

# Određivanje udjela proteina u deklariranim visokoproteinskim proizvodima

---

**Ligutić, Petra**

**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:159:569394>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2023.

Petra Ligutić

**ODREĐIVANJE UDJELA  
PROTEINA U DEKLARIRANIM  
VISOKOPROTEINSKIM  
PROIZVODIMA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Nade Vahčić, te uz pomoć teh. sur. Valentine Hohnjec.

*Zahvaljujem prvenstveno mentorici na svojoj toplini, dostupnosti i jednostavnosti što mi je pomoglo da uz nju pisanje rada bude bezbolno. Veliko hvala Luciji na nesebičnoj podršci, neprekidnoj motivaciji i neizostavljenoj pohvali za svaki minimalni korak u pisanju ovog rada. Hvala svima koji su prolazili sa mnom i uljepšali jedan poseban i nezaboravljiv dio života. Na kraju, hvala svima „iza zavjese“ koji su na bilo kakav način bili podrška na ovom velikom putu.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda

Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Nutricionizam

Diplomski sveučilišni studij: Nutricionizam

## ODREĐIVANJE UDJELA PROTEINA U DEKLARIRANIM VISOKOPROTEINSKIM PROIZVODIMA

*Petra Ligutić, univ. bacc. nutr.  
58213691*

### Sažetak:

Visokoproteinski proizvodi danas su sve popularniji posebice kod mlade aktivne populacije. Predstavljaju brz i lako dostupan obrok bogat proteinima, najčešće konzumiran nakon tjelesne aktivnosti kao pomoć u sintezi proteina, odnosno u izgradnji mišićne mase. Problem predstavlja odgovarajuća kvaliteta proizvoda zbog mogućeg krivog navođenja količine proteina na deklaraciji. Stoga je cilj ovog rada bio odrediti udjel proteina u visokoproteinskim proizvodima te dobivene vrijednosti usporediti s onim navedenim na deklaraciji i provjeriti jesu li deklarirane prehrambene i zdravstvene tvrdnje u skladu s Uredbom (EZ) br. 1924/2006. Udjel proteina je određen metodom po Kjeldahlu u 43 visokoproteinska proizvoda komercijalno dostupna na hrvatskom tržištu. Dobivene vrijednosti udjela proteina svih analiziranih uzoraka su unutar vrijednosti odstupanja dozvoljenih od strane Europske Komisije. Osim toga, svi uzorci s deklariranim prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama su u skladu s Uredbom (EZ) br. 1924/2006.

**Ključne riječi:** *proteini, visokoproteinski proizvodi, Kjeldahl, deklaracija*

**Rad sadrži:** 44 stranice, 6 slika, 20 tablica, 48 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Nada Vahčić

**Pomoć pri izradi:** Valentina Hohnjec, teh. sur.

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. prof. dr. sc. Ksenija Marković (predsjednik)
2. prof. dr. sc. Nada Vahčić (mentor)
3. izv. prof. dr. sc. Katarina Lisak Jakopović (član)
4. prof. dr. sc. Rajka Božanić (zamjenski član)

**Datum obrane:** 06. rujna 2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

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

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Nutrition

**Graduate university study programme:** Nutrition

### DETERMINATION OF PROTEIN CONTENT IN DECLARED HIGH PROTEIN PRODUCTS

*Petra Ligutić*, univ. bacc. nutr.  
58213691

#### **Abstract:**

In the present day, products rich in high protein content have gained considerable popularity, particularly among the active and youthful population. These products serve as convenient, readily accessible sources of nutrition, offering a swift and protein-rich meal option. They are frequently consumed following physical activities to aid in protein synthesis, contributing to the development of muscle mass. However, a concern arises regarding the product's actual protein quality due to potential inaccuracies in protein quantity indication on the packaging. As a result, the objective of this study was to assess the protein content in high protein products and subsequently compare the determined values with those specified on the product labels. Furthermore, an evaluation was conducted to ascertain whether the proclaimed nutritional and health claims align with the stipulations outlined in Regulation (EC) no. 1924/2006. The Kjeldahl method was employed to quantify the protein content in 43 distinct high protein products, all commercially available within the Croatian market. The results reveal that the measured protein content in all examined samples falls within the acceptable deviation limits established by the European Commission. Moreover, all products bearing declared nutritional and health claims demonstrate conformity with the provisions outlined in Regulation (EC) no. 1924/2006.

**Keywords:** *proteins, high protein products, Kjeldahl, label*

**Thesis contains:** 44 pages, 6 figures, 20 tables, 48 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:** Nada Vahčić, PhD, Full professor

**Technical support and assistance:** Valentina Hohnjec, technical assistant

#### **Reviewers:**

1. Ksenija Marković, PhD, Full professor (president)
2. Nada Vahčić, PhD, Full professor (mentor)
3. Katarina Lisak Jakopović, PhD, Associate professor (member)
4. Rajka Božanić, PhD, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** September 06<sup>th</sup>, 2023

## Sadržaj

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. PROTEINI.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. IZVORI PROTEINA .....</b>	<b>3</b>
2.2.1. Kvaliteta izvora proteina .....	5
<b>2.3. ZNAČAJ PROTEINA U PREHRANI .....</b>	<b>7</b>
2.3.1. Utjecaj manjka i viška proteina u prehrani .....	9
<b>2.4. PROIZVODI OBOGAĆENI PROTEINIMA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5. OPRAVDANOST DEKLARIRANOG SADRŽAJA .....</b>	<b>12</b>
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. UZORCI.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. ODREĐIVANJE UDJELA PROTEINA METODOM PO KJELDAHLU .....</b>	<b>20</b>
3.2.1. Materijali.....	20
3.2.2. Metoda.....	20
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>23</b>
<b>5. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>39</b>
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>40</b>



# 1. UVOD

Proteini su esencijalni nutrijenti sastavljeni od 20 različitih aminokiselina povezanih peptidnim vezama te čine sastavni dio svih stanica i tkiva. Slijed vezanja aminokiselina određuje njihovu funkciju, a ona može biti strukturna, hormonska, enzimska, imunološka ili dr. Aminokiseline se dijele na esencijalne, uvjetno esencijalne i neesencijalne, odnosno one koje tijelo ne može samo sintetizirati te je potreban njihov unos hranom, one koje postaju esencijalne u određenim fiziološkim ili patološkim stanjima te one koje organizam može sintetizirati sam u dovoljnim količinama (Štalić i sur., 2016). Unos dovoljnih količina aminokiselina vrlo je važan jer su jedine izvor dušika i sumpora u prehrani, a također imaju ulogu u sintezi brojnih drugih važnih molekula kao što su pojedini hormoni, deoksiribonukleinska i ribonukleinska kiselina te brojne druge (Wu, 2016).

Glavni izvori ovog makronutrijenta u prehrani ljudi predstavljaju crveno meso, meso peradi, riba, morski plodovi, jaja i mliječni proizvodi kao životinjski izvori proteina, a leguminoze, žitarice, pseudožitarice, sjemenke i orašasti plodovi kao biljni izvori (Sá i sur., 2020; Lv i sur., 2021). Također, danas raste popularnost alternativnih izvora proteina kao što su laboratorijski kultivirano meso, kukci i alge (Loveday, 2019).

Vrlo je važna kvaliteta proteina prilikom njegovog unosa. Ona je određena sadržajem proteina u namirnici, odnosom različitih aminokiselina te probavljivošću (Loveday, 2019). Općenito, namirnice životinjskog podrijetla imaju veće količine proteina u odnosu na biljne namirnice. Te namirnice također imaju i uravnoteženiji odnos aminokiselina, tj. najčešće sadržavaju sve esencijalne aminokiseline u dovoljnim količinama dok to kod biljnih izvora proteina nije uvijek tako. Osim toga, biljni izvori proteina su manje probavljivi u odnosu na životinjske izvore, a tome pridonosi i prisutnost antinutrijenata koji otežavaju njihovu apsorpciju. Prema nekim istraživanjima, životinjski izvori proteina imaju i povoljniji učinak na sintezu mišića (Wu, 2016). Prilikom konzumacije biljnih izvora proteina, preporuča se kombinirati mahunarke i žitarice kako bi se unio uravnotežen odnos svih esencijalnih aminokiselina (Sá i sur., 2020). S obzirom da su namirnice životinjskog i biljnog podrijetla izvor i brojnih drugih nutrijenata osim proteina koje mogu imati i povoljne i nepovoljne učinke, te namirnice treba gledati kao cjelinu te konzumirati raznovrsnu prehranu za optimalno održavanje zdravlja (Wu, 2016).

Kako bi se osigurao optimalan rast i razvoj djece te održavanje zdravlja ljudi, vrlo je važan odgovarajući unos proteina odnosno aminokiselina. Osim toga, odgovarajući unos esencijalnih aminokiselina važan je i za sintezu skeletnih mišića, održavanju snage i funkcionalnosti mišića

te u održavanju zdravlja i funkcije različitih tkiva. Nedovoljan unos proteina onemogućuje rast, sintezu mišića, može uzrokovati poremećaje hormona, srčano-krvožilnog sustava, dislipidemiju i hiperglikemiju, deficit nekih nutrijenata, povećati oksidativni stres, rizik od infekcija te imati brojne druge nepovoljne učinke. Previsok unos proteina može uzrokovati gastrointestinalne tegobe, povećane koncentracije amonijaka i inzulina, dehidraciju te može imati negativne utjecaje na živčani, srčano-krvožilni sustav te na bubrežnu funkciju (Wu, 2016). Preporuke za unos proteina su različite za različite skupine ljudi te za različita fiziološka ili patološka stanja. Ona mogu iznositi od minimalnih  $0,8 \text{ g kg}^{-1}$  tjelesne mase (TM) na dan pa sve do  $2 \text{ g kg}^{-1}$  TM na dan. Povećane potrebe uglavnom imaju starije osobe zbog rizika od razvoja sarkopenije, osobe s tumorskom kaheksijom da minimiziraju gubitak mišića, sportaši da zadovolje povećane potrebe i dr. Niži unos od  $0,8 \text{ g kg}^{-1}$  TM na dan mogu imati neki bubrežni bolesnici (Šatalić i sur., 2016; Phillips i sur., 2016; van de Worp i sur., 2020).

Gotovi visokoproteinski proizvodi danas su sve popularniji, posebice kod mlade aktivne populacije koja nastoji na brz i jednostavan način zadovoljiti potrebe za proteinima kako bi osigurali maksimalnu sintezu mišića i rast mišićne mase. Proizvođači koriste nedovoljnu educiranost pojedinaca te mogu krivo deklarirati udjel proteina u svojim proizvodima. Stoga je cilj ovog istraživanja bio analizirati količine proteine u komercijalno dostupnim visokoproteinskim proizvodima na hrvatskom tržištu metodom po Kjeldahlu te ih usporediti s deklariranim vrijednostima. Odstupanja u vrijednostima su uspoređena s dozvoljenim odstupanjima od strane Europske Komisije, a osim toga provjereno je da li su deklarirane prehrambene i zdravstvene tvrdnje u skladu s Uredbom (EZ) br. 1924/2006.

## **2. TEORIJSKI DIO**

### **2.1. PROTEINI**

Protein je esencijalni makronutrijent sastavljen od niza aminokiselina povezanih peptidnim vezama te je sastavni dio stanica i tkiva biljaka, životinja i ljudi (EUFIC, 2019). U hrani i ljudima postoji 20 različitih aminokiselina koje izgrađuju proteine, a njihov slijed u proteinima određuje njegovu funkciju. U organizmu imaju strukturnu funkciju, kao npr. kolagen, transportnu funkciju (npr. hemoglobin), mogu biti enzimi (npr. lipaze, laktaza, bromelain i dr.), hormoni (inzulin, glukagon), imunoproteini, imaju ulogu u održavanju kiselinsko-bazne ravnoteže, u kontrakciji mišića i dr. (Štalić i sur., 2016). Proteini imaju i razne tehnološke funkcije u hrani čime pridonose boji, okusu, aromi i teksturi namirnica. Mogu djelovati i kao emulgatori, zadržavati vodu, stvarati pjenu, utjecati na topljivost te djelovati antimikrobno (Loveday, 2019). Aminokiseline se dijele na esencijalne, uvjetno esencijalne i neesencijalne aminokiseline. Esencijalne aminokiseline su one koje organizam ne može samostalno sintetizirati te je nužan njihov egzogeni unos, a to su metionin, leucin, izoleucin, lizin, valin, treonin, triptofan, fenilalanin i histidin. Uvjetno esencijalnih aminokiselina u normalnim uvjetima ima u dovoljnim količinama, međutim, u posebnim fiziološkim ili patološkim stanjima nije moguće zadovoljiti potrebe za njima pa postaju esencijalne. U tu skupinu se svrstavaju tirozin, cistein, glutamin, arginin te glicin i prolin. Neesencijalne aminokiseline organizam može sintetizirati u dovoljnim količinama (uz uvjet pravilne prehrane), a tu spadaju alanin, asparagin, aspartat, glutamat i serin. Također, aminokiseline možemo podijeliti na glukogene i ketogene. Glukogene aminokiseline su one koje se mogu iskoristavati u glukoneogenezi, odnosno u sintezi glukoze. Glukogene su sve aminokiseline osim lizina i leucina koje su ketogene što znači da služe za sintezu ketonskih molekula (Štalić i sur., 2016). Odgovarajući unos proteina, odnosno aminokiselina je vrlo važan jer su jedine izvor dušika i sumpora u prehrani ljudi. Također, esencijalni su prekursori u sintezi drugih manjih molekula koje imaju vrlo važne fiziološke uloge u organizmu kao što su dušikov oksid, dopamin, serotonin, ribonukleinska kiselina (RNK), deoksiribonukleinska kiselina (DNK) i brojne druge (Wu, 2016).

### **2.2. IZVORI PROTEINA**

Glavni izvor proteina u ljudskoj prehrani je hrana životinjskog podrijetla, a uvelike i hrana biljnog podrijetla. Od hrane životinjskog podrijetla, to su prvenstveno meso, jaja, mliječni proizvodi te riba i morski proizvodi. Što se tiče vrste proteina u pojedinim izvorima, kod mesa i ribe su to u najvećoj količini miofibrilarni proteini. Miofibrilarne proteine čine aktin i miozin.

Oni grade mišiće životinja, tj. tvore meso životinja koje ljudi konzumiraju. Dominantan protein u mišićju riba je ujedno i kolagen. Kolagen tvori vezivna tkiva te je zaslužan za mekost mesnog tkiva ribe. Jaja su vrlo bogata ovalbuminom, proteinom koji se uglavnom nalazi u bjelanjku jajeta. Glavni proteini u mlijeku su proteini sirutke i kazein. Kazein je odgovoran za vezanje kalcijevih iona ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (Lv i sur., 2021). U biljne izvore proteina se svrstavaju leguminoze (soja, leća, slanutak, grah i dr.), žitarice (pšenica, zob, ječam i dr.), pseudožitarice (kvinoja, amarant i dr.), sjemenke (chia, lan, sezam i dr.) i orašasti plodovi (orasi, bademi i dr.). Kao izvor biljnih proteina mogu se koristiti i nusproizvodi agroindustrije. Najčešće su to nusprodukti ekstrakcije raznih biljnih ulja. Zbog rastuće svjetske populacije i potrebe za hranom te zbog negativnog utjecaja životinjskih izvora proteina na okoliš, raste popularnost biljnih izvora proteina. Osim toga, traga se i za alternativnim izvorima koji bi bili optimalni za zadovoljavanje ljudskih potreba za proteinima (Sá i sur., 2020). Neki od novijih i sve popularnijih alternativnih izvora proteina su kultivirana mesa, kukci i alge (Loveday, 2019).

Kultivirano, odnosno *in vitro* proizvedeno meso je proizvod koji nastaje izolacijom matičnih stanica životinje te uzgajanjem staničnih linija na hidrogelu u bioreaktorima. Bioreaktori omogućuju proliferaciju i diferencijaciju stanica u kontroliranim uvjetima što optimizira razvoj mesa. Za rast i razvoj stanica potreban je hranjivi medij koji bi to omogućio pa se u stanične linije dodaju različiti serumi, najčešće fetalni goveđi serum, hranjive tvari kao što su ugljikohidrati, lipidi, aminokiseline, vitamini, mineralni elementi, hormoni te faktori rasta. Hranjivi medij čini čak 55 – 95 % troškova proizvodnje kultiviranog mesa zbog čega se nastoje naći alternativna i jeftinija rješenja. Vrlo je važan dodatak odgovarajućeg supstrata za razvoj tkiva kako bi se dobilo meso okusom i teksturom što sličnije pravom mesu životinja. Supstrat zato mora biti jestiv, razgradiv ili se mora moći ukloniti. Kao supstrat se najčešće koriste kolagen, celuloza, hitin, amiloza, soja, želatina te brojne druge tvari. Unutar Europske Unije (EU), kultivirano meso se smatra novom hranom te da bi se stavilo na europsko tržište mora proći detaljnu analizu. Europska agencija za sigurnost hrane (European Food Safety Authority, EFSA) na temelju rezultata analize daje svoje mišljenje o sigurnosti nove hrane, a Europska Komisija (European Commission, EC) na temelju tog mišljenja, može ili ne mora odobriti stavljanje tog proizvoda na europsko tržište (Chodkowska i sur., 2022).

Već tisućama godina se oko 2000 vrsta kukaca redovito konzumira u zemljama Azije dok u zapadnjačkim zemljama njihova konzumacija nije toliko popularna. Najčešće su to različiti tvrdokrilci ili kornjaši, leptiri, mravi, skakavci i brojni drugi. Oni predstavljaju jeftin i bogat izvor proteina, ali i brojnih drugih poželjnih nutrijenata. Iako se mogu konzumirati kao cijeli,

najčešće su samljeveni u prah te se dodaju u različite proizvode u svrhu obogaćivanja. Kukci se, kao i kultivirano meso, smatraju novom hranom te moraju dobiti pozitivno mišljenje od strane EFSA-e da bi potencijalno bili odobreni od strane EC. Do sada su odobrena 3 kukca koja se smiju koristiti na europskom tržištu, a to su *Acheta domesticus* (kućni zrikavac), *Tenebrio molitor* (crv brašnar) i *Locusta migratoria* (europski skakavac) (Aiello i sur., 2023).

Osim poznatih zelenih, smeđih i crvenih algi, postoje i mikroalge koje su bogat izvor različitih nutrijenata, a između ostalog i proteina. Najpopularnije mikroalge su *Spirulina* sp. i *Chlorella* spp (Bleakley i Hayes, 2017).

### 2.2.1. Kvaliteta izvora proteina

Faktori koji utječu na kvalitetu proteina su njihov sadržaj u namirnici, odnos različitih aminokiselina te probavljivost. Sadržaj proteina se može mjeriti pomoću nekoliko različitih metoda, a neke od njih su spektrometrija, vezanje boje ili mjerenje dušika gdje spada i metoda po Kjeldahlu koja će kasnije biti opisana. Probavljivost proteina znači koju količinu neka osoba može razgraditi i apsorbirati. Uvjetovana je dostupnošću proteina i prisutnosti drugih faktora koji utječu na probavu i apsorpciju proteina tako što ih inhibiraju. Posebno osjetljiva na promjene u biodostupnosti je esencijalna aminokiselina lizin zbog čega je vrlo važan odgovarajući unos pojedinih aminokiselina, odnosno proteina (Loveday, 2019).

Dokazano je da namirnice životinjskog podrijetla imaju veće količine proteina, ali i uravnoteženiji odnos aminokiselina u odnosu na biljne proteine. Osim toga, probavljivost proteina iz namirnica životinjskog podrijetla je veća u odnosu na biljne, a tome pridonosi i prisutnost antinutrijenata u biljkama koji otežavaju njihovu apsorpciju. Također, postoje i dokazi da životinjski proteini imaju povoljnije učinke na skeletnu mišićnu masu u odnosu na biljne, tj. imaju veću učinkovitost u mišićnom anabolizmu. Izuzetak su proteini soje koji su vrlo slični životinjskim proteinima (Wu, 2016).

Analizama je utvrđeno da mahunarke imaju visok sadržaj lizina, ali nedostatne su metioninom, cisteinom te triptofanom. Kao što je ranije spomenuto, na dostupnost proteina u biljkama može utjecati prisutnost drugih nutrijenata poznatijih kao antinutrijenti jer inhibiraju apsorpciju proteina. Neki od njih su fitati, polifenoli i vlakna. Procesiranjem namirnica može se utjecati na njihov udjel u namirnici, ali ti nutrijenti također imaju i brojne blagodati za ljudsko zdravlje. Neka istraživanja su pokazala da fermentacija pojedinih mahunarki može povećati dostupne količine različitih aminokiselina, uključujući i esencijalne metionin i cistein. S druge strane, dugotrajno visoka temperatura može dovesti do smanjenja količina aminokiselina u

mahunarkama. Žitarice su najčešće nedostatne esencijalnom aminokiselinom lizinom pri čemu je proso iznimka jer je bogat svim esencijalnim aminokiselinama pa tako i lizinom. Iz tog razloga se preporuča zajedno konzumirati mahunarke i žitarice u istom obroku kako bi se upotpunio aminokiselinski profil i unijele dovoljne količine svih esencijalnih aminokiselina. Iako su žitarice siromašne lizinom, pseudožitarice imaju povoljan aminokiselinski sastav i bogate su lizinom. Neke sjemenke, kao npr. lanene i chia sjemenke, također imaju manjak lizina (Sá i sur., 2020). Uz žitarice i sjemenke, neki od orašastih plodova mogu biti nedostatni lizinom, a često imaju i manjak treonina (Sá i sur., 2020; Ahnen i sur., 2019).

Što se tiče kvalitete novih, alternativnih izvora proteina, pokazalo se da su alge nedostatne aminokiselinama metioninom, cisteinom, lizinom i triptofanom. Analizama se pokazalo da najviše proteina imaju crvene alge (24 – 45 %), dok smeđe imaju <15 % proteina u suhoj tvari (Loveday, 2019). Alge kao i biljke imaju manju probavljivost proteina zbog visokog sadržaja tanina, polisaharida i vlakana. Crvene alge imaju nešto veću probavljivost od smeđih algi. Vrijednosti probavljivosti su usporedive s biljnim izvorima te one iznose oko 80 %. Probavljivost mikroalgi nije dovoljno istražena, ali također iznosi oko 80 % (Bleakley i Hayes, 2017).

Kvaliteta proteina kultiviranog mesa ovisi o supstratu koji se koristi u njegovom razvoju. Ako se kao supstrat koristi kolagen, on nema dovoljno esencijalnih aminokiselina, a sadrži lizin koji se modificira u hidroksilizin koji se ne može iskoristiti za sintezu proteina. Moguć je dodatak biljnih supstrata koji povećavaju količinu vlakana. Kultivirano meso može biti nedostatno esencijalnim masnim kiselinama, raznim vitaminima i mineralnim elementima te brojnim drugim bioaktivnim komponentama. Nije sigurno koliko tih tvari se apsorbira iz hranjivog medija na kojem se uzgajaju stanice zbog čega je potencijalno potreban njihov dodatak (Fraeye i sur., 2020).

Kukci su bogati proteinima, mono- i polinezasićenim masnim kiselinama te vlaknima. Udjel proteina ovisi o vrsti kukca, razvojnom stadiju, geografskom podrijetlu i vrsti prehrane. Udjel proteina može iznositi od ~ 30 % do ~ 70 % dok je prosjek uglavnom oko 60 %. Sastav aminokiselina također ovisi o već navedenim faktorima. Najčešće sadrže dovoljne količine esencijalnih aminokiselina, a neki mogu biti nedostatni lizinom, triptofanom i metioninom. Kukci su bogati i bioaktivnim komponentama, najviše polifenolima koji imaju antioksidativnu, protuupalnu, antikancerogenu i antigenotoksičnu aktivnost (Brogan i sur., 2021; Aiello i sur., 2023).

Kako bi se osigurala kvaliteta i kvantiteta proteina u prehrani ljudi, a ujedno i drugih važnih

nutrijenata kao što su vlakna, poželjno bi bilo konzumirati i životinjske i biljne izvore proteina. I uz pravilnu kombinaciju biljnih proteina, teško je zadovoljiti potrebe za svim esencijalnim aminokiselinama isključivo biljnom prehranom. Ona uglavnom zadovoljava samo potrebe zdrave odrasle osobe s minimalnom tjelesnom aktivnosti dok je kod djece, starijih, osoba s karcinomom i onih s visokom tjelesnom aktivnosti lako moguć deficit (Wu, 2016). Osim samih proteina i aminokiselinskog sastava, valja uzeti u obzir i energiju i sastav drugih nutrijenata u navedenim proteinskim izvorima. Uz zadovoljavanje istih količina proteina, konzumacija primjerice oraha bi značajno pridonijela i energetske unosu s obzirom da je ta namirnica vrlo bogata i mastima. S druge strane, ekvivalentna količina primjerice piletine sadrži značajno manje energije. Slično tome uspoređujući leguminoze i meso, potreban je značajno veći količinski i energetski unos leguminoza u odnosu na meso kako bi se zadovoljila ista kvaliteta proteina. No to ne mora nužno značiti da je meso superiorniji izvor proteina u odnosu na biljne. Prekomjerni unos crvenog mesa je povezan s prekomjernim unosom zasićenih masti koje imaju negativni utjecaj na zdravlje srca i krvožilnog sustava. Prekomjerna konzumacija procesiranog crvenog mesa jedan je od glavnih rizičnih čimbenika za razvoj raka debelog crijeva (Wolfe i sur., 2018). Osim kompletnog sastava aminokiselina, namirnice životinjskog podrijetla sadrže hem-željezo (iskoristiviji oblik željeza u odnosu na nehem željezo iz biljaka), omega-3 masnu kiselinu DHA – dokosaheksaenska kiselina, kreatin, taurin, karnozin, vitamin B<sub>12</sub> i druge nutrijente koji nisu prisutni u namirnicama biljnog podrijetla, a imaju vrlo važne učinke za zdravlje. Prethodno spomenuti antinutrijenti u biljkama, poznati i kao fitonutrijenti, važni su zbog raznih povoljnih učinaka na zdravlje ljudi. Hrana biljnog podrijetla bogata je fitatima, polifenolima, kompleksnim ugljikohidratima, probavljivim i neprobavljivim vlaknima, vitaminima, mineralnim elementima, karotenoidima i raznim pigmentima. Ti nutrijenti imaju pozitivne učinke na oksidativni stres, lipidni profil, regulaciju glukoze u krvi te sprječavaju razvoj karcinoma (Ahnen i sur., 2019; Lonnie i sur., 2018).

### **2.3. ZNAČAJ PROTEINA U PREHRANI**

Odgovarajući unos proteina je vrlo važan zbog optimalnog rasta i razvoja djece te održavanja zdravlja ljudi. Dovoljan unos esencijalnih aminokiselina ima važnu ulogu u sintezi skeletnih mišića, održavanju snage i funkcionalnosti mišića i u održavanju zdravlja i funkcije različitih tkiva (Wu, 2016). To je posebice važno u starijih osoba koje su u riziku od razvoja sarkopenije. Kod starijih osoba najčešće dolazi do smanjenja mišićne mase i povećanja udjela masnog tkiva, a također opada snaga i funkcija mišića. Razlog tome je, osim nedovoljne tjelesne aktivnosti,

smanjen unos proteina prehranom. Zbog toga su preporuke za unos proteina kod starijih osoba povećane na  $\sim 1,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan u usporedbi s preporukom od  $0,8 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan za zdravu odraslu populaciju (Phillips i sur., 2016). Nenamjerni gubitak mišićne mase je karakteristika i tumorske kaheksije, sindroma koji se javlja najčešće kod uznapredovalih karcinoma. Kaheksija zahtijeva povećani unos proteina kako bi bio moguć anabolizam, tj. sinteza proteina. Iako ne postoje istraživanja o optimalnim količinama i kvaliteti proteina, preporuča se unos proteina od  $1,0 - 1,5 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan. U liječenju kaheksije mogu biti korisne i razgranate aminokiseline (branched-chain amino acids, BCAA) s obzirom da su sastavni dio proteina. One smanjuju proteolizu (razgradnju mišića) te stimuliraju njihovu sintezu aktivirajući mTOR (vrsta protein kinaze) puteve i modulirajući upalu putem sinteze glutamina. Može biti korisna suplementacija L-glutaminom, L-glicinom, argininom i  $\beta$ -hidroksi- $\beta$ -metilbutiratom (metabolitom leucina) zbog brojnih dokaza da povoljno djeluju na tumorsku kaheksiju (van de Worp i sur., 2020). U nekim istraživanjima se suplementacija BCAA spominje kao korisna i kod ciroze jetre, zatajenja bubrega, raznih trauma, sepse i opekline zbog svojih povoljnih učinaka na sintezu proteina. Međutim, tih istraživanja je vrlo malo, a neka su i kontradiktorna zbog čega je potrebno biti na oprezu te dodatno istražiti potencijalne benefite suplementacije BCAA u terapiji raznih bolesti (Holeček, 2018). Prema Američkom društvu za parenteralnu i enteralnu prehranu (The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN), pacijenti na jedinici intenzivnog liječenja također zahtijevaju povećane količine proteina čak do  $2,0 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan. Bez obzira na preporuke, istraživanja daju konfuzne rezultate. Dok se kod nekih spominje smanjeni rizik od infekcija, brži oporavak i manja smrtnost, kod nekih se spominje veći gubitak mišića i veći rizik od smrti. Prema svemu sudeći, potrebna su detaljnija istraživanja, ali u svakom slučaju vrlo je važan unos proteina i u kritično bolesnih pacijenata (Heyland i sur., 2018). Unos proteina je vrlo važan prilikom redukcije tjelesne mase. Cilj je izgubiti masno tkivo, a održati mišićnu masu u čemu pomaže povećan unos proteina na  $\sim 1,2 - 1,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan. U gubitku TM, proteini mogu pomoći na način da smanjuju apetit i povećavaju sitost. Istraživanja su pokazala da visokoproteinski obroci uzrokuju veću postprandijalnu sitost, pozitivno utječu na hormone koji reguliraju apetit, a također utječu i na živčane signalne puteve koji su odgovorni za žudnju za hranom (Phillips i sur., 2016). Metabolički sindrom je okarakteriziran prisutnošću visokih triglicerida u krvi, hipertenzije, intolerancije glukoze i povišenih razina lipoproteina niske gustoće (low density lipoprotein, LDL) i smanjenih razina lipoproteina visoke gustoće (high density lipoprotein, HDL). Pokazalo se da unos biljnih izvora proteina pozitivno djeluje na parametre povezane s metaboličkim sindromom te na taj način smanjuje rizik od njegovog



razvoja. U usporedbi s unosom proteina iz namirnica životinjskog podrijetla na metabolički sindrom nije bilo značajne razlike. Međutim, nije jasno razjašnjeno da li je to isključivo do proteina, a ne do ostalih korisnih nutrijenata u tim namirnicama. Slični rezultati su dobiveni istraživanjem utjecaja unosa proteina na dijabetes tipa 2 i karcinom (Ahnen i sur., 2019). Do sada se brojnim istraživanjima dokazao imunomodulatorni i antimikrobni učinak proteina sirutke (Damaris Jones i sur., 2021). Proteini sirutke su bogati imunoglobulinima, ali i drugim antimikrobnim sastojcima kao što su laktoferin, lizozim i laktoperoksidaza zbog čega se dodaju u razne mliječne i druge prehrambene proizvode, ali i u hranu za dojenčad. Proteini sirutke djeluju povoljno i na povišenje razina glutaciona, jednog od najjačih antioksidansa u ljudskom tijelu (Herceg i Režek, 2006).

Preporuka za unos proteina je  $0,8 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan za odrasle osobe koje su postigle energetske ravnoteže. Međutim, kod tjelesno aktivnih osoba i sportaša to nije tako. Zbog puno veće potrošnje energije, takve osobe zahtijevaju i veći unos proteina, a preporuke ovise o dobi, spolu, vrsti tjelesne aktivnosti, unosu energije i dostupnosti ugljikohidrata. Kod treninga izdržljivosti, preporuke za unos proteina iznose  $1,2 - 1,4 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan kako bi se skeletni mišići opskrbili s dovoljno razgranatih aminokiselina koje su im potrebne. Također, dodatan unos proteina nakon tjelesne aktivnosti ima koristan učinak za izgradnju mišića te na taj način pomaže u njihovom oporavku nakon intenzivnog treninga. Kod treninga jakosti i snage, razgradnja proteina, ali i sinteza su povećane pa je također nužan povećan unos proteina koji iznosi  $1,2 - 1,7 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan (Štalić i sur., 2016). Prema istraživanjima, doza koja osigurava optimalnu sintezu proteina nakon treninga snage iznosi  $20 - 25 \text{ g}$  kompletnih proteina, tj. proteina koji sadrži sve esencijalne aminokiseline. Unos te doze bi trebao biti u kratkom periodu nakon treninga. U slučaju večernjeg treninga, pokazalo se da unos doze od  $25 \text{ g}$  nakon treninga te unos još  $25 \text{ g}$  proteina putem doručka idući dan, poboljšava ravnotežu sinteze i razgradnje proteina te pospješuje oporavak od treninga. Za sintezu mišića i oporavak što vodi porastu mišićne snage i hipertrofiji, odnosno porastu mišićne mase, može biti korisna i konzumacija  $40 \text{ g}$  kazeina nakon večernjeg treninga. Kazein je protein koji se sporo probavlja te na taj način opskrbljuje mišićne aminokiselinama kroz duži period što je korisno za vrijeme sna kad se duži period ne konzumira nikakav izvor nutrijenata (West i sur., 2017).

### 2.3.1. Utjecaj manjka i viška proteina u prehrani

Preporuke za unos proteina su definirane prema tome da zadovolje gubitak dušika u organizmu i održe mišićnu masu. Manjak proteina u prehrani znači manjak aminokiselina čime se narušava

njihova strukturna i funkcionalna uloga u tijelu. Neke od uloga lizina su u homeostazi dušika, kalcifikaciji kostiju, sintezi mišića i aktivnosti jetre. Metionin i cistein su potrebni za održavanje imunološkog sustava, zaštitu od oksidacije u mišićima, srčano-krvožilnom i živčanom sustavu. Valin je važan u lokomotornom sustavu, a glutamin i aspartat su važni u imunološkom sustavu i regulaciji hormona (Sá i sur., 2020). Do deficita proteina može doći zbog raznih bolesti ili zbog neodgovarajućeg unosa. Deficit proteina onemogućuje rast i sintezu mišića, uzrokuje kardiovaskularnu disfunkciju, poremećaj hormona, povećava oksidativni stres, rizik od infekcija, povećava gubitak kalcija. Može imati negativni utjecaj na živčani i koštani sustav, uzrokovati dislipidemiju i hiperglikemiju, a također može uzrokovati i deficit nekih nutrijenata kao što su vitamin A, željezo, cink i folat. Razlog tome je što su proteini potrebni za probavu i apsorpciju nutrijenata u crijevima, za prijenos raznih nutrijenata te za oksidaciju pojedinih tvari. Deficit može negativno utjecati i na rast i razvoj fetusa i novorođenčadi te povećava rizik od razvoja metaboličkog sindroma. Neki od simptoma manjka proteina su umor, slabost, glavobolje, promjene u raspoloženju, lomljiva kosa i opadanje kose te suha koža.

Maksimalne dozvoljene količine proteina za odrasle osobe nisu definirane. Prema nekim istraživanjima, konzumirane su doze čak do  $4,4 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  na dan bez negativnih utjecaja osim pojave gastrointestinalnih tegoba kod nekih osoba. Utjecaj dugotrajno visokog unosa proteina nije zabilježen, ali moguće je da onemogućuje detoksifikaciju amonijaka što nije poželjno. Može uzrokovati gastrointestinalne tegobe, hiperaminoacidemiju, hiperamonemiju, hiperinzulinemiju, dehidraciju te može imati negativne utjecaje na živčani i srčano-krvožilni sustav. Povišene razine homocisteina (metabolita cisteina) mogu uzrokovati disfunkciju krvnih žila zbog smanjene proizvodnje dušikovog oksida (NO). Zbog opterećenja bubrega visokim količinama dušika (iz aminokiselina), može doći do povećanja stope glomerularne filtracije i mase bubrega. Osobama koji imaju poremećaje bubrežne funkcije se preporuča pripaziti na unos proteina. Osim preniskog unosa proteina, i previsok unos može povećati izlučivanje kalcija i negativno utjecati na koštanu masu što vodi osteopeniji i osteoporozi. S obzirom da postoje dokazi da odgovarajuće količine proteina pomažu u održavanju koštanog zdravlja, vrlo je važan njihov unos. Unos visokih količina proteina iz životinjskih izvora može povećati rizik od razvoja karcinoma i dijabetesa. No to nije isključivo povezano s proteinima već i drugim nutrijentima, kao npr. zasićenim mastima. Proteini životinjskog podrijetla su vrlo kvalitetni, a hrana životinjskog podrijetla je bogata korisnim nutrijentima kao i biljna hrana zbog čega je važan odgovarajući unos i jednog i drugog izvora proteina (Wu, 2016).

## 2.4. PROIZVODI OBOGAĆENI PROTEINIMA

Izolacija proteina je započela 1960-ih godina razvojem prvih metoda ekstrakcije proteina iz mliječnih proizvoda. Do 1980-ih su se izolirani proteini sirutke uglavnom koristili kao dodatak u ishrani životinja, ali tada počinje rasti i svjesnost važnosti proteina u oporavku nakon vježbanja. Iako su bili već dostupni proteini jaja i kazein, rasla je popularnost proteina sirutke zbog svoje nutritivne kvalitete. David Jenkins bio je engleski plivač i olimpijac koji je imao velike interese u tom području te je upravo on zaslužan za osmišljavanje prvog proteinskog dodatka prehrani. 1987. godine je razvio formulu za proizvod za oporavak pod nazivom „ProOptibol“. Taj je proizvod bio sastavljen uglavnom od ugljikohidrata (60 %), sadržavao je 33 % proteina, a ostatak su činile srednjelančane masne kiseline, vitamini i mineralni elementi. Daljnjim razvojem, 1993. godine je osmišljen proteinski prah bez dodanih ugljikohidrata te je nazvan „Designer Protein“. U međuvremenu je sve više rasla zainteresiranost „bodybuildera“ i „weightliftera“ za takvim proizvodima zbog zabrane anaboličkih steroida, a želje za bržom izgradnjom mišićne mase. Povećana potražnja je povećala i tehnološke zahtjeve takvih proizvoda. Veći udjeli proteina u prahovima otežavaju njihovo miješanje u vodi ili mlijeku zbog čega je bio potreban daljnji razvoj tehnika izolacije proteina. Do danas, lako i dobro miješanje proteinskog praha u tekućini je jedno od glavnog zahtjeva koje proizvod mora zadovoljiti. Kako u Americi, tako je i u Europi nešto kasnije narasla potražnja za proteinima sirutke, osobito kod onih mlađih od 35 godina. Između 2010. i 2015. godine, korištenje tvrdnje „high source of protein“ na proizvodima obogaćenim proteinima sirutke narasla je za čak 24 %. Iako je kod mladih sportaša važniji porast mišićne mase od okusa proizvoda, sve češće konzumiranje ovih proizvoda od strane opće populacije ipak zahtijeva razvoj stabilnih proizvoda s poželjnim senzorskim svojstvima. Neki od proizvoda koji se proizvode u ovu svrhu su razni napitci, pločice, ekstrudirani proizvodi, jogurti, smoothiji, kave i brojni drugi (Price, 2018). Proteini sirutke su danas najpoznatiji oblik suplementacije proteina kod sportaša i drugih tjelesno aktivnih osoba zbog dokazanog pozitivnog učinka na sintezu proteina i rast mišićne mase (Damaris Jones i sur., 2021). Razlog tome je što imaju bolju nutritivnu kvalitetu u odnosu na ostale izvore proteina zbog sadržaja aminokiselina, njihove biodostupnosti i probavljivosti. Proteini sirutke izvor su esencijalnih aminokiselina, posebice BCAA leucina, izoleucina i valina za koje je dokazano da stimuliraju sintezu mišićnih proteina. U usporedbi s kazeinom i proteinima soje, proteini sirutke imaju najveću probavljivost (Almeida i sur., 2015). Najrašireniji sportski dodaci prehrani danas su najčešće u obliku obogaćenih pića i pločica kao brzo dostupni „snack“ obroci. Vrlo su popularni upravo prahovi proteina sirutke ili soje kao biljnog izvora koji

se dodaju u vodu ili mlijeko i konzumiraju kao napitak. Ti prahovi mogu biti koncentracije, izolati ili hidrolizati, ovisno o procesu pomoću kojeg se dobiju, a razlikuju se i po dostupnosti proteina. Najveću dostupnost imaju izolirani proteini. Sportski dodaci prehrani su osmišljeni tako da se mogu konzumirati prije tjelesne aktivnosti da povećaju mišićnu masu i snagu, tijekom kao izvor energije ili nakon da pomognu u oporavku (De Ceglie i sur., 2015). Brz i jednostavan, a relativno jeftin izvor proteina nakon vježbanja čine i proteinski napitci na bazi mlijeka. Uz proteine, često sadrže i ugljikohidrate, mikronutrijente, arome i zaslađivače kako bi se poboljšala nutritivna kvaliteta i senzorske karakteristike proizvoda (Orrù i sur., 2018). Da se proteinski proizvodi koriste i u drugoj populaciji, a ne samo kod sportaša, govori istraživanje Beelen i suradnika (2018). Starije osobe unose nedovoljne količine proteina iako su njihove potrebe povećane što može dovesti do razvoja sarkopenije. To je razlog zašto im se često pripisuju oralni nutritivni suplementi (ONS) s visokim udjelom proteina. No problem predstavlja to što ONS imaju loše senzorske karakteristike zbog čega se starije osobe nerijetko ne pridržavaju preporuka za njihovu konzumaciju (Beelen i sur., 2018). Beelen i sur. (2018) su pratili unos proteina hospitaliziranih starijih osoba. Skupili su ukupno 147 ispitanika i podijelili ih u dvije grupe, kontrolnu koja je bila na standardnoj bolničkoj visokoproteinskoj dijeti te druga grupa kojoj je bilo omogućena konzumacija visokoproteinskih zamjena standardnih obroka. Ispitanici su si sami birali obroke. U konačnici, druga grupa je konzumirala u prosjeku 17,5 grama proteina više od kontrolne grupe te je čak njih 79 % zadovoljilo potrebe za unosom proteina od 1,2 g kg<sup>-1</sup> TM na dan u odnosu na 48 % kontrolne grupe.

Song i sur. (2019) su istraživali prihvaćanje proteinski obogaćene hrane od strane starijih osoba. Došli su do zaključka da starije osobe nisu zainteresirane za takvu hranu. Preferiraju unos hrane prirodno bogate proteinima u odnosu na obogaćenu, ali interes im raste ako se radi o hrani osmišljenoj specifično za njih. Više su zainteresirani za obogaćenu tradicionalnu hranu ili nove „snack“ proizvode, posebice mliječne. Ovo istraživanje potvrđuje da bi trebalo poraditi na marketingu proteinskih proizvoda tako da zahvate svu populaciju, a ne samo mlađe aktivne osobe kako je to uglavnom danas.

## **2.5. OPRAVDANOST DEKLARIRANOG SADRŽAJA**

Nutritivna deklaracija je etiketa koja prikazuje energetske i nutritivne vrijednosti proizvoda, a nalazi se na ambalaži ili je za nju pričvršćena. Mora sadržavati informacije o energetskoj vrijednosti, količini masti, zasićenih masti, ugljikohidrata, šećera, proteina i soli, a mogu se navesti i informacije o količini jednostruko i višestruko nezasićenih masnih kiselina, poliola,

škroba, vlakana te vitamina i mineralnih elemenata (Your Europe, 2022). Na američkom tržištu, da bi se tvrdnja „bogato proteinima“ mogla staviti na deklaraciju, proizvođači moraju sadržavati minimalno 5 g proteina na 100 mL proizvoda. Osim toga, moraju zadovoljiti i određenu količinu esencijalnih aminokiselina po gramu proteina (Schönfeldt i sur., 2019).

U Kanadi davanje tvrdnji ovisi o „*Protein Rating*“ (PR) sustavu. Ako je PR nekog proizvoda  $\geq 20$  može se definirati kao „izvor proteina“, a  $\geq 40$  kao „odličan izvor proteina“ ili „bogat proteinima“.

U Europskoj Uniji, tvrdnje ovise o količini proteina u proizvodu. Za količine proteina koji čine 12 % ukupne energije, proizvod se može definirati kao „izvor proteina“, a više od 20 % „bogat proteinima“ (Wiggins i sur. 2019). Unutar Europske Unije, a time i unutar Hrvatske, stavljanje zdravstvenih i prehrambenih tvrdnji na proizvode je regulirano Uredbom (EZ) br. 1924/2006 Europskog parlamenta i vijeća od 20. prosinca 2006. o prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama koje se navode na hrani. Osim toga, navođenje neto količine proteina (kao i drugih sastojaka) definirano je Uredbom (EU) br. 1169/2011 Europskog parlamenta i vijeća od 25. listopada 2011. o informiranju potrošača o hrani, izmjeni uredbi (EZ) br. 1924/2006 i (EZ) br. 1925/2006 Europskog parlamenta i Vijeća te o stavljanju izvan snage Direktive Komisije 87/250/EEZ, Direktive Vijeća 90/496/EEZ, Direktive Komisije 1999/10/EZ, Direktive 2000/13/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, direktiva Komisije 2002/67/EZ i 2008/5/EZ i Uredbe Komisije (EZ) br. 608/2004. Rodriguez-Lopez i sur. (2022) su istraživali podudaraju li se količine proteina s deklaracijama te tvrdnje napisane na 52 uzorka s onim što je definirano u prethodno spomenutim uredbama. Svih 52 uzorka su zadovoljavali sve zahtjeve Uredbe br. 1924/2006 i Uredbe br. 1169/2011 iz čega se može zaključiti da se europski subjekti u poslovanju s hranom pridržavaju zakona i uredbi prilikom proizvodnje i označavanja svojih proizvoda. Nutritivne deklaracije važne su zbog informiranja potrošača o energetske vrijednosti hrane te o sadržaju pojedinih nutrijenata. Napisana vrijednost predstavlja prosjek količine neke hranjive tvari koju ta namirnica sadrži. Dopuštena su odstupanja s obzirom da se sastav nekih namirnica može mijenjati u različitim sezonama, zbog načina konzumacije i drugih čimbenika koji mogu utjecati na promjenu sastava. Točnost deklariranih vrijednosti se može povećati kontinuiranom suradnjom s istim i provjerenim dobavljačem sirovina te analizom većeg broja uzoraka. Vrijednosti pojedinih sastojaka mogu se dobiti na nekoliko načina: analizom hrane, izračunom iz već poznatih ili stvarnih prosječnih vrijednosti korištenih sastojaka ili izračunom iz opće utvrđenih i prihvaćenih podataka (Knežević i Brnčić, 2016). Hrvatska agencija za hranu, danas Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH) napravila je 2012. godine prijedlog

dozvoljenih odstupanja vrijednosti na deklaraciji. Ona su mnogo stroža od kasnije postavljenih dozvoljenih odstupanja od strane Europske Komisije. Dozvoljena vrijednost odstupanja za proteine je iznosila  $\pm 15\%$ . Republika Hrvatska, kao dio Europske Unije, sada usvaja smjernice kojima se definira dozvoljeno odstupanje nutritivnih vrijednosti na deklaraciji izdanih od strane Europske Komisije. Smjernice definiraju tolerancije, odnosno prihvatljiva odstupanja stvarne hranjive vrijednosti u odnosu na deklarirane vrijednosti, a uključuju i mjernu nesigurnost. To je broj koji opisuje raspršenost vrijednosti oko mjerne veličine i predstavlja vrijednosti koje mogu biti prihvatljive s određenom vjerojatnošću. Tolerancija treba biti zadovoljena tijekom cijelog roka trajanja proizvoda. Dozvoljena odstupanja za proteine ovise o njihovom udjelu u proizvodu. Za udjel manji od 10 g (na 100 g proizvoda), tolerancija je  $\pm 2$  g, za udjel između 10 i 40 g je  $\pm 20\%$  i za udjel veći od 40 g iznosi  $\pm 8$  g. U slučaju obogaćenih proizvoda i proizvoda s prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama te su vrijednosti nešto drugačije. Za udjel proteina manji od 10 g iznosi  $\pm 4$  g, za udjel između 10 i 40 g je  $\pm 40\%$  te za udjel veći od 40 g je  $\pm 16$  g (Knežević i Brnčić, 2016; EC, 2012).

Inácio i sur. (2016) su istraživali udjele kofeina i kreatina u sportskim suplementima te ih uspoređivali s deklariranim vrijednostima. Imali su 9 uzoraka suplemenata s kofeinom te su analizom otkrili da samo jedan od njih sadržava otprilike istu količinu kofeina kao i što je deklarirano ( $204,7 \pm 18$  mg po serviranju u odnosu na deklariranih 200 mg po serviranju) dok analizirane vrijednosti ostalih 8 uzoraka značajno odstupaju od deklariranih vrijednosti. Njih 4 je imalo manje izmjerene vrijednosti, a one su iznosile od 29,1 do 253,6 mg po serviranju u odnosu na deklariranih 44 do 286 mg po serviranju. Odstupanja su iznosila 29; 33,9; 19,9 i 11,3 %. Veće izmjerene vrijednosti od deklariranih kod ostala 4 uzorka iznosile su 91,4 do 631,6 mg po serviranju. Deklarirane vrijednosti su iznosile 64 do 420 mg po serviranju što čini odstupanja od 45,8; 50,4; 13,8 i 42,8 %. Prema rezultatima je vidljivo da su odstupanja bila veća kod suplemenata koji su sadržavali veće količine kofeina od deklariranih. Što se tiče uzoraka kreatina, od njih 7, 5 ih je imalo statistički značajnu razliku između izmjerenih i deklariranih vrijednosti. Samo je jedan suplement imao veće izmjerene vrijednosti od deklariranih dok su kod ostalih te vrijednosti bile manje. One su iznosile  $2853 \pm 31,4$  u odnosu na deklariranih 3000 mg po serviranju,  $2569 \pm 125,7$  u odnosu na 3000 mg po serviranju,  $4283 \pm 22,5$  u odnosu na 5000 mg po serviranju,  $4887 \pm 296,4$  u odnosu na 5000 mg po serviranju te  $3124 \pm 37,3$  u odnosu na 3000 mg po serviranju. U postotku, te razlike iznose 4,9; 14,4; 14,3; 2,3 te 4,1 %. Razlike vrijednosti mjerenih u uzorcima kreatina bile su značajno manje od razlika izmjerenih u uzorcima kofeina.

Andrews i suradnici (2017) analizirali su 10 mineralnih elemenata (kalcij, bakar, željezo, mangan, magnezij, fosfor, kalij, cink, selen i jod) i 8 vitamina (folna kiselina, niacin, riboflavin, tiamin, vitamini B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C i E). Kalcij je analiziran u ukupno 81 uzoraka te su dobivena odstupanja od – 28 do 431 %. U 80 uzoraka gdje je analiziran bakar, odstupanja su iznosila – 27,7 do 319,3 %. Jod je analiziran u 69 uzoraka te je odstupao od – 2 do 207,4 %. Željezo je u 50 analiziranih uzoraka odstupalo od – 21,6 do 17,6 %. Magnezij je analiziran u 75 uzoraka te su odstupanja iznosila – 6,5 do 32,7 %. Odstupanja mangana su iznosila – 7,9 do 39,4 % u 78 uzoraka. Fosfor je analiziran u 46 uzoraka te je odstupao od – 2,6 do 349 %. Kalij je također analiziran u 46 uzoraka, a njegova odstupanja su iznosila – 3,5 do 51,1 %. Selen je analiziran u 78 uzoraka te su dobivena odstupanja od – 41,2 do 74 %. Odstupanja cinka u 86 uzoraka iznosila su – 51,4 do 22,8 %. Što se tiče vitamina, folna kiselina koja je analizirana u 100 uzoraka, odstupala je – 23,4 do 66,8 %. Niacin je analiziran u 98 uzoraka te je odstupao – 77,6 do 23,7 %. Riboflavin i tiamin su analizirani u 99 uzoraka te su njihova odstupanja iznosila – 90,8 do 166,3 % i – 66,4 do 48,8 %. Vitamin B<sub>6</sub> je u 103 analizirana uzorka odstupao – 67,4 do 58,6 %. U 99 uzoraka u kojima je analiziran vitamin B<sub>12</sub>, pronađena su odstupanja od – 49,4 do 65,1 %. Odstupanja vitamina C iznosila su – 96,7 do 36,8 % u 97 analiziranih uzoraka. Vrijednosti vitamina E izmjenog u 90 uzoraka odstupala su – 47,6 do 37,2 %.

Abe-Matsumoto i sur. (2018) su analizirali i uspoređivali udjele antioksidativnih vitamina s deklariranim vrijednostima na suplementima. U ukupno 57 uzoraka analizirali su vitamine A, C i E te njihove derivate. Što se tiče udjela vitamina A, 92 % uzoraka je imalo različite izmjerene i deklarirane vrijednosti te su one uglavnom bile niže. Kod uzoraka koje su imali više vrijednosti uglavnom su sadržavali vitamin A u obliku β-karotena koji je fotosenzibilan što je mogući razlog viših koncentracija. Oko polovice praškastih i uljnih uzoraka suplemenata je imalo manje količine vitamina E od deklariranih vrijednosti. Uzimajući u obzir dozvoljena odstupanja deklariranih vrijednosti koja vrijede u Brazilu, a koja iznose 20 %, čak 43 % uljnih uzoraka je imalo veća odstupanja od toga. Analizirajući vitamin C, rezultati su pokazali da 61 % uljnih i 76 % praškastih uzoraka ima analizirane vrijednosti jednake deklariranima. U tekućim uzorcima te su vrijednosti niže te iznose 45 %. U 2 uzorka koja su prema deklaraciji trebali sadržavati vitamine A i C nisu pronađeni. Od ukupno 52 uzorka, njih 66 % je imalo niže izmjerene vrijednosti od deklariranih, a njih 30 % više. Razlike su iznosile od nedetektiranih količina do 81 % većih izmjerenih od deklariranih vrijednosti. Najviše usklađenih vrijednosti je imao vitamin C, a najmanje vitamin A. Kod ovakvih suplemenata problem predstavlja nestabilnost vitamina što se uzima u obzir pri njihovoj proizvodnji i zbog čega su stvarne dodane vrijednosti

više od onih deklariranih.

Bannenberg i suradnici (2020) su analizirali udjel DHA + EPA (eikosapentaenska kiselina) u 42 najprodavanija dodatka prehrani dostupna na američkom tržištu. Analizirane mase DHA + EPA činile su  $102\% \pm 15,9\%$  deklarirane mase. 17 uzoraka imalo je manji analizirani sadržaj omega-3 masnih kiselina u odnosu na deklarirani, dok je ostalih 25 uzoraka imalo veći. Nije bilo statistički značajne razlike u sadržaju masnih kiselina ni s obzirom na vrstu dodatka prehrani ni s obzirom na podrijetlo proizvoda. Prema Američkoj agenciji za hranu i lijekove (Food and Drug Administration, FDA), dodaci prehrani koji sadrže nutrijente iz 2. razreda (oni koji se prirodno pojavljuju) moraju zadovoljiti uvjete da određeni nutrijent čini minimalno 80 % deklariranog sadržaja tog nutrijenta. U ovom istraživanju svi analizirani uzorci zadovoljavaju taj zahtjev. Navigato i suradnici (2021) proveli su slično istraživanje kao i Bannenberg i suradnici po prvi puta u Italiji. Analizirani su udjeli DHA i EPA u 3 različita dodatka prehrani te uspoređeni s vrijednostima navedenim na deklaraciji. Uzorak broj 1 je prema deklaraciji imao 40 mg EPA i 20 mg DHA (na 100 mg ulja). Dobivene vrijednosti su iznosile 32,41 i 19,68 mg što čini 81 i 98 % deklarirane vrijednosti. Uzorak broj 2 je imao 33 mg EPA i 22 mg DHA dok su analizirane vrijednosti iznosile 25,76 mg (78 % deklarirane) i 20,06 mg (91 % deklarirane). Uzorak broj 3 je imao veće dobivene vrijednosti od deklariranih. Iznosile su 111 % za EPA (16,68 mg u odnosu na deklariranih 15 mg) i 129 % za DHA (12,89 mg u odnosu na deklariranih 10 mg).

Bursey i suradnici (2021) su analizirali deklaracije „snack“ proizvoda dostupnih na tržištu u Južnoj Africi. Između ostalog, uspoređivali su deklarirane energetske vrijednosti proizvoda s onima dobivenim izračunima pomoću formula propisanih zakonom. Od ukupno 93 proizvoda, njih 64 (69,6 %) imalo je veću energetske vrijednosti od deklarirane. To su uglavnom bili proizvodi na bazi zobi, kukuruza i riže te proteinske i energetske pločice.

Bensa i suradnici (2023) su analizirali udjel ukupnog resveratrola u 20 suplemenata dostupnih na slovenskom tržištu te ih usporedili s deklariranim vrijednostima. Samo je jedan uzorak imao istu analiziranu i deklariranu masu ukupnog resveratrola. Njih 12 je imalo više resveratrola od deklariranog, a ostalih 7 je imalo manje. Analizirana masa uzorka koji su imali manje resveratrola od navedenog iznosila je od 5 do 75 % deklarirane mase. Za uzorke koji su imali više resveratrola iznosila je 102 – 234 % deklarirane mase. Najveći dozvoljeni unos resveratrola iznosi 150 mg na dan, a neki od analiziranih uzoraka su premašili tu vrijednost što može negativno utjecati na zdravlje ljudi. Iz tog razloga je potrebna stroža kontrola, posebice kad se radi o dodacima prehrani.

Pasdar i suradnici (2017) su istraživali koliko se deklarirane vrijednosti makronutrijenata



podudaraju s analiziranimima. Uzeli su ukupno 24 najkonzumiranije namirnice svrstane u kategorije mesa, mliječnih proizvoda, „snack“ proizvoda, umaka i tjestenina te testirali količine masti, ugljikohidrata i proteina. Za analizu masti koristili su Folch-ovu metodu, za ugljikohidrate Fehling metodu i za proteine metodu po Kjeldahlu. Analizom ugljikohidrata dobili su statistički značajne razlike u mesnim proizvodima. Deklarirane vrijednosti su iznosile  $5,49 \pm 3,24$  g dok su dobivene vrijednosti iznosile  $6,88 \pm 4,47$  g. Statistički značajna razlika u sadržaju proteina pronađena je u uzorcima tjestenina. Deklarirani sadržaj proteina iznosio je  $11,06 \pm 1,35$  g dok je analizirani sadržaj bio  $12,16 \pm 0,94$  g. Sadržaj masti se statistički razlikovao u svim uzorcima osim u tjestenini. U svim slučajevima je analizom dobiveno značajno više masti od deklarirane vrijednosti. Od 24 uzorka, 67,8 % ih je imalo netočno naveden sadržaj masti, 48,4 % sadržaj ugljikohidrata i 38,5 % sadržaj proteina. Detaljniji podaci o pojedinim uzorcima i razlikama nisu navedeni.

Zapata-Muriel i sur. (2022) su također analizirali količinu makronutrijenata, a osim toga i energetska vrijednost 11 uzoraka proteina sirutke te uspoređivali s deklariranim vrijednostima. Od 11 uzoraka, 10 ih je imalo veću kalorijsku vrijednost od deklarirane dok je jedan imao manju. Prosječna izmjerena energetska vrijednost (na 100 g proizvoda) iznosila je  $368,2 \pm 14,9$  kcal u odnosu na deklariranih  $349,8 \pm 20,3$  kcal. Analizirani udjel ugljikohidrata je također bio veći u 10 uzoraka u odnosu na deklarirane vrijednosti dok je 1 uzorak imao manju količinu. Izmjerene vrijednosti su iznosile  $21,9 \pm 12,5$  g dok su deklarirane vrijednosti bile  $3,5 \pm 6$  g. Razlike u količini masti nisu bile statistički značajne, a iznosile su  $1,8 \pm 2,1$  g u odnosu na  $0,9 \pm 1,4$  g deklariranih masti. Što se tiče vrijednosti proteina, analizirane vrijednosti su bile značajno manje u odnosu na deklarirane. Iznosile su  $65,7 \pm 14,1$  g u odnosu na deklariranih  $81,4 \pm 7,4$  g što čini razliku od ~ 19,3 %. Detaljnije vrijednosti za pojedini uzorak nisu objavili.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. UZORCI

Određen je udjel proteina u ukupno 43 proizvoda različitih proizvođača koji su dostupni na hrvatskom tržištu. Proizvodi su predstavljeni kao izvor proteina, prirodno bogati ili obogaćeni proteinima. Mliječne proteine sadrži 37 proizvoda, 4 proizvoda sadrže proteine graška, a 2 proizvoda proteine soje. Prema navedenome na deklaraciji, sadrže od 3,5 do 67,4 % proteina na 100 g ili mL proizvoda. Uzorci su bili proteinski napitci, mlijeka, jogurti (tablica 1), pudinzi (tablica 2), skyrovi (islandski tip jogurta), posni, zrnati i quark sirevi, mliječni namazi (tablica 3), praškaste smjese za palačinke, pudinge, muffine i shakeove, juha u prahu (tablica 4) te granola, muesli i zobene kaše (tablica 5).

**Tablica 1.** Proteinski napitci i oznaka uzorka

Uzorak	Oznaka uzorka
Protein+ mlijeko	1
Proteinski napitak 1	2
Protein+ napitak	3
Protein+ jogurt	4
Jogurt vital	5
High protein mliječni proizvod	13
Protein jogurt	14
Proteinski napitak 2	33
Proteinski napitak 3	34
Proteinski napitak 4	35
Proteinska kava	36
Proteinsko mlijeko	37

**Tablica 2.** Proteinski pudinzi i oznaka uzorka

Uzorak	Oznaka uzorka
High protein puding 1	15
Protein puding 1	16
High protein puding 2	30
Protein puding 2	31

**Tablica 3.** Ostali mliječni proizvodi (skyr, posni, zrnati i quark sirevi, sirni namazi) i oznaka uzorka

Vrsta uzorka	Uzorak	Oznaka uzorka
Skyr	Protein+ skyr	6
	Skyr	7
	Skyr natur 1	8
	Protein skyr natur	28
	Skyr natur 2	29
Posni, zrnati, quark sir	Protein+ posni sir	9
	Protein+ zrnati sir 1	10
	Protein+ zrnati sir 2	11
	High protein quark sir	12
	Quark svježi sir	27
	Zrnati sir	32
Sirni namaz	Protein+ sirni namaz	17
	Svježi krem sir	26

**Tablica 4.** Smjese u prahu i oznaka uzorka

Uzorak	Oznaka uzorka
Hi protein američke palačinke	18
Hi protein banana muffins	19
High protein palačinke	20
Hi protein shake	21
Hi protein puding	22
Protein juha	38
Proteinske palačinke	39
High protein puding	41
Protein puding	42
Protein smjesa za palačinke	43

**Tablica 5.** Granola, muesli i kaše i oznaka uzorka

Uzorak	Oznaka uzorka
High protein kaša	23
High protein muesli	24
High protein granola	25
Protein instant zobena kaša	40

### 3.2. ODREĐIVANJE UDJELA PROTEINA METODOM PO KJELDAHLU

#### 3.2.1. Materijali

Laboratorijsko posuđe i uređaji:

- aluminijska posudica
- analitička vaga tip JK 180, YMC CHYO, Mikrotehna, Zagreb
- blok za spaljivanje, digestion system 6, 1007 digester, Tecator
- menzura (50 mL)
- laboratorijska čaša (100 mL)
- pipete (10 i 25 mL)
- Erlenmeyerova tikvica (250 mL)
- kiveta za Kjelttec sustav (500 mL)
- Kjelttec™8100, Tecator™ Line, Foss
- bireta za titraciju

Kemikalije:

- 96 % sumporna kiselina ( $H_2SO_4$ ), Sigma-Aldrich, Njemačka
- vodikov peroksid ( $H_2O_2$ ), Gram Mol, Zagreb, Hrvatska
- Kjeldahlove tablete (smjesa soli  $K_2SO_4$  i  $CuSO_4$ ), Sigma-Aldrich, Njemačka
- 4 % borna kiselina ( $H_3BO_3$ ), Sigma-Aldrich, Njemačka
- natrijev hidroksid (NaOH,  $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ), Lach-Ner, Neratovice, Češka
- klorovodična kiselina (HCl,  $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ), Sigma-Aldrich, Njemačka

#### 3.2.2. Metoda

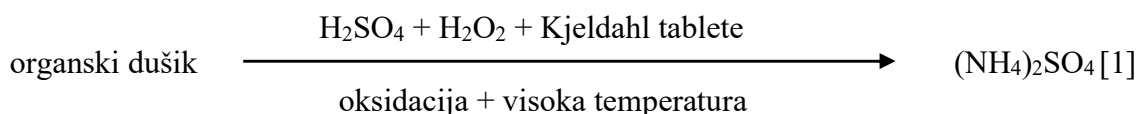
Princip:

Jedna od najčešćih metoda za određivanje proteina u uzorcima je metoda po Kjeldahlu s ili bez Kjelttec sustava. To je indirektna metoda kojom se mjeri udjel dušika u namirnici te se uz pomoć

faktora pretvorbe postotak dušika preračuna u udjel proteina u namirnici. Metodom po Kjeldahlu se mjeri ukupni dušik prisutan u amino skupinama namirnica, odnosno proteinski, amino i amido dušik. Sastoji se od 3 glavna koraka: spaljivanje uzorka, tj. mineralizacija, destilacija te titracija (Vahčić i sur., 2008; AOAC, 1995).

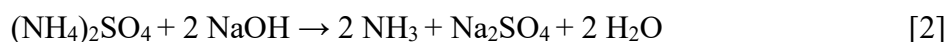
Spaljivanje (mineralizacija):

Uzorak se zagrijava zajedno sa sumpornom kiselinom i vodikovim peroksidom te se dodaju i Kjeldahl tablete koje služe kao katalizator reakcije. One dodatno povisuju vrelište  $H_2SO_4$  i ubrzavaju reakciju, a time i oslobađanje proteinskog i neproteinskog dušika koji zaostaje u obliku amonijevih soli (amonijevog sulfata). Dušik vezan za nitrata i nitrite se ne oslobađa.

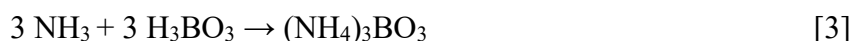


Destilacija:

U otopinu amonijeva sulfata se dodaje natrijev hidroksid pri čemu dolazi do oslobađanja amonijaka.

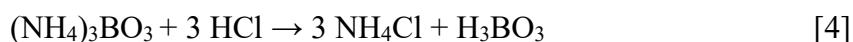


Oslobodeni amonijak se zatim predestilira u bornu kiselinu koja je u suvišku pri čemu nastaje sol borne kiseline, amonijev borat.



Titracija:

Nastali amonijev borat se titrira klorovodičnom kiselinom pri čemu ponovo nastaje borna kiselina te amonijev klorid.



Postupak:

Odvaži se približno 1 g uzorka (s točnošću  $\pm 0,0001$  g) te se prenese u kivetu od 500 mL pomoću aluminijske folije i/ili pincete kako dio uzorka ne bi zaostao na stjenkama kivete. U kivetu se doda 15 mL 96 %-tne sumporne kiseline, 5 mL vodikovog peroksida i dvije Kjeldahl tablete (oko 10 g smjese soli  $K_2SO_4$  i  $CuSO_4$ ). Kivete se prenese u blok za spaljivanje gdje se uzorci spaljuju sve dok se potpuno uklone organski dijelovi uzorka te zaostane bistra plavo-zelena

tekućina. Spaljeni uzorci se zatim ostave hladiti na sobnoj temperaturi. Kjeltec uređaj se postavi na odgovarajuće uvjete za destilaciju, a to je 80 mL vode za razrjeđenje (destilirana voda), 60 mL 40 %-tne natrijeve lužine. Vrijeme destilacije je 5 minuta. Prva destilacija se radi samo s destiliranom vodom kako bi se uređaj zagrijao, a zatim kreće destilacija uzoraka. U Erlenmeyerovu tikvicu se otpipetira 25 mL 4 %-tne borne kiseline koja se stavi u izlazno postolje Kjeltec uređaja pri čemu treba pripaziti da destilacijska cjevčica bude uronjena u otopinu. U drugi dio uređaja se stavi kiveta s uzorkom te se pokrene destilacija. Prilikom destilacije dolazi do promjene ružičaste boje borne kiseline u zelenu što ukazuje na prisustvo amonijaka. Zelena otopina se zatim titrira s 0,1 M klorovodičnom kiselinom dok ne izreagira sav amonijak, odnosno do pojave karakteristične ružičaste boje borne kiseline koja ukazuje na kraj titracije. Utrošeni volumen HCl se zapiše i kasnije koristi u računanju udjela dušika.

Račun:

Udjel dušika u analiziranim uzorcima se računa pomoću sljedeće formule:

$$Udio\ ukupnog\ N\ (\%) = \frac{(T-B) \cdot N \cdot 14,007 \cdot 100}{m}$$

gdje je T volumen HCl-a utrošen za titraciju uzorka (mL), B volumen HCl-a utrošen za titraciju slijepe probe (mL), N molaritet kiseline i m masa uzorka (mg).

Udjel proteina u analiziranim uzorcima se računa prema sljedećoj formuli:

$$udio\ proteina\ (\%) = udio\ ukupnog\ N\ (\%) \cdot F$$

gdje je F faktor pretvorbe postotka dušika u proteine.

Faktor pretvorbe za soju iznosi 5,71 (uzorci 24 i 37), za ostale namirnice 6,25 (uzorci 19, 25, 36 i 38) te za mlijeko i mliječne proizvode 6,38 (svi ostali uzorci).

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom radu određivan je udjel proteina u različitim uzorcima proteinskih proizvoda. Dobiveni rezultati su uspoređeni s pripadajućim deklaracijama na proizvodima. Rezultati udjela dušika i proteina u proteinskim napitcima prikazani su u tablici 6. Raspon udjela dušika iznosio je od 0,48 do 1,65 %, a udjela proteina 3,06 – 10,53 %.

**Tablica 6.** Udjel dušika i proteina u uzorcima proteinskih napitaka

Uzorak	Udjel dušika (%)	Udjel proteina (%)
1	1,20	7,66
2	1,65	10,53
3	1,53	9,76
4	0,64	4,08
5	0,48	3,06
13	1,49	9,51
14	1,62	10,34
33	1,03	6,57
34	1,56	9,95
35	1,25	7,98
36	0,88	5,50
37	0,81	4,63

Udjel dušika u proteinskim pudinzima bio je u rasponu od 1,16 – 1,66 %, a udjel proteina 7,40 do 10,59 %. Rezultati su prikazani u tablici 7.

**Tablica 7.** Udjel dušika i proteina u uzorcima proteinskih pudinga

Uzorak	Udjel dušika (%)	Udjel proteina (%)
15	1,66	10,59
16	1,59	10,14
30	1,16	7,40
31	1,56	9,95

Udjel dušika i proteina dobivenih u ostalim mliječnim proizvodima prikazan je u tablici 8. Izračunati udjel dušika iznosio je 1,13 – 2,01 %, a udjel proteina 7,21 – 12,82 %.

**Tablica 8.** Udjel dušika i proteina u uzorcima ostalih proteinskih mliječnih proizvoda

Uzorak	Udjel dušika (%)	Udjel proteina (%)
6	1,83	11,68
7	1,64	10,46
8	1,51	9,63
28	1,70	10,85
29	1,69	10,78
9	1,88	11,99
10	1,80	11,48
11	2,01	12,82
12	1,73	11,04
27	1,46	9,31
32	1,73	11,04
17	1,62	10,34
26	1,13	7,21



U proteinskim smjesama u prahu (tablica 9), udjel dušika je iznosio između 1,14 do 9,63 %. Udjel proteina je bio u rasponu od 7,27 do čak 61,44 %.

**Tablica 9.** Udjel dušika i proteina u uzorcima proteinskih smjesa u prahu

Uzorak	Udjel dušika (%)	Udjel proteina (%)
18	4,15	26,48
19	1,93	12,06
20	3,11	19,84
21	5,33	34,01
22	1,26	8,04
38	4,86	30,38
39	5,26	33,56
41	1,14	7,27
42	9,63	61,44
43	4,56	29,09

Rezultati udjela dušika i proteina u uzorcima proteinskih kaša, muesli i granola prikazani su u tablici 10. vrijednosti su iznosile od 1,30 do 4,76 % za udjel dušika i 8,29 – 27,18 % za udjel proteina.

**Tablica 10.** Udjel dušika i proteina u uzorcima proteinskih kaša, muesli i granola

Uzorak	Udjel dušika (%)	Udjel proteina (%)
23	1,30	8,29
24	4,76	27,18
25	3,77	23,56
40	4,26	27,18

Udjel proteina u uzorcima izračunat je množeći udjel dušika dobiven eksperimentalnim putem pomoću metode po Kjeldahlu s faktorom pretvorbe F. Većina uzoraka je pomnožena s faktorom 6,38 jer sadrže mliječne proteine, osim uzoraka 24 i 37 koji su pomnoženi s faktorom 5,71 jer sadrže proteine soje te uzoraka 19, 25, 36 i 38 koji sadrže proteine graška pa su pomnoženi s faktorom 6,25.

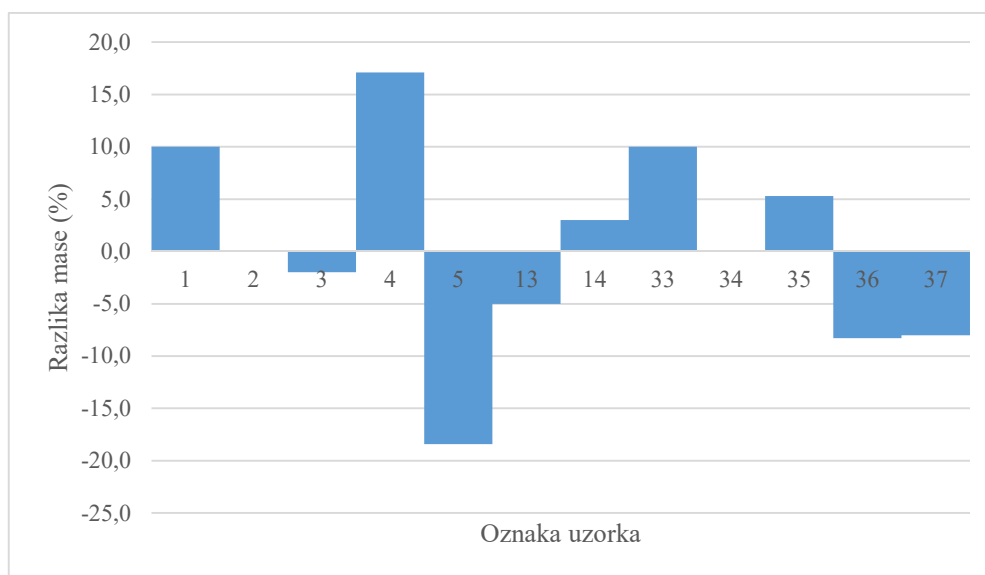
Usporedbe dobivenih i deklariranih udjela proteina prethodno spomenutih 5 skupina proteinskih uzoraka vidljive su u tablicama 11, 12, 13, 14 i 15.

U skupini proteinskih napitaka (tablica 11) koja je činila 12 uzoraka, 2 proizvoda su imali iste izmjerene mase proteina kao i deklarirane. Od ostalih 10 uzoraka, odstupanja su iznosila od 0,2 do 0,7 g.

**Tablica 11.** Usporedbe dobivenih i deklariranih udjela proteina (g) u uzorcima proteinskih napitaka

Uzorak	Deklarirano (g proteina / 100 g proizvoda)	Izmjereno (g proteina / 100 g proizvoda)	Razlika mase (g)
1	7,0	7,7	+ 0,7
2	10,5	10,5	/
3	10,0	9,8	- 0,2
4	3,5	4,1	+ 0,6
5	3,8	3,1	- 0,7
13	10,0	9,5	- 0,5
14	10,0	10,3	+ 0,3
33	6,0	6,6	+ 0,6
34	10,0	10,0	/
35	7,6	8,0	+ 0,4
36	6,0	5,5	- 0,5
37	5,0	4,6	- 0,4

Razlike mase prikazane u obliku postotka na slici 1 pokazuju da su odstupanja u uzorcima proteinskih napitaka iznosila 2 – 18,4 %. Uzorci 3, 13 i 14 su odstupali do  $\pm 5$  %, 5 uzoraka je odstupalo do  $\pm 10$  %, a 2 uzorka do  $\pm 20$  %. Više izmjerene vrijednosti od deklariranih je imalo 5 proizvoda i one su iznosile 3,0 – 17,1 %. Niže vrijednosti je imalo također 5 proizvoda i one su iznosile 2,0 – 18,4 %.



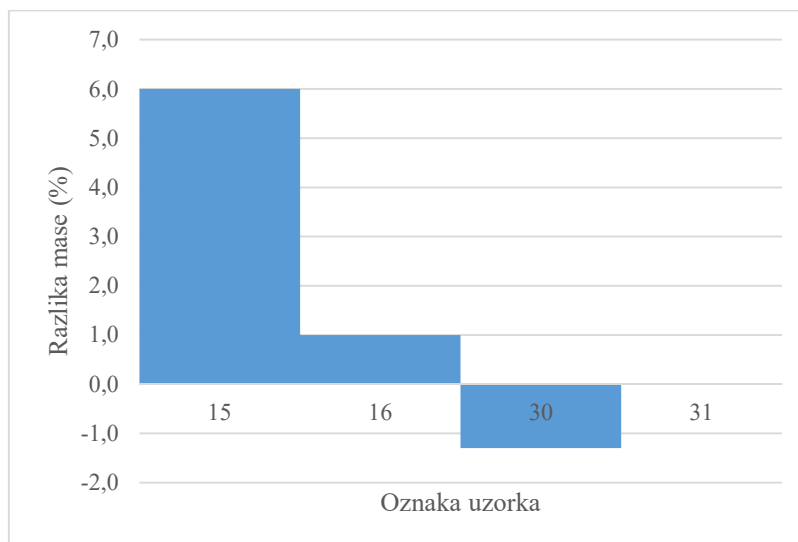
**Slika 1.** Razlika izmjerene i deklarirane mase (%) u uzorcima proteinskih napitaka

Od 4 uzorka proteinskih pudinga (tablica 12), samo je jedan uzorak imao iste izmjerene i deklarirane vrijednosti proteina dok su vrijednosti ostalih uzoraka odstupale za 0,1 i 0,6 g.

**Tablica 12.** Usporedbe dobivenih i deklariranih udjela proteina (g) u uzorcima proteinskih pudinga

Uzorak	Deklarirano (g proteina / 100 g proizvoda)	Izmjereno (g proteina / 100 g proizvoda)	Razlika mase (g)
15	10,0	10,6	+ 0,6
16	10,0	10,1	+ 0,1
30	7,5	7,4	- 0,1
31	10,0	10,0	/

Slika 2 prikazuje razlike izmjerene i deklarirane mase u uzorcima proteinskih pudinga izražene u obliku postotka. Jedan uzorak je imao iste vrijednosti, a ostala 3 uzorka odstupala su 1,0 – 6,0 %. Dva uzorka su odstupala manje od  $\pm 5$  %, a jedan je uzorak odstupao manje od 10 %.



**Slika 2.** Razlika izmjerene i deklarirane mase (%) u uzorcima proteinskih pudinga

U ostalim proteinskim mliječnim proizvodima kojih je bilo 13 (tablica 13), jedan je uzorak imao iste vrijednosti proteina, njih čak 10 je imalo niže izmjerene vrijednosti, a samo 2 proizvoda više.

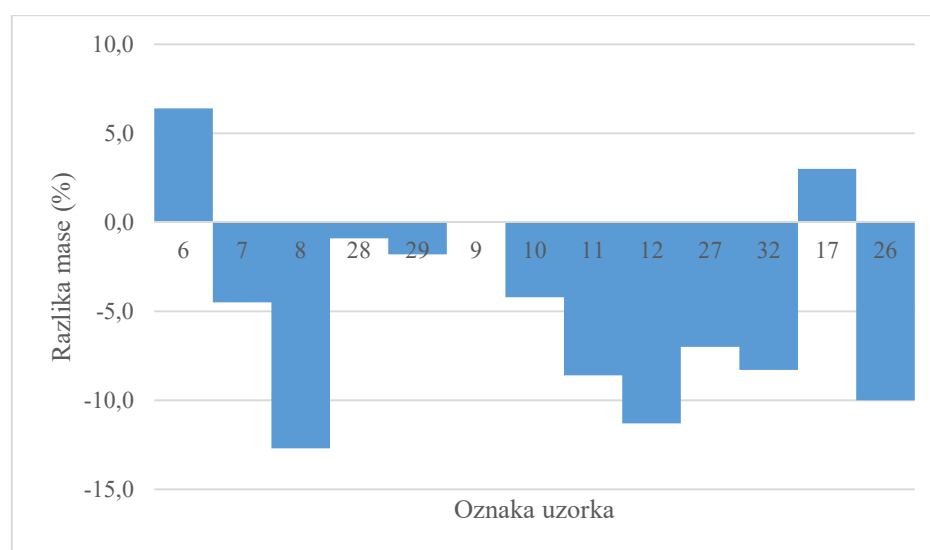
**Tablica 13.** Usporedbe dobivenih i deklariranih udjela proteina (g) u uzorcima ostalih proteinskih mliječnih proizvoda

Uzorak	Deklarirano (g proteina / 100 g proizvoda)	Izmjereno (g proteina / 100 g proizvoda)	Razlika mase (g)
6	11,0	11,7	+ 0,7
7	11,0	10,5	- 0,5
8	11,0	9,6	- 1,4
28	11,0	10,9	- 0,1
29	11,0	10,8	- 0,2
9	12,0	12,0	/
10	12,0	11,5	- 0,5

**Tablica 13.** Usporedbe dobivenih i deklariranih udjela proteina (g) u uzorcima ostalih proteinskih mliječnih proizvoda – *nastavak*

Uzorak	Deklarirano (g proteina / 100 g proizvoda)	Izmjereno (g proteina / 100 g proizvoda)	Razlika mase (g)
11	14,0	12,8	- 1,2
12	12,4	11,0	- 1,4
27	10,0	9,3	- 0,7
32	12,0	11,0	- 1,0
17	10,0	10,3	+ 0,3
26	8,0	7,2	- 0,8

Razlike u vrijednostima mase u skupini ostalih proteinskih mliječnih proizvoda (slika 3) iznosile su 0,9 – 12,7 %. Kod 5 proizvoda te su razlike bile  $\pm 5$  % (4 uzorka s izmjerenim manjim od deklariranih, a 1 s višim). Razlike od  $\pm 10$  % su bile kod 5 uzoraka (također 4 uzorka s manjim, a 1 s višim izmjerenim od deklariranih vrijednosti) te razlike od  $\pm 15$  % još kod 2 uzorka.



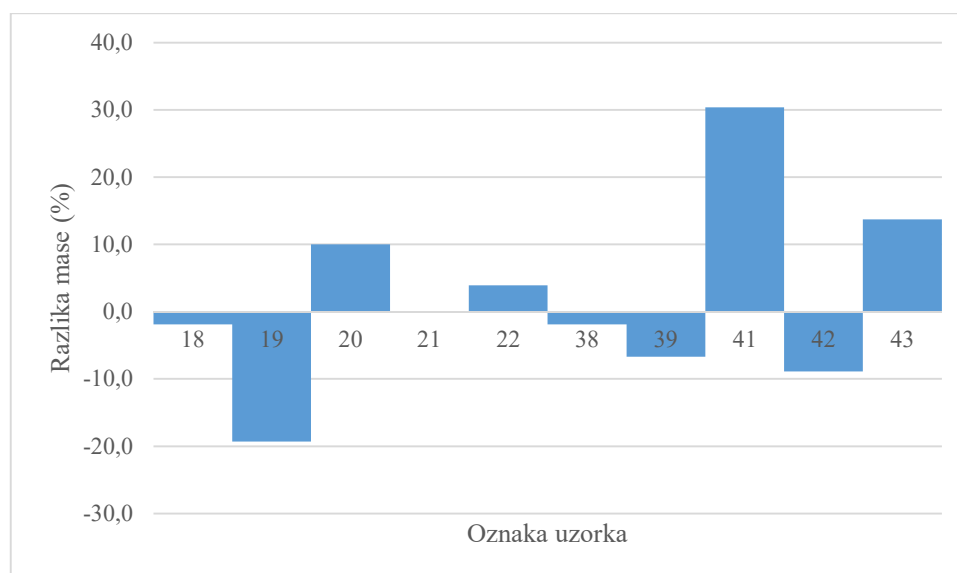
**Slika 3.** Razlika izmjerene i deklarirane mase (%) u uzorcima ostalih proteinskih mliječnih proizvoda

Kod 10 uzoraka proteinskih smjesa u prahu (tablica 14), također je samo 1 uzorak imao iste izmjerene i deklarirane vrijednosti proteina. Razlike su iznosile 0,3 – 6,0 g.

**Tablica 14.** Usporedbe dobivenih i deklariranih udjela proteina (g) u uzorcima proteinskih smjesa u prahu

Uzorak	Deklarirano (g proteina / 100 g proizvoda)	Izmjereno (g proteina / 100 g proizvoda)	Razlika mase (g)
18	27,0	26,5	- 0,5
19	15,0	12,1	- 2,9
20	18,0	19,8	+ 1,8
21	34,0	34,0	/
22	7,7	8,0	+ 0,3
38	31,0	30,4	- 0,6
39	36,0	33,6	- 2,4
41	5,6	7,3	+ 1,7
42	67,4	61,4	- 6,0
43	25,6	29,1	+ 3,5

Kod proteinskih smjesa u prahu, razlike izmjerene i deklarirane mase izražene u obliku postotka (slika 4) su iznosile 1,9 – 30,4 %, kod 5 uzoraka su one bile negativne, a kod 4 uzorka pozitivne. Razlike od  $\pm 5\%$  imala su 3 uzorka, razlike od  $\pm 10\%$  također 3 uzorka, razlike od  $\pm 15\%$  i od  $\pm 20\%$  po 1 uzorak, a 1 uzorak je odstupao i više od 30 %.



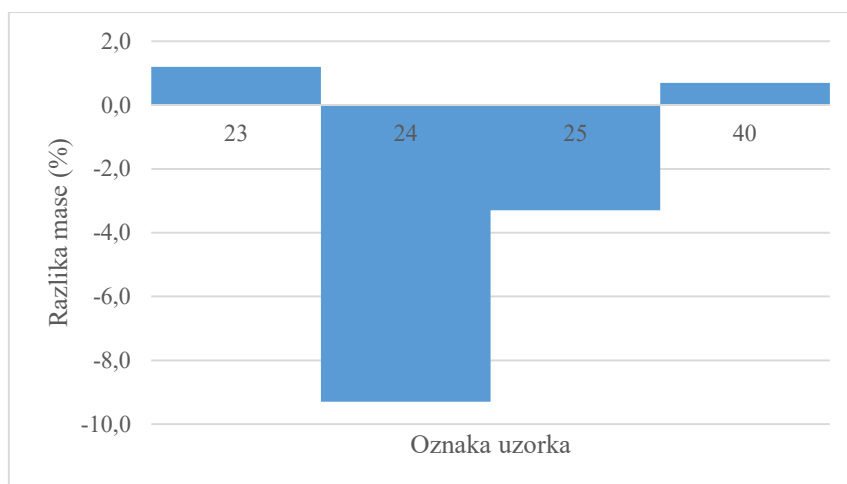
**Slika 4.** Razlika izmjerene i deklarirane mase (%) u uzorcima proteinskih smjesa u prahu

U uzorcima proteinskih kaša, muesli i granola (tablica 15), 2 su uzorka imala više izmjerene vrijednosti te su iznosile 0,1 i 0,2 g više, a 2 su imala manje vrijednosti te su iznosile 0,8 i 2,8 g manje.

**Tablica 15.** Usporedbe dobivenih i deklariranih udjela proteina (g) u uzorcima proteinskih kaša, muesli i granola

Uzorak	Deklarirano (g proteina / 100 g proizvoda)	Izmjereno (g proteina / 100 g proizvoda)	Razlika mase (g)
23	8,2	8,3	+ 0,1
24	30,0	27,2	- 2,8
25	24,4	23,6	- 0,8
40	27,0	27,2	+ 0,2

Od 2 uzorka koja su imala veće izmjerene vrijednosti, razlike su iznosile 0,7 i 1,2 % više, a 2 uzorka s manjim vrijednostima 3,3 i 9,3 % manje (slika 5).



**Slika 5.** Razlika izmjerene i deklarirane mase (%) u uzorcima proteinskih kaša, muesli i granola

Udjel proteina (na 100 g proizvoda) u proteinskim napitcima iznosio je 4,1 do 10,5 %, u pudinzima 7,4 do 10,6 %, u ostalim mliječnim proizvodima 7,2 do 12,8 %, u smjesama u prahu od 7,3 do 61,4 %, a u proteinskoj kaši, mueslima i granoli 8,3 do 27,2 %. Razlike izmjerene i deklarirane mase iznosile su od 0,9 do 30,4 %. Od ukupno 43 analizirana uzorka, samo njih 5 je imalo izmjeren udjel proteina isti kao i deklarirani što čini 11,6 % ukupnih uzoraka. To znači da

je 38 uzoraka, odnosno 88,4 % uzoraka odstupalo od deklariranih vrijednosti. Manji udjel proteina od deklarirane vrijednosti imala su 22 uzorka, tj. 51,1% uzoraka. Ostalih 16 uzoraka imalo je veće izmjerene vrijednosti proteina od deklariranih što čini 37,2% uzoraka. Od 38 uzoraka čije izmjerene vrijednosti su odstupale, 16 uzoraka je imalo odstupanja od  $\pm 5$  %, 15 uzoraka je odstupalo  $\pm 10$  %, po 3 uzorka su imala odstupanja od  $\pm 15$  i  $20$  % te je 1 uzorak imao i veća odstupanja (30,4 %). Iako je 38 uzoraka imalo drugačije izmjerene udjele proteina od deklariranih vrijednosti, svi su zadovoljili dopuštene vrijednosti odstupanja propisanih od strane EC.

Postotak energije koje čine proteini pojedinih skupina proizvoda prikazani su u tablicama 16, 17, 18, 19 i 20. Osim toga, prikazano je i da li navedeni proizvodi sadrže prehrambene ili zdravstvene tvrdnje.

U skupini proteinskih napitaka, 11 proizvoda sadrži prehrambenu tvrdnju „bogato bjelančevinama“ (tablica 16). Od tih 11 proizvoda, uzorci 33 i 34 imaju i zdravstvene tvrdnje: „proteini doprinose održavanju mišićne mase“ i „proteini doprinose povećanju i održanju mišićne mase“. Samo 1 proizvod ne sadrži ni prehrambenu ni zdravstvenu tvrdnju.

**Tablica 16.** Udjel energije koja potječe od proteina (%) u uzorcima proteinskih napitaka

Uzorak	g proteina/100 g proizvoda	kcal energije/100 g proizvoda	% energije	Sadrži tvrdnju
1	7,0	49	57,1	DA
2	10,5	66	63,6	DA
3	10	63	63,5	DA
4	3,5	41	34,1	DA
5	3,8	44	34,5	DA
13	10	65	61,5	DA
14	10,0	65	61,5	DA
33	6,0	50	48,0	DA
34	10	62	64,5	DA
35	7,6	51	59,6	NE
36	6,0	71	33,8	DA
37	5	67	29,9	DA



Kod uzoraka proteinskih pudinga (tablica 17), također samo jedan proizvod ne sadrži ni prehrambenu ni zdravstvenu tvrdnju dok ostala 3 sadrže prehrambenu tvrdnju „bogato bjelančevinama“.

**Tablica 17.** Udjel energije koja potječe od proteina (%) u uzorcima proteinskih pudinga

Uzorak	g proteina/100 g proizvoda	kcal energije/100 g proizvoda	% energije	Sadrži tvrdnju
15	10,0	76	52,6	DA
16	10,0	80	50,0	DA
30	7,5	78	38,5	NE
31	10	81	49,4	DA

Od 13 ostalih proteinskih mliječnih proizvoda, njih 3 ne sadrže prehrambene i zdravstvene tvrdnje (tablica 18). Ostalih 10 proizvoda sadrži prehrambenu tvrdnju „bogato bjelančevinama“, a 1 od njih sadrži i zdravstvenu tvrdnju „proteini doprinose održavanju mišićne mase“.

**Tablica 18.** Udjel energije koja potječe od proteina (%) u uzorcima ostalih proteinskih mliječnih proizvoda

Uzorak	g proteina/100 g proizvoda	kcal energije/100 g proizvoda	% energije	Sadrži tvrdnju
6	11	64	68,8	DA
7	11	62	71,0	NE
8	11,0	62	71,0	DA
28	11,0	62	71,0	DA
29	11	65	67,7	NE
9	12	64	75,0	DA
10	12	67	71,6	DA
11	14	67	83,6	DA
12	12,4	67	74,0	DA
27	10,0	59	67,8	DA
32	12	80	60,0	DA
17	10	60	66,7	DA
26	8,0	226	14,2	NE

Svih 10 uzoraka proteinskih smjesa u prahu sadrže prehrambenu tvrdnju „bogato bjelančevinama“ (tablica 19).

**Tablica 19.** Udjel energije koja potječe od proteina (%) u uzorcima proteinskih smjesa u prahu

Uzorak	g proteina/100 g proizvoda	kcal energije/100 g proizvoda	% energije	Sadrži tvrdnju
18	27	359	30,1	DA
19	15	236	25,4	DA
20	18	350	20,6	DA
21	34	380	35,8	DA
22	7,7	116	26,6	DA
38	31,02	371,5	33,4	DA
39	36	353	40,8	DA
41	5,6	87	25,7	DA
42	67,4	398,31	67,7	DA
43	25,64	350,13	29,3	DA

Što se tiče uzoraka proteinskih kaša, muesli i granola, 3 proizvoda sadrže prehrambene tvrdnje, a 1 proizvod ne sadrži (tablica 20). Uzorak broj 25 sadrži prehrambenu tvrdnju „izvor bjelančevina“ dok ostala 2 sadrže tvrdnju „bogato bjelančevinama“.

**Tablica 20.** Udjel energije koja potječe od proteina (%) u uzorcima proteinskih kaša, muesli i granola

Uzorak	g proteina/100 g proizvoda	kcal energije/100 g proizvoda	% energije	Sadrži tvrdnju
23	8,2	120	27,3	DA
24	30	420	28,6	DA
25	24,4	458,1	21,3	DA
40	27	386	28,0	NE

Od 43 uzorka, 6 uzoraka ne sadrži prehrambene ni zdravstvene tvrdnje što čini 14,0 % svih uzoraka. Ostalih 37 uzoraka (što čini 86,0 % ukupnih uzoraka) sadrže prehrambene tvrdnje. Njih 36 sadrži prehrambenu tvrdnju „bogato bjelančevinama“, a samo jedan tvrdnju „izvor proteina“.

Od 37 uzoraka, 3 uzorka (8,1 %) sadrži i zdravstvenu tvrdnju „proteini doprinose održavanju mišićne mase“. Prilikom navođenja zdravstvene tvrdnje na proizvodu, potrebno je navesti i određene dodatne informacije:

- a) Nutritivna deklaracija sukladno Uredbi (EZ) br. 1169/2011 osim u slučaju dodataka prehrani kod kojih se umjesto nutritivne deklaracije navodi količina hranjivih tvari ili drugih tvari s fiziološkim učinkom prisutnu u količini preporučenoj za dnevnu upotrebu,
- b) izjava kojom se ukazuje na važnost uravnotežene i raznovrsne prehrane i zdravog načina života,
- c) količina hrane i način njezine konzumacije koji su potrebni za dobivanje korisnog učinka kakav se tvrdi da ta hrana ima,
- d) tamo gdje je to primjenjivo, izjava za osobe koje bi trebale izbjegavati tu hranu,
- e) odgovarajuće upozorenje za proizvode za koje postoji vjerojatnost da predstavljaju opasnost za zdravlje u slučaju pretjerane konzumacije.

Sva tri uzorka koja sadržavaju zdravstvene tvrdnje (27, 33 i 34) imaju nutritivne deklaracije, a ujedno i sadržavaju napomene o važnosti uravnotežene prehrane i zdravog načina života. Samo uzorak broj 34 sadrži i informaciju o tome kolika količina zadovoljava potrebe za prosječnu osobu. Ostale informacije ne sadržava nijedan od tri uzorka. Prema Uredbi (EZ) br. 1924/2006 Europskog parlamenta i vijeća od 20. prosinca 2006. o prehranbenim i zdravstvenim tvrdnjama koje se navode na hrani za količine proteina koji čine 12 % ukupne energije, proizvod se može definirati kao „izvor proteina“, a više od 20 % „bogat proteinima“. S obzirom na izračunate vrijednosti % energije, svi proizvodi koji sadrže prehrambene tvrdnje zadovoljavaju uvjete ove Uredbe. Uzorak 25 koji sadrži tvrdnju „izvor proteina“, s obzirom na postotak energije koje čine proteini može sadržavati i tvrdnju „bogato proteinima. Također s obzirom na količinu proteina koju sadrže, 6 proizvoda koji ne sadrže prehrambene tvrdnje smiju ih imati. Njih 5 bi moglo sadržavati tvrdnju „bogato bjelančevinama“, a 1 tvrdnju „izvor proteina“.

Rezultati ovog istraživanja u skladu su s istraživanjima Almeida i suradnika iz 2016., Schönfeldt i suradnika iz 2019. te González-Weller i sur. iz 2023. dok su u ostalim istraživanjima pronađene značajne razlike. Almeida i sur. (2016) su analizirali 20 uzoraka proteina sirutke koristeći metodu po Kjeldahlu. Od 20 uzoraka, 11 ih je imalo manje izmjerene vrijednosti proteina u odnosu na deklarirane što čini 55,0 % ukupnih uzoraka. Te su razlike bile 3,7 do 28,0 %.

Schönfeldt i sur. (2019) su analizirali količinu proteina u 70 proizvoda označenih kao bogatim izvorima proteina te ih uspoređivali s deklaracijama. 7 od njih je imalo više od 20 % manje proteina od označenoga, 21 ih je imalo razlike veće od 10 %, a 48 više od 5 %. 48 od ukupno 70

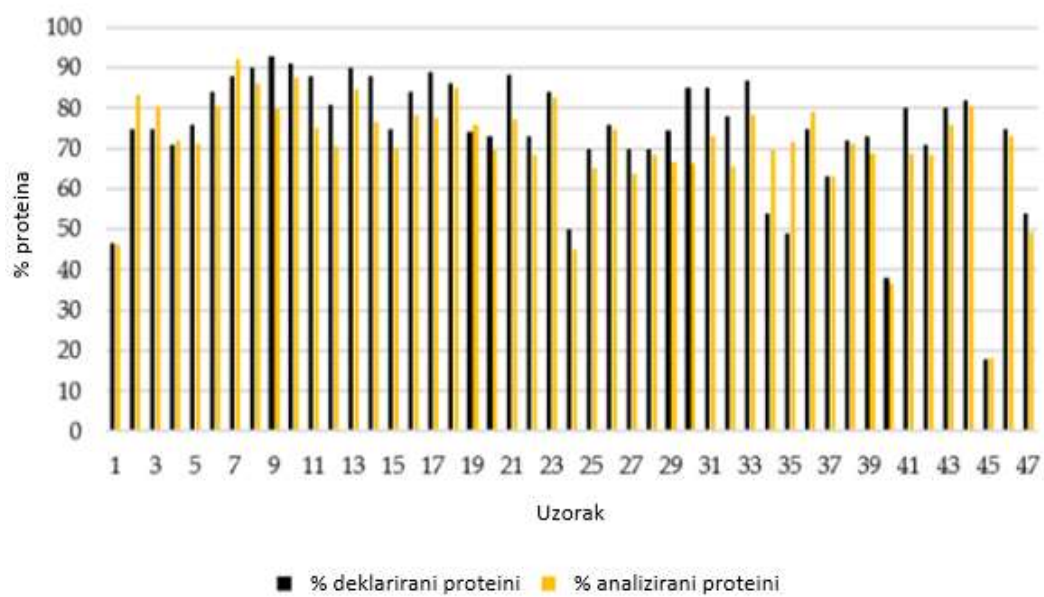
uzoraka je imalo odstupanja u količini proteina u odnosu na napisano na deklaraciji od čega je 5 uzoraka imalo više od napisanog dok su ostali imali manje.

Iturbide-Casas i suradnici (2019) su analizirali udjele makro- i mikronutrijenata u 10 uzoraka enteralnih formula dostupnih na španjolskom i meksičkom tržištu. Udjel proteina su mjerili dvjema različitim metodama te su i rezultati bili različiti. Određivanjem proteina metodom po Dumasu su dobili vrijednosti vrlo slične deklariranima. Izmjerene količine proteina varirale su između 89,4 i 106 % dok je prosjek iznosio  $96 \pm 5,6$  %. Od 10 uzoraka, 3 su imala nešto veće izmjerene vrijednosti od deklariranih, 6 ih je imalo nešto niže, a samo jedan je imao iste. Metodom po Kjeldahlu su dobivene mnogo veće razlike i rasponi razlika izmjerenih i deklariranih masa proteina. Svi uzorci su imali niže izmjerene vrijednosti od deklariranih, a te su razlike iznosile 30,8 do 56,0 %. Razlog velike razlike u rezultatima je to što metode različito mjere prisutni dušik u uzorcima pa se procjenjuje da metoda po Dumasu pokazuje veće količine proteina za otprilike 1,5 % u odnosu na metodu po Kjeldahlu. Što se tiče analize masti, svih 10 uzoraka je imalo niže izmjerene vrijednosti. Srednja vrijednost odstupanja iznosila je  $76 \pm 18$  %. Razlike u masi izmjerenih masti iznosile su između 2,1 i 64,1 %. Također, analiziran je i udjel vlakana u uzorcima. Od 10 uzoraka, 5 ih je imalo deklarirano da je sadržaj vlakana 0 g, a sukladno tome vlakna ni prilikom analize nisu pronađena. Od ostalih 5 uzoraka, 1 uzorak je imao veću izmjerenu vrijednost od deklarirane te je ta razlika iznosila svega 7,7 % dok su ostala 4 uzorka imala niže vrijednosti i to od 33,3 – 66,7 % niže. Od mineralnih tvari, analizirani su kalcij, magnezij, željezo, cink, bakar te mangan. Izmjerene vrijednosti kalcija iznosile su 65,6 do 112,9 mg na 100 mL pripravka u odnosu na deklariranih 80 do 126,6 mg te su sve bile niže. Postotak razlike iznosio je od 1,3 – 18,0 %. Sve izmjerene vrijednosti magnezija su također bile manje od deklariranih te su iznosile 14,3 do 41,5 mg u odnosu na deklariranih 18,0 do 42,2 mg. Razlike su varirale između 1,7 i 27,8 %. Od 9 uzoraka formula gdje se analiziralo željezo, samo je jedan uzorak imao istu izmjerenu vrijednost kao i deklariranu dok su ostali imali niže vrijednosti. Izmjereno je 0,6 – 1,6 mg željeza u odnosu na 1,6 – 2,0 mg deklariranih. Razlike su iznosile 6,3 do 42,1 %. Cink je kao i željezo imalo niže izmjerene vrijednosti u svim uzorcima osim jednog koji je imao istu kao i deklariranu vrijednost. Razlika u masama je iznosila 6,25 – 34,8 %. Bakar je jedini mjereni mineralni element čije su analizirane vrijednosti bile više od deklariranih te su one iznosile između 0,20 i 0,33 mg dok su deklarirane vrijednosti bile između 0,18 i 0,24 mg. Postotak razlike je varirao od svega 4,0 % pa sve do 109,1 %. Analizirane vrijednosti mangana su iznosile 0,26 – 1,67 mg te su sve bile niže u odnosu na deklariranih 0,33 do 3,10 mg. Razlike u masi su bile od 2,8 do 46,1 %.

U istraživanju Avule i sur. (2022) analizirano je 20 uzoraka suplemenata proteina sirutke. Određivane su koncentracije proteina Bradford metodom te su utvrđene velike razlike između izmjerenih i deklariranih vrijednosti proteina. Svi uzorci su imali manje vrijednosti izmjerenih proteina u odnosu na deklarirane te su razlike iznosile 54,6 do 91,3 %. Izmjerene količine proteina iznosile su svega 9 – 45 % deklariranih vrijednosti.

Botelho i suradnici (2022) su analizirali makronutrijente u 3 vrste proteinskih pločica te ih uspoređivali s vrijednostima napisanima na deklaraciji. Analizirane vrijednosti ugljikohidrata, masti i proteina su se razlikovale od deklariranih u sva 3 uzorka. U uzorku A, analizirani udjeli proteina i masti bili su manji od deklariranih dok je udjel ugljikohidrata bio veći. Udjel proteina se razlikovao za 29,8 %, udjel masti za 16,65 %, a udjel ugljikohidrata za 31,25 %. Taj je uzorak imao 17,15 kcal više od deklarirane vrijednosti. Uzorak B je također imao manji udjel proteina i masti, a veći udjel ugljikohidrata. Izmjeren udjel proteina se razlikovao za 29,23 %, udjel masti za 52,54 %, a udjel ugljikohidrata za 29,45 %. Uzorak je sadržavao 43,10 kcal više od deklariranog. Uzorak B je imao 6,37 % manje proteina, 2,96 % više masti, 33,64% više ugljikohidrata te u konačnici i 202,39 kcal više od deklariranih vrijednosti. Prema zakonodavstvu u Brazilu gdje je provedeno istraživanje, podnošljivo odstupanje količine masti iznosi 20 % što su uzorci A i C zadovoljili dok uzorak B nije zadovoljio. Obzirom na velika odstupanja u količini ugljikohidrata treba uzeti u obzir i količinu vlakana čime bi samo jedan uzorak i dalje odstupao. Podnošljive vrijednosti odstupanja za proteine su također 20 % što je zadovoljio samo uzorak C.

González-Weller i sur. (2023) analizirali su udjel proteina u 47 suplemenata proteina sirutke te ih usporedili s vrijednostima na deklaraciji. Razlike izmjerenih i deklariranih vrijednosti proteina vidljive su na slici 6. Prosječna deklarirana vrijednost proteina u svih 47 uzoraka iznosila je 74,3 % dok je prosječna izmjerena vrijednost iznosila 70,9 %. Od 47 uzoraka, njih 8 što čini 17,0 % je imalo veće izmjerene vrijednosti od deklariranih dok je ostalih 39, odnosno 83 % imalo manje vrijednosti. Nijedan uzorak nije imao istu izmjerenu i deklariranu vrijednost.



**Slika 6.** Razlika izmjerene i deklarirane mase proteina (%) (González-Weller i sur, 2023)

## 5. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata provedenog istraživanja mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Kod različitih skupina proizvoda pronađena su različita odstupanja.
2. Od 43 proizvoda, njih 5 što iznosi 11,6 % nije imalo nikakva odstupanja deklariranog udjela proteina od udjela određenog u istraživanju.
3. Odstupanja svih proizvoda bila su u rasponu od – 19,3 do + 30,4 %.
4. Odstupanja deklariranog udjela proteina od  $\pm 5$  % imalo je 17 proizvoda što iznosi 39,5 %.
5. Odstupanja deklariranog udjela proteina od  $\pm 10$  % imalo je 14 proizvoda što iznosi 32,6 %.
6. Odstupanja deklariranog udjela proteina od  $\pm 15$  i  $\pm 20$  % imala su po 3 proizvoda što iznosi 7,0 %
7. Odstupanja deklariranog udjela proteina veća od  $\pm 20$  % imao je 1 proizvod što iznosi 2,3 %.
8. Prehrambene tvrdnje je imalo 37 proizvoda odnosno 86,0 %, zdravstvene tvrdnje 3 proizvoda odnosno 7,0 %, dok njih 6 što iznosi 14,0 % nije sadržavalo prehrambenu ni zdravstvenu tvrdnju.

## 6. LITERATURA

- Abe-Matsumoto LT, Sampaio GR, Bastos DHM (2018) Do the labels of vitamin A, C, and E supplements reflect actual vitamin content in commercial supplements? *J Food Compos Anal* **72**, 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.07.001>
- Ahnen RT, Jonnalagadda SS, Slavin JL (2019) Role of plant protein in nutrition, wellness, and health. *Nutr Rev* **77**, 735–747. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz028>
- Aiello D, Barbera M, Bongiorno D, Cammarata M, Censi V, Indelicato S, i sur. (2023) Edible Insects an Alternative Nutritional Source of Bioactive Compounds: A Review. *Molecules* **28**, 1–16. <https://doi.org/10.3390/molecules28020699>
- Almeida CC, Alvares TS, Costa MP, Carlos C-JA (2016) Protein and Amino Acid Profiles of Different Whey Protein Supplements. *J Diet Suppl* **13**, 313–323. <https://doi.org/10.3109/19390211.2015.1036187>
- Almeida CC, Monteiro MLG, Costa-Lima BRC da, Alvares TS, Conte-Junior CA (2015) In vitro digestibility of commercial whey protein supplements. *Lwt* **61**, 7–11. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.038>
- Andrews KW, Roseland JM, Gusev PA, Palachuvattil J, Dang PT, Savarala S, i sur. (2017) Analytical ingredient content and variability of adult multivitamin/mineral products: national estimates for the Dietary Supplement Ingredient Database. *Am J Clin Nutr* **105**, 526–539. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.134544>
- AOAC International (1995) Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edition. Volume 2, 16. izd., AOAC International, Arlington, secs. 33.2.11.
- Avula B, Parveen I, Zhao J, Wang M, Tehen N, Wang Y, i sur. (2022) A Comprehensive Workflow for the Analysis of Bio-Macromolecular Supplements: Case Study of 20 Whey Protein Products. *J Diet Suppl* **19**, 515–533. <https://doi.org/10.1080/19390211.2021.1897724>
- Bannenber G, Rice HB, Bernasconi A, Ferrari A, Mallon C, Navarrete L, i sur. (2020) Ingredient label claim compliance and oxidative quality of EPA / DHA omega-3 retail products in the U . S . *J Food Compos Anal* **88**, 103435. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103435>
- Beelen J, Vasse E, Janssen N, Janse A, de Roos NM, de Groot LCPGM (2018) Protein-enriched familiar foods and drinks improve protein intake of hospitalized older patients: A randomized controlled trial. *Clin Nutr* **37**, 1186–1192. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.05.010>



- Bensa M, Vovk I, Glavnik V (2023) Resveratrol Food Supplement Products and the Challenges of Accurate Label Information to Ensure Food Safety for Consumers. *Nutrients* **15**, 474. <https://doi.org/10.3390/nu15020474>
- Bleakley S, Hayes M (2017) Algal proteins: Extraction, application, and challenges concerning production. *Foods* **6**, 1–34. <https://doi.org/10.3390/foods6050033>
- Botelho FT, San Martins L, Mendes M da C (2022) Centesimal composition and adequacy to the legislation of protein bars in different portions. *Rev Bras Obesidade, Nutr e Emagrecimento* **16**, 790–798
- Brogan EN, Park YL, Matak KE, Jaczynski J (2021) Characterization of protein in cricket (*Acheta domesticus*), locust (*Locusta migratoria*), and silk worm pupae (*Bombyx mori*) insect powders. *Lwt* **152**, 112314. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112314>
- Bursey AS, Wiles NL, Biggs C (2021) The nutrient quality and labelling of ready-to-eat snack foods with health and/or nutrition claims. *South African J Clin Nutr* **34**, 65–71. <https://doi.org/10.1080/16070658.2019.1682242>
- Chodkowska KA, Wódz K, Wojciechowski J (2022) Sustainable Future Protein Foods: The Challenges and the Future of Cultivated Meat. *Foods* **11**, 4008. <https://doi.org/10.3390/foods11244008>
- Damaris Jones SVQ, Paschoalette Rodrigues Bachur T, Frota Aragão G (2021) Whey protein supplementation and its potentially adverse effects on health: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab* **46**, 27–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0370>
- De Ceglie C, Calvano CD, Zambonin CG (2015) MALDI-TOF MS for quality control of high protein content sport supplements. *Food Chem* **176**, 396–402. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.038>
- EC (2012) Guidance on Nutrition Labelling. Guidance document for competent authorities, tolerances for the control of compliance of nutrient values declared on a label with EU legislation. EC-European Commission, [labelling\\_nutrition-vitamins\\_minerals-guidance\\_tolerances\\_1212\\_en.pdf \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/food/infocentre/infocentre_en?lang=en&id=1212). Pristupljeno: 5. svibnja 2023.
- EUFIC (2019) What Are Proteins and What Is Their Function in the Body? EUFIC-European Food Information Council, [What are Proteins and What is Their Function in the Body? | Eufic](https://www.eufic.org/en/what-are-proteins-and-what-is-their-function-in-the-body). Pristupljeno: 8. ožujka 2023.
- Fraeye I, Kratka M, Vandeburgh H, Thorrez L (2020) Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred. *Front Nutr* **7**, 35. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00035>

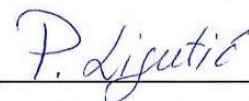
- González-Weller D, Paz-montelongo S, Bethencourt-barbuzano E, Niebla-Canelo D, Alejandro-Vega S, Gutierrez AJ, i sur. (2023) Proteins and Minerals in Whey Protein Supplements. *Foods* **12**, 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods12112238>
- Herceg Z, Rezek A (2006) Prehrambena i funkcionalna svojstva koncentrata i izolata proteina sirutke. *Mljekarstvo* **56**, 379–396.
- Heyland DK, Stapleton R, Compher C (2018) Should we prescribe more protein to critically ill patients? *Nutrients* **10**, 6–13. <https://doi.org/10.3390/nu10040462>
- Holeček M (2018) Branched-chain amino acids in health and disease: metabolism, alterations in blood plasma, and as supplements. *Nutr Metab (Lond)* **15**, 33. <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0271-1>
- Inácio SG, Oliveira GV De, Alvares TS (2016) Caffeine and Creatine Content of Dietary Supplements Consumed by Brazilian Soccer Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* **26**, 323–329. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0134>
- Iturbide-Casas MA, Molina-Recio G, Cámara-Martos F (2019) Macronutrients and trace elements in enteral nutrition formulas: Compliance with label, bioaccessibility and contribution to reference intakes through a probabilistic assessment. *J Food Compos Anal* **83**, 103250. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103250>
- Knežević N, Brnčić SR (2016) Označavanje hranjive vrijednosti na deklaraciji prehrambenih proizvoda. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* **9**, 17–25.
- Lonnie M, Hooker E, Brunstrom JM, Corfe BM, Green MA, Watson AW, i sur. (2018) Protein for life: Review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults. *Nutrients* **10**, 1–18. <https://doi.org/10.3390/nu10030360>
- Loveday SM (2019) Food Proteins: Technological, Nutritional, and Sustainability Attributes of Traditional and Emerging Proteins. *Annu Rev Food Sci Technol* **10**, 311–339. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121128>
- Lv C, Xu C, Gan J, Jiang Z, Wang Y, Cao X (2021) Roles of Proteins/Enzymes from Animal Sources in Food Quality and Function. *Foods* **10**, 1988. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10091988>
- Navigato T, Masci M, Caproni R (2021) Quality of Fish-Oil-Based Dietary Supplements Available on the Italian Market: A Preliminary Study. *Molecules* **26**, 5015. <https://doi.org/10.3390/molecules26165015>
- Orrù S, Imperlini E, Nigro E, Alfieri A, Cevenini A, Polito R, i sur. (2018) Role of functional beverages on sport performance and recovery. *Nutrients* **10**, 1–21.

- <https://doi.org/10.3390/nu10101470>
- Pasdar Y, Darbandi M, Azandaryani AH (2017) Macronutrients compliance between foods labels and marketing package content values. *Ann Trop Med Public Heal* **10**, 999–1003. [https://doi.org/10.4103/ATMPH.ATMPH\\_309\\_17](https://doi.org/10.4103/ATMPH.ATMPH_309_17)
- Phillips SM, Chevalier S, Leidy HJ (2016) Protein ‘requirements’ beyond the RDA: implications for optimizing health. *Appl Physiol Nutr Metab* **41**, 565–572. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0550>
- Price J (2018) History of the development and application of whey protein products. U: *Whey Proteins: From Milk to Medicine*, Elsevier Inc, str. 51-95.
- Rodriguez-Lopez P, Rueda-Robles A, Sánchez-Rodríguez L, Blanca-Herrera RM, Quirantes-Piné RM, Borrás-Linares I, i sur. (2022) Analysis and Screening of Commercialized Protein Supplements for Sports Practice. *Foods* **11**, 3500. <https://doi.org/10.3390/foods11213500>
- Sá AGA, Moreno YMF, Carciofi BAM (2020) Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends Food Sci Technol* **97**, 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.011>
- Štalić Z, Sorić M, Mišigoj-Duraković M (2016) *Sportska prehrana*, 1. izd., Znanje d.o.o., Zagreb, str. 128-146.
- Schönfeldt HC, Hall N, Pretorius B (2019) IFDC 2017 Special Issue – High protein sports supplements : Protein quality and label compliance □. *J Food Compos Anal* **83**, 103293. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103293>
- Song X, Pérez-Cueto FJA, Bølling Laugesen SM, van der Zanden LDT, Giacalone D (2019) Older consumers’ attitudes towards food carriers for protein-enrichment. *Appetite* **135**, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.12.033>
- Vahčić N, Hruškar M, Marković K (2008) Analitičke metode za određivanje osnovnih sastojaka hrane. *Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, Zagreb, str. 22–28.
- van de Worp WRPH, Schols AMWJ, Theys J, van Helvoort A, Langen RCJ (2020) Nutritional Interventions in Cancer Cachexia: Evidence and Perspectives From Experimental Models. *Front Nutr* **7**, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.601329>
- West DWD, Sawan SA, Mazzulla M, Williamson E, Moore DR (2017) Whey protein supplementation enhances whole body protein metabolism and performance recovery after resistance exercise: A double-blind crossover study. *Nutrients* **9**, 1–18. <https://doi.org/10.3390/nu9070735>
- Wiggins, Asleigh KA, Harvey Anderson, G, House JD (2019) Research and Regulatory Gaps

- for the Substantiation of Protein Content Claims on Foods. *Appl Physiol Nutr Metab* **44**, 95–98. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0429>
- Wolfe RR, Baum JI, Starck C, Moughan PJ (2018) Factors contributing to the selection of dietary protein food sources. *Clin Nutr* **37**, 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.11.017>
- Wu G (2016) Dietary protein intake and human health. *Food Funct* **7**, 1251–1265. <https://doi.org/10.1039/C5FO01530H>
- Your Europe (2022) Nutritivna deklaracija, [Nutritivna deklaracija – pravila EU-a o označivanju - Your Europe \(europa.eu\)](#). Pristupljeno: 10. srpnja 2023.
- Zapata-Muriel A, Echeverry P, Van Dusseldorp TA, Kurtz J, Monsalves-Alvarez M (2022) Measured versus label declared macronutrient and calorie content in Colombian commercially available whey proteins. *J Int Soc Sports Nutr* **19**, 258–266. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2090828>

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja (PETRA LIGUTIĆ) 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.

Handwritten signature of Petra Ligutić in blue ink, written over a horizontal line.

Vlastoručni potpis