

# Određivanje glikemijskog indeksa džemova s dodatkom stevije (*Stevia rebaudiana*)

---

Jozinović, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:009585>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

**Kristina Jozinović**

**ODREĐIVANJE GLIKEMIJSKOG INDEKSA DŽEMOVA S DODATKOM  
STEVIJE (*Stevia rebaudiana*)**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2016.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
Zavod za ispitivanje hrane i prehrane  
Katedra za prehranu  
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

### Diplomski sveučilišni studij znanost o hrani i nutricionizam

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Nutricionizam

**Nastavni predmet:** Dijetoterapija

**Tema rada** je prihvaćena na VII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2015./2016. održanoj 30. svibnja 2016.

**Mentor:** doc. dr. sc. *Ines Banjari*

### ODREĐIVANJE GLIKEMIJSKOG INDEKSA DŽEMOVA S DODATKOM STEVIJE (*Stevia rebaudiana*)

*Kristina Jozinović, 284-DI*

#### Sažetak:

Promjena koncentracije glukoze u krvi nakon konzumacije hrane ili obroka bogatog ugljikohidratima predstavlja glikemijski indeks (GI). On je karakteristika hrane same po sebi i svojstvo je kvalitete ugljikohidrata u hrani. Međutim, zbog kompleksnosti svakodnevne prehrane glikemijsko opterećenje (GL) se smatra boljim indikatorom kako određena hrana ili obrok bogat ugljikohidratima utječe na promjenu glukoze u krvi, obzirom da uključuje i količinu hrane koja se konzumira. Dva novorazvijena džema (smokva s narančom i kupina s dodatkom fruktoze i stevije) testirani su na 19 zdravih ispitanika kako bi im se odredio GI (prema metodi ISO 26 642:2010) i njihov tržišni potencijal. Oba džema spadaju u kategoriju proizvoda niskog GI i niskog GL (GI kupine=18,50 ± 13,38; GI smokva s narančom=37,96 ± 39,84). Džem od smokve s narančom imao je veću ocjenu subjektivnog osjećaja sitosti u 120' (70,83 bodova) i značajno višu hedonističku ocjenu (3,31 ± 1,49, p=0,040) u odnosu na džem od kupine. Bez obzira što su fruktoza i stevija korišten kao glavni zaslađivači, nisu zabilježene nikakve nuspojave. Na kraju, novorazvijeni džemovi su niskoenergetski funkcionalni proizvodi pogodni za dijabetičare. Pokazuju tržišni potencijal, posebice u sektoru dijetetskih proizvoda zbog stevije. Činjenica da je stevija prirodno sladilo s nula kalorija s dobro potvrđenim povoljnim učincima na brojna zdravstvena stanja razlog su njezine oživljene popularnosti među potrošačima.

**Ključne riječi:** Glikemijski indeks, glikemijsko opterećenje, funkcionalna hrana, džem, razvoj novih proizvoda

**Rad sadrži:** 41 stranice  
7 slika  
6 tablica  
3 priloga  
49 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** hrvatski

#### Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- |   |               |
|---|---------------|
| 1. akademkinja <i>Vlasta Piližota</i>       | predsjednik   |
| 2. doc. dr. sc. <i>Ines Banjari</i>         | član-mentor   |
| 3. izv. prof. dr. sc. <i>Đurđica Ačkar</i>  | član          |
| 4. izv. prof. dr. sc. <i>Jurislav Babić</i> | zamjena člana |

**Datum obrane:**

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

**University Josip Juraj Strossmayer in Osijek**  
**Faculty of Food Technology Osijek**  
**Department of Food and Nutrition Research**  
**Subdepartment of Nutrition**  
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

### Graduate program Food and Nutrition Research

**Scientific area:** Biotechnical sciences

**Scientific field:** Nutrition

**Course title:** Diet therapy

**Thesis subject** was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. VII held on May 30, 2016.

**Mentor:** *Ines Banjari*, PhD, assistant prof.

### DETERMINATION OF THE GLYCAEMIC INDEX OF JAMS WITH ADDITION OF STEVIA (*Stevia rebaudiana*)

*Kristina Jozinović, 284-DI*

#### Summary:

The change in blood glucose concentration elicited after carbohydrate-containing food or meal consumption represents glycaemic index (GI). It is a property of the food itself representing a quality of carbohydrate foods. However, due to complexity of the daily diet glycaemic load (GL) is considered as better indicator on how certain carbohydrate-containing food or meal elicits blood glucose since it includes the amount of food consumed. Two newly developed jams (fig with orange and blackberry with fructose and Stevia) were tested on 19 healthy participants to determine their GI (according to the method ISO 26 642:2010), and their market potential. Both jams fall into low GI and low GL group of products (blackberry GI=18.50 ± 13.38, fig with orange GI=37.96 ± 39.84). Fig with orange jam had higher satiety score at the end of the test (at 120') (70.83 points) and significantly higher hedonistic score (3.31 ± 1.49, p=0.040) than blackberry jam. Despite fructose and stevia served as the main sweeteners, no side-effects were noted. Finally, the newly-developed jams are low-energy functional products, suitable for diabetics. They showed market potential, especially in the sector of dietetic products due to Stevia. Zero energy natural sweetener as well as its well documented beneficial effects on various health-related conditions are the reasons for Stevia's revived popularity among consumers.

**Key words:** Glycaemic index, glycaemic load, functional foods, jam, product development

**Thesis contains:** 41 pages  
7 figures  
6 tables  
3 supplements  
49 references

**Original in:** Croatian

#### Defense committee:

- |   |              |
|---|--------------|
| 1. <i>Vlasta Piližota</i> , PhD, academician    | chair person |
| 2. <i>Ines Banjari</i> , PhD, assistant prof.   | supervisor   |
| 3. <i>Đurđica Ačkar</i> , PhD, associate prof.  | member       |
| 4. <i>Jurislav Babić</i> , PhD, associate prof. | stand-in     |

**Defense date:**

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in** Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

*Zahvaljujem se mentorici doc.dr.sc. Ines Banjari na pomoći, strpljenu i izdvojenom vremenu koje mi je posvetila prilikom izrade ovog diplomskog rada. Hvala na svim podijeljenim savjetima i Vašem povjerenju. Bilo mi je zadovoljstvo surađivati s Vama.*

*Također, zahvaljujem se ispitanicima koji su sudjelovali u istraživanju i bez kojih ne bi bilo moguće izraditi ovaj rad.*

*Zahvaljujem se i svojoj obitelji na pruženoj podršci i strpljenju tijekom mog školovanja.*

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	3
2. 1. FUNKCIONALNA HRANA .....	4
2. 2. GLIKEMIJSKI INDEKS I FUNKCIONALNA HRANA .....	6
2. 2. 1. Uloga ugljikohidrata u prehrani .....	7
2. 2. 2. Definicija glikemijskog indeksa.....	9
2. 2. 3. Klasifikacija hrane prema glikemijskom indeksu .....	9
2. 2. 4. Glikemijski odgovor i glikemijsko opterećenje.....	12
2. 3. PROIZVODNJA DŽEMA.....	13
2. 4. STEVIJA .....	15
2. 4. 1. Botaničko podrijetlo.....	15
2. 4. 2. Kemijski sastav .....	16
2. 4. 3. Biološka i ljekovita svojstva .....	17
2. 4. 4. Sladila na bazi stevije i njihova primjena.....	18
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	19
3. 1. ZADATAK .....	20
3. 2. MATERIJALI.....	20
3. 2. 1. Uzorci .....	20
3. 2. 2. Aparatura .....	21
3. 3. METODA ISTRAŽIVANJA .....	21
3. 3. 1. Ispitanici .....	21
3. 3. 2. Protokol istraživanja.....	22
3. 3. 3. Senzorska evaluacija uzoraka.....	22
3. 3. 4. Subjektivni osjećaj sitosti za testirane namirnice.....	22
3. 3. 5. Odvaga test uzoraka.....	23
3. 4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA .....	24
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	25
4. 1. ODREĐIVANJE GLIKEMIJSKOG INDEKSA .....	26
4. 2. GLIKEMIJSKO OPTEREĆENJE .....	28
4. 3. NAMJENA TESTIRANIH NOVORAZVIJENIH PROIZVODA.....	31
4. 4. PRIHVATLJIVOST TESTIRANIH NOVORAZVIJENIH PROIZVODA .....	33
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	34
<b>6. LITERATURA</b> .....	36
<b>7. PRILOZI</b> .....	42

## Popis oznaka, kratica i simbola

ATP	Adenozin trifosfat
GI	Glikemijski indeks (eng. <i>Glycaemic index</i> )
GL	Glikemijsko opterećenje (eng. <i>Glyacemic load</i> )
GR	Glikemijski odgovor (eng. <i>Glycaemic response</i> )
GUK	Glukoza u krvi
HPPP (PARNUTS)	Hrana za posebne prehrambene potrebe
iAUC	Ukupna površina ispod krivulje kao odgovor $\beta$ -glukoze testirane hrane (eng. <i>Incremental Area Under the blood glucose Curve for the tested meal</i> )
iAUCS	Ukupna površina ispod krivulje kao odgovor $\beta$ -glukoze standardne hrane (eng. <i>Incremental Area Under the blood glucose Curve for the Standard meal</i> )
ISO	Međunarodna organizacija za normizaciju (eng. <i>International Organization for Standardization</i> )
ITM	Indeks tjelesne mase
NGI	Niski glikemijski indeks
USA	Sjedinjene Američke Države
VGI	Visoki glikemijski indeks

## **1. UVOD**



Koncept glikemijskog indeksa (GI) je uveden 1981. godine zahvaljujući radovima Jenkinsa i suradnika (Banjari i Čačić Kenjerić, 2015.). Razvijen je kako bi omogućio numeričku klasifikaciju ugljikohidrata (Foster-Powell i sur., 2002.) s ciljem bolje kontrole razine glukoze u krvi, radi stvaranja preduvjeta za prevenciju cijelog niza bolesti od kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa, pretilosti i drugih (Augustin i sur., 2015.).

Danas se GI ne koristi samo za dijabetičare već je zbog rastuće svijesti ljudi o uskoj vezi između prehrane i zdravlja GI ušao u sve sfere života, pa tako i prehrambenu industriju. Razvoj funkcionalne hrane doprinio je popularnosti koncepta GI i među osobama koje nemaju zdravstvenih problema ali žele djelovati preventivno i očuvati svoje zdravlje. Međunarodni tim eksperata koji se bave istraživanjima u području GI ističu hitnu potrebu za informiranjem potrošača o GI hrane i to kao sastavnog dijela deklaracija prehrambenih proizvoda (Augustin i sur., 2015.).

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti GI dva novorazvijena džema s dodatkom stevije prema normi ISO 26 642:2010. Također, cilj je bio utvrditi spadaju li novorazvijeni džemovi u kategoriju funkcionalnih proizvoda sa smanjenom energetsom vrijednošću, pogodni za dijabetičare, kao i njihov potencijal za tržište. Analizirani su džem od smokve s narančom i džem od kupine s dodatkom fruktoze i stevije (*Stevia rebaudiana*).

## **2. TEORIJSKI DIO**

## 2. 1. FUNKCIONALNA HRANA

Svijest ljudi o uskoj povezanosti prehrane i zdravlja iz dana u dan raste. Stoga i ne čudi sve veći interes potrošača za hranu koju jedu; od nutritivnog sastava te hrane ali i njezinih potencijalnih učinaka na zdravlje. Pandemija pretilosti, izuzetno visoka stopa smrtnosti uslijed kardiovaskularnih bolesti, te trend porasta oboljelih od dijabetesa, karcinoma i brojnih drugih bolesti dovela je do toga da su potrošači ti koji danas kreiraju, odnosno usmjeravaju razvoj tržišta prehrambenih proizvoda. Potreba za proizvodnjom prehrambenih proizvoda koji će imati dodanu vrijednost za potrošača nadilazi osobne interese i prerasta u ekonomske interese proizvođača ali i nacionalne interese (Siró i sur., 2008.; Banjari, 2015.; Landström i sur., 2007.).

Uslijed svega navedenog pojavila se nova kategorija hrane, tzv. funkcionalna hrana 1980-tih godina u Japanu. Neka hrana se može smatrati funkcionalnom ako utječe na jednu ili više funkcija u tijelu iznad uobičajenog prehrambenog učinka, tako da poboljšava zdravlje i dobrobiti i/ili smanjuje rizik bolesti (Banjari, 2015.).

Funkcionalna hrana se kategorizira u slijedećih pet skupina (Kotilainen i sur., 2006.; Spence, 2006.):

1. osnovna hrana (npr. mrkva koja prirodno sadrži antioksidans beta-karoten),
2. procesirana hrana s dodanim sastojcima (npr. mlijeko obogaćeno kalcijem),
3. procesirana hrana s oduzetim sastojcima (npr. mlijeko sa smanjenim udjelom masnoće),
4. obogaćena hrana (npr. biljni margarin obogaćen vitaminima), te
5. oplemenjena hrana s funkcionalnom komponentom (npr. riža s povećanim sadržajem željeza).

Za razliku od hrane za posebne prehrambene potrebe funkcionalna hrana zakonski još često nije regulirana, namijenjena je sveukupnoj populaciji za očuvanje ili poboljšanje zdravlja, pa je stoga i oglašavanje ovih proizvoda usmjereno na sve potrošače (Banjari, 2015.). S druge strane, hrana za posebne prehrambene potrebe (HPPP ili PARNUTS) je zakonski dobro regulirana (Pravilnik o hrani za posebne prehrambene potrebe NN 41/2010), namijenjena je specifičnim skupinama (npr. dojenčad, hrana bez glutena), a njezino je oglašavanje

namijenjeno zdravstvenim stručnjacima (Pollak, 2008.). Treba napomenuti kako danas funkcionalna hrana osim prvotne ideje o očuvanju zdravlja i/ili prevencije bolesti dobija i novu dimenziju zdravog načina života (eng.) „wellness“. Upravo ova kategorija funkcionalnih proizvoda bilježi najveći trend rasta potražnje (Euromonitor, 2016.).

Smatra se da je razvoj novih proizvoda uspješan ako te proizvode na tržištu priznaju potrošači, ako je ponuda usklađena s potražnjom, ako se proizvodni kapaciteti racionalno i kontinuirano koriste, te ako taj razvoj omogućava smanjenje troškova proizvodnje u svim fazama reprodukcijskog procesa hrane (Piližota, 2013.; Siró i sur., 2008.).

U razvoju novih proizvoda potrebno je uzeti u obzir slijedeće aspekte:

- svijest i zahtjevi potrošača i njihovo praćenje trendova
- prehrambena vrijednost i njezin utjecaj na zdravlje i opću dobrobit ljudi
- formuliranje proizvoda i senzorske analize
- procesiranje i tehnologiju
- pakiranje i grafički dizajn
- evaluacija vijeka trajanja i njegovog produžavanja
- razvoj procesne opreme
- osiguravanje partnerstva i prihvaćanje inovacija
- trgovina i tržište
- marketing, oglašavanje i promocija

Razvoj i komercijalizacija ovih proizvoda su složeni, skupi, ali i riskantni. Neophodan je veliki istraživački napor koji uključuje identifikaciju funkcionalne komponente od interesa, odabir najpogodnijeg matriksa/hrane, potrebno je ocjeniti fiziološki učinak odabrane komponente i to provedbom kliničkog ispitivanja kojim će se potvrditi njegova učinkovitost. Nakon svega toga potrebno je na adekvatan način educirati potrošače. Tijekom cijelog procesa potrebno je voditi brigu o zakonodavstvenim okvirima jer se funkcionalni proizvodi podupiru odgovarajućim zdravstvenim tvrdnjama (engl. *food claims*) (Banjari, 2015.; Pollak, 2008.; Siró i sur., 2008.).

## 2. 2. GLIKEMIJSKI INDEKS I FUNKCIONALNA HRANA

Na proizvodnju funkcionalne hrane bi se trebalo gledati kao na zajednički ekonomski i javni interes. Utjecanje na ponašanje potrošača vezano uz njihove prehrambene navike vodi k značajnom poboljšanju zdravlja, kako osobnog tako i javnog promatranog kroz smanjenje morbiditeta i mortaliteta, povećanu kvalitetu života i sl. (Siró i sur., 2008.).

Današnji potrošač funkcionalne hrane vodi svjesnu brigu o svome zdravlju, vjeruje u učinak odnosno namjenu funkcionalnog proizvoda koji kupuje (npr. sniženog unosa soli za normalizaciju krvnog tlaka), ali su i općenito zainteresirani za „zdravije“ opcije hrane i pića koje su dostupne na tržištu. Također su češći potrošači dodataka prehrani i visokog su stupnja obrazovanja (Landström i sur., 2007.). Važno je i napomenuti kako je tržište funkcionalnih proizvoda u Europi vrlo heterogeno. Interes potrošača za funkcionalne proizvode veći je u centralnoj i sjevernoj Europi nego u zemljama Mediterana u kojima potrošači u većoj mjeri preferiraju prirodnu, svježiju hranu koju smatraju boljom za zdravlje (Siró i sur., 2008.).

Uzimajući u obzir sve izneseno može se zaključiti kako bi informiranje potrošača o glikemijskom indeksu (GI) hrane rezultiralo informiranim odabirom hrane s ciljem postizanja određenog željenog učinka na zdravlje (npr. kontrola dijabetesa, regulacija tjelesne mase) (Mitchell, 2008.; Banjari, 2015.; Livesey i sur., 2008.).

## 2. 2. 1. Uloga ugljikohidrata u prehrani

Ugljikohidrati su baza svakodnevne prehrane i njihova je osnovna uloga dobivanje energije za normalan rast, razvoj i sve druge funkcije u organizmu. Ugljikohidrati koje organizam može iskoristiti, hidroliziraju se na monosaharide: glukozu, fruktozu i galaktozu. Ljudski organizam zahtijeva da se iz ugljikohidrata dnevno podmiri od 50 do 60 % energetske potreba (Mandić, 2007.; Guyton i Hall, 2006.).

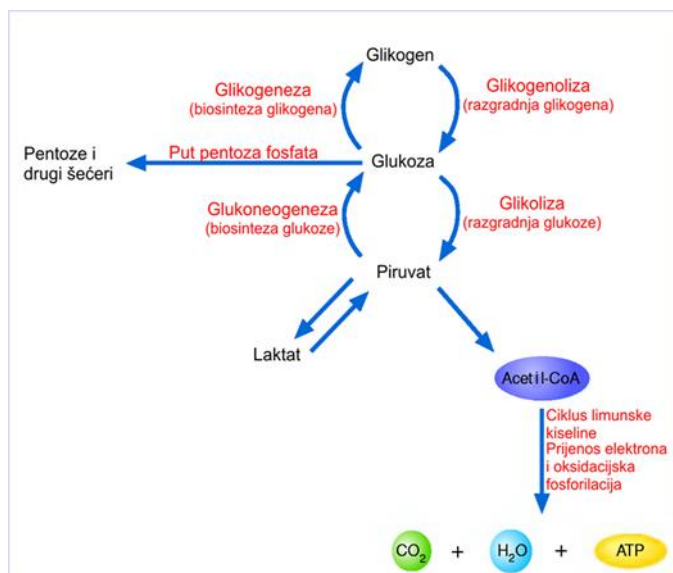
Ugljikohidrati koji se nalaze u ljudskoj prehrani mogu se, prema stupnju polimerizacije, klasificirati na (Mandić, 2007.):

- monosaharide (izgrađeni od jedne jedinice šećera),
- disaharide (izgrađeni od dvije jedinice šećera),
- oligosaharide (izgrađeni od 3 do 10 jedinica šećera), te
- polisaharide (više od 10 jedinica šećera).

Od monosaharida najvažniji su glukoza, fruktoza i galaktoza. Glukoza se nalazi u voću i medu, a industrijski se dobiva djelovanjem razrijeđene kiseline na škrob. Sastavni je dio ljudskih tkiva i krvi (3,9-5,8 mmol/l). Osim u patološkim stanjima, ova je količina stalna. Organizam uspijeva održati razinu glukoze stalnim apsorpcijom glukoze u tankom crijevu, stvaranjem glukoze u jetri (iz glikogena, ili neugljikohidratnih izvora glicerola i bjelančevina=glukoneogeneza) i oksidacijom glukoze u stanicama, uz stvaranje energije. Ipak, u homeostazi glukoze najbitniji je inzulin (hormon gušterače). Čim glukoza u krvi padne ili se povisi, inzulin se veže na receptore u jetrenim stanicama i počne jetru stimulirati na održavanje normalne koncentracije glukoze u krvi. Ako glukoze ima previše, jetra ju uskladištava kao glikogen. Dijelom se glikogen skladišti i u ostalim tkivima, posebno u mišićima. Ako glukoze ima premalo, dolazi do glukoneogeneze (Mandić, 2007.; Kristek i sur., 2010.). Dakle, glavni metabolički putevi razgradnje i sinteze ugljikohidrata kod ljudi su:

- glikoliza ili razgradnja glukoze,
- glukoneogeneza ili biosinteza glukoze,
- put pentozna fosfata ili sinteza pentozna iz glukoze,
- glikogeneza ili sinteza glikogena, te
- glikogenoliza ili razgradnja glikogena.

Navedeni metabolički putevi povezani su međusobno zajedničkim međuproduktima, a odvijaju se u stanici ovisno o energetske potrebama stanice (**Slika 1**) (Strelec, 2013.).



**Slika 1** Metabolički putevi razgradnje i sinteze ugljikohidrata (Strelec, 2013.)

U jetrenim stanicama nalaze se enzimi koji pomažu pretvorbe između monosaharida glukoze, fruktoze i galaktoze. Kada jetra otpušta monosaharide natrag u krv slijed reakcija je takav da je konačni proizvod gotovo isključivo glukoza. Razlog tome su velike količine enzima glukoza-6-fosfataze koja se nalazi u jetrenim stanicama. Pomoću glukoza-6-fosfataze glukoza-6-fosfat se razgrađuje do glukoze i fosfata pri čemu se glukoza može glukoznim transporterima iz jetrenih stanica ponovno prenijeti u krv. Zato se i kaže da više od 95 % svih monosaharida koji kolaju krvlju nalazi se u krvi kao konačni oblik pretvorbe, odnosno kao glukoza (Guyton i Hall, 2006.).

## 2. 2. 2. Definicija glikemijskog indeksa

Pojednostavljena definicija GI kaže kako je GI mjera koja označava brzinu i intenzitet povišenja glukoze u krvi (GUK) nakon konzumiranja određenog ugljikohidrata u odnosu na učinak 50 g standarda, poput čiste  $\beta$ -glukoze ili bijelog kruha (Banjari i Čačić Kenjerić, 2015.). Preciznije, GI je povezanost inkrementalne ili ukupne površine koja se dobije ispod krivulje promjene GUK-a kao odgovor  $\beta$ -glukoze testirane hrane (eng. iAUC, *Incremental Area Under the blood glucose Curve for the tested meal*) koja sadrži 50 grama slobodnih ugljikohidrata te ukupne površine koja se dobije kao odgovor  $\beta$ -glukoze standardne test hrane (eng. iAUCS, *Incremental Area Under the blood glucose Curve for the Standard meal*) (Chlup i sur., 2004.). Smatra se kako karakteristike poput dobi, spola, indeksa tjelesne mase (ITM) i nacionalnosti ne utječu na GI (Wolever i sur., 2003.), no na GI utječu:

- količina ugljikohidrata,
- priroda monosaharida (glukoze, fruktoze, galaktoze),
- priroda škroba (amiloze, amilopektina, rezistentnog škroba),
- način kuhanja i procesiranja hrane (stupanj želatinizacije škroba, oblik hrane, veličina čestica, stanična struktura), te
- druge komponente iz hrane (masti i proteini, prehrambena vlakna, antinutrijenti, organske kiseline) (Danone/FAO, 2001.; Wolever, 2006.).

Uz navedene je čimbenike potrebno uzeti u obzir i cijeli niz individualnih čimbenika poput inzulinske osjetljivosti, funkcije  $\beta$ -stanica gušterače, gastrointestinalne pokretljivosti, tjelesne aktivnosti, dnevnih varijacija metaboličkih parametara, i sl. (Wolever, 2006.).

## 2. 2. 3. Klasifikacija hrane prema glikemijskom indeksu

Hrana se obzirom na vrijednost GI svrstava u jednu od tri skupine kako je prikazano u **tablici 1**. Tako razlikujemo hranu s niskim, srednjim i visokim GI (ISO, 2010.) koja se primjenjuje isključivo na hranu ali ne i na mješovite obroke. Već se iz klasifikacije hrane obzirom na njezin GI može zaključiti kako postoji značajna razlika u utjecaju na GUK nakon

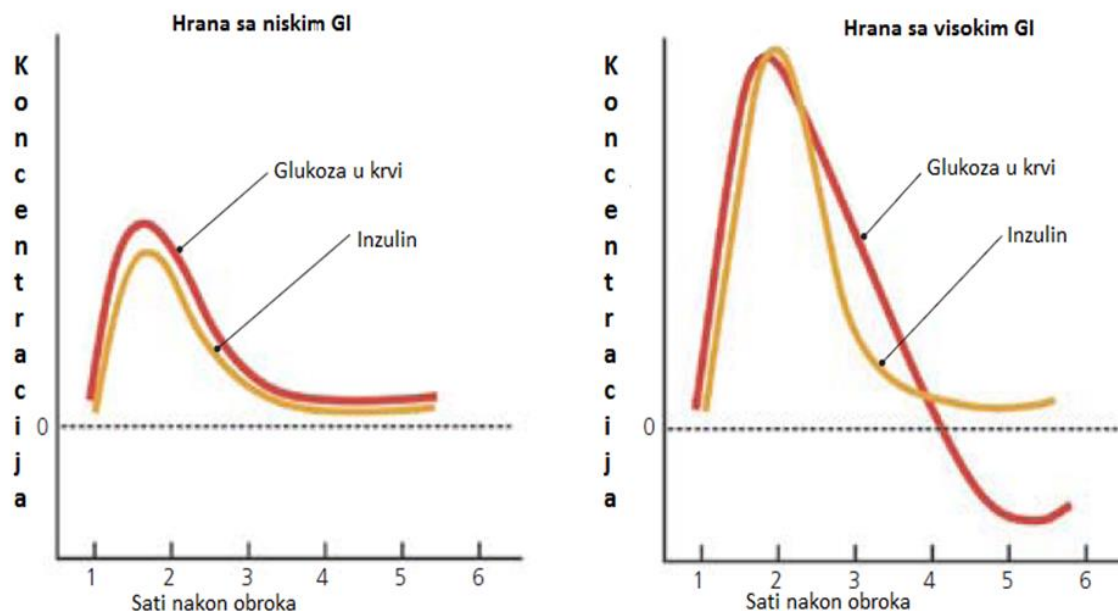


konzumacije hrane iz određene skupine, kao i njezine implikacije na zdravlje (Augustin i sur., 2015.; Riccardi i sur., 2008.; Livesey i sur., 2008.).

**Tablica 1** Preporučene kategorije glikemijskog indeksa (GI) (ISO, 2010.)

Razina iAUC	GI
Niska	$GI \leq 55$
Srednja	$70 \geq GI > 55$
Visoka	$GI > 70$

Hrana visokog GI će rezultirati brзом razgradnjom i apsorpcijom glukoze, brzim i visokim porastom GUK-a, što je praćeno naglim izlućivanjem inzulina iz gušeraće u krv (**Slika 2**). S druge strane, nakon konzumacije hrane niskog GI ugljikohidrati se postupno probavljaju pa će i porast GUK-a biti postepen, uslijed čega je i potreba za inzulinom manja te se hrana niskog GI naziva i hranom koja „štedi inzulini“ (Klapec i Strelec, 2015.; Nikolić i sur., 2013.; Wolever, 2006.).



**Slika 2** Prikaz učinka hrane s niskim i visokim glikemijskim indeksom (GI) na porast glukoze u krvi (prilagođeno prema Last i Wilson, 2006.)

Za planiranje prehrane, posebice kod osoba s povećanim rizikom za određene bolesti (npr. dijabetes, kardiovaskularne bolesti) GI ima korisniju svrhu u prehrani nego kemijska klasifikacija ugljikohidrata (kao jednostavnih i složenih, šećera i škroba te dostupnih ili nedostupnih) (Nikolić i sur., 2013; Arvidsson-Lenner i sur., 2004.). Obzirom na dosadašnje spoznaje i istraživanja u području GI, zaključak međunarodnih eksperata koji se bave istraživanjima u ovom području je kako bi vrijednost GI trebala biti sastavni dio deklaracija prehrambenih proizvoda (Augustin i sur., 2015.). Kako je istaknuto u njihovom izvješću, ova hitna potreba za deklariranjem proizlazi iz zahtjeva potrošača, pandemija nezaraznih bolesti (kardiovaskularne bolesti, dijabetes, pretilost, karcinomi) koje značajno opterećuju zdravstveni sustav i utječu na kvalitetu života kao i duljinu životnog vijeka oboljelih, ali i razvoja prehrambene industrije i velikog broja funkcionalnih proizvoda na tržištu (Augustin i sur., 2015.). Iako je prvotno razvijen za potrebe osoba oboljelih od dijabetesa, GI je do danas nadišao svoju prvotnu namjenu i gotovo da nema aspekta povezanog sa zdravljem i/ili prehranom u kojoj se ne spominje koncept GI.

Vrijednost GI za neku namirnicu određuje se standardiziranim postupkom *in vivo* (ISO, 2010.) i zavisi od toga koja je namirnica upotrebljena kao standard (najčešće se koriste bijeli kruh ili glukoza). Jedinствена metodologija za određivanje GI je neophodna kako bi se ispravno interpretirali podaci i uspješno primijenio GI u praksi (Nikolić i sur., 2013.). Vrijednosti GI različite hrane dostupne su u međunarodnim tablicama iz 2008. godine (**Tablica 2**).

**Tablica 2** Međunarodne tablice vrijednosti glikemijskog indeksa (Atkinson i sur., 2008.)

VRSTA HRANE	GI±SD	VRSTA HRANE	GI±SD
<b>Visoko ugljikohidratna hrana</b>		<b>Povrće</b>	
Bijeli pšenični kruh	75±2	Krumpir-kuhani	78±4
Integralni kruh bez kvasca	70±5	<b>Mliječni proizvodi i zamjene</b>	
<b>Žitarice za doručak</b>		Jogurt-voćni	41±2
Pšenični keksi	69±2	<b>Mahunarke</b>	
<b>Voće i proizvodi od voća</b>		Soja	16±1
Jabuka-svježa	36±2	<b>Grickalice, slatkiši i zaslađivači</b>	
Banana-svježa	51±3	Čokolada	40±3
Lubenica-svježa	76±4	Glukoza	103±3

## 2. 2. 4. Glikemijski odgovor i glikemijsko opterećenje

Uporaba GI je prihvatljiva samo kada se radi o jednokomponentnim obrocima, odnosno o jednoj hrani (npr. jabuka, bijelo pecivo i sl.), no svakodnevna se prehrana uglavnom sastoji od složenih obroka koje sačinjava veći broj hrane. U ovom se slučaju govori o glikemijskom odgovoru (eng. *Glycaemic Response*, GR). GR se koristi i za hranu koja sadrži nedostupne ugljikohidrate. Jedan od najboljih primjera je dodavanje masnoće na kruh, uslijed čega dolazi do smanjenja GI, pa bi točan opis ovog učinka bio smanjenje GR. Ovo se prvenstveno odnosi na masnoće i proteine u obrocima koji uzrokuju drugačiju promjenu GUK-a, neovisno o ugljikohidratima u određenoj hrani. Važno je istaknuti kako je GI isti kod zdravih osoba i onih s dijabetesom, dok je GR drugačiji i on se uvijek određuje *in vivo* (Wolever, 2006).

Drugi pojam koji se spominje u kontekstu promjene GUK-a u ovisnosti o sastavu obroka je glikemijsko opterećenje (eng. *Glycaemic Load*, GL). Uveli su ga istraživači sa Harvarda 1997. godine kako bi brojčano izrazili ukupan GR određenog obroka. GL se smatra adekvatnijim parametrom u odnosu na GI jer omogućuje adekvatno predviđanje utjecaja hrane na lučenje inzulina. Uzimaju se u obzir i navike u prehrani, kao i prosječna količina hrane koja se konzumira (Wolever, 2006.; Augustin i sur., 2015.; Riccardi i sur., 2008.). Hrana se i prema GL klasificira u tri skupine, kako je navedeno u **tablici 3**.

**Tablica 3** Kategorije glikemijskog opterećenja (GL) (Atkinson i sur., 2008.)

RAZINA iAUC	GL
Niska	$GL \leq 10$
Srednja	$20 \geq GL > 10$
Visoka	$GL > 20$

Matematički se GL za određenu hranu prema Woleveru (2006.) računa prema sljedećem izrazu (1):

$$GL = \frac{GI * \text{sadržaj ugljikohidrata (g)}}{100} \quad (1)$$

gdje **GI** predstavlja vrijednost GI određenu *in vivo* za hranu kojoj se izračunava GL, a **sadržaj ugljikohidrata** se uzima iz odgovarajućih tablica sastava namirnica ili iz referentnih radova.

## 2. 3. PROIZVODNJA DŽEMA

Džem je prema *Pravilniku o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu* (NN 94/11) proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži voćnu pulpu i/ili voćnu kašu jedne ili više vrsta voća, šećer i vodu. Džem od citrusa može se proizvoditi od cijelih plodova, narezanih na komadiće i/ili rezance. Ekstra džem je proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži nekoncentriranu voćnu pulpu jedne ili više vrsta voća, šećer i vodu (NN 94/11).

Za proizvodnju džema najvažnija je osnovna sirovina, odnosno voće. Džem se proizvodi od svježih, smrznutih ili polupreradenih cijelih plodova voća i za razliku od marmelade, gdje je cijela masa jednolična, kod džema ostaju cijeli komadi koji moraju biti jasno vidljivi. Za proizvodnju džema najpogodnije su koštuničave vrste voća (šljiva, višnja, trešnja, kajsija, i breskva), ali se kvalitetan džem može dobiti i od jagodičastog voća (jagoda, ribizla) (Levaj, 2013.; Tehnologija hrane, 2016.; Piližota, 2015.).

Pomoćne sirovine u proizvodnji džema su (Levaj, 2013.):

- Pektin koji se dodaje jer svako voće (ovisi o vrsti, sorti i stupnju zrelosti) ne sadrži dovoljnu količinu pektina za želiranje i postizanje ujednačene čvrstoće.
- Kao šećer najčešće se koristi saharoza, zatim glukoza i fruktoza. Međutim posljednjih desetljeća porastao je interes za djelomičnu ili potpunu zamjenu šećera s drugim zaslađivačima, a najviše sa tzv. hidrolizatima škroba – glukoznim ili glukozno-fruktoznim sirupom. Dodaje se u velikim količinama kako bi došlo do želiranja, donja granica udjela šećera je 50 %, a optimalna 60 % da dođe do želiranja. Količina šećera koja se dodaje ovisi o nekoliko čimbenika: kiselosti voća, udjelu šećera u voću, stupnju zrelosti i tipu proizvoda.
- Kiseline koje se dodaju najčešće su: limunska, jabučna i vinska. Kiseline se uvijek dodaju kao vodene otopine i dodaju se što je moguće kasnije, jer mogu utjecati na degradaciju pektina pri duljem kuhanju.

- Korištenje konzervansa za želirane proizvode vrlo je ograničeno i zato je potrebno vrlo pažljivo voditi proces proizvodnje uključujući punjenje i zatvaranje. Prema Pravilniku o prehrambenim aditivima dozvoljeno je dodavanje konzervansa i to benzoata ili sorbata samo u proizvode snižene energetske vrijednosti. Sumporni dioksid odnosno sulfiti mogu se koristiti za konzerviranje voća, pulpe ili kaše od kojih se proizvodi većina želiranih proizvoda, pa ti gotovi proizvodi smiju ih i sadržavati.

Sam tehnološki proces proizvodnje džemova sastoji se od pripreme voća i ukuhavanja voćne mase i šećera uz dodatak pektina i kiselina. Priprema voća uključuje pregled, temeljito pranje i usitnjavanje voća. Ukuhavanje se može provoditi u otvorenim posudama pri atmosferskom tlaku, uz snažno miješanje i pri temperaturi iznad 100 °C. Može provoditi i u vakuumu kod kojeg su temperature kuhanja niže (60-75°C) i tada ne dolazi do značajnije degradacije izvornih svojstava voća (boja i aroma), vrijeme kuhanja je kraće i ne dolazi do inverzije i karamelizacije šećera, a pospješena je i deaeracija. Pektini i kiseline se dodaju na samom kraju kuhanja kada je već gotov postignuta željena suha tvar (Levaj, 2013.; Piližota, 2015.).

Niskoenergetski džem predstavlja džem koji ima najmanje za 50 % manje energije u odnosu na klasični džem. Karakterizira ga potpuna ili djelomična zamjena šećera sladilima. Sadržaj topljive suhe tvari je oko 30 % (Tehnologija hrane, 2016.; Levaj, 2013.). Džem sa smanjenom energetsom vrijednošću spada u funkcionalne proizvode (European Comission, 2016.). Tehnološki postupak proizvodnje se od uobičajenog džema razlikuje jedino u količini dodanog šećera/zaslađivača i vrsti pektina. Zbog smanjenog udjela šećera, a kako bi se postiglo želiranje dodaje se niskoesterificirani pektin i kalcij u obliku neke soli. Kiselost se kao i kod običnog džema treba kretati oko pH 3 (Piližota, 2015.; Tehnologija hrane, 2016.).

Džem za dijabetičare se od niskoenergetskog razlikuje po tome što se umjesto saharoze koristi sorbitol i fruktoza, kao mješavina ili pojedinačno. Sorbitol daje proizvodu punoću okusa, dok se fruktozom postiže okus koji je usporediv saharozi, a najboljima su se pokazale mješavine sorbitola i fruktoze ili ksilita i fruktoze u omjeru 1:1 (Lovrić i Piližota, 1994.). Danas se osim navedenih zamjena za saharozu koriste i drugi zaslađivači, a jedan od najpopularnijih i najraširenijih zasigurno je stevija.

## 2. 4. STEVIJA

### 2. 4. 1. Botaničko podrijetlo

*Stevia rebaudiana* Bertoni (**Slika 3**) je višegodišnja biljka, koja može narasti do visine 70-80 cm. Na vrhu stabljike je cvat sastavljen od sitnog cvijeća prljavo bijele boje. Biljci odgovara tropska i subtropska klima, s prosječnom godišnjom temperaturom 15-30 °C. Stabljika, grane i lišće su zelene boje, prekriveni nježnim, kratkim dlačicama bijele boje. Pripada porodici *Asteraceae*. Potječe iz Paragvaja i Brazila, gdje se upotrebljava već stotinama godina kao zaslađivač za terapijske pripravke, kao što su čajevi i ostali napitci. Često je se naziva "slatkim paragvajskim medom". Slatki okus stevije potječe od glikozida koji se nalaze u listovima. Unutar roda *Stevia* do sada je identificirano oko 300 različitih vrsta, a analizirano je svega polovica identificiranih vrsta te je potvrđeno kako jedino *S. rebaudiana* sadrži značajne količine slatkih glikozida. Zbog svoje prilagodljivosti, stevija se može uzgajati na svim područjima, iako se na nekim područjima uzgaja u staklenicima (Novak, 2011.; Lisak i sur., 2011., Huzjak, 2012.).



**Slika 3** *Stevia rebaudiana* Bertoni (Agristevia, 2016.)

## 2. 4. 2. Kemijski sastav

Do danas je u steviji identificirano preko 100 različitih kemijskih spojeva. Najviše su istraženi diterpenoidi, glikozidi ent-kaurena steviola, jedini odgovorni spojevi za sladak okus biljke. U lišću stevije udio ukupnih glikozida steviola je oko 15 % suhe mase. Sadrži i manje količine diterpenoida labdana, koji nemaju sladak okus. U lišću biljke identificirani su triterpenoidi, steroidi, flavonoidi, hlapljiva ulja, klorofili A i B,  $\beta$ -karoten, organske kiseline, tanini i drugi spojevi koji su prisutni u malim količinama. Anorganski spojevi čine oko 13 % ukupne ekstraktivne tvari, a najzastupljeniji su: K, Ca, Fe, Mg, P, Na i Zn (European Commission, 1999.; Novak, 2011.).

Glikozidi ent-kaurena steviola su prirodni sastojci akumulirani u lišću, stabljici i cvijeću biljke *S. rebaudiana*. Odlikuju se visokim intenzitetom slatkoće. Najpoznatiji su steviozidi, rebaudiozidi A-F, steviolbiozidi i dulkozidi. Glavni glikozid steviola u lišću biljke *S. rebaudiana* je steviozid, a drugi po zastupljenosti je rebaudiozid A. Rebaudiozid A se odlikuje najjačim indeksom slatkoće među svim glikozidima u steviji. Pored toga, rebaudiozid A karakterizira ugodniji okus i bolja topljivost u vodi u odnosu na steviozid, što ga čini prikladnijim za primjenu u prehrambenoj industriji. Njihova količina varira između 4-20 % a slatkoća im je 200-300 puta veća od slatkoće saharoze (Chatsudthipong i Muanprasat, 2009.).

### 2. 4. 3. Biološka i ljekovita svojstva

Oživljavanje uporabe stevije kao zaslađivača u zapadnom svijetu djelomično se može pripisati činjenici kako ona nema energetska vrijednost, te su njezini glikozidi neprobavljivi u ljudskom organizmu (njezin GI je nula) pa se u sve većoj mjeri koristi u proizvodima za smanjenje tjelesne mase (Carakostas i sur, 2008.; Chatsudthipong i Muanprasat, 2009.). No stevija ima cijeli niz ljekovitih svojstava:

- doprinosi oporavku i stimulira rad gušterače (stvara se više inzulina), pa je idealna za dijabetičare
- smanjuje razinu "lošeg" kolesterola (LDL-a) u krvi
- smanjuje nivo glukoze u krvi
- smanjenje visoki krvni tlak
- poboljšava, regulira probavu
- ima diuretsko djelovanje
- ima protuupalno i antibakterijsko djelovanje (stoga se koristi u zubnim pastama)
- povoljno djeluje na bolesti kože (kupke za čišćenje kože)
- neutralizira toksine i pospješuje njihovo izlučivanje iz organizma (uključujući i radionuklide)
- jača imunitet
- ima antikancerogeno djelovanje
- ima antiseptičko, antialergijsko i antimikrobno djelovanje (Novak, 2011.).



## 2. 4. 4. Sladila na bazi stevije i njihova primjena

Samo lišće biljke *S. rebaudiana* se može koristiti kao sladilo bez nekakve posebne prerade, pa se na tržištu može naći svježe ili sušeno lišće stevije u različitim oblicima:

- cijelo lišće-svježe,
- nasjeckano lišće-sušeno, i kao
- prah (Novak, 2011.).

Stevija ima širok spektar primjene, od prehrambene, kozmetičke do farmaceutske industrije. Prah lišća stevije koristi se za zaslađivanje čaja i kave (90 mg praha/2 dL čaja ili kave), džemova (9 g praha na 1 kg voća), a svježe lišće se može koristiti za zaslađivanje octa i salata. Ipak, najviše se koristi u Japanu, kao sastavni dio velike palete proizvoda (npr. umak i pasta od soje, bezalkoholna pića, jogurt, sladoled, bomboni, žvakaće gume) i kao zamjena za šećer (stolni zaslađivač). Slijedi Koreja u kojoj se stevija najviše koristi u proizvodnji alkoholnog pića *soju*, no nije dozvoljena u pecivima, hrani za dojenčad, bombonima, mliječnim proizvodima ili kao stolni zaslađivač (Novak, 2011.).

Na tržištima drugih zemalja upotreba stevije u prehrambenoj industriji nije toliko raširena zbog dugotrajne zabrane ove biljke, no njezin je potencijal iznimno velik:

- juhe, umaci
- konzerviranje voća i povrća umjesto šećera
- pekarski proizvodi: keksi, kolači, deserti, sensei (japanski krekeri od riže)
- mliječni proizvodi: jogurt, sladoled, tučeno vrhnje, sir
- slatkiši: tvrdi bomboni, žvakaće gume, čokolada
- žitarice za doručak
- kečap, majoneza (Novak, 2011.).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3. 1. ZADATAK

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti GI dva novorazvijena džema s dodatkom stevije.

Obzirom na određenu vrijednost GI i preporučenu količinu za konzumaciju (veličinu serviranja) testiranih proizvoda cilj je bio izračunati GL novorazvijenih džemova.

Prema određenom GI i izračunatom GL, a uzimajući u obzir nutritivni sastav i utjecaj na subjektivni osjećaj sitosti, cilj je bio utvrditi odgovara li receptura novorazvijenih džemova njihovoj namjeni (sa smanjenom energetsom vrijednošću i pogodni za dijabetičare).

Također, cilj je bio utvrditi potencijal ovih proizvoda za tržište, obzirom na prihvatljivost potrošača.

### 3. 2. MATERIJALI

#### 3. 2. 1. Uzorci

Za kontrolu (kontrolni uzorak, Test uzorak 1) korištena je čista D(+)-glukoza monohidrat, pomiješana s 250 ml bistrog soka od jabuke (**Tablica 4**).

**Tablica 4** Sastav bistrog soka od jabuke (100 g ili ml) (Kaić Rak i Antonić, 1990.)

	Količina po serviranju
Energetska vrijednost	197 kJ / 47 kcal
Ukupni ugljikohidrati (g)	11,7
od toga šećeri (g)	11,5
Vlakna (g)	0,2
Proteini (g)	0,1
Masti (g)	0,1

U istraživanju su korištena dva džema:

- 1) Džem od smokve s narančom sa fruktozom i stevijom (Test uzorak 2), i
- 2) Džem od kupine sa fruktozom i stevijom (Test uzorak 3)

koji su razvijeni u tvrtki Hermes International d.o.o., Sračines, Hrvatska.

### 3. 2. 2. Aparatura

Za provedbu ovog istraživanja korišteni su sljedeći uređaji :

- Stadiometar (Seca, UK) je korišten za mjerenje visine ispitanika (prije uključivanja ispitanika u istraživanja),
- Tanita MC-180 (Tanita Corporation, Tokyo, Japan) je korištena za procjenu sastava tijela ispitanika (prije uključivanja u istraživanje), te
- Lancetar MICROLET®2, trakice CONTOUR® NEXT i CONTOUR® NEXT USB glukometar (sve Bayer, Njemačka) korišteni su za uzimanje i određivanje razine glukoze u krvi.

### 3. 3. METODA ISTRAŽIVANJA

Određivanje GI ispitivanih uzoraka provedeno je prema normi ISO 26 642:2010.

#### 3. 3. 1. Ispitanici

Odabir zdravih ispitanika obavio se prema zahtjevima metode ISO 26 642:2010, na temelju odsutnosti alergija ili netolerancija te odsutnosti bilo kakvih lijekova koji utječu na toleranciju glukoze. Ispitanici su se tijekom istraživanja morali pridržavati postavljenih uvjeta: trebali su na ispitivanje doći 8 do 10 sati na tašte, nisu smjeli prethodne večeri konzumirati alkohol te su zamoljeni ne izvoditi intenzivne tjelovježbe prije testiranja.

U provedenom istraživanju sudjelovalo je 19 ispitanika (4 muškog spola i 15 ženskog spola) u dobi od 19 do 35 godina, gdje 18 ispitanika žive kao samci, a jedan ispitanik živi sa roditeljima. Niti jedan od ispitanika nema djece. Od ukupno 19, 18 ispitanika su studenti. Jedan ispitanik ima visoku stručnu spremu. Svi ispitanici smatraju da se brinu za svoje zdravlje.

### 3. 3. 2. Protokol istraživanja

Ispitanici su došli na prvi termin gdje su upoznati s protokolom istraživanja te su nakon pristanka potpisali Suglasnost za sudjelovanje (**Prilog 1**). Tom prilikom im je također izmjerena i tjelesna masa pomoću vage. Ispitanici su se nasumičnim postupkom primjenom metode randomizacije raspodijelili po terminima i obzirom na broj test uzoraka. Na prvi termin ispitanici su došli nakon 12 sati na tašte, zatim su ispunili Anketu o općim podacima, te su u laboratoriju na temelju provedene randomizacije dobili test hranu (proizvod kojemu se određuje GI), odnosno, kontrolni uzorak uz koji su popili još 250 ml vode.

Svaki ispitanik je primjenom lancetara i glukometra izvadio krv u vremenskom intervalu od 120 minuta (-5', 0', 15', 30', 45', 60', 90', 120'). Sva mjerenja su bilježena u obrazac kliničke procjene. U periodu između mjerenja u 0' i 15' ispitanici su jednokratno ocijenili senzorsku prihvatljivost ispitivanog uzorka primjenom hedonističke skale. Također su ispunjavali i obrazac o subjektivnom osjećaju sitosti, odnosno gladi i eventualnim nuspojavama.

Istraživanje je prethodno odobreno od strane Etičkog povjerenstva za istraživanja na ljudima Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek.

### 3. 3. 3. Senzorska evaluacija uzoraka

Senzorska prihvatljivost testiranih uzoraka provedena je primjenom hedonističke skale. Cilj je bio utvrditi koliko će se testirani uzorci svidjeti ispitanicima, odnosno koliko im se sviđa njihov okus i kolika će biti njihova senzorska prihvatljivost. Evaluacija o ukusnosti test uzoraka i kontrole provedena je korištenjem hedonističke skale u rasponu ocjena od 1 do 7, gdje se 1 odnosi na „iznimno mi se sviđa“, a 7 na „iznimno mi se ne sviđa“ (**Prilog 2**).

### 3. 3. 4. Subjektivni osjećaj sitosti za testirane namirnice

Pomoću upitnika o sitosti (**Prilog 3**) ispitan je subjektivni osjećaj sitosti za svaki testirani uzorak. Upitnik se sastojao od četiri vizualno-analogne skale na kojoj su u svakoj minuti ispitivanja ispitanici zamoljeni da na svakoj skali odgovore na pitanja vezana uz njihovu trenutnu želju za jelom, glad, sitost i o tome koliko bi mogli pojesti u datom trenutku.

Ispitanici su iskazivali svoj osjećaj stavljanjem okomite crte na skalu gdje ekstremno lijeva točka označava osjećaj potpune sitosti. Iznimka je treća skala, koja za pitanje o tome koliko se puni osjećaju ispitanici, ide u suprotnom smjeru. Potom su se ravnalom mjerila mjesta označena na skali. Ukupna subjektivna ocjena za apetit izračunata je prema formuli (2):

$$\frac{(Q1 + Q2 + (100 - Q3) + Q4)}{4} \quad (2)$$

gdje je:

Q1 - „koliko je jaka Vaša želja za jelom“,

Q2 - „koliko se gladno osjećate“,

Q3 - „koliko se osjećate punima“,

Q4 - „što mislite koliko biste sada mogli pojesti“.

### 3. 3. 5. Odvaga test uzoraka

Prema zahtjevima metode ISO 26 642:2010 izračunate su potrebne odvage test uzoraka i kontrole kako je navedeno:

#### Kontrola (Test uzorak 1)

10 g slobodnih ugljikohidrata u 100 g uzorka

x g slobodnih ugljikohidrata u 250 g uzorka

---


$$x = \frac{250 \times 10}{100} = 25,00 \text{ g uzorka}$$

#### Test uzorak 2 (smokva)

33,2 g slobodnih ugljikohidrata u 100 g uzorka

25 g slobodnih ugljikohidrata u x g uzorka

---


$$x = \frac{25 \times 100}{33,2} = 75,30 \text{ g uzorka}$$

**Test uzorak 3 (kupina)**

30,6 g slobodnih ugljikohidrata u 100 g uzorka

25 g slobodnih ugljikohidrata u x g uzorka

---

$$x = \frac{25 \times 100}{30,6} = \mathbf{81,70 \text{ g uzorka}}$$

**3. 4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA**

Broj ispitanika potrebnih za sudjelovanje u istraživanju utvrđen je primjenom statističke metode o jačini uzorka, tzv. (eng.) „power analysis“. Jačina uzorka je računata tako da je bilo potrebno ostvariti minimalnu jačinu od 80 %, što je standard za ovakav tip istraživanja, uz minimalnu promjenu u razini glukoze za istog ispitanika od 0,20 mmol/l. Kako bi se zadovoljili postavljeni uvjeti bilo je potrebno minimalno deset ispitanika.

Za promjenu razine glukoze, subjektivni osjećaj sitosti, hedonističku ocjenu uzoraka i izračunati glikemijski indeks test uzoraka korištena je aritmetička sredina uz prikaz standardne devijacije. Površina ispod krivulje, iAUC, je prikazana aritmetičkom sredinom i standardnom greškom.

Daljnja statistička obrada je uključila primjenu parametrijskih statističkih testova, odnosno primjenu t-testa za nezavisne odnosno za zavisne varijable. Za izračun korelacija numeričkih podataka korišten je Pearsonov test korelacije.

Grafička obrada podataka napravljena je pomoću MS Office Excel tabličnog alata (inačica 2010, Microsoft Corp., USA) i programa Statistica (inačica 12.0, StatSoft Inc., USA). Statistička je analiza napravljena pomoću programa Statistica (inačica 12.0, StatSoft Inc., USA), uz odabranu razinu značajnosti od  $p=0,05$ .

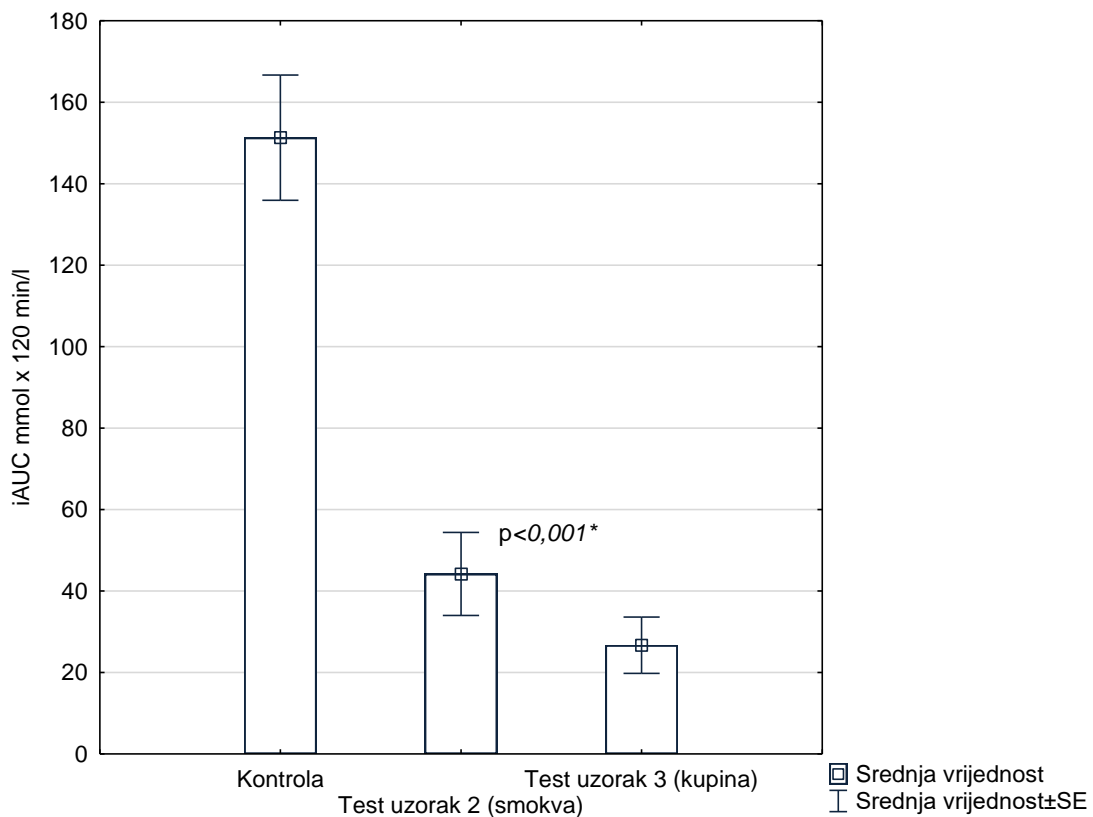
## **4. REZULTATI I RASPRAVA**



#### 4. 1. ODREĐIVANJE GLIKEMIJSKOG INDEKSA

Prvi zadatak bio je odrediti GI novorazvijenih džemova. Određivanje GI provedeno je prema propisanim zahtjevima norme ISO 26 642:2010, *in vivo* na 19 zdravih ispitanika.

Kao što je ranije spomenuto, GI se može definirati i kao povezanost inkrementalne ili ukupne površine koja se dobije ispod krivulje kao odgovor  $\beta$ -glukoze testirane hrane (iAUC) koja sadrži 50 grama slobodnih ugljikohidrata te ukupne površine koja se dobije kao odgovor  $\beta$ -glukoze standardne test hrane (iAUCS) (Chlup i sur., 2004.). Važno je napomenuti kako se GI može određivati i na količinu od 25 g slobodnih ugljikohidrata ukoliko je količina hrane koju ispitanici trebaju konzumirati velika (Wolever, 2006.; ISO, 2010.), što je primijenjeno i na testirane uzorke. Za izračun GI bilo je potrebno prvo promotriti površine ispod krivulja promjene GUK-a nakon konzumacije određenog test uzorka, što je prikazano na **slici 4**.



SE – standardna greška

\*označava statističku značajnost između *Kontrole* i oba test uzorka kod  $p < 0,05$ ; t-test za nezavisne varijable

**Slika 4** Površina ispod krivulje promjene razine glukoze u krvi (iAUC) kroz 120 minuta nakon konzumacije pojedinog test uzorka

Površina ispod krivulje izračunata je kao zbroj površina trapezoida ispod krivulja za koncentracije GUK testiranih uzoraka, te izražena u mmol x 120 min/l. Izračunate vrijednosti iAUC su kako slijede (**Slika 4**): *Kontrola* ( $151,30 \pm 65,28$ ), *Test uzorak 2* ( $44,21 \pm 36,74$ ) i *Test uzorak 3* ( $26,70 \pm 21,91$ ).

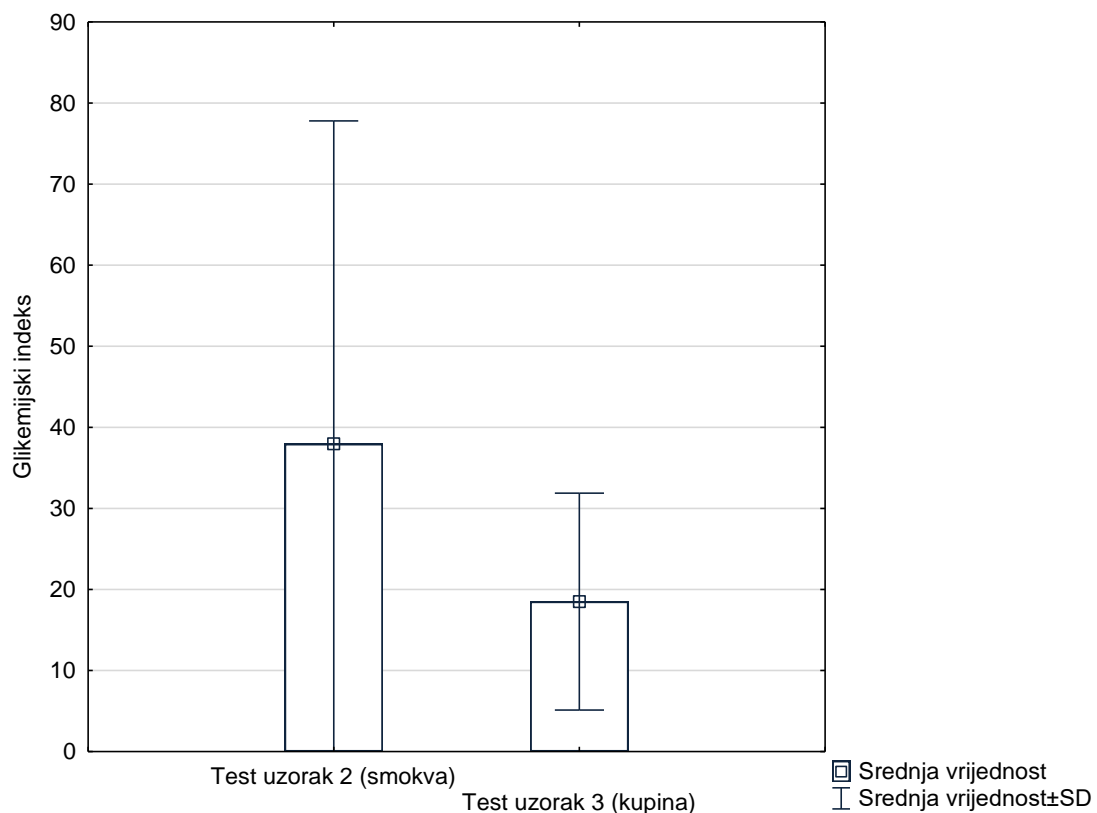
Na osnovi dobivenih rezultata iAUC prikazanih na **slici 4** za kontrolu i test uzorke izračunate su vrijednosti GI test uzoraka prema formuli (**3**):

$$GI = \frac{A_t}{A_{ref}} * 100 \quad (3)$$

gdje je:

$A_t$  – iAUC test namirnice

$A_{ref}$  – iAUC referentne namirnice



SD – standardna devijacija

**Slika 5** Glikemijski indeks testiranih proizvoda

Obzirom na predloženu kategorizaciju hrane prema standardu ISO 26 642:2010 oba testirana proizvoda spadaju u kategoriju niskog GI ( $GI \leq 55$ ; **Tablica 1**). *Test uzorak 3* (kupina) ima vrlo niski GI ( $18,50 \pm 13,38$ ), a *Test uzorak 2* (smokva) srednje nizak ( $37,96 \pm 39,84$ ). Nije utvrđena statistički značajna razlika za GI između ova dva testirana proizvoda ( $p=0,176$ ; t-test za nezavisne varijable).

Rezultati potvrđuju kako je dodatak fruktoze i stevije u novorazvijene džemove rezultirao dobivanjem proizvoda niskog GI, što ih čini pogodnim za konzumaciju tamo gdje se preferira hrana s NGI, npr. kod osoba koje imaju neki poremećaj s kontrolom glikemije ili paze na količinu unesenih ugljikohidrata.

## 4. 2. GLIKEMIJSKO OPTEREĆENJE

Najveći dio svakodnevne prehrane sačinjavaju složeni, mješoviti obroci. Stoga bi se kao adekvatnija mjera za procjenu utjecaja na promjenu GUK-a, kao i vezane fiziološke i zdravstvene učinke trebao koristiti GL (Wolever, 2006.; Augustin i sur., 2015.; Riccardi i sur., 2008.). GL je izračunat prema formuli **(1)** za dvije porcije, odnosno porciju džema kojoj odgovara 15 g ugljikohidrata i porciju kojoj odgovara 25 g ugljikohidrata (**Tablica 5**).

**Tablica 5** Izračunato glikemijsko opterećenje testiranih proizvoda za porciju koja sadrži 15 g i 25 g ugljikohidrata

	Test uzorak 2 (smokva)		Test uzorak 3 (kupina)	
	15 g ugljikohidrata	25 g ugljikohidrata	15 g ugljikohidrata	25 g ugljikohidrata
<b>Srednja vrijednost</b>	5,69	9,49	2,78	4,63
<b>Minimum</b>	0,36	0,60	0,52	0,86
<b>Maksimum</b>	19,81	33,02	5,58	9,31
<b>SD</b>	5,98	9,96	2,01	3,35

SD – standardna devijacija

Uzimajući u obzir namjenu testiranih proizvoda i ciljanu publiku (potencijalni potrošači su osobe koje imaju razvijen neki poremećaj glikemije (dijabetes, preddijabetes) ili paze na

količinu ugljikohidrata koju konzumiraju (npr. radi redukcije tjelesne mase) preporučena količina serviranja za testirane uzorke bazirana je na tzv. dijabetičkim jedinicama. Drugim riječima, sva se hrana klasificira obzirom na sadržaj ugljikohidrata pa tako jednoj dijabetičkoj jedinici odgovara 15 g ugljikohidrata (Vrca Botica i sur., 2012.; ADA, 2008.; IDF, 2015.). Količina hrane (porcija, serviranje) varira u ovisnosti o drugim prisutnim nutrijentima (npr. prehrambena vlakna, masti, proteini). Upravo je ovo osnova liječenja svih poremećaja glikemije.

Veličina porcije džema koja odgovara 15 g ugljikohidrata iznosi 40 g, što je i preporučena porcija/veličina serviranja za konzumaciju na dan (ADA, 2008.; IDF, 2015.). Količina od 25 g ugljikohidrata u porciji koja odgovara količini od oko 67 g džema je odabrana kako bi se procijenilo GL testiranih uzoraka u realnijim okolnostima koje u većoj mjeri odgovaraju svakodnevnoj prehrani, prvenstveno kod djece i zdravih osoba.

Ni u slučaju GL nije utvrđena statistički značajna razlika testiranih proizvoda ( $p=0,176$ ; t-test za nezavisne varijable).

Sastav ugljikohidrata i posebice udjeli mono-, di- i polisaharida su ključni kada se procjenjuje GI i GL neke hrane (Augustin i sur., 2015.; Wolever, 2006.), stoga su dobiveni rezultati za GI i GL testiranih džemova očekivani.

Treba imati u vidu kako GI u sebi sadrži komponentu inzulinskog odgovora koji je podložan brojnim varijacijama iako vrijednost GI ostaje relativno konstantna u različitim populacijskim skupinama, npr. normalno uhranjenim i pretilim osobama, osobama s poremećenom tolerancijom GUK-a ili dijabetičarima (Wolever, 2006.). Opravdano se postavlja pitanje o potencijalnom štetnom djelovanju fruktoze (Augustin i sur., 2015.), obzirom da je njezin metabolizam neovisan o inzulinu (Strelec, 2013.), a ne postoji biloška osnova za njezin unosom (Bray, 2007.). Nakon konzumacije, fruktoza se slabo apsorbira u probavnom traktu, što se može vidjeti i u serumskoj koncentraciji fruktoze (oko 0,01 mmol/l) u odnosu na glukozu (oko 5,5 mmol/l) (Bray, 2007.). Fruktozu preuzimaju hepatociti, njezina dva glavna metabolita, dihidroksiaceton fosfat (DHAP) i gliceraldehid-3-fosfat (GA3P), inače metaboliti glikolize mogu se koristiti u glukoneogenezi za sintezu glikogena. Međutim, ovi se metaboliti mogu prevesti u glicerol ili piruvat te Acetil-CoA koji potiče sintezu masnih kiselina i

kolesterola (Klapec i Strelec, 2015.; Lustig, 2013.), odnosno potiču *de novo* lipogenezu čime direktno utječe na proces ateroskleroze (Lustig, 2013.).

Kao jedan od mogućih principa koji bi se mogao primijeniti za klasifikaciju hrane s visokim sadržajem fruktoze je da se uz vrijednost GI uzme u obzir energetska gustoća hrane kao i ukupan sadržaj ugljikohidrata (Wylie-Rosett i sur., 2004.). Ipak, unatoč potencijalnom negativnom učinku fruktoze na organizam, međunarodni ekspertni panel je istaknuo da ukoliko se hrana niskog GI i/ili GL s visokim sadržajem fruktoze konzumira kao dio izbalansirane pravilne prehrane, nema mjesta bojazni od njezinog neželjenog utjecaja na zdravlje (Augustin i sur., 2015.).

Kod uporabe zaslađivača treba imati u vidu mogućnost pojave niza gastrointestinalnih simptoma poput mučnine, dijareje, napuhnutosti plinom i/ili tekućinom, pojačanu motilaciju i druge, posebice ukoliko se radi o većim koncentracijama (Guyton i Hall, 2006.; Klapec i Strelec, 2015.). Stevija je poznati diuretik i regulator probave (European Comission, 1999.), što je svakako potrebno uzeti u obzir prilikom osmišljavanja novog proizvoda.

Za testirane proizvode je primjenom obrasca o nuspojavama (**Prilog 3**) u svakoj vremenskoj točki (u svakoj minuti ispitivanja prema protokolu) bilježena eventualna prisutnost nuspojava. Nije zabilježena niti jedna nuspojava kod ispitanika za testirane uzorke.

### 4. 3. NAMJENA TESTIRANIH NOVORAZVIJENIH PROIZVODA

Cilj je bio utvrditi odgovara li receptura novorazvijenih džemova njihovoj namjeni (sa smanjenom energetsom vrijednošću i pogodni za dijabetičare), a uzimajući u obzir njihov nutritivni sastav, određen GI i izračunati GL, te utjecaj na subjektivni osjećaj sitosti.

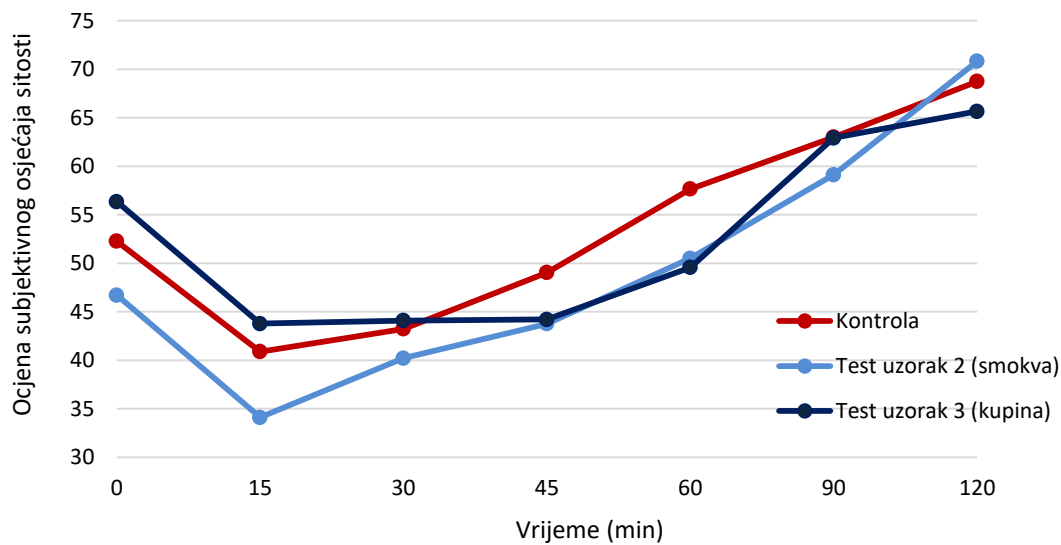
Nutritivni sastav novorazvijenih džemova je prikazan u **tablici 6**. Analiza je provedena u Centru za kontrolu namirnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta u Zagrebu i ustupljene su od strane proizvođača. Nutritivni sastav potvrđuje kako oba proizvoda udovoljavaju zakonskoj regulativi i spadaju u kategoriju niskoenergetskih džemova (European Comission, 2016.).

**Tablica 6** Nutritivni sastav testiranih novorazvijenih džemova

	Mjerna jedinica	Džem od smokve s narančom sa fruktozom i stevijom		Džem of kupine sa fruktozom i stevijom	
		100 g*	Δ	100 g*	Δ
<b>Energija</b>	g	161/684	- 57 %	144/612	- 61 %
<b>Masti</b>	g	0,9		0	
<b>Zasićene masne kiseline</b>	g	0		0	
<b>Ugljikohidrati</b>	g	36,4	- 51 %	33,4	- 57 %
<b>Šećeri</b>	g	33,2	- 52 %	30,6	- 53 %
<b>Prehrambena vlakna</b>	g	1,30	- 48 %	1,20	+ 33 %
<b>Bjelančevine</b>	g	1,20	+ 48 %	1,10	+ 55 %
<b>Sol</b>	g	0,28		0,38	
<b>Vitamin C</b>	mg	19,9		52,0	+ 77 %

\*sadržaj pojedinih nutrijenata i energije je izražen na 100 g proizvoda

Δ – promjena u odnosu na standardni proizvod



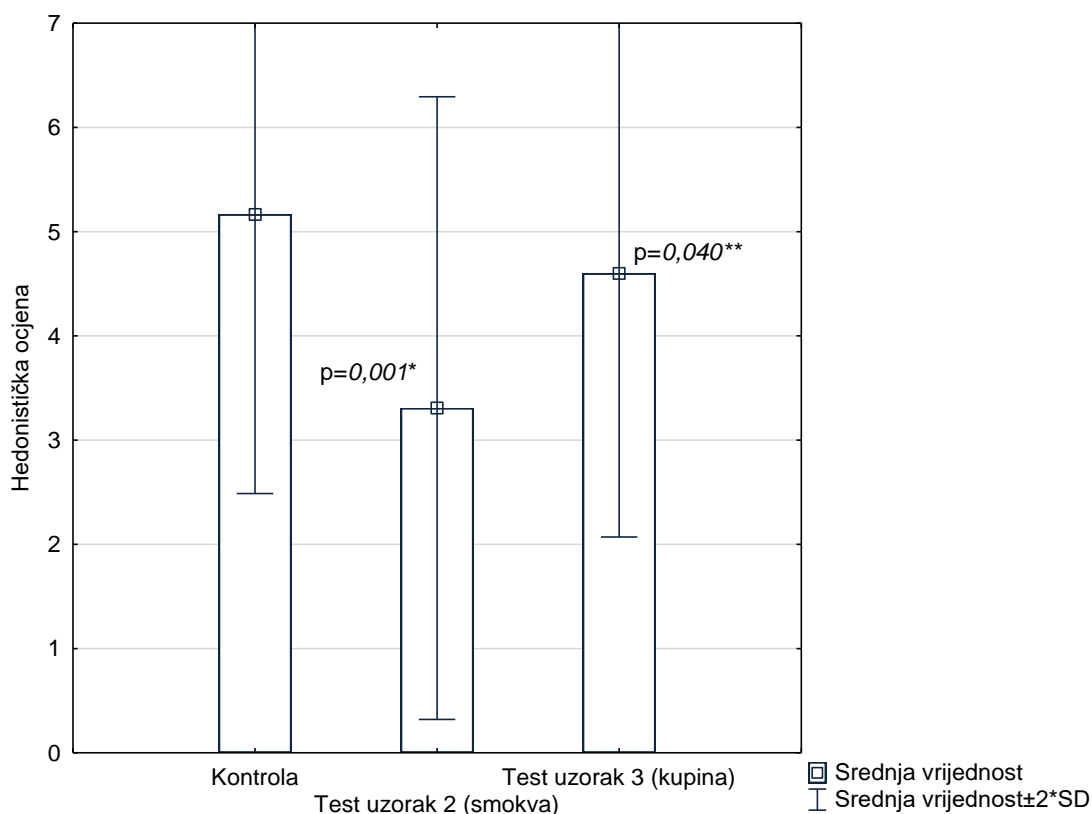
**Slika 6** Krivulja subjektivnog osjećaja sitosti za testirane uzorke kroz 120 minuta

Nije utvrđena statistički značajna razlika u subjektivnom osjećaju sitosti za niti jedan testirani uzorak tijekom provedbe ispitivanja (kroz 120') (**Slika 6**). Ipak, najviši osjećaj sitosti (u 120') imao je *Test uzorak 2* (70,83 bodova), dok je najniži imao *Test uzorak 3* (65,66 bodova), manje i od *Kontrole* (68,74 bodova).

Vrsta konzumirane hrane, njezin sastav (npr. udjeli pojedinih mono- odnosno polisaharida, udio prehrambenih vlakana i dr.), kao i konzistencija hrane direktno utječu na subjektivni osjećaj sitosti, uz neke značajne individualne karakteristike (Guyton i Hall, 2006.; Marciani i sur., 2001.; Wolever, 2006.). Upravo je sastav i sadržaj ugljikohidrata u sirovini koja je korištena za proizvodnju džema vjerojatni razlog dobivenim rezultatima za subjektivni osjećaj sitosti. Sadržaj prehrambenih vlakana u 100 g smokava iznosi 2,9 g dok je u istoj količini kupina to 5,0 g (Self Nutrition Data, 2016.), no sadržaj drugih ugljikohidrata, ali i organskih kiselina uslijed kojih kupina ima prepoznatljiv kiseliji okus rezultirala je višim osjećajem sitosti za džem od smokve s narančom. Prehrambena vlakna upravo zbog svoje najznačajnije fizikalno-kemijske karakteristike, sposobnosti bubrenja, produljuju vrijeme zadržavanja hrane u probavnom traktu uslijed čega dolazi do produljenog osjećaja sitosti (Guyton i Hall, 1006.; Banjari i Čačić Kenjerić, 2015.; Wolever, 2006.; Danone/FAO, 2001.).

#### 4. 4. PRIHVATLJIVOST TESTIRANIH NOVORAZVIJENIH PROIZVODA

Na kraju, cilj je bio utvrditi prihvatljivost testiranih novorazvijenih proizvoda među potencijalnim potrošačima. Uzeta je u obzir organoleptička prihvatljivost testiranih uzoraka primjenom hedonističke skale (**Prilog 2**).



t-test za nezavisne varijable; SD – standardna devijacija

\*označava statističku značajnost između *Kontrola* i *Test uzorka 2* kod  $p < 0,05$

\*\*označava statističku značajnost između *Test uzorka 2* i *Test uzorka 3* kod  $p < 0,05$

**Slika 7** Hedonistička ocjena uzoraka za okus za ispitivane uzorke

Oba testirana uzorka su imala statistički značajno bolju organoleptičku ocjenu u odnosu na *Kontrolu* ( $5,17 \pm 1,34$ ;  $p < 0,001$ ; **Slika 7**). Također je utvrđena statistički značajna razlika između testiranih uzoraka; novorazvijeni džem od smokve s narančom je dobio bolju hedonističku ocjenu ( $3,31 \pm 1,49$ ) od džema od kupine ( $4,60 \pm 1,26$ ;  $p = 0,040$ ). Obzirom na dobivene rezultate o organoleptičkoj ocjeni može se zaključiti kako oba proizvoda imaju potencijal za tržište.



## **5. ZAKLJUČCI**

Na osnovu rezultata dobivenih ovim istraživanjem, izvedeni su slijedeći zaključci:

- oba novorazvijena džema s dodatkom fruktoze i stevije spadaju u kategoriju hrane NGI; džem od kupine ima vrlo niski GI ( $18,50 \pm 13,38$ ), a džem od smokve s narančom srednje nizak GI ( $37,96 \pm 39,84$ ).
- oba testirana uzorka džema spadaju u kategoriju hrane niskog GI; džem od smokve s narančom (5,69, odnosno 9,49), a džem od kupine (2,78, odnosno 4,63) računato na jednu dijabetičku jedinicu (15 g ugljikohidrata), odnosno porciju koja u većoj mjeri odgovara uobičajenoj prehrani (25 g ugljikohidrata);
- džem od smokve s narančom je imao višu ocjenu subjektivnog osjećaja sitosti (70,83 bodova) od džema od kupine (65,66 bodova), ali bez statističke značajnosti;
- džem od smokve s narančom je statistički značajno bolje organoleptički ocijenjen ( $3,31 \pm 1,49$ ) u odnosu na džem od kupine ( $4,60 \pm 1,26$ ;  $p=0,040$ );
- unatoč primjeni fruktoze i stevije kao zaslađivača u recepturi novorazvijenih džemova nije zabilježena niti jedna nuspojava nakon konzumacije testiranih uzoraka.

U konačnici može se zaključiti kako oba testirana proizvoda udovoljavaju zakonskoj regulativi i spadaju u kategoriju proizvoda smanjene energetske vrijednosti, a obzirom na određeni GI, GL i subjektivni osjećaj sitosti mogu se smatrati pogodnima i za dijabetičare. Unatoč tome što su u recepturi džema prisutni i fruktoza i stevija, nije zabilježena niti jedna nuspojava te se može zaključiti kako su oba proizvoda dobro formulirana. Uzimajući u obzir i dobre organoleptičke ocjene može se zaključiti kako oba proizvoda pokazuju potencijal za tržište funkcionalne hrane, posebice tržište dijetetskih proizvoda zbog dodatka stevije. Razlozi oživljene popularnosti stevije među potrošačima su sigurno njezini brojni pozitivni učinci na zdravlje kao i činjenica da je ona prirodno sladilo bez energetske vrijednosti (tj. s nula kalorija), što ju čini pogodnom za konzumaciju kako bolesnih (npr. dijabetičara) tako i zdravih osoba koji se svjesno brinu za svoje zdravlje.

## **6.LITERATURA**

- ADA, American Diabetes Association, Banlitle JP, Wylie-Rosset J, Albright AL, Apovian CM, Clark NG, Franz MJ et al: Nutrition recommendations and interventions for diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 31 Suppl 1:61-78, 2008.
- Agristevia: *Stevia rebaudiana* slika. <http://www.agristevia.com/> [02.09.2016.]
- Arvidsson-Lenner R, Asp NG, Axelsen M, Bryngelsson S, Haapa E, Jarvi A, Karlstrom B, Raben A, Sohlstrom A, Thorsdottir I, Vessby B: Glycaemic Index-Relevance for health, dietary recommendations and food labelling. *Scandinavian Journal of Nutrition* 48(2):84-94, Taylor & Francis, 2004.
- Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC: International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values. *Diabetes Care* 31:2281-2283, 2008.
- Augustin LSA, Kendall CWC, Jenkins DJA, Willett WC, Astrup A, Barclay AW, Björck I, Brand-Miller JC, Brighenti F, Buyken AE, Ceriello A, La Vecchia C, Livesey G, Liu S, Riccardi G, Rizkalla SW, Sievenpiper JI, Trichopoulou A, Wolever TMS, Baer-Sinnott S, Poli A: Glycemic index, glycemic load and glycemic response. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* 25:795-815, 2015.
- Banjari I: *Odabrane teme o funkcionalnoj hrani i dodacima prehrani (ppt predavanja)*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2015.
- Banjari I, Čačić Kenjeric D: *Funkcionalna hrana i prehrambeni dodaci (propisi za vježbe)*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2015.
- Bray GA: How bad is fructose? *American Journal of Clinical Nutrition*, 86:895-896, 2007.
- Carakostas MC, Curry LL, Boileau AC, Brusick DJ: Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviolglycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology* 46:1-10, 2008.
- Chatsudthipong V, Muanprasat C: Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology and Therapeutics* 121:41-54, 2009.

- Chlup R, Bartek J, Rezníčková M, Zapletalova J, Doubravova B, Chlupova L, Sečkar P, Dvoračková S, Šimanek V: Determination of the glycaemic index of selected foods (white bread and cereal bars) in healthy persons. *Biomedical Papers* 148(1):17-25, 2004.
- Danone Vitapole/FAO (Food and Agriculture Organization ): *Glycaemic Index and Health: the Quality of the Evidence*. John Libbey Eurotext, Paris, 2001.
- European Commission, Scientific Committee on Food: Opinion on stevioside as a sweetener. CS/ADD/EDUL/167, 1999. [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out34\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out34_en.pdf) [02.09.2016.]
- Euromonitor: New Approaches to Wellness and Global Market Impact. <http://www.euromonitor.com/new-approaches-to-wellness-and-global-market-impact/report> [02.09.2016.]
- European Commission: Nutrition claims. [http://ec.europa.eu/food/safety/labelling\\_nutrition/claims/nutrition\\_claims/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/nutrition_claims/index_en.htm) [16.09.2016.]
- Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC: International table of glycemic index and glycemic load values. *The American Journal of Clinical Nutrition* 76(1):5-56, 2002.
- Guyton AC, Hall JE: *Medicinska fiziologija*. Medicinska naklada, Zagreb, 2006.
- Huzjak Đ: Zasadivači u prehrani dijabetičara. *Završni rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2012.
- IDF, International Diabetes Federation and Lilly Diabetes. My Carbohydrate Guide. *Lilly Diabetes*, 2015.
- ISO, International Standards Organization: Food products – Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food classification. ISO 26 642:2010.
- Karas D: Određivanje glikemijskog indeksa pripravaka za oporavak nakon treninga („Recovery“ pripravaka). *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2014.

- Klapec T, Strelec I: *Prehrambena biokemija*. Prehrambena-tehnološki fakultet Osijek, 2015.
- Kotilainen L, Rajalahti R, Ragasa C, & Pehu E: *Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries*. Agriculture and Rural Development Discussion Paper 30, 2006.
- Kristek B, Kurbel S, Banjari I: Characteristics of dietary sugars compared to their roles in body metabolism. *Advances in Physiology Education*, 34(2), 1043-1046, 2010.
- Landström E, Hursti UK, Becker W, Magnusson M: Use of functional foods among Swedish consumers is related to health-consciousness and perceived effect. *British Journal of Nutrition*, 98(5):1058-1069, 2007.
- Last AR, Wilson SA: Low-Carbohydrate Diets. *American Family Physician* 73(11):1942-1948, 2006.
- Levaj B: *Tehnologija voća i povrća, II.dio*. Prehrambena- biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2013.
- Lisak K, Jeličić I, Tratnik Lj, Božanić R: Influence of sweetener stevia on the quality of flavoured fresh yoghurt. *Mljekarstvo* 61: 220-225, 2011.
- Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J: Glycemic response and health--a systematic review and metaanalysis: relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *The American Journal of Clinical Nutrition* 87(1):269-274, 2008.
- Lovrić T, Piližota V: *Konzerviranje i prerada voća i povrća*. Nakladni zavod Globus, Zagreb, 1994.
- Lustig RH: Fructose: It's "Alcohol Without the Buzz". *Advances in Nutrition*, 4:226–235, 2013.
- Mandić ML: *Znanost o prehrani*. Prehrambena- tehnološki fakultet Osijek, 2007.
- Mitchell HL: The glycemic index concept in action. *The American Journal of Clinical Nutrition* 87:244-246, 2008.
- Nikolić M, Stanković A, Jović S: Medicinski značaj određivanja glikemijskog indeksa namirnica. *Medicinal data* 5(1):049-052, 2013.
- Novak I: *Stevija. Seminarski rad*. Prehrambena-tehnološki fakultet, Osijek, 2011.

- Piližota V: *Tehnologija konzerviranja i prerade voća i povrća (ppt predavanja)*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2015.
- Piližota V: *Razvoj novih proizvoda u prehrambenoj industriji (ppt predavanja)*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2013.
- Pollak L: Dodaci prehrani i hrana za posebne prehrambene potrebe. *Medicus* 17(1), 47 – 55, 2008.
- Pravilniku o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu (NN 94/11) <http://www.propisi.hr/print.php?id=4941> [16.09.2016.]
- Riccardi G, Rivellese AA, Giacco R: Role of glycemic index and glycemic load in the healthy state, in prediabetes, and in diabetes. *The American Journal of Clinical Nutrition* 87(1):258-268, 2008.
- Self Nutrition Data: Food Facts, Information and Calorie Calculator. <http://nutritiondata.self.com/> [16.09.2016.]
- Siró I, Kápolna E, Kápolna B, Lugasi A: Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance- A review. *Elsevier*, 51: 456-467, 2008.
- Spence JT: Challenges related to the composition of functional foods. *Journal of food composition and analysis*, 19:4-6, 2006.
- Strelec I: *Prehrambena biokemija (ppt predavanja)*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2013. [http://studenti.ptfos.hr/Diplomski\\_studij/Prehrambena\\_biokemija/PPT\\_prezentacije\\_predavanja/](http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Prehrambena_biokemija/PPT_prezentacije_predavanja/) [20.08.2016.]
- Tehnologija hrane: Enciklopedija: *Tehnologija proizvodnje džema, marmelade i želea*. <http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnologija-proizvodnje-dzema-marmelade-i-zele> [16.09.2016.]
- Vrca Botica M, Pavlič- Renar i sur.: *Šećerna bolest u odraslih*. Školska knjiga, Zagreb, 2012.
- Wolever TMS: *Glycaemic index – A Physiological Classification of Dietary Carbohydrate*. Cabi Publishing, King's Lynn, UK, 2006.

Wolever TMS, Vorster HH, Bjorck I, Brand-Miller J, Brighenti F, Mann JI, Ramdath DD, Granfeldt Y, Holt S, Perry TL, Venter C, Xiaomei W: Determination of the glycaemic index of foods: Interlaboratory study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57:475-482, 2003.

Wylie-Rosett J, Segal-Isaacson CJ, Segal-Isaacson A: Carbohydrates and increases in obesity: does the type of carbohydrate make a difference? *Obesity Research*, 12:124S-129S, 2004.



**7.PRILOZI**

## Prilog 1 Suglasnost za sudjelovanje u istraživanju

### SUGLASNOST ZA SUDJELOVANJE

1. Potvrđujem da sam u \_\_\_\_\_ (datum i mjesto) pročitao/la obavijest za znanstveno istraživanje pod radnim nazivom **Određivanje glikemijskog indeksa džemova**, te sam imao/la priliku postavljati pitanja vezana uz istraživanje kako bih lakše donio/donijela odluku.
2. Razumijem da je moje sudjelovanje dobrovoljno te se mogu povući u bilo koje vrijeme, bez navođenja razloga i bez ikakvih posljedica.
3. Razumijem da mojim osobnim podacima imaju pristup odgovorni pojedinci, tj. voditelj istraživanja i njegovi suradnici. Dajem dozvolu tim pojedincima za pristup mojoj osobnim podacima.
4. Želim sudjelovati u navedenom znanstvenom istraživanju.

**Ime i prezime ispitanika:**

Ime i prezime (tiskanim slovima): \_\_\_\_\_

Potpis: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

**Osoba koja je voditelj istraživanja:**

Ime i prezime: doc. dr. sc. Ines Banjari \_\_\_\_\_

Potpis: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

## Prilog 2 Upitnik o organoleptičkim svojstvima

## OCJENA ORGANOLEPTIČKIH KARAKTERISTIKA TEST HRANE

Molimo Vas označite križcem koliko Vam se sviđela test hrana koju ste dobili.

						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Iznimno mi se sviđa	Veoma mi se sviđa	Umjereno mi se sviđa	Niti mi se sviđa niti ne sviđa	Umjereno mi se ne sviđa	Veoma mi se ne sviđa	Iznimno mi se ne sviđa

Kada ste počeli jesti test hranu (upišite točno vrijeme): \_\_\_\_\_

Kada ste pojeli test hranu koja Vam je servirana (upišite točno vrijeme): \_\_\_\_\_

Ukupno vrijeme (u minutama) koje je bilo potrebno za konzumaciju test hrane: \_\_\_\_\_

## Prilog 3 Upitnik o sitosti i nuspojavama

Vrijeme: 0 min  
GUK =

Molimo Vas da ocijenite svoje trenutno stanje tako da stavite vertikalnu liniju preko linije na mjestu koje najbolje odražava kako se trenutno osjećate.

1. Koliko je jaka Vaša želja za jelom?

Veoma slaba \_\_\_\_\_ Veoma jaka

2. Koliko se gladno osjećate?

Nisam uopće gladan/a \_\_\_\_\_ Nisam bio/la nikada toliko gladan/a

3. Koliko se osjećate puni?

Nisam pun/a \_\_\_\_\_ Nikada se nisam osjećao/la toliko punim/a

4. Što mislite koliko biste mogli sada pojesti?

Zapravo ništa \_\_\_\_\_ Velike količine

SIMPTOMI	PRISUTNOST	JAČINA	KOMENTAR
Napuhivanje tekućinom ili plinom	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Osjećaj povraćanja	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Proljevi	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Nadutost trbuha plinovima	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Prekomjerno mokrenje	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Mučnina	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Glavobolja	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Vrtoglavica	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Dezorijentiranost	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Nervoza	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Sporo zacjeljivanje rana	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Pretjerano krvarenje nakon posjekotine	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	
Nešto drugo (definirajte): _____	<input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	Slabo 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7 Jako	