

Usporedba analitičke i računske metode u utvrđivanju energijske i nutritivne vrijednosti bezglutenskih obroka

Maretić, Franka

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:275976>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, lipanj 2023.

Franka Maretić

**USPOREDBA ANALITIČKE I
RAČUNSKE METODE U
UTVRĐIVANJU ENERGIJSKE I
NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI
BEZGLUTENSKIH OBROKA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kemiju i biokemiju hrane na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Martine Bituh.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda

Laboratorij za kemiju i biokemiju hrane

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Nutricionizam

Diplomski sveučilišni studij: Nutricionizam

USPOREDBA ANALITIČKE I RAČUNSKJE METODE U UTVRĐIVANJU ENERGIJSKE I NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI BEZGLUTENSKIH OBROKA

Franka Maretić, univ. bacc. nutr. 0177053003

Sažetak: Procjena kvalitete prehrane važan je dio posla svakog nutricionista, no vrlo često izazov predstavljaju tablice s kemijskim sastavom hrane. Cilj ovog rada bio je usporediti vrijednosti dobivene standardnim analitičkim metodama i računskim metodama u određivanju energijske i nutritivne vrijednosti bezglutenskih obroka. Standardnim analitičkim metodama utvrđen je udio proteina, masti, vode i pepela u 16 cjelodnevni bezglutenskih obroka prikupljenih metodom duplikat dijete. Temeljem dnevnika prehrane izračunata je energijska i nutritivna vrijednost istih obroka uz pomoć različitih baza s kemijskim sastavom hrane (hrvatskih, danskih i talijanskih). Utvrđeno je da nema značajnih razlika između analitičke i računskih metoda. Međutim, nije pronađena korelacija među metodama za proteine te je Bland – Altmanovom analizom uočeno podcjenjivanje masti računskim metodama u usporedbi s analitičkom. Unatoč tome, metode se mogu međusobno zamijeniti, no potreban je veći uzorak kako bi sa sigurnošću mogli utvrditi njihovu međusobnu zamjenjivost. Dobiveni rezultati ukazuju da ovisno o korištenoj metodi za određivanje energije, proteina, masti i ugljikohidrata postoje razlike u ostvarivanju preporuka.

Ključne riječi: *baze s kemijskim sastavom, kemijska analiza, bezglutenski obroci, energijska vrijednost, makronutrijenti*

Rad sadrži: 54 stranice, 9 slika, 12 tablica, 56 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: izv. prof. dr. sc. Martina Bituh

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. prof. dr. sc. Nada Vahčić (predsjednik)
2. izv. prof. dr. sc. Martina Bituh (mentor)
3. prof. dr. sc. Ines Panjkota Krbavčić (član)
4. prof. dr. sc. Ksenija Marković (zamjenski član)

Datum obrane: 30. lipnja 2023.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department of Food Quality Control
Laboratory for Food Chemistry and Biochemistry

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Nutrition

Graduate university study programme: Nutrition

COMPARISON OF ANALYTICAL AND CALCULATION METHODS IN DETERMINING THE ENERGY AND NUTRITIONAL VALUE OF GLUTEN-FREE MEALS

Franka Maretić, univ. bacc. nutr. 0177053003

Abstract: Assessing the quality of nutrition is an important part of the work of every nutritionist, but very often tables with the chemical composition of food are a challenge. The aim of this paper was to compare the values obtained by standard analytical methods and computational methods in determining the energy and nutritional value of gluten-free meals. Standard analytical methods were used to determine the proportion of protein, fat, water and ash in 16 complete gluten-free meals collected using the duplicate diet method. Based on the diet diary, the energy and nutritional value of the same meals was calculated with the help of different databases with the chemical composition of food (Croatian, Danish and Italian). There are no significant differences between analytical and computational methods. However, no correlation was found between the methods for proteins, and the Bland-Altman analysis showed an underestimation of fat by computational methods compared to analytical methods. Despite this, the methods are interchangeable, but a larger sample is needed to be able to confidently establish their interchangeability. The obtained results indicate that, depending on the method used to determine energy, protein, fat and carbohydrates, there are differences in the implementation of recommendations.

Keywords: *food composition databases, chemical analysis, gluten free diet, energy value, macronutrients*

Thesis contains: 54 pages, 9 figures, 12 tables, 56 references

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in: The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

Mentor: Martina Bituh, PhD, Associate professor

Reviewers:

1. Nada Vahčić, PhD, Full professor (president)
2. Martina Bituh, PhD, Associate professor (mentor)
3. Ines Panjkota Krbavčić, PhD, Full professor (member)
4. Ksenija Marković, PhD, Full professor (substitute)

Thesis defended: June 30th, 2023

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. BAZE S KEMIJSKIM SASTAVOM HRANE	2
2.1.1. Izvori podataka.....	3
2.1.2. Vrste baza s kemijskim sastavom hrane.....	4
2.1.3. Ograničenja baza podataka.....	5
2.1.4. Hrvatske baze s kemijskim sastavom hrane	6
2.1.5. Baze s kemijskim sastavom bezglutenskih proizvoda	7
2.1.6. Sustavi klasifikacije i opisa hrane	8
2.1.6.1. LanguaL	8
2.1.6.2. FoodEX2	9
2.2. PROMJENE U PROCESIMA PRIPREME HRANE KOJE UTJEČU NA HRANJIVU VRIJEDNOST.....	10
2.2.1. Faktor prirasta (<i>yield</i>) i retencijski faktori.....	10
2.3. ANALITIČKE METODE	12
2.4. RAČUNSKE METODE.....	13
2.5. USPOREDBA RAČUNSKE I ANALITIČKE METODE.....	14
3. EKSPERIMENTALNI DIO	15
3.1. OPIS ISTRAŽIVANJA.....	15
3.1.1. Uzorci.....	15
3.1.2. Kemikalije i oprema	15
3.2. METODE	17
3.2.1. Izračun kemijskog sastava jelovnika prikupljenih dnevnikom prehrane	17
3.2.2. Određivanje kemijskog sastava cjelovitih obroka prikupljenih metodom duplikat dijete	17
3.2.2.1. Određivanje suhe tvari	17
3.2.2.2. Određivanje mineralnog ostatka (pepela)	18
3.2.2.3. Određivanje proteina	18
3.2.2.4. Određivanje masti	19
3.2.2.5. Određivanje ugljikohidrata.....	20
3.2.2.6. Određivanje energije	21
3.3. OBRADA PODATAKA	21
4. REZULTATI I RASPRAVA	22
4.1. ANALITIČKI PODACI.....	22
4.2. RAČUNSKI PODACI.....	31

4.3. USPOREDBA RAČUNSKE I ANALITIČKE METODE.....	37
4.4. USPOREDBA S PREPORUKAMA	44
5. ZAKLJUČCI.....	48
6. LITERATURA.....	49

1. UVOD

Procjena kvalitete prehrane bitan je dio posla svakog nutricionista. Kako bi mogli procijeniti kakvoću prehrane, koriste se različite dijetetičke metode. Budući da su duplikat dijete preskupe, koriste se druge metode poput dnevnika prehrane i 24h prisjećanja, no tada ovisimo o tablicama s kemijskim sastavom hrane koje vrlo često predstavljaju izazov.

Baze s kemijskim sastavom hrane sadrže podatke o njezinom nutritivnom sastavu. Pouzdane i redovno ažurirane baze od velike su važnosti u mnogim aspektima prehrane, dijetetike, zdravlja, znanosti o hrani, bioraznolikosti, uzgoja biljaka, prehrambene industrije, trgovine i regulacije hrane (Fairulnizal i sur., 2020). Nadalje, tablice sastava hrane mogu pružiti i korisne informacije o kemijskim oblicima hranjivih tvari te prisutnosti i količinama komponenti koje međusobno djeluju, kao i informacije o njihovoj bioraspoloživosti (Elmadfa i Meyer, 2010). Međutim, iako su baze podataka s kemijskim sastavom hrane važan i moćan alat, njihova upotreba može biti ograničena zbog nekoliko čimbenika (Ispirova i sur., 2020). Najkvalitetniji podaci dobivaju se analitičkim metodama određivanja komponenti hrane, no potrebno je zadovoljiti neke kriterije kako bi dobili točne i pouzdane rezultate (Fairulnizal i sur., 2020). Analitičke metode su skupe i dugotrajne te zahtijevaju opremu i osoblje adekvatno za provođenje kompliciranih procedura te se pri tome brojni faktori moraju uzeti u obzir (Marconi i sur., 2018). Iako se analitičke metode smatraju najtočnijima, zbog njihove složenosti koriste se druge metode poput izračuna pomoću baza s kemijskim sastavom hrane, stoga je takve metode potrebno održavati i unaprjeđivati kako bi određivanje kemijskog sastava hrane bilo što jednostavnije i točnije (Silva i sur., 2021).

Cilj ovog rada bio je usporediti sadržaj energije, proteina, masti i ugljikohidrata cjelodnevni bezglutenskih obroka, prikupljenih metodom duplikat dijete određene kemijskom analizom s računskom analizom dnevnika prehrane prikupljenih za iste obroke pomoću različitih baza podataka s kemijskim sastavom hrane. U istraživanju je korišten Bland – Altmanov statistički pristup koji daje detaljne podatke o odnosima dviju tehnika te može kvantificirati stupanj bilo koje razlike između metoda i identificirati bilo kakvu sustavnu pristranost. Ispituje se pretpostavka da se ove dvije metode mogu naizmjenično koristiti u određivanju energije i makronutrijenata. Također, cilj je bio utvrditi hoće li s obzirom na korištenu metodu postojati razlika u ostvarivanju preporuka za unos proteina, masti i ugljikohidrata ove populacije.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. BAZE S KEMIJSKIM SASTAVOM HRANE

Baze s kemijskim sastavom hrane, odnosno tablice ako su ispisane ili u PDF formatu, sadrže informacije o njezinom nutritivnom sastavu (Pehrsson i Haytowitz, 2016). Vjerodostojnost i ažuriranost podataka od velike su važnosti za nutricionizam, dijetetiku, znanost o prehrani, bioraznolikost, prehrambenu tehnologiju, trgovinu i regulaciju hrane. Ove tablice koriste se u nutricionističkoj analizi, procjeni unosa hranjivih tvari, označavanju nutritivnih deklaracija, istraživanjima koja se bave povezanošću prehrane i bolesti, planiranju prehrane te u nacionalnoj politici hrane i prehrane (Fairulnizal i sur., 2020). U nekim slučajevima, poznavanje sastava određene hrane može biti korisno kako bi se otkrilo krivotvorenje i druge prijevare. Kako bi se omogućila sigurnost i kvaliteta hrane, osnovan je Codex Alimentarius, skup međunarodno priznatih standarda, smjernica i kodova dobre prakse kojima je glavna svrha zaštita potrošača i promicanje pravedne prakse (FAO, 2022)

Podaci dostupni u bazama obuhvaćaju energiju, makronutrijente koji su nam potrebni u većim količinama (ugljikohidrati, masti, proteini), njihove komponente (npr. šećer, škrob, masne kiseline) i mikronutrijente potrebne u nešto manjim količinama (vitamini i mineralne tvari) (EuroFir, 2022). Od sve većeg interesa su i biološki aktivne komponente koje mogu imati zaštitni učinak kod pojedinih bolesti kao što su karcinom i koronarna bolest srca (Pehrsson i Haytowitz, 2016). Neadekvatan unos nekih makronutrijenata i mikronutrijenata može rezultirati negativnim ishodima, posebice ako se radi o osobama koje su oboljele od neke bolesti (Resman i sur., 2019).

Smatra se da su prve tablice sa sastavom hrane nastale još 1818. godine te da su bile razrađene u obliku ljestvice uhranjenosti, a nastale su s ciljem opskrbe hranom u zatvorima. Međutim, tablice s kemijskim sastavom hrane u formatu kakvom danas poznajemo objavljene su krajem 19. stoljeća. Prva europska tablica objavljena je u Njemačkoj 1878. Također, jednima od najranije objavljenih tablica smatraju se tablice nastale u SAD-u 1896. koje su uključivale gotovo 2600 analiza širokog spektra namirnica glavnih skupina, kao i neke prerađene namirnice (Church, 2006). Početkom 20. stoljeća nastaje baza Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država (engl. *United States Department of Agriculture, USDA*), jedna od danas najvažnijih i najopširnijih baza na svijetu, a 1949. godine Organizacija za prehranu i poljoprivredu (engl. *Food and Agriculture Organization, FAO*) objavom „Tablica sa sastavom

hrane za međunarodnu uporabu“ započinje svoj rad. Od tih trenutaka baze sa sastavom hrane neprestano se razvijaju i ostaju središte u nutricionističkim istraživanjima i smjernicama unatoč nedostacima što se tiče znanja o ulozi komponenti hrane i njihovim interakcijama unutar matriksa hrane te učincima na zdravlje (Delgado i sur., 2021).

Podaci dostupni u europskim i svjetskim bazama podataka variraju s obzirom na kvalitetu, ovisno o načinu na koji su dobiveni i izvoru iz kojeg dolaze. Kako bi se podaci identificirali, brojne države koriste šifre i reference za vrste podataka i izvore (EuroFir, 2022).

2.1.1. Izvori podataka

Izvori podataka su originalne, pripisane, izračunate i posuđene vrijednosti.

Izvorne analitičke vrijednosti imaju najveću prednost, a uzete su iz objavljenih ili neobjavljenih laboratorijskih izvješća koja su prošla odgovarajuću provjeru kvalitete, a bez obzira jesu li analize rađene isključivo za bazu podataka ili ne (Ispirova i sur., 2020). Analitički programi financirani su od strane državnog proračuna vlade te kroz suradnju s drugim vladinim organizacijama, prehrambenom industrijom i akademskim institucijama. Uzorci hrane analiziraju se službenim analitičkim metodama te je potreban dovoljan broj uzoraka kako bi se ispitala promjenjivost hrane, kontrola kvalitete i odgovarajuća statistička metoda za prikupljanje podataka (Pehrsson i Haytowitz, 2016).

Pripisane vrijednosti izvedene su od analitičkih vrijednosti slične (npr. druga sorta jabuke) ili drugog oblika iste hrane (npr. sirova i kuhana) (Ispirova i sur., 2020) uz korekciju sadržaja vode ili su regulirane prema osnovnoj hranjivoj tvari, npr. masne kiseline prema ukupnoj količini masti ili aminokiseline prema ukupnoj količini proteina (Pehrsson i Haytowitz, 2016). Glavni problem je izbor namirnice koja je slična namirnici od interesa pa je kod ove metode jako bitno poznavati hranu i hranjive tvari te imati iskustva u njihovu usklađivanju, a o procijenjenim vrijednostima i načinu na koje su procijenjene treba biti dostavljena dokumentacija. Ovakva procjena se mora provoditi pažljivo i samo onda kada nisu izvedive druge opcije (Rand, 1991).

Izračunate vrijednosti dobivaju se iz recepata za neko jelo, a koriste se za procjenu nutritivnog sastava tog jela. Vrijednosti se izračunavaju iz nutritivnog sastava svih komponenti tog jela te se korigiraju ovisno o promjenama koje nastaju tijekom termičke obrade, npr. smanjenju ili porastu mase hrane, a koji se računaju uz pomoć faktora prirasta (engl. *yield faktor*) (Ispirova i

sur., 2020). Na primjer, kod pečenja dolazi do gubitka vode, a time i gubitka mase, dok kod kuhanja tjestenine ili riže dolazi do povećanja mase jer te namirnice kuhanjem zadržavaju vodu. Također, može doći i do gubitka masti (npr. kod kuhanja mesa) ili njenog povećanja (npr. kod dubokog prženja) (Church, 2015).

Posuđene vrijednosti su vrijednosti uzete iz drugih tablica ili baza podataka (Ispirova i sur., 2020). Kod korištenja ovog pristupa, potrebno je osigurati da su posuđeni podaci kompatibilni s bazom podataka koja posuđuje (EuroFir, 2023). Ovo je najčešći način za dobivanje podataka za baze posebne namjene, a uobičajeni izvori su velike referentne baze podataka kao što je USDA. Problem kod posuđivanja podataka je taj što često nedostaju potpuni opisi namirnica. Unatoč tome, posuđivanje podataka je bitno kada analize nisu praktične, a ne postoji drugi način za dobivanje kvalitetnih podataka (Rand, 1991).

U mnogim slučajevima je poznato da nekog nutrijenta nema u određenoj hrani, npr. kolesterola u biljnom ulju, pa se tada te vrijednosti navode kao nula (Pehrsson i Haytowitz, 2016).

Upravljanje i objava podataka odvija se uz pomoć niza alata za rukovanje podacima, najčešće relacijskih baza podataka, iako se još uvijek neki skupovi sastavljaju i objavljuju u formatu proračunske tablice. Standardi za baze podataka postoje, no njihova struktura još uvijek nije u potpunosti standardizirana i ovisi o izvoru podataka te o znanju i stručnosti sastavljača podataka (Kapsokefalou i sur., 2019).

2.1.2. Vrste baza s kemijskim sastavom hrane

Više je vrsta baza podataka s kemijskim sastavom hrane. Najčešće se koriste nacionalne baze podataka koje su razvijene za određenu državu, kao što su standardne reference razvijene od strane USDA čije je prvo izdanje postalo dostupno 1980. godine, a kasnije je tiskani oblik zamijenjen programom za online pretraživanje u kojem korisnici mogu tražiti sadržaj hranjivih tvari u namirnicama. Osim nacionalnih, postoje i regionalne, razvijene u područjima s više manjih zemalja koje dijele sličnu klimu i kuhinju, npr. zapadnoafrička baza koju je razvila FAO. Baze podataka posebnog interesa razvijaju se za niz različitih spojeva, a mogu biti sadržane u dodatnim tablicama u bazama u kojima vrijednosti za sve namirnice nisu dostupne. Ove baze obično se razvijaju za hranjive tvari koje su od interesa za istraživače različitih bolesti.

Velik broj ovih podataka je proširen, ažuriran i uklopljen u standardne reference (Pehrsson i Haytowitz, 2016).

Baza podataka ministarstva poljoprivrede SAD-a osnova je za druge baze podataka u zemlji i u svijetu, a koristi se u istraživanjima, obrazovanju te u praćenju prehrane (Marriott i sur., 2020).

2.1.3. Ograničenja baza podataka

Izazovi u usklađivanju pristupa kod prikupljanja i objavljivanja podataka o prehrani, zdravlju i načinu života postoje oduvijek. Obrada podataka i njihovo objavljivanje u elektroničkom obliku čini ih dostupnijima i rukovanje njima je uvelike olakšano. Međutim, kvaliteta podataka, formati razmjene i dokumentacija sve su veći problem. Tri su glavna ograničenja baza podataka: varijabilnost sastava hrane između različitih država, starost podataka i nepotpuna pokrivenost nutrijenata, odnosno nedostatak podataka. Budući da je hrana biološki materijal, podložna je promjenama što se tiče sastava te baze podataka ne mogu predvidjeti takve promjene (Ispirova i sur., 2020). Na te promjene utječu uvjeti uzgoja, promjena poljoprivredne prakse, razvoj uzgoja biljaka, promjene u metodama prerade, promjene u očekivanjima potrošača te pripremi hrane (Kapsokefalou i sur., 2019). Varijacije također postoje među istom hranom u različitim zemljama te se te razlike ne mogu uvijek usporediti unatoč usklađivanju opisa hrane, terminologije hranjivih tvari, analitičkih metoda i izračuna te je zato potrebna standardizacija (Ispirova i sur., 2020). Svaka zemlja ima vlastiti, specifičan uzorak potrošnje hrane pa tako postoje hrana i recepti koji su specifični za neku zemlju. Također, bioraznolikost ima značajan utjecaj na sastav jer hranjive vrijednosti mogu znatno varirati među različitim vrstama iste hrane. Upravo iz tih razloga svaka bi zemlja trebala imati svoje podatke. Mnoge takve nacionalne ili regionalne baze često ne sadrže sve podatke ili su podaci zastarjeli, a neke zemlje uopće nemaju svoje baze podataka već posuđuju podatke iz javno dostupnih baza podataka, što često dovodi do pogrešaka (INFOODS, 2022). Unatoč tome, baze podataka se sve više koriste na međunarodnoj razini. Međunarodne mreže, kao što su Međunarodna mreža sustava podataka o hrani (engl. *International Network of Food Data Systems, INFOODS*) i Europska mreža za izvore informacija o hrani (engl. *European Food Information Resource Network of Excellence, EuroFIR*) razvijaju standarde, smjernice i osposobljavanja s ciljem da pomognu proizvođačima i onima koji sastavljaju podatke da ih i standardiziraju (Silva i sur., 2021).

Baze bi trebale sadržavati složena jela karakteristična za određenu populaciju, u sirovom i kuhanom obliku, uzimajući u obzir da obrada hrane može znatno utjecati na sastav hrane. Nedostacima možemo pridodati i to što su uz srednju vrijednost svake komponente namirnice rijetko prikazani brojevi ispitivanih uzoraka i procjena pogreške (standardna devijacija), nedostupnost uvida u troškove potrebne za potpuni pristup nekim bazama te kompleksnost i izazove u organizaciji nekih baza koje ugrožavaju adekvatnu upotrebu istih, čak i od strane stručnjaka (Silva i sur., 2021).

2.1.4. Hrvatske baze s kemijskim sastavom hrane

Prve hrvatske tablice objavio je Odjel za higijenu prehrane tadašnjeg Centralnog higijenskog zavoda u Zagrebu u suradnji s Glavnim odborom Crvenog križa NR Hrvatske 1959. godine pod nazivom „Kalorične tablice – Vitamini i minerali“ koje su deset godina kasnije ažurirane i ponovno objavljene. Zbog potrebe poznavanja kemijskog sastava svih namirnica i pića u svrhu planiranja prehrane, ispitivanja uhranjenosti i procjene rezultata ispitivanja potrošnje hrane, 1971. godine izdane su „Tablice o sastavu i prehrambenoj vrijednosti namirnica i pića“ (Brodarec, 1971) u kojima su podaci o sastavu i prehrambenoj vrijednosti pojedinih živežnih namirnica dobiveni kompilacijom podataka iz velikog broja stručnih časopisa i monografija domaćih i stranih autora te su uspoređeni s rezultatima analiza naših analitičkih laboratorija i uvršteni su samo oni podaci koji su se podudarali s analizama. S vremenom je došlo do promjena nekih analitičkih postupaka, a i do potrebe za većim brojem analitičkih podataka pa su 1990. izdane nove „Tablice o sastavu hrane i pića“ (Kaić-Rak, 1990). Većina podataka u ovim tablicama preuzeta je iz nacionalnih tablica i stručnih časopisa, a dio je dobiven analizom u laboratoriju. Namirnice i pića u tablicama podijeljene su u deset skupina: mlijeko i mliječni proizvodi; meso, divljač, perad, ribe, jaja i proizvodi; masti, ulja i proizvodi; leguminoze, žitarice i proizvodi; šećer, med, slatkiši; povrće i proizvodi; voće i proizvodi; pića i napici; začini, mirodije i industrijske juhe; industrijski proizvodi za dijetnu hranu. U svakoj skupini postoje podskupine u kojima su namirnice svrstane po abecednom redu i svaka od njih ima svoju četveroznamenkastu šifru. Podaci obuhvaćaju količinu jestivog dijela, sadržaj vode, energijsku vrijednost, sadržaj proteina, masti, ugljikohidrata, alkohola te vitamina i mineralnih tvari, a svi analitički podaci izraženi su na 100 grama jestivog dijela.

Tablice sadrže i podatke o faktorima za izračunavanje proteina iz sadržaja ukupnog dušika u namirnicama te ukupnih masnih kiselina na ukupnu količinu masti kao i listu najčešćih masnih kiselina u namirnicama. Tablice s kemijskim sastavom namirnica „Što jedemo?“ (Kulier, 2001) proširen su i dopunjen nastavak prethodnog izdanja objavljenog 1990. godine, a kombinacija su švedskih, njemačkih, američkih i britanskih tablica te su ujedno i prve višejezične tablice kemijskog sastava namirnica (hrvatsko, englesko, njemačke).

2.1.5. Baze s kemijskim sastavom bezglutenskih proizvoda

Osim osoba oboljelih od celijakije i onih osjetljivih na gluten, interes prema bezglutenskoj hrani povećan je i kod osoba koje eksperimentiraju sa svojom prehranom iz drugih zdravstvenih razloga, a prehrana bez glutena dio je tog trenda (Fajardo i sur., 2020). Kako bi se mogao procijeniti unos hranjivih tvari kod osoba s celijakijom i onih koji su na bezglutenskoj prehrani potrebne su potpune baze podataka sa sastavom hrane bez glutena (Fiori i sur., 2022). Neke zemlje poput Italije i Španjolske razvile su bazu podataka s kemijskim sastavom bezglutenskih namirnica, a informacije o sastojcima i nutritivnom sastavu preuzete su s deklaracija namirnica koje su imale tvrdnju da se radi o bezglutenskom proizvodu (Fajardo i sur., 2020).

Studija provedena u Austriji (Missbach i sur., 2015) imala je za cilj razviti bazu podataka s kemijskim sastavom bezglutenskih namirnica na bazi žitarica dostupnih u toj zemlji. Sadržaj hranjivih tvari za 162 deklarirane bezglutenske namirnice procijenjen je u odnosu na odgovarajuću hranu koja sadrži gluten iz dvije baze podataka te je uspoređen njihov sastav te cijena. Energija, ugljikohidrati, ukupne masti i zasićene masne kiseline te vlakna i šećeri nisu se razlikovali između bezglutenskih i proizvoda koji sadrže gluten, no sadržaj proteina je u bezglutenskim proizvodima bio manji. Proizvodi bez glutena bili su znatno skuplji, a rezultati su pokazali i da su neki mikronutrijenti kritični u ovim proizvodima te da bi to trebalo uzeti u obzir u budućim formulacijama.

U Kanadi je razvijena baza podataka s bezglutenskim proizvodima koji se konzumiraju u toj zemlji temeljena na popisu sastojaka tih proizvoda. Većina bezglutenskih proizvoda imala je nizak udio zasićenih masnih kiselina i kolesterola, no samo 15 % od ukupno 167 namirnica imalo je nizak udio ukupnih masti, a 6 % je bilo bez šećera. Ovaj alat bitan je za nutricioniste koji rade s pojedincima kojima je bezglutenska prehrana terapija budući da je razumijevanje

kakvoće prehrane takve populacije otežano zbog nedostatka dostupnih podataka o sastavu bezglutenske hrane u pojedinim zemljama (Jamieson i sur., 2022).

U epidemiološkim studijama koje su ispitivale utjecaj glutena na zdravlje bila je potrebna procjena unosa glutena kod sudionika studije, stoga su Jasthi i sur. (2020) postojeću bazu koordinacijskog centra za prehranu sveučilišta u Minnesoti (NCC) nadopunili s vrijednostima za gluten. Vrijednosti glutena dodane su svakoj namirnici u bazi, odnosno preko 18000 namirnica. Kod dodjeljivanja vrijednosti glutena namirnicama za bazu podataka došlo je do nekoliko ograničenja. Pri unošenju podataka za robne marke prehrambenih proizvoda, ove baze su se oslanjale na podatke s deklaracija namirnica. Ako su podaci o sastojcima s deklaracije proizvođača netočni, mogu rezultirati i netočnom procjenom glutena. Na deklaraciji mogu nedostajati pojedinosti o vrsti škroba ili modificiranog škroba. Također, sastojci koji su navedeni kao manje od 2 % mase proizvoda mogu biti izostavljeni u ukupnom profilu nutritivnog sastava te se njihov potencijalan doprinos glutenu u namirnici ne može utvrditi. Gluten koji bi mogao biti prisutan u namirnici putem unakrsne kontaminacije ne može se utvrditi kod procjene glutena samo iz izjave o sastojcima namirnice. Ove nedostatke treba uzeti u obzir pri korištenju vrijednosti glutena iz ovih baza podataka. Međutim, ovi podaci mogu biti korisni u određivanju je li udio glutena u prehrani nizak ili visok.

2.1.6. Sustavi klasifikacije i opisa hrane

2.1.6.1. *LanguaL*

Sistematičan opis hrane bitan je za prikupljanje, obradu i širenje podataka o sastavu hrane. U tu svrhu osmišljen je višejezični pojmovnik pod nazivom *LanguaL* ili „jezik hrane“. Rad na *LanguaL*-u započeo je Centar za sigurnost hrane i primijenjenu prehranu (engl. *Center for Food Safety and Applied Nutrition, CFSAN*) Agencije za hranu i lijekove Sjedinjenih američkih država (engl. *Food and Drug Administration, FDA*) kasnih 1970.-ih, a od 1996. se proširio i na Europu. *LanguaL* je višejezični sustav koji služi kako bi se svaka namirnica sistematizirano opisala kombinacijom karakteristika koje se kategoriziraju i kodiraju za računalnu obradu te se ti kodovi mogu koristiti za dohvaćanje podataka o hrani iz vanjske baze podataka. Svaka hrana opisana je skupom standardnih kontroliranih izraza za nutritivnu ili higijensku kakvoću hrane, npr. biološko podrijetlo, metode kuhanja i konzerviranja te tehnološka obrada (Moller i Ireland,

2017). Više od 27000 namirnica u europskim bazama podataka s kemijskim sastavom hrane sada je indeksirano na *LanguaL*-u. kako bi se olakšalo pretraživanje i dohvaćanje u kontekstu EuroFIR eSearch prototipa. Također, USDA nacionalna baza podataka s kemijskim sastavom hrane sada je djelomično indeksirana na *LanguaL*-u te je ukupno više od 35000 namirnica iz američkih, europskih i drugih zemalja sada indeksirano na *LanguaL*-u (Ireland i Moller, 2013). *LanguaL* je sustav koji se sastoji od 14 aspekata opisa prehrambenih proizvoda, uključujući biljni i životinjski izvor hrane, kemijske aditive, procese konzerviranja ili kuhanja, te pakiranje. Koristi se za indeksiranje brojnih baza podataka s kemijskim sastavom hrane za porcije uobičajenih i brendiranih prehrambenih proizvoda (FoodOn, 2020).

2.1.6.2. *FoodEX2*

FoodEX2 jednostavan je i sofisticiran sustav za klasifikaciju i opis hrane razvijen od strane Europske agencije za sigurnost hrane (engl. *The European Food Safety Authority, EFSA*) (Global dietary database, 2019) koji najbolje predstavlja karakteristike hrane korisne u studijama procjene izloženosti i povezivanju baza podataka s potrošnjom. Sustav se sastoji od tri vrste kategorija hrane koje predstavljaju tri različite razine u prehrambenom lancu, odnosno proces obrade od sirove hrane do složene. Ukupno je 21 skupina namirnica koje su jasno definirane i detaljno opisane te svaka namirnica pripada samo jednoj skupini. Svojstva svake namirnice opisana su s različitih stajališta, tj. opisani su sastojci, materijali pakiranja, način proizvodnje, kvalitativne informacije, proces itd (Durazzo i sur., 2019).

2.2. PROMJENE U PROCESIMA PRIPREME HRANE KOJE UTJEČU NA HRANJIVU VRIJEDNOST

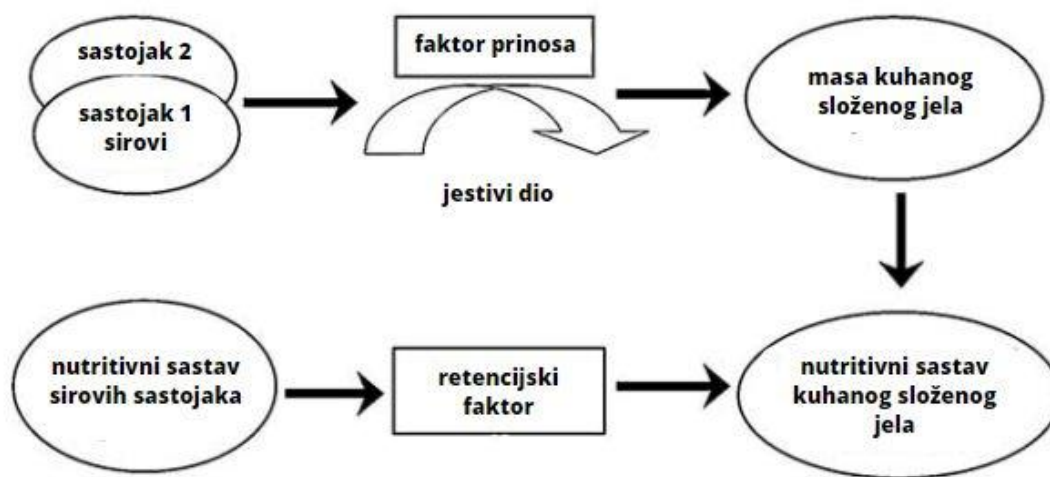
Obrada i skladištenje hrane mogu imati utjecaja na hranjive tvari i njihovo fiziološko djelovanje. Prilikom različitih metoda obrade može doći do promjene strukture hrane i njezine bioraspoloživosti. Budući da je interes potrošača za visoku nutritivnu kvalitetu i utjecaj hrane na zdravlje u porastu, znanstvenici i prehrambena industrija pokušavaju razviti nove metode obrade koje mogu osigurati proizvode visoke kvalitete sa stabilnim rokom trajanja. Biokemijske i nutritivne promjene koje se odvijaju u namirnicama mogu biti negativne i pozitivne. Od negativnih može se istaknuti stvaranje spojeva u mesu kao što su policiklički aromatski ugljikovodici i heterociklički aromatski amini (Orlien i Bolumar, 2019). Kod korištenja baza podataka za izračun unosa hranjivih tvari postoji određena razina netočnosti jer se sastav namirnica koje se konzumiraju može razlikovati od onog u tablicama (Emmett i sur., 2019). Osim ovih, može doći do promjena u masi i sastavu hrane koje ovise o brojnim čimbenicima, npr. vrsti sastojaka, načinu kuhanja, opremi, temperaturi i vremenu. O tome govore faktori prirasta (engl. *yield factor*) i retencijski faktori (Bognar, 2002).

2.2.1. Faktor prirasta (*yield*) i retencijski faktori

Faktor prirasta je termin koji označava masu hrane nakon pripreme ili obrade hrane. Prilikom pripreme i obrade sirove hrane može doći do promjene njezine mase. To ovisi o njezinom sastavu, metodi kuhanja, temperaturi, vremenu i opremi korištenoj pri obradi. Promjene do kojih može doći su apsorpcija vode (npr. kuhanje tjestenine i riže), redukcija vode (npr. pečenje kruha, prženje mesa), redukcija alkohola (npr. umaci), zadržavanje masti (npr. duboko prženje krumpira), gubitak masti i apsorpcija soli (npr. u kipućoj vodi). Postoje slučajevi kad se hrana priprema s dijelovima koji nisu jestivi, npr. kuhanje jaja s ljuskom, priprema piletine s kostima i sl. Zato je u većini europskih baza podataka sastav hrane iskazan na 100 grama jestivog dijela.

Retencijski faktor izraz je za ono što se zadržava u sadržaju hranjivih tvari koji ostaju nakon pripreme i obrade hrane, a ovisi o temperaturi, vremenu, tlaku i drugim parametrima u kuhanju. Sadržaj hranjivih tvari usko je povezan s promjenama masti i vode, stoga su *yield* faktori uključeni u eksperimentalno određivanje retencijskih faktora (Vásquez-Caicedo i sur., 2005).

Yield i retencijski faktori direktno su povezani s izračunima receptura za složenu hranu. Ovim putem moguće je procijeniti sadržaj hranjivih tvari pripremljene hrane za objavljivanje u baze podataka prema pojedinačnim sastojcima te se preko faktora mogu izračunati vrijednosti koje nedostaju. Također, budući da se većina hrane konzumira skuhanu ili pripremljena na neki drugi način, upotreba ovih faktora pouzdana je za procjenu unosa hranjivih tvari u istraživanjima u nutricionizmu (Vásquez-Caicedo i sur., 2005). Slika 1 prikazuje pregled postupka izračuna recepture.

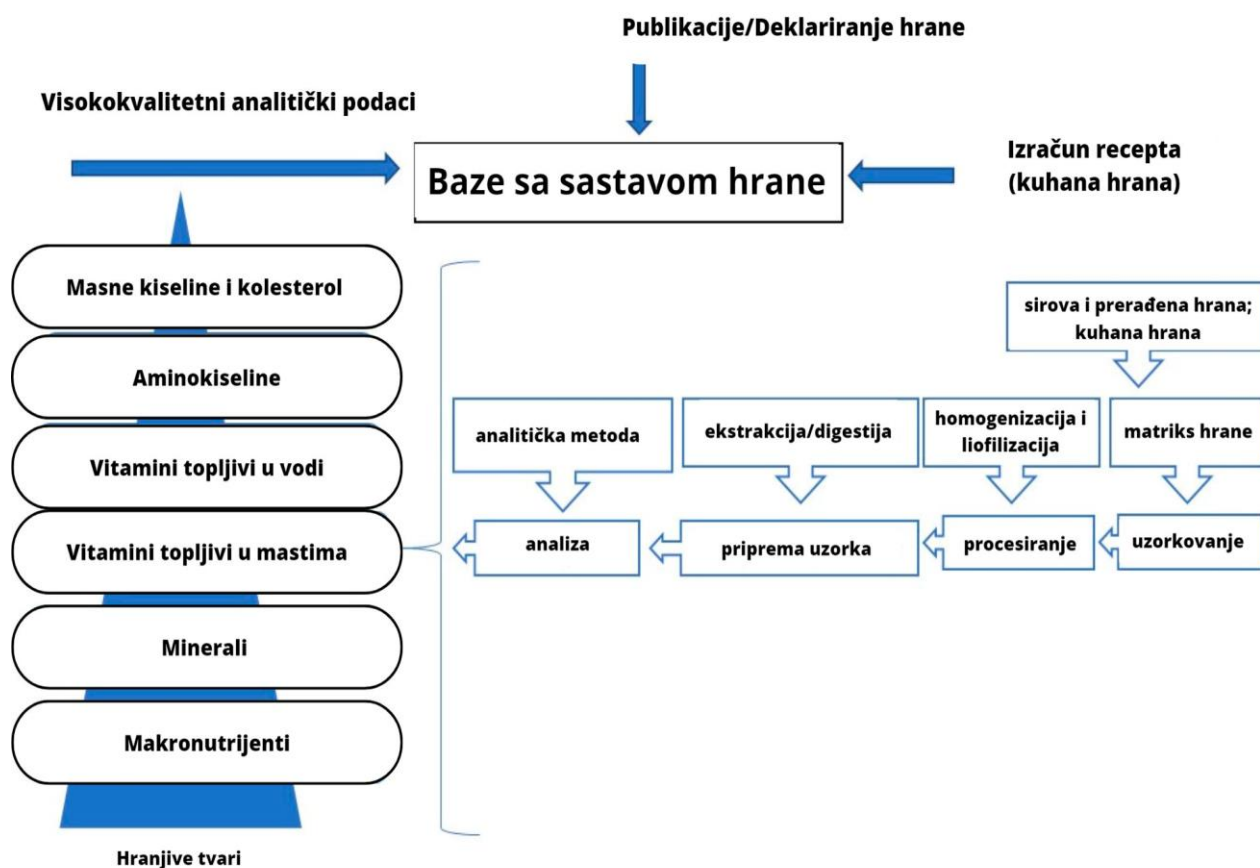


Slika 1. Pregled postupka izračuna nutritivnog sastava kuhanog složenog jela određene recepture (prema Reinivuo i sur., 2009)

2.3. ANALITIČKE METODE

Analitički podaci dobivaju se direktnom analizom uzoraka hrane i u većini slučajeva su najkvalitetniji izvor podataka. Analitičar i laboratorij uključeni u analizu moraju zadovoljiti kriterije dobre proizvođačke prakse (Fairulnizal i sur., 2020) te kako bi vrijednosti dobivene analitičkim metodama bile reprezentativne, potrebno je pravilno rukovati uzorkom te odabrati odgovarajuću metodu za analizu komponenti hrane, kao i odgovarajuće materijale za kontrolu kvalitete za validaciju rezultata (Marriott i sur., 2020). Rukovanje uzorkom i njegova priprema ključan je korak u kemijskoj analizi kako bi očuvali integritet uzorka tijekom njegova skladištenja i pripreme te ima temeljni utjecaj na analitičku izvedbu. Svaka pogreška u procesu pripreme uzorka može narušiti kvalitetu podataka u svim kasnijim fazama analize. Pouzdani podaci mogu se dobiti samo pažljivom izvedbom odgovarajućih metoda. Pri odabiru metoda preporuča se uzeti u obzir one odobrene od strane Udruge službenih analitičkih kemičara (engl. *Association of Official Analytical Chemists, AOAC*), čija je pouzdanost utvrđena studijama koje uključuju nekoliko laboratorija na lokalnoj ili međunarodnoj razini i koje su primjenjive na širok spektar hrane. Također, odabrana metoda mora biti pouzdana (specifična, točna i osjetljiva), robusna i praktična (brza, jeftina, sigurna). Analitička kemija stalno razvija nove tehnike s ciljem da budu još robusnije, brže, jeftinije i lakše za korištenje (slika 2) (Fairulnizal i sur., 2020). Kod razvijanja baza važno je imati kvalitetne podatke. USDA je razvila sustav za procjenu analitičkih podataka koji uključuje plan uzorkovanja, rukovanje uzorcima, broj uzoraka, analitičku metodu i analitičku kontrolu kvalitete. Svaka od ovih točaka se boduje te zbroj predstavlja indeks kvalitete za svaku hranjivu tvar. Kako bi procjena podataka bila ispravna, ključno je da te informacije budu uključene u člancima u časopisima i drugim izvješćima (Pehrsson i Haytowitz, 2016).

Kako bi se dodao u bazu s kemijskim sastavom hrane, ključan je točan i sveobuhvatan opis hrane. Dobar opis mora sadržavati naziv hrane, način na koji je obrađena, kako se priprema te dodane sastojke. Za hranu biljnog i životinjskog podrijetla treba navesti kultivar, odnosno pasminu, kao i znanstveni naziv. Boja, zrelost i otpad trebaju biti opisani te navedeni jestivi dijelovi. Kod zamrznute hrane treba biti naznačeno je li ona spremna za konzumaciju ili ju treba pripremiti, konzervirana hrana mora imati podatak je li analiziran cijeli sadržaj konzerve ili samo ocijedena kruta tvar, a ako je hrana pržena, trebalo bi navesti vrstu ulja koje je korišteno. FAO/INFOODS je razvio Smjernice za provjeru podataka o sastavu hrane prije objave u baze podataka (Marriott i sur., 2020).



Slika 2. Pregled procesa analize hrane za baze sa kemijskim sastavom hrane (prema Fairulnizal i sur., 2020)

2.4. RAČUNSKE METODE

Za razvoj baza s kemijskim sastavom hrane potrebni su brojni izračuni. Oni uključuju izračun proteina iz dušika uz pomoć faktora, izračun energije iz ostalih komponenti (proteina, masti, ugljikohidrata i alkohola ukoliko je prisutan), dobivanje ugljikohidrata iz razlike, ukupnih šećera zbrojem pojedinačnih, vitamina A iz karotenoida i ukupnih zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina zbrojem individualnih masnih kiselina u svakoj skupini (Marriott i sur., 2020). Na primjer, izračun proteina iz dušika pomoću Kjeldalove metode koji se dobiva množenjem sadržaja dušika s faktorom, može dovesti do precjenjivanja sadržaja proteina, što zbog značajne količine neproteinskog dušika, što zbog toga što je korišteni faktor previsok. Nadalje, jednostavna obrada hrane npr. rezanje salate ili skladištenje voća može dovesti do smanjenja sadržaja vitamina C, kao što se i neke hranjive tvari mogu uništiti tijekom toplinske obrade. Stoga u izračunima hranjivih vrijednosti recepata treba uzeti u obzir faktore

prinosu i retencijske faktore. Dakle, možemo zaključiti da su izračuni receptura ponekad poprilično sofisticirani izračuni koji uzimaju u obzir prinos nakon pripreme hrane, kao i korekciju za gubitak vitamina i mineralnih tvari nakon pripreme (Møller 2020).

Proces analize recepata uključuje nekoliko koraka. Prvi je utvrđivanje mase svakog sastojka. Količina sastojaka može biti izražena kao masa, volumen, kuhinjske mjere (npr. žlica) ili jedinice (npr. jedan srednji luk). Za izračun potrebno je sve jedinice pretvoriti u masu (grame), a ako namirnica sadrži otpad potrebno ga je odvojiti i izvagati samo jestivi dio. Nadalje, za svaki sastojak potrebno je iz baza s kemijskim sastavom odabrati odgovarajući profil hranjivih tvari, a zatim se izračuna sadržaj hranjivih tvari u jelu. Za kuhanu hranu određuju se faktor prirasta i retencijski faktor, a za nekuhanu složenu hranu i jela izračun se temelji na relativnoj masi svakog sastojka i hranjivima tvarima (Church, 2015).

2.5. USPOREDBA RAČUNSKE I ANALITIČKE METODE

Sve veće zanimanje ljudi za ono što jedu i obvezno deklariranje nutritivnog sastava dovelo je do povećane potrebe za što potpunijim podacima u tablicama s kemijskim sastavom hrane. Iako je direktna kemijska analiza najpouzdaniji način određivanja sastava, ta metoda je jako skupa, dugotrajna te zahtijeva komplicirane procedure, adekvatnu opremu i osoblje. Također, varijabilnost pripreme istog recepta i novi proizvodi na tržištu dodatno otežavaju analizu složenih jela. Zato se kod izračuna nutritivne vrijednosti složenih jela mora uzeti u obzir priprema i termička obrada za što se koriste različiti faktori. Za izračun se koriste različite metode (Marconi i sur., 2018). Unatoč tome što je analitička metoda određivanja sastava hrane zlatni standard, zbog troškova i ostalih navedenih zahtjeva za njeno provođenje, koriste se druge metode poput posuđivanja vrijednosti iz analitičkih podataka slične hrane ili slične pripreme iste hrane te posuđivanja podataka iz drugih izvora (Silva i sur., 2021).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. OPIS ISTRAŽIVANJA

3.1.1. Uzorci

Analizirano je ukupno 16 uzoraka cjelodnevni bezglutenskih obroka prikupljenih u istraživanju koje se bavilo utvrđivanjem glutena u bezglutenskim obrocima (Šarin, 2021). Obroke su konzumirala djeca u dobi 3-15 godina s dijagnozom celijakije koji se pridržavaju bezglutenske dijetae dulje od 6 mjeseci, a prikupili su ih roditelji metodom duplikat dijetae. Roditelji su dobili pisane upute za prikupljanje hrane metodom duplikat dijetae, a hrana se prikupljala dva dana, jedan dan je bio radni, a drugi dan vikenda. Uz provođenje duplikat dijetae roditelji su vodili i dnevnik prehrane za koji su također dobili detaljne upute. Zapisivali su svaku vrstu hrane i pića koje je njihovo dijete konzumiralo tijekom ta dva dana, a uz to i proizvođača hrane i pića te vrijeme konzumacije. Količina hrane mjerena je vaganjem ili procjenom pomoću kuhinjskog posuđa i pribora. Uzorci su nakon pripreme skupljeni u vrećice i smrznuti te kao takvi dostavljeni na analizu u Laboratorij za kemiju i biokemiju hrane PBF-a. Svaki uzorak je prije analize najprije odmrznut na sobnoj temperaturi, a zatim je provedena kemijska analiza.

3.1.2. Kemikalije i oprema

Kemikalije

- koncentrirana sumporna kiselina (H_2SO_4 , $\rho = 1,84 \text{ g/cm}^3$, p.a.)
- vodikov peroksid (konc. H_2O_2)
- borna kiselina (4 % H_3BO_3)
- natrijev hidroksid (40 % NaOH)
- klorovodična kiselina (HCl, 0,1000 mol/L)
- klorovodična kiselina (HCl 1:2)
- Kjeldahlove tablete ($K_2SO_4 + CuSO_4$, Merck KGaA Njemačka)

Laboratorijska oprema i pribor

Posuđe i pribor:

- plastične i metalne žličice
- staničevina
- aluminijska folija
- aluminijske posudice s poklopcem (s kvarcnim pijeskom i staklenim štapićem)
- eksikator
- kivete za Kjeltrec sustav (500 mL)
- menzura (15 mL, 50 mL)
- trbušaste pipete (5 mL, 25 mL)
- propipeta
- Erlenmeyerove tikvice (100 mL)
- porculanske zdjelice
- plamenik
- stakalca
- filter papir
- indikator lakmus papir
- petrijeve zdjelice
- tikvice okruglog dna
- stakleni štapić

Uređaji

- analitička vaga tip 2615, Tehtnica, Železniki
- sušionik tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb
- Kjeltrec sustav (KjeltrecTM 8100, TecatorTM Line, FOSS)
- blok za spaljivanje (Digestion system 6, 1007 Digester)
- mufolna peć tip Heraeus KR-170, W.C. Heraeus GmbH, Hanau

3.2. METODE

3.2.1. Izračun kemijskog sastava jelovnika prikupljenih dnevnikom prehrane

Prikupljeni dnevници prehrane obrađeni su uz pomoć različitih tablica s kemijskim sastavom hrane i pića kako bi utvrdili razlike između njih i podataka dobivenih kemijskom analizom. Korištene su hrvatske (Kaić-Rak, 1990), talijanske (BDA) i danske tablice (FRIDA), a za bezglutenske proizvode nutritivni sastav preuzet je s deklaracija. Iz tablica su u obzir uzimani sljedeći parametri: energija, proteini, masti i ugljikohidrati. Energija je izražena u kilokalorijama (kcal), a ugljikohidrati, proteini i masti u gramima (g). Pri obradi jelovnika za složena jela u obzir su uzete i promjene na masi - apsorpcija i redukcija vode i masti odnosno faktori prirasta i retencijski faktori za svako pojedino jelo (Bognar, 2002) .

3.2.2. Određivanje kemijskog sastava cjelodnevnih obroka prikupljenih metodom duplikat dijete

Kemijskom analizom u svih 16 uzoraka cjelodnevnih obroka određeni su sljedeći sastojci: voda, mineralni ostatak (pepeo), proteini i masti, a ugljikohidrati su dobiveni računski iz razlike. Energijska vrijednost obroka izračunata je kao suma ukupnog sadržaja masti, proteina i ugljikohidrata uz pomoć faktora konverzije za izračun energije.

3.2.2.1. *Određivanje suhe tvari*

Aluminijske posudice sa žličicom kvarcnog pijeska, komadićem staklenog štapića i poklopcem, nepokrivene su sušene u sušioniku 30 min na 105 °C. Nakon sušenja zatvorene posudice stavljene su u eksikator. Kad su se ohladile izvagane su, a zatim je u svaku posudicu dodano po 2 g (s točnošću $\pm 0,01$ g) dobro homogeniziranog uzorka. Nepokrivene posudice s uzorcima sušene su u sušioniku 4 h na 105 °C, a zatim pokrivene stavljene u eksikator. Nakon hlađenja ponovno su sušene u sušioniku 1 h. Nakon hlađenja na sobnoj temperaturi u eksikatoru, posudice s uzorcima izvagane su na analitičkoj vagi. Ostatak uzorka predstavlja suhu tvar, a gubitak na masi udio vode u uzorku.

Račun:

$$\% \text{ vode} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad [1]$$

gdje je:

m_1 - masa prazne aluminijske posudice (g)

m_2 - masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja (g)

m_3 - masa aluminijske posudice s uzorkom nakon sušenja (g)

$$\% \text{ suhe tvari} = 100 - \% \text{ vode} \quad [2]$$

3.2.2.2. Određivanje mineralnog ostatka (pepela)

Porculanske zdjelice, prethodno izžarene i u eksikatoru ohlađene na sobnu temperaturu, izvagane su, a zatim je u svaku odvađnuto 3 g (s točnošću $\pm 0,01$ g) dobro homogeniziranog uzorka. Uzorci su protreseni kako bi se ravnomjerno rasporedili po dnu posudice pa karbonizirani na plameniku. Nakon što su potpuno pougljenili, zagrijavani su u mufolnoj peći na 550 °C sve do nastanka jednoličnog sivog pepela bez crnih čestica. Nakon spaljivanja, porculanske zdjelice hlađene su u eksikatoru do postizanja sobne temperature, a nastali pepeo je izvagan.

Račun:

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad [3]$$

gdje je:

m_1 – masa prazne porculanske zdjelice (g)

m_2 – masa porculanske zdjelice i uzorka prije spaljivanja (g)

m_3 – masa porculanske zdjelice i pepela (g)

3.2.2.3. Određivanje proteina

Izvagan je 1 g dobro homogeniziranog uzorka u kiveti za spaljivanje tako da grlo kivete ostane čisto. U digestoru je u svaki uzorak dodana po 1 Kjeldahlova tableta, 15 mL koncentrirane sumporne kiseline (H_2SO_4) i 5 mL vodikovog peroksida (H_2O_2). Kivete su dobro protresene kako bi došlo do egzotermne reakcije, zatvorene poklopcem te stavljene u prethodno zagrijani blok za spaljivanje na najmanju jačinu, s uključenim vakuumom i ventilacijom. Prilikom

spaljivanja uzoraka potrebno je paziti da pjenjenje ne prijeđe razinu polovice kiveta te kako se reakcija smiruje postupno povećavati jačinu spaljivanja. Spaljivane su na najvećoj jačini do nastanka bistre plavo-zelene tekućine. Uzorci su ohlađeni na sobnoj temperaturi.

Za svaki uzorak pripremljena je po jedna Erlenmeyerova tikvica s 25 mL borne kiseline s indikatorima. Kiveta s uzorkom prebačena je u destilacijsku jedinicu u Kjeltec uređaj, a Erlenmeyerova tikvica s bornom kiselinom i indikatorima na odgovarajuće postolje destilacijske jedinice na način da je destilacijska cjevčica u potpunosti uronjena u otopinu. Kada smo sigurni da je sve dobro postavljeno, započinje destilacija. Svaki uzorak u kiveti prvo je razrijeđen s 80 mL destilirane vode, a zatim je dodano još 50 mL natrijevog hidroksida (NaOH). Destilacija traje 5 minuta, a nakon toga slijedi titracija sadržaja Erlenmeyerove tikvice klorovodičnom kiselinom (HCl) do promjene boje u svijetlo ružičastu.

Račun:

$$\% \text{ ukupnog } N = \frac{(T-B) \cdot N \cdot 14,007 \cdot 100}{m} \quad [4]$$

$$\% \text{ proteina} = \% N \cdot F \quad [5]$$

gdje je:

T - volumen HCl utrošen za titraciju uzorka (mL)

B – volumen HCl utrošen za titraciju slijepe probe (mL)

N – molaritet kiseline

m – masa uzorka (mg)

F – faktor za preračunavanje % dušika u proteine

3.2.2.4. Određivanje masti

U Erlenmeyerove tikvice odvagnuto je 5 g dobro homogeniziranog uzorka i 50 mL HCl (1:2), poklopljeno stakalcem te zagrijavano na plameniku. Zagrijavano je do vrenja, a zatim kuhano 1 sat na manjoj temperaturi uz povremeno miješanje. Kad se skuhalo, dodano je 150 mL vruće destilirane vode, a zatim filtrirano i talog je ispiran s destiliranom vodom sve dok se nije neutralizirao. Filter papir s talogom stavljen je u petrijevu zdjelicu pa u sušionik na 1 sat pri 105 °C. Osušeni i na sobnu temperaturu ohlađeni filter papiri zarolani su i stavljeni u papirnate čahure za ekstrakciju te je na obje strane čahura umetnut pamuk. Čahure su postavljene u srednji

dio Soxhletove aparature, odnosno u ekstraktor, koji je spojen s hladilom i okruglom tikvicom, prethodno osušenom na 105 °C, ohlađenom i izvaganom. U hladilo je uz pomoć lijevka ulijevano toliko otapala da se ekstraktor napuni i isprazni u tikvicu uz pomoć kapilarne cjevčice, a zatim je napunjen otapalom do polovice ekstraktora. Nakon puštanja vrlo jakog mlaza vode kroz hladilo započelo je zagrijavanje. Zagrijavanje se odvija u vodenoj kupelji. Ekstrakcija je trajala 7 h, a prekinuta je kad se otapalo iz ekstraktora prelilo u tikvicu, a čahura ostala bez otapala. Tikvica s ekstraktom sušena je pri 105 °C do konstantne mase, a zatim je ponovno hlađena u ekstraktoru do sobne temperature te izvagana.

Račun:

$$\% masti = \frac{b-a}{m} \cdot 100 \quad [6]$$

gdje je:

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m – masa uzorka (g)

3.2.2.5. Određivanje ugljikohidrata

Udio ugljikohidrata u uzorcima nije dobiven eksperimentalno, već računski kao ostatak ukupnog zbroja ostalih ispitivanih parametara do sto posto.

Račun:

$$\% ugljikohidrata = 100 \% - (a + b + c + d) \quad [7]$$

gdje je:

a – udio vode (%)

b – udio masti (%)

c – udio proteina (%)

d – udio pepela (%)

3.2.2.6. Određivanje energije

Energijska vrijednost obroka izračunata je pomoću faktora pretvorbe za sljedeće hranjive tvari: ugljikohidrate, proteine i masti (tablica 1).

Račun:

$$\text{energija} = 4 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \cdot m(\text{ugljikohidrata}) + 9 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \cdot m(\text{masti}) + 4 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \cdot m(\text{proteina}) \quad [8]$$

Tablica 1. Faktori pretvorbe za izračun energije

Hranjiva tvar	Faktor pretvorbe
Ugljikohidrati	17 kJ/g – 4 kcal/g
Masti	37 kJ/g – 9 kcal/g
Proteini	17 kJ/g – 4 kcal/g

3.3. OBRADA PODATAKA

Obrada podataka dobivenih kemijskom analizom i izračuni uz pomoć baza s kemijskim sastavom namirnica provedeni su u MS Office Excel programu. Svi statistički testovi izvedeni su u programu SPSS za Windows (verzija 23, Chicago, IL, USA). Deskriptivna statistika predstavljena je u obliku srednjih vrijednosti, apsolutnih razlika i percentila razlika. Studentov t-test proveden je kako bi se utvrdilo jesu li se izračunate vrijednosti obroka značajno razlikovale od analiziranih. Također, slaganja između ove dvije metode procijenjene su pomoću Bland – Altman dijagrama, a povezanost uz pomoć Spearmanovih koeficijenata korelacije. U Bland – Altmanovim dijagramima srednje vrijednosti izračunatih i analitičkih metoda određenih makronutrijenata stavljene su u odnos s razlikama istih, a granice slaganja izračunate su kao srednja vrijednost 1,96 SD. Wilcoxonov test korišten je kako bi odredili jesu li razlike između uparenih metoda značajne. Razina značajnosti postavljena je na 0,05.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Glavni cilj ovog istraživanja bio je usporediti analitičke i računske metode upotrebom tablica s kemijskim sastavom hrane u određivanju energije i makronutrijenata u cjelodnevni bezglutenskim obrocima kako bi saznali jesu li metode međusobno zamjenjive. Ukupno je analizirano 16 cjelodnevni obroka, a svaka analiza provedena je u duplikatu. Rezultati kemijske analize prikazani su u tablicama od 2 do 6. Kemijska analiza provedena je u laboratoriju prema Analitičkim metodama za određivanje osnovnih sastojaka hrane (Vahčić i sur., 2008) u kojima su opisani analitički postupci određivanja osnovnih sastojaka namirnica na temelju smjernica AOAC. Za izračun energije i sastava jelovnika u prikupljenim dnevnicima prehrane korištene su hrvatske (Kaić Rak i Antolić, 1990), danske (FRIDA) i talijanske (BDA) baze s kemijskim sastavom hrane. Rezultati računskih analiza prikazani su u tablicama od 7 do 10. Osim sastava samih cjelodnevni obroka, provedena je i analiza kojom se željelo utvrditi postoji li razlika u ostvarivanju preporuka za unos energije i hranjivih tvari u ovisnosti o korištenoj metodi (analitičkoj vs. računskoj). Ovi rezultati prikazani su na slikama od 6 do 9.

4.1. ANALITIČKI PODACI

Budući da su proteini grupa spojeva kompleksne građe i s različitim svojstvima, njihovo određivanje u namirnicama je otežano. Sastav, struktura ili matriks hrane te interakcije između različitih nutrijenata mogu dovesti do smanjene dostupnosti proteina.

Proteini su određivani indirektnom metodom po Kjeldahlu koja se temelji na otpuštanju dušika u jaku kiselinu te se njegov sadržaj mjeri nakon neutralizacije i titracije. Količina proteina na 100 g obroka dobivena je množenjem količine dušika s 6,25, faktorom dobivenim uz pretpostavku da proteini imaju oko 16 % dušika i da je sav dušik vezan za proteine. Međutim, to je teško za pretpostaviti jer relativni sadržaj dušika varira između aminokiselina, a njihov sastav varira u proteinima različitih namirnica. Također, drugi spojevi poput nitrata, amonijaka, ureje, nukleinskih kiselina, slobodnih aminokiselina, klorofila i alkaloida isto sadrže dušik. Takav dušik naziva se neproteinskim dušikom i često je veći u namirnicama biljnog podrijetla. U analiziranim obrocima sadržaj proteina bio je od 2,541 g/100 g do 5,293 g/100 g obroka (tablica 2). Najmanja količina proteina utvrđena je u uzorku broj GF5 koje je konzumiralo dijete dobi 12 godina, a najviše u uzorku GF7 koje je konzumiralo dijete dobi 15 godina.

Tablica 2. Količina proteina (g) na 100 g bezglutenskih obroka (n=16)

Uzorak	Proteini (g/100 g)	Srednja vrijednost	SD	% CV
GF1a	5,081	4,877	0,288	5,915
GF1b	4,673			
GF2a	3,677	3,571	0,149	4,177
GF2b	3,466			
GF3a	2,491	2,600	0,154	5,914
GF3b	2,708			
GF4a	3,337	3,358	0,030	0,891
GF4b	3,379			
GF5a	2,441	2,541	0,142	5,581
GF5b	2,641			
GF6a	2,603	2,534	0,098	3,866
GF6b	2,465			
GF7a	5,503	5,293	0,297	5,619
GF7b	5,083			
GF8a	3,744	3,800	0,079	2,077
GF8b	3,855			
GF9a	4,331	4,245	0,121	2,857
GF9b	4,159			
GF10a	2,925	3,106	0,256	8,229
GF10b	3,287			
GF11a	4,551	4,578	0,038	0,834
GF11b	4,605			
GF12a	4,634	4,544	0,127	2,789
GF12b	4,454			
GF13a	3,853	3,875	0,031	0,793
GF13b	3,896			

Tablica 2. Količina proteina (g) na 100 g bezglutenskih obroka (n=16) - *nastavak*

Uzorak	Proteini (g/100 g)	Srednja vrijednost	SD	% CV
GF14a	3,860	3,835	0,036	0,926
GF14b	3,810			
GF15a	4,245	4,307	0,088	2,051
GF15b	4,369			
GF16a	4,654	4,610	0,061	1,331
GF16b	4,567			

Slova a i b označavaju paralelnu analizu istog uzorka

Istraživanje koje se bavilo određivanjem proteina različitim metodama (Mæhre i sur., 2018) pokazalo je da je korištenje uobičajenog faktora pretvorbe 6,25 dovelo do precjenjivanja sadržaja proteina, i to za 44-71 % u usporedbi s metodom direktne analize aminokiselina. Iznenadujuće je bilo da su i specifični faktori pretvorbe za pojedine vrste proteina kod većine uzoraka također pokazali veći sadržaj proteina nego kod analize aminokiselina. Ovakvi rezultati mogu biti posljedica redukcije aminokiselina u uzorcima zbog prethodne hidrolize kod metode analize aminokiselina. Drugo moguće objašnjenje je da faktori pretvorbe nisu realni i da bi trebali biti manji. Druge metode za određivanje proteina također imaju nedostatke te se pokazalo da je najmanji utjecaj različitih faktora na rezultate kod analize aminokiselina, iako postoji mjesta za napredak u vidu metode hidrolize. Pregled metoda određivanja proteina (Hayes, 2020) u kojem se navode njihove prednosti i mane navodi iste probleme.

Ne postoji univerzalna metoda za ekstrakciju masti u različitim prehrambenim proizvodima stoga se prije same ekstrakcije često provodi kiselinska hidroliza. Kod pripreme uzoraka za ekstrakciju moguće su kemijske reakcije poput oksidacije lipida pa bi se uzorci trebali pripremati u inertoj atmosferi dušika pri niskim temperaturama (Marković i sur., 2017).

Ekstrakcija lipida je u nekim uzorcima hrane otežana jer su lipidi vezani za ugljikohidrate ili proteine, a kiselinska hidroliza omogućava da analiti od interesa postanu dostupni. Kuhanje uzorka u kiselini ili bazi na visokoj temperaturi hidrolizira proteine i škrob i na taj način omogućava teško vezanim lipidima da se oslobode (Ullah i sur., 2011). Točna i precizna analiza masti u hrani prvenstveno ovisi o odabiru otapala za ekstrakciju.

Idealno otapalo trebalo bi dobro otapati lipide, a proteine i ugljikohidrate skoro nikako (Nielsen, 2017). U tablici 3 prikazana je količina masti u analiziranim bezglutenskim obrocima. Količina masti u obrocima kretala se od 2,541 g/100 g obroka do 6,002 g/100 g obroka. Za sve uzorke u duplikatu koeficijent varijacije (% CV) manji je od 10 %, što nam pokazuje da su dobiveni rezultati reprezentativni.

Tablica 3. Količina masti (g) na 100 g bezglutenskih obroka (n=16)

Uzorak	Masti (g/100g)	Srednja vrijednost	SD	% CV
GF1a	5,065	4,759	0,433	9,107
GF1b	4,452			
GF2a	3,730	3,640	0,127	3,481
GF2b	3,551			
GF3a	3,519	3,433	0,107	3,102
GF3b	3,368			
GF4a	4,312	4,354	0,059	1,366
GF4b	4,396			
GF5a	3,793	3,730	0,089	2,379
GF5b	3,667			
GF6a	2,585	2,541	0,063	2,469
GF6b	2,497			
GF7a	4,649	4,455	0,275	6,168
GF7b	4,260			
GF8a	3,687	3,730	0,060	1,608
GF8b	3,772			
GF9a	6,464	6,480	0,022	0,341
GF9b	6,496			
GF10a	5,668	5,770	0,145	2,520
GF10b	5,873			
GF11a	3,198	3,143	0,078	2,496
GF11b	3,087			

Tablica 3. Količina masti (g) na 100 g bezglutenskih obroka (n=16) - nastavak

Uzorak	Masti (g/100g)	Srednja vrijednost	SD	% CV
GF12a	4,191	4,174	0,023	0,563
GF12b	4,157			
GF13a	4,001	3,906	0,134	3,419
GF13b	3,812			
GF14a	4,295	4,261	0,047	1,103
GF14b	4,228			
GF15a	6,082	5,872	0,296	5,044
GF15b	5,663			
GF16a	6,175	6,002	0,245	4,078
GF16b	5,829			

Slova a i b označavaju paralelnu analizu istog uzorka

Zbog svoje jake polarnosti i varijabilnosti, kemijska analiza ugljikohidrata predstavlja velik izazov. Ugljikohidrati se mogu pojaviti u uzorcima u obliku monosaharida, oligo- i polisaharida, ali za određivanje prirodnog slijeda saharidnih lanaca neophodna je detekcija monosaharidnih dijelova. Velik je broj metoda koje se koriste u svrhu analize ovih makronutrijenata, no niti jedna nije dovoljno osjetljiva (Meyer i sur., 2022). U ovom radu količina ugljikohidrata (tablica 4) dobivena je računski. Najmanja količina ugljikohidrata određena je u uzorku GF1, dok je u uzorku GF14 najveća.

Tablica 4. Količina ugljikohidrata (g) na 100 g bezglutenskih obroka (n=16)

Uzorak	Ugljikohidrati (g/100g)	Srednja vrijednost	SD	% CV
GF1a	9,48	9,98	0,709	7,106
GF1b	10,48			
GF2a	14,10	14,33	0,319	2,226
GF2b	14,55			

Tablica 4. Količina ugljikohidrata (g) na 100 g bezglutenskih obroka (n=16) - nastavak

Uzorak	Ugljikohidrati (g/100g)	Srednja vrijednost	SD	% CV
GF3a	17,60	17,53	0,106	0,605
GF3b	17,45			
GF4a	14,71	14,59	0,180	1,235
GF4b	14,46			
GF5a	16,66	16,63	0,044	0,266
GF5b	16,59			
GF6a	18,16	18,38	0,306	9,072
GF6b	18,59			
GF7a	11,93	12,12	0,269	2,220
GF7b	12,31			
GF8a	14,67	14,74	0,109	0,741
GF8b	14,82			
GF9a	16,20	16,38	0,252	6,968
GF9b	16,56			
GF10a	17,53	17,01	0,737	0,675
GF10b	16,49			
GF11a	14,20	14,35	0,211	1,472
GF11b	14,50			
GF12a	13,83	13,76	0,104	0,759
GF12b	13,68			
GF13a	18,47	18,47	0,009	0,050
GF13b	18,46			
GF14a	20,63	20,74	0,159	0,768
GF14b	20,85			
GF15a	15,43	15,46	0,044	0,285
GF15b	15,49			
GF16a	15,98	16,19	0,304	1,876
GF16b	16,40			

Slova a i b označavaju paralelnu analizu istog uzorka

Kako bi izračunali stvarnu količinu proteina, masti i ugljikohidrata u ukupnom obroku (tablica 5) u obzir je uzeta ukupna količina hrane koju je dijete tog dana pojelo. Masa hrane koju su djeca konzumirala kretala se od 930,3 g do 2886 g. Tako velika razlika posljedica je dobi djece. Naime, najmanje mase obroka (GF4, GF11) konzumirala su djeca u dobi od 3 godine, a obroke veće mase jela su starija djeca, u dobi 12 i 15 godina. Također, količina hrane može ovisiti i o djetetovim preferencijama i količini hrane koju im roditelji serviraju ako se radi o manjoj djeci koja se još ne mogu samostalno hraniti. U radu Johnson i sur. (2015) koji se bavio pitanjem koliko količinu hrane će djeca pojesti s obzirom na količinu koju su im roditelji servirali sudjelovalo je 30 majki djece normalne tjelesne mase dobi 2 – 5 godina. Majke su od ponuđene hrane i posuđa pripremale obroke za svoju djecu i pritom su naglas detaljno opisivale svaki postupak svoje pripreme i slaganja na tanjur. Cijeli postupak i kasniji intervjui u kojima su objasnile kako su se odlučile na količinu hrane, kako djetetove preferencije mogu utjecati na količinu pojedene hrane, koliko su očekivale da će dijete pojesti te kako su se osjećale ako njihovo dijete ne bi pojelo sve s tanjura bili su tonski snimljeni. Većina majki (2/3) navela je da njihovo dijete nije imalo problema s prehranom te da su voljela jesti raznoliko. Očekivale su da će njihovo dijete pojesti sve s tanjura i vjerovale su da zna kad je sito. Majke „izbirljive“ djece navele su kako prevelika količina hrane na tanjuru može opteretiti njihovo dijete te kako su njihova očekivanja o tome što će njihovo dijete i koliko pojesti bila puno manja od majki djece koja nisu izbirljiva. Djeci su servirale samo ono što ona vole i na način na koji vole te su imale različite strategije kako navesti djecu da jedu. U konačnici, unatoč mnogim faktorima koji utječu na odluku o vrsti i količini servirane hrane, majke su čvrsto potvrdile da znaju „pravu količinu“ potrebnu njihovoj djeci.

Tablica 5 prikazuje količine makronutrijenata u gramima u odnosu na cjelokupnu masu hrane u gramima potrebne za određivanje energijskih vrijednosti makronutrijenata (tablica 6) dobivenih množenjem masa s faktorima pretvorbe za makronutrijente.

Tablica 5. Količina proteina, masti i ugljikohidrata cjelodnevnih obroka (g) u ovisnosti o masi obroka (g)

Uzorak	Masa hrane (g)	Proteini (g)	Masti (g)	Ugljikohidrati (g)
GF1	1646,5	80,31	78,35	164,36
GF2	1524	54,42	55,48	218,32
GF3	1268,7	32,98	43,69	222,34
GF4	930,3	31,24	40,50	135,69
GF5	2554	64,90	95,27	424,63
GF6	2886	73,13	73,33	552,63
GF7	1301	68,86	57,96	157,70
GF8	1512	57,45	56,39	222,93
GF9	1172	49,75	75,95	75,95
GF10	1257	39,04	72,53	209,84
GF11	976	44,68	30,67	140,09
GF12	1269	57,66	52,97	174,59
GF13	2064	79,97	80,63	381,18
GF14	1997	76,58	85,10	414,13
GF15	1696	73,05	99,60	262,21
GF16	1021	47,07	61,28	165,30

Temeljem analitičkih podataka o količini proteina, masti i ugljikohidrata cjelodnevnih obroka u ovisnosti o masi obroka izračunata je energijska vrijednost svakog od nutrijenata (tablica 6) uz odgovarajuće faktore pretvorbe. Ukupna energija dobivena je računski zbrajanjem energijskih vrijednosti proteina, masti i ugljikohidrata.

Ukupna energijska vrijednost obroka kretala se od 1401 kcal do 3163,07 kcal. Takva velika razlika može se opet objasniti različitom dobi djece koja su bila uključena u istraživanje.

Tablica 6. Procijenjena energija iz pojedinih nutrijenata cjelodnevni obroka

Uzorak	Energija iz proteina (kcal)	Energija iz masti (kcal)	Energija iz ugljikohidrata (kcal)	Ukupna energija (kcal)
GF1	321,2	705,2	657,4	1683,84
GF2	217,7	499,3	873,3	1590,24
GF3	131,9	393,2	889,4	1414,47
GF4	125,0	364,5	542,8	1032,25
GF5	259,6	857,4	1698,5	2815,55
GF6	292,5	660,0	2210,5	3163,07
GF7	275,4	521,6	630,8	1427,85
GF8	229,8	507,5	891,7	1629,05
GF9	199,0	683,5	303,8	1186,30
GF10	156,2	652,8	839,4	1648,35
GF11	178,7	276,0	560,4	1015,12
GF12	230,7	476,7	698,3	1405,71
GF13	319,9	725,6	1524,7	2570,23
GF14	306,3	765,9	1656,5	2728,78
GF15	292,2	896,4	1048,8	2237,39
GF16	188,3	551,5	661,2	1401,00

4.2. RAČUNSKI PODACI

Analizom dnevnika prehrane različitim bazama s kemijskim sastavom hrane utvrđene su mase proteina u rasponu od 33,47 g do 85,91 g (tablica 7). Najmanja količina proteina je u uzorku GF10 gdje je glavni izvor proteina panirani filet aljaške kolje, dok je u uzorku GF5 s najvećom količinom proteina to piletina. Najbogatiji izvori proteina u analiziranim bezglutenskim obrocima su bijelo meso (piletina, puretina), crveno meso (teletina, svinjetina, junetina i govedina), jaja, tuna, sirevi (parmezan, svježi kravljji sir, topljeni sir, gauda), a od biljnih izvora leća te grašak i mahune s nešto manjim sadržajem proteina.

Tablica 7. Izračunata vrijednost ukupnog unosa proteina procijenjena iz dnevnika prehrane različitim tablicama kemijskog sastava hrane i pića

Uzorak	Procjena unosa proteina (g)		
	Hrvatske tablice	Danske tablice	Talijanske tablice
GF1	51,72	52,67	52,32
GF2	63,91	64,42	64,98
GF3	56,24	55,69	58,9
GF4	44,48	42,92	44,9
GF5	80,54	75,40	85,91
GF6	82,10	80,34	84,95
GF7	56,26	57,49	58,96
GF8	43,23	42,02	43,71
GF9	35,88	39,49	40,72
GF10	33,47	34,12	33,82
GF11	47,70	45,54	49,56
GF12	34,26	36,38	37,6

Tablica 7. Izračunata vrijednost ukupnog unosa proteina procijenjena iz dnevnika prehrane različitim tablicama kemijskog sastava hrane i pića - *nastavak*

Uzorak	Procjena unosa proteina (g)		
	Hrvatske tablice	Danske tablice	Talijanske tablice
GF13	51,93	55,55	54,53
GF14	60,80	63,7	64,2
GF15	61,07	61,99	61,19
GF16	65,43	66,96	67,16

Masti u analiziranim dnevnicima prehrane potječu prvenstveno od ulja (maslinovog, suncokretovog), mliječnih proizvoda kao što su maslac, vrhnje i sirevi, čevapa, svinjetine te kikirikija i njegovog maslaca. Visok sadržaj masti nalazi se i u konzumiranim slasticama. U uzorcima GF1 i GF5 (tablica 8) s najvećom količinom masti glavnina masti dolazi iz čevapa i torte izrađene od sastojaka bogatih mastima kao što su ulje, kakao, čokolada i vrhnje za šlag.

Tablica 8. Izračunata vrijednost ukupnog unosa masti procijenjena iz dnevnika prehrane različitim tablicama kemijskog sastava hrane i pića

Uzorak	Procjena unosa masti (g)		
	Hrvatske tablice	Danske tablice	Talijanske tablice
GF1	141,36	141,93	141,6
GF2	103,5	101,44	102,42
GF3	58,01	60,64	56,65
GF4	45,30	44,88	43,05
GF5	161,40	158,98	150,77
GF6	78,71	73,66	68,39

Tablica 8. Izračunata vrijednost ukupnog unosa masti procijenjena iz dnevnika prehrane različitim tablicama kemijskog sastava hrane i pića – *nastavak*

Uzorak	Procjena unosa masti (g)		
	Hrvatske tablice	Danske tablice	Talijanske tablice
GF7	77,55	80,64	78,55
GF8	48,96	51,11	46,98
GF9	46,79	47,24	46,8
GF10	41,20	41,4	41,44
GF11	32,46	34,82	30,4
GF12	48,10	49,06	41,85
GF13	61,69	62,12	57,76
GF14	129,54	129,76	126,96
GF15	88,57	88,69	88,7
GF16	73,74	72,95	80,51

Sadržaj ugljikohidrata u obrocima najveći je u uzorku GF5 (tablica 9), a analizom dnevnika prehrane možemo vidjeti da oni dolaze iz namirnica bogatih brašnom kao što su keksi, pecivo i torta, ali i iz soka od jabuke te crnog grožđa. Ostale namirnice bogate ugljikohidratima su konzumni šećer, med, leća, krumpir, riža, tjestenina te razne pahuljice i slastice.

Tablica 9. Izračunata vrijednost ukupnog unosa ugljikohidrata procijenjena iz dnevnika prehrane različitim tablicama kemijskog sastava hrane i pića

Uzorak	Procjena unosa ugljikohidrata (g)		
	Hrvatske tablice	Danske tablice	Talijanske tablice
GF1	168,65	165,97	169,59
GF2	376,85	380,95	376,77
GF3	356,33	394,71	364,61
GF4	221,48	228,54	217,52
GF5	533,41	482,27	552,24
GF6	511,65	474,13	519,49
GF7	180,32	218,82	189,26
GF8	193,50	203,61	194,78
GF9	124,52	141,08	134,5
GF10	148,26	164,78	150,71
GF11	220,63	225,03	219,65
GF12	116,12	119,08	118,18
GF13	247,41	259,69	248,65
GF14	296,40	320,97	301,99
GF15	204,56	219,82	208,41
GF16	250,01	260,3	253,36

Istraživanje koje je uspoređivalo unos hranjivih tvari izračunat uz pomoć australskih i američkih baza podataka (Summer i sur., 2013) pokazalo je male razlike u unosu energije, proteina, ugljikohidrata i vlakana ($\leq 5\%$), dok je razlika u izračunu masti među bazama bila 11 % ($p < 0,0001$). Drugo istraživanje (Hakala i sur., 2003) uspoređivalo je švedsku (PC-kost) i finsku

bazu (Nutrica) s kemijskim sastavom hrane u izračunu unosa hranjivih tvari kod 20 muškaraca u dobi od 45 do 69 godina. Dokazano je dobro slaganje među bazama za energiju, ukupnu masnoću, zasićene masti, ugljikohidrate, vlakna, kolesterol te za neke vitamine i mineralne tvari. Nadalje, u radu u kojem su uspoređivani različiti pristupi u izračunu unosa hranjivih tvari na temelju 24-satnog prisjećanja kod europskih adolescenata (Julián-Almárcegui i sur, 2015) korištene su nacionalne baze podataka uključene u studiju HELENA (engl. *Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence*) i njemačke baze. Rezultati su pokazali da nema velikih razlika u procjeni unosa energije i osam proučavanih hranjivih tvari između ova dva pristupa korištenih za izračun unosa.

U radu u kojem se uspoređivao unos hranjivih tvari izračunatih pomoću američkih baza i baza podataka temeljenih na tablicama specifičnima za pojedinu zemlju koristeći podatke iz kohorte Europskog prospektivnog istraživanja raka i prehrane (engl. *The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition, EPIC*) usporedne analize pokazale su značajne, ali prilično male apsolutne razlike između prehrambenih unosa 28 odabranih hranjivih tvari (Puyvelde i sur., 2020). Američkim tablicama procijenjen je nešto viši unos ugljikohidrata u odnosu na druge tablice korištene u kohorti. U konačnici, pokazalo se dobro slaganje između ove dvije korištene metode za energetske unos, ukupne masti, proteine, ugljikohidrate, šećer, alkohol, kalij i vitamin C, iako ne za škrob, vitamin D, vitamin E i tiamin.

Tablica 10 prikazuje ukupne energije svih obroka pa možemo zaključiti da su obroci s većim sadržajima proteina, masti i ugljikohidrata općenito bogatiji energijom.

Tablica 10. Izračunata vrijednost ukupnog unosa energije procijenjene iz dnevnika prehrane različitim tablicama kemijskog sastava hrane i pića

Uzorak	Procjena unosa energije (kcal)		
	Hrvatske tablice	Danske tablice	Talijanske tablice
GF1	2158,47	2162,5	2160,4
GF2	2641,82	2642,86	2630,8
GF3	2195,69	2319,13	2219,25

Tablica 10. Izračunata vrijednost ukupnog unosa energije procijenjena iz dnevnika prehrane različitim tablicama kemijskog sastava hrane i pića - *nastavak*

Uzorak	Procjena unosa energije (kcal)		
	Hrvatske tablice	Danske tablice	Talijanske tablice
GF4	1471,92	1491,01	1432,46
GF5	3720,43	3497,16	3691,47
GF6	2917,78	2731,85	2853,45
GF7	1641,88	1843,93	1692,87
GF8	1392,15	1449,29	1380,24
GF9	1058,99	1155,23	1116,38
GF10	1111,88	1180,5	1124,37
GF11	1385,26	1415,58	1368,44
GF12	1039,06	1071,28	1004,04
GF13	1722,95	1842,17	1751,96
GF14	2619,66	2737,2	2630,19
GF15	1872,43	1942,24	1887,68
GF16	1949,90	1992,48	2030,33

4.3. USPOREDBA RAČUNSKE I ANALITIČKE METODE

Prosječan sadržaj proteina, masti i ugljikohidrata cjelodnevnih bezglutenskih obroka dobiven različitim metodama prikazan je u tablici 11. Rezultati dobiveni analitičkom i trima računskim metodama međusobno su uspoređeni Friedmanovim testom, nakon kojeg je provedena i post hoc Wilcoxonova analiza. Rezultati su pokazali da postoji značajna razlika između metoda za određivanje proteina ($p = 0,021$) i ugljikohidrata ($p = 0,047$), ali ne i masti ($p > 0,05$). Iako postoji razlika između promatranih metoda, Wilcoxonovom post hoc analizom nije utvrđena razlika između analitičke metode u usporedbi s bilo kojom računskom metodom ($p > 0,05$), što je bio jedan od ciljeva ovog rada.

Iako nisu bile u fokusu ovog istraživanja, utvrđene su značajne razlike za proteine izračunate talijanskim i hrvatskim tablicama ($p < 0,01$) te talijanskim i danskim tablicama ($p = 0,01$), odnosno za ugljikohidrate izračunate hrvatskim i danskim tablicama ($p = 0,049$) te hrvatskim i talijanskim tablicama ($p = 0,005$). Hrvatskim tablicama dobivene su značajnije niže vrijednosti nego ostalim tablicama.

Tablica 11. Prosječan sadržaj proteina, masti i ugljikohidrata dobiven različitim metodama u cjelodnevnim bezglutenskim obrocima ($n=16$)

	Analitička metoda	Hrvatske tablice	Talijanske tablice	Danske tablice	p-vrijednost
proteini	58,19 ± 4,10 ^{ab}	54,31 ± 3,66 ^b	56,46 ± 3,79 ^a	54,57 ± 3,45 ^b	0,021
masti	66,23 ± 4,90	65,91 ± 9,68	75,18 ± 9,43	77,46 ± 9,44	0,170
ugljikohidrati	245,12 ± 32,55 ^{ab}	259,38 ± 31,58 ^a	263,73 ± 32,30 ^b	266,23 ± 28,26 ^b	0,047

^{a,b} – različita slova ukazuju na značajnu razliku između metoda (Friedmanov i post hoc Wilcoxonov test, $p < 0,05$)

Nadalje, u radu su promatrane korelacije između analitičke i računskih metoda (tablica 12). Umjerena do dobra povezanost utvrđena je između analitičke metode i sve tri računске metode za procjenu sadržaja masti i ugljikohidrata (tablica 12) ($p < 0,05$). Korelacija nije utvrđena za proteine.

Tablica 12. Korelacijski koeficijenti između sadržaja proteina, masti i ugljikohidrata procijenjenih dnevnikom prehrane uz pomoć različitih baza s kemijskim sastavom hrane i kemijske analize obroka sakupljenih duplikat dijetom (n=16)

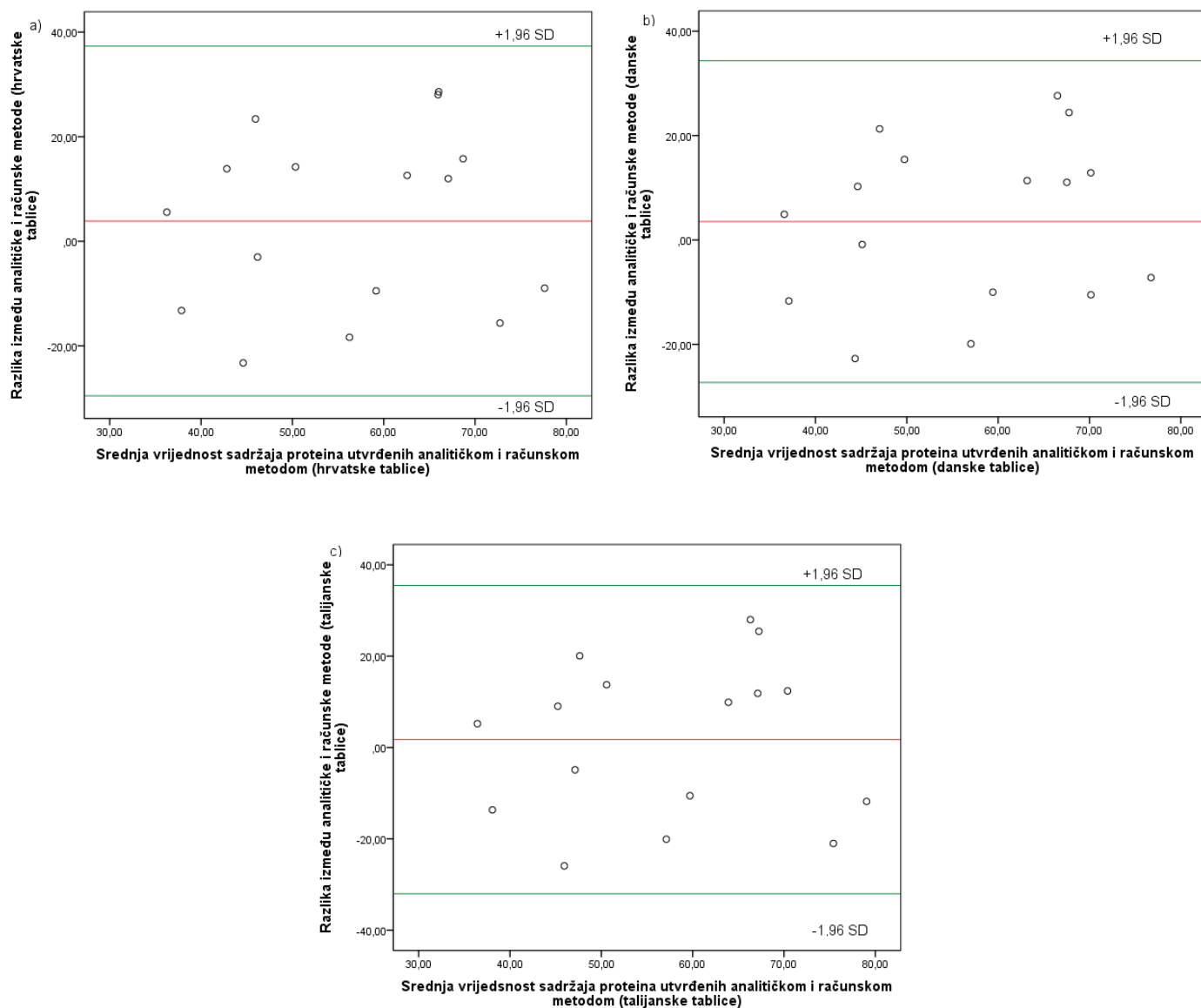
Korelacija između:	Koeficijenti korelacije		
	proteini	masti	ugljikohidrati
analitičke metode i hrvatskih tablica	0,356	0,644*	0,615*
analitičke metode i danskih tablica	0,362	0,635*	0,597*
analitičke metode i talijanskih tablica	0,353	0,647*	0,618*

*statistički značajna povezanost ($p < 0,05$)

Istraživanje koje je ispitivalo jesu li nizozemske baze s kemijskim sastavom hrane dovoljno precizne u usporedbi s eksperimentalnim određivanjem energije i makronutrijenata (Siebelink i sur., 2015) pokazalo je da su izračunate vrijednosti energije i nutrijenata, osim vode i mononezasićenih masnih kiselina, veće od analiziranih. Statistički značajne razlike pokazale su se za energiju, ugljikohidrate i zasićene masne kiseline. Koeficijenti korelacije između izračunatih i analitički određenih vrijednosti kretali su se od 0,57 do 1,00 te su svi bili statistički značajni. Razlika između izračunatog prosječnog sadržaja energije i izračunatog na temelju kemijske analize je prilično mala, ali značajna. Izračunati sadržaj proteina u uzorcima dobro se slagao s analiziranim, dok se sadržaj masti određene jednom i drugim metodom nije slagao kao kod proteina, a izračunate vrijednosti ugljikohidrata bile su veće od onih dobivenih razlikom analitički dobivenih rezultata.

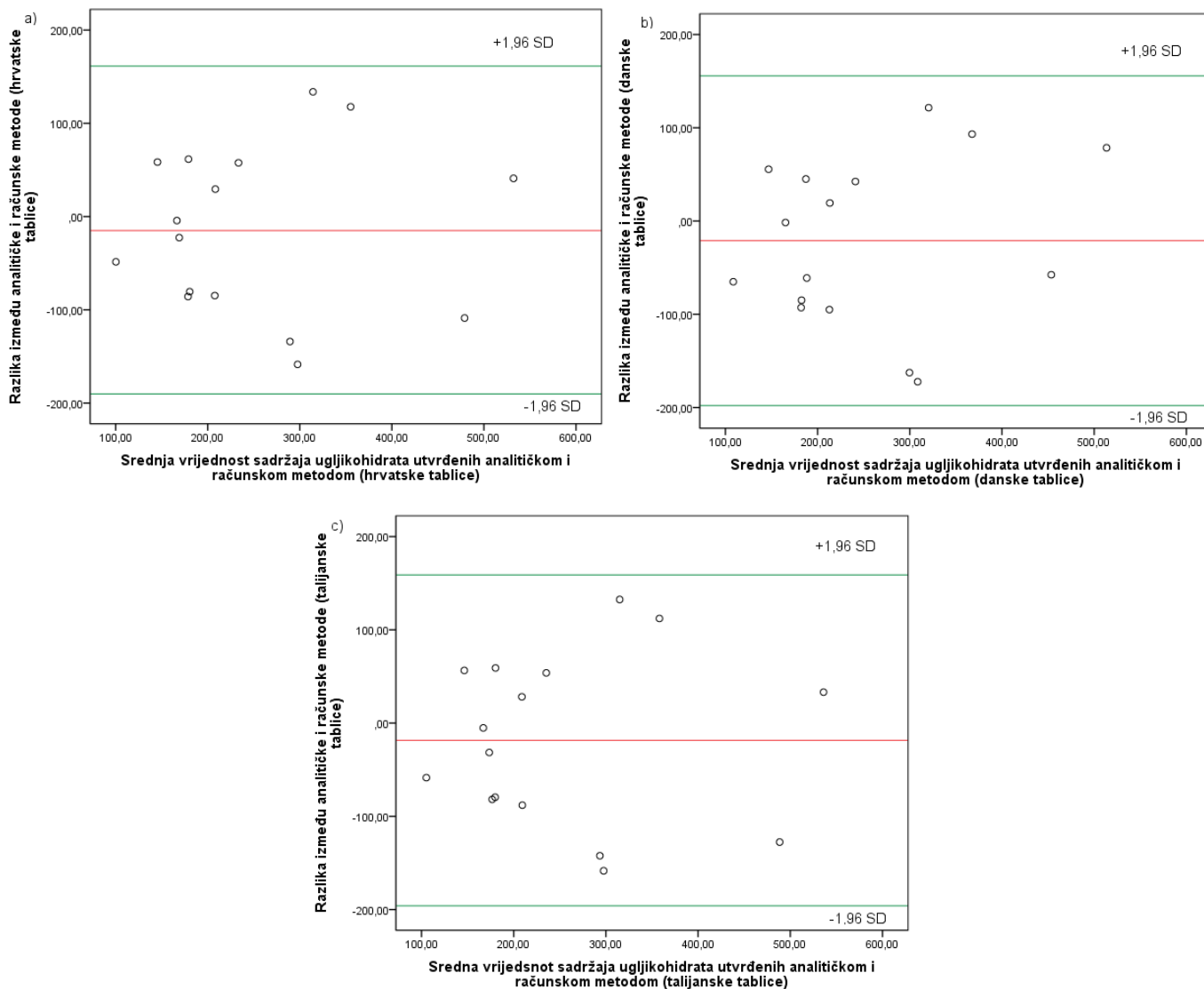
Kako bi procijenili usklađenost između dvije metode mjerenja, odnosno provjerili postoji li dosljedan odnos između razlike i prosjeka mjerenja, primijenjena je Bland – Altman-ova statistička analiza (slika 3, 4, 5). Dijagramom je uspoređena razlika između dvaju mjerenja s njihovim prosjekom te raspršenost podataka oko linije prosječne razlike. Uspoređivani su analitički i računski podaci za 16 cjelodnevnih bezglutenskih obroka.

Prosječna razlika od 3,88 g proteina između analitičke metode i hrvatskih tablica, 3,53 g proteina između analitičke metode i danskih tablica te 1,73 g proteina između analitičke metode i talijanskih tablica nije bila statistički značajna (slika 3).



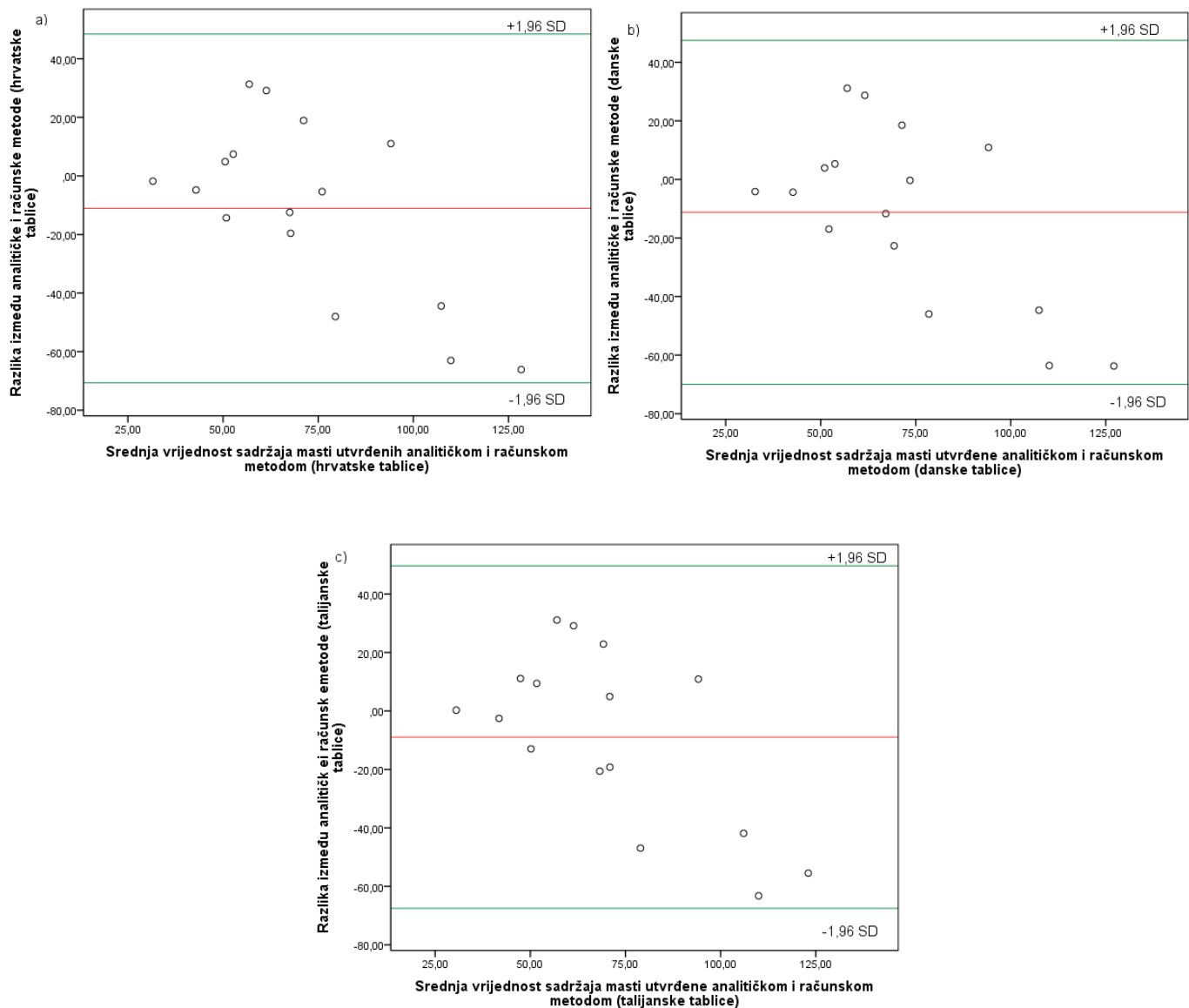
Slika 3. Bland Altman prikaz razlika sadržaja proteina određenih analitički i računski uz pomoć a) hrvatskih, b) danskih i c) talijanskih tablica s kemijskim sastavom temeljem dnevnika prehrane u cjelodnevnim bezglutenskim obrocima (n = 16)

Također, prosječna razlika od -14.26 g ugljikohidrata između analitičke metode i hrvatskih tablica, -18,61 g ugljikohidrata između analitičke metode i talijanskih tablica te -21,12 g ugljikohidrata između analitičke metode i danskih tablica ukazuju da nema značajnog odnosa između razlike i prosjeka mjerenja (slika 4) ($p > 0,05$). Ovi rezultati ukazuju da su u određivanju proteina i ugljikohidrata analitička i računске metode uz korištenje hrvatskih, danskih i talijanskih tablica međusobno zamjenjive.



Slika 4. Bland Altman prikaz razlika sadržaja ugljikohidrata određenih analitički i računski uz pomoć a) hrvatskih, b) danskih i c) talijanskih tablica s kemijskim sastavom temeljem dnevnika prehrane u cjelodnevni bezglutenskim obrocima (n = 16)

Međutim prosječna razlika od -11,07 g masti između analitičke metode i hrvatskih tablica, -11,23 g masti između analitičke metode i danskih tablica te -8,95 g masti između analitičke metode i talijanskih tablica pokazuju da je računskom metodom podcijenjen unos masti. Utvrđeno je statistički značajno veliko odstupanje između srednjih vrijednosti te u ovisnosti o računskoj metodi iznose od -70 do 48 g masti u usporedbi s hrvatskim tablicama, -67 do 50 g masti u usporedbi s talijanskim tablicama odnosno -70 do 45 g masti u usporedbi s danskim tablicama (slika 4).



Slika 4. Bland Altman prikaz razlika sadržaja masti određenih analitički i računski uz pomoć a) hrvatskih, b) danskih i c) talijanskih tablica s kemijskim sastavom temeljem dnevnika prehrane u cjelodnevnom bezglutenskim obrocima (n = 16)

Široke granice slaganja ukazuju na značajnu varijabilnost i nedostatak slaganja između analitičke i računskih metoda uz korištenje hrvatskih, danskih i talijanskih tablica za utvrđivanje masti. Uočena sustavna pristranost sugerira da bi računске metode mogle dovesti do dosljednog podcjenjivanja unosa masti u odnosu na analitičku metodu.

U istraživanju (Brady i sur., 2003) uspoređena je razlika računске i analitičke metode za procjenu unosa prehrambenih masti i masnih kiselina. Duplikat dijetom prikupljano je tijekom perioda od 3 dana 18 cjelodnevnih obroka. Rezultati su pokazali da je slaganje između ovih dviju metoda slabo, odnosno Bland Altmanovom metodom procijenjeno je da je unos mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) dnevnikom prehrane podcijenjen za 9 g u odnosu na analitičku metodu što nije malo s obzirom da je prosječan dnevni unos MUFA bio 24 g. Zasićene masne kiseline (SFA) podcijenjene su za 4 g u odnosu na analitičku metodu dok su ukupne polinezasićene masne kiseline (PUFA) u prosjeku za 4 g više od vrijednosti dobivenih analitičkom metodom. Autori su to pripisali nedostacima jedne ili obje metoda za određivanje. Izračunati podaci o ukupnim, zasićenim i mononezasićenim mastima mogu biti zamjenjivi s analiziranim duplikat dijetama na temelju nekih od primijenjenih statističkih kriterija korištenjem Bland – Altmanove statističke metode kao što su prihvatljive srednje razlike u odnosu na prosječan dnevni unos ovih masnih kiselina. Međutim, zbog velikih razlika između metoda nisu se smatrale prihvatljivima. Autori navode kako se procijenjeni dnevници prehrane smatraju jednom od najboljih tehnika za kvantitativnu procjenu unosa hrane, no imaju nedostatke koji mogu umanjiti njezinu kvalitetu. Vođenje dnevnika prehrane zahtijeva određenu razinu angažmana i posvećenosti pa neki ljudi mogu osjetiti opterećenje ili umor u vođenju dnevnika. Može doći do nepotpune ili netočne evidencije. Osobe često zaboravljaju ili nisu u mogućnosti precizno zabilježiti sve što su pojele ili popile toga dana te mogu postojati praznine ili netočnosti u zapisima količina hrane i pića. Često je zanemarivanje grickalica i tekućina te pogreške u procjeni porcija. Poželjno je vagati svu hranu, no ponekad to nije moguće pa može doći do krive procjene porcija zbog varijacija u veličinama posuđa ili razumijevanja standardnih mjernih jedinica. Također, neke osobe mogu imati tendenciju prijavljivanja „zdravijih“ namirnica ili manje količine hrane kako bi zadovoljile očekivanja ili izbjegle osudu te to može dovesti do iskrivljenih podataka o stvarnom unosu hrane (Brady i sur., 2003).

Studija u kojoj su analizirani bolnički jelovnici pankreatične i dijabetičke dijetе korištenjem četiri različite baze podataka (hrvatske, danske, USDA i bolničke) (Resman i sur., 2019) uz pomoć Bland – Altmanove statistike, pokazala je različite pristranosti, ali nijedna nije bila statistički značajna što bi rezultiralo potencijalnim odbacivanjem neke od korištenih baza podataka.

Istraživanje koje je uspoređivalo četiri različite baze podataka s analitičkom metodom pri određivanju sastava 36 obroka analiziranih za ispitivanje dijetetskih pristupa za zaustavljanje

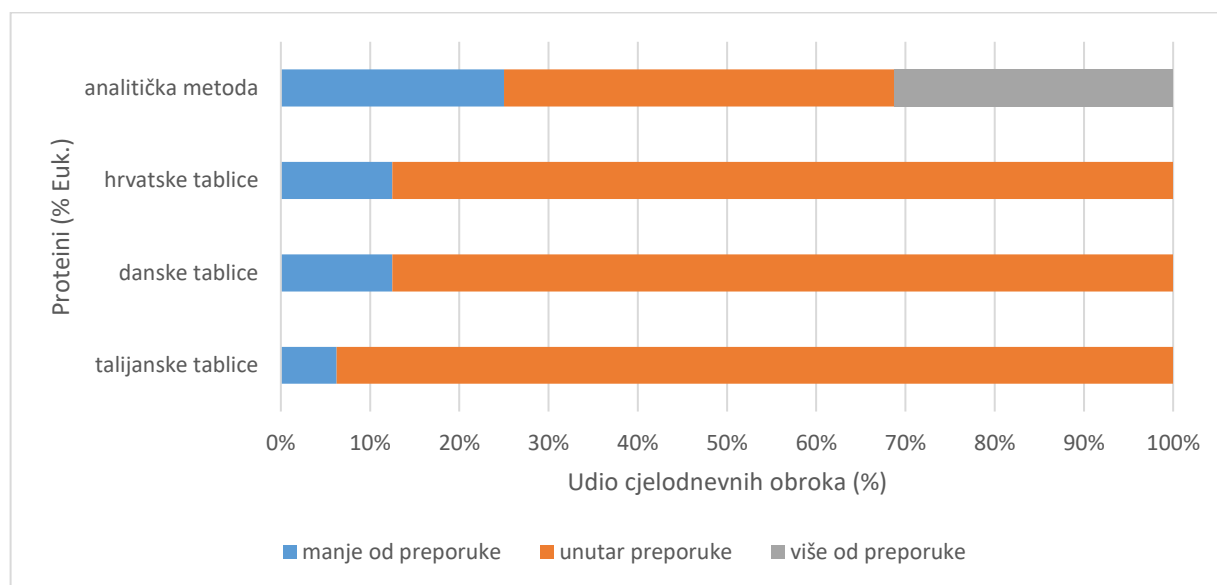
hipertenzije (engl. *dietary approaches to stop hypertension, DASH*) (McCullough i sur., 1999) nije pokazalo značajne razlike između analitičke i računskih metoda za ukupne masti, proteine, kolesterol i željezo, ali sve računske metode pokazale su značajno niže vrijednosti energije od one analitički dobivene. Zaključno, sve 4 vrste baza podataka s kemijskim sastavom namirnica valjane su za mjerenje svih 13 nutrijenata te su sve računski dobivene vrijednosti unutar 10 % od kemijski utvrđenih vrijednosti.

U istraživanju koje je uspoređivalo analitičku metodu određivanja sastava hrane s računskom uz pomoć dviju vrsta danskih tablica s kemijskim sastavom hrane (FOODCOMP i FRIDA) analizirano je 155 uzoraka iz objekata „brze hrane“ (engl. *fast food*) diljem Danske (Biltoft-Jensen i sur., 2017). Rezultati su pokazali da je za „brzu hranu“ općenito moguće pronaći sadržaj hranjivih tvari u novijoj verziji baze podataka (FRIDA). Utvrđene su prihvatljive razlike između izračunatih i analiziranih vrijednosti za ukupno 155 uzoraka, a prosječne razlike nisu prelazile 13 % pri korištenju novijih baza. Izračunima putem novije baze (FRIDA) postoci pogreške za zasićene masti smanjeni su za 17 % što ukazuje na to da su redovita ažuriranja baza podataka važna za točnu procjenu sastava hrane. Međutim, rezultati za pojedine vrste hrane pokazale su prihvatljive, ali velike razlike između analiziranih vrijednosti.

4.4. USPOREDBA S PREPORUKAMA

U ovom potpoglavlju cilj je utvrditi razlikuju li se analitička i računske metode u ostvarivanju preporuka za unos proteina, masti i ugljikohidrata ove populacije.

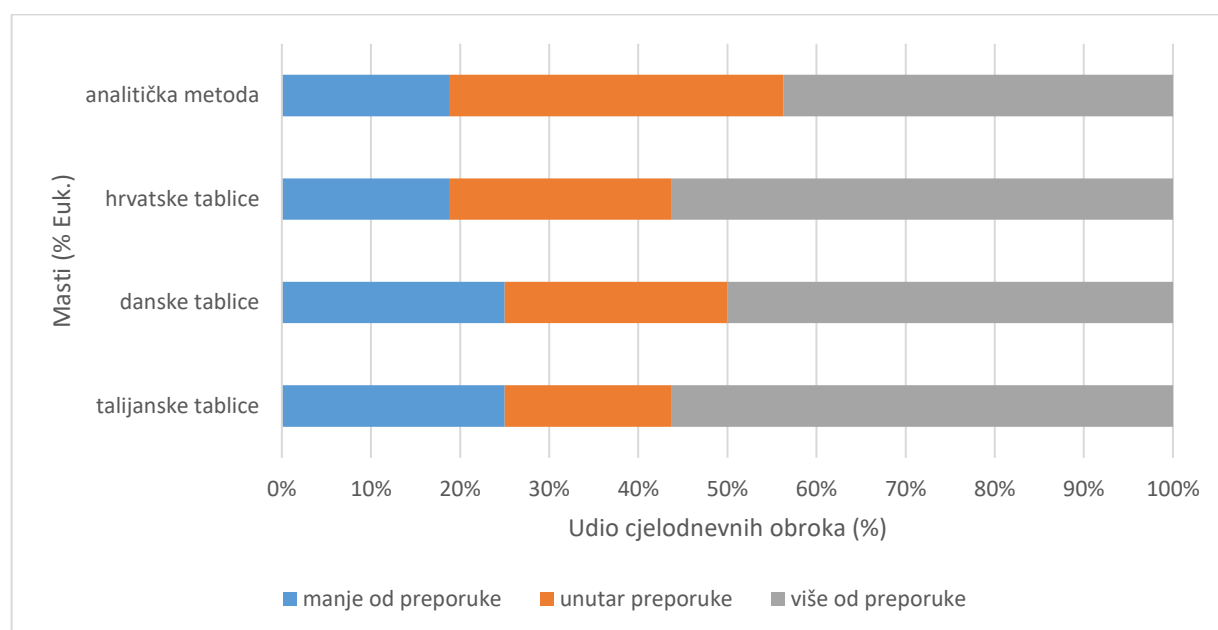
Prema Nacionalnim smjernicama za prehranu učenika u osnovnim školama (Capak i sur., 2013) preporučeni unos proteina za djecu u dobi 7–18 godina iznosi 10-15 % ukupnog dnevnog energijskog unosa, kao i za djecu vrtićke dobi (Vučemilović i Šisler, 2007). S obzirom na različite metode određivanja proteina, možemo vidjeti da postoje neke razlike u ostvarivanju preporuka za unos proteina (slika 6). Udio cjelodnevni obroka koji su ostvarili unos proteina prema preporukama isti je za hrvatske i danske tablice, dok je onaj izračunat pomoću talijanskih tablica za jedan obrok veći u ovom rasponu. Prema analitičkim metodama manji je udio obroka unutar preporuka u odnosu na računske metode, a veći udio onih koji imaju udio proteina manji od preporuka. Također, na temelju analitičke metode, 5 cjelodnevni obroka dostiže unos proteina veći od preporuka, dok kod svih računskih metoda nema obroka koji su premašili unos proteina unutar preporuka.



Slika 6. Udio cjelodnevni bezglutenskih obroka koji dostižu dnevni unos proteina prema smjernicama s obzirom na različite metode određivanja proteina

U istraživanju koje je ispitivalo kvalitetu prehrane djece s celijakijom u odnosu na zdravu djecu (Sila i sur., 2022) nije bilo statistički značajne razlike u unosu energije i hranjivih tvari između pacijenata koji su na bezglutenskoj prehrani duže od 4 godine i onih koji su manje od 4 godine osim u unosu proteina. Također, u usporedbi sa zdravom djecom, pokazalo se da pacijenti na bezglutenskoj prehrani bolje poštuju preporuke za pravilnu prehranu i da dobro uravnotežena bezglutenska prehrana može osigurati potrebne makro- i mikronutrijente.

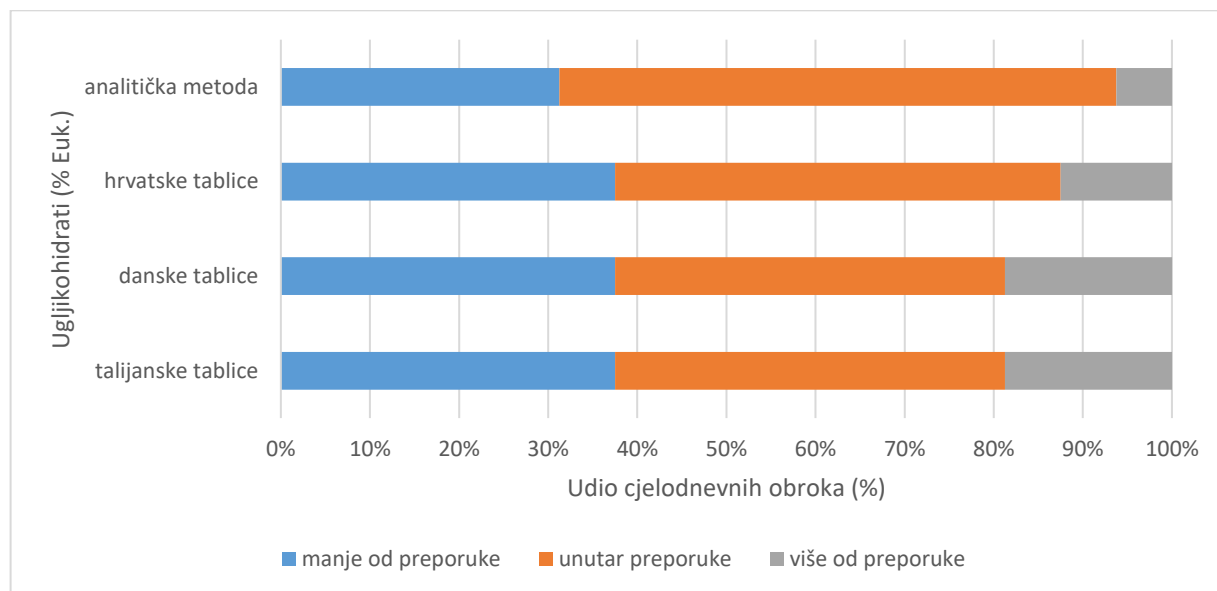
Preporučeni unos masti iznosi 30-35 % za vrtićku djecu (Program, 2002) i djecu u dobi od 7 do 13 godina, a 25-30 % za djecu od 14 do 18 godina (Capak i sur., 2013). Na slici 7 možemo vidjeti da postoje razlike u raspodjeli udjela cjelodnevnih obroka prema različitim metodama. Kad usporedimo udjele dobivene računskim metodama, možemo vidjeti da se radi o jednom obroku koji čini te razlike. Analitičkim metodama je nešto veći udio obroka koji su unutar preporuka u odnosu na računске, a manji onih koji su prešli taj okvir.



Slika 7. Udio cjelodnevnih bezglutenskih obroka koji dostižu dnevni unos masti prema smjernicama s obzirom na različite metode određivanja masti

Istraživanja su pokazala da bezglutenski proizvodi, posebice kruh, imaju veći sadržaj ukupnih i zasićenih masnih kiselina od uobičajenih namirnica koje sadrže gluten (Sue i sur., 2018), stoga ovakvi rezultati nisu začuđujući. Kod usporedbe 17 bezglutenskih proizvoda sa 16 njima ekvivalentnih proizvoda određene marke koji sadrže gluten (Miranda i sur., 2014) utvrđeno je

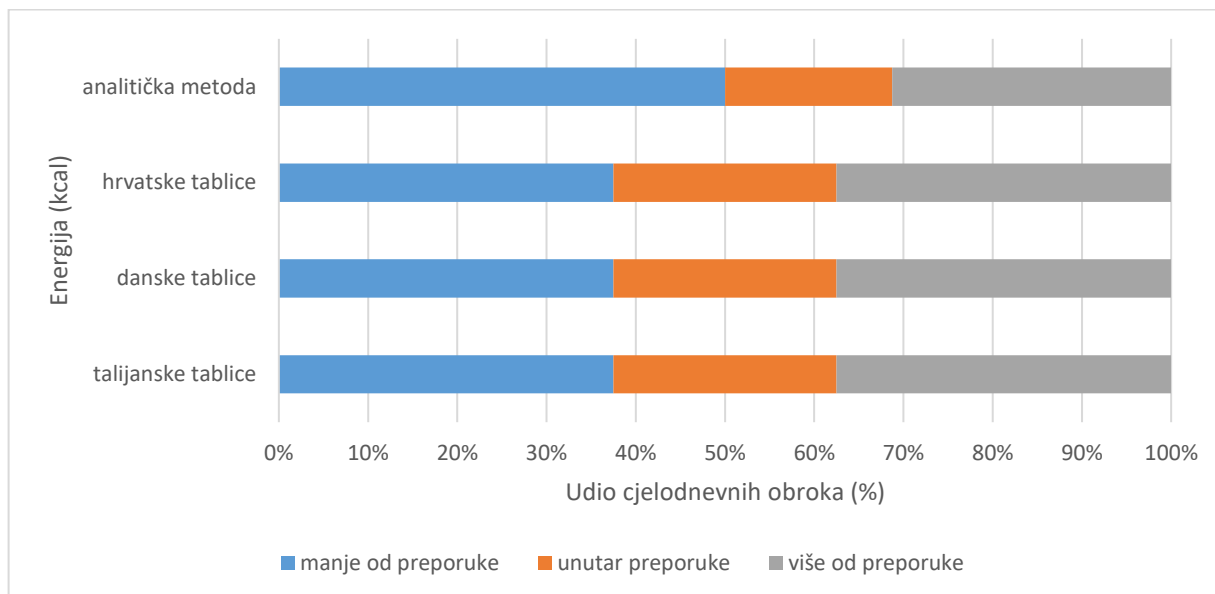
da kruh bez glutena u prosjeku ima dvostruko veći sadržaj ukupnih masti i tri puta više zasićenih masti. Veći unos masti mogao bi biti posljedica korištenja proizvoda za optimizaciju okusa ili teksture bezglutenskih proizvoda (Miranda i sur., 2014).



Slika 8. Udio cjelodnevni bezglutenskih obroka koji dostižu dnevni unos ugljikohidrata prema smjernicama s obzirom na različite metode određivanja ugljikohidrata

Za djecu u dobi 7-18 godina preporučeni unos ugljikohidrata iznosi >50 % ukupnog dnevnog unosa energije (Capak i sur., 2013), a za djecu 1-6 godina iznosi 50-60 % (Program, 2002). Raspodjela obroka prema preporukama jednaka je za danske i talijanske tablice (slika 8). Broj obroka izračunat hrvatskim tablicama je za skupinu unutar preporuka za jedan veći u odnosu na druge dvije tablice. Najveći udio obroka koji su dostigli preporučeni unos dobiven je analitičkim metodama. Obroke s udjelom ugljikohidrata višim od preporuka konzumirali su ispitanici u dobi od 3 godine, budući da preporuke za tu dobnu skupinu imaju gornju granicu od 60 %.

Istraživanje koje je ispitivalo prikladnost prehrane kod odraslih pacijenata na bezglutenskoj prehrani (Cardo i sur., 2021) tvrdi da je kod osoba na bezglutenskoj prehrani unos proteina veći od preporučenog, vjerojatno zbog većeg unosa mesa, dok druge studije provedene s djecom s celijakijom pokazuju suprotno – veći unos proteina kod zdrave djece u odnosu na djecu na bezglutenskoj prehrani (Fernandez i sur., 2019). Isto istraživanje navodi da je unos ukupnih i zasićenih masti bio veći od preporučenog kod obe skupine ispitanika.



Slika 9. Udio cjelodnevni bezglutenskih obroka koja dostižu dnevni unos energije prema smjernicama s obzirom na različite metode određivanja energije

Bezglutenski obroci koji su postigli adekvatan unos energije s obzirom na smjernice za dobnu skupinu ispitanika čine svega 18 % za sve 4 metode (slika 9). Međutim, analitičkim metodama je dobiven veći broj obroka s energijom manjom od preporuka ($n=2$) te manji broj obroka s energijom većom od preporuka ($n=2$) u odnosu na korištene računске metode koje ne pokazuju razlike u ostvarivanju preporuka za energiju.

Studija koja je ispitivala doprinos bezglutenskih proizvoda ukupnom energijskom i unosu makronutrijenata kod djece i adolescenata s celijakijom u rasponu dobi od 4 do 18 godina (González i sur., 2022) pokazala je da bezglutenski proizvodi u velikom postotku pridonose dnevnom unosu energije, ugljikohidrata, vlakana i soli te u manjoj mjeri mastima, šećerima i proteinima kod svih dobnih skupina. Primijećeno je da je većina energije i hranjivih tvari došla od prerađenih komercijalnih proizvoda, a da je doprinos domaćih proizvoda minimalan.

U još jednom istraživanju koje se bavilo istim pitanjem (Zucotti i sur., 2013) pokazalo se da je unos energije kod djece oboljele od celijakije koja su na bezglutenskoj dijeti značajno viši nego kod zdrave djece. Iako postoje studije u kojima je unos energije veći kod osoba s celijakijom, ima i onih koje nisu pronašle značajnu razliku u unosu energije kod djece s celijakijom u usporedbi sa zdravom djecom (Hopman i sur., 2006).

5. ZAKLJUČCI

1. Rezultati su pokazali značajne razlike između računskih metoda za određivanje sadržaja proteina i ugljikohidrata, ali ne i masti. Međutim, post hoc analiza nije pronašla značajne razlike između analitičke metode i bilo koje od računskih metoda. Analiza korelacije je pokazala umjerenu do dobru povezanost između analitičke metode i sve tri računske metode za procjenu sadržaja masti i ugljikohidrata, ali nije pronađena korelacija za sadržaj proteina. Daljnja analiza korištenjem Bland-Altman dijagrama otkrila je da nema statistički značajnih razlika za sadržaj proteina i ugljikohidrata. Međutim, uočeno je značajno podcjenjivanje unosa masti računskim metodama u usporedbi s analitičkom metodom, što ukazuje na nedosljednost u određivanju sadržaja masti. Općenito, rezultati sugeriraju da se računske metode mogu zamijeniti s analitičkom metodom za procjenu proteina i ugljikohidrata. Međutim, treba biti oprezan prilikom korištenja računskih metoda za procjenu sadržaja masti, budući da one mogu dosljedno podcjenjivati unos masti u odnosu na analitičku metodu. Ovakvi rezultati mogu se pripisati malom uzorku na kojem se provodilo ispitivanje te je potreban veći uzorak kako bi mogli to sa sigurnošću utvrditi.
2. Dobiveni rezultati ukazuju da ovisno o korištenoj metodi za određivanje energije, proteina, masti i ugljikohidrata cjelodnevni obroci postoje razlike u ostvarivanju preporuka za dnevni unos energije i makronutrijenata. Analitička metoda pokazala je razliku u ostvarivanju preporuka u odnosu na sve tri računske metode, budući da je u drugačiju kategoriju svrstano 50 % obroka s obzirom na proteine, 37,5 % s obzirom na masti, 31 % s obzirom na ugljikohidrate te 62 % obroka s obzirom na energiju.

6. LITERATURA

- About codex alimentarius* (2022) *About Codex/ CODEXALIMENTARIUS* FAO-WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/#c453333>. Pristupljeno 25 travnja 2023.
- About infoods* (2022) *INFOODS: INFOODS*. <https://www.fao.org/infoods/infoods/en/> Pristupljeno 24. travnja 2023.
- BDA Food composition Database*. <http://www.bda-ieo.it/wordpress/en/> Pristupljeno 4 ožujka 2023.
- Biltoft-Jensen A, Knuthsen P, Saxholt E, Christensen T (2017) Comparison between analyzed and calculated nutrient content of fast foods using two consecutive versions of the Danish Food Composition Databank: FOODCOMP and Frida. *Journal of Food Composition and Analysis* **64**, 48–54. doi:10.1016/j.jfca.2017.04.010.
- Bognár, A. (2002) *Tables on weight yield of food and retention factors of food constituents for the calculation of nutrient composition of cooked foods (dishes)*. Karlsruhe: BFE.
- Brady LM, Lesauvage SVM, Saini N, Williams CM, Lovegrove JA (2003) Comparison of dietary fat and fatty acid intake estimated by the duplicate diet collection technique and estimated dietary records. *J Hum Nutr Diet* **16**, 393–401. <https://doi.org/10.1046/J.1365-277X.2003.00475.X>
- Cardo A, Churruca I, Lasa A, Navarro V, Vázquez-Polo M, Perez-Junkera G, i sur. (2021) Nutritional Imbalances in Adult Celiac Patients Following a Gluten-Free Diet. *Nutrients* **13**. <https://doi.org/10.3390/NU13082877>
- Church S M. (2006). The history of food composition databases. *Nutrition Bulletin* **31(1)**, 15–20. doi:10.1111/j.1467-3010.2006.00538.x.
- Church S M (2015) The importance of food composition data in recipe analysis'. *Nutrition Bulletin* **40(1)**, 40–44. doi:10.1111/nbu.12125.
- Delgado A, Issaoui M, Vieira MC, Saraiva de Carvalho I, Fardet A (2021) Food Composition Databases: Does It Matter to Human Health? *Nutrients* **13**, 2816. <https://doi.org/10.3390/NU13082816>
- Durazzo A, Camilli E, D'addezio L, Piccinelli R, Mantur-vierendeel A, Marletta L, i sur. (2019) Development of Dietary Supplement Label Database in Italy: Focus of FoodEx2 Coding. *Nutrients* **12**, 89. <https://doi.org/10.3390/NU12010089>

- Emmett PM, Taylor CM, Jones LR, Northstone K, Pounis G (2019) Collection and Management of Dietary Data. *Anal Nutr Res Princ Stat Methodol Interpret Results* 43–73. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814556-2.00003-8>
- Eurofir " European Food Information Resource* (2022) *EuroFIR Welcome to EuroFIR AISBL Comments*. <https://www.eurofir.org/> Pristupljeno 12. travnja 2023.
- Fairulnizal M, Gunasegavan RDN, Khalid NM, Balasubramaniam V, Mustar S, Rashed AA (2020) Recent Techniques in Nutrient Analysis for Food Composition Database. *Molecules* **25**. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25194567>
- Fajardo V, González MP, Martínez M, Samaniego-Vaesken M de L, Achón M, Úbeda N, i sur. (2020) Updated Food Composition Database for Cereal-Based Gluten Free Products in Spain: Is Reformulation Moving on? *Nutrients* **12**, 2369. <https://doi.org/10.3390/NU12082369>
- Fernández C B, Varela-Moreiras G, Úbeda N, Alonso-Aperte E (2019) Nutritional Status in Spanish Children and Adolescents with Celiac Disease on a Gluten Free Diet Compared to Non-Celiac Disease Controls. *Nutrients* (**11**), 2329. <https://doi.org/10.3390/nu11102329>
- Fiori F, Parpinel M, Morreale F, Pellegrini N (2022) The Update of the Italian Food Composition Database of Gluten-Free Products and Its Application in Food-Based Dietary Guidelines Menus. *Nutrients* **14**, 4171. <https://doi.org/10.3390/NU14194171/S1>
- FoodOn and LanguaL* (2020) *FoodOn*. <https://foodon.org/design/foodon-and-languaL/> Pristupljeno 5. svibnja 2023.
- González MP, Ballesterro-Fernández C, Fajardo V, Achón M, García-González Á, Alonso-Aperte E, i sur. (2022) Gluten-Free Product Contribution to Energy and Macronutrient Intakes in Spanish Children and Adolescents with Celiac Disease. *Foods* **11**, 3790. <https://doi.org/10.3390/FOODS11233790>
- Hakala P, Knuts L-R, Vuorinen A, Hammar N, Becker W (2003) Comparison of nutrient intake data calculated on the basis of two different databases. results and experiences from a Swedish–Finnish study. *European Journal of Clinical Nutrition* **57(9)**, 1035–1044. doi:10.1038/sj.ejcn.1601639.
- Hayes M (2020) Measuring Protein Content in Food: An Overview of Methods. *Foods* **9**, 1340. <https://doi.org/10.3390/FOODS9101340>
- Hopman EGD, Le Cessie S, Von Blomberg BME, Mearin ML (2006) Nutritional management of the gluten-free diet in young people with celiac disease in The Netherlands. *J Pediatr*

- Gastroenterol Nutr* **43**, 102–108. <https://doi.org/10.1097/01.MPG.0000228102.89454.EB>
- How are fcdbs made? " eurofir (2023) EuroFIR How are FCDBs made Comments. <https://www.eurofir.org/food-information/how-are-fcdbs-made/> Pristupljeno 12. svibnja 2023.
- How we're using the most advanced food classification system in the world* (2019) *Global Dietary Database*. <https://globaldiarydatabase.org/using-foodex2> Pristupljeno 11. svibnja 2023.
- Ireland J, Møller A (2013) What's new in languagTM?. *Procedia Food Science* **2**, 117–121. doi:10.1016/j.profoo.2013.04.018.
- Ispirova G, Eftimov T, Seljak BK (2020) Evaluating missing value imputation methods for food composition databases. *Food Chem Toxicol* **141**, 111368. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2020.111368>
- Jamieson J A, Gill K, Fisher S, English M (2022) Development of a canadian food composition database of gluten-free products. *Foods*, **11(15)**, p. 2215. doi:10.3390/foods11152215.
- Jasthi B, Pettit J, Harnack L (2020) Addition of gluten values to a food and nutrient database. *J Food Compos Anal* **85**, 103330. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2019.103330>
- Johnson S.L, Goodell S L, Williams K, Power T G, Hughes S O (2015) Getting my child to eat the right amount. mothers' considerations when deciding how much food to offer their child at a meal. *Appetite* **88**, 24–32. doi:10.1016/j.appet.2014.12.004.
- Julián-Almárcegui C, Bel-Serrat S, Kersting M, Vicente-Rodriguez G, Nicolas G, Vyncke K i sur. (2015) Comparison of different approaches to calculate nutrient intakes based upon 24-H recall data derived from a Multicenter Study in European adolescents. *European Journal of Nutrition* **55(2)**, 537–545. doi:10.1007/s00394-015-0870-9.
- Kapsokefalou M, Roe M, Turrini A, Costa HS, Martinez-Victoria E, Marletta L, i sur. (2019) Food Composition at Present: New Challenges. *Nutrients* **11**. <https://doi.org/10.3390/NU11081714>
- Mæhre HK, Dalheim L, Edvinsen GK, Elvevoll EO, Jensen IJ (2018) Protein Determination—Method Matters. *Foods* **7**, 5. <https://doi.org/10.3390/FOODS7010005>
- Marconi S, Durazzo A, Camilli E, Lisciani S, Gabrielli P, Aguzzi A, i sur. (2018) Food Composition Databases: Considerations about complex food matrices. *Foods* **7**, 2. <https://doi.org/10.3390/foods7010002>
- McCullough M L, Karanja N M, Lin P, Obarzanek E, Phillips K, Laws R L, Vollmer W M,

- O'Connor E A i sur. (1999) Comparison of 4 nutrient databases with chemical composition data from the dietary approaches to stop hypertension trial. *Journal of the American Dietetic Association* **99(8)**. doi:10.1016/s0002-8223(99)00416-2.
- Meyer M, Montero L, Meckelmann SW, Schmitz OJ (2022) Comparative study for analysis of carbohydrates in biological samples. *Anal Bioanal Chem* **414**, 2117–2130. <https://doi.org/10.1007/S00216-021-03845-Z/FIGURES/7>
- Miranda J, Lasa A, Bustamante M A, Churruca I, Simon E (2014) Nutritional differences between a gluten-free diet and a diet containing equivalent products with gluten. *Plant Foods for Human Nutrition* **69(2)**. 182–187. doi:10.1007/s11130-014-0410-4.
- Missbach B, Schwingshackl L, Billmann A, Mystek A, Hickelsberger M, Bauer G, König J (2015) Gluten-free food database: The nutritional quality and cost of packaged gluten-free foods. *PeerJ* **3**. doi:10.7717/peerj.1337.
- Møller A (2020) *Compilers' toolbox™, Compilers' Toolbox™ - Analytical versus Calculated Values*. http://toolbox.foodcomp.info/ToolBox_RecipeCalculation_AnalyticalVsCalulatedValues.asp. Pristupljeno 23. travnja 2023.
- Nielsen S S i Carpenter C (2017) Fat Content Determination. *Food Science Text Series*, 121–129. doi:10.1007/978-3-319-44127-6_12.
- Orlien V, Bolumar T (2019) Biochemical and Nutritional Changes during Food Processing and Storage. *Foods* **8**, 494. <https://doi.org/10.3390/FOODS8100494>
- Pehrsson, P.R., Haytowitz, D.B. 2016. Food composition databases. Book Chapter. Pehrsson, Pamela, 2016. Encyclopedia of Food and Health. Philadelphia: Elsevier B.V. 16-21 p.
- Program (2002) Program zdravstvene zaštite djece, higijene i pravilne prehrane djece u dječjim vrtićima. Narodne novine **105**, Zagreb. https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2002_09_105_1735.html. Pristupljeno 15. travnja 2023.
- Rand, W.M. (1991) *Compiling data for Food Composition Data Bases*. Tokyo: United Nations University Press.
- Reinivuo H, Bell S, Ovaskainen ML (2009) Harmonisation of recipe calculation procedures in European food composition databases. *J Food Compos Anal* **22**, 410–413. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2009.04.003>
- Resman B, Rahelić D, Gajdoš Kljusurić J, Martinis I (2019) Food composition database

- reliability in calculations of diet offers. *J Food Compos Anal* **77**, 101–107. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2019.01.013>
- Siebelink E, de Vries JHM, Trijsburg L, Hulshof PJM (2015) Evaluation of calculated energy and macronutrient contents of diets provided in controlled dietary intervention trials by chemical analysis of duplicate portions. *J Food Compos Anal* **43**, 68–74. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2015.04.010>
- Sila S, Mašić M, Kranjčec D, Niseteo T, Marić L, Radunić A, i sur. (2022) Quality of Diet of Patients with Coeliac Disease in Comparison to Healthy Children. *Child* **9**, 1595. <https://doi.org/10.3390/CHILDREN9101595>
- Silva M, Ribeiro M, Viegas O, Martins ZE, Faria M, Casal S, i sur. (2021) Exploring two food composition databases to estimate nutritional components of whole meals. *J Food Compos Anal* **102**, 104070. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2021.104070>
- Sue A, Dehlsen K, Ooi CY (2018) Paediatric Patients with Coeliac Disease on a Gluten-Free Diet: Nutritional Adequacy and Macro- and Micronutrient Imbalances. *Curr Gastroenterol Rep* **20**, 1–12. <https://doi.org/10.1007/S11894-018-0606-0/TABLES/1>
- Summer S.S, Ollberding N J, Guy T, Setchell K D R, Brown N, Kalkwarf H J (2013) Cross-border use of food databases: Equivalence of US and Australian databases for macronutrients. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **113(10)**, 1340–1345. doi:10.1016/j.jand.2013.05.021.
- Šarin V (2021) Utvrđivanje glutena ELISA metodom u bezglutenskim obrocima prikupljenim duplikat dijetom u djece na striktnoj bezglutenskoj dijeti
- Ullah SMR, Murphy B, Dorich B, Richter B, Srinivasan K (2011) Fat extraction from acid- and base-hydrolyzed food samples using accelerated solvent extraction. *J Agric Food Chem* **59**, 2169–2174. <https://doi.org/10.1021/JF104001D>
- Vahčić N, Hruškar M, Marković K (2008) Analitičke metode za određivanje osnovnih sastojaka hrane. *Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu*
- Van Puyvelde H, Perez-Cornago A, Casagrande C, Nicolas G, Versele V, Skeie G i sur. (2020) Comparing Calculated Nutrient Intakes Using Different Food Composition Databases: Results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Cohort. *Nutrients* **12**, 2906. <https://doi.org/10.3390/nu12102906>
- Vásquez-Caicedo A, Bell S , Hartmann B (2005) Report on collection of rules on use of recipe calculation procedures including the use of yield and retention factors for imputing nutrient

values for composite foods. *EuroFIR*

Vučemilović L i Šisler L V (2007) *Prehrambeni standard za planiranje prehrane Djece U Dječjem Vrtiću - Jelovnici I normativi: Preporuke I smjernice za stručnjake Koji Rade na planiranju I Pripremanju prehrane Djece U Dječjem Vrtiću*. Zagreb: Hrvatska udruga medicinskih sestara.

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, Franka Maretić, izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Vlastoručni potpis