

# Proteini sirutke kao dijetetski dodatak u prehrani sportaša

---

**Crlijenjak, Marija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:270011>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **PROTEINI SIRUTKE KAO DIJETETSKI DODATAK U PREHRANI SPORTAŠA**

DIPLOMSKI RAD

Marija Crljenjak

Zagreb, rujan, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mlijeka

# **PROTEINI SIRUTKE KAO DIJETETSKI DODATAK U PREHRANI SPORTAŠA**

DIPLOMSKI RAD

Marija Crljenjak

Mentor:

doc. dr. sc. Iva Dolenčić Špehar

Zagreb, rujan, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## **IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Marija Crljenjak**, JMBAG 0178107625, rođena 19. 08. 1996. u Bjelovaru, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

### **PROTEINI SIRUTKE KAO DIJETETSKI DODATAK U PREHRANI SPORTAŠA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Marije Crljenjak**, JMBAG 0178107625, naslova

#### PROTEINI SIRUTKE KAO DIJETETSKI DODATAK U PREHRANI SPORTAŠA

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Iva Dolenčić Špehar mentor

\_\_\_\_\_

2. prof. dr. sc. Dubravka Samaržija član

\_\_\_\_\_

3. doc. dr. sc. Milna Tudor Kalit član

\_\_\_\_\_

## Zahvala

Ovim putem se zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Ivi Dolenčić Špehar na velikoj pomoći i strpljenju prilikom izrade diplomskog rada. Nadalje, najveće hvala mojim roditeljima, bratu i sestri na potpori koju mi nesebično pružaju kako tijekom života tako i tijekom studija. Bez vas ovo ne bi bilo moguće. Također zahvaljujem svojim cimericama i kolegici Sandri koje su bile uz mene cijelo vrijeme, tješile me kada je teško i veselile se zajedno sa mnom mojim uspjesima.

Još jednom od srca najveće hvala svima. Volim vas!

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Pregled dosadašnjih istraživanja .....	3
2. 1. Sirutka.....	3
2. 1. 1. Proteini sirutke .....	5
3. Prehrana sportaša .....	10
3. 1. Potrebe sportaša za energijom .....	10
3. 2. Makronutrijenti .....	12
3. 2. 1. Ugljikohidrati .....	12
3. 2. 2. Proteini .....	16
3. 2. 3. Masti.....	17
3. 3. Mikronutrijenti .....	18
3. 3. 1. Vitamini.....	18
3. 3. 2. Minerali.....	20
3. 4. Voda.....	21
4. Proteini sirutke kao dijetetski dodatak u prehrani sportaša.....	24
4. 1. Dodaci u prehrani sportaša .....	24
4. 2. Proteinski dijetetski dodaci .....	25
4. 3. Proteini sirutke – dodatak prehrani sportaša .....	26
5. Zaključak.....	30
6. Popis literature .....	31

## Sažetak

Diplomskog rada studentice **Marije Crljenjak**, naslova

### **PROTEINI SIRUTKE KAO DIJETETSKI DODATAK U PREHRANI SPORTAŠA**

Sirutka je tekućina žućkasto zelene boje koja nastaje kao nusproizvod u proizvodnji sira i kazeina. Zbog visokih vrijednosti biokemijske potrošnje kisika smatra se značajnim ekološkim problemom ukoliko se nekontrolirano ispušta u okoliš. Razvojem prehrambene industrije pronađeni su načini njenog iskorištenja, a jedan od njih je proizvodnja proteina sirutke. Pravilna prehrana jedan je od najvažnijih čimbenika trenažnog procesa i postizanja sportskih rezultata. S obzirom na povećane energetske potrebe i potrebe za proteinima sportaši često pribjegavaju korištenju dijetetskih dodataka. Proteini sirutke su jedan od najzastupljenijih dijetetskih dodataka u prehrani profesionalnih sportaša, ali i rekreativaca i polaznika teretana. Konzumacija proteina sirutke ima pozitivan učinak na povećanje mišićne mase, poboljšanje sportskih performansi, no njihovo korištenje nije jednako potrebno svim navedenim skupinama.

**Ključne riječi:** sirutka, proteini sirutke, sport, prehrana sportaša, dijetetski dodaci ,tjelesne performanse



## Summary

Of the master's thesis – student **Marija Crljenjak**, entitled

### **WHEY PROTEIN SUPPLEMENTATION IN SPORTS NUTRITION**

Whey is a yellowish-green liquid formed as a by-product in the production of cheese and casein. Due to its high biochemical oxygen demand it is considered as an environmental problem if it is released into the environment. With the development of the food industry, ways have been found for its utilisation, and one of them is the production of whey protein. Proper nutrition is one of the most important factors in the training process and achieving sports results. Due to increased energy and protein needs athletes often resort to the use of dietary supplements. Whey proteins are one of the most common dietetic supplements in the diet of professional athletes, but also recreational athletes and gym participants. Whey protein consumption has a positive effect on increasing muscle mass and improving sports performance, but their use is not equally necessary for all these groups.

**Keywords:** whey, whey protein, sport, sports nutrition, supplements, physical performance

## 1. Uvod

Sirutka, nusproizvod proizvodnje sira, je do nedavno smatrana jednim od glavnih problema mljekarske industrije, naročito u devetnaestom stoljeću kada je započela masovna industrijska proizvodnja sira. S obzirom na visoku vrijednost biokemijske potrebe za kisikom, oko 40.000 mg/kg i više, sirutka predstavlja veliki ekološki problem te se stoga tretira kao otpad koji se mora adekvatno zbrinuti. S druge strane, zbog svoje nutritivne vrijednosti smatra se izuzetno hranjivom namirnicom. Naime, sirutka u svom sastavu na 100 g ima oko 4,3 g laktoze, 0,8 g proteina, 0,5 g mineralnih tvari i 0,1 g mliječne masti. Zahvaljujući mnogim znanstvenim spoznajama, ljudi su je počeli koristiti, prvenstveno kao piće te hranu za životinje, ali razvojem novih tehnologija postala je sirovina širokog spektra primjene (Guo 2019.).

Nemogućnost pripreme i konzumacije nutritivno bogatih obroka zbog užurbanog načina života rezultirala je pojavom pretilosti u ukupnoj populaciji stanovništva i posljedično porastom različitih bolesti organizma. Prehrana takvih ljudi najčešće se bazira na nutritivno siromašnim pekarskim i „fast food“ proizvodima čija je energetska vrijednost daleko veća od potrebnog dnevnog energetskog unosa. Unos nutritivno siromašnih namirnica podrazumijeva unos nedovoljne količine hranjivih tvari koje su neophodne za pravilno funkcioniranje organizma. Za sportaša, bilo rekreativaca ili osoba koje se profesionalno bave sportom pravilna prehrana ima važnu ulogu za zdravlje organizma. Osim zadovoljenja osnovnih potreba organizma za nutrijentima, hrana sportašima mora osigurati povoljan učinak na sportsku izvedbu te smanjiti mogućnost pojave iscrpljenosti organizma, ozljeda i bolesti. Posljednjih godina u sportskom su svijetu dodaci prehrani sve zastupljeniji. Zbog svog izvrsnog aminokiselinskog sastava, lakoće apsorpcije i konzumiranja proteini sirutke su jedan od najpopularnijih dodataka. Oni sportašima osiguravaju brzi, visokokvalitetan izvor proteina i esencijalnih aminokiselina koji su ključni za sintezu mišićnog proteina odgovornog za formiranje i obnavljanje mišićne mase. Uz klasične proteinske prahove koji se prije konzumacije miješaju s vodom ili mlijekom, ili se dodaju u različite oblike zobnih kaša, smoothieja i palačinki, danas se na tržištu mogu pronaći i „ready to eat“ proizvodi obogaćeni proteinima sirutke poput proteinskih čokoladica i pudinga. Kod sportaša, bilo profesionalnih ili osoba koje se rekreativno bave sportom, učestala je konzumacija takvih dodataka.

Glavni razlog tome je želja za izgradnjom veće mišićne mase te dobivanje na snazi i poboljšanju tjelesnih performansi (Pasiakos i sur. 2015.).

Cilj ovog rada je na temelju rezultata dosadašnjih istraživanja prikazati opravdanost konzumacije ovog dijetetskog dodatka kod osoba koje se aktivno bave sportom.

## 2. Pregled dosadašnjih istraživanja

### 2. 1. Sirutka

Sirutka je tekućina žućkasto zelene boje koja nastaje kao nusproizvod u proizvodnji sira i kazeina. Sastav i svojstva sirutke ovise o kvaliteti mlijeka za sirenje i tehnologiji proizvodnje sireva zbog čega njen sastav može varirati. S obzirom na način koagulacije najzastupljenijeg proteina mlijeka, kazeina, postoje slatka i kisela sirutka. Prilikom proizvodnje sira u čijem se tehnološkom procesu kao sredstvo koagulacije koristi sirilo nastaje slatka sirutka čija je pH vrijednost 5,8-6,6. Kod sireva koji se proizvode izoelektričnom precipitacijom, npr. svježi sir, dolazi do koagulacije kazeina pri pH-vrijednosti od 4,6 uz izdvajanje kisele sirutke. U proizvodnji od cjelokupne količine mlijeka namijenjenog preradi svega 10 % otpada na sir, a ostalih 90% izdvaja se u obliku sirutke (Tratnik i Božanić 2012.). Većina od ukupno globalno proizvedene sirutke je slatka sirutka pa primjerice na nju u Sjedinjenim Američkim Državama otpada oko 94%, a svega 6 % čini kisela sirutka (Anon 2002., Kilara i Vaghela 2018.).

Tradicionalna i industrijska proizvodnja sireva razvijena je diljem svijeta što za rezultat ima izuzetno veliku proizvodnju sirutke. Oko 50% ukupne suhe tvari mlijeka zaostaje u sirutki, a najzastupljenija je laktoza na koju otpada oko 70%. Osim laktoze, u sirutci su prisutni proteini, mineralne tvari te vrlo mali postotak mliječne masti (tablica 2.1.). Mast zaostala u sirutci posljedica je gubitaka do kojih dolazi prilikom obrade gruša tijekom proizvodnje sira. U sirutci se nalaze svi ugljikohidrati mlijeka preostali nakon izdvajanja sirnog gruša. Laktoza je zastupljena sa oko 90% dok preostalih 10% čine glukoza, galaktoza, oligosaharidi te aminošećeri. Od ukupnih proteina mlijeka, sirutkini proteini zastupljeni su sa 20%, a najvažniji od njih su:  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin, albumin krvnog seruma i imunoglobulini. U slučaju primjene tehnologija kod kojih se koriste više temperature sušenja sirnog zrna (proizvodnja tvrdih sireva) nešto malo termolabilnih sirutkinih proteina ostaje zadržano u grušu pa je njihova koncentracija u sirutci manja. Isto tako ukoliko se kao sredstvo koagulacije koristi sirilo, dolazi do odvajanja glikomakropeptida od  $\kappa$ -kazeina te tada on prelazi u sirutku (Tratnik i Božanić 2012.). Tratnik (2003.) u svom radu navodi kako hranjiva vrijednost sirutke iznosi oko 1/3 hranjive vrijednosti mlijeka. Nadalje, sirutka u svom sastavu uglavnom sadrži vitamine B

skupine. Njena žuto zelenkasta boja potječe od vitamina B2 (riboflavina), stoga se sirutka može koristiti i kao sirovina za dobivanje njegovog koncentrata.

Vitamin B12 i folna kiselina (B9) nalaze se u vezanom obliku, povezani su s proteinima sirutke, dok je oko 95 % riboflavina u slobodnom obliku. Za razliku od udjela vitamina topljivih u vodi, oni koji su topljivi u mastima manje su zastupljeni, tj. njihov udio ovisi o količini zaostale mliječne masti u sirutci nakon formiranja sirnog grušča.

Tablica 2. 1. Kemijski sastav slatke i kisele sirutke

Komponenta	Slatka sirutka (g/L)	Kisela sirutka (g/L)
Suha tvar	63,0 – 70,0	63,0 – 70,0
Laktoza	46,0 – 52,0	44,0 – 46,0
Proteini	6,0 – 10,0	6,0 – 8,0
Ca	0,4 – 0,6	1,2 – 1,6
Laktati	2,0	4,6
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1,0 – 3,0	2,0 – 4,5
Cl <sup>-</sup>	1,1	1,1
Na <sup>+</sup>	3,1	0,2

Izvor: Jelen i sur. (2003.), Kosseva i sur. (2009.), Yadav i sur. (2015.), Nishanthi i sur. (2018.), Sebastián-Nicolás i sur. (2020.)

Zbog svoje hranjive vrijednosti i pozitivnih učinaka na zdravlje ljudi sirutka danas ima široku primjenu u prehrambenoj industriji, a sve više se koristi i u farmaceutskoj industriji. Sirutka se može koristiti kao hranjiva podloga za rast mnogih bakterijskih vrsta te se koristiti u proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka. Također, zbog visoke biološke vrijednosti sirutkinih proteina koristi se i u proizvodnji hrane za dojenčad, dječje hrane, juha, pića, pekarskih proizvoda, preljeva za salate, slatkiša, ali i za povećanje prehrambene vrijednosti mliječnih i drugih proizvoda prehrambene industrije (Chandrapala i sur. 2016., 2018.).

Mnogobrojni su pozitivni učinci konzumacije ovog proizvoda na zdravlje organizma. Na vrijednost ovog napitka ukazuje još Hipokrat 460 g. pr.Kr., a preporuča je u liječenju

tuberkuloze, kožnih oboljenja, probavnih smetnji i drugih. Još se u 18. stoljeću smatralo kako sirutka ima diuretska svojstva te djeluje okrepljujuće na organizam (Tratnik 2003.).

## 2. 1. Proteini sirutke

Zahvaljujući napretku tehnologije iskorištena je gotovo svaka komponenta sirutke, posebno proteini koji se zbog svojih nutritivnih i funkcionalnih svojstava smatraju jednim od najvažnijih sastojaka sirutke. Povoljna svojstva njihove uporabe nije uvidjela samo prehrambena industrija, već su prepoznati kao visoko vrijedna sirovina i u farmaceutskoj, kao i mnogim drugim (Guo 2019.). U prehrambenoj industriji koriste se kao sredstvo za želiranje, emulgiranje, vezanje vode i stvaranje pjene (Herceg i Režek 2006.).

Chandrapala (2018.) navodi kako su proteini sirutke tipični globularni proteini koji imaju prilično jednaku raspodjelu niza neutralnih, nabijenih i nenabijenih te hidrofobnih i hidrofilnih aminokiselinskih ostataka. Aminokiselinski profil ovih proteina znatno se razlikuje od aminokiselinskog profila kazeina. Proteini sirutke sadrže manje glutamina i prolina, a više aminokiselinskih ostataka u čijoj se strukturi nalazi sumpor (cistein i metionin). Termolabilni su, defosforilirani, neosjetljivi na povećanu koncentraciju kalcija, ali su osjetljivi na stvaranje intermolekularnih veza pomoću disulfidnih mostova između cistein sulfhidrilnih skupina (Kalyankar i sur. 2016.). Imaju visoku biološku vrijednost te ih karakterizira lakoća njihove apsorpcije nakon konzumiranja. Navedenom najviše doprinosi udio slobodnih aminokiselina koji je četiri puta veći od onog u mlijeku pa ih ljudski organizam može lakše iskoristiti. Najzastupljenija vrsta proteina u sirutci koja čini oko 50% ukupnih proteina je  $\beta$ -laktoglobulin. Navodi se kako je ova vrsta izvrstan izvor peptida koji imaju širok spektar bioaktivnosti to znači da u tijelu djeluju antimikrobno, antihipertenzivno, antioksidativno, antikancerogeno i imunomodulatorno (Kalyankar i sur. 2016.). Za razliku od  $\beta$ -laktoglobulina kojeg nema u majčinom mlijeku,  $\alpha$ -laktalbumin je pretežno protein sirutke majčinog mlijeka te u sirutki od kravljeg mlijeka čini 20% ukupnih proteina. Dobar je izvor esencijalnih aminokiselina, triptofana i cisteina, koji su preteča serotonina, odnosno glutationa. Konzumacija ovog proteina ima pozitivan učinak na kognitivne funkcije kod osoba osjetljivih na stres jer dolazi do povećane aktivnosti moždanog triptofana i serotonina (Kalyankar i sur. 2016.). U sirutki se nalaze i drugi manje zastupljeni proteini koji obnašaju ulogu enzima, a to su: laktoperoksidaza i laktoferin (tablica 2.2.).

Tablica 2. 2. Sadržaj proteina u sirutci

Vrsta proteina sirutke	Koncentracija (g/L)	Broj aminokiselinskih ostataka
$\beta$ -laktoglobulin	3,2	162
$\alpha$ -laktalbumin	1,2	123
Imunoglobulini	0,7	–
Albumini krvnog seruma	0,4	582
Laktoferin	0,1	700
Laktoperoksidaza	0,03	612

Izvor: Marshall (2004.), Madureira i sur. (2007), Khaire i Gogate (2019.)

Zahvaljujući razvoju tehnologije membranskog frakcioniranja na tržištu se proteini sirutke mogu pronaći u nekoliko različitih oblika: koncentrat proteina sirutke, izolat proteina sirutke te hidrolizat sirutkinih proteina (Herceg i Režek 2006).

### 2.1.1. Koncentrat proteina sirutke

Ultrafiltracijom sirutke te naknadnim sušenjem retentata ili koncentrata dobiva se koncentrat proteina sirutke. Koncentrat proteina sirutke je oblik sirutkinih proteina kojeg karakterizira najniža razina masti u usporedbi sa drugim dostupnim oblicima sirutke koji su našli svoju primjenu u prehrambenoj, ali i drugim industrijama. U prošlosti koncentrat proteina sadržavao je oko 30-40% proteina, a dobivao se različitim postupcima taloženja. Uz proteine, sadržavao je i značajnu koncentraciju laktoze, mliječne masti i denaturiranih proteina (Herceg i Režak 2006). Danas koncentrat proteina sirutke sadrži reduciranu količinu masti i laktoze, a najčešći udjel proteina kreće se u rasponu od 65 - 70% (Levin i sur. 2016.). Procesom ultrafiltracije dobiva se prah koji u suhoj tvari sadržava do 60% sirutkinih proteina. Za proizvodnju koncentrata većeg sadržaja proteina potrebno je provesti dijafiltraciju čime se dobiva koncentrat proteina sirutke s oko 80% proteina u suhoj tvari (tablica 2.3.). Naknadno koncentriranje je neisplativo ukoliko se koncentrat proteina sirutke koristi kao dodatak u proizvodnji određenog prehrambenog proizvoda.

Međutim, ovaj vrlo zahtjevan proces provodi se ukoliko se radi o krajnjim proizvodima visokog cjenovnog ranga u koje spadaju dijetetski dodaci, specijalni farmaceutski i kozmetički proizvodi (Marshall 1986., Bird 1996., Herceg i Režek 2006.).

Koncentrat proteina sirutke karakterizira blagi do blago mliječni okus, a obzirom da je bogat lizinom i aminokiselinama koje u svojoj strukturi sadrže sumpor može se koristiti kao dodatak prehrani koja se bazira na žitaricama (takvu prehranu karakterizira nedostatak lizina) (Siso, 1996., Khaire i Gogate 2019.).

Tablica 2. 3. Prosječni kemijski sastav komercijalnog koncentrata proteina sirutke (%)

Komponenta	Tip koncentrata proteina sirutke (KPS)			
	KPS-26	KPS-45	KPS-70	KPS-80
<b>Vlaga</b>	4,8	3,75	4,41	3,62
<b>Proteini</b>	25,11	43,46	71,16	80,60
<b>Laktoza</b>	53,64	42,76	14,37	4,45
<b>Pepeo</b>	15,03	5,58	3,36	4,16
<b>Mliječna mast</b>	1,42	4,45	6,70	7,17

Izvor: Dewani i Prem Prakash (2004.), Kumar i sur. (2018.)

### 2.1.2. Izolat proteina sirutke

Izolat proteina sirutke je prah kod kojeg u suhoj tvari zaostaje i više od 90% proteina, a većinom se dobiva postupkom ionske izmjene. Kao takav sadrži više proteina te manje udjele laktoze, mliječne masti i mineralnih komponenti u usporedbi s koncentratom sirutkinih proteina (tablica 2.4.). Proces proizvodnje izolata daleko je kompleksniji od onog za proizvodnju koncentrata. Sirovina iz koje se dobiva, sirutka, mora biti određene pH vrijednosti zbog postizanja željenog naboja proteinskih čestica. Njenim se prolaskom kroz ionski izmjenjivač izdvajaju proteinske komponente, a iz reaktora ispire deproteinizirana sirutka. Potom se podešava pH vrijednost radi provođenja desorpcije proteina koji zatim prolaze proces ultrafiltracije i naknadnog sušenja raspršivanjem nakon čega se dobiva proteinski prah (Herceg i Režek 2006.). Slično koncentratu proteina sirutke i izolat karakterizira blagi do blago mliječni okus.

Zbog povoljnog aminokiselinskog sastava ovaj pripravak pogodan je za konzumaciju u prehrani čiji je cilj smanjenje masnog tkiva, ali i kada je cilj izgradnja mišićne mase (Shankar i Bansal 2013., Khaire i Gogate 2019.).



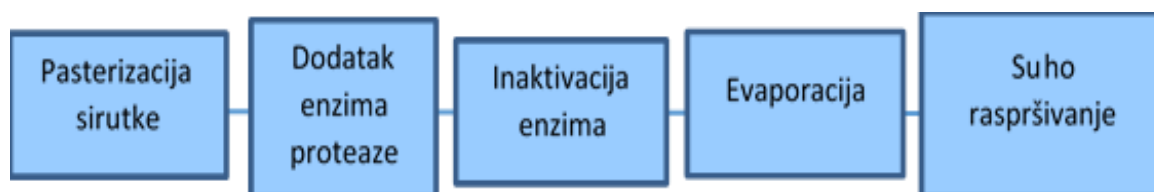
Tablica 2. 4. Usporedba koncentrata (KPS-80) i izolata proteina sirutke (IPS) u %

Komponenta	KPS-80	IPS
Vlaga	4,14-6,01	2,4-5,57
Proteini	72,0-76,6	88,6-92,7
Neproteinska dušična komponenta	0,93-4,56	0,29-0,34
Laktoza	2,13-5,75	0,42-0,46
Mliječna mast	3,30-7,38	0,39-0,67
Minerali	2,52-6,04	1,37-2,15

Izvor: Morr and Ha (1993), Kumar i sur. (2018.)

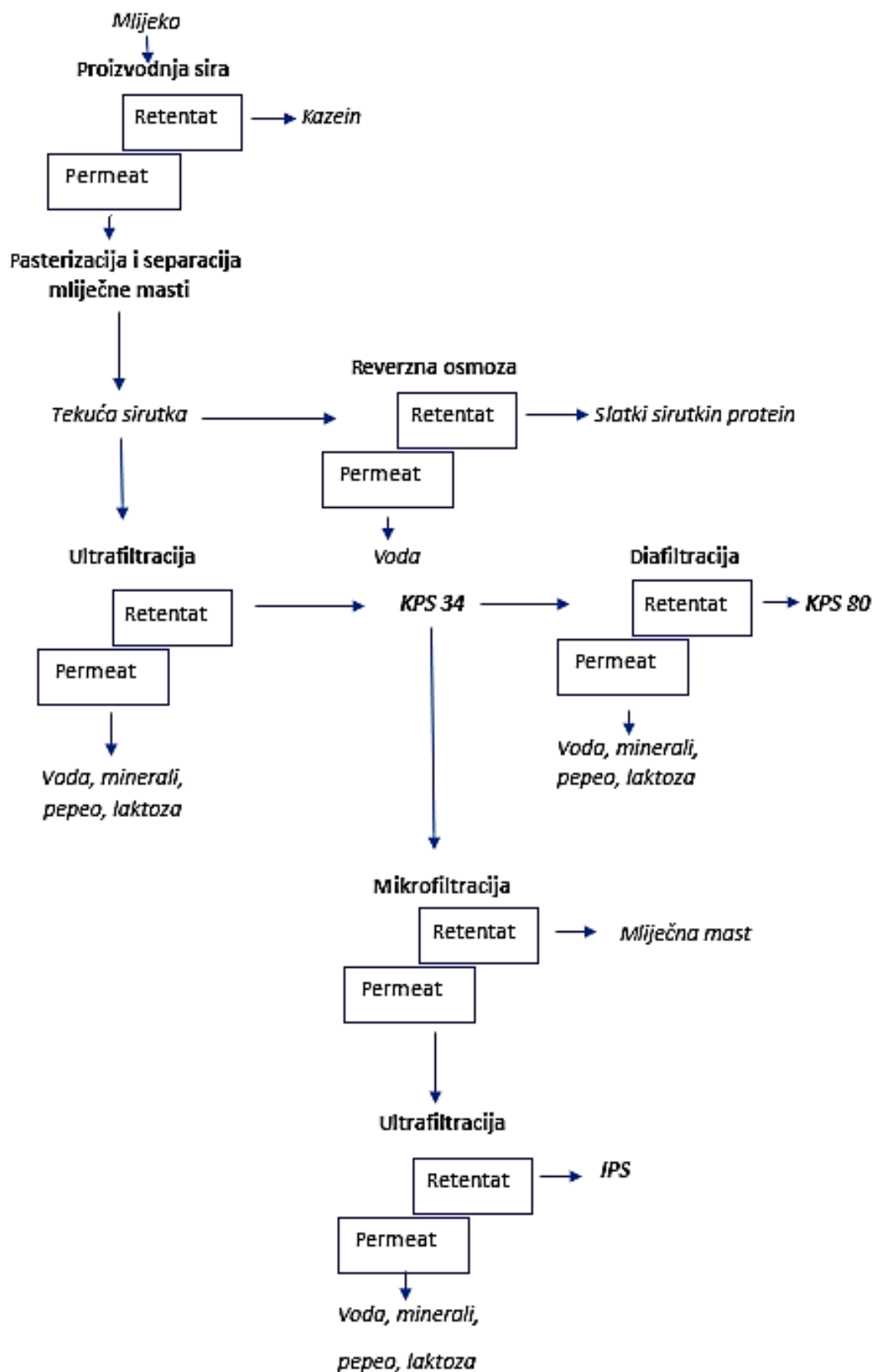
### 2.1.3. Hidrolizat proteina sirutke

Hidrolizat proteina sirutke je proteinski prah dobiven procesom hidrolize pri čemu se proteini djelovanjem proteolitičkih enzima razgrađuju na manje segmente zvane peptidi. Kao takav probavljiviji je za ljude koji ga konzumiraju te je smanjena mogućnost da izazove alergijsku reakciju (Geiser 2003., Khaire i Gogate 2019.). Hidrolizat u usporedbi sa koncentratom i izolatom proteina sirutke karakteriziraju bolja toplinska stabilnost, poboljšana probavljivost i apsorpcija, bolja svojstva emulgiranja i pjenjenja, i duži rok trajanja (Khan 2013.). Okus ovakvog proteinskog praha, zbog procesa hidrolize kroz koji prolaze proteini, može biti pomalo gorak. Zbog tehnologije, proizvodnja ove vrste sirutkinih proteina skuplja je u odnosu na koncentrat i izolat (slike 2.1. i 2.2.).



Slika 2. 1. Shematski prikaz procesa proizvodnje hidrolizata proteina sirutke

(Izvor: Chandrapala (2018.))



Slika 2. 2. Shematski prikaz postupka proizvodnje koncentrata proteina sirutke (KPS) i izolata proteina sirutke (IPS)

(Izvor: prilagođeno prema Hilton i Bansal (2019.))

### **3. Prehrana sportaša**

Zdrava i uravnotežena prehrana, često zanemarena, jedan je od najvažnijih čimbenika trenažnog procesa i postizanja sportskih rezultata. Ona, osim zadovoljenja osnovnih potreba organizma za nutrijentima, sportašima mora osigurati povoljni učinak na sportsku izvedbu te smanjiti mogućnost za pojavu iscrpljenosti organizma, ozljeda i bolesti. Za funkcioniranje ljudskog organizma potreban je redovit unos hranjivih tvari čija količina raste s povećanjem tjelesne aktivnosti. To znači da su energetske potrebe aktivnih sportaša veće u odnosu na potrebe umjereno aktivnih osoba i osoba koje prakticiraju sjedilački način života. Zbog toga, unesena hrana sportašu mora osigurati odgovarajući udio makro i mikronutrijenata (Jeukendrup i Gleeson 2019.).

Matijević i Čutić (2016.) navode kako većina sportaša kao i opća populacija imaju nedostatnu i neadekvatnu količinu znanja o pravilnoj prehrani. Nadalje, spominju kako je u znanstvenim istraživanjima koja se intenzivno provode od 2007. godine utvrđeno da postoji disbalans u omjeru unesene i potrošene energije, što je od iznimne važnosti za sportsku izvedbu i pravilno funkcioniranje organizma. Energetski disbalans, posebno je izražen kod ženskog spola i ima utjecaj na brojne faktore u organizmu poput menstrualnog ciklusa, metaboličke aktivnosti, imuniteta, sinteze proteina, te opće psihofizičko zdravlje. Kako bi sportaš postigao zadovoljavajuće rezultate preporuča se slijediti režim prehrane koji je sastavljen prema njegovim energetske potrebama.

#### **3. 1. Potrebe sportaša za energijom**

Postoje različiti oblici energije. Ona se, prema prvom Newtonovom zakonu termodinamike (Zakon o očuvanju energije), ne može stvoriti niti uništiti, već samo prelazi iz jednog oblika u drugi. Mjerne jedinice za energiju koje se koriste u svijetu prehrane, nutricionizma, su kJ (kilodžul) te kcal (kilokalorija) (Rawson i Volpe 2016.).

Iako tijelo ima neke rezerve energije, većinu energije potrebno je unijeti prehranom. Međunarodni olimpijski odbor (2012.) navodi kako energetske zahtjeve sportaša čini više komponenti. One obuhvaćaju osnovne metaboličke potrebe (energija potrebna za održavanje

stanične aktivnosti, regulaciju tjelesne temperature i imunološkog sustava), potrebe za rast i obavljanje tjelesne aktivnosti.

U određivanju energetske potrebe sportaša, uz svakodnevnu tjelesnu aktivnost koja je zastupljena kod opće populacije, ključnu ulogu imaju i intenzitet i trajanje treninga te njegova učestalost. Kako bi osoba postigla zadovoljavajuće rezultate (optimalne performanse i održavanje tjelesne mase konstantnom) ona mora biti u energetskej ravnoteži tj. unesena energija mora biti jednaka energetskej potrošnji.

Svi sportaši moraju unositi dovoljno energije kako bi pokrili potrebe svakodnevnog života, potrebe energije sporta kojim se bave te potrebe energije za izgradnju i oporavak mišićnog tkiva. Koliko će energije pojedinac unositi ovisi o cilju koji želi postići. Ukoliko osoba ima za cilj povećati tjelesnu masu tada će njen dnevni unos energije biti veći od količine potrošene energije (energetski suficit), suprotno, ukoliko želi reducirati tjelesnu masu mora biti u energetskej defecitu, tj. unositi manje energije nego što troši. Tri su glavne komponente koje obuhvaća ukupna potrošnja energije:

- bazalni metabolizam
- termički učinak hrane
- termički učinak aktivnosti

Bazalni metabolizam predstavlja količinu energije koja se troši u stanju mirovanja. To je minimalna količina energije koja je potrebna za obavljane osnovnih životnih funkcija. Od ukupne utrošene energije na bazalni metabolizam otpada oko 60 - 75%. Udio bazalnog metabolizma najviše ovisi o dobi i spolu osobe.

Termički učinak hrane je količina energije potrebna za razgradnju namirnica koje se unesu tijekom dana, a obuhvaća probavu, apsorpciju, metabolizam i skladištenje. U ukupnoj potrošenoj energiji termički učinak hrane čini od 6 - 10%. Njegov udio razlikuje se između osoba te količini hrane konzumirane u obroku, vrsti hrane i sastavu makronutrijenata.

Termički učinak aktivnosti najvarijabilnija je komponenta ukupne potrošene energije. Njegov udio čini od 10 - 30%, a uključuje energiju za planiranu tjelesnu aktivnost (trening), ali i sve aktivnosti tijekom dana koje nisu vježbanje. Planirana tjelesna aktivnost dio je termičkog učinka aktivnosti koji se najviše mijenja, a ovisi o trajanju, intenzitetu i frekvenciji ponavljanja te spolu i hrani koja je konzumirana prije treninga (Ravussin i sur. 1986., Ravussin i Bogardus 1989., 2000., Westerterp i sur. 1999., Manore i Thompson 2015.).

## 3. 2. Makronutrijenti

Makronutrijenti su osnovna grupa hranjivih tvari u koju se ubrajaju ugljikohidrati, proteini i masti. Sportaši ih unose kako bi održali i unaprijedili svoje performanse, izbjegli iscrpljenost organizma i pojavu ozljeda, održali funkciju imunološkog sustava te spriječili pretreniranost i postigli ciljeve. Konzumacijom makronutrijenata tijelo dobiva potrebnu energiju za održavanje osnovnih funkcija te zadovoljenje dodatnih energetske potreba prouzrokovanih povećanom tjelesnom aktivnosti (tablica 3.1.).

Tablica 3.1. Dnevne potrebe opće populacije za makronutrijentima

Makronutrijent	Dnevna potrebna količina
Ugljikohidrati	45 – 65 %*
Masti	20 – 35 %*
Proteini	10 – 35 %*

\* % koji osigurava pojedini makronutrijent od ukupno potrebne dnevne energije

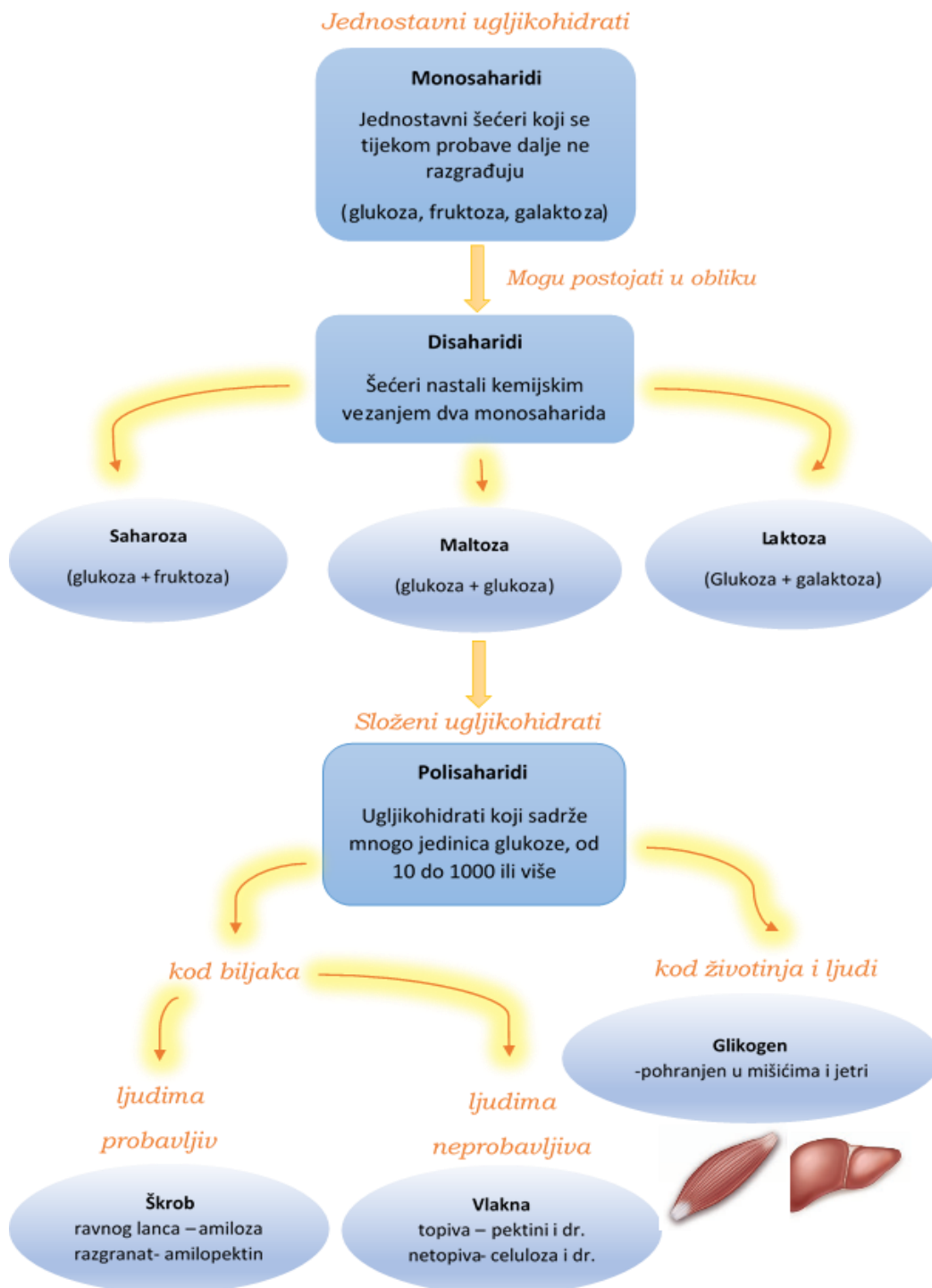
Izvor: Bender i Krstev (2008.), Alibabić i Mujić (2016).

### 3. 2. 1. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su makromolekule građene od atoma ugljika, vodika i kisika. Obzirom da su važno gorivo tijekom vježbanja s pravom su dobili veliku pozornost u prehrani sportaša. Ove makromolekule igraju veliku ulogu u samom izvođenju i prilagodbi pojedinca na trenažni proces (Spriet 2014., Academy of Nutrition and Dietetics 2016.).

Prema strukturi ugljikohidrati se dijele na jednostavne (monosaharidi i disaharidi) i složene (polisaharidi) što prikazuje slika 3.1. Njihova važnost, prvenstveno je u opskrbi tijela energijom, međutim to nije njihova jedina uloga. Primjerice, glavna uloga dijetalnih vlakana je prevencija od pojave mnogih bolesti te potpomaganja probavnog sustava. Također, neki ugljikohidrati izgrađuju stanice tj. imaju strukturnu ulogu kao npr. glikozaminoglikan koji se nalazi u vezivnom tkivu.

Kako bi čovjek bio u mogućnosti dobiti energiju iz unesene namirnice u tijelu su uspostavljeni mnogobrojni putevi razgradnje složenijih spojeva ugljikohidrata na molekule potrebne organizmu (u većini slučajeva na glukozu). Ti putevi također su međusobno povezani i s putevima razgradnje masnih kiselina i aminokiselina (Medeiros i Wildman 2019.).



Slika 3. 1. Podjela ugljikohidrata

(Izvor: prilagođeno prema Smith i sur. (2019.)

Tri su značajnija izvora ugljikohidrata u ljudskoj prehrani: saharoza, laktoza te različite vrste škroba. Oko 80 % produkta razgradnje ugljikohidrata čini glukoza, a svega 10 % otpada na fruktozu i galaktozu koje se nakon apsorbiranja u krvotok prevode u glukoza, najosnovniji izvor energije za sve stanice ljudskog tijela (Matijević i Čutić 2016.). Ugljikohidratima bogate namirnice su kruh, tjestenina, krumpir, riža, mliječni proizvodi te voće i povrće (slika 3.2.).



*Slika 3. 2. Namirnice bogate ugljikohidratima*

*(Izvor: <http://sretna.story.hr/>)*

Koje ugljikohidrate i koliku količinu konzumirati pitaju se svi bilo sportaši koji moraju unijeti povećanu količinu energije, bilo osobe koje za cilj imaju izgubiti tjelesnu masu ili su zbog zdravstvenih problema primorani kontrolirati razinu šećera u krvi. Šatalić i sur. (2016.) navode da za zadovoljenje količine glukoze koju potroši mozak minimalni dnevni unos ugljikohidrata iznosi 130 g. Ukoliko bi taj unos bio niži, tada bi mozak crpio energiju iz keto tijela. Nadalje navode kako se za energetske gustoću ugljikohidrata uzima vrijednost od 4 kcal/g, ali da stvarni unos energije može varirati od 0 kcal/g (neke vrste prehrambenih vlakana) do 4,2 kcal/g (lako probavljivi škrob).

#### **3.2.1.1. Dnevni unos ugljikohidrata**

Dnevni unos ugljikohidrata opće populacije trebao bi iznositi oko 45 - 65% dnevnog energetskeg unosa. Ova vrijednost kod tjelesno aktivnih osoba (sportaša) izražava se u g/kg tjelesne mase. Dunford i Doyle (2015.) navode kako preporučene dnevne potrebe sportaša za ugljikohidratima iznose 3 - 12 g/kg, a najviše ovise o sportu kojim se osoba bavi. Navedeno

smatraju ispravnim samo ukoliko se ta količina uklapa u ukupan dnevni unos energij (tablica 3.2.).

Da bi sportaš postigao optimalne tjelesne performanse svoje potrebe za ugljikohidratima mora zadovoljavati prije, tijekom i nakon treninga. Ugljikohidrati uneseni obrokom prije treninga, optimalno 1 do 4 sata prije, dovode do punjenja rezervi mišićnog glikogena (u slučaju da navedeno nije zadovoljeno nakon posljednje tjelesne aktivnosti) te obnove glikogena u jetri. Nadalje, unosom ugljikohidrata prevenira se glad pri čemu treba voditi računa o pojavi eventualnih gastrointestinalnih smetnji. Prije treninga, preporuča se unositi onoliko grama ugljikohidrata po kilogramu tjelesne mase koliko se sati prije konzumira obrok. Primjerice, osobi koja će obrok konzumirati 3 sata prije treninga preporuča se unijeti 3 g/kg tjelesne mase. Unos ugljikohidrata tijekom tjelesne aktivnosti jedino se preporuča u slučaju treninga visokog intenziteta te trajanja dužeg od 1 h (biciklizam, nogomet, triatlon, maraton). Navedeno je važno kako bi se spriječilo pražnjenje glikogena i odgodio umor. U tom slučaju, sportaši najčešće konzumiraju sportska pića s visokim udjelom ugljikohidrata, ali ih mogu unijeti i hranom (npr. banana). Svim ostalim osobama, rekreativcima, tijekom treninga preporuča se jedino unos vode (Šatalić i sur. 2016.). Poslije dugih te intenzivnih treninga i natjecanja znatno su smanjene i iscrpljene zalihe glikogene u jetri i mišićima. Čekanje na unos ugljikohidrata do 2 sata nakon treninga već značajno smanjuje brzinu ponovne sinteze mišićnog glikogena. Stoga, kako bi se obnovile zalihe glikogena, obrok je najbolje konzumirati što je prije moguće po završetku treninga ili natjecanja (Dunford i Doyle 2015.).

*Tablica 3. 2. Dnevne potrebe sportaša za ugljikohidratima ovisno o količini aktivnosti*

<b>Aktivnost</b>	<b>Unos ugljikohidrata</b>
Nizak intenzitet / vrlo lagana aktivnost	3 - 5 g/kg
Umjereni intenzitet, 1 sat dnevno	5 - 7 g/kg
Umjerenog do visokog intenziteta / trajanja; oko 1-3 sata dnevno	6 - 10 g/kg
Visok intenzitet / trajanje; 4-5 sati dnevno	8 - 12 g/kg

*Izvor: Sumbal M. (2018.)*



### **3. 2. 2. Proteini**

Proteini su makromolekule građene od niza aminokiselina koje su međusobno povezane peptidnim vezama. Višestruka je njihova uloga u ljudskom organizmu. Osim izgradnje mišića imaju ulogu enzima, hormona, transportnih molekula, imunoproteina tj. antitijela, služe kao izvor energije te su odgovorni za održavanje kiselo-bazične ravnoteže u tijelu. Sastavne jedinice proteina, aminokiseline, dijele se na esencijalne (potrebno ih je hranom unijeti u organizam), uvjetno esencijalne i neesencijalne. Devet je esencijalnih aminokiselina: leucin, izoleucin, lizin, valin, metionin, histidin, treonin, triptofan i fenilalanin. Uvjetno esencijalne aminokiseline su tirozin, cistein, glutamin, arginin, glicin i prolin. Uvjetno esencijalne aminokiseline su zapravo one do čijeg manjka u organizmu može doći uslijed nedostatka prekursora za njihovu sintezu (esencijalnih aminokiselina) te kod nekih fizioloških i patoloških stanja (Šatalić i sur. 2016.).

Proteini se dijele prema funkciji koju vrše u tijelu, izgledu te s obzirom na porijeklo i kvalitetu. S obzirom na funkciju postoje strukturni proteini (izgrađuju stanice i tkiva), proteini plazme i bioloških tekućina (sastavni dio krvi i mlijeka), proteini s biološkom aktivnostima (hormoni, enzimi i nositelji informacije) te alimentarni proteini (proteini ljudske i životinjske hrane). Prema izgledu proteini se dijele na fibrilarne i globularne. S obzirom na porijeklo postoje proteini biljnog (orašasti plodovi, povrće, mahunarke, sjemenke te žitarice) i životinjskog porijekla (meso, riba, jaja i mliječni proizvodi) (Alibabić i Mujić 2016.). Nadalje, ovisno o kvaliteti, proteini se mogu podijeliti na cjelovite i nekompletne proteine. Kompletni proteini sadržani su u namirnicama životinjskog porijekla. Oni u svojoj strukturi sadrže sve esencijalne aminokiseline u količinama potrebnim za obavljanje svakodnevnih tjelesnih funkcija. Neekompletni proteini su proteini kojima u strukturi nedostaje jedna ili više esencijalnih aminokiselina. Takvi proteini biljnog su porijekla (Sumbal 2018.).

#### **3.2.2.1. Dnevni unos proteina**

Nekoliko je različitih čimbenika koji mogu utjecati na dnevne potrebe pojedinca za proteinima. Svakako su to količina tjelesne aktivnosti, naročito tjelesna aktivnost usmjerena na izdržljivost i snagu, neka zdravstvena stanja poput tjelesnih opekline, raka i bolesti bubrega, ali i samo ograničavanje energetske unosa radi poticanja gubitka kilograma (Sumbal 2018.).

U službenom glasilu Hrvatskog zavoda za toksikologiju i antidoping (2017.) navode kako dnevne potrebe za proteinima kod opće populacije iznose oko 0,8 g/kg tjelesne mase, a povećanjem tjelesnih aktivnosti povećava se dnevna potreba za energijom pa tako i za ovim nutrijentom. Tako se osobama koje se bave sportom, kod kojeg je ključna izdržljivost, preporuča dnevni unos u količini od 1,2 - 1,4 g/kg. Kod sportova snage osoba mora unositi 1,7 - 1,8 g/kg za postizanje željenih rezultata. Nadalje, kako osoba na redukcijskim dijetama ne bi počela gubiti mišićnu masu preporuča joj se povećanje unosa proteina za 0,3 - 0,4 g/kg tjelesne mase.

### **3. 2. 3. Masti**

Lipidi (masti i ulja) su organske tvari netopive u vodi, ali topive u organskim otapalima. Tri glavna prehrambena lipida, koja u ljudskom tijelu imaju neku od glavnih uloga, su triacilgliceroli, fosfolipidi te kolesterol. Triacilgliceroli su esteri triju masnih kiselina i alkohola glicerola. Masne kiseline su lančane molekule međusobno povezanih atoma ugljika, vodika i kisika koje se dijele prema dužini lanca na kratkolančane i dugolančane, te prema stupnju zasićenosti na zasićene i nezasićene (Williams i sur. 2016.).

Masti su, uz ugljikohidrate, najvažniji izvor energije te izvor vitamina topljivih u mastima: A, D, E i K. Energetska gustoća jednog grama masti je 9 kcal što je dva puta više od energije koju pruža jedan gram ugljikohidrata ili proteina. Mnogobrojne su uloge masti u organizmu. Gradivni su elementi staničnih membrana te membrane jezgre i drugih organela kod kojih imaju zaštitnu ulogu. Uz to što štite stanicu od virusnih i bakterijskih infekcija one sudjeluju u mnogim biološkim procesima poput sinteze ugljikohidrata, bjelančevina, hormona i vitamina D te imaju signalizacijsku ulogu. U tijelu, masnoća se nakuplja oko unutarnjih organa čime ih štiti od mehaničkog šoka i pruža im potporu dok masnoća nakupljena ispod kože štiti tijelo od vanjskih temperatura i čuva njegovu toplinu (Alibabić i Mujić 2016.).

Prema porijeklu mast se dijeli na biljnu i životinjsku. Glavna razlika između njih su agregatno stanje u kojem se nalaze pri sobnoj temperaturi te udio zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Masti životinjskog porijekla u svom sastavu imaju više zasićenih masnih kiselina (kruto agregatno stanje) u odnosu na biljno porijeklo kod kojeg su u većem postotku zastupljene nezasićene masne kiseline, pa su to ulja koja su tekuća pri sobnoj temperaturi (Alibabić i Mujić 2016.).

Nema bitne razlike između potrebe sportaša i nesportaša za ovim makronutrijentom. Smatra se kako bi dnevni unos masti u ukupno unesenoj energiji trebao biti zastupljen sa 20 - 35%. Zbog prethodno navedenih uloga masti u ljudskom organizmu nikako se ne preporuča unos masti manji od 15 - 20% ukupne energije. Dvije su esencijalne masne kiseline koje je potrebno unijeti putem hrane. Prva je alfa-linolenska, među ljudima poznatija kao omega-3-masna kiselina, čiji su izvor riba, orašasti plodovi i chia sjemenke. Druga esencijalna masna kiselina je linolna, poznatija kao omega-6-masna kiselina. Izvori ove masne kiseline su žitarice, biljna ulja, margarin te brza i prerađena hrana (Thomas i sur. 2016., Piedade i sur. 2019.).

### **3. 3. Mikronutrijenti**

Mikronutrijenti su grupa hranjivih tvari koja obuhvaća vitamine i minerale. Njihov unos moguć je dobro uravnoteženom prehranom u kojoj je zastupljeno svježe voće i povrće. S obzirom da nisu energijom bogate namirnice njihova konzumacija neće utjecati na dobitak kilograma.

#### **3. 3. 1. Vitamini**

Vitamini su esencijalni organski spojevi koje ljudski i životinjski organizam zahtijeva u malim količinama (najčešće miligramima) kako bi mogao pravilno funkcionirati (slika 3.3.). Vitamini u organizmu imaju brojne uloge: biološki su katalizatori kemijskih reakcija izmjene tvari, utječu na rast i razvoj organizma, ponekad su sastavni dio enzima, točnije koenzima, podržavaju imunost, sudjeluju u sintezi enzima i staničnih tkiva i drugo (Alibabić i Mujić 2016.). Općenito je stav ljudi da unos vitamina preko njihovih potreba pruža dodatnu energiju, zaštitu od bolesti i produljuje mladost. Čini se da se vode tim da ako je malo dobro, više mora biti još bolje, što dakako nije istina. Naprotiv, suvišak vitamina u tijelu, kao i bilo kojeg drugog nutrijenta, može narušiti zdravstveno stanje konzumenta. Svim ljudima neophodni su isti vitamini ali u različitim količinama. Ona najviše ovisi o dobi, spolu te zdravstvenom stanju (Smith i sur. 2019.). S obzirom da ih ljudsko tijelo nije u mogućnosti sintetizirati, vitamine je potrebno unositi hranom.



*Slika 3. 3. Vitamini pridonose brojnim funkcijama u tijelu*

*(Izvor: Smith i sur. (2019.))*

Međutim, postoje iznimke kada ljudski organizam može sintetizirati neki vitamin, ali u tom slučaju u organizmu mora postojati provitamin tj. prekursor za njegovu sintezu koji se unosi hranom.

Npr. beta karoten je prekursor za sintezu vitamina A, dok boravkom na suncu i izloženošću kože ljudskog tijela ultraljubičastim zrakama iz 7-dehidrokolesterola nastaje vitamin D<sub>3</sub>. Vitamin B<sub>3</sub> sintetizira se iz aminokiseline triptofan, a pomoću bakterija crijevnog trakta u određenoj mjeri nastaju kolin (esencijalni spoj strukturno vrlo sličan vitaminima B skupine) i vitamin K. Prema svojoj topljivosti vitamini se dijele u dvije osnovne grupe, one topljive u vodi i vitamine topljive u mastima. Vitamini topljivi u vodi obuhvaćaju vitamine B skupine te vitamin C, dok se u skupinu vitamina topljivih u mastima ubrajaju vitamini A, D, E i K ([www.enciklopedija.hr](http://www.enciklopedija.hr)).

Tjelesnom aktivnošću potrebe za pojedinim vitaminima rastu. Do toga dolazi zbog povećane metaboličke aktivnosti kao posljedice većeg unosa ugljikohidrata, proteina i masti, ali i veće količine slobodnih radikala koji nastaju uslijed bržeg metabolizma kao posljedice fizičke aktivnosti i dovođenja tijela u stanje stresa. Ukoliko pojedinac putem hrane ne uspijeva unijeti potrebnu količinu pojedinog vitamina može posegnuti za nekim od vitaminskih dodataka prehrani (Matijević i Čutić 2016.).

### 3. 3. 2. Minerali

Minerali su anorganske molekule koje imaju važnu ulogu u prehrani i zdravlju svih ljudi. Temeljem količine u kojoj se nalaze u organizmu minerali se svrstavaju u dvije skupine: mikro i makromineralne. Za pravilno funkcioniranje organizma potrebo je 7 makrominerala, a njihova količina u organizmu osobe teške 60 kilograma iznosi oko 5 g. U makromineralne ubrajaju se kalcij, fosfor, magnezij, natrij, klorid, kalij i sumpor. Mikrominerali (minerali u tragovima) u tijelu su zastupljeni u razmjerno manjim količinama. Ova skupina obuhvaća željezo, cink, bakar, fluor, jod, krom, selen, mangan, molibden, kobalt, silicij, bor, nikel i vanadij (slika 3.4.). Nadalje, oni se klasificiraju prema funkciji koju vrše u tijelu. Minerali neophodni za izgradnju i dobro zdravstveno stanje kostiju su kalcij, fosfor, magnezij i fluorid. Natrij, kalij i klorid djeluju kao elektroliti i odgovorni su za održavanje ravnoteže tjelesne tekućine. Mnogi enzimi u svojoj strukturi sadrže minerale poput cinka, selena i bakra, dok su neki minerali važni za pravilno funkcioniranje imunološkog sustava. Iako se potrebne količine pojedinog minerala razlikuju, svaki od njih je važan za pravilno fiziološko funkcioniranje (Dunford i Doyle 2019.).



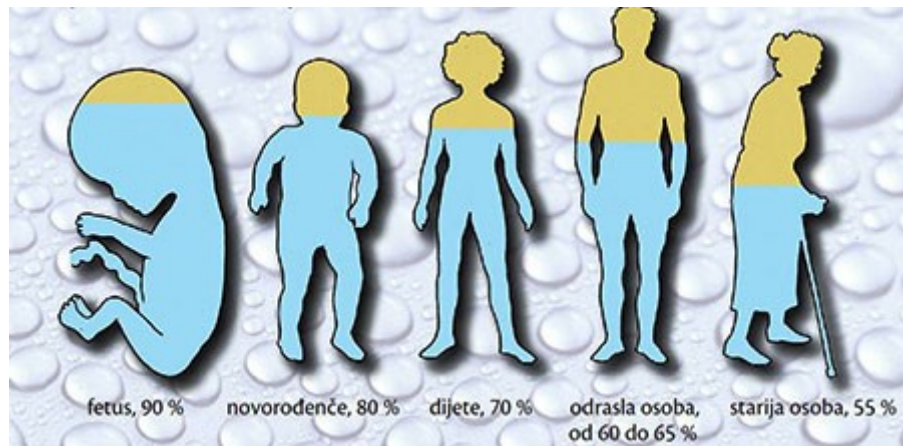
Slika 3. 4. Izvori minerala u obliku hrane i dijetetskih dodataka

(Izvor: <https://webdr.ba/index.php/2019/05/11/koliko-su-nam-minerali-potrebni-u-prehrani/>  
<https://hr.vision1cyclings.com/obrazovanie/89778-mineralnye-veschestva-opredelenie-znachenie.html>)

### 3. 4. Voda

Bez obzira što voda nema kalorijsku vrijednost, ona je najvažnija hranjiva tvar koju svakodnevno zahtijeva ljudsko tijelo. Ona je sastavni dio krvi, mozga, srca, pluća, kosti, ali i svih drugih organa. Njen udio u ljudskom tijelu varira.

Kod novorođenčadi iznosi oko 75% tjelesne mase, dok je kod odrasle osobe nešto niži, 50 - 65%. Udio vode obrnuto je proporcionalan udjelu masnoće, stoga je njen sadržaj kod žena niži u odnosu na muškarce (slika 3.5.).



Slika 3. 5. Udjeli vode u ljudskom organizmu tijekom različitih životnih dobi

(Izvor: <https://www.skolskiportal.hr/sadrzaj/iz-skolskog-svijeta/stize-ljeto-hidratirajte-se/>)

Tijekom sportske aktivnosti voda u organizmu:

- uklanja otpadne metaboličke tvari mišića u obliku mokraćne (npr. ugljikov dioksid i mliječnu kiselinu)
- uz pomoć krvi opskrbljuje mišiće glukozom, kisikom i masnim kiselinama
- regulira tjelesnu temperaturu apsorpiranjem topline mišića i u obliku znoja izlazi na površinu tijela.

U vodi se odvijaju sve biokemijske reakcije, a pomaže u probavi hrane pomoću slin i želučanih izlučevina, njeguje mozak i leđnu moždinu. Iako je velik udio vode u tijelu, potrebno ju je konzumirati na dnevnoj bazi jer svakodnevno ljudsko tijelo putem mokrenja, znojenja, disanja i stolice gubi oko 2 - 3 litre (Sumbal 2018.).

Prilikom tjelesne aktivnosti, vježbanja i bavljenja sportom dolazi do dodatnog fiziološkog stresa zbog kojeg je važan dovoljan unos tekućine. Nedostatan unos, kao i njezina pretjerana potrošnja, štetit će zdravlju i performansama aktivne osobe. Nakon fizičke aktivnosti postoje neki od pokazatelja koji mogu pomoći ukoliko osoba nije sigurna je li je unijela u organizam dovoljnu količinu tekućine primjerice boja urina, tjelesna masa, prisutnost žeđi (Donford i

Doyle 2019.). Gubitak vode, najčešće znojem ili dijarejom, uzrokuje dehidriranost koja, ukoliko traje nekoliko dana može dovesti do smrti. Tako Jeukendrup i Gleeson (2019.) navode da gubitak od oko 3% vode od ukupne tjelesne mase rezultira smanjenjem performansi, dok veći gubitci (oko 5%) mogu dovesti do dezorijentacije, i postati opasni po život (10%).

Status hidratacije tijela određuje se omjerom unosa i gubitka vode koji mora biti u ravnoteži. Oko 80% ukupne vode osigurava se napitcima, 20% hranom i metaboličkom vodom (nastaje u organizmu kao rezultat razgradnje hrane). Kod tjelesne aktivnosti u slučaju manjka vode dolazi do povišenja tjelesne temperature, ubrzanja rada srca i povećanog osjećaja napora (Šatalić i sur. 2016.).

Sportaši bi tekućinu trebali unositi prije, za vrijeme i nakon tjelesne aktivnosti. Preporučeni unos vode 1-2 sata prije aktivnosti je oko 600 mL te 300-450 mL 15 minuta prije aktivnosti. Za vrijeme treninga potrebno je nadoknađivati tekućinu pijući 90-180 mL u intervalima od 10-20 minuta. Najbolji način kako bi osoba bila sigurna da je unijela dovoljno tekućine je vaganje neposredno prije i nakon treninga pri čemu će za svakih 500 g izgubljenih na masi trebat unijeti 500 mL tekućine (Vurdelja 2016.).



## 4. Proteini sirutke kao dijetetski dodatak u prehrani sportaša

### 4. 1. Dodaci u prehrani sportaša

Sportaši svoje potrebe za određenim makro i mikronutrijentima trebaju zadovoljiti putem pravilno izbalansirane prehrane. Ukoliko to nije moguće sportaši mogu posegnuti za nekim od dijetetskih dodataka. Pretpostavlja se da čak 90 % svih sportaša u svijetu konzumira dodatke prehrani, a kao najčešći razlog tome navode njihovu laku dostupnost (Huang i sur. 2006., Denham 2011., Guannopoulou 2013., Vasconcelos i sur. 2020.).

Danas na tržištu postoji mnoštvo proizvoda koji su namijenjeni poboljšanju sportskih performansi (Burke 2019.). Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) dijetetske dodatke definira kao koncentrirane izvore hranjivih sastojaka, najčešće vitamina i minerala, ali i nekih drugih tvari s hranjivim ili fiziološkim učinkom koji se konzumiraju u dozama (www.efsa.europa.eu). Na tržištu se najčešće nalaze u obliku tableta, kapsula, tekućina poznatog volumena i prašcima. Dostupni dodaci dijele se u tri osnovne kategorije: medicinski dodaci, sportska hrana te dodaci performansama koji izravno povećavaju sposobnost vježbanja ili pružaju neizravne koristi. Hrana za sportaše obuhvaća specijalizirane proizvode koji se koriste za unošenje jednog ili kombinacije hranjivih sastojaka svakodnevno potrebnih tijelu kada ih je nepraktično konzumirati putem hrane. U ovu kategoriju dodataka ubrajaju se sportska pića, sportski gelovi, dodaci elektrolita, mješavine makronutrijenata u formi pločica, tekućih obroka i praha te proteinski prahovi (najčešće proteini sirutke) (slika 3.5.).



Slika 3. 5. Primjeri dodataka sportske hrane

(Izvor: <https://polleosport.hr/>)

Medicinski dodaci obuhvaćaju vitamine, minerale i probiotike, a koriste se za sprječavanje ili liječenje nekih kliničkih stanja. Treća kategorija obuhvaća dodatke prehrani koji podržavaju ili poboljšavaju sportske performanse. Najčešće konzumirani dodaci su kreatin, kofein,  $\beta$ -alanin, glicerol, natrijev bikarbonat, i drugi (<https://www.ais.gov.au/>).

## 4. 2. Proteinski dijetetski dodaci

Proteinski dijetetski dodaci danas su jedan od najčešće konzumiranih dodataka u prehrani sportaša. U prošlosti te su dodatke najčešće koristili sportaši koji treniraju bodybuilding, ali i drugi koji su se bavili fizički zahtjevnim aktivnostima. Međutim, danas su proteinski dodaci, osim kod sportaša, postali uobičajeni prehrambeni dodatak i kod posjetitelja teretana te osoba koje prakticiraju aktivan način života (Salam i Salam, 2018.).

Današnje doba, „doba interneta“ omogućilo je dostupnost informacija širokim masama pa tako ljudi do mnogih informacija mogu doći za samo par klikova. S obzirom da se svakodnevno objavljuju novi internetski članci o dobrobiti konzumacije ovih proteinskih dodataka, mnogi na temelju pročitane kreću s njihovom konzumacijom, bez prethodne konzultacije sa stručnim osobama, ne razmišljajući o mogućim štetnim utjecajima korištenja ovog dijetetskog dodatka.

Na tržištu proteinskih dodataka bilježi se značajan porast. Smatra se da ovom rastu nisu najviše pridonijeli sportaši od kojih njih tek nešto više od 40 % prijavljuje uporabu proteinskih dodataka (Garthe i Maughan 2018.), već je porast potrošnje izazvan sve većom konzumacijom rekreativaca i „korisnika životnog stila“. Pod korisnicima životnog stila podrazumijevaju se osobe koje tjedno imaju manje od jednog treninga ili uopće ne treniraju, ali u svojoj prehrani koriste dodatke namijenjene sportašima (Karlund i sur. 2019.).

Cilj konzumacije proteinskih dodataka je poboljšanje unosa hranjivih sastojaka u prehrani sportaša, performansi sportaša te rast mišićne mase. Povišene fiziološke potrebe sportaša za proteinima javljaju se kod čestih, intenzivnih i duljih vježbanja radi održavanja odgovarajuće sinteze proteina, imunološke funkcije te proizvodnje energije. S obzirom da potrebe za proteinima rastu zajedno s povećanjem vremena i intenziteta treninga, stoga ih je potrebno unositi prije i nakon sportske izvedbe, ali i tijekom dana. To je važno kako bi se osigurala učinkovita opskrba esencijalnim i prijeko potrebnim aminokiselinama (Thomas i sur. 2016.; Karlund i sur. 2019.). Danas se na tržištu mogu pronaći proteinski dodaci usmjereni na točno

određeni cilj koji se postiže njihovom konzumacijom. Primjerice, dodatak s aminokiselinama razgranatog lanca, poznatiji pod nazivom „BCAA“ u svom sastavu sadrži esencijalne aminokiseline valin, leucin i izoleucin. Sportaši ovaj dodatak koriste kako bi poboljšali svoju izvedbu tijekom treninga te smanjili bolnost mišića prouzročenu treningom visokog intenziteta (Clark i sur. 2016.).

Jedan od razloga popularnosti proteinskih dodataka kod šire populacije posebno one s prekomjernom tjelesnom masom je taj što je prehrana bogata proteinima povezana s učinkovitim gubitkom kilograma te smanjenim čimbenicima rizika od nastanka metaboličkih bolesti i pojave pretilosti (Steinert i sur. 2015.).

Danas se za proizvodnju proteinskih prahova koriste različite sirovine (slika 3.6.). Proteini se izoliraju iz namirnica biljnog i životinjskog porijekla, a na tržištu se mogu naći proteini soje, smeđe riže, graška, konoplje i njihove mješavine te proteini mlijeka (kazein i proteini sirutke) te proteini izolirani iz bjelanjka jajeta (<https://www.healthline.com/nutrition/best-protein-powder>).



*Slika 3. 6. Proteinski prahovi različitog porijekla*

(Izvor: <https://proteone.hr/>)

#### **4. 3. Proteini sirutke kao dodatak prehrani sportaša**

Proteini sirutke smatraju se najčešće korištenim proteinskim dodatkom u prehrani sportaša i osoba koje se bave nekom tjelesnom aktivnošću.

Oni igraju važnu ulogu u sintezi proteina, povećanju čiste mišićne mase te metabolizma ugljikohidrata koji su osnovni izvor energije za vrijeme treninga. Posljedično tome dolazi do poboljšanja sportskih performansi (Borsheim i sur. 2002., Yoshizawa 2004., Pasiakos i sur. 2015., Vasconcelos i sur. 2020.). Proteine sirutke karakterizira visok udio esencijalnih aminokiselina te su bogat izvor aminokiselina razgranatog lanca (BCAA), naročito leucina (Biwer i sur. 2003., Delecluse i sur. 2003., Cribb i sur. 2007., Zahabi i sur. 2020.).

Osobe koje se rekreativno bave sportom ove dodatke u većini slučajeva koriste prema uputama koje dobiju od prodavača ili putem web stranica pri čemu zanemaruju moguće posljedice do kojih može dovesti njihova neadekvatna konzumacija (Walter 2001., Allen i Haskell 2002; Laure i Binsinger 2005., Vasconcelos i sur. 2020.).

Do danas su provedena mnoga istraživanja na temu dobrobiti konzumacije ovog dijetetskog dodatka. Tako su Huang i suradnici (2017.) proveli istraživanje o utjecaju konzumacije sirutkinih proteina na smanjenje povreda i poboljšanje tjelesnih performansi kod profesionalnih trkača maratona. U istraživanju je sudjelovalo 12 muških trkača koji su tijekom 5 tjedana dnevno konzumirali 33,5 g proteina sirutke i maltodekstrin (placebo) s jednakom energetsom vrijednošću (130,5 kcal). Napitak od proteina odnosno maltodekstrin unosili su u roku od 30 minuta nakon treninga, a testirani su prije i nakon treninga te tjedan dana po završetku istraživanja. Rezultati istraživanja pokazuju da proteini sirutke mogu igrati ulogu fiziološke zaštite i poboljšanja performansi u različitim vrstama aerobnih vježbi. Naime rezultati završnog testiranja pokazuju porast ukupne tjelesne mase skupine koja je konzumirala proteine sirutke sa  $63,2 \pm 3$  kg na  $67,4 \pm 3$  kg, uz smanjenje tjelesne masnoće koja je na početku iznosila  $11,5 \pm 2,5\%$  na  $9,9 \pm 1,8\%$ . Mišićna masa skupine sportaša koja je konzumirala proteine sirutke porasla je sa  $32,1 \pm 1,6$  kg na  $34,7 \pm 1$  kg dok se kod placebo skupine smanjila sa  $31,0 \pm 2,3$  kg na  $30,3 \pm 3$  kg. Bergia i sur. (2018.) uočili su da se većina istraživanja odnosi na muškarce. Stoga su proveli meta analizu utjecaja konzumacije proteina u kombinaciji sa ili bez smanjenja energetske unosa i treninga s otporom na promjenu tjelesne mase, nemasne tjelesne mase i masne tjelesne mase u žena. Na temelju provedene analize utvrdili su da dodatak proteina sirutke poboljšava tjelesnu kompoziciju odraslih žena sa blagim utjecajem na povećanje nemasne tjelesne mase, ali bez utjecaja na masnu tjelesnu masu. Nadalje, povećanje nemasne tjelesne mase izraženije je u kombinaciji s treningom s otporom.

Konzumacija proteina sirutke kao dodatka prehrani ima pozitivan učinak i na osobe starije životne dobi. Finger i sur. (2014.) proveli su analizu devet istraživanja (ukupno 462 ispitanika) koji su uključivali osobe između 61. i 79. godine starosti. U 3 istraživanja korištena količina proteina sirutke je temeljena na tjelesnoj masi sudionika dok su u ostalih 6 istraživanja ispitanici konzumirali određenu dnevnu količinu sirutkinih proteina neovisno o tjelesnoj masi.

Na temelju provedene analize, autori su zaključili da je konzumacija ovog dijetetskog dodatka u kombinaciji s treningom s otporom učinkovita kod postizanja povećanja mase bez masnoće. Međutim, navode kako nema utjecaja na povećanje mišićne mase i snagu.

Fizička spremnost i sposobnost brzog oporavka su važne u svim sportovima pa tako i u nogometu. Procjenjuje se da prilikom nogometnih utakmica oko 74,5% od ukupno potrošene energije dolazi iz aerobnog metabolizma dok anaerobni metabolizam čini samo 25,5% (Dheyongera i sur. 2016.; Li i Sun 2019.). Nogometaše pored izvrsne vještine i taktike treba karakterizirati i dobra aerobna izdržljivost te anaerobni sprint. Li i Sun (2019.) ispitali su učinak proteina sirutke na aerobnu sposobnost nogometaša. Istraživanje je uključivalo 36 sveučilišnih nogometaša nasumce podijeljenih u 2 skupine. Tijekom osmotjednog trenažnog procesa 1 sat prije i nakon treninga kontrolna je skupina konzumirala čistu vodu (istog mirisa i boje kao napitak druge skupine) dok je druga skupina unosila napitak od oligosaharida i proteina u omjeru 4:1 koji je sadržavao 25 g proteina. Također, ova skupina unosila je dodatno još 25 g proteina večer prije treninga. Na početku i kraju eksperimenta provedeni su testovi maksimalnog unosa kisika i fizičke spremnosti. Na temelju dobivenih rezultata utvrđeno je da istovremeni unos oligosaharida i proteina sirutke može poboljšati anaerobne i aerobne tjelesne sposobnosti nogometaša i pospješiti fizički oporavak.

Nakon treninga s otporom, kako bi se maksimalizirala sinteza mišićnih proteina i održala njihova neto ravnoteža, ključan je unos proteina (Tang i sur. 2009., Phillips i Loon 2011., West i sur. 2017.) Osim proteina sirutke u mlijeku se nalazi i kazein. S obzirom da je kazein sporo razgradiv protein preporuča ga se unositi u večernjim satima kako bi tijelo tijekom noći imalo kontinuiran dotok aminokiselina. West i sur. (2017.) su proveli istraživanje kako bi utvrdili hoće li brzo probavljivi protein sirutke također pojačati anabolizam kao što je to slučaj kada se unosi sporo razgradivi kazein te kako će utjecati na oporavak nakon večernjeg treninga s otporom. U istraživanju je sudjelovalo 12 zdravih mladića ( $24 \pm 4$  godine,  $76 \text{ kg} \pm 8 \text{ kg}$ ,  $14 \% \pm 5 \%$  tjelesne masti). Sudionici su u večernjim satima bili podvrgnuti teškom treningu s otporom te unosili dodatke prehrani neposredno nakon završetka treninga te sljedećeg jutra (nakon 10 sati

oporavka). Dio ispitanika konzumirao je porciju proteinskog dodatka od 25 g koja je sadržavala mješavinu peptida, koncentrata i izolata proteina sirutke te 2,5 g masti i 3,0 g ugljikohidrata, dok je drugi dio ispitanika konzumirao ugljikohidratni placebo napitak iste energetske vrijednosti (130 kcal). 25 g proteina sirutke nakon večernjeg treninga s otporom imalo je za cilj poboljšati ravnotežu proteina cijelog tijela tijekom desetsatnog noćnog oporavka.

Na istim sudionicima je također provedeno istraživanje koje nije uključivalo vježbanje i konzumaciju dodataka te je poslužilo kao kontrolna skupina. U usporedbi s odmorenom kontrolnom skupinom proteinski dodatak, u odnosu na ugljikohidratni napitak kod placebo skupine, bio je umjereno koristan. Nadalje, u usporedbi s odmorenom kontrolnom skupinom i skupinom na ugljikohidratnom napitku, jutarnja konzumacija dodatnih 25 g proteina pridonijela je održavanju veće ravnoteže proteina u cijelom tijelu tijekom 24-satnog oporavka. Veći anabolizam cijelog tijela dodatkom proteina sirutke može se povezati s poboljšanim izvedbama vježbi oporavka nakon intenzivnog treninga s otporom (West i sur. 2017.).

## 5. Zaključak

Sportaši zbog povećane tjelesne aktivnosti u odnosu na neaktivnu populaciju imaju veće dnevne potrebe za energijom. Ponekad, zbog životnog stila i nemogućnosti unosa tolikog volumena hrane potrebnog za zadovoljenje tjelesnih potreba, posežu za dijetetskim dodacima od kojih su najzastupljeniji proteini sirutke. Sportaši ih konzumiraju s ciljem poboljšanja unosa hranjivih sastojaka, poboljšanja sportskih performansi te rasta mišićne mase. Temeljem brojnih studija može se zaključiti da su proteini sirutke kao dijetetski dodatak u prehrani sportaša korisni i imaju utjecaj na poboljšanje tjelesnih performansi, snagu, smanjenje masne mase tijela i dr., ali da ih ne treba konzumirati ukoliko je pojedinac u mogućnosti zadovoljiti svoje potrebe za proteinima putem izbalansirane prehrane.

## 6. Popis literature

1. Academy of Nutrition and Dietetics (2016.). Nutrition and Athletic Performance. American College of Sports Medicine, Academy of Nutrition and Dietetics, and Dietitians of Canada
2. Alibabić V., Mujić I. (2016.). Pravilna prehrana i zdravlje. Veleučilište u Rijeci, Rijeka
3. ANON.(2002). Whey production statistics. American Dairy Products Institute, Chicago,IL.
4. Bergia III R. E., Hudson J. L., Campbell W. W. (2018.). Effect of whey protein supplementation on body composition changes in women: a systematic review and meta-analysis. Nutrition Reviews Vol. 0(0):1–13
5. Burke L. M. (2019.). Supplements for Optimal Sports Performance. Current Opinion in Physiology 2019, 10:156–165
6. Chandrapala J. (2018.). Whey Wastes and Powders. Microstructure of Dairy Products. str. 261 – 291.
7. Clark A., Mach N. (2016.). Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: A systematic review for athletes. J. Int. Soc. Sports Nutr. 2016, 13, 43.
8. Dunford M., Doyle J. A. (2015.). Nutrition for Sport and Exercise – 3rd edition. Cengage Learning, USA
9. Dunford M., Doyle J. A. (2019.). Nutrition for Sport and Exercise – 4th edition. Cengage Learning, USA
10. Finger D., Goltz F. R., Umpierre D., Meyer E., Telles Rosa L. H., Schneider C. D. (2014.). Effects of Protein Supplementation in Older Adults Undergoing Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med. Springer International Publishing Switzerland
11. Garthe I. i Ronald J Maughan R. J. (2018.). Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives. Int J Sport Nutr Exerc Metab 28(2):126-138.
12. Guo M. (2019.). Whey Protein Production, Chemistry, Functionality, and Applications. Department of Nutrition and Food Sciences, The University of Vermont Burlington, USA
13. Herceg Z., Režek A. (2006.). Prehrambena i funkcionalna svojstva koncentrata
14. <https://www.ais.gov.au/> pristupljeno 12.06.2021.



15. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=64892> pristupljeno 27.05.2021.
16. <https://www.healthline.com/nutrition/best-protein-powder> pristupljeno 10.06.2021.
17. Huang W-C., Yung-Cheng Chang Y-C., Yi-Ming Chen Y-M., Hsu Y-J., Huang C-C., Kan N-W., Chen S-S. (2017.). Whey Protein Improves Marathon-Induced Injury and Exercise Performance in Elite Track Runners. *International Journal of Medical Sciences* 2017; 14(7): 648-654
18. Jeukendrup A., Gleeson M. (2019.). *Sport Nutrition- third edition*. Human Kinetics.
19. Kalyankar S., Khedkar C., Patil A. M., Deosarkar S. (2016.). Milk: Sources and Composition. *Encyclopedia of Food and Health*
20. Kårlund A., Gómez-Gallego C., Turpeinen A. M., Palo-oja O. M., El-Nezami H., Kolehmainen M. (2019.). Protein Supplements and Their Relation with Nutrition, Microbiota Composition and Health: Is More Protein Always Better for Sportspeople? *Nutrients* 2019, 11, 829
21. Khaire R. A. i Parag R. Gogate P. R. (2019.). Whey Proteins. *Proteins: Sustainable Source, Processing and Applications*. Elsevier Inc. p. 193 – 223
22. Khan S. H. 2013. Whey protein hydrolysates: Techno-functional perspective. *Int. J. Applied Biol. Pharmaceut. Technol.*, 4: 1-3
23. Kilara A., Vaghela M. N. (2018.). Whey proteins. *Proteins in Food Processing (2nd edition)*. Tehnology and Nutrition. p.93 – 126.
24. Kumar R., Kumari Chauhan K., Subramanian V. (2018.). Whey Proteins: A potential ingredient for food industry- A review. *Asian J. Dairy & Food Res*, 37(4) 2018: 283-290
25. Li J. W. i Sun L. L. (2019.). Effect of Whey Protein on Aerobic Exercise Ability of Football Players. *Matrix Sci Med* 2019;3:19-21.
26. Manore M. M., Thompson J. L. (2015). Energy requirements of the athlete: assessment and evidence of energy efficiency. *Clinical sports nutrition – 5th edition*. McGraw-Hill Education, Australia. str. 151 – 181
27. Matijević B., Čutić A. (2016). Značaj pravilne prehrane za očuvanje zdravlja sportaša i rekreativaca. 6. Međunarodni stručno-znanstveni skup, zaštita na radu i zaštita zdravlja. Zadar, Hrvatska
28. Matijević B., Tratnik Lj., Barukčić I. (2008.). Utjecaj koncentrata proteina sirutke na rast i preživljavanje probiotičkih bakterija u sirutki. *Mljekarstvo* Vol. 58 No. 3. 243-255.

29. Matijević B., Tratnik Lj., Jeličić I. (2008). Utjecaj koncentrata proteina sirutke na rast i preživljavanje probiotičkih bakterija u sirutki. *Mljekarstvo*, vol.58, no. 2, p.243-255.
30. Medeiros D. M., Wildman E. C. (2019.). *Advanced human nutrition – 4th edition*. Jones & Bartlett Learning, Burlington, Vermont
31. Međunarodni olimpijski odbor (2012.). *Nutrition for Athletes. Athletes' medical information*
32. Pasiakos S. M., McLellan T. M., Lieberman H. R. (2015.). The Effects of Protein Supplements on Muscle Mass, Strength, and Aerobic and Anaerobic Power in Healthy Adults: A Systematic Review. *Sports Med* 45, 111–131.
33. Piedade S. R., Imhoff A. B., Clatworthy M., Cohen M., Espregueira-Mendes J. (2019.). *The Sports Medicine Physician*. Springer, Switzerland
34. Rajeshree A., Gogate K., Gogate P. R. (2019.). *Whey Proteins. Proteins: Sustainable Source, Processing and Applications*. Chemical Engineering Department, Institute of Chemical Technology, Mumbai, India
35. Rawson E. S., Volpe S. L. (2016.). *Nutrition for Elite Athletes*. Taylor & Francis Group, New York.
36. Samal J. R. K. i Samal I. R. (2018.). Protein Supplements: Pros and Cons. *Journal Of Dietary Supplements*. VOL. 15, NO. 3, 365–371
37. Sebastián-Nicolás J. L., González-Olivares L. G., Vázquez Rodríguez G. A., Lucho-Constantino C. A., Castañeda-Ovando A. (2020.). Valorization of whey using a biorefinery. Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico City, Mexico. *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 14:1010–1027 (2020)
38. Severino Vasconelos Q. D. J., Paschoalette Rodrigues Bachur T., Aragão G. F. (2020.). Whey protein supplementation and its potentially adverse effects on health: a systematic review. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*
39. Službeno glasilo Hrvatskog zavoda za toksikologiju i antidoping br. 55. siječanj/veljača 2017. Hrvatski zavod za toksikologiju i antidoping. Zagreb
40. Smith A. M., Collene A. L., Spees C. K. (2019.). *Wardlaw's contemporary nutrition*. Eleventh edition. McGraw-Hill Education, 2 Penn Plaza, New York
41. Steinert R.E., Landrock M.F., Ullrich S.S., Standfield S., Otto B., Horowitz M., Feinle-Bisset C. (2015.). Effects of intraduodenal infusion of the branched-chain amino acid

- leucine on ad libitum eating, gut motor and hormone functions, and glycemia in healthy men. *Am. J. Clin. Nutr.* 2015, 102, 820–827.
42. Sumbal M. (2018.). *Essential Sports Nutrition*. Rockridge Press, Emeryville, California
43. Šatalić Z., Sorić M., Mišigoj-Duraković M. (2016.). *Sportska prehrana, Znanje*. Zagreb
44. Tratnik L. (2003). Uloga sirutke u proizvodnji funkcionalne mliječne hrane. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 53(4), 325-352.
45. Tratnik L., Božanić R. (2012.). *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Hrvatska mljekarska udruga.
46. Vasconcelos Q., Bachur T., Aragao G. F. (2020). Whey protein supplementation and its potentially adverse effects on health: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.
47. Vurdelja M. (2016.). *Vodič za prehranu sportaša*. Hrvatski Olimpijski Odbor.
48. West D. W. D., Abou Sawan S., Mazzulla M., Williamson E., Moore D. R. (2017.). Whey Protein Supplementation Enhances Whole Body Protein Metabolism and Performance Recovery after Resistance Exercise: A Double-Blind Crossover Study. *Nutrients* 2017, 9, 735
49. Williams M. H., Branch J. D., Rawson E. S. (2016.). *Nutrition for Health, Fitness & Sport – 11th edition*. McGraw-Hill Education, New York
50. [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu) pristupljeno 31.05.2021.
51. Zahabi G., Hossieni S. M., Souteh F. Z. (2020.). The Effect of Whey Protein and Creatine Supplementation on the Physical Fitness Indicators, Velocity and Muscle Hypertrophy of Untrained Women during a Resistance-Training Period. *J Biochem Tech* (2020) Special Issue (1): 64-70

## Životopis

Marija Crljenjak rođena je 19.8.1996. godine u Bjelovaru, Republika Hrvatska. Završila je Osnovnu školu Ivanska. Nakon toga upisuje srednju Medicinsku školu Bjelovar, smjer farmaceutski tehničar. Ne pronalazi se u tom zanimanju te nakon završetka prve godine prebacuje se u Karlovac gdje upisuje smjer meteorološki tehničar. Srednjoškolsko obrazovanje završava u svibnju 2015. te iste godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu, smjer ekološka poljoprivreda. Nakon završetka preddiplomskog studija odlučuje se za upis diplomskog studija Proizvodnja i prerada mlijeka. Materinji jezik joj je hrvatski, a u skoroj budućnosti želi savladati engleski, pa potom i još neki drugi strani jezik. U slobodno vrijeme uživa u vožnji biciklom, rolanju te igranju rukometa, odbojke i nogometa, ali i crtanju kojem se planira više posvetiti po završetku fakultetskih obaveza.