

Dizajniranje i usporedba mediteranskog, vegetarijanskog i prilagođenog načina prehrane za odraslu osobu s fenilketonurijom

Putnik, Sanja

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:768514>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-28**

REPOZITORIJ

PTFS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

Sanja Putnik

**DIZAJNIRANJE I USPOREDBA MEDITERANSKOG, VEGETARIJANSKOG
I PRILAGOĐENOG NAČINA PREHRANE ZA ODRASLU OSOBU S
FENILKETONURIJOM**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za procesno inženjerstvo
Katedra za modeliranje, optimiranje i automatizaciju
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij Znanost o hrani i nutricionizam

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Nastavni predmet: Optimiranje prehrane primjenom računala

Tema rada je prihvaćena na XI. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2021./2022. održanoj 23. rujna 2022.

Mentor: prof. dr. sc. Damir Magdić

Dizajniranje i usporedba mediteranskog, vegetarijanskog i prilagođenog načina prehrane za odraslu osobu s fenilketonurijom

Sanja Putnik, 0113138413

Sažetak:

U radu su računalnim programom „OPPR_Jelovnik“ izrađena tri plana prehrane za osobu oboljelu od fenilketonurije. Planovi prehrane su izrađeni u skladu s preporučenim dnevnim unosima za osobe s fenilketonurijom, slijedeći principe mediteranske, vegetarijanske i prilagođene prehrane. Objašnjene su nutritivne prednosti i nedostaci pojedinog principa prehrane i svih predloženih planova prehrane. Izračunati su očekivani dnevni unosi te su uspoređeni međusobno i s preporučenim dnevnim unosima. Rezultati su prikazati tablično i grafički. Planovi prehrane rangirani su prema troškovima, dostupnosti namirnica i prihvatljivosti. Sva tri izrađena plana prehrane zadovoljavaju preporuke i potrebe osoba s fenilketonurijom, a najjeftiniji je vegetarijanski jelovnik.

Ključne riječi: Fenilketonurija, mediteranska prehrana, vegetarijanska prehrana, prilagođena prehrana

Rad sadrži: 53 stranica
9 slika
12 tablica
0 priloga
20 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

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

- | | |
|--|---------------|
| 1. prof. dr. sc. Lidija Jakobek Barron | predsjednik |
| 2. prof. dr. sc. Damir Magdić | član-mentor |
| 3. prof. dr. sc. Ivica Strelec | član |
| 4. izv. prof. dr. sc. Ivana Flanjak | zamjena člana |

Datum obrane: 29. rujna 2023.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of process engineering
Subdepartment of modelling, optimization and automation
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Food science and nutrition

Scientific area: Biotechnical sciences

Scientific field: Food technology

Course title: Diet optimization by computer applying

Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. XI. held on September, 23rd 2022.

Mentor: *Damir Magdić*, PhD, tenured prof.

Technical assistance: -

Designing and Comparing Mediterranean, Vegetarian and Adjusted Diets for an Adult with Phenylketonuria

Sanja Putnik, 0113138413

Summary:

In the paper, three diet plans for a person suffering from phenylketonuria were created using a computer program "OPPR_Jelovnik". Diet plans made in accordance with the recommended daily intakes for people with phenylketonuria, following the principles of Mediterranean, vegetarian and adapted nutrition. The nutritional advantages and disadvantages of each dietary principle and all proposed dietary plans explained. The expected daily intakes were calculated and compared with each other and with the recommended daily intakes. The results shown in tables and graphics. Diet plans ranked by cost, food availability, and acceptability. All three created diet plans meet the recommendations and needs of people with phenylketonuria, and the cheapest is the vegetarian menu.

Key words: Phenylketonuria, mediterranean diet, vegetarian diet, adjusted diet

Thesis contains: 53 pages
9 figures
12 tables
0 supplements
20 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | | |
|----|--|--------------|
| 1. | <i>Lidija Jakobek Barron</i> , PhD, full prof. | chair person |
| 2. | <i>Damir Magdić</i> , PhD, tenured prof. | supervisor |
| 3. | <i>Ivica Strelec</i> , PhD, full prof. | member |
| 4. | <i>Ivana Flanjak</i> , PhD, assoc. prof. | stand-in |

Defense date: September 29, 2023

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

Zahvaljujem...

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO.....	3
2.1. FENILKETONURIJA	4
2.1.1. O fenilketonuriji.....	5
2.1.2. Fenilketonurija u odrasloj dobi.....	6
2.1.3. Trudnoća.....	7
2.2. PREHRANA I FENILKETONURIJA.....	9
Prehrana kao tretman za fenilketonuriju.....	10
2.3. PREHRANA U FENILKETONURIJI	12
2.3.1. Mediteranska prehrana	13
2.3.2. Vegetarijanska prehrana	14
2.3.3. Prilagođena prehrana.....	14
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1. ZADATAK	18
3.2. MATERIJAL I METODE	18
3.2.1. Program „OPPR_Jelovnik.xlsm“.....	18
3.2.2. Izrada jelovnika.....	20
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	23
4.1. PRIKAZ JELOVNIKA	24
4.1.1. Jelovnik mediteranske prehrane	24
4.1.2. Jelovnik vegetarijanske prehrane.....	27
4.1.3. Jelovnik prilagođene prehrane	30
4.2. USPOREDBE JELOVNIKA.....	33
4.2.1. Usporedba unosa fenilalanina.....	34
4.2.2. Usporedba unosa bjelančevina	35
4.2.3. Usporedba unosa energije	36
4.2.4. Usporedba unosa masti.....	37
4.2.5. Usporedba unosa ugljikohidrata	38
4.2.6. Usporedba cijene.....	39
4.2.7. Usporedba unosa minerala i vitamina.....	40
5. ZAKLJUČCI	43
6. LITERATURA.....	45

Popis oznaka, kratica i simbola

PTF	Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
RDA	Preporučeni dnevni unos (eng. <i>Recommended dietary intake</i>)
OPPR	Optimiranje prehrane primjenom računala
PAH	Fenilalanin hidroksidaza
BH4	Tetrahidrobiopterin, sapropterin
IQ	Kvocijent inteligencije
LNAAs	Dugo lančane neutralne aminokiseline
MRI	Magnetska rezonanca
EPA	Eikozapentaenska kiselina
DHA	Dokozaheksaenska kiselina
GMP	Kazein glikomakropeptid
BMI	Indeks tjelesne mase (eng. <i>Body mass indeks</i>)
USDA	Ministarstvo poljoprivrede SAD-a (eng. <i>U.S. Department of Agriculture</i>)
BDA	Talijanska baza podataka o hrani (Tal. Banca Dati di Composizione degli Alimenti per Studi Epidemiologici in Italia)
FRIDA	Baza podataka o hrani danskog Nacionalnog instituta za hranu

1. UVOD

Cilj ovog diplomskog rada je sastaviti 3 jelovnika za odraslu osobu s fenilketonurijom, primjenjujući principe mediteranske, vegetarijanske i prilagođene prehrane, bez korištenja posebno prilagođenih prehrambenih proizvoda.

U teorijskom dijelu dane su osnovne informacije o fenilketonuriji i mogućnostima tretiranja bolesti. Opisane su posljedice ne kontroliranja razine fenilalanina u krvi u djetinjstvu i odrasloj dobi, s naglaskom na važnost održavanja optimalne razine tijekom trudnoće. Navedena je i važnost prehrane u kontroli bolesti te su opisani njeni principi. Predstavljena je mediteranska i vegetarijanska prehrana te načini prilagođavanja prehrane unosu fenilalanina.

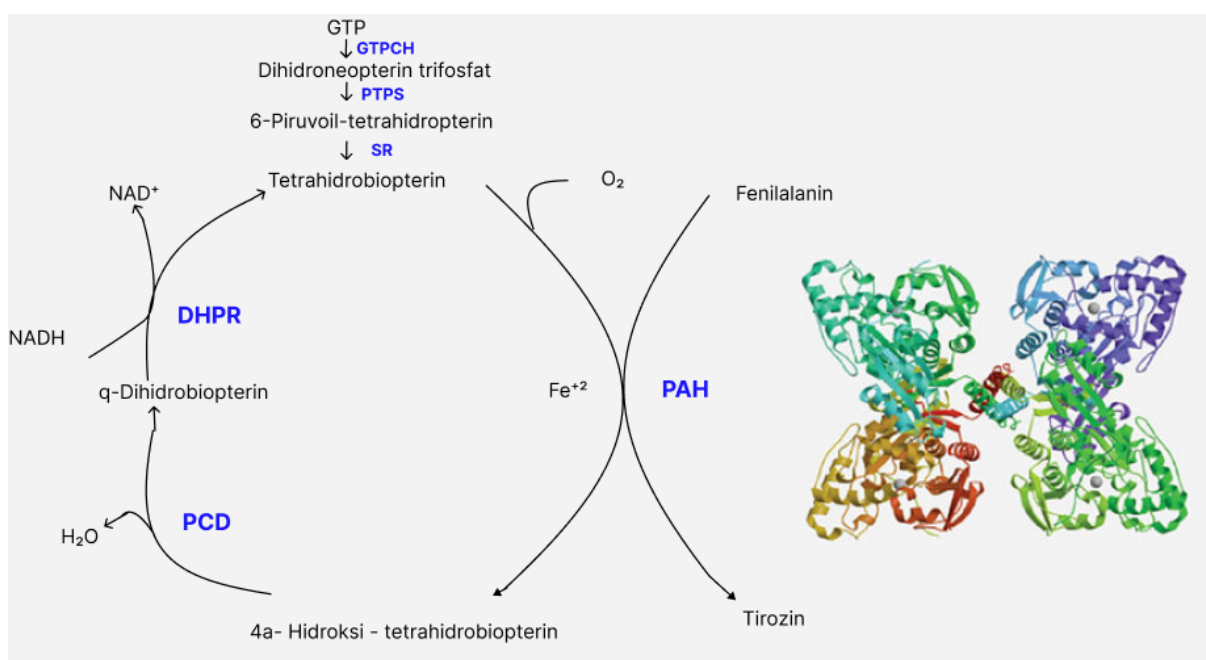
Eksperimentalni dio opisuje način rada u programu „OPPR_Jelovnik.xlsx“, kako se osnovni podaci i preporučeni dnevni unos (RDA) unose po potrebi klijenta, kako se namirnice u bazi namirnica koriste za slaganje tjednog jelovnika i kako prikazuje koliko su ciljani makro i mikro nutrijenti u odnosu na RDA, kroz obrok, dan i tjedan.

Poglavlje Rezultati i rasprava sadrže prikaze jelovnika i najvažnijih nutrijenata. Jelovnici su potom uspoređeni dijagramom uspoređeni po najvažnijim nutrijentima i cijenom. Tablično su uspoređeni i vitamin i minerali.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. FENILKETONURIJA

Fenilalanin je esencijalna aromatska L-aminokiselina. Neophodan je za sintezu proteina i nužno je da ga ima u dovoljnoj količini za rast i zacjeljivanje ozljeda. **Slika 1** prikazuje kako enzim fenilalanin hidroksidaza, uz pomoć kofaktora (tetrahidrobiopterin BH4), molekularnog kisika i željeza, pretvara fenilalanin u tirozin. Fenilketonurija je rijetka autosomalna recesivna bolest, u kojoj dolazi do varijacije gena za kodiranje fenilalanin hidroksidaze (PAH), i dolazi do nakupljanja fenilalanina u organizmu, što nepoznatim mehanizmom loše utječe na mozak (van Wegberg i sur. 2017.).



Slika 1 Metabolički put fenilalanina (van Wegberg i sur. 2017.)

Netretirana fenilketonurija, pogotovo u djetinjstvu, može uzrokovati nepovratne intelektualne poteškoće, mikrocefaliju, motoričke poteškoće, ekcemu, autizam, napadaje, probleme u razvoju, psihijatrijske simptome pa čak i sljepoću (van Wegberg i sur. 2017.).

2.1.1. O fenilketonuriji

Fenilketonurija je otkrivena 1934. kada su primijećena fenilketonska tijela u urinu oboljelih, a 20ak godina kasnije je primijećen učinak prehrane s niskim unosom fenilalanina. 1960ih je razvijen test za otkrivanje hiperfenilalaninemije, koji je postao standardni test za svu novorođenčad. Test ustvari detektira preveliku količinu fenilalanina u krvi (iznad 120 $\mu\text{mol/L}$), a to osim fenilketonurije mogu uzrokovati i drugi poremećaji, primjerice defekti pterina, visok unos proteina, prerani porođaj i bolesti jetre (van Wegberg i sur. 2017.).

Zahvaljujući ranom otkrivanju i tretmanu, ispitivanja pokazuju da u današnje vrijeme većina oboljelih ima neurokognitivne sposobnosti u normalnom rasponu, iako su u nekih oboljelih slabije od kontrolnih skupina (van Wegberg i sur. 2017.).

Generalno, konsenzus je da se oboljeli koji netretirani imaju preko 600 μmol fenilalanina po litri krvi obavezno trebaju tretirati, dok kod onih ispod 360 $\mu\text{mol/L}$ tretman nije potreban ali se preporuča pratiti stanje da ne dođe do povećanja razine fenilalanina u krvi. Za osobe između 360 i 600 $\mu\text{mol/L}$ postoje nejasnoće, jer su studije o toj tematici davale oprečne rezultate i najčešće imale mali broj sudionika. Studije koje pokazuju da ova razina fenilalanina u krvi nema štetan utjecaj na oboljele su uglavnom kvalitetnije provedene od studija koje su pokazale da imaju štetan utjecaj. No s obzirom na moguće štetne posljedice (primjerice studija koju su napravili Costello i suradnici 1994. godine ukazuje da je moguće da oboljelima za svako povećanje od 100 $\mu\text{mol/L}$ smanji IQ za do 6 bodova), savjetuje se da se oboljeli u ovom rasponu tretiraju tijekom prvih 12 godina života. Poslije 12. godine trebalo bi povremeno napraviti kontrolu razine fenilalanina u krvi (van Wegberg i sur. 2017.).

Tirozin je aminokiselina koja je za većinu osoba neesencijalna, ali s obzirom da je u fenilketonuriji upravo razgradnja fenilalanina u tirozin slaba ili nepostojeća, može doći do deficita tirozina. Tirozin je potreban za sintezu neurotransmitera (adrenalin, noradrenalin i dopamin), tiroksina (T4 hormon štitnjače) i melanina (skupina kožnih pigmenata) (van Wegberg i sur. 2017.).

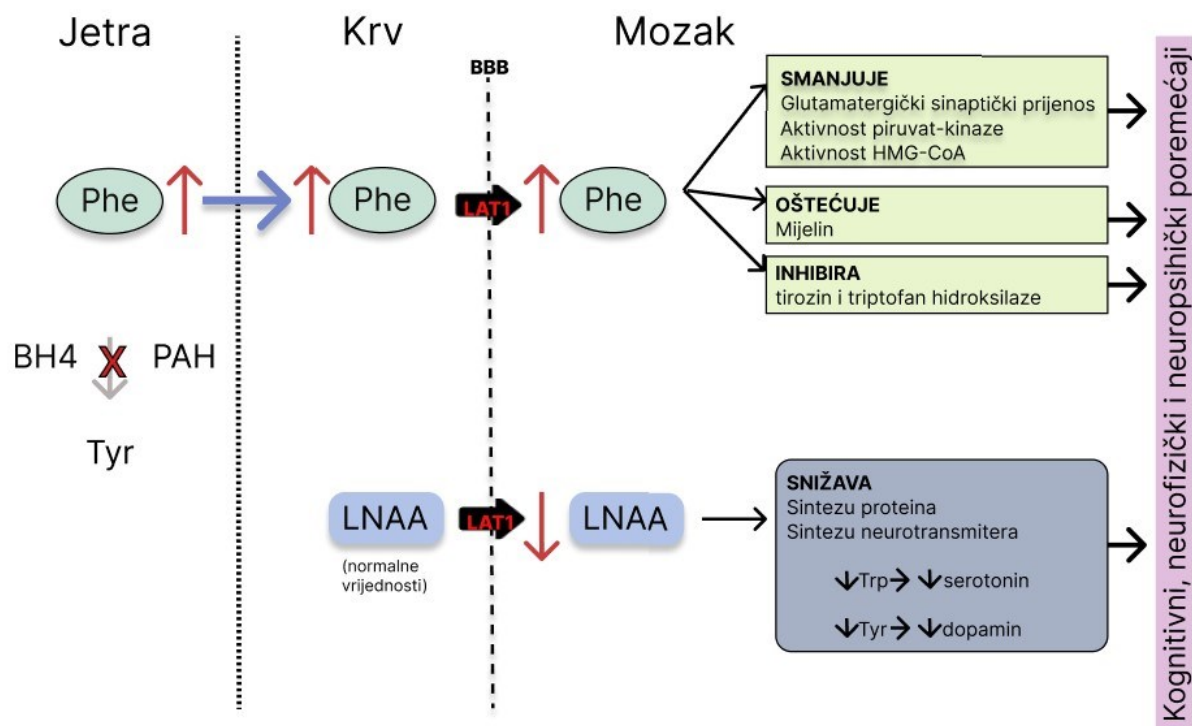
2.1.2. Fenilketonurija u odrasloj dobi

Iako je kontrola razine fenilalanina u krvi najvažnija u mlađoj dobi, njezino povišenje u odrasloj dobi može imati negativne posljedice za oboljelu osobu. Dosadašnja istraživanja ukazuju na moguće psihološke, kognitivne i motoričke poteškoće. Primijećeni su problemi s pozornosti, pamćenjem, tremorima, refleksima, te povećana mogućnost razvoja neuroloških oboljenja, kao što su Parkinsonova bolest, leukoencefalopatija, spastična parapareza, tremor i gubitak vida. U nekih osoba je snižavanjem razine fenilalanina u krvi došlo do smanjenja ili nestanka simptoma, dok je kod drugih nije primijećen utjecaj na simptome. Jaki simptomi se javljaju uglavnom kod osoba kojim je kasno dijagnosticirana fenilketonurija (van Wegberg i sur. 2017.).

Koch i suradnici su 2002.godine su proveli studiju koja je ukazala na povećanu vjerojatnost ekcema, mentalnih poremećaja, astme i glavobolja u oboljelih koji se u odrasloj dobi nisu držali posebne prehrane. Imali su i slabije rezultate na testovima inteligencije i sposobnosti, a MRI (magnetska rezonanca) je pokazivao povezanost abnormalnih rezultata s visokom koncentracijom fenilalanina u mozgu (Koch i sur. 2002.).

Retrospektivno istraživanje Altmana i suradnika na 185 osobe u dobi između 18 i 71 godinu je pokazalo da osobe kojima je prosječna razina fenilalanina u krvi kroz dvije godine viša od 600 $\mu\text{mol/L}$ (oko 75% ispitanika) su imale veću vjerojatnost za mentalni poremećaj. 14,1% ispitanika je imalo dijagnozu depresije, 19,1% dijagnozu anksioznosti, 14,5% dijagnozu niskog raspoloženja, a 10% je imalo dijagnozu promjena raspoloženja (Altman i sur. 2021.).

Moguće je da visoka razina fenilalanina onemogućuje transport LNAA (dugih neutralnih aminokiselina) iz krvi u mozak, koje su potrebne za sintezu proteina, mijelina i neurotransmitera, što je prikazano na **Slici 2**. Uz to, na mentalno zdravlje oboljelih mogu utjecati poteškoće s kojima se susreću kao osobe s rijetkim poremećajem s vrlo strogom prehranom (Altman i sur. 2021.).



Slika 2 Posljedice nakupljanja fenilalanina u mozgu (van Wegberg i sur. 2017.)

2.1.3. Trudnoća

Kod žena s fenilketonurijom, važno je prije i tijekom trudnoće kontrolirati razinu fenilalanina. Prevelika količina fenilalanina u krvi može imati teratogeni učinak i uzrokovati zastoj rasta fetusa, nisku porođajnu težinu, dismorfiju lica, mikrocefaliju, usporeni razvoj, intelektualne poteškoće i kongenitalnu srčanu bolest. Preniska razina fenilalanina u krvi također može imati štetne učinka na fetus (MacDonald i sur. 2020.).

Poželjno je da se već 4-6 mjeseca prije planirane trudnoće počne raditi na održavanju razine fenilalanina u krvi u rasponu 120-360 $\mu\text{mol/L}$. Ukoliko je trudnoća iznenadna, žena bi trebala odmah prilagoditi prehranu. Potreban unos proteina u trudnica s fenilketonurijom nije poznat, već se sukladno s uobičajenom trudnoćom smatra da je preporučeni unos iznad 70 g/dan (MacDonald i sur. 2020.).

Savjetuje se kontrolirati razinu fenilalanina u krvi barem jedanput tjedno prije trudnoće i dvaput tijekom trudnoće. Kako fetus raste povećava se mogući unos fenilalanina. Savjetuje se unos fenilalanina povećavati sukladno razini fenilalanina u krvi, tj. povećati unos fenilalanina

kada razina fenilalanina u krvi padne. Na kraju trudnoće se može dogoditi da unatoč jednakom unosu fenilalanina blago poveća se njegova razina u krvi, ali uglavnom nisu potrebne korekcije unosa (MacDonald i sur. 2020.).

Generalno govoreći, trudnice s fenilketonurijom nemaju dodatne poteškoće, ali uobičajeni problemi mogu imati veće posljedice. Na primjer, mučnina, žgaravica, zatvor i drugi problemi s probavom mogu poremetiti pravilnu prehranu, što utječe na razinu fenilalanina u krvi. Potrebno je pripaziti da u prvom tromjesečju ne dođe do gubitka tjelesne mase (MacDonald i sur. 2020.).

Za uobičajenu trudnoću je preporučeno povećati unos proteina za 1 grama dnevno u prvom tromjesečju, 10 grama dnevno u drugom a u trećem za 31 gram dnevno. Za trudnice s fenilketonurijom potrebni unos proteina nije utvrđen, trenutno se savjetuje da ukupni unos proteina bude preko 70 grama dnevno, uzimajući u obzir i druge čimbenike (tjelesnu težinu, tromjesečje). Savjetuje se uzimanje dodataka (LNAA bez fenilalanina) (van Wegberg i sur. 2017.).

Posebni suplementi u trudnoći su uglavnom nepotrebni, pogotovo ako osoba uzima proteinske suplemente. Preporučuje se suplementacija folne kiseline (400 µg/dan) od početka priprema za trudnoću do 12. tjedna, te DHA (200-300 mg/dan), može suplementom u obliku ribljeg ulja (MacDonald i sur. 2020.).

Poslije trudnoće većina žena prestane s posebnom prehranom ali to nije preporučljivo. Visoka razina fenilalanina u krvi se povezuje s povećanim rizikom od depresije. Laktacija je sigurna i za ženu i za dijete (MacDonald i sur. 2020.).

2.2. PREHRANA I FENILKETONURIJA

Stupanj tolerancije fenilalanina ovisi o raznim faktorima: težini oboljenja, omjeru katabolizma i sinteze proteina, energetskom unosu, uzimanju suplemenata i ciljanoj razini fenilalanina u krvi. Tolerancija fenilalanina se definira kao količina fenilalanina po kilogramu tjelesne težine ili mg/dan koji održava koncentraciju fenilalanina u krvi u ciljanom rasponu. Može se izraziti i kao tolerancija prirodnih proteina u g/dan. Tolerancija i potrebe za fenilalaninom po kilogramu tjelesne mase su najveće u novorođenčadi, oko 55 mg/kg/dan za dob 0-3 mjeseca, a do 12. mjeseca starosti već se smanjuje na 27 mg/kg/dan. Većina djece s fenilketonurijom tolerira unos od samo 200-500 mg/danu. Za usporedbu, djeca bez fenilketonurije dnevno unesu prosječno 3 400 mg (van Wegberg i sur. 2017.).

Deficit fenilalanina se rijetko događa ali može imati ozbiljne posljedice. Simptomi uključuju anoreksiju, tromost, apoleciju, osip, aminociduriju, slab rast u predškolskoj dobi, a može uzrokovati čak i smrt. Stoga, prehrana oboljelih ne smije biti previše restriktivna (van Wegberg i sur. 2017.).

Iako su preporuke da udjeli makronutrijenata u prehrani budu kao i u zdravih osoba, u praksi se pokazalo da većina oboljelih oko 60% kalorija dobiva iz ugljikohidrata, 15% iz masti a 20-25% iz izvora proteina (prirodnih i suplemenata). Unos mikronutrijenata se također preporuča da bude kao i u zdravih osoba. Većina proteinskih suplemenata sadrži i razne nutrijente (van Wegberg i sur. 2017.).

Zbog izbjegavanja unosa hrane s puno proteina može doći do niskog unosa EPA i DHA, koji se po potrebi mogu suplementirati (van Wegberg i sur. 2017.).

Prehrana kao tretman za fenilketonuriju

Tolerancija fenilalanina se određuje već u novorođenčadi. Prehranu novorođenčadi i dojenčadi s fenilketonurijom čini kombinacija majčinog mlijeka ili uobičajenog zamjenskog mlijeka i zamjenskog mlijeka bez fenilalanina. Omjer se prilagođava stupnju fenilketonurije, tako da koncentracija fenilalanina bude u prihvatljivim granicama. Dalje kroz život unos fenilalanina se mijenja ako se primijeti da je razina fenilalanina u krvi duže vremena iznad gornje granice (MacDonald i sur. 2020.).

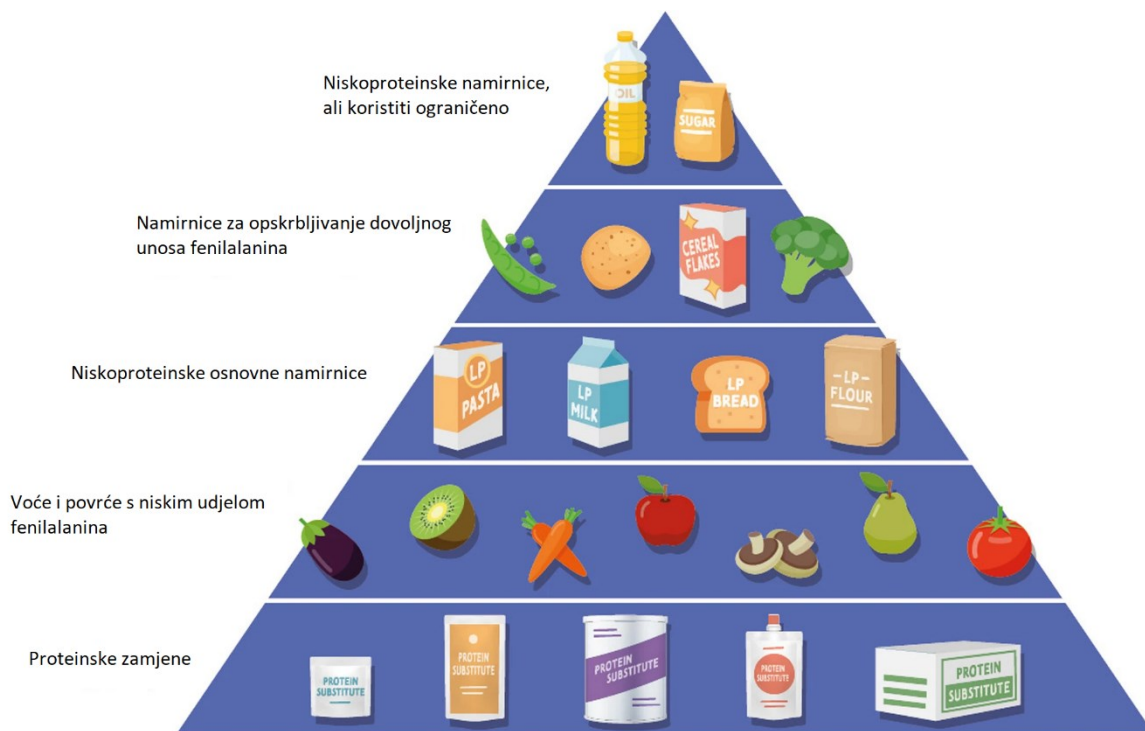
Ciljane količine fenilalanina u krvi su 120-360 $\mu\text{mol/L}$ za djecu ispod 12 godina i žene koje su trudne ili pokušavaju ostati trudne, za starije od 12 godina 120-600 $\mu\text{mol/L}$. Za djecu dnevni unos fenilalanina ne bi smio biti ispod 150 mg/dan. Za odrasle minimalan unos nije određen (MacDonald i sur. 2020.).

Preporučeni unos fenilalanina kod oboljelih ovisi o samoj fenilketonuriji, dodatnoj terapiji (proteini bez fenilalanina, lijekovi), rastu, trudnoći, bolesti (jer može povećati katabolizam). Primjerice, kod osoba koje pozitivno reagiraju na terapiju sa proteinom dnevni unos se može povećati na preko dvostrukog preporučenog unosa (MacDonald i sur. 2020.).

Poželjno je da unos fenilalanina bude blizu gornje granice tolerancije. Što više fenilalanina oboljeli može unijeti to će prehrana biti prihvatljivija i lakše će je se pridržavati. Uz to, prirodni proteini se bolje iskorištavaju od suplemenata (MacDonald i sur. 2020.).

Ako je razina fenilalanina u krvi kontinuirano unutar donje polovice ciljane razine najmanje 3 mjeseca, trebalo bi razmotriti podizanje unesenog fenilalanina za 50 mg (otprilike 1 g proteina). Ukoliko razina fenilalanina i u slijedeća 3 mjeseca ostane u donjoj polovici, postupak se može ponoviti. Ako razina fenilalanina u krvi prijeđe gornju granicu tolerancije, unos fenilalanina se smanjuje nazad na količinu pri kojoj je razina bila unutar prihvatljivih granica. Svaka promjena unosa fenilalanina bi se trebala provoditi pod stručnim nadzorom (MacDonald i sur. 2020.).

Na **Slici 3** je primjer piramide prehrane za osobe s fenilketonurijom. Uz posebne namirnice bez ili s niskom količinom fenilalanina/bjelančevina osnovu prehrane čine voće i povrće koji prirodno imaju nisku količinu fenilalanina. Važno je i unijeti dovoljno fenilalanina potrebnog za funkcioniranje organizma, a da ne dođe do nakupljanja fenilalanina u krvi i mozgu.



Slika 3 Piramida prehrane za oboljele od fenilketonurije (MacDonald i sur. 2020.)

2.3. PREHRANA U FENILKETONURIJI

Europske smjernice za fenilketonuriju za većinu ljudi preporuča da dnevni unos fenilalanina bude 25% preporučenog unosa za zdravu osobu.

Namirnice čiji unos bi se trebao izbjegavati ili minimalizirati su: meso, riba, jaja, sir, orašasti plodovi, sjemenke, žitarice, soja, želatina, alge, aspartam (MacDonald i sur. 2020.).

Proteini u mesu i žitaricama uobičajeno sadrže oko 5% fenilalanina, i moguće je procijeniti količinu fenilalanina iz količine proteina u namirnici. U voću i povrću udio varira između 2 i 4%, za njih se ne može procijeniti količina fenilalanina već su za pojedine vrste voća i povrća količine određene analizama. Za voće i povrće koje imaju ispod 75 mg fenilalanina na 100 g namirnice se ne mora računati količina fenilalanina, uz neke iznimke (pr. krumpir ima ispod 75 mg/100 g, ali se unosi u velikim količinama). Neki postupci pripreme hrane mogu povećati koncentraciju fenilalanina (pr. čips od cikle, čips od pastrnjaka) (MacDonald i sur. 2020.).

Korisno je namirnice životinjskog podrijetla zamijeniti biljnim (mlijeko, jogurt, sladoled).

Aspartam je umjetni zaslađivač koji se sastoji od fenilalanina, asparaginske kiseline i metanola. 56% aspartama se razgrađuje na fenilalanin. Nalazi se u raznim namirnicama: pićima, slatkišima, desertima, žvakaćim gumama, čak i u lijekovima. Postoji i zaslađivač zvan neotame, koji sadrži fenilalanin ali u neraskidivoj vezi pa je siguran za korištenje. Rijetko se koristi kao zaslađivač u industriji jer je skuplji od aspartama (MacDonald i sur. 2020.).

Alkohol i druga pića se mogu unositi u jednakim količinama kao i zdrave osobe, ukoliko ne sadrže proteine (pr. pivo) i aspartam. Za alkoholna pića još nije zakonska obaveza imati napisani nutritivni sastav pa je potrebno pripaziti i po potrebi se dodatno informirati (MacDonald i sur. 2020.).

Ako je dozvoljeni unos fenilalanina do 10 g/dan, mogu se koristiti namirnice kao što su jogurt, kravlje mlijeko, pahuljice, riža, grašak, špinat, brokula, krumpir. Za unos između 10 i 20 g/dan mogu se jesti i obični kruh, tjestenina, slanutak, kuskus, leća, kvinoja, a iznad 20 g/dan kuhana jaja, sir, soja i tofu (MacDonald i sur. 2020.).

Centri za fenilketonuriju koriste različite suplemente, a i oboljeli različito reagiraju. Mogućnosti su GMP (kazein glikomakropeptid), LNAA (duge neutralne aminokiseline) i sapropterin (BH4). U budućnosti bi se mogli koristiti i enzimske zamjene i genska terapija. Za

dugačke neutralne aminokiseline (triptofan, tirozin, histidin, metionin, treonin, leucin, izoleucin, valin) se vjeruje da mogu pomoći u fenilketoniriji kroz dva mehanizma. Prvi mehanizam je da natjecanje za mjesto na nosaču na barijeri u crijevima i mozgu što smanjuje koncentraciju fenilalanina u krvi i mozgu, a drugi je što povećavaju koncentraciju neurotransmitera (serotonin, adrenalin i noradrenalin) i LNAA u mozgu (tirozin, triptofan, valin, leucin, izoleucin) (van Wegberg i sur. 2017.).

2.3.1. Mediteranska prehrana

Mediteranska prehrana se može opisati kao način prehrane koji je prevladavao među ljudima naseljenima uz Sredozemno more, u području gdje su rasle masline, prije 1960-ih kada je globalizacija uvelike promijenila način života i prehrane (Trichopoulou i sur., 2014.).

S obzirom na veliko područje koje obuhvaća, mediteranska prehrana ima mnogo varijacija. Određene karakteristike prevladavaju, i mogu se smatrati obilježjima mediteranske prehrane:

- Visok unos povrća
- Unos voća i orašastih plodova
- Unos mahunarki
- Unos cjelovitih žitarica
- Nizak unos mesa i mesnih proizvoda
- Nizak unos mliječnih proizvoda
- Umjereni unos alkohola - prvenstveno crnog vina uz jelo

Općenito, mediteranska prehrana se bazira na biljnim namirnicama. Unos masti je umjeren ili visok, ali se uglavnom unosi preko maslinova ulja, pa je visok udio nezasićenih u usporedbi s zasićenim mastima. Unos ribe je ovisio o udaljenosti od mora, ali je uglavnom bio umjeren (Trichopoulou i sur., 2014.).

Još su u 1950-ima počela istraživanja o pozitivnim utjecajima mediteranske prehrane na zdravlje, pogotovo za kardiovaskularne bolesti (Trichopoulou i sur., 2014.).

2.3.2. Vegetarijanska prehrana

Pojam vegetarijanstvo obuhvaća različite načine prehrane, ali se generalno definira kao izuzimanje mesa iz prehrane. Neke osobe povremeno konzumiraju meso (fleksitarijanci), neki u potpunosti izbacuju meso ali konzumiraju ribu i plodove mora (peskatarijanci), a neki u potpunosti izbacuju meso a konzumiraju jaja i mliječne proizvode (laktoovovegetarijanci). Stroga vegetarijanska prehrana, u kojoj se potpuno izbacuje konzumacija namirnica životinjskog podrijetla, se običajno naziva veganskom prehranom. Neki smatraju da veganski način života treba uključivati i potpuni prestanak korištenja proizvoda životinjskog podrijetla, i proizvoda čije dobivanje šteti životinji (kozmetički proizvodi, odjeća) (Hargreaves i sur. 2021.).

Osobe se odlučuju za vegetarijansku prehranu iz različitih razloga: etičkih uvjerenja, brige za okoliš, religijskih uvjerenja, brizi za zdravlje. Oblici vegetarijanske prehrane postoje još od antike (drevni Egipćani, Indijci, Grci), i smatra se da ima pozitivan utjecaj na zdravlje, uz određene predostrožnosti (Hargreaves i sur. 2021.).

2.3.3. Prilagođena prehrana

Prilagoditi uobičajenu prehranu potrebama osoba s ograničenim unosom fenilalanina može biti dosta zahtjevno. Količina fenilalanina u namirnici nije podatak koji se često izražava u nutricionističkim tablicama. Čak i baze podataka o sastavu hrane često nisu dovoljno detaljne da uključuju fenilalnin. Uz to, računanje složenih jela može biti dosta zahtjevno.

Zato su osmišljeni razni načini brojanja fenilalanina i proteina, da bi se olakšalo praćenje njihovih unosa i slaganje jelovnika. Najčešće je korištenje „zamjene“, u kojoj 1 zamjena izražava 15 ili 50 mg fenilalanina, ovisno o sistemu brojanja. Za hranu koja nema izraženu količinu fenilalanina (pogotovo za gotove proizvode), može se procijeniti iz količine proteina. Pretpostavka je da 1 gram proteina sadrži 50 mg fenilalanina, što bi, ovisno o sistemu brojanja, vrijedilo 1 ili 4 zamjene. Ovo je naravno gruba procjena, jer omjer proteina i fenilalanina varira, pa bi se trebalo koristiti s oprezom.

Razne institucije su razvile podjele namirnica u kategorije. Najčešće podjele namirnica su:

- Namirnice s niskim udjelom fenilalanina koje se mogu neograničeno jesti, kao što su većina voća i povrća, pića (pripaziti na aspartam), većina masti i ulja, većina začina i umaka, posebno napravljene namirnice s niskim udjelom fenilalanina.
- Namirnice koje se oprezno unose, za njih je potrebno pripaziti na količinu, obično se prikazuju tako da je izražena količina koja ima određenu masu proteina ili fenilalanina, ili rjeđe koliko fenilalanina ima u porciji ili određenoj količini. Tu spadaju mali dio voća i povrća, žitarice, proizvodi od žitarica, brašno i pekarski proizvodi, dio mliječnih proizvoda, orašasto voće i njihovi proizvodi, pivo.
- Namirnice koje se ne smiju unositi zbog velikog udjela proteina a time i fenilalanina, njihov unos bi trebao biti u dogovoru s stručnom osobom. Uključuju meso i mesne proizvode, mlijeko i većinu mliječnih proizvoda, riba i plodovi mora, jaja, orašaste plodove i mahunarke te njihove proizvode.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak rada je računalnim programom izraditi tri plana prehrane za hipotetsku osobu oboljelu od fenilketonurije. U radu treba koristiti računalni program „OPPR_Jelovnik“. Planove prehrane treba izraditi u skladu s preporučenim dnevnim unosima, slijedeći principe mediteranske, vegetarijanske i prilagođene prehrane. Potrebno je objasniti nutritivne prednosti i nedostatke pojedinog principa prehrane i predloženog plana prehrane. Izračunate dnevne unose statistički treba usporediti međusobno i s preporučenim dnevnim unosima. Rezultate usporedbe treba prikazati tablično i grafički. Planove prehrane treba rangirati prema troškovima, dostupnosti namirnica i prihvatljivosti.

3.2. MATERIJAL I METODE

Za izradu tri tjedna jelovnika ovoga rada korišten je program „OPPR_Jelovnik.xlsm“. Za izradu jelovnika potrebno je, ovisno o osobinama klijenta (ponajviše tjelesnoj masi), potrebama i željama odrediti i unijeti preporučeni raspon energetske potreba, preporučeni raspon dnevnog unosa makronutrijenata (ugljikohidrata, masti i bjelančevina) i mikronutrijenata (određenih vitamina i minerala).

3.2.1. Program „OPPR_Jelovnik.xlsm“

„OPPR_Jelovnik.xlsm“ je program u obliku Excel-ove tablice koji se koristi za izradu dnevnih i tjednih jelovnika. Sadrži spremne jednadžbe kako bi se iz unesenih podataka automatski dobio izračun. Program je podijeljen u 14 listova: upute za rad, RDA, baza namirnica, namirnice po obrocima, PON_final, UTO_final, SRI_final, ČET_final, PET_final, SUB_final, NED_final, sumarno po danima, grafovi i popis namirnica.

Za početak rada potrebno je unijeti osnovne podatke o klijentu: spol, dob (g), masa (kg), visina (cm), BMI, aktivnost, zdravstveno stanje, i po potrebi napomene. BMI se automatski izračuna iz unesene mase i visine, uključujući i u koju kategoriju spada klijent.

RDA se izražava kao raspon između minimalno preporučenog i maksimalno preporučenog dnevnog unosa. U radu su korišteni podaci dobiveni online alatom dostupnim na stranicama USDA-a zvanog „DRI Calculator for Healthcare Professionals“. Potrebno je unijeti spol, dob, razinu aktivnosti, tjelesnu visinu i težinu (moguće je u „standardnim“ ili „metričkim“ mjernim jedinicama), te ukoliko je osoba ženskog roda i starija od 14 godina treba navesti da li je osoba

trudna ili doji. Za osobe mlađe od 3 godine ne treba navesti visinu i tjelesnu aktivnost. Za RDA fenilalanina su uzeti podaci navedeni u članku „Nutritional Management of Phenylketonuria“ (MacLeod i Ney, 2010.).

Izvorni program sadrži bazu s 112 namirnica. S obzirom da početni podaci ne uključuju fenilalanin, čija se količina mora kontrolirati u izradi jela za oboljele od fenilketonurije, za potrebe ovog rada napravljena je potpuno nova baza namirnica. Na kraju izrade jelovnika baza je sadržavala 61 namirnicu, ali nisu sve uključene u jelovnike. Radi lakšeg snalaženja, pri izradi ovog rada baza namirnica je podijeljena po vrsti namirnica na: voće i povrće, pahuljice, žitarice, brašno, kruh, riba i mliječni proizvodi, drugo, gotova jela. Podaci o namirnicama dolaze većinom iz USDA internetske baze namirnica. Za neke namirnice koje nisu nađene u USDA bazi, ili kojima nije bio uključen podatak o količini fenilalanina, korištene su baze BDA i FRIDA. Parametri koji se navode su sadržaj vode (g), energija (kj i kcal), ukupne bjelančevine (g), masti: ukupne, zasićene, jednostruko nezasićene, višestruko nezasićene, kolesterol (g), ugljikohidrati: ukupni i vlakna (g), minerali: natrij, kalij, kalcij, magnezij, željezo, fosfor (mg), te vitamini: A (µg), E, B1, B2, niacin, B6 i C (mg). Dio njih je vidljiv u **Tablici 1**. Za potrebe ovog rada postojeći stupac za glikemijski indeks je pretvoren u fenilalanin (mg). Ukoliko baza nije sadržavala podatak o količini pojedinog nutrijenta ta polja su ostavljena prazna. Najčešće se radilo o sastavu masnih kiselina, koje nisu u fokusu kod fenilketonurije i za koje nisu određeni RDA, te poneki vitamin i mineral. Program navodi i parametre cijene (iz 2022. godine), u obliku cijene, količine, mjerne jedinice, cijene u kn/100g, mase i cijene u kn/kg. Oni su uzeti s internetskih stranica trgovina Konzum i Tommy. Nedostaje podatak o cijeni smokava, jer se nije mogao naći u navedenim trgovinama.

Tablica 1 Ekranski prikaz dijela baze namirnica

Voće i povrće	VODA	ENERGIJA		BJELANČEVINE	MASTI		
	/g	kJ	kcal	ukupne/g	ukupne/g	zasićene/g	jed.nez./g
Grašak	78,9	339	81	5,42	0,4	0,071	0,035
Marelice	86,30	119,00	28,00	0,40	0,10	0,01	0,04
Jabuke	86,70	200,00	48,00	0,27	0,13	0,02	0,01
Avokado	73,20	670,00	160,00	2,00	14,70	2,13	9,80
Šparoge	92,60	94,00	22,00	2,40	0,22	0,05	0,00
Banana	74,90	371,00	89,00	1,09	0,33	0,11	0,03
Grah	66,90	532,00	127,00	8,67	0,50	0,07	0,04
Kukuruz	76	360	86	3,27	1,35	0,325	0,432
Kruška	84,00	239,00	57,00	0,36	0,14	0,02	0,08

Svaki dan u tjednu ima svoj list u kojemu se kreira dnevni jelovnik. Program je napravljen da ima spremna mjesta za izradu doručka, međuobroka, ručka, obroka prije treninga, obroka poslije treninga, večere, obroka pred spavanje. Rad uključuje samo doručak, međuobrok, ručak i večeru. Uneseni podaci o sastavu namirnice i količini se automatski izračunavaju na kraju svakog obroka i ukupno za cijeli dan.

Listovi sumarno po danima i grafovi prikazuju ukupne izračune po danima i parametrima te uključuju statističke podatke i grafove.

Zadnji list je popis namirnica koji omogućuje lakši prikaz potrebnih namirnica po danima i obroku.

3.2.2. Izrada jelovnika

Namirnice uključene u bazu namirnica su birane u skladu sa smjernicama o bolesti i načinima prehrane. S obzirom na važnost ograničavanja unosa fenilalanina, namirnice za koje nije bio dostupan podatak o količini fenilalanina nisu uključivane u bazu namirnica, uz izuzetak tri namirnice koje su imale nisku količinu proteina (pekmez od marelica, margarin, gotova juha od rajčica), za koje je količina fenilalanina procijenjena. U ovom radu nisu korištene posebne namirnice za fenilketonuričare, koje sadrže bjelančevine a ne sadrže fenilalanin, kako bi se vidjelo koliko dobar jelovnik se može napraviti s uobičajenim namirnicama.

Pri izradi jelovnika najvažnije je bilo održati količine fenilalanina u dozvoljenim granicama. Zbog toga su isključene brojne namirnice bogate fenilalaninom, a samim time i proteinima. Za mediteranski jelovnik se pokušalo oblikovati obroke prema smjernicama za mediteransku prehranu, a za vegetarijanski jelovnik su isključene sve namirnice životinjskog podrijetla. Količine namirnica su se određivale tako da čine smislen obrok ali i da cjeloviti jelovnik što više ispunjava zahtjeve za makronutrijente i mikronutrijente.

Za prilagođenu prehranu glavna vodilja je bila količina proteina u namirnici. Koristio se sistem zamjene, tako da je 1 gram proteina predstavljao 50 miligrama fenilalanina. 50 mg fenilalanina, tj. 1 g proteina je predstavljalo 1 zamjenu, zaokruženu na polovice. Namirnice s količinom proteina do 0.5 grama su se smatrale slobodnima i njihova ukupna količina proteina se nije zbrajala u zamjene. Za ispunjavanje potrebnog unosa makronutrijenata i mikronutrijenata koristile su se najviše količine slobodne namirnice, dok su se količina ostalih

namirnica koristila koliko bi raspon količine po bodovima to omogućavao (namirnica s malim udjelom proteina ima veći raspon količine koja čini isti broj zamjena nego ona s većim).

Za izradu jelovnika potrebno je red sa željenom namirnicom kopirati iz lista baza namirnica u list željenog dana u tjednu, u red ispod željenog obroka u danu. Za svaku namirnicu se određuje njena količina tako da se u stupcu „Odabrano za obrok“, u odgovarajućem retku upiše količina namirnice po 100 g (npr. upisani broj 1 predstavlja 100 g te namirnice). U **Tablici 2** je vidljiv primjer jednog obroka. Prikazuje i kako program sam izračunava koliko ta količina namirnice sadrži svih navedenih parametara, zbraja ih s ostalim namirnicama po obroku i danu, te ih prikazuje i u listovima „Sumarno po danima“ i „Grafovi“. Za parametre proteini, ukupne masti i ukupni ugljikohidrati pokazuje i koliko je energije u kcal dobiveno iz njih te koliki je njihov udio u ukupnoj energiji.

Tablica 2 Ekranski prikaz dijela jednog obroka

RUČAK			VODA	ENERGIJA		BJELANČEVINE
			/g	kJ	kcal	ukupne/g
Kuhane mahune:						
Mahune	99,32		90,30	131,00	31,00	1,83
Krumpir	98,84		79,20	322,00	77,00	2,05
Mrkva	99,05		88,30	173,00	41,00	0,93
Luk	99,63		91,20	133,00	32,00	0,80
Suncokretovo ulje	100,00		0,00	3700,00	884,00	0,00
Salata:						
Kupus	99,38		92,20	103,00	25,00	1,28
Maslinovo ulje	100,00		0,00	3700,00	884,00	0,00
Jabučni ocat	94,73		93,80	90,00	21,00	0,00
	UKUPNO:		535,00	8352,00	1995,00	6,89
<i>Izračun</i>		Odabrano za obrok				
Kuhane mahune:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mahune	198,64	2,00	180,60	262,00	62,00	3,66
Krumpir	69,19	0,70	55,44	225,40	53,90	1,44
Mrkva	49,53	0,50	44,15	86,50	20,50	0,47
Luk	19,93	0,20	18,24	26,60	6,40	0,16
Suncokretovo ulje	15,00	0,15	0,00	555,00	132,60	0,00
Salata:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kupus	198,76	2,00	184,40	206,00	50,00	2,56
Maslinovo ulje	15,00	0,15	0,00	555,00	132,60	0,00
Jabučni ocat	9,47	0,10	9,38	9,00	2,10	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	UKUPNO:		492,21	1925,50	460,10	8,28
	575,51				Postotni udio (%):	6,80
					Energija (kcal):	31,26

Za svaki parametar je na kraju prikazana usporedba s postavljenim granicama RDA. Ukoliko je zbroj pojedinog parametra u granicama, oba broja će biti obojana zeleno. Ukoliko je količina prekoračena, RDA MAX će biti obojan crveno, a ako je količina premala RDA MIN će biti crvena. Ako za parametar nije unesen RDA, u odgovarajućoj ćeliji će pisati „#DIV/0!“. Primjer ukupnog dnevnog unosa i usporedbe s RDA je vidljiv u **Tablici 3**.

Tablica 3 Ekranski prikaz apsolutnog ukupnog dnevnog unosa

APSOLUTNI UKUPNI DNEVNI UNOS	Masa obroka	VODA	ENERGIJA		BJELANČEVINE ukupne/g
	(g)		/g	kJ	
UKUPNO:	2374,27	2055,11	5866,05	1400,65	30,63
				Postotni udio (%):	8,25
				Energija (kcal):	115,56
				Kontrola (%):	100,00
				Kontrola (kcal):	1400,65
RDA min		1500	7613,02 7	1821	46
RDA max		3000	9703,37	2321	270
RELATIVNI UKUPNI DNEVNI UNOS (%)		VODA	ENERGIJA		BJELANČEVINE ukupne/g
		/g	kJ	kcal	
U Odnosu na RDA MIN (%)		137,01	77,05	76,92	66,59
U Odnosu na RDA MAX (%)		68,50	60,45	60,35	11,34

Ukupne vrijednosti parametara i usporedbe s RDA za pojedine dane su zajedno prikazane i listu „Sumarno po danima“. Tamo se nalazi i tablica koja prikazuje broj namirnica korištenih po danima i prosjek po danu i obroku.

List „Grafovi“ uz ukupni unos te minimalni i maksimalni RDA prikazuje i prosječni unos, standardnu devijaciju i koeficijent varijabilnosti svakog parametra. Energija, bjelančevine, masti i ugljikohidrati su prikazani u obliku stupastog grafa u kojima su naznačeni i granice RDA. Ima i graf koji prikazuje cijene obroka po danima. List sadrži i tablicu koja prikazuje udio bjelančevina, masti i ugljikohidrata u energiji, a prikazani su i grafički u obliku kružnog grafa. Sve tablice i grafovi se automatski mijenjaju s unosom namirnice i njene količine.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. PRIKAZ JELOVNIKA

Slijedeće tablice prikazuju tjedne jelovnike za mediteransku, vegetarijansku i prilagođenu prehranu, raspoređenih u četiri obroka. Također su prikazane i tablice koje pokazuju dnevni unos energije i najvažnijih hranjivih tvari u jelovnicima po danu, te masu i cijenu dnevnog jelovnika.

4.1.1. Jelovnik mediteranske prehrane

Tablica 4 Tjedni jelovnik po mediteranskoj prehrani

	Doručak	Međuobrok	Ručak	Večera
Ponedjeljak	Kukuruzni kruh 35 g, margarin 40 g, pekmez od marelica 50 g, smokve 200 g	Jabuke 200 g Kruške 200 g Suhe grožđice 50 g Čaj 1 g, šećer 10 g, med 10g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Juha od rajčice 35 g Varivo: mahune 200 g, krumpir 65 g, mrkva 75 g, luk 50 g, suncokretovo ulje 35 g Kukuruzni kruh 35 g Globifer 1 tableta	Smokve 200 g Rogač 50 g Trešnje 100 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Utorak	Kukuruzne pahuljice 20 g, mlijeko od badema 150 g, maline 150g, med 10g Marelice 250 g	Smokve 200g Marelice 300g Suhe grožđice 70 g Čaj 1 g, šećer 10 g, med 10g Salvit Beauty Formula 1 tablet	Rezanci od tikvice 100 g Umak od rajčice: sok od rajčice 200g, češnjak 30 g, suncokretovo ulje 30 g Salata: zelena salata 250 g, maslinovo ulje 25 g, jabučni ocat 15 g Globifer 1 tableta	Smoothie: sirutka 150 g, šljive 200 g, marelice 250 g, jabuke 175 g, trešnje 200 g, med 15 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Srijeda	Kukuruzne pahuljice 20 g, mlijeko od badema 150 g, med 15 g, suhe grožđice 35 g Marelice 250 g	Jabuke 200 g Jagode 315 g Suhe grožđice 60 g Rogač 50 g Čaj 1 g, šećer 10 g, med 10g	Kuhana raštika: raštika 185 g, krumpir 85 g, luk 50 g, maslinovo ulje 45 g Globifer 1 tableta	Voćna salata: jabuke 275 g, marelice 275 g, trešnje 165 g, med 20 g Salvit Beauty Formula 1 tableta

		Salvit Beauty Formula 1 tableta		
Četvrtak	Kukuruzne pahuljice 20 g, sirutka 150 g, mlijeko od badema 100 g, suhe grožđice 85 g, med 20 g	Šljive 200 g Suhe grožđice 85 g Čaj 1 g, šećer 10 g, med 10g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Pečeno povrće: Tikvice 120 g, krumpir 70 g, paprika 100 g, mrkva 100 g, luk 50 g, maslinovo ulje 45 g Rajčice 200 g Globifer 1 tableta	Šljive 250 g Rogač 90 g Marelice 250 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Petak	Zobene pahuljice 20 g, sirutka 200 g, jagode 100 g, med 15 g Jabuke 150 g Suhe grožđice 40 g	Kruška 225 g Nektarine 225 g Suhe grožđice 50 g Čaj 1 g, šećer 10 g, med 10g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Krumpir salata: krumpir 170, mrkva 145, luk 50g, maslinovo ulje 50g, jabučni ocat 20g Globifer 1 tableta	Voćna salata: dinja 250g, jabuke 200g, šljive 200g, med 20g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Subota	Kukuruzne pahuljice 25 g, mlijeko od badema 190 g, jagode 150 g, med 15 g Suhe grožđice 75 g	Rogač 50 g Smokve 225 g Čaj 1 g, šećer 10 g, med 10g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Kuhane mahune: mahune 120 g, krumpir 80 g, mrkva 70 g, luk 30, suncokretovo ulje 30 g Salata: kupus 200 g, maslinovo ulje 20 g, jabučni ocat 15 g Globifer 1 tableta	Nektarine 250 g Suhe grožđice 50 g Šljive 300 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Nedjelja	Kukuruzni kruh 35 g, margarin 35 g, pekmez od marelica 50 g Šljive 200 g	Smokve 200 g Kruška 200 g Rogač 50 g Čaj 1 g, šećer 10 g, med 10g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Juha od rajčice 35g Pečeno povrće: batat 100 g, mrkva 100 g, cvjetača 100 g, luk 50 g, suncokretovo ulje 35 g Globifer 1 tableta	Smoothie: mlijeko od badema 150 g, banana 150 g, trešnje 200 g, jabuke 200 g, med 20 g Salvit Beauty Formula 1 tableta

Tablica 5 Dnevni unos energije, hranjivih tvari, mase i cijene jelovnika po mediteranskoj prehrani

Dan	PON	UTO	SRI	ČET	PET	SUB	NED	Prosjek
Energija (kcal)	1860,21	1831,06	1822,76	1843,11	1823,81	1831,31	1831,56	1834,83
Fenilalanin (mg)	672,9	699,6	698,75	674,4	660,3	696,65	698,9	685,93
Bjelančevine (g)	23,57	21,62	20,83	19,63	19,36	21	20,21	20,89
Masti ukupne (g)	58,61	62,93	70,06	5,97	61,27	65,79	57,52	61,02
Ugljikohidrati (g)	331,95	329,3	336,76	335,7	335,83	325,55	331,9	332,43
Masa (g)	1409,59	2271,54	1392,74	1074	2135,99	1882	1849,85	1716,53
Cijena (€)	5,12	10,43	9,10	6,12	5,96	5,75	6,25	6,96

4.1.2. Jelovnik vegetarijanske prehrane

Tablica 6 Tjedni jelovnik po vegetarijanskoj prehrani

	Doručak	Međubrok	Ručak	Večera
Ponedjeljak	Kukuruzne pahuljice 30 g, mlijeko od badema 200 g, suhe grožđice 50 g, med 15 g	Jabuke 250g Smokve 200g Suhe grožđice 75 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Pečeno povrće: tikvice 200 g, češnjak 30 g, šparoge 100 g, suncokretovo ulje 35 g Salata: rajčice 250 g, maslinovo ulje 15 g, jabučni ocat 10 g Globifer 1 tableta	Voćna salata: jabuke 200 g, marelice 185 g, trešnje 200 g, med 20 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Utorak	Kukuruzne pahuljice 25 g, mlijeko od badema 150 g, suhe grožđice 40 g, med 15 g Šljive 200 g	Kruške 200 g Šljive 250 g Jabuke 200 g Suhe grožđice 40 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Kuhane mahune: mahune 115 g, krumpir 100 g, luk 50g, suncokretovo ulje 30 g Salata: zelena salata 200 g, maslinovo ulje 15g, jabučni ocat 10g Globifer 1 tableta	Kuhani kupus: kupus 200 g, krumpir 85 g, mrkva 100 g, luk 50, suncokretovo ulje 25 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Srijeda	Kukuruzni kruh 35 g, margarin 50 g, pekmez od marelica 45 g Grožđe 200 g	Jabuke 200 g Smokve 100 g Suhe grožđice 100 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Kuhana blitva: blitva 145 g, krumpir 135 g, češnjak 25 g, maslinovo ulje 25 g Globifer 1 tableta	Smoothie: mlijeko od badema 150 g, jabuke 260 g, nektarine 200 g, trešnje 150 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Četvrtak	Zobene pahuljice 15 g, mlijeko od badema 150 g, suhe grožđice 65 g, med 10 g Šljive 200 g	Marelice 275 g Trešnje 185 g Šljive 200 g Suhe grožđice 80 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Rezanci od tikvice 175 g Umak od rajčice: sok od rajčice 200 g, luk 45 g, suncokretovo ulje 35 g Salata: krastavac 150 g, maslinovo ulje 15 g, jabučni ocat 10 g Globifer 1 tableta	Smoothie: mlijeko od badema 100 g, marelice 250 g, nektarine 200 g, trešnje 180 g med 20 g Salvit Beauty Formula 1 tableta

Petak	Kukuruzno kruh 35 g, avokado 75 g, krastavac 200 g Suhe grožđice 50 g	Trešnje 200 g Grožđe 250 g Šljive 300 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Pečeno povrće: batat 120 g, paprika 200 g, mahune 120 g, luk 50 g, suncokretovo ulje 45 g Globifer 1 tableta	Jabuke 200 g Šljive 300 g Suhe grožđice 50 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Subota	Uštipci: kukuruzno brašno 50 g, škrob 70 g, suncokretovo ulje 25 g, pekmez od marelice 50 g	Šljive 200 g Smokve 150 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Juha od rajčice 35g Varivo: mahune 100 , krumpir 100 g, mrkva 85 g, luk 50 g, suncokretovo ulje 20 g Globifer 1 tableta	Smoothie: kokosovo mlijeko 125 g, banana 100 g, jabuke 200 g, maline 100 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Nedjelja	Kukuruzni kruh 30 g, margarin 35 g, pekmez od marelica 50 g Smokve 200 g	Šljive 300 g Smokve 150 g Suhe grožđice 50 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Juha od rajčice 35g Pečeno povrće: krumpir 100 g, mrkva 115 g, mahune 100 g, šparoge 100 g, suncokretovo ulje 40 g Globifer 1 tableta	Smoothie: mlijeko od badema 125 g, jabuke 200 g, trešnje 200 g, nektarine 200 g med 15 g Salvit Beauty Formula 1 tableta

Tablica 7 Dnevni unos energije, hranjivih tvari, mase i cijene jelovnika po vegetarijanskoj prehrani

Dan	PON	UTO	SRI	ČET	PET	SUB	NED	Prosjek
Energija (kcal)	1826,56	1822,61	1823,46	1857,71	1829,91	1913,11	1865,19	1848,36
Fenilalanin (mg)	687,1	695,55	695,15	699,15	691,8	692,8	695,23	693,97
Bjelančevine (g)	20,1	19,56	21,1	21,54	22,38	16,75	22,62	20,58
Masti ukupne (g)	57,42	75,26	58,95	59,38	60,33	76,3	62,53	64,31
Ugljikohidrati (g)	335,48	289,61	328,52	335,59	325,94	317,72	333,38	323,75
Masa (g)	2054,88	2098,95	1323,17	2521,29	1687,59	1483,86	2046,81	1888,08
Cijena (€)	6,74	6,17	5,40	8,31	6,10	6,55	6,29	6,51

4.1.3. Jelovnik prilagođene prehrane

Tablica 8 Tjedni jelovnik po prilagođenoj prehrani

	Doručak	Međubrok	Ručak	Večera
Ponedjeljak	Kukuruzne pahuljice 25 g, mlijeko od badema 250 g, jagode 200 g, med 15 g Jabuke 200 g	Jabuke 150 g Marellice 300 g Suhe grožđice 25 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Kuhani kupus: kupus 200 g, krumpir 85 g, luk 100 g, suncokretovo ulje 40 g Globifer 1 tableta	Voćna salata: kruške 200 g, šljive 300 g, jabuke 275 g, grožđe 150 g, avokado 100 g, med 15 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Utorak	Bijeli kruh 30 g, margarin 40 g, pekmez od marelica 45 g Šljive 300 g	Šljive 350 g Nektarine 350 g Jabuke 150 g Suhe grožđice 35 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Kuhano povrće: mahune 120 g, mrkva 100 Salata: rajčice 195 g, jabučni ocat 15 g, maslinovo ulje 25 g Globifer 1 tableta	Smoothie: mlijeko od badema 170 g, kruške 150 g, šljive 300 g, jabuke 200 g, med 15 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Srijeda	Kukuruzne pahuljice 20 g, mlijeko od badema 185 g, suhe grožđice 35 g, med 15 g Trešnje 150 g Grožđe 300 g	Voćna salata; jabuke 200 g, šljive 300 g, med 15 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Juha: tikvice 150 g, mrkva 100 g, mrkve 100 g, cvjetača 75 g, luk 50 g, suncokretovo ulje 50 g Globifer 1 tableta	Smoothie: nektarine 160 g, trešnje 150 g, šljive 300 g, mlijeko od badema 110 g, med 15 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Četvrtak	Kukuruzne pahuljice 25 g, mlijeko od badema 185 g, marelice 200 g, suhe grožđice 65 g, med 20 g	Grožđe 200 g Trešnje 200 g Šljive 350 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Kuhana raštika: raštika 100 g, krumpir 85 g, luk 30 g, maslinovo ulje 45 g Globifer 1 tableta	Rogač 100 g Smokve 150 g Marellice 250 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Petak	Kukuruzne pahuljice 20 g, mlijeko od badema 110g, jagode 175 g, med 15 g Rogač 50 g	Voćna salata: marelice 200 g, trešnje 165 g, suhe grožđice 65 g, med 20 g	Juha od rajčice 34g Pečeno povrće: tikvice 150 g, batat 60 g, luk 90 g	Smoothie: sirutka 145 g, marelice 325 g, šljive 275 g, jagode 175 g, med 25 g

	Trešnje 160 g	Salvit Beauty Formula 1 tableta	suncokretovo ulje 45 g Globifer 1 tableta	Salvit Beauty Formula 1 tableta
Subota	Bijeli kruh 35 g, avokado 60 g, krastavac 120g	Salata: rajčice 190 g, krastavac 210 g, luk 50 g, maslinovo ulje 20 g, jabučni ocat 15 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Uštipci: kukuruzno brašno 38 g, škrob 55 g, suncokretovo ulje 40 g Šljive 145 g Marelice 100 g Globifer 1 tableta	Voćna salata: kruške 200 g, šljive 245 g, smokve 230 g, maline 170 g, med 20 g Salvit Beauty Formula 1 tableta
Nedjelja	Kukuruzne pahuljice 20 g, mlijeko od badema 150 g, suhe groždice 65 g, med 20 g	Jabuke 200 g Marelice 175 g Jagode 170 g Suhe groždice 65 g Salvit Beauty Formula 1 tableta	Pečeno povrće: krumpir 105 g, mrkva 130 g, mahune 65 g, suncokretovo ulje 30 g Salata: zelena salata 190 g, maslinovo ulje 20 g, jabučni ocat 15 g Globifer 1 tableta	Voćna salata: marelice 300 g, jagode 175 g, trešnje 115 g, rogač 50 g, med 20 g Salvit Beauty Formula 1 tableta

Tablica 9 Dnevni unos energije, hranjivih tvari, mase i cijene jelovnika po prilagođenoj prehrani

Dan	PON	UTO	SRI	ČET	PET	SUB	NED	Prosjek
Energija (kcal)	1829,61	1824,11	1822,96	1841,36	1822,18	1823,18	1862,01	1832,28
Fenilalanin (mg)	676	699,25	636,1	679,75	666,14	691,25	690,25	676,96
Bjelančevine (g)	18,08	20,71	18,73	20,12	19,4	17,7	18,78	19,07
Zamjene	13	13,5	14	14	13,5	13	13,5	13,5
Masti ukupne (g)	73,18	57,9	58,37	51,76	71,4	75,12	76,13	66,27
Ugljikohidrati (g)	329,5	335,94	335	336,57	336,8	300,14	334,43	329,77
Masa (g)	1801,18	1894,9	1662,82	1259,83	1820,67	1951,55	1625,11	1716,58
Cijena (€)	7,20	6,71	7,34	7,14	9,46	7,30	8,63	7,68

4.2. USPOREDBE JELOVNIKA

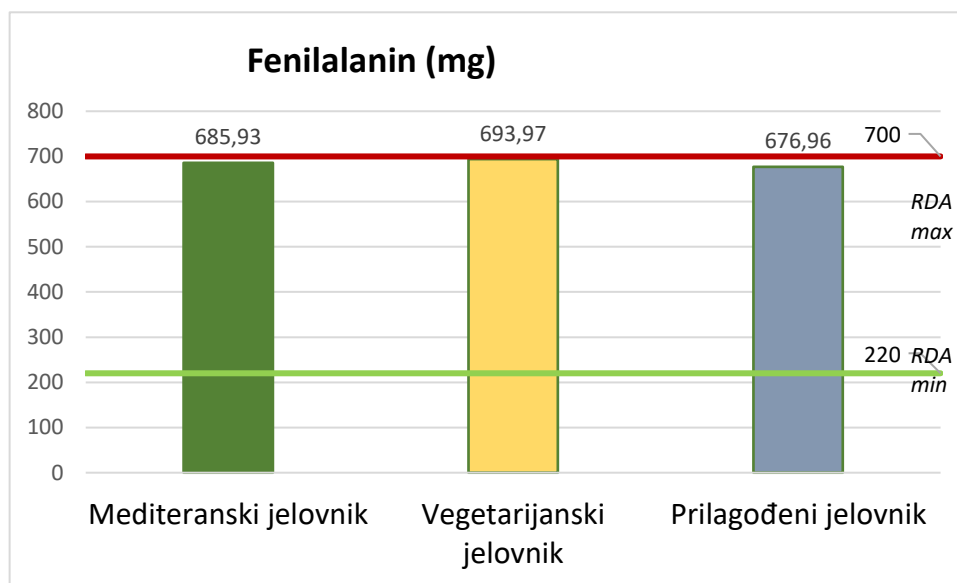
U **Tablici 10** su prikazani prosječni dnevni unosi fenilalanina, energije i makronutrijenata te prosječne cijene dnevnog jelovnika za sva tri jelovnika.

Tablica 10 Usporedba dnevnih unosa energije i hranjivih tvari te cijene jelovnika

	Mediterranski jelovnik	Vegetarijanski jelovnik	Prilagođeni jelovnik	RDA Min-Max
Fenilalanin (mg)	685,93	693,97	676,96	220-700
Energija (kcal)	1834,83	1848,36	1832,28	1821-2321
Bjelančevine (g)	20,89	20,58	19,07	46-270
Masti ukupne (g)	61,02	64,31	66,27	46-81
Ugljikohidrati (g)	332,43	323,75	329,77	233-337
Cijena (€)	7,02	6,57	7,68	

4.2.1. Usporedba unosa fenilalanina

Iz **Slike 4** je vidljivo da su prosječne razine fenilalanina vrlo slične u sva tri jelovnika. Sva tri su blizu, ali ispod maksimalnog dopuštenog unosa. Najniži unos je u jelovniku prilagođene prehrane (96,71% maksimalnog RDA), najviši u vegetarijanskom jelovniku (99,14% maksimalnog RDA), a unos u mediteranskom jelovniku je 97,99%.

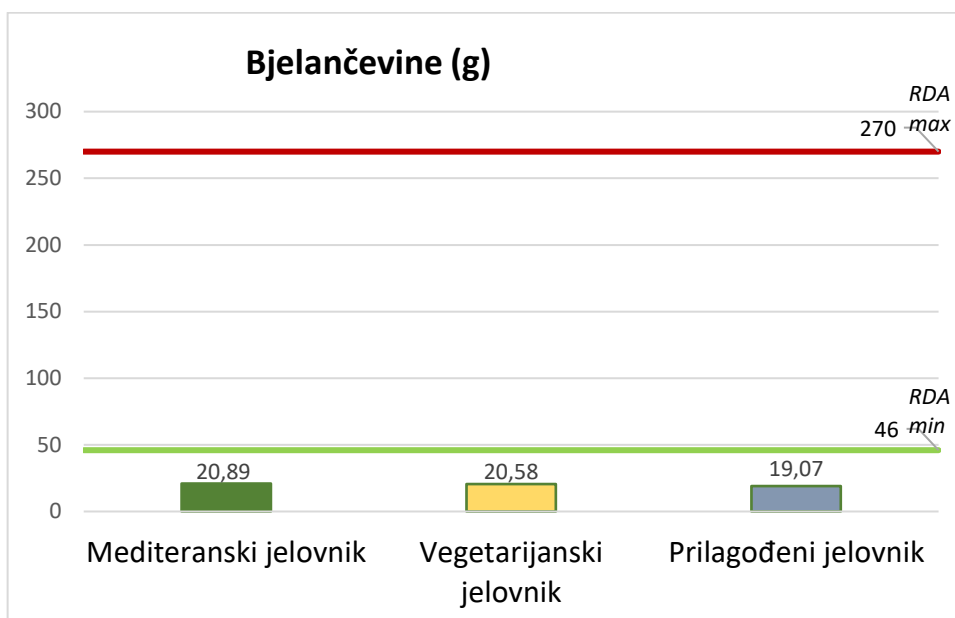


Slika 4 Usporedba prosjeka dnevnih unosa fenilalanina

4.2.2. Usporedba unosa bjelančevina

S obzirom da je fenilalanin aminokiselina koja je sastavni dio bjelančevina, količina bjelančevina koja se može unijeti uobičajenim namirnicama bez da se prekorači dozvoljeni unos fenilalanina je ograničen.

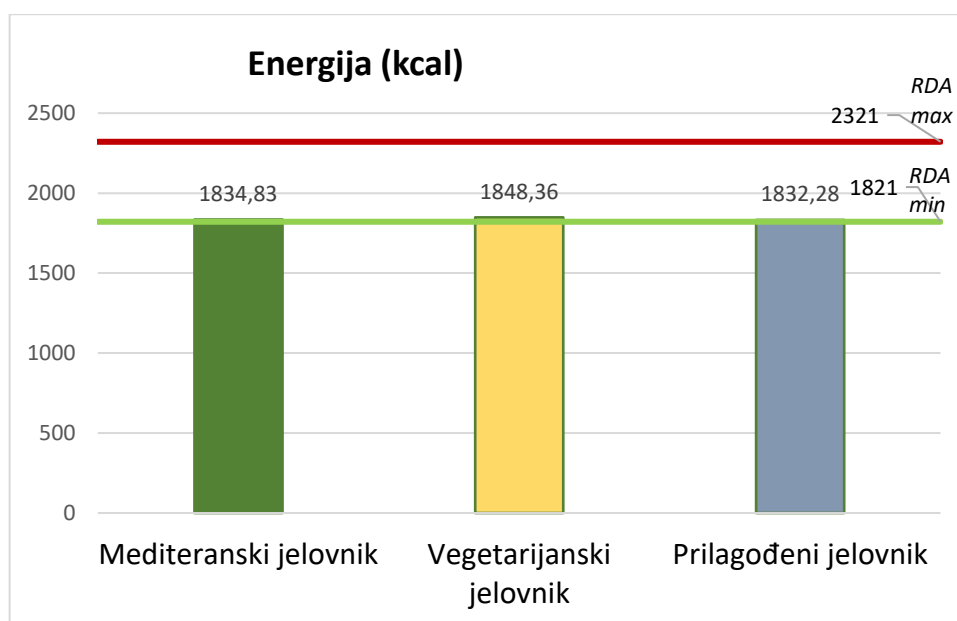
Na **Slici 5** je vidljivo da svi jelovnicima imaju unos bjelančevina ispod preporučenog minimalnog unosa. Najveći unos ima jelovnik mediteranske prehrane koji je 45,41% od minimalnog RDA, vegetarijanska prehrana je 44,74% RDA, a prilagođena prehrana je samo 41,46% RDA unosa.



Slika 5 Usporedba prosjeka dnevnih unosa bjelančevina

4.2.3. Usporedba unosa energije

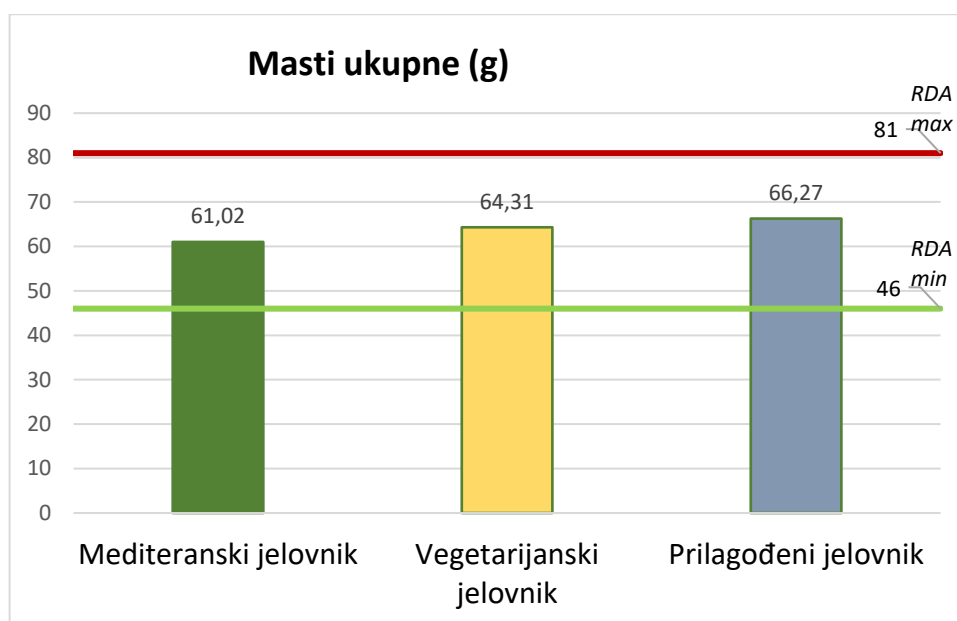
Unos energije je za sva tri jelovnika je malo iznad preporučenog minimalnog dnevnog unosa (Slika 6). Najveći je za vegetarijansku prehranu (1,5% iznad minimalnog RDA), slijedi mediteranska prehrana (0,76%), a najmanja je u jelovniku prilagođene prehrane (0,62%).



Slika 6 Usporedba prosjeka dnevnih unosa energije

4.2.4. Usporedba unosa masti

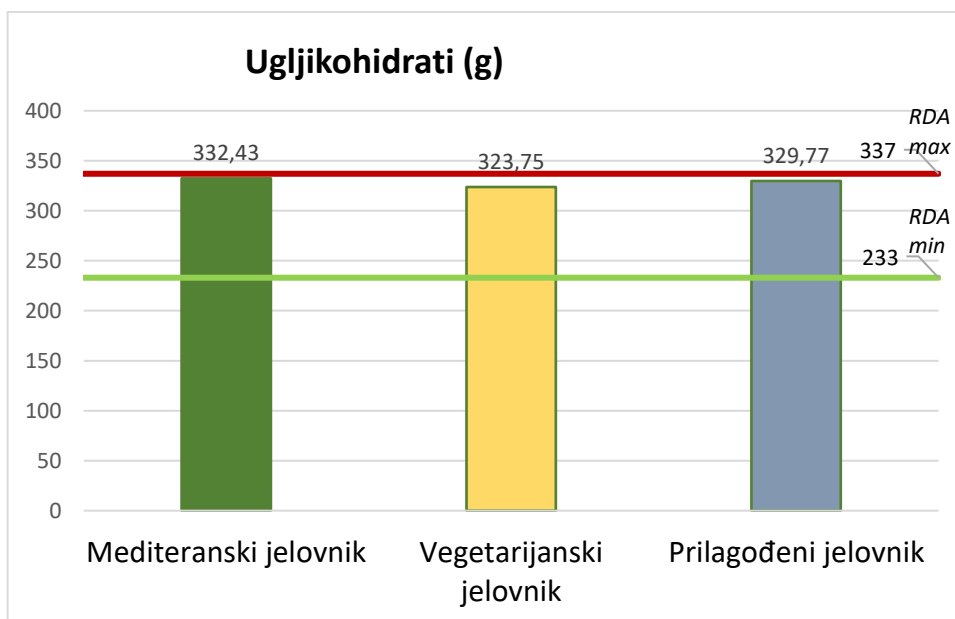
Za ukupni unos masti, kao što je vidljivo u **Slika 7**, sva tri jelovnika ispunjavaju RDA. Najviši prosječni unos je u jelovniku prilagođene prehrane (66,27 g), slijedeći je vegetarijanski jelovnik (64,31 g), a najmanji u jelovniku mediteranske prehrane (61,02 g).



Slika 7 Usporedba prosjeka dnevnih unosa ukupnih masti

4.2.5. Usporedba unosa ugljikohidrata

Na **Slici 8** je vidljivo da je prosječni unos ugljikohidrata u sva tri jelovnika malo ispod maksimalnog preporučenog unosa. Najviši unos je u jelovniku mediteranske prehrane (1,36% ispod maksimalnog RDA), slijedeći je prilagođeni jelovnik (2,15% ispod maksimalnog RDA), a najmanji u jelovniku vegetarijanske prehrane (3,93% maksimalnog RDA).

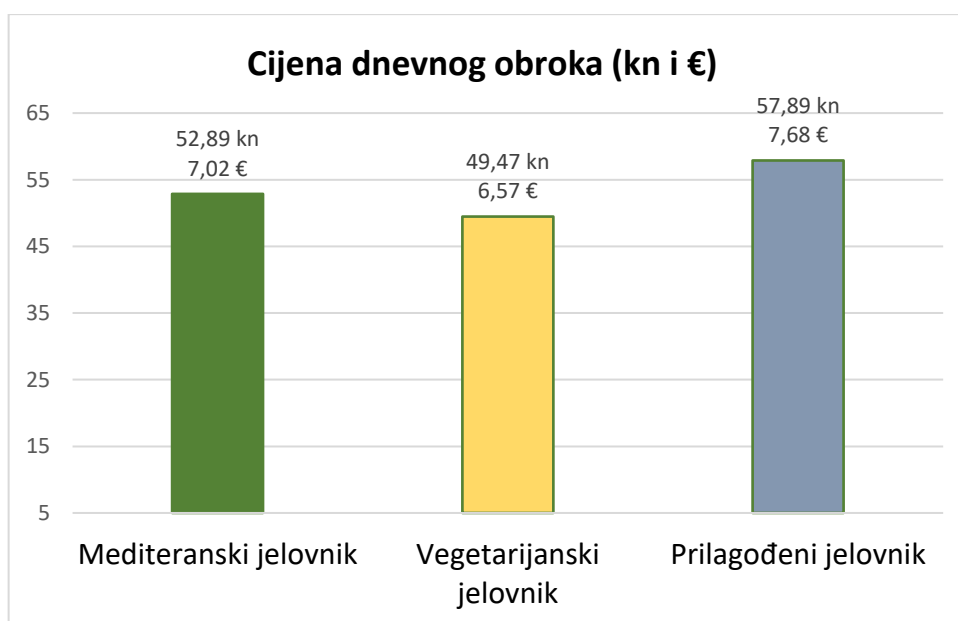


Slika 8 Usporedba prosjeka dnevnih unosa ugljikohidrata

4.2.6. Usporedba cijene

Iz **Slike 9** je vidljivo da je prosječna cijena dnevnog obroka najniža za vegetarijansku prehranu. U mediteranskom jelovniku je viša za 6,47%, a najviša za prilagođenu prehranu (15,54% viša od vegetarijanske prehrane). Za namirnicu smokve se nije mogla naći cijena.

Prema članku iz Narodnih novina iz veljače 2023. (NN 24/2023), prosječna neto plaća u Hrvatskoj u 2022. godine je bila 7 653 kn (1015,73 eura). Za prilagođeni jelovnik, s prosječnom cijenom dnevnih obroka 57,89 kn (7,68 €), za mjesec dana bi trebalo izdvojiti 1736,65 kn (230,49 €) što čini 22,69% prosječne neto plaće. U mediteranskom jelovniku je prosječna cijena dnevnih obroka 52,89 kn (7,02 €), pa bi mjesečni jelovnik koštao 1586,83 kn (210,61 €), što je 20,73% prosječne neto plaće. Prosječna cijena dnevnih obroka za vegetarijanski jelovnik je 49,47 kn (6,57 €), mjesečni jelovnik bi koštao 1484,08 kn (196,97 €), što je 19,39 % prosječne neto plaće u Hrvatskoj.



Slika 9 Usporedba prosjeka cijena dnevnih obroka

4.2.7. Usporedba unosa minerala i vitamina

Tablica 11 Usporedba prosječnih unosa minerala

Minerali	Mediterranski jelovnik	Vegetarijanski jelovnik	Prilagođeni jelovnik	RDA Min-Max
Na (mg)	512,93	480,78	420,59	1500-2300
K (mg)	4999,03	4538,40	4869,59	2600-5000
Ca (mg)	1352,11	1159,03	1307,95	1000-2500
Mg (mg)	330	326,55	315,10	310-350
Fe (mg)	33,23	32,34	32,46	18-45
P (mg)	760,58	752,06	709,42	700-4000

Tablica 12 Usporedba prosječnih unosa vitamina

Vitamini	Mediterranski jelovnik	Vegetarijanski jelovnik	Prilagođeni jelovnik	RDA Min-Max
Vit. A (µg)	1950,68	2242,07	2871,21	700-3000
Vit. E (mg)	34,82	39,19	39,20	15-1000
Vit. B1 (mg)	5,07	4,84	5,17	1,1-5
Vit. B2 (mg)	4,72	4,44	4,72	1,1-6
Niacin (mg)	28,39	26,93	29,53	14-20
Vit. B6 (mg)	5,52	5,35	5,35	1,3-200
Vit. C (mg)	278,66	231,71	283,83	75-2000

U **Tablicama 11 i 12** se vide prosječni unosi vitamina i minerala u jelovnicima. Da bi skoro svi vitamini i minerali bili unutar RDA potrebni su dodaci prehrani. U jelovnicima su korištene 2 tablete dnevno Salvit Beauty Formula za vitamine i minerale, te 1 tableta dnevno Globifera Plus za željezo.

Sva tri jelovnika su ispod RDA za unos natrija, ali u jelovnicima nije upisana sol za začinjavanje.

Prosječni unos niacina premašuje preporučeni RDA, ali u zdravih osoba negativne posljedice prekomjernog unosa niacina nastaju pri puno većim dozama. Primjerice, istraživanje Habibe i Kellar iz 2023. ukazuje da niacin može imati hepatotoksični učinak, ali pri dozama od 3 000 dnevno.

5. ZAKLJUČCI

Iz rezultata optimiranja u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Sastavljanje jelovnika zahtjeva jako puno truda i nije lako u jelovnike ugraditi željeni unos fenilalanina.
2. Bez unosa posebnih namirnica, a koje sadrže bjelančevine bez fenilalanina, većina osoba ne može imati preporučeni dnevni unos bjelančevina bez prekoračenja unosa fenilalanina.
3. Najboljim se, od tri kreirana jelovnika, pokazao jelovnik prilagođene prehrane. Imao je najmanji unos fenilalanina.
4. Zamjena pojedinih namirnica prikladnijima, jednostavnija je za izradu jelovnika od izračuna mase namirnica radi kontrole unosa fenilalanina.
5. Moguće je pri izradi jelovnika prekoračiti preporučeni maksimalni unos fenilalanina u pojedinom obroku, ali ipak ostati unutar preporuka za ukupan dnevni unos. Ovakav pristup je moguće postići uz redovito praćenje i izračunavanje unosa fenilalanina u ukupnom dnevnom unosu.
6. Načini prehrane bazirani na biljnim namirnicama, kao što su mediteranska i vegetarijanska, su dobar izbor za osobe kojima je dopušteni unos fenilalanina relativno visok. Međutim, i kod takve prehrane treba pripaziti na namirnice bogate bjelančevinama, a posebno fenilalaninom.
7. Program „OPPR_Jelovnik.xlsm“ omogućuje izradu i optimiranje tjednog plana prehrane, uz tablično i grafičko prikazivanje sumiranih unosa po obrocima, po danima i ukupne tjedne unose. Program izračunava sume svih makro i mikronutrijenata te izrađuje tzv. *shopping* listu.
8. Prednosti korištenja programa „OPPR_Jelovnik.xlsm“ su jednostavnost, preglednost, mogućnost prilagodbe te već pripremljeni prikazi podataka.
9. Nedostatak programa „OPPR_Jelovnik.xlsm“ je što je prilagođen radu s USDA bazom namirnica pa se namirnice iz drugih baza moraju ručno unijeti.

6. LITERATURA

- Altman G., Hussain K., Green D., Strauss B.J.G., Wilcox G.: *Mental health diagnoses in adults with phenylketonuria: a retrospective systematic audit in a large UK single centre*. Orphanet Journal of Rare Diseases, 16:520, 2021.
- ARS, Agricultural Research Service: *FoodData Central*. U.S. Department of Agriculture. [FoodData Central \(usda.gov\)](https://www.ars.usda.gov/fooddata-central/) [14.09.2022.]
- Bach-Faig A., Berry E.M., Lairon D., Reguant J., Trichopoulou A., Dernini S., Xavier Medina F., Battino M., Belahsen R., Miranda G., Serra-Majem L.: *Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates*. Public Health Nutrition, 14:2274-2284, 2011.
- DZS, Državni zavod za statistiku: *Prosječnu mjesečnu isplaćenu neto plaću po zaposlenome u pravnim osobama republike hrvatske za 2022*. Narodne novine, NN 24/2023., str. 16.-17., 2023.
- European Institute of Oncology: *Banca Dati di Composizione degli Alimenti per Studi Epidemiologici in Italia*. [BDA | Food Composition Database for Epidemiological Studies in Italy \(bda-ieo.it\)](https://www.bda-ieo.it/) [25.09.2022.]
- Habibe M.N., Kellar J.Z.: *Niacin Toxicity*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL), 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559137/> [20.09.2023.]
- Hargreaves, S.M., Raposo, A., Saraiva, A., Zandonadi, R.P.: *Vegetarian Diet: An Overview through the Perspective of Quality of Life Domains*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18:4067, 2021.
- Koch R., Burton B., Hoganson G., Peterson R., Rhead W., Rouse B., Scott R., Wolff J., Stern A.M., Guttler F., Nelson M., de la Cruz F., Coldwell J., Erbe R., Geraghty M.T., Shear C., Thomas J., Azen C.: *Phenylketonuria in adulthood: A collaborative study*. Journal of Inherited Metabolic Disease, 25:333-346, 2002.
- Konzum: *Internet trgovina*. 2022. [Kreni u kupnju - Konzum](https://konzum.hr/) [14.09.2022.]
- MacDonald A., van Wegberg A.M.J., Ahring K., Beblo S., Bélanger-Quintana A., Burlina A., Campistol J., Coşkun T., Feillet F., Giżewska M., Huijbregts S.C., Leizzi V., Maillot F., Muntau A.C., Rocha J.C., Romani C., Trefz F., van Spronsen F.J.: *PKU dietary handbook to accompany PKU guidelines*. Orphanet Journal of Rare Diseases, 15:171, 2020.
- MacLeod E.L., Ney D.M.: *Nutritional Management of Phenylketonuria*. Annales Nestlé, 68:58-69, 2010.
- Magdić D.: *OPPR_Jelovnik_ver.2020.xlsm*. Materijali za nastavu, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2020.
- NAL, National Agricultural Library: *DRI Calculator for Healthcare Professionals*. U.S. Department of Agriculture. [DRI Calculator for Healthcare Professionals | National Agricultural Library \(usda.gov\)](https://www.nal.usda.gov/dri-calculator/) [15.09.2022.]

- National Food Institute, Technical University of Denmark: *Food Data*. National Food Institute, Technical University of Denmark, 2022. [Frida - Food data published by DTU Food](#) [19.09.2022.]
- NSPKU, The National Society for Phenylketonuria Medical Advisory Panel (MAP): *Dietary Information for the Treatment of Phenylketonuria*. NSPKU, 2020.
- Rocha J.C., MacDonald A.: *Dietary intervention in the management of phenylketonuria: current perspectives*. Pediatric Health, Medicine and Therapeutics, 7:155-163 2016.
- Prehrambeno-tehnološki fakultet: *Upute za pisanje diplomskog rada*. PTF, Osijek, 2001.
- Tommy: *Internet trgovina*. [Tommy - Dućan na dlanu!](#) [17.09.2022.]
- Trichopoulou A., Martínez-González M.A., Tong T.Y.N., Forouhi N.G., Khandelwal S., Prabhakaran D., Mozaffarian D., de Lorgeril M.: *Definitions and potential health benefits of the Mediterranean diet: views from experts around the world*. BCM Medicine, 12:112, 2014.
- van Wegberg A.M.J., MacDonald A., Ahring K., Bélanger-Quintana A., Blau N., Bosch A.M., Burlina A., Campistol J., Feillet F., Giżewska M., Huijbregts S.C., Kearney S., Leizzi V., Maillot F., Muntau A.C., van Rijn M., Trefz F., Walter J.H., van Spronsen F.J.: *The complete European guidelines on phenylketonuria: diagnosis and treatment*. Orphanet Journal of Rare Diseases, 12:162, 2017.