Određivanje glikemijskog indeksa kukuruznih snack proizvoda s dodacima različitih nusproizvoda prehrambene industrije

Marić, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2014

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:786392

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Marija Marić

ODREĐIVANJE GLIKEMIJSKOG INDEKSA KUKURUZNIH SNACK PROIZVODA S DODACIMA RAZLIČITIH NUSPROIZVODA PREHRAMBENE INDUSTRIJE

DIPLOMSKI RAD

Osijek, listopad, 2014.

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

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam
Nastavni predmet: Dijetoterapija
Tema rada je prihvaćena na X. sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 10. srpnja 2014. godine.
Mentor: doc. dr. sc. *Ines Banjari*

ODREĐIVANJE GLIKEMIJSKOG INDEKSA KUKURUZNIH SNACK PROIZVODA S DODACIMA RAZLIČITIH NUSPROIZVODA PREHRAMBENE INDUSTRIJE

Marija Marić, 157-DI

Sažetak:
Glikemijski indeks (GI) je pokazatelj kako određena količina i vrsta ugljikohidrata utječe na brzinu promjene koncentracije glukoze u krvi, a ta promjena povezana je s dijabetesom tipa 2, pretilošću i kardiovaskularnim bolestima. Provedeno je kontrolirano kliničko istraživanje s ciljem utvrđivanja GI novo razvijenih kukuruznih snack proizvoda s 10 %-tnim dodatkom nusproizvoda prehrambene industrije (osušeni trop jabuke, pivski trop, repini rezanci), a prema metodi ISO 26 642:2010, te njihov potencijal za komercijalizaciju. Uzorak s pivskim tropom je imao statistički značajno najnižu prihvatljivost (4,60 ± 1,35) i subjektivni osjećaj sitosti (27,8 ± 17,1) a najveću iAUC (212,5 ± 61,2). Uzorak s dodatkom tropi jabuke pokazao je najbolji potencijal za komercijalizaciju; visoka prihvatljivost (4,10 ± 1,73), najviši subjektivni osjećaj sitosti (46,0 ± 22,8), najniža iAUC (159,2 ± 92,2), te statistički značajno najniži GI (91,4 ± 35,0). Potencijal ovih proizvoda za komercijalizaciju je višestruk: racionalizacija troškova tehnoloških postupaka proizvodnje, smanjenje količine otpada, povećavanje profita, imaju povećanu nutritivnu vrijednost tj. funkcionalni su proizvodi, ne postavljaju posebne zahtjeve u procesu ekstruzije, a u konačnom proizvodu ne dolazi do promjene u organoleptici i ne izazivaju nuspojave prilikom konzumacije. Sve navedeno ide u prilog komercijalizaciji ovih proizvoda, posebice u slučaju ekstrudiranog proizvoda na bazi kukuruzne krupice uz dodatak osušene tropi jabuke.

Ključne riječi: kontrolirano kliničko istraživanje, kukuruzni snack proizvodi, glikemijski indeks, ekstruzija, nusproizvodi prehrambene industrije, razvoj novih proizvoda

Rad sadrži: 54 stranica
8 slika
6 tablica
5 priloga
37 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1.	doc. dr. sc. *Đurđica Ačkar*	predsjednik
2.	doc. dr. sc. *Ines Banjari*	član-mentor
3.	prof. dr. sc. *Daniela Čačić Kenjerić*	član
4.	izv. prof. dr. sc. *Jurislav Babić*	zamjena člana

Datum obrane: 10. listopada 2014.

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

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

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Nutrition
Course title: Diet therapy
Thesis subject was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology Osijek at its session no. X held on July 10th, 2014.
Mentor: *Ines Banjari*, PhD, assistant prof.

DETERMINATION OF THE GLYCAEMIC INDEX OF CORN SNACK PRODUCTS WITH ADDITION OF DIFFERENT BY-PRODUCTS OF FOOD INDUSTRY

Marija Marić, 157-DI

Summary:
Glycaemic index (GI) of a certain quantity and type of carbohydrate affects the rate of change of glucose concentration. Those changes correlates with type 2 diabetes, obesity and cardiovascular diseases. A controlled clinical trial was conducted to determine the GI of newly developed corn snack products with addition of 10 % of food industry by-product (apple pectin, beer extract, sugar beet cossettes), according to the method of ISO 26 642:2010, and to determine their commercialisation potential. Sample with beer extract had significantly lowest acceptability (4.60 ± 1.35) and subjective satiety score (27.8 ± 17.1) and the highest iAUC (212.5 ± 61.2). Sample with apple pectin showed the best potential for commercialization; high acceptability (4.10 ± 1.73), the highest subjective satiety score (46.0 ± 22.8), the lowest iAUC (159.2 ± 92.2), and statistically lowest GI (91.4 ± 35.0). Commercialization potential of these products is multiple: rationalization of costs of food technology, diminished food waste, increased profit, higher nutritional value of products, i.e. functionality of products, do not impose additional demands for extrusion process, and does not affect acceptability of causes side-effects. Everything listed goes towards commercialization of these products, especially in terms of corn snack product with addition of apple pectin.

Key words: controlled clinical study, corn snack products, glycaemic index, extrusion, by-products of food industry, development of new products

Thesis contains:
54 pages
8 figures
6 tables
5 supplements
37 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1.	*Đurđica Ačkar*, PhD, assistant prof.	chair person
2.	*Ines Banjari,* PhD, assistant prof.	supervisor
3.	*Daniela Čačić Kenjerić*, PhD, full prof.	member
4.	*Jurislav Babić*, PhD, associate prof.	stand-in

Defense date: October 10th, 2014.

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 svojoj mentorici doc.dr.sc. Ines Banjari na svoj pomoći i podršci tijekom izrade ovog rada, te na svakom osmijehu koji je i u „napetim“ situacijama stvarao pozitivnu atmosferu.

Veliko hvala i kolegi Daliboru koji je svojom nesebičnom pomoći i savjetima učinio izradu ovog rada jednostavnijom.

Hvala svim „pokusnim kunićima“ koji su sudjelovali u istraživanju i bez kojih bi ovaj rad bilo nemoguće izraditi.

Hvala i svim mojim prijateljima i kolegama koji su moje studiranje učinili zanimljivijim i zabavnijim te bili uz mene.

Najviše se zahvaljujem svojoj obitelji i roditeljima koji su mi omogućili studiranje i bili mi podrška u svim trenucima.

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. DEFINICIJA GLIKEMIJSKOG INDEKSA 4

2.2. GLIKEMIJSKI INDEKS I PREHRAMBENA INDUSTRIJA 9

2.3. METABOLIZAM GLUKOZE 11

2.4. RAZVOJ NOVIH PROIZVODA 13

2.5. EKSTRUZIJA 14

2.6. SIROVINE ZA PROIZVODNJU EKSTRUDIRANIH PROIZVODA 15

2.6.1. Kemijske i nutritivne promjene koje se odvijaju tijekom ekstruzije 15

2.6.2. Škrob 17

2.6.3. Prehrambena vlakna 17

2.6.4. Proteini 18

2.6.5. Lipidi 18

2.6.6. Vitamini 19

2.6.7. Minerali 19

2.6.8. Fitokemikalije 20

2.6.9. Toksini u hrani 20

2.6.10. Tvari arome 21

3. EKSPERIMENTALNI DIO 22

3.1. ZADATAK 23

3.2. ISPITANICI 23

3.3. MATERIJALI 23

3.4. APARATURA 24

3.5. METODA ISTRAŽIVANJA 24

3.5.1. Protokol istraživanja 24

3.5.2. Senzorska evaluacija uzoraka 25

3.5.3. Subjektivni osjećaj sitosti za testirane namirnice 25

3.5.4. Odvaga test namirnica i standarda 26

3.5.5. Statistička obrada podataka 27

4. REZULTATI 28

4.1. KARAKTERISTIKE ISPITANIKA 29

4.2. SENZORSKA PRIHVATLJIVOST TEST UZORAKA 30

4.3. SUBJEKTIVNI OSJEĆAJ SITOSTI ZA TEST UZORKE 31

4.4. PROMJENA KONCENTRACIJE GLUKOZE U KRVI ZA TEST UZORKE 32

4.5. $_{I}$AUC ILI UKUPNA POVRŠINA ISPOD KRIVULJE KAO ODGOVOR $_{B}$-GLUKOZE TEST UZORAKA 34

4.6. GLIKEMIJSKI INDEKS TEST UZORAKA 35

5. RASPRAVA 36

5.1. KARAKTERISTIKE ISPITANIKA 37

5.2. SENZORSKA PRIHVATLJIVOST TEST UZORAKA 37

5.3. SUBJEKTIVNI OSJEĆAJ SITOSTI ZA TEST UZORKE 38

5.4. PROMJENA KONCENTRACIJE GLUKOZE U KRVI ZA TEST UZORKE 39

5.5. $_{I}$AUC ILI UKUPNA POVRŠINA ISPOD KRIVULJE KAO ODGOVOR $_{B}$-GLUKOZE TEST UZORAKA 40

5.6. GLIKEMIJSKI INDEKS TEST UZORAKA 41

6. ZAKLJUČCI 42

7. LITERATURA 45

8. PRILOZI 49

Popis oznaka, kratica i simbola

ATP	Adenozin trifosfat
GI	Glikemijski indeks
GL	Glikemijsko opterećenje
GR	Glikemijski odgovor
GUK	Glukoza u krvi
iAUC	Ukupna površina ispod krivulje kao odgovor β-glukoze testirane hrane
iAUCS	Ukupna površina ispod krivulje kao odgovor β-glukoze standardne hrane
ISO	Međunarodna organizacija za normizaciju
ITM	Indeks tjelesne mase
NGI	Niski glikemijski indeks
SD	Standardna devijacija
SE	Standardna greška
USA	Sjedinjene Američke Države
VGI	Visoki glikemijski indeks

1. UVOD

Prije tridesetak godina uveden je koncept glikemijskog indeksa (eng. Glycaemic Index, GI) (Jenkins i sur., 1981.) s ciljem prepoznavanja fizioloških dimenzija kvalitete ugljikohidrata i njihove podjele. Koncept je prvenstveno razvijen kao odgovor na kritične i specifične potrebe upravljanja dijabetesom dok se kasnije razvio ka općem prehrambenom interesu. Kratkoročni učinci GI prehrambenih proizvoda, poput postprandijalnog metaboličkog odgovora (nakon obroka), sitosti, tjelesnih sposobnosti, fizioloških funkcija, su nizom istraživanja prepoznati kao važni za dugoročne ishode, kao npr. povezanost sa rizikom za krvožilne bolesti, dijabetes i pretilost. Ipak, GI još je uvijek predmet rasprave te su potrebni vodiči u pogledu prerade hrane, prehrambenih preporuka, ciljane populacije i javnog načina korištenja koncepta GI preko zdravstvenih stručnjaka i stručnjaka u sektoru obrazovanja (Danone/FAO, 2001.). Na GI hrane mogu utjecati fizikalna i kemijska svojstva hrane, uz mogućnost velike individualne varijabilnosti prema glikemijskom odgovoru (Foster-Powell i sur., 2002.). Međutim, smatra se kako karakteristike poput dobi, spola, indeksa tjelesne mase (ITM) i nacionalnosti ne utječu na GI (Wolever i sur., 2003.).

Informiranost potrošača o učincima različitih komponenata iz hrane na zdravlje i opće stanje organizma utječu i na prehrambenu industriju. Odnosno, potrošači pred proizvođače hrane stavljaju nove izazove te sama prehrambena tehnologija konstantno napreduje. Jedan od tehnoloških procesa koji se sve više koristi, posebice u području tehnologije ugljikohidrata je i ekstruzija. Ekstruzija ima veliki potencijal u razvoju novih proizvoda, a kada se uzme u obzir kako su različiti ugljikohidrati osnovna sirovina za proizvodnju ekstrudiranih proizvoda, jasno je zašto je određivanje GI ovih proizvoda od iznimne važnosti (Piližota, 2013.; Landström i sur., 2007.; Banjari i Petrović, 2012.).

U ovom radu istraživan je GI kukuruznih snack proizvoda s dodatkom nusproizvoda prehrambene industrije (pektin jabuke, pivski trop, repini rezanci). Metoda određivanja GI provedena je prema Međunarodnoj metodi za određivanje GI, ISO 26 642:2010. Osim toga, cilj je bio utvrditi potencijal novo razvijenih ekstrudiranih proizvoda u komercijalnom smislu.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. DEFINICIJA GLIKEMIJSKOG INDEKSA

Prema definiciji GI je mjera koja označava brzinu i intenzitet povišenja glukoze u krvi (GUK) nakon konzumiranja određenog ugljikohidrata u odnosu na učinak 50 grama standarda, poput čiste β-glukoze ili bijelog kruha (Banjari, 2010.).

GI se može definirati i kao povezanost inkrementalne ili ukupne površine koja se dobije ispod krivulje kao odgovor β-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 β-glukoze standardne test hrane (eng. iAUCS, Incremental Area Under the blood glucose Curve for the Standard meal) (Chlup i sur., 2004.).

Važan je parametar kvalitete hrane koji služi za usporedbu hiperglikemijskog efekta testirane hrane sa čistom glukozom ili nekom drugom hranom koja se koristi kao standard. Koncept je zasnovan na različitom odgovoru GUK nakon unosa iste količine ugljikohidrata iz različite vrste hrane te samim time mogućih implikacija ovih različitosti na zdravlje. Koncept GI je uveden 1981. godine zahvaljujući radovima Davida Jenkinsa (Chlup i sur., 2004.).

Hrana se prema vrijednostima dobivenim prilikom ispitivanja GI može svrstati u 3 kategorije (**Tablica 1**). Kategorije prikazane u tablici primjenjuju se na hranu ili prehrambene proizvode, ali ih nije primjereno primjenjivati na mješovitim jelima (ISO 26 642, 2010.).

Tablica 1 Preporučene kategorije glikemijskog indeksa (GI) (ISO 26 642, 2010.)

Razina iAUC	Glikemijski indeks (GI)
Niska	GI ≤ 55
Srednja	70 ≥ GI > 55
Visoka	GI > 70

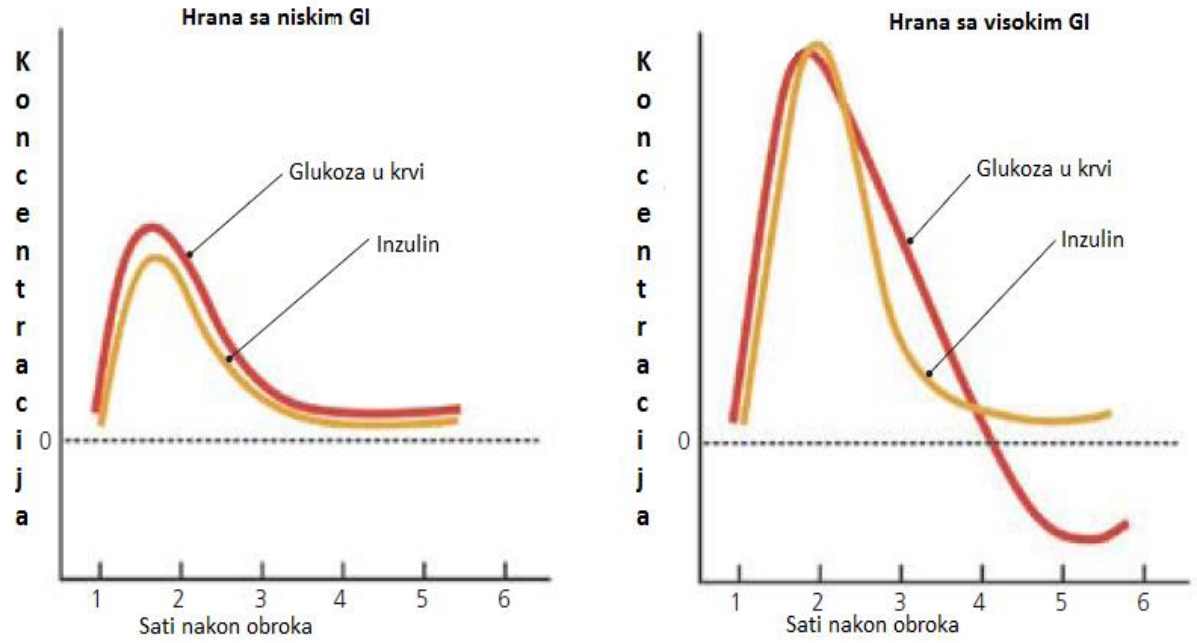
Pouzdane tablice GI sastavljene iz znanstvene literature ključne su u poboljšanju kvalitete istraživanja koja se bave poveznicom između GI, GL i zdravlja. Za GI dokazano je kako ima korisniju svrhu u prehrani nego kemijska klasifikacija ugljikohidrata (kao jednostavnih i složenih, šećera i škroba te dostupnih ili nedostupnih) omogućujući time nove spoznaje o odnosu između fizioloških učinaka hrane bogate ugljikohidratima i zdravlja. Revidirane

Međunarodne tablice GI (**Tablica 2**) iz 2008. godine sadrže gotovo 2000 različitih vrsta namirnica i njihovih vrijednosti GI (Foster-Powell i sur., 2002.).

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

VRSTA HRANE	GI±SD	VRSTA HRANE	GI±SD
Visoko ugljikohidratna hrana		**Povrće**	
Bijeli pšenični kruh	75±2	Krumpir-kuhani	78±4
Kruh od cjelovitih žitarica	74±2	Krumpir-instant kaša	87±3
Integralni kruh bez kvasca	70±5	Prženi krumpir-pomfrit	63±5
Kukuruzne tortilje	46±4	Mrkva-kuhana	39±4
Bijela riža-kuhana	73±4	Slatki krumpir-kuhani	63±6
Smeđa riža-kuhana	68±4	Juha od povrća	48±5
Ječam	28±2	**Mliječni proizvodi i zamjene**	
Slatki kukuruz	52±5	Mlijeko-punomasno	39±3
Špageti-bijelo brašno	49±2	Mlijeko-obrano	37±4
Špageti-cjelovito brašno	48±5	Sladoled	51±3
Žitarice za doručak		Jogurt-voćni	41±2
Kukuruzne pahuljice	81±6	Sojino mlijeko	34±4
Pšenični keksi	69±2	**Mahunarke**	
Zobena kaša-meka	55±2	Grah	24±4
Muesli	57±2	Leća	32±5
Voće i proizvodi od voća		Soja	16±1
Jabuka-svježa	36±2	**Grickalice i slatkiši**	
Banana-svježa	51±3	Čokolada	40±3
Naranča-svježa	43±3	Kokice	65±5
Lubenica-svježa	76±4	Čips od krumpira	56±3
Sok od naranče	50±2	Bezalkoholni sokovi	59±3
Sok od jabuke	41±2	**Šećeri i zaslađivači**	
Breskve-konzervirane	43±5	Glukoza	103±3
Hrana i piće za sportaše		Saharoza	65±4
Ugljikohidratni napitci	64±12	Fruktoza	15±4
Energetske pločice	52±6	Med	61±3

Kod zdravih osoba mješoviti obrok utječe na normalan porast GUK te izaziva lučenje inzulina iz gušterače kako bi se razina GUK vratila na osnovnu (bazalnu) razinu. Amplituda porasta GUK određuje količinu izlučenog inzulina (**Slika 1**). Metabolički poremećaji vode k poremećenom (nedostatnom) ili nepostojećem izlučivanju inzulina, što je dovelo do toga da se predlaže odabir ugljikohidrata iz hrane sa NGI što može pozitivno utjecati na stanja povezana sa lošom kontrolom GUK (Arvidsson-Lenner i sur., 2004.).



Slika 1 Usporedba porasta GUK kod unosa hrane NGI i VGI (Last i Wilson, 2006.)

Hrana koja ne sadrži ugljikohidrate, kao npr. slanina ili jaja, nema GI. **GI nije pokazatelj koliko neka vrsta hrane povećava GUK, nego je pokazatelj u kojoj mjeri dostupni ugljikohidrati podižu razinu GUK**. Prvotno je planirano da se GI trebao odnositi na hranu sa visokim udjelom ugljikohidrata poput kruha i žitarica. Problem nastaje kada se u obzir uzme proizvod koji sadrži znatnu količinu energije koja potječe od masti i proteina poput pločica koji služe kao zamjenski obroci, mliječnih proizvoda ili orašastih plodova. Na slabiji glikemijski odgovor mogu utjecati velike količine masti i proteina iz hrane zbog slabijeg izlučivanja inzulina ili pražnjenja želuca, a ne zbog osnovne prirode ugljikohidrata. Stoga, nedostupni ili neglikemijski ugljikohidrati trebaju biti isključeni iz porcija koje sadrže 50 grama ugljikohidrata jer po definiciji ovi ugljikohidrati ne podižu GUK (Wolever, 2006.).

Kada se koncept GI prvi puta pojavio i razvio bilo ga je lako primijeniti u praksi jer su jedini „nedostupni“ ugljikohidrati bila prehrambena vlakna. Međutim, danas u nedostupne ili djelomično dostupne ugljikohidrate ubrajamo rezistentne škrobove, nedostupne oligosaharide (primjerice inulin i fruktooligosaharide), modificirane škrobove, polidekstrozu i šećerne alkohole (poliole), a svi ovi spojevi se sve više koriste u proizvodnji različitih vrsta hrane. Stoga je razumljivo da je danas teško, često i nemoguće izmjeriti količinu ugljikohidrata koja se apsorbira u tankom crijevu. Većina poliola se djelomično apsorbira i nije teško samo utvrditi količinu nego je i poznato da su količine koje su apsorbirane vrlo individualne te ovise o načinu konzumacije (s nekom drugom hranom ili pojedinačno). Uzimajući u obzir sve navedeno, nedostupni ugljikohidrati trebali bi se isključiti iz procedure (Wolever, 2006.).

Glikemijski odgovor obroka određen je različitim individualnim čimbenicima poput inzulinske osjetljivosti, funkcije β-stanica gušterače, gastrointestinalne pokretljivosti, tjelesne aktivnosti, dnevnih varijacija metaboličkih parametara, i sl. Osim toga čimbenici koji utječu na promjenu GI mogu biti:

- 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),
- druge komponente iz hrane (masti i proteini, prehrambena vlakna, antinutrijenti, organske kiseline) (Danone/FAO, 2001.).

Razlika između glikemijskog indeksa, glikemijskog odgovora i glikemijskog opterećenja

Izvorno je GI predstavljao indeks raspoloživih ugljikohidrata iz hrane koji imaju mogućnost povećanja GUK. Monro je 2002. godine pokazao da GI ne ukazuje na glikemijski učinak hrane. S pravom je istaknuo kako je GI svojstvo ugljikohidrata u hrani, a ne svojstvo hrane te da je GI vrijednost koja je neovisna o veličini porcije hrane ili o količini konzumiranih ugljikohidrata (Wolever, 2006.).

Često dolazi do pogrešnog korištenja GI i to u kontekstu „glikemijskog odgovora“ (eng. Glycaemic Response, GR), a posebno se to odnosi na mješovite obroke ili za namirnice koje sadrže nedostupne ugljikohidrate. Primjerice, u kontekstu mješovitih obroka to bi se odnosilo na „dodavanje masnoća na kruh“, što smanjuje GI. U tom slučaju točna terminologija bila bi kako „dodavanje masnoća na kruh“ smanjuje GR. Poznato je da masti i proteini mogu utjecati na GR, ali ti učinci nemaju nikakve veze sa GR ugljikohidrata. Osim toga, učinci dodavanja masti i proteina na GR razlikuju se kod zdravih ispitanika, ispitanika sa dijabetesom tipa 1 i dijabetesom tipa 2. S druge strane, GI pojedinačnih ugljikohidrata iz hrane je isti kod svih ovih različitih tipova ispitanika. Dakle GI mješovitih obroka treba izračunati iz vrijednosti GI svake pojedine namirnice dok GR trebaju biti izmjereni *in vivo* (Wolever, 2006).

Neki istraživači ustraju u korištenju termina GI kako bi opisali činjenicu da hrana koja sadrži male količine slobodnih ugljikohidrata ima nizak GR, što je npr. slučaj kod povrća. To je neprimjereno jer je moguće već iz deklaracije na hrani vidjeti kako hrana ima malu količinu ugljikohidrata ili ih uopće nema te samim time neće podizati GUK. Iz deklaracije hrane također možemo vidjeti koliko nedostupnih ugljikohidrata (koji prema definiciji ne podižu razinu GUK i nisu dostupni tijelu kao glukoza) hrana sadrži. Hrana kojoj su neki od slobodnih ugljikohidrata zamijenjeni sa nedostupnim ugljikohidratima će izazivati niži GR na istoj razini ukupnih ugljikohidrata, ali to se može zaključiti i sa deklaracije jer je količina dostupnih ugljikohidrata manja. Pojmovi GI i GR ne bi trebali izazvati zabune zbog toga što ovi entiteti imaju različita i matematička i statistička svojstva. Teoretski GR prilagođava područje GR za svaki pojedinačni odgovor na referentnu hranu čime se ispravljaju varijacije između ispitanika (Wolever, 2006.).

Porast GUK nije određen samo GI već i količinom ugljikohidrata u namirnici. Glikemijsko opterećenje (eng. Glycaemic Load, GL) produkt je GI i sadržaja ugljikohidrata pa predstavlja kvalitetu i kvantitetu ugljikohidrata u pojedinoj namirnici. Jedna jedinica GL jednaka je glikemijskom učinku od 1 grama ugljikohidrata iz bijelog kruha, koja se uzima kao referentna mjera (Prašek, 2004.). Hrana čiji je GL ≤ 10 klasificira se kao hrana sa niskim GL, dok se hrana čije je GL ≥ 20 klasificira kao hrana sa visokim GL (**Tablica 3**). Smatra se kako GL pokazuje relativniji i precizniji učinak hrane na razinu GUK.

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

Razina iAUC	Glikemijsko opterećenje (GL)
Niska	GL ≤ 10
Srednja	20 ≥ GL > 10
Visoka	GL > 20

Wolever 2006. godine navodi kako se matematički GL hrane računa prema sljedećem izrazu (1):

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

2.2. GLIKEMIJSKI INDEKS I PREHRAMBENA INDUSTRIJA

Javni i znanstveni interes oko GI su se značajno povećali kroz zadnjih 15-ak godina zbog velikog broja znanstvenih istraživanja kojima je dokazan utjecaj GI hrane na različite zdravstvene aspekte. Poseban interes predstavljala je njegova uloga u kontroli tjelesne mase. Nažalost, povećani interes je rezultirao i brojnim nepravilnim interpretacijama i zabludama. Generalno gledano, pojam GI se danas koristi neprimjereno (Wolever, 2006.).

Nakon što je utvrđeno kako prehrambena vlakna imaju mogućnost smanjenja GR, što je povezano s njihovom viskoznošću, započela je usporedba hrane za koju je smatrano kako sadrži viskozna i neviskozna prehrambena vlakna. S obzirom da se guar dobivao iz mahunarki, najprije su se proučavale mahunarke kao izvor viskoznih vlakana te je utvrđeno kako izazivaju niži GR od druge hrane koja od ugljikohidrata pretežno sadrži škrob. Nizak GR dobiven iz soje i leće *in vivo* bio je povezan sa puno sporijom probavom *in vitro*. Nakon toga provedena je usporedba GR različitih cjelovitih žitarica bogatih vlaknima kao i onih kojima je smanjen udio vlakana, sa kruhom, rižom, špagetima te je utvrđena razlika između posljednja tri dok nije bilo razlike kod cjelovitih žitarica. Rezultat je bio prilično čudan i istraživači su htjeli usporediti GR s velikim brojem drugih namirnica (Wolever, 2006.). Kao rezultat toga nastao je GI (Jenkins i sur., 1981.).

Pouzdane tablice GI sastavljene iz znanstvene literature ključne su u poboljšanju kvalitete istraživanja koja se bave poveznicom između GI, GL i zdravlja. Za GI dokazano je kako ima

korisniju svrhu u prehrani nego kemijska klasifikacija ugljikohidrata (kao jednostavnih i složenih, šećera i škroba te dostupnih ili nedostupnih) omogućujući time nove spoznaje o odnosu između fizioloških učinaka hrane bogate ugljikohidratima i zdravlja. Revidirane Međunarodne tablice GI (**Tablica 2**) iz 2008. godine sadrže gotovo 2000 različitih vrsta namirnica i njihovih vrijednosti GI (Foster-Powell i sur., 2002.).

Označavanje hrane i prehrambenih proizvoda sa oznakom za GI bi trebalo povećati informiranost potrošača i pomoći im oko odabira i kupovine hrane. Kriterij koji opravdava stavljanje oznake GI na hranu vjerojatno bi trebao uključiti informacije na koju vrstu hrane bi se oznake trebale staviti te koja je minimalna količina ugljikohidrata u prosječnoj porciji hrane. Ostala važna pitanja su vrijednosti GI za složene prehrambene proizvode, informacije oko načina na koji se hrana konzumira, označavanje svježe hrane kao što je voće i povrće, individualne varijacije, varijacije od osobe do osobe u reakciji na GI, varijacije u sastavu prehrane i sl. Edukacija javnosti kako razumjeti i koristiti GI veliki je izazov (Danone/FAO, 2001.).

Globalno gledajući, samo mali broj proizvođača stavlja oznake za GI na deklaracije i stoga ne čude istraživanja koja pokazuju kako vrijednosti za GI gleda samo 7 % ispitanika. Međutim zbog svijesti o važnosti GI u Australiji čak 82 % ispitanika na deklaraciji pregledava vrijednosti za GI. U Europi i Sjedinjenim Američkim Državama još nisu postignuti ovakvi rezultati jer se smatra kako bi poruke o upravljanju GUK mogle zbuniti potrošače (Mitchell, 2008). Za osobe oboljele od dijabetesa označavanje prehrambenih proizvoda, u vidu hrane sa niskim GI, moglo bi biti korisno međutim značaj GI za zdravu populaciju još se uvijek čini nejasnim te se ne može sa potpuno točnom sigurnošću reći u kojoj bi mjeri označavanje hrane pridonijelo javnom zdravlju (Arvidsson-Lenner i sur., 2004.). Ipak postoji sve veće zanimanje potrošača za deklariranjem GI na proizvodima. Najviše je postignuto u Australiji gdje je označavanje ostvareno još 2002. godine, ali sve više država poput Francuske, država Ujedinjenog Kraljevstva ili Skandinavije, slijedi njihov primjer (Banjari, 2010.).

2.3. METABOLIZAM GLUKOZE

Ugljikohidrati koji se nalaze u prehrani ljudi mogu se, prema stupnju polimerizacije, klasificirati kao: monosaharidi (izgrađeni od jedne jedinice šećera), disaharidi (2 jedinice), oligosaharidi (od 3 do 10 jedinica) i polisaharidi (više od 10 jedinica). Međutim, u probavnom sustavu ljudi moguća je jedino apsorpcija monosaharida. Prema tome, kako bi podigli nivo razine GUK di-, oligo- i polisaharidi prvo se moraju putem probave razgraditi na njihove sastavne dijelove ili monosaharide. Većina probavljivih ugljikohidrata koji su uobičajeno konzumirani u prehrani sastoje se od saharoze (glukoze i fruktoze), laktoze (glukoze i galaktoze) te polisaharida škroba (polimera glukoze). Prema tome, većina dostupnih ugljikohidrata u prehrani apsorbira se kao glukoza (oko 70 do 85 %) dok je ostatak najčešće mješavina fruktoze i galaktoze. Fruktoza i galaktoza se u jetri prevode u glukozu te zbog toga ne povećavaju značajno razinu GUK (Wolever, 2006.).

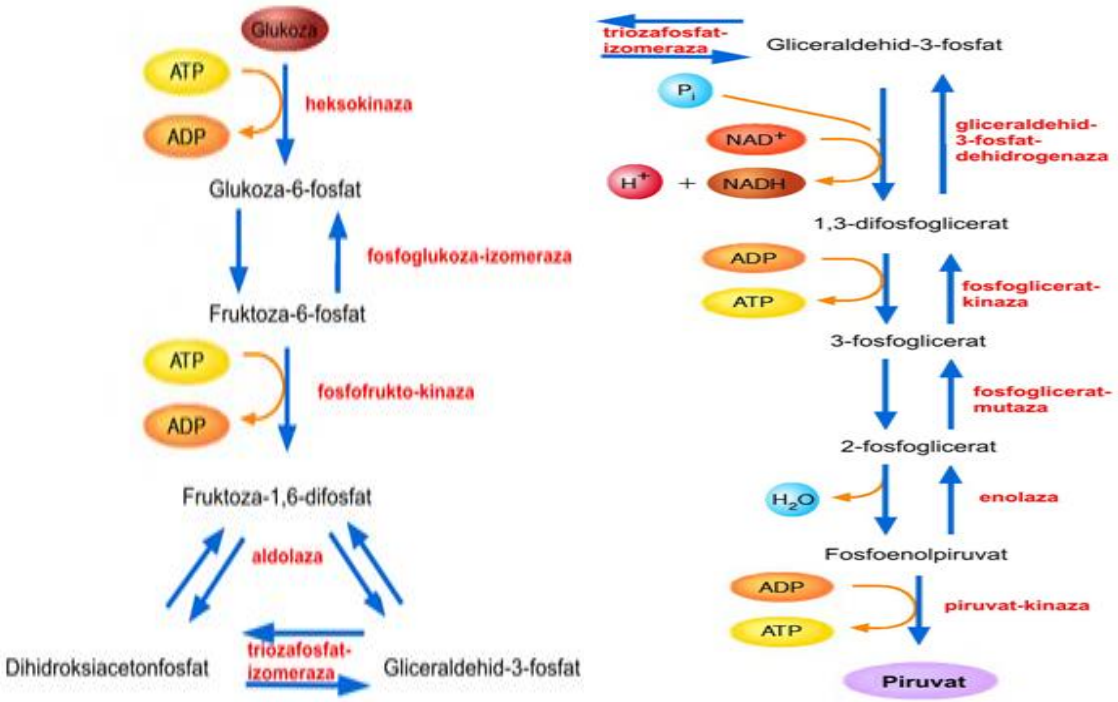
Glavni metabolički putevi razgradnje i sinteze ugljikohidrata kod ljudi su:

1) glikoliza ili razgradnja glukoze,
2) glukoneogeneza ili biosinteza glukoze iz neugljikohidratnih izvora,
3) put pentoza fosfata ili sinteza pentoza iz glukoze,
4) glikogeneza ili sinteza glikogena i
5) glikogenoliza ili razgradnja glikogena.

Ovi su metabolički putevi međusobno povezani zajedničkim međuproduktima, a odvijaju se u stanici ovisno o energetskim potrebama stanice (Strelec, 2013.).

U jetrenim stanicama nalaze se enzimi koji pomažu pretvorbe između monosaharida glukoze, fruktoze i galaktoze. Nadalje, slijed je reakcija takav da je konačni proizvod gotovo isključivo glukoza kad jetra otpušta monosaharide natrag u krv. Jednostavno rečeno, više od 95 % svih monosaharida koji kolaju krvlju nalazi se u krvi kao konačni oblik pretvorbe, odnosno kao glukoza (Guyton i Hall, 2003.).

Glikoliza je metabolički put razgradnje glukoze do piruvata uz istovremeno nastajanje osnovne energetske jedinice, adenozin trifosfata (ATP). Odvija se u citoplazmi stanice, a svrha ciklusa je razgradnja glukoze kako bi se dobio ATP i druge preteče za sintezu staničnih tvari (**Slika 2**).



Slika 2 Proces glikolize (Strelec, 2013.)

Kada se u organizmu potroše zalihe glukoze, počinje glukoneogeneza koja je metabolički put biosinteze glukoze iz neugljikohidratnih preteča. Proces se odvija većim dijelom u jetri (90 %), a manjim dijelom u bubrezima (10 %) (Strelec, 2013.).

2.4. RAZVOJ NOVIH PROIZVODA

Novi proizvodi osiguravaju profit kompanijama i na taj način, novi proizvodi osiguravaju egzistenciju kompanija. (Piližota, 2013.)

Ne postoji jednoznačna definicija novog proizvoda. Prema Litchfieldovoj definiciji novi prehrambeni proizvod je:

- već postojeći proizvod, ali u novoj ambalaži s novim imenom i „imageom“ (slika, predodžba),
- poboljšana verzija „starog“ (postojećeg) proizvoda koji može imati novu ambalažu i/ili novo ime, ili
- potpuno novi proizvod koji zadovoljava do tada nezadovoljenu potrebu potrošača. (Piližota 2013.).

S obzirom na prirodu komercijalizacije, proces razvoja novog prehrambenog proizvoda bazira se na brojnim različitim disciplinama, spoznajama i postupcima. Proces razvoja uključuje i ovisi o svijesti i zahtjevima potrošača i njihovom praćenju trendova, prehrambenoj vrijednosti i njezinom utjecaju na zdravlje i opću dobrobit ljudi, formuliranju proizvoda i senzorskim analizama, procesiranju i tehnologiji, pakiranju i grafičkom dizajnu, evaluaciji vijeka trajanja i njegovog produžavanja, razvoju procesne opreme, osiguravanju partnerstva i prihvaćanju inovacija, trgovini i tržištu, te marketingu, oglašavanju i promociji (Piližota, 2013.). Iz svega navedenog je jasno kako su potrošači ti koji u velikoj mjeri oblikuju tržište novih proizvoda, postavljajući sve veće zahtjeve pred proizvođače hrane (Landström i sur., 2007.; Banjari i Petrović, 2012.).

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.).

2.5. EKSTRUZIJA

Ekstruzija je mehanički i termički proces u kojem se materijal s pomoću klipa (stapa) ili jednog ili dva rotirajuća puža u stacionarnom kućištu pod tlakom prisiljava na gibanje, miješanje i smicanje kroz ekstruder i sapnicu specifičnog oblika kako bi se proizvod oblikovao i/ili ekspandirao uz sušenje (Rossen i Miller, 1973.).

Proces ekstruzije uključuje želatinizaciju, kuhanje, molekularnu dezintegraciju, miješanje, sterilizaciju, oblikovanje, homogenizaciju i ekspanzijsko sušenje (Lovrić, 2003.).

Ekstruzija se može primijeniti za proizvodnju/preradu različitih sirovina, polu- i gotovih prehrambenih i neprehrambenih proizvoda kao što su tjestenina, mesne prerađevine, konditorski proizvodi, snack proizvodi, cerealije, hrana za kućne ljubimce, proizvodi od plastike, proizvodnja kablova i drugi (Jozinović, 2011.).

U tehnološkoj primjeni ekstruzije u proizvodnji prehrambenih proizvoda obično se razlikuju tri osnovna postupka:

1. hladno ekstrudiranje,
2. želatinizacija, i
3. toplo ekstrudiranje (Lovrić, 2003.).

Glavne prednosti ekstruzije u odnosu na tradicionalne procese su slijedeće:

- brza izmjena topline s HTST obilježjima i prednostima,
- veliki kapacitet s obzirom na ulaganja i prostor,
- veliki energetski učinak zbog relativno niske vlažnosti materijala,
- kontinuiranost i automatizacija procesa uz mali utrošak radne snage,
- precizna kontrola trajanja i temperaturnog režima procesa, što se odražava u dobroj ujednačenosti proizvoda,
- mogućnosti upotrebe različitih sastojaka i dobivanje širokog spektra proizvoda,
- bez otpada (Riaz, 2000.).

U prehrambenoj industriji ekstruzija se koristi i u modificiranju svojstava različitih sirovina, najčešće brašna za keksarstvo i pekarsku industriju te modificiranje škrobova. Zahvaljujući istodobnom djelovanju visokog tlaka, smicanja i visoke temperature, u ekstrudiranoj hrani (bilo da se radi o gotovom proizvodu ili sirovini) dolazi do značajnih promjena u strukturi i probavljivosti proteina i škroba. Kako je u novije vrijeme značajno porasla svijest potrošača o

značaju pravilne prehrane, a s tim i potražnja za tzv. funkcionalnim proizvodima, izazov u prehrambenoj industriji, pa tako i ekstruziji, postala je proizvodnja proizvoda s povećanom nutritivnom vrijednosti, obogaćenih vlaknima, rezistentnim škrobom, antioksidativnim tvarima, vitaminima (Lovrić, 2003.).

2.6. SIROVINE ZA PROIZVODNJU EKSTRUDIRANIH PROIZVODA

Osnovni sastojci ekstrudiranih proizvoda su škrob i/ili proteini, a najčešće primjenjivane sirovine za njihovu proizvodnju su:

- brašna žitarica i plodova bogatih škrobom (brašno kukuruza, pšenice, riže, raži, ječma, zobi, heljde, tapioke, kestena i dr.), te
- biljni proteini (sojini, sjemenki suncokreta, pšenični gluten i dr.) (Jozinović, 2011.).

Na sam odabir namirnica (sirovina) utječe:

- nutritivna vrijednost (primarni čimbenik),
- cijena (sekundarni), te
- dostupnost sirovine (Jozinović, 2011.).

U većini slučajeva tijekom ekstruzije procesiraju se tjestaste smjese, brašna žitarica ili proteinskih smjesa, pri čemu škrob želatinizira uz upijanje određene količine vode i dolazi do povišenja viskoznosti, a proteini poboljšavaju elastičnost i zadržavanje plinova (Tanasković, 2013.).

2.6.1. Kemijske i nutritivne promjene koje se odvijaju tijekom ekstruzije

Tijekom ekstruzije, unutar kućišta dolazi do jedinstvenih fizikalno-kemijskih i kemijskih promjena upravo zbog kompleksnog i promjenjivog sastava hrane. Generalno gledajući, tijekom ekstruzije dolazi do pet glavnih fizikalno-kemijskih i kemijskih promjena koje su prikazane u **Tablici 4** (Camire, 2000.).

Tablica 4 Osnovne promijene do kojih dolazi tijekom procesa ekstruzije (Camire, 2000.)

	CIJEPANJE MOLEKULA
OSNOVNE PROMIJENE DO KOJIH DOLAZI TIJEKOM PROCESA EKSTRUZIJE	GUBITAK PRIRODNE KONFIGURACIJE (STRUKTURE)
	REKOMBINACIJA FRAGMENATA I NJIHOVO POVEZIVANJE
	TERMIČKA DEGRADACIJA
	IZDVAJANJE ULJA, ISPARAVANJE VODE I LAKO HLAPIVIH KOMPONENTI

Sastav sirovina se tijekom procesa mijenja te dolazi do gubitka vlage, hlapivih komponenti i ulja. Budući da se većina kemijskih reakcija odvija u području istiskivanja materijala kroz sapnicu, termolabilne komponente kao što su arome i vitamini mogu se injektirati u tom području kako bi se smanjio utjecaj topline i smicanja. Ekstruzija, a samim time i promjene koje se odvijaju tijekom procesa ovise o više čimbenika koji su dani u **Tablici 5** (Camire, 2000.).

Tablica 5 Čimbenici koji utječu na promijene tijekom ekstruzije (Camire, 2000.)

ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA PROMIJENE TIJEKOM EKSTRUZIJE	
PRIMARNI ČIMBENICI	**SEKUNDARNI ČIMBENICI**
TEMPERATURA KUĆIŠTA	TEMPERATURA MASE
GEOMETRIJA KUĆIŠTA	TLAK
TIP EKSTRUDERA	SPECIFIČNA MEHANIČKA ENERGIJA
KONFIGURACIJA PUŽA	
BRZINA OKRETANJA PUŽA	
VLAŽNOST MATERIJALA	
SASTAV MATERIJALA	
BRZINA DOZIRANJA MATERIJALA	

Navedeni primarni čimbenici utječu i određuju sekundarne čimbenike: specifičnu mehaničku energiju, temperaturu mase i tlak. Svi navedeni čimbenici utječu na viskoznost mase, vrijeme zadržavanja mase u ekstruderu te na energiju smicanja primijenjenu na masu koja se ekstrudira (Camire, 2000.).

Također, na kemijske reakcije koje se odvijaju utječe i tip ekstrudera koji se koristi. Ekstruderi većeg kapaciteta imaju duže kućište te je samim time i vrijeme zadržavanja mase unutar ekstrudera duže nego kod ekstrudera manjeg kapaciteta. Ekstruderi manjeg kapaciteta zahtijevaju znatno manje količine mase zbog kraćeg kućišta, što je ujedno i njihova prednost zbog mogućnosti korištenja za brojna istraživanja i dobivanja preliminarnih rezultata (Camire, 2000.).

2.6.2. Škrob

Masti, prehrambena vlakna, saharoza i sol mogu utjecati na želatinizaciju škroba, ekspanziju i druga fizikalna svojstva. Također, istraživanja su pokazala da termički stabilni enzimi koji se dodaju prije ekstruzije povećavaju brzinu razgradnje polimera škroba (Camire, 2000.).

Vrlo važna posljedica povećane razgradnje škroba je smanjena ekspanzija. Na ekspanziju škrobnih namirnica utječu brojni faktori: na njeno povišenje utječu viša temperatura, konfiguracija puža i kućišta te viši udio amiloze; a na njeno smanjenje viši udio vlage, dijetetskih vlakana, proteina i masti (Camire, 2000.).

Probavljivost škroba ovisi o što potpunijoj želatinizaciji, a visoko probavljivi škrob ključan je za proizvodnju dječje i funkcionalne hrane. Također, ekstruzijom se mogu dobiti modificirani i rezistentni škrobovi gdje se postižu rezultati povećanja rezistentnosti do 30%, a dodavanjem limunske kiseline ili visokoamiloznog kukuruznog škroba prije same ekstruzije povećavaju se rezistentnost škroba i svojstva vlakana koja također utječu na probavljivost škroba (Camire, 2000.).

2.6.3. Prehrambena vlakna

Glavne komponente vlakana, polisaharidi i lignin, ponašaju se različito tijekom ekstruzije. Stupanj degradacije vlakana ovisi najviše o visini smičnog naprezanja. Brojna istraživanja pokazala su kontradiktorne rezultate. Tako su Björck i Asp (1984.) svojim istraživanjem otkrili da se ekstruzijom količina vlakana topivih u vodi kod pšenice dvostruko povećala. S druge strane, Varo i sur. (1984.) su različitim analitičkim metodama ispitivali ekstrudirane cerealije te uočili da nema statistički značajnih promjena u količini vlakana u odnosu na početni materijal prije ekstruzije (Mościcki i sur., 2011.).

2.6.4. Proteini

Tijekom ekstruzije kod proteina dolazi do nekoliko promjena, a najznačajnija je denaturacija. Ukoliko nisu stabilni na povišenu temperaturu i mehaničko djelovanje, većina enzima gubi svoju aktivnost (Camire, 2000.).Umjerenim temperaturama ekstruzije postiže se poboljšanje nutritivne vrijednosti i probavljivosti proteina, a ekstrudiranje pri višim temperaturama ima suprotno djelovanje (Mościcki i sur., 2011.). Također, proteini su vrlo bitni jer tijekom ekstruzije dolazi do Maillardovih reakcija gdje slobodni šećeri reagiraju sa slobodnom terminalnom amino skupinom aminokiselina pri čemu dolazi do nastanka tamno obojanih melanoidina koji utječu na boju proizvoda (Camire, 2000.). Ovim reakcijama dolazi do gubitka aminokiselina, a istraživanjima je utvrđeno da su najveći gubici zapaženi kod lizina (Lys), histidina (His), fenilalanina (Phe), treonina (Thr) i triptofana (Trp) (Mościcki i sur., 2011.). Na formiranje Maillardovih produkata utjecaj imaju:

- rotacija puža – povećanje okretaja puža (min-1) dovodi do povećanja temperature unutar kućišta,
- sadržaj vlage u materijalu – odabirom materijala pogodnog sadržaja vlage smanjuje se nastanak Maillardovih produkata i gubitak aminokiselina,
- temperatura – koju je poželjno održavati što nižom (Mościcki i sur., 2011.).

2.6.5. Lipidi

Namirnice s visokim udjelom lipida se ne ekstrudiraju jer udio lipida preko 5 do 6% narušava rad ekstrudera. U takvim situacijama, zakretni moment se smanjuje jer povišen udio lipida dovodi do proklizavanja unutar kućišta te je, vrlo često, ekspanzija krajnjeg proizvoda smanjena uslijed nedovoljno razvijenog tlaka tijekom procesa. Generalno, sadržaj lipida tijekom ekstruzije se smanjuje. Dio lipida može se izgubiti prilikom prolaska kroz sapnicu gdje se odvaja kao ulje (ova situacija karakteristična je za materijale s visokim udjelom lipida, kao što je soja), a druga mogućnost je stvaranje kompleksa s amilozom ili proteinima (Camire, 2000.).

Slobodne masne kiseline predstavljaju problem jer su podložnije oksidaciji od triglicerida i negativno utječu na senzorske karakteristike gotovog proizvoda. Iako vrlo rijetko, prilikom ekstruzije može doći do hidrolize triglicerida na glicerol i masne kiseline. Oksidacija lipida može brzo smanjiti senzorsku i nutritivnu kvalitetu materijala i gotovog proizvoda. Sama

oksidacija vjerojatno nema značajniju ulogu tijekom procesa zbog kratkog vremena zadržavanja, ali užeglost predstavlja veliku opasnost tijekom skladištenja gotovog proizvoda. Faktori koji utječu na povećanje oksidacije su istrošenost (habanje) puževa, ekspanzija proizvoda te nizak aktivitet vode, a na njeno smanjenje utječu inaktivacija enzima, formiranje antioksidanasa putem Maillardovih reakcija te stvaranje lipid-amiloza kompleksa (Camire, 2000.).

2.6.6. Vitamini

Zastupljenost, vrsta i stabilnost vitamina prilikom ekstruzije značajno varira, a uvjeti ekstruzije imaju značajan utjecaj na njihovu stabilnost (Brennan i sur., 2011.). S obzirom da ekstruzija najčešće podrazumijeva primjenu temperatura od 100 °C ili više, očekivan je određeni gubitak vitamina, naročito vitamina topivih u vodi kao što je askorbinska kiselina (vitamin C). Brojna istraživanja su potvrdila gubitak vitamina, ali s obzirom da ekstruzija pripada HTST postupcima, u usporedbi s drugim postupcima kao što je klasično kuhanje, gubitak vitamina je kod ovog procesa manji (Mościcki i sur., 2011.).

Vitamini topivi u mastima, kao što su vitamini D i K su prilično stabilni pri povišenim temperaturama, no ne koriste se često u ekstrudiranoj hrani za ljudsku uporabu. Vitamini A, E i njihove srodne komponente, karotenoidi i tokoferoli nisu stabilni u prisutnosti topline i kisika. Vitamin A, prekursor β-karotena se dodaje hrani kao antioksidans i bojilo, a toplina je glavni faktor koji utječe na smanjenje njegovog udjela tijekom procesa (Camire, 2000.). Provedena su istraživanja gdje je uočen značajan gubitak vitamina E, izraženog kao sadržaj tokoferola i tokotrienola, čiji se udio smanjio za 63 do 94%, što je pak ovisilo o primijenjenim procesnim uvjetima (Brennan i sur., 2011.).

2.6.7. Minerali

Unatoč njihovoj važnosti za zdravlje, stabilnost minerala tijekom ekstruzije je slabije istražena zbog njihove stabilnosti u drugim procesima prerade hrane. Provedena istraživanja bila su fokusirana na povezivanje minerala s vlaknima i drugim makromolekulama te obogaćivanje mineralima. Namirnice s višim udjelom vlakana povećavaju prijenos metala s kućišta i puža ekstrudera na namirnice i gotov proizvod. Prema istraživanjima Camire i sur. (1994.), udio željeza u ekstrudiranim proizvodima od krumpira se tijekom ekstruzije povećao

za 38%, a u uzorcima koji su ekstrudirani pri višim temperaturama zabilježen je još veći porast udjela željeza (Camire, 2000.).

Obogaćivanje mineralima prije ekstruzije dovodi do problema. Željezo stvara komplekse s fenolnim komponentama koji daju tamna obojenja te samim time umanjuju kvalitetu gotovog proizvoda (Kumary, 2011.). Istraživanja Martínez-Bustosa i sur. (1998.) na ekstrudatima na bazi kukuruzne krupice pokazala su da se dodatkom kalcij hidroksida (0,15 do 0,35%) smanjuje pojava tamnog obojenja, ali i ekspanzija gotovog proizvoda (Martínez-Bustosa i sur., 1998.).

2.6.8. Fitokemikalije

Fitokemikalije (sekundarni biljni metaboliti) biološki su aktivni spojevi biljaka, a u ljudskom organizmu imaju zaštitnu ulogu prema različitim bolestima, posebice kardiovaskularnim bolestima i karcinomima (Colić Barić, 2013.).

Utjecaj ekstruzije na ove komponente nije u potpunosti istražen. Tako na primjer, genistein i fitoestrogen iz soje mogu pomoći u prevenciji karcinoma dojke, ali ekstruzijom se njihov udio smanjuje. Također, fenolne komponente iz žitarica, voća i povrća djeluju kao antioksidansi te imaju zaštitnu ulogu u ljudskom organizmu. Veći udio fenolnih komponenti zadržava se pri višim temperaturama i većem udjelu vlage materijala. Pretpostavlja se da do gubitka fenolnih komponenti dolazi zbog njihovih međusobnih reakcija te formiranja većih, netopivih komponenti, no ova istraživanja su još u tijeku (Camire, 2000.).

2.6.9. Toksini u hrani

Jedna od najvažnijih prednosti primjene ekstruzije je smanjenje prirodno prisutnih toksina u hrani te antinutrijenata čime se poboljšava sigurnost, kvaliteta i probavljivost gotovog proizvoda (Camire, 2001.). Pojedine namirnice, posebice leguminoze, sadrže komponente koje su toksične ili smanjuju apsorpciju nutrijenata i njihovo pozitivno djelovanje na zdravlje čovjeka. Inhibitori enzima, komponente slične hormonima, saponini i druge komponente mogu imati pozitivno djelovanje na zdravlje kod kroničnih bolesti odraslih ljudi, ali kod djece i životinja mogu izazvati poteškoće u razvoju. Leguminoze sadrže inhibitore tripsina koji sprječavaju djelovanje enzima za razgradnju proteina. Dugotrajna konzumacija inhibitora

tripsina kod djece dovodi do smanjenog rasta i hipertrofije gušterače zbog povećane proizvodnje enzima kao odgovora organizma na navedene inhibitore (Camire, 2000.).

Također, vrlo je bitno spomenuti alergene i mikotoksine koji su prilikom ekstruzije otporniji na djelovanje topline i smično naprezanje, ali u kombinaciji s kemijskim tretmanima smanjuje se njihov udio u ekstrudatima (Camire, 2001.).

2.6.10. Tvari arome

Većina ekstrudata je blagog okusa zbog kratkog vremena zadržavanja u ekstruderu te, samim time, kraćeg perioda za razvoj arome. Nastanku nehlapivih tvari arome, produkata Maillardovih reakcija, pogoduju viša temperatura i niži udio vlage namirnica, a heterocikličke komponente formirane tijekom procesa vrlo su važne za tipičnu aromu žitarica (Tanasković, 2013.).

Aromatiziranje nakon ekstruzije često se koristi radi poboljšanja prihvatljivosti za potrošače (Camire, 2000.). Kollengode i sur. (1997.) u svome istraživanju pokazali su da se najbolji rezultati postižu ukoliko se arome dodaju u ekstruder neposredno prije prolaska kroz sapnicu. Također, utvrdili su da niži udio vlage i upotreba nativnog škroba, u usporedbi s preželatiniziranim škrobom, pridonosi zadržavanju arome.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Cilj ovog rada bio je ispitati i odrediti GI kukuruznih snack proizvoda s dodatkom nusproizvoda prehrambene industrije (pektin jabuke, pivski trop, repini rezanci). Osim toga, određivana je senzorska prihvatljivost navedenih proizvoda, utjecaj na subjektivni osjećaj sitosti te dolazi li eventualno do pojave nekih nuspojava nakon konzumacije istih. Istovremeno je bio cilj utvrditi potencijal novo razvijenih proizvoda u komercijalne svrhe.

3.2. 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 poput dolaska na ispitivanje 8 do 10 sati na tašte, nisu smjeli prethodne večeri konzumirati alkohol te su zamoljeni ne izvoditi intenzivne tjelovježbe prije testiranja. U istraživanju je sudjelovalo 10 ispitanika oba spola.

3.3. MATERIJALI

Kao standardna namirnica (kontrola) korišten je bijeli pšenični kruh (**test uzorak 1**).

Na Katedri za tehnologiju ugljikohidrata, Zavoda za prehrambene tehnologije, Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek razvijeni su novi ekstrudirani proizvodi na bazi kukuruzne krupice, uz dodatak nusproizvoda prehrambene industrije. Svi su proizvodi bili na bazi kukuruzne krupice (90 %) uz dodatak 10 % nekog od nusproizvoda.

Proizvodi koji su korišteni su bili: proizvod od čiste kukuruzne krupice (**test uzorak 2**), kukuruzne krupice uz dodatak osušenog tropa jabuke (**test uzorak 3**), kukuruzne krupice uz dodatak pivskog tropa (**test uzorak 4**) i kukuruzne krupice uz dodatak repinih rezanaca (**test uzorak 5**). Test uzorak 2 je služio kao pozitivna kontrola, odnosno radi usporedbe novo razvijenih proizvoda s komercijalno dostupnim proizvodom.

3.4. APARATURA

Perforacija jagodica prstiju s ciljem dobivanja kapilarne krvi tijekom procesa mjerenja glukoze u krvi provedena je upotrebom lancetara MICROLET®2 BAYER. Nakon perforacije jagodice prsta uzorci kapilarne krvi su analizirani trakicama Bayer CONTOUR® NEXT trakica. Određivanje razine glukoze u krvi provedeno je upotrebom Bayer CONTOUR® NEXT USB glukometra.

Procjena sastava tijela provedena je uređajem Tanita MC-180.

3.5. METODA ISTRAŽIVANJA

Metoda kojom je određivan GI indeks provedena je prema normi ISO 26 642:2010 i predstavlja međunarodno priznatu metodu za određivanje GI.

3.5.1. Protokol istraživanja

Zdravi ispitanici oba spola, minimalne dobi 18 godina, došli su na prvi termin gdje su upoznati s protokolom istraživanja te su nakon pristanka potpisali Suglasnost za sudjelovanje (**Prilog 1**). Ispitanici su se nasumičnim postupkom primjenom metode randomizacije raspodijelili po terminima i obzirom na broj test uzoraka. Na prvi termin ispitanici su došli nakon minimalno 8 do 10 sati na tašte u laboratorij Katedre za prehranu (u daljnjem tekstu laboratorij) te im je izmjereno stanje uhranjenosti pomoću uređaja Tanita MC-180 uz mjerenje visine stadiometrom (Seca, UK). Nakon toga ispitanici su ispunili Anketu o općim podacima (**Prilog 2**), 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 si je ispitanik 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 (**Prilog 3**). U periodu između 2 mjerenja, ispitanici su ispunjavali obrazac o senzorskoj prihvatljivosti hrane koja se analizirala, primjenom hedonističke skale (**Prilog 4**) te obrazac o subjektivnom osjećaju sitosti (**Prilog 5**), odnosno gladi i eventualnim nuspojavama.

Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo za istraživanja na ljudima Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek.

3.5.2. Senzorska evaluacija uzoraka

Metoda kojom je određivana senzorska prihvatljivost test proizvoda provedena je primjenom hedonističke skale (**Prilog 4**).

Cilj senzorske evaluacije bio je otkriti koliko se testirani proizvodi sviđaju ispitanicima, tj. koliko im se sviđa njihov okus i kolika je 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 4**).

3.5.3. Subjektivni osjećaj sitosti za testirane namirnice

Upitnik o sitosti (**Prilog 5**) sastojao se od 4 vizualne analogne skale gdje su na svakoj skali ispitanici odgovarali na različito pitanje koje se odnosilo na njihovu trenutnu želju za jelom, glad, sitost i tome koliko bi mogli pojesti u tom trenutku, odnosno u određenoj minuti ispitivanja. Ispitanici su zamoljeni da iskažu svoj osjećaj stavljanjem okomite crte na skalu gdje ekstremno lijeva točka označava osjećaj potpune sitosti, osim u trećoj skali, za pitanje o punoći, gdje ide u obrnutom smjeru. Nakon toga ravnalom su se mjerila mjesta na skali gdje se nalazila okomita crta te se računala ukupna subjektivna ocjena za apetit prema formuli **(2)**:

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

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“ (**Prilog 5**).

3.5.4. Odvaga test namirnica i standarda

Prema zahtjevima metode ISO 26 642:2010, porcija hrane mora sadržavati 50 g slobodnih (probavljivih) ugljikohidrata te su se prema tome, na sljedeći način, izračunale potrebne odvage test uzoraka i kontrole:

Kontrola – Test uzorak 1

43,3 g slobodnih ugljikohidrata u 100 g uzorka

50 g slobodnih ugljikohidrata ~ X

$$x = \frac{100 \text{ x } 50}{43{,}3} = \mathbf{115{,}5}\ g\ uzorka$$

Test uzorak 2

76,1 g slobodnih ugljikohidrata u 100 g uzorka

50 g slobodnih ugljikohidrata ~ X

$$x = \frac{100 \text{ x } 50}{76{,}1} = \mathbf{67{,}0}\ g\ uzorka$$

Test uzorak 3

59,6 g slobodnih ugljikohidrata u 100 g uzorka

50 g slobodnih ugljikohidrata ~ X

$$x = \frac{100 \text{ x } 50}{59{,}6} = \mathbf{83{,}9}\ \boldsymbol{g}\ uzorka$$

Test uzorak 4

45,5 g slobodnih ugljikohidrata u 100 g uzorka

50 g slobodnih ugljikohidrata ~ X

$$x = \frac{100 \text{ x } 50}{45{,}5} = \mathbf{110{,}0}\ g\ uzorka$$

Test uzorak 5

56,3 g slobodnih ugljikohidrata u 100 g uzorka

50 g slobodnih ugljikohidrata ~ X

$$x = \frac{100 \text{ x } 50}{56{,}3} = \mathbf{88{,}9}\ \boldsymbol{g}\ uzorka$$

3.5.5. Statistička obrada podataka

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

Rezultati koji opisuju karakteristike ispitanika su prikazani za svakog ispitanika pojedinačno. 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 je 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). Statistička je analiza napravljena pomoću programa Statistica (inačica 12.0, StatSoft Inc., USA), uz odabranu razinu značajnosti od p=0,05.

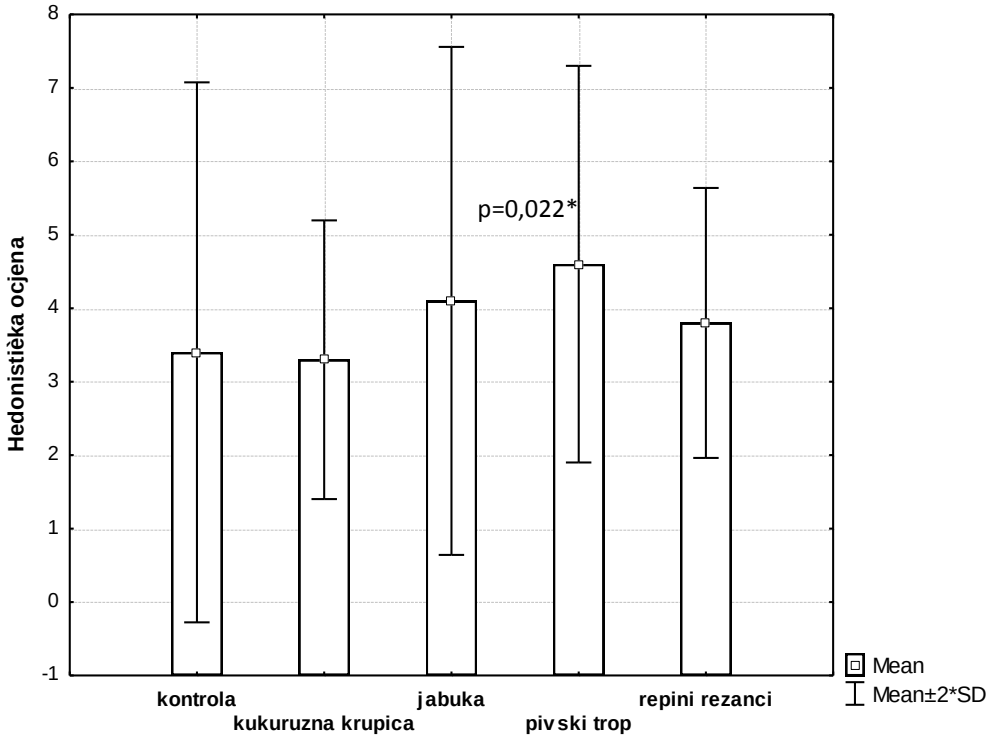
4. REZULTATI

4.1. KARAKTERISTIKE ISPITANIKA

Tablica 6 Analiza sastava tijela ispitanika određena analizatorom Tanita MC-180

	I01	**I02**	**I03**	**I04**	**I05**	**I06**	**I07**	**I08**	**I09**	**I10**
Visina (cm)	190	168	163	165	176	166	157	165	182	176
Masa (kg)	101,5	65,2	59,5	51,3	82	79,2	60,7	67,1	84,1	65,3
ITM (kg/m²)	28,1	23,1	22,4	18,9	26,5	28,7	24,6	24,6	25,4	21,1
Opseg struka (cm)	87	81	67	70	91	82	71	78	86	66
Opseg bokova (cm)	103	97,5	91	93	103	111	94	96	101	93
Omjer struka i bokova	0,84	0,83	0,74	0,75	0,88	0,74	0,76	0,81	0,85	0,71
Bazalni metabolizam (kJ)	2484	1440	1415	1276	1852	1526	1257	1400	2072	1584
Masna masa (kg)	18,6	17,1	13,1	9,7	17,9	28,1	18,5	19,8	14,4	12
Bezmasna masa (kg)	82,9	48	46,4	41,7	64,1	51	42,2	47,3	69,7	53,3
Visceralna mast (razina)	5	2	1	1	10	8	6	5	3	1
Mišićna masa (kg)	78,9	45,6	44	39,5	60,9	48,5	40	44,8	66,3	50,5
Tjelesna voda (kg)	59,9	34,5	33,5	30	44,8	36,3	29,9	33,7	50,5	38,3
Izvanstanična voda ECW (kg)	22,6	14,6	13,5	12,1	18,9	16,1	13,3	14,6	19,6	15,1
Unutarstanična voda ICW (kg)	37,3	19,9	20	18	26	20,1	16,6	19	30,9	23,2
Omjer ECW/ICW	0,61	0,73	0,68	0,67	0,73	0,80	0,80	0,77	0,63	0,65
Impedancija cijelog tijela (Ω)	459	648	648	750	540	626	658	638	515	617

4.2. SENZORSKA PRIHVATLJIVOST TEST UZORAKA

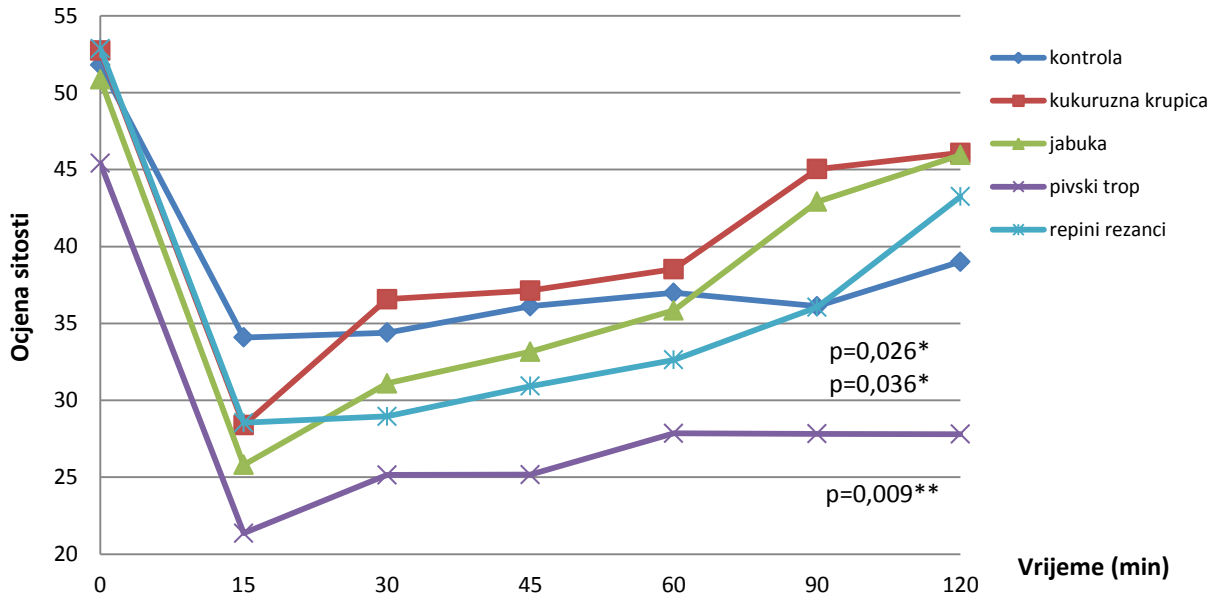


t-test za nezavisne varijable; *označava statističku značajnost između kukuruzne krupice i pivskog tropa kod p<0,05

Mean – srednja vrijednost; SD – standardna devijacija

Slika 3 Hedonistička ocjena za pet test uzorka za okus

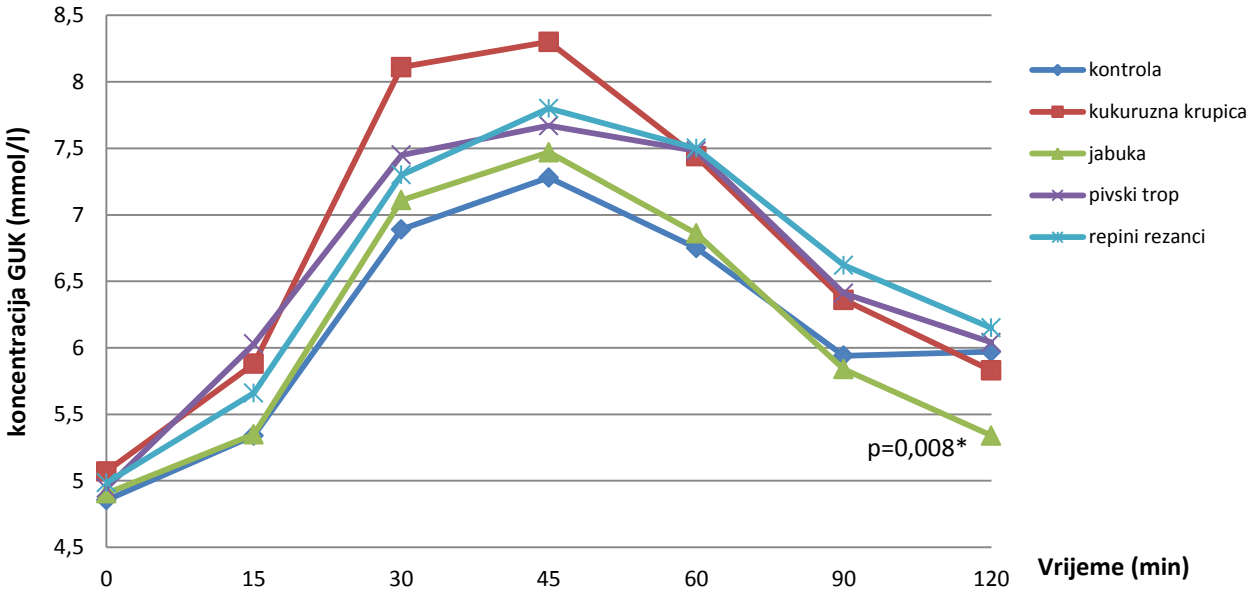
4.3. SUBJEKTIVNI OSJEĆAJ SITOSTI ZA TEST UZORKE



t-test za nezavisne varijable; *označava statističku značajnost kod p<0,05
*označava statističku značajnost jabuke i druga dva test uzorka (redom: pivski trop, repini rezanci)
**označava statističku značajnost pivski trop vs repini rezanci

Slika 4 Krivulje subjektivnog osjećaja sitosti za pet test uzorka kroz 120 minuta

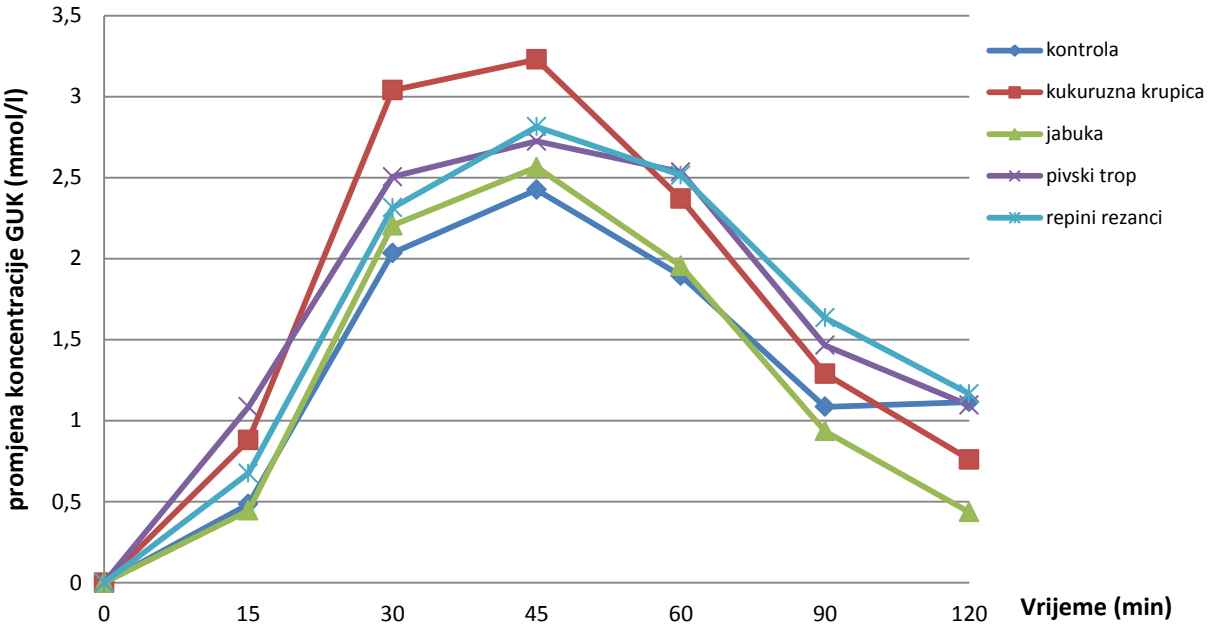
4.4. PROMJENA KONCENTRACIJE GLUKOZE U KRVI ZA TEST UZORKE



t-test za nezavisne varijable; *označava statističku značajnost kod p<0,05

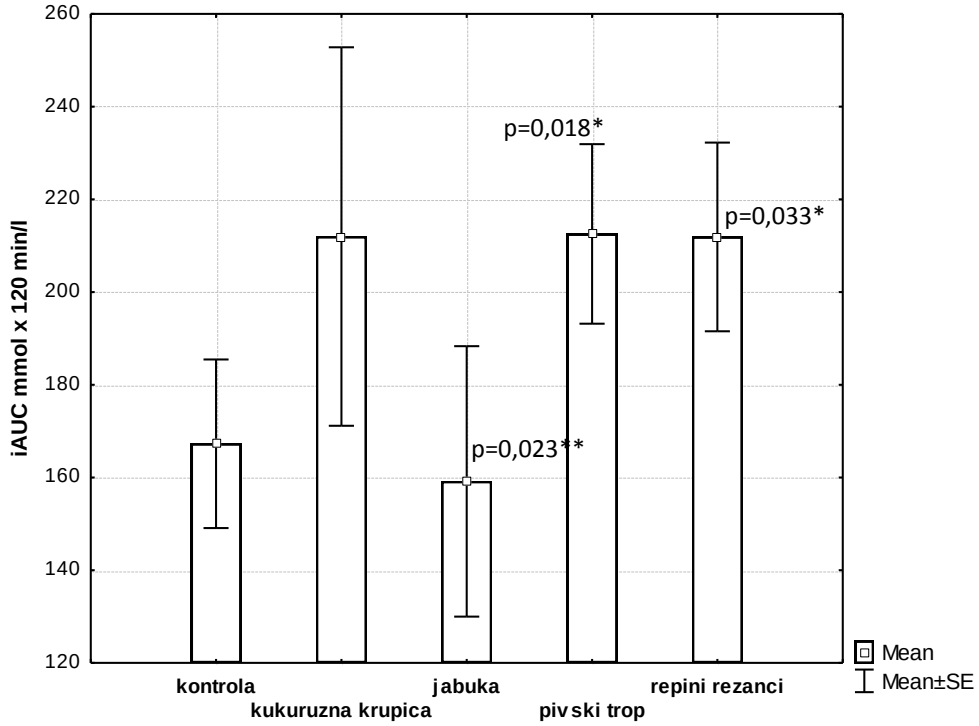
*označava statistiku značajnost jabuka vs repini rezanci u 120 min

Slika 5 Promjena razine glukoze u krvi za pet test uzoraka kroz 120 minuta



Slika 6 Promjena razine glukoze u krvi obzirom na bazalnu razinu glukoze za pet test uzorak kroz 120 minuta

4.5. IAUC ILI UKUPNA POVRŠINA ISPOD KRIVULJE KAO ODGOVOR B-GLUKOZE TEST UZORAKA



t-test za nezavisne varijable, *označava statističku značajnost kod p<0,05

Mean – srednja vrijednost; SE – standardna greška

*označava statističku značajnost naspram kontrole; **između dva test uzorka (jabuka *vs* pivski trop)

Slika 7 Površina ispod krivulje (iAUC) za pet test uzorak kroz 120 minuta

4.6. GLIKEMIJSKI INDEKS TEST UZORAKA

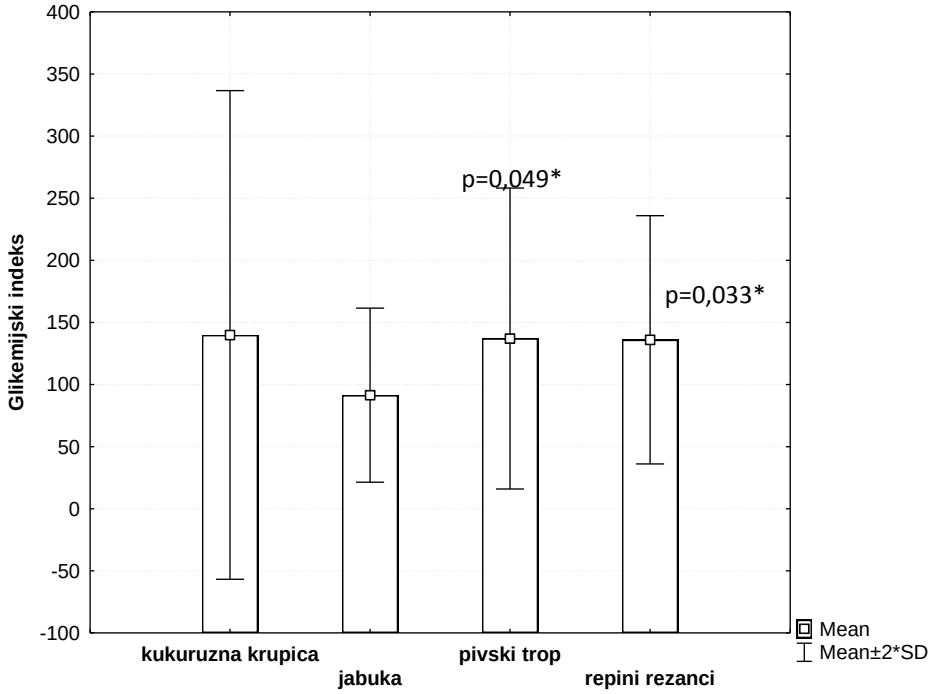
Na osnovi dobivenih rezultata iAUC za kontrolu i test uzorke izračunate su vrijednosti njihovog GI (**Tablica 8**) prema formuli **(3)**:

$$\mathrm{GI} = \frac{\mathrm{At}}{\mathrm{Aref}} * 100 \qquad (\mathbf{3})$$

gdje je:

At – iAUC test namirnice

Aref – iAUC referentne namirnice



Mean – srednja vrijednost; SD – standardna devijacija

t-test za nezavisne uzorke; *označava statističku značajnost kod p<0,05 naspram jabuke

Slika 8 Glikemijski indeks testiranih uzoraka

5. RASPRAVA

5.1. KARAKTERISTIKE ISPITANIKA

U istraživanju je sudjelovalo 10 ispitanika (3 muškog spola i 7 ženskog spola) u dobi od 22 do 55 godina, od kojih njih četvero žive u zajednici/braku dok ih šestero žive kao samci. Ispitanici koji žive u zajednici/braku imaju u prosjeku dvoje djece, dok ispitanici koji žive sami nemaju djecu. Većina samaca još uvijek studira i živi s roditeljima, dok je jedan zaposlen puno radno vrijeme i živi sam. Ispitanici koji žive u zajednici/braku su zaposleni puno radno vrijeme. Mjesečni prihodi po osobi u kućanstvu su kod svih ispitanika oko 3500 kn. Među ispitanicima ima dvoje pušača, koji u prosjeku dnevno popuše 15 cigareta i pušači su duže vrijeme, rijetko konzumiraju alkohol te unose prosječno od 1 do 1,5 l vode u danu. Samo je jedan ispitanik uzimao dodatke prehrani u vidu vitamina i minerala.

Analiza tjelesnog sastava (**Tablica 6**) provedena je putem analizatora Tanita MC-180. Dobiveni rezultati su očekivani s obzirom na karakteristike ispitanika. Četvero ispitanika se prema izračunatom ITM-u i kategorizaciji svrstavaju u kategoriju povećane tjelesne mase (ITM 25,0 – 29,9 kg/m^2). Ispitanici su dobili uvid u rezultate, te su upoznati s vlastitim tjelesnim sastavom, što djelomično predstavlja i njihovu nagradu za sudjelovanje u istraživanju.

5.2. SENZORSKA PRIHVATLJIVOST TEST UZORAKA

Nakon što su dobili kontrolu i/ili test uzorke, ispitanici su zabilježili vrijeme koje im je potrebno za konzumaciju istih (**Prilog 3**). Pri tome je vrijeme potrebno za konzumiranje kontrole, test uzorka 2, test uzorka 3, test uzorka 4 i test uzorka 5 u prosjeku iznosilo 15 minuta. Korištenjem obrazaca o eventualnim nuspojavama (**Prilog 5**) nisu zabilježene nikakve nuspojave prilikom konzumacije bilo kojeg od testiranih proizvoda. Nepostojanje nikakvih nuspojava tijekom konzumacije testiranih proizvoda je od velike važnosti za aspekt komercijalizacije novo razvijenih proizvoda.

Jedan od osnovnih zahtjeva prilikom razvoja novog proizvoda je i zahtjev za organoleptikom, odnosno prihvaćanjem novog proizvoda od strane potrošača (Piližota, 2013.). Potrošač novi proizvod uspoređuje sa sličnim proizvodima koji se već nalaze na tržištu, te obzirom da je

zadatak bio ocijeniti okus i senzorsku prihvatljivost novih proizvoda, ispitanici su kao jedan od test uzoraka dobili ekstrudirani proizvod samo od kukuruzne krupice.

Niža ocjena korelira s boljom prihvatljivošću ispitivanog proizvoda. Tako je najnižu hedonističku ocjenu dobio uzorak kukuruzne krupice (3,30 ± 0,95), kontrolni uzorak (3,40 ± 1,84), kukuruzna krupica uz dodatak repinih rezanaca (3,80 ± 0,92), kukuruzna krupica uz dodatak osušenog tropa jabuke (4,10 ± 1,73), te kukuruzna krupica uz dodatak pivskog tropa (4,60 ± 1,35) (**Slika 3**). Statistički značajna razlika je utvrđena jedino između uzorka kukuruzne krupice i kukuruzne krupice uz dodatak pivskog tropa (p=0,022) (**Slika 3**). Ovakav rezultat za uzorak kukuruzne krupice uz dodatak pivskog tropa je djelomično očekivan, obzirom da je vizualno (najtamnija boja) i mirisom (najintenzivniji miris), hedonistička ocjena ovog uzorka korelira sa subjektivnim zapažanjima i komentarima ispitanika na ovaj proizvod.

Važno je naglasiti kako novo razvijeni proizvodi koji su testirani u ovom istraživanju zadovoljavaju više zahtjeva: dodavanje ovih nusproizvoda prehrambene industrije značajno utječe na racionalizaciju troškova tehnološkog postupka proizvodnje određenih proizvoda, a k tome i smanjuje količinu otpada (Piližota, 2013.), te ne postavlja posebne zahtjeve u procesu ekstruzije (Lovrić, 2003.). Dobiveni rezultati ukazuju na to kako ne dolazi do značajne promjene u organoleptici, odnosno prihvatljivosti novo razvijenih proizvoda, te uz smanjenje troškova proizvodnje, sve govori u prilog komercijalizaciji ovih proizvoda.

5.3. SUBJEKTIVNI OSJEĆAJ SITOSTI ZA TEST UZORKE

Utvrđena je statistički značajna razlika subjektivnog osjećaja sitosti između tri novo razvijena proizvoda (**Slika 4**). Subjektivni osjećaj sitosti u 120-toj minuti je bio najniži za uzorak kukuruzne krupice uz dodatak pivskog tropa (27,8 ± 17,1), zatim kukuruznu krupicu uz dodatak repinih rezanaca (43,2 ± 24,4), te kukuruznu krupicu uz dodatak osušenog tropa jabuke (46,0 ± 22,8) (**Slika 4**). Statistički značajna razlika je utvrđena između uzorka s dodatkom osušenog tropa jabuke i uzorka s dodatkom pivskog tropa (p=0,026), odnosno repinih rezanaca (0,036), te između uzoraka s dodatkom pivskog tropa i repinih rezanaca (p=0,009).

Subjektivni je osjećaj sitosti u direktnoj vezi sa vrstom konzumiranog obroka kao i njegovim sastavom. Važno je istaknuti kako je i viskozitet samog obroka značajan čimbenik

subjektivnog osjećaja sitosti; kruta hrana izaziva veći osjećaj sitosti od tekuće hrane ili napitaka, što je u direktnoj vezi sa samom fiziologijom i procesom probave (Guyton i Hall, 2003.; Banjari i sur., 2014.; Wolever, 2006.). Uzimajući u obzir dobivene rezultate i korelaciju subjektivne sitosti s fiziologijom probave i postprandijalnom glikemijom najveći potencijal ima uzorak kukuruzne krupice uz dodatak osušenog tropa jabuke. Pektini jabuke imaju dokazani pozitivni učinak na postprandijalnu glikemiju (Wolewer, 2006.), te bi bilo interesantno ispitati učinak niza ekstrudiranih proizvoda na bazi kukuruzne krupice s većim udjelom osušenog tropa jabuke (više od 10 %).

5.4. PROMJENA KONCENTRACIJE GLUKOZE U KRVI ZA TEST UZORKE

Odziv GUK je pokazao statistički značajnu povezanost ($p<0,001$) sa subjektivnim osjećajem sitosti za sve testirane uzorke, kroz sve promatrane točke tijekom 120 minuta. Promjena koncentracije GUK tijekom 120 minuta za testirane uzorke nije pokazala značajnija odstupanja u promatranim vremenskim intervalima (**Slika 5**; t-test za nezavisne uzorke, $p>0,05$). Brzina i intenzitet povišenja GUK u krvi nakon konzumiranja određenog obroka u usporedbi sa standardom predstavlja GI (Banjari, 2010.). Kod zdravih osoba mješoviti obrok utječe na normalan porast GUK te izaziva lučenje inzulina iz gušterače kako bi se razina GUK vratila na osnovnu (bazalnu) razinu. Amplituda porasta GUK određuje količinu izlučenog inzulina, a kako je istaknuto i ranije u direktnoj je vezi s brojnim metaboličkim poremećajima, od pretilosti, dijabetesa, metaboličkim sindromom i drugima (Arvidsson-Lenner i sur., 2004.; Wolever, 2006.). Statistički značajna niža vrijednost GUK u 120-toj minuti je utvrđena između uzorka s dodatkom osušenog tropa jabuke i uzorka s dodatkom repinih rezanaca ($p=0,008$). Osim toga, povišenje razine GUK u odnosu na početnu razinu je bio najpovoljniji upravo za uzorak s dodatkom osušenog tropa jabuke (**Slika 6**).

Jedan od novih izazova u ekstruziji postala je proizvodnja proizvoda s povećanom nutritivnom vrijednosti, obogaćenih vlaknima, rezistentnim škrobom, antioksidativnim tvarima, vitaminima; jednom riječju funkcionalnih ekstrudiranih proizvoda (Lovrić, 2003.). Dobiveni podaci ukazuju na to kako ekstrudirani proizvod na bazi kukuruzne krupice uz dodatak osušenog tropa jabuke ima potencijal jednog od funkcionalnih ekstrudiranih proizvoda.

5.5. IAUC ILI UKUPNA POVRŠINA ISPOD KRIVULJE KAO ODGOVOR B-GLUKOZE TEST UZORAKA

Kao što je rečeno, GI se može definirati i kao povezanost inkrementalne ili ukupne površine koja se dobije ispod krivulje kao odgovor β-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 β-glukoze standardne test hrane (eng. iAUCS, Incremental Area Under the blood glucose Curve for the Standard meal) (Chlup i sur., 2004.).

Površina ispod krivulje izračunata je kao zbroj površina trapezoida ispod krivulja za koncentracije GUK testiranih uzoraka (**Slika 7**) te izražena u mmol x 120 min/l. Izračunate vrijednosti iAUC su kako slijede: kontrola 167,3 ± 57,5; kukuruzna krupica 212,0 ± 129,1; kukuruzna krupica uz dodatak osušenog tropa jabuke 159,2 ± 92,2; kukuruzna krupica uz dodatak pivskog tropa 212,5 ± 61,2 i kukuruzna krupica uz dodatak repinih rezanaca 211,9 ± 64,3 (**Slika 7**). Utvrđena je statistički značajna razlika između kontrole i uzorka s dodatkom pivskog tropa (p=0,018) i repinih rezanaca (p=0,033), te između uzorka s dodatkom pektina jabuke i pivskog tropa (p=0,023) (**Slika 7**).

Sastav pojedinog obroka je ključan za normalnu aktivnost gušterače, a prema razini GUK u krvi koja odražava trenutne čovjekove potrebe za energijom. Amplituda porasta GUK u krvi određuje količinu izlučenog inzulina. Sukladno tome, različiti metabolički poremećaji vode k nedostatnom lučenju inzulina ili ono u potpunosti izostaje (Arvidsson-Lenner i sur., 2004.; Wolever, 2006.). Upravo je stoga važno prepoznati reakciju organizma, što se može postići poznavanjem načina djelovanja određene hrane prema sastavu ugljikohidrata i njezinom GI. Uzimajući u obzir sve do sada izneseno, rezultati pokazuju kako uzorak s dodatkom pektina jabuke ima najveći potencijal, što s aspekta smanjenja tehnoloških troškova proizvodnje, prihvatljivosti potrošača ili s aspekta funkcionalnosti koja se očituje u najboljoj postprandijalnoj glikemiji.

5.6. GLIKEMIJSKI INDEKS TEST UZORAKA

Prema kategorijama za GI (**Tablica 1** i **3**) izračunate vrijednosti GI za oba testirana uzorka (**Slika 8**) svrstavaju ih u kategoriju VGI i visokog GL. Vrijednosti GI su podložne velikoj inter- i intraindividualnoj varijabilnosti (Chlup i sur., 2004.; Wolever, 2003.; Foster-Powell i sur., 2002.). U Europskoj uniji GI velikog broja hrane nije određen, a ni metode za određivanje GI nisu standardizirane (Wolever i sur., 2003). Upravo je ovo razlog potrebi za standardizacijom te sustavnim određivanjem GI hrane, kako bi se išlo u korak s naprednim područjima proizvodnje nove hrane i dodataka prehrani, ali i znanstvenim dokazima o povezanosti GI sa brojnim zdravstvenim učincima (Wolever, 2006.; Arvidsson-Lenner i sur., 2004.; Prašek, 2004.).

Uzimajući u obzir sam sastav test uzoraka, odnosno sirovinu korištenu za proizvodnju ovih ekstrudiranih proizvoda (kukuruzna krupica) i njezin sadržaj ugljikohidrata, visoki GI je bio i očekivan. Međutim, GI test uzorka s dodatkom osušenog tropa jabuke je bio i statistički značajno niži od druga dva novo razvijena proizvoda. GI uzorka s dodatkom osušenog tropa jabuke je iznosio 91,4 ± 35,0 uz statistički značajnu razliku naspram uzorka s dodatkom pivskog tropa (GI 137,1 ± 60,6; p=0,049) i uzorka s dodatkom repinih rezanaca (GI 136,0 ± 50,0; p=0,033). Ovi su rezultati u skladu s vrijednostima iAUC (**Slika 7**), uz pozitivan učinak dodatka nusproizvoda osušenog tropa jabuke koji je statistički značajno snizio GI. Konačan je zaključak kako dodavanje osušenog tropa jabuke u ekstrudirane proizvode pokazuje veliki potencijal u razvoju novih funkcionalnih ekstrudiranih proizvoda, a informacija o GI povećava vrijednost ovog proizvoda s aspekta potrošača.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, izvedeni su sljedeći zaključci:

- Organoleptička ocjena novo razvijenih proizvoda je pokazala najbolju prihvatljivost uzorka s dodatkom repinih rezanaca (3,80 ± 0,92), potom onih s dodatkom osušenog tropa jabuke (4,10 ± 1,73), te pivskog tropa (4,60 ± 1,35). Statistički značajno najnižu prihvatljivost je imao uzorak s dodatkom pivskog tropa (p=0,022). Dobra prihvatljivost i nepostojanje nuspojava tijekom konzumacije ukazuju na komercijalni potencijal ovih proizvoda.
- Subjektivni osjećaj sitosti u 120-toj minuti po konzumaciji je bio najniži za uzorak s dodatkom pivskog tropa (27,8 ± 17,1), potom za uzorak s dodatkom repinih rezanaca (43,2 ± 24,4), te s dodatkom osušenog tropa jabuke (46,0 ± 22,8). Statistički značajna razlika u subjektivnom osjećaju sitosti je utvrđena između uzorka s dodatkom osušenog tropa jabuke i uzorka s dodatkom pivskog tropa (p=0,026), odnosno repinih rezanaca (0,036), te između uzoraka s dodatkom pivskog tropa i repinih rezanaca (p=0,009). Zbog pozitivnog učinka osušenog tropa jabuke na postprandijalnu glikemiju, bilo bi interesantno ispitati učinak ekstrudiranih proizvoda na bazi kukuruzne krupice s većim udjelom osušenog tropa jabuke (više od 10 %).
- Promjena koncentracije GUK za testirane proizvode nije pokazala značajnija odstupanja u promatranim vremenskim intervalima, osim statistički značajno niže vrijednost GUK u 120-toj minuti između uzorka s dodatkom osušenog tropa jabuke i uzorka s dodatkom repinih rezanaca (p=0,008).
- Utvrđena je statistički značajna razlika iAUC između kontrole (167,3 ± 57,5) i uzorka s dodatkom pivskog tropa (212,5 ± 61,2; p=0,018) i repinih rezanaca (211,9 ± 64,3; p=0,033), te između uzorka s dodatkom pektina jabuke (159,2 ± 92,2) i pivskog tropa (p=0,023).
- GI uzorka s dodatkom pektina jabuke (91,4 ± 35,0) je bio statistički značajno niži od GI uzorka s dodatkom pivskog tropa (137,1 ± 60,6; p=0,049) i GI uzorka s dodatkom repinih rezanaca (136,0 ± 50,0; p=0,033).

Novo razvijeni proizvodi testirani u ovom istraživanju imaju više pozitivnih aspekata: dodavanje ovih nusproizvoda prehrambene industrije značajno utječe na racionalizaciju troškova tehnološkog postupka proizvodnje određenih proizvoda, smanjena je količina otpada te je povećan profit, njihovo dodavanje ne postavlja posebne zahtjeve u procesu

ekstruzije, utječu na nutritivni profil konačnih proizvoda u smislu da povećavaju njihovu funkcionalnost, a u konačnom proizvodu ne dolazi do promjene u organoleptici te su dobro prihvaćeni od strane potrošača, a jednako tako ne dovode do pojave nikakvih nuspojava njihovom konzumacijom. Sve navedeno govori u prilog komercijalizaciji ovih proizvoda, posebice kada je riječ o ekstrudiranom proizvodu na bazi kukuruzne krupice uz dodatak pektina jabuke. Osim toga, informacija o GI ovog proizvoda bi mogla potaknuti potrošača na odabir i kupovinu baš tog proizvoda.

7. LITERATURA

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.

Banjari I: Funkcionalna hrana i prehrambeni dodaci (propisi za vježbe). Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2010.

Banjari I, Petrović I: Prepoznavanje funkcionalne hrane od strane potrošača. Knjiga sažetaka - 3. Studentski kongres „Prehrana i klinička dijetoterapija“, 25-27. svibnja 2012, Rijeka

Björck I, Asp NG: Effects of extrusion cooking on the nutritional value. In Extrusion-Cooking Technology. Elsevier, London, 1984.

Brennan C, Brennan M, Derbyshire E, Tiwari B: Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods. Trends in Food Science & Technology, 22:570-575, 2011.

Camire ME. : Extrusion and nutritional quality. In Extrusion cooking, Technologies and applications. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2001.

Camire ME: Chemical and Nutritional changes in Food during Extrusion. In Extruders in Food Applications. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Philadelphia, 2000.

Camire ME, Camire AL: Enzymatic starch hydrolysis of extruded potato peels. Starch/Stärke, 46:308-311, 1994.

Chlup R, Bartek J, Rezničkova M, Zapletalova J, Doubravova B, Chlupova L, Sečkar P, Dvoračkova 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.

Colić Barić I: Materijali s predavanja na kolegiju: „Fitokemikalije u zaštiti zdravlja“. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, 2013.

Danone Vitapole/FAO (Food and Agriculture Organization): Glycaemic Index and Health: the Quality of the Evidence. John Libbey Eurotext, Paris, 2001.

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, 2003.

International Standards Organization: Food products – Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food clasification. ISO 26 642:2010.

Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV: Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. The American Journal of Clinical Nutrition, 34:362-366, 1981.

Jozinović A: Utjecaj ekstruzije na svojstva smjesa kukuruzne krupice s heljdinim i kestenovim brašnom. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2011.

Jukić M, Koceva Komlenić D: Materijali s predavanja na kolegiju: „Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda". Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2013.

Karas D: Određivanje glikemijskog indeksa pripravaka za oporavak nakon treninga („Recovery „ pripravaka) Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2014.

Kollengode ANE, Hanna MA: Flavor retention in pregelatinized and internally flavored starch extrudates. Cereal Chemistry, 74:396-399, 1997.

Kumary YA: Theory study material „Extrusion technology". 2011.

Landström, E., Hursti, U.K., Becker, W., Magnusson, M. (2007.): Use of functional foods among swedish consumers is related to health-conciousness and perceived effect, Brit J Nutr. 98: 1058-1069

Last AR, Wilson SA: Low-Carbohydrate Diets. American Family Physician, 73(11):1942-1948, 2006.

Lovrić T: Ekstruzija (Ekstruzijsko kuhanje). U Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva. Hinus, Zagreb, 2003.

Martínez-Bustosa F, Chan FYK, Bannwart AC, Rodríguez ME, Guedes PA, Gaiotti ER: Effects of calcium hydroxide and processing condition on corn meal extrudates. Cerel Chemistry, 75:796-801, 1998.

Mitchell HL: The glycemic index concept in action. The American Journal of Clinical Nutrition, 87:244-246, 2008.

Mościcki L, Wójtowicz A : Raw Materials in the Production of Extrudates. In Extrusion-

Cooking Techniques Applications, Theory and Sustainability. WILEY-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim, 2011.

Piližota V: Razvoj novih proizvoda u prehrambenoj industriji (ppt predavanja). Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2013.

Prašek M: Metabolički sindrom-osnovni principi liječenja. Medicus, 13(2):95-102, 2004.

Riaz MN: Introduction to Extruders and Their Principles. In Extruders in Food Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Philadelphia, 2000.

Rossen JL, Miller RC: Food extrusion. Food Technology, 27:46-53, 1973.

Strelec I: Prehrambena biokemija (ppt predavanja). Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2013.

Tanasković I: Utjecaj dodataka zobi na svojstva ekstrudiranih proizvoda na bazi kukuruzne krupice. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2013.

Varo P, Verlaine K, Koivistoinen P: The effect of heat treatment on dietary fibre contents of potato and tomato. Journal of Food Science & Technology, 19:485-492, 1984

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.

8. PRILOZI

Prilog 1 Obrazac Suglasnosti 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 različitih ekstrudiranih proizvoda**, 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 Obrazac za prikupljanje osnovnih podataka

OSNOVNI PODACI	KONTAKT	
	IME I PREZIME	
	TELEFON	
	E-MAIL	
	MJESTO PREBIVALIŠTA	
KOD (ispunjava glavni istraživač)		

Dob / Godina rođenja		
Spol	M	Ž
Visina (cm)		
Vaša trenutna tjelesna masa (kg)		

Stručna sprema	NK (osnovna škola)	SSS (srednja škola)	VŠS (viša škola)	VSS (fakultet)	mr.sc/dr.sc.
Mjesečni prihodi po osobi u kućanstvu (kn)	do 1500	1500 – 2500	2500 - 3500	3500-4500	> 4500

Koji je Vaš životni status? a) samac b) rastavljen c) u zajednici/braku
Imate li djece? NE DA 1/ 2 / 3/ 4/ >4
Koliko osoba živi u Vašem kućanstvu (uključujući Vas)? 1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ >6
Vi ste: (a) zaposlen/a puno radno vrijeme
(b) zaposlen/a pola radnog vremena
(c) nezaposlen/a
(d) studiram
Ukoliko studirate, od kako ste studenti Vi živite:
(a) s roditeljima
(b) podstanar sam
(c) u studentskom domu

Pušite li? NE DA
Ako DA, koliko cigareta dnevno: **do 5/ 5-10/15–20 / >20** i koliko godina ste pušač _____

Imate li nekih zdravstvenih problema? (moguće više odgovora)
(a) NE
(b) dijabetes
(c) bolesti srca i krvožilnog sustava
(d) visoki tlak
(e) masnoća u krvi (kolesterol, trigliceridi)
(f) problemi sa štitnjačom
(g) čir na želucu
(h) sindrom iritabilnog crijeva
(i) alergija na hranu
(j) anemija
(k) drugo_____

Smatrate li da se brinete za svoje zdravlje?
(a) DA
(b) NE
(c) nije me briga

Uzimate li suplemente (vitaminsko mineralne preparate)? NE DA
Ako DA navedite ime proizvoda i učestalost uzimanja _____

Jeste li trenutno na redukcijskoj dijeti (za smanjenje tjelesne mase)? NE DA

Prilog 3 Obrazac kliničke procjene

OBRAZAC KLINIČKE PROCJENE

Određivanje glikemijskog indeksa

Kod predmeta: _____

DIO A: Ispunjava glavni istraživač

Datum: _____ **Posjet:** 1 2 3 4 5 6 7 8 9

KOD SUDIONIKA: _____

Antropometrija

Visina (cm):_____

Težina (kg):_____

Tjelesna masnoća (%): _____

KRVNI TLAK:

VRIJEME POČETKA:_____

VRIJEME ZAVRŠETKA:_____

Vrijeme potrebno za konzumiranje test obroka:_____

UZORCI KRVI: Provjeriti nakon završetka:

-5'	0' (Test obrok)	15'	30 '	45'	60'	90'	120'

BILJEŠKE:

Prilog 4 Upitnik o ukusnosti

UPITNIK O UKUSNOSTI

Molim Vas da naznačite ukusnost obroka



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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Prilog 5 Upitnik o sitosti

KOD:
Vrijeme: **-5', 0', 15', 30', 45', 60', 90', 120'**

UPITNIK O SITOSTI

Ova pitanja odnose se na procjenu Vašeg trenutnog tjelesnog stanja. Molim Vas da ocijenite svoje osjećaje tako da **stavite vertikalnu liniju** preko linije na mjestu koje najbolje odražava Vaše trenutne osjećaje.

1. Koliko je jaka Vaša želja za jelom?

Veoma slaba _____ Veoma jaka

2. Koliko se gladno osjećate?

Nisam uopće gladan _____ Nisam bio nikad toliko gladan

3. Koliko se osjećate punima?

Nisam pun _____ Nikad se nisam osjećao toliko punim

4. Što mislite koliko biste mogli sada pojesti?

Zapravo ništa _____ Velike količine

SIMPTOMI	PRISUTNOST	JAČINA	Komentar
Napuhivanje tekućinom ili plinom	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Osjećaj povraćanja	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Proljev	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Nadutost trbuha plinovima	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Prekomjerno mokrenje	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Mučnina	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Glavobolja	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Vrtoglavica	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Dezorijentiranost	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Nervoza	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Sporo zacjeljivanje rana	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Pretjerano krvarenje nakon posjekotine	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	
Nešto drugo (definirajte): _____	☐ Da ☐ Ne	Slabo 1---------2---------3---------4---------5---------6---------7 Jako	