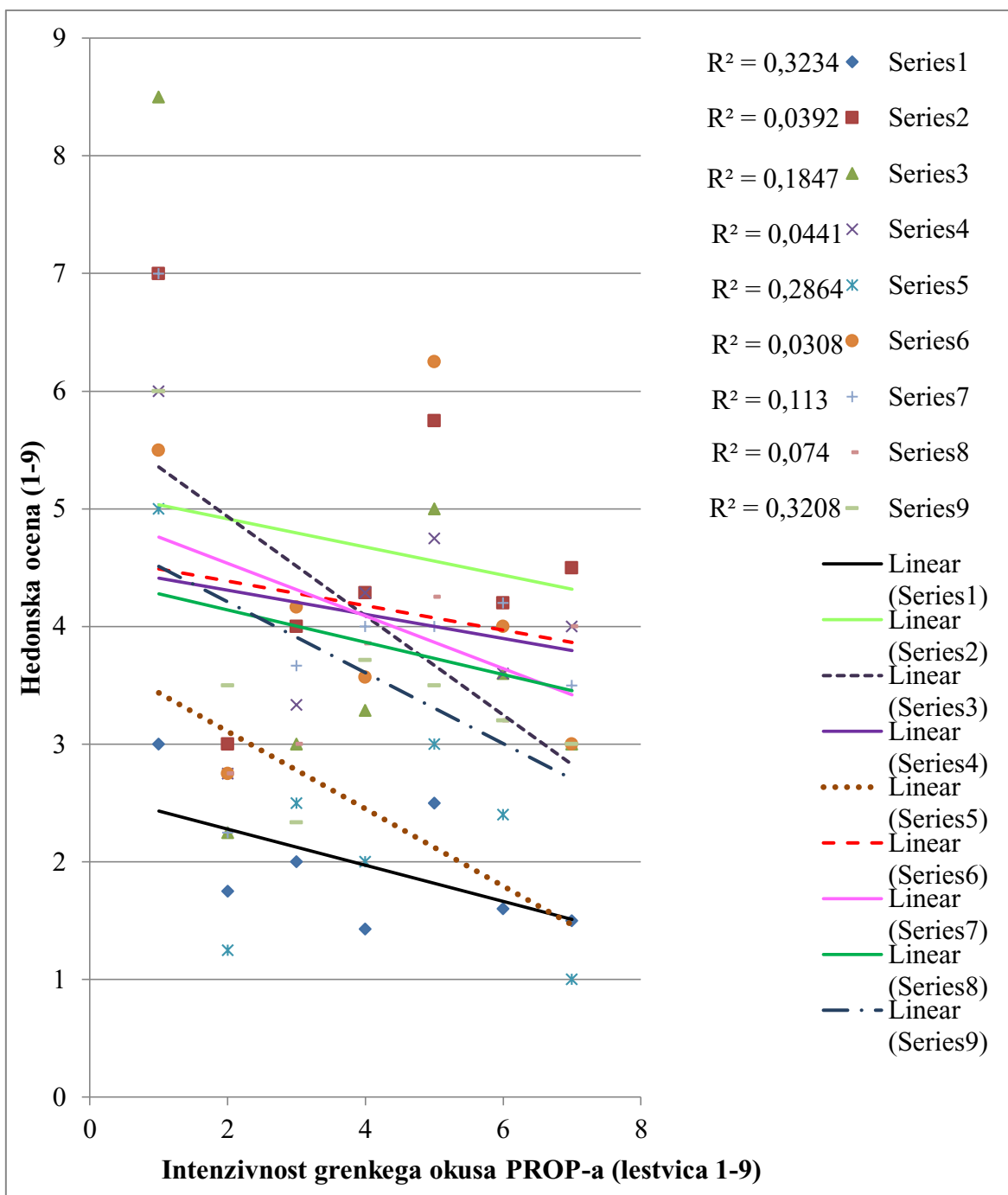
5. Kaj najpogosteje pijete? Razvrstite pijače in jim pripišite številko (od 1 do 7): 1 – najpogosteje; 7 – najredkeje

- ___ voda
- ___ sok ali nektar
- ___ energijske pijače
- ___ nesladkan čaj
- ___ sladkan čaj
- ___ nesladkana kava
- ___ sladkana kava

6. Ali ste bolnik s sladkorno boleznijo?

- a) Da.
- b) Ne.

Priloga F: Zveza med zaznavo intenzivnosti grenkega okusa vzorca z raztopino PROP s koncentracijo 0,03 mmol/L in med hedonsko oceno vzorcev raztopin sladil pri skupini A



Priloga G: Zveza med zaznavo intenzivnosti grenkega okusa vzorca z raztopino PROP s koncentracijo 0,03 mmol/L in med hedonsko oceno vzorcev raztopin sladil pri skupini B

