

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Janez Logar

**PONUDBA PROTEINSKIH DOPOLNIL  
IN POVEZANIH DIET V SLOVENIJI:  
PRIMERJAVA TRŽNIH TRDITEV Z  
ZNANSTVENO LITERATURO**

Diplomska naloga

Koper, september 2013

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Smer študija

APLIKATIVNA KINEZILOGIJA

**PONUDBA PROTEINSKIH DOPOLNIL  
IN POVEZANIH DIET V SLOVENIJI:  
PRIMERJAVA TRŽNIH TRDITEV Z  
ZNANSTVENO LITERATURO**

Diplomska naloga

**MENTORICA**  
doc. dr. Nina Mohorko

**Avtor**  
JANEZ LOGAR

Koper, september 2013

Ime in PRIIMEK: Janez LOGAR

Naslov diplomske naloge: Ponudba proteinskih dopolnil in povezanih diet v Sloveniji: primerjava tržnih trditev z znanstveno literaturo

Kraj: Koper

Leto: 2013

Število strani: 81      Število slik: 1      Število tabel: 12

Število prilog: 0      Št. strani prilog: 0

Število referenc: 186

Mentor: doc. dr. Nina Mohorko

Somentor: /

UDK:

Name and SURNAME: Janez LOGAR

Title of bachelor thesis: Protein supplements and associated diets in Slovenia: a comparison of marketing claims and scientific literature

Place: Koper

Year: 2013

Number of pages: 81      Number of pictures: 1      Number of tables: 12

Number of enclosures: 0      Number of enclosure pages: 0

Number of references: 186

Mentor: doc. dr. Nina Mohorko

Co-mentor: /

UDK:

**UNIVERZA NA PRIMORSKEM**  
UNIVERSITÀ DEL LITORALE / UNIVERSITY OF PRIMORSKA

**FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE**  
FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE NATURALI E TECNOLOGIE INFORMATICHE  
FACULTY OF MATHEMATICS, NATURAL SCIENCES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Glagoljaška 8, SI – 6000 Koper  
Tel.: (+386 5) 611 75 70  
Fax: (+386 5) 611 75 71  
[www.famnit.upr.si](http://www.famnit.upr.si)  
[info@famnit.upr.si](mailto:info@famnit.upr.si)



UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
UNIVERSITÀ DEL LITORALE  
UNIVERSITY OF PRIMORSKA

Titov trg 4, SI – 6000 Koper  
Tel.: + 386 5 611 75 00  
Fax.: + 386 5 611 75 30  
E-mail: [info@upr.si](mailto:info@upr.si)  
<http://www.upr.si>

## IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKE NALOGE

Podpisani Janez Logar študent dodiplomskega študijskega programa 1. stopnje  
Aplikativna kineziologija,

**izjavljam,**

da je diplomska naloga z naslovom Ponudba proteinskih dopolnil in povezanih diet v  
Sloveniji: primerjava tržnih trditev z znanstveno literaturo

- rezultat lastnega dela,
- so rezultati korektno navedeni in
- nisem kršil/a pravic intelektualne lastnine drugih.

Soglašam z objavo elektronske verzije diplomske naloge v zbirki »Dela UP FAMNIT«  
ter zagotavljam, da je elektronska oblika diplomske naloge identična tiskani.

Podpis študenta:

---

V Kopru, dne \_\_\_\_\_

## ZAHVALA

*Zahvaljujem se mentorici za strokovno pomoč in vse nasvete pri izdelavi diplomske naloge. Iskreno se zahvaljujem tudi staršem za veliko mero strpnosti in podpore pri moji študijski poti.*

## POVZETEK

**Uvod:** Proteinski dodatki se najpogosteje uporabljajo za pridobivanje mišične mase ali izgubljanje telesne mase. Vendar obstaja nevarnost kontaminacije tovrstnih izdelkov z nedovoljenimi snovmi. Vprašljiva je tudi dolgoročna varnost visoko-proteinskih diet in previsokega vnosa beljakovin.

**Metode:** Preko spleta je bilo izvedeno iskanje slovenskih spletnih trgovin s športnimi prehranskimi dodatki. Izbrana ter primerjana so bila sirotkina dopolnila po merilih: država proizvajalca, država proizvodnje, garancija o čistosti vsebine, podatki o sestavi in navodila o jemanju. Nadalje so bili analizirani članki, ki so jih objavile nekatere najdene prodajalne, po merilih: priporočila dnevnega vnosa beljakovin, shujševalnih diet ter navajanje virov.

**Rezultati:** Največ sirotkinih izdelkov tujih proizvajalcev, ki se prodajajo v Sloveniji, je proizvedenih v ZDA, Veliki Britaniji in Nemčiji. Vsi razen enega slovenskega proizvajalca svoje izdelke proizvajajo v tujini. Večina (86,6 %) tujih proizvajalcev na etiketi ali spletni strani oznanja čistost vsebine svojih izdelkov, od slovenskih pa le tretjina. Povprečno je na priporočen odmerek  $23,9 \pm 5,6$  gramov beljakovin. V najdenih člankih so najbolj promovirane ketonska, paleo in cik-cak dieta. Večina člankov priporoča višji vnos beljakovin od priporočil iz znanstvene literature. 52 % člankov govori o rezultatih raziskav, samo en (2 %) pa navaja vire informacij.

**Diskusija:** Zagotovila o pristnosti vsebine izdelkov slovenskih proizvajalcev so nezadovoljivo predstavljena. Priporočeno je preveliko število odmerkov na dan in večinoma previsok vnos beljakovin. Od priporočenih se dolgoročno zdita najprimernejši cik-cak in paleo dieta, ki temeljita na uživanju nepredelanih živil. Izredno nezadovoljiva pa je odsotnost navajanja virov informacij v spletnih člankih, saj je tako njihova verodostojnost zelo okrnjena.

**Ključne besede:** športna prehrana, prehransko dopolnilo, dnevni vnos beljakovin, visoko-proteinska dieta

## ABSTRACT

**Introduction:** Protein supplements are most commonly used for muscle gain or weight loss. However, there is risk of contamination of these products with doping agents. Long-term safety of high-protein diets and excessive protein intake are also called into question.

**Methods:** Online Slovenian sports nutrition stores were searched for. Whey products were selected for comparison using the following criteria: country of the manufacturer, country of manufacture, content purity assurance, compositional data and directions for use. Furthermore, web articles published by some of the found stores were analyzed according to: recommended daily protein intake, weight loss diets and citation of sources.

**Results:** Most whey products of foreign manufacturers, sold in Slovenia, are manufactured in the USA, UK and Germany. All but one Slovenian manufacturer manufacture their products abroad. The majority (86,6 %) of foreign manufacturers proclaims content purity either on the label or website. A third of the Slovenian manufacturers provides such purity assurance. On average, the recommended protein dosage is  $23,9 \pm 5,6$  grams. Ketogenic, paleo and zig zag diets are most promoted. The majority of articles recommend higher protein intakes than the recommendations from the scientific literature. 52 % of the articles mention research results, but only one (2 %) lists the sources of the provided information.

**Discussion:** Content purity assurance presented by Slovenian manufacturers is unsatisfactory. Protein intake and dosage number recommendations are excessive. The paleo and zig-zag diets, based on unprocessed food, seem most adequate long-term. The lack of reference citing in online articles is extremely unsatisfactory, as it greatly diminishes their credibility.

**Key words:** sports nutrition, dietary supplement, daily protein intake, high-protein diet



## **KAZALO VSEBINE**

1	UVOD .....	1
1.1	Beljakovine in aminokisliline .....	3
1.1.1	Presnova beljakovin .....	5
1.1.2	Termogeni učinek .....	6
1.1.3	Priporočene dnevne količine beljakovin .....	7
1.1.4	Potencialni stranski učinki previsokega vnosa beljakovin .....	9
1.1.5	Metode merjenja kakovosti beljakovin .....	10
1.1.6	Beljakovine in GŠA .....	12
1.2	Beljakovinski dodatki .....	14
1.2.1	Sirotkine beljakovine .....	15
1.2.2	Kazein .....	16
1.2.3	Sojine beljakovine .....	17
1.2.4	Primerjava sirotke, kazeina in soje .....	17
1.2.5	Prednosti uporabe beljakovinskih dodatkov .....	20
1.2.6	Tveganja pri uporabi proteinskih dodatkov .....	21
1.2.7	Kontaminacija prehranskih dodatkov .....	21
1.2.8	Aminokislinski dodatki .....	24
1.2.9	Razširjenost uporabe dodatkov med športniki .....	25
1.3	Visoko-proteinske diete .....	25
1.3.1	Ketogene diete .....	28

2	METODE .....	31
2.1	Namen .....	31
2.2	Hipoteze .....	31
2.3	Metode .....	31
3	REZULTATI.....	33
3.1	Ponudba proteinskih dodatkov v Sloveniji.....	34
3.2	Priporočila spletnih portalov.....	35
4	DISKUSIJA .....	38
5	ZAKLJUČEK .....	45
	LITERATURA .....	46

## KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Energijske vrednosti posameznih hranil. ....</i>	3
<i>Tabela 2: Klasifikacija aminokislin. ....</i>	4
<i>Tabela 3: Primerjava kakovosti izbranih beljakovinskih virov. ....</i>	11
<i>Tabela 4: Primerjava tipične aminokislinske sestave izolatov sirotke, kazeina in soje. ....</i>	19
<i>Tabela 5: Vsebnost razvejanih aminokislin in levcina v različnih živilih. ....</i>	20
<i>Tabela 6: Rezultati Kölnske raziskave: kontaminirani prehranski dodatki v različnih državah. ....</i>	23
<i>Tabela 7: Primerjava priporočil o dnevnem energijskem vnosu makrohranil v odstotkih dnevnega energijskega vnosa. ....</i>	27
<i>Tabela 8: Seznam najdenih spletnih trgovin. ....</i>	33
<i>Tabela 9: Države sedežev proizvajalcev sirotkinih izdelkov, ki so naprodaj v Sloveniji. ....</i>	34
<i>Tabela 10: Države proizvodnje sirotkinih izdelkov tujih proizvajalcev. ....</i>	34
<i>Tabela 11: Številska porazdelitev opisanih diet po spletnih portalih. ....</i>	35
<i>Tabela 12: Številska porazdelitev priporočil spletnih člankov o vnosu beljakovin. ...</i>	36

## **KAZALO SLIK**

<i>Graf 1: Prikaz opisanih diet za zniževanje telesne mase. ....</i>	<i>36</i>
--	-----------

## TABELA KRATIC

<i>Kratika</i>	<i>Opis kratice</i>
AK	Aminokislina
B	Beljakovine
BCAA	Aminokislina razvejanih verig, iz angl.: Branched Chain Amino Acids
BV	Biološka vrednost, iz angl.: Biological Value
EAA	Esencialne aminokislina, iz angl.: Essential Amino Acids
EAK	Esencialne aminokislina
EV	Energijski vnos
GŠA	Gibalna/športna aktivnost
H	Hujšanje
IGF-1	Inzulinu podoben rastni faktor 1, iz angl.: Insulin-like growth factor-1
M	Maščobe
MM	Mišična masa
MOK	Mednarodni olimpijski komite
MZRS	Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije
OH	Ogljikovi hidrati
PDCAAS	Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score
PER	Protein Efficiency Ratio
PTM	Pusta telesna masa
SMP	Sinteza mišičnih proteinov
TM	Telesna masa
USADA	Ameriška protidopinška agencija
WADA	Svetovna protidopinška agencija, iz angl.: World Anti-Doping Agency
WHO	Svetovna zdravstvena organizacija, iz angl.: World Health Organization

---



## **1 UVOD**

Dandanes imamo na voljo široko izbiro številnih prehranskih dodatkov. Bolj kot med splošno populacijo, je njihova uporaba razširjena med športniki (Sobal & Marquart, 1994; Sundgot-Borgen, Berglund & Torstveit, 2003), tudi vrhunskimi, od katerih večina, ki tekmuje na najkonkurenčnejših ravneh, uporablja neko obliko prehranskega dopolnila (Maughan, 2005). V splošnem se uživajo za doseganje različnih ciljev, kot so izboljšanje funkcionalnih in motoričnih sposobnosti, nadomeščanje izgubljenih snovi, zmanjšanje telesne mase (TM) in povečanje mišične mase (Benardot, 2012; Hoffman & Stout, 2008; McArdle, Katch & Katch, 2009).

Prehranski dodatki se lahko delijo na (Dervišević & Vidmar, 2011):

- preparate za nadomeščanje tekočine (hipertonični, hipotonični in izotonični napitki);
- energetske preparate (ogljikohidratni napitki, energijske ploščice in želeji);
- beljakovinske preparate (proteinski koncentraci in izolati, aminokislinski kompleksi in posamezne aminokisliline);
- lipolitike (preparati za pospešeno pridobivanje energije iz maščob);
- ergogena sredstva (sredstva, ki naj bi pripomogla k boljšemu rezultatu glede na pričakovane učinke).

Ob pravilno načrtovani prehrani naj športniki ne bi potrebovali prehranskih dodatkov. Razen v primerih, ko vnos hranil ni zadosten (npr. pri dietah in boleznih) ali pri izrazito povečanih potrebah (npr. pri ekstremnih dolgotrajnih naporih in prekomernem znojenju) (Dervišević & Vidmar, 2011). Na tržišču pa se ponuja veliko prehranskih dodatkov brez strokovne podlage in za večino teh ni dovolj zanesljivih dokazov o učinkovitosti. Nekateri lahko dejansko celo škodujejo zdravju ali zmogljivosti, če se dlje časa uživajo v previsokih količinah (Maughan, 2005).

Pogosti trg za prehranske dodatke so fitness centri, udeleženci fitness programov pa pogosti so potrošniki. Prodaja teh dopolnil sodi v zakonodajo prometa z živili in ni tako stroga kot pri zdravilih. Toda zaradi nedorečene zakonodaje, ki omogoča nenadzorovano prodajo, agresivnosti marketinških služb proizvajalcev in predvsem preslabega znanja športnikov, pogosto pa tudi trenerjev, prihaja do neoptimalne ali celo škodljive uporabe teh izdelkov (Dervišević & Vidmar, 2011).

Trg prehranskih dopolnil v zadnjih desetletjih neprestano raste, leta 2006 je bila ocenjena vrednost svetovnega trga več kot 60 milijard ameriških dolarjev (Crowley & FitzGerald, 2006). Kaže, da nekatera prehranska dopolnila vsebujejo snovi, ki niso navedene na etiketi in so v tekmovalnem športu prepovedane s strani Svetovne protidopinške agencije WADA (angl.: World Anti-Doping Agency). To lahko pri športnikih, ki so podvrženi kontrolam, povzroči pozitiven izid zaradi uporabe prepovedanih snovi, lahko pa celo ogrozi zdravstveno stanje uporabnikov (Geyer idr., 2008). Nevarnost nezanesljivosti deklarirane vsebine obstaja zlasti pri preparatih, namenjenih povečanju mišične mase, saj lahko vsebujejo anabolike in druge prepovedane snovi, ki sodijo med dopinška sredstva (Maughan, 2005).

Za povečevanje mišične mase pa tudi pri shujševalnih dietah se pogosto uporabljajo beljakovine v prahu – največkrat poimenovane s tujko, proteini (Lipovšek, 2013). Dejstvo je, da imajo športniki in gibalno/športno aktivni posamezniki, zlasti tisti, ki izvajajo vadbo proti uporabi, večje potrebe po prehranskih beljakovinah od sedeče populacije (Campbell idr., 2007; Kreider idr., 2010; Rodriguez, Di Marco & Langley, 2009). Vendar je poleg količine pomembna tudi njihova kakovost, prebavljivost, vir in časovna razporeditev vnosa beljakovin čez dan (Tang & Phillips, 2009).

Danes so med splošno javnostjo in med športniki za izgubljanje telesne mase oziroma maščobe priljubljene visoko-proteinske diete (O'Connor & Slater, 2011; Rodriguez idr., 2009). Prednost beljakovinam pred maščobami in ogljikovimi hidrati pri shujševalnih dietah daje njihova večja nasitnost (Sacks idr., 2009) ter večji termogeni učinek ob prebavi (Acheson idr., 2011; Feinman & Fine, 2003). Te razlike nakazujejo, da bi lahko bile visoko-proteinske diete ugodne za posameznike, ki želijo povečati energijsko porabo (Plowman & Smith, 2011). Pojavlja pa se vprašanje o priporočenem dnevnem vnosu beljakovin za udeležence različnih gibalnih/športnih aktivnosti (Lemon, 2011; Ziegenfuss & Landis, 2008) ter domnevnih škodljivih učinkih na zdravje zaradi previsokega dnevnega vnosa beljakovin (Manninen, 2004a; Poortmans & Dellalieux, 2000). Vprašljiva pa je tudi dolgoročna uspešnost in varnost visoko-proteinskih diet (McArdle idr., 2009).

V diplomski nalogi se bomo osredotočili na proteinske dodatke, ki so visoko zastopani na trgu prehranskih dodatkov v fitness centrih in z njimi povezanimi spletnimi trgovinami ter na različne diete za izgubljanje telesne mase oziroma maščobe, ki jih opisujejo trgovci na spletnih portalih.



## 1.1 Beljakovine in aminokisliline

Beljakovine (B) so, poleg ogljikovih hidratov (OH) in maščob (M), eden od treh makrohranil. Podobno kot M, so B za človeka esencialno hranilo, saj lahko ob zadostnem vnosu obeh sam sintetizira glukozo (OH), poleg tega pa imajo B podobno energijsko gostoto kot OH (Ziegenfuss & Landis, 2008). Tabela 1 prikazuje količino energije v kilokalorijah na gram zaužitih posameznih makrohranil in alkohola, ki sicer sodi med hranila zaradi svoje visoke energijske gostote, vendar ga imajo nekateri celo za anti-hranilo, ker zavira presnovo vitaminov in posledično makrohranil in ima negativen vpliv na gibalno/športno zmogljivost (Benardot, 2012).

Tabela 1: Energijske vrednosti posameznih hranil.

Hranilo	Količina energije (kcal/g)
Ogljikovi hidrati	3,75
Beljakovine	4
Alkohol	7
Maščobe	9

Vir: Collins, Hunking & Stear (2011).

Beljakovine so organske spojine, ki so sestavljene iz ogljika, vodika, kisika, dušika in, v nekaterih primerih, žvepla. So edino hranilo, ki vsebuje dušik, zaradi česar so telesu tako nujno potrebne kot tudi potencialno strupene (Benardot, 2012). Prav vsebnost aminoskupin pa daje ime njihovim osnovnim gradnikom – aminokislinam (AK). Koren amino namreč pomeni, da vsebujejo dušikov atom s parom neveznih elektronov. Strukturno so B sestavljene iz različnih kombinacij, števil, deležev in zaporedij AK, ki so med seboj povezane s peptidnimi vezmi. Večina telesnih beljakovin vsebuje preko 100 AK (Ziegenfuss & Landis, 2008).

Poznamo okoli 20 različnih AK in vse so potrebne za sintezo beljakovin v telesu. Tiste AK, ki jih telo ni sposobno proizvesti samo in jih mora dnevno dobiti s hrano, so nujne oziroma esencialne aminokisliline (EAK). Neesencialne AK pa telo lahko tvori samo iz razpoložljivih spojin, tudi iz drugih AK. Potrebe po AK se pod določenimi presnovnimi pogoji povečajo (Lemon, 2011). Nekaterne neesencialne AK pa v za telo stresnih situacijah, kot je gibalna/športna aktivnost (GŠA), postanejo esencialne in jih moramo zato vnesti s hrano. Take AK so pogojno esencialne (Ziegenfuss & Landis, 2008). Tako esencialne, kot neesencialne AK so enakovredno pomembne za presnovne procese v človeškem telesu (Benardot, 2012). Za

dojenčke in nekatere odrasle pa sta AK arginin in histidin esencialni (Wildman, 2009). V Tabeli 2 je prikazana razvrstitev AK na esencialne in neesencialne, označene so tudi pogojno esencialne in tiste z razvejano verižno zgradbo.

Tabela 2: Klasifikacija aminokislin.

Esencialne aminokisliline	Neesencialne aminokisliline
Histidin*	Alanin
Izolevcin <sup>BCAA</sup>	Arginin*, <sup>PE</sup>
Levcin <sup>BCAA</sup>	Asparagin
Lizin	Aspartat
Metionin	Cistein <sup>PE</sup>
Fenilalanin	Glutamat
Treonin	Glutamin <sup>PE</sup>
Triptofan	Glicin <sup>PE</sup>
Valin <sup>BCAA</sup>	Prolin <sup>PE</sup>
	Serin
	Tirozin <sup>PE</sup>

*Prirejeno po: Benardot (2012); Wildman (2009); Ziegenfuss & Landis (2008).*

*\*Histidin in arginin sta esencialni za nekatere odrasle in dojenčke.*

*PE – Pogojno esencialne aminokisliline; BCAA – Aminokisliline z razvejano verižno strukturo.*

Tkiva uporabijo AK iz lastne zaloge in/ali iz prebavljenih beljakovin za tvorbo telesnih beljakovin, ki so v določenem času specifično potrebne (mišice, lasje, nohti, hormoni, encimi itd.). Na voljo so tudi kot energijski vir, če energija, pridobljena iz OH in M, ne zadostuje potrebam. Glavne funkcije beljakovin v telesu so naslednje (Benardot, 2012):

- Zagotavljajo vir ogljika za energijsko donosne reakcije. Nekatere AK se lahko pretvorijo v glukozo, ki se nadalje presnovi v energijo. Prav tako pa se energija iz AK lahko shrani v obliki telesnega maščevja, ki se lahko kasneje razgradi za pridobitev energije.
- So ključna spojina pri nadzoru volumna tekočine in osmolarnosti krvi in tkiv. Ta funkcija je glavni nadzorni dejavnik za vzdrževanje ravnovesja telesnih tekočin.
- Beljakovine so amfoterne, kar pomeni, da lahko reagirajo kot kislina ali baza. Zato imajo sposobnost pufranja kislih in bazičnih okolij za zagotovitev optimalnega pH, na primer krvi.
- Protitelesa, komponente pridobljene imunosti, so beljakovinske spojine, prav tako pa temelji na interakciji beljakovin tudi prirojena imunost.

- Beljakovine so gradniki encimov, vključenih v prebavnih in drugih celičnih procesih, ki so biološki katalizatorji in omogočajo reakcije za proizvodnjo potrebnih končnih biokemijskih produktov.
- Predstavljajo ključen sestavni del telesnih tkiv, vključno z organi (koža, srce, jetra, trebušna slinavka itd.), mišicami, vezmi, tetivami, zobmi in kostmi.
- Beljakovine so transporterji snovi v krvi; te snovi dovedejo do ustreznih receptorjev. Transferin je na primer proteinski transporter, ki služi za prenos železovih ionov.
- Beljakovine so specifični hormoni (kot je npr. inzulin) in nevrottransmitorji (npr. serotonin), ki nadzirajo telesne funkcije.

Beljakovinska zaloga povprečno velikega odraslega človeka vsebuje 10 do 12 kilogramov telesnih proteinov (Katch, McArdle & Katch, 2011) od katerih se več kot 40 % nahaja v skeletnem mišičju, preko 25 % v telesnih organih in preostanek večinoma v koži in krvi. Tujka za beljakovine – *protein* – izvira iz grške besede *proteos*, ki pomeni »primarno« (Gropper & Smith, 2013) oziroma »bistvenega pomena« (angl.: »of prime importance«) (McArdle idr., 2009).

### 1.1.1 Presnova beljakovin

Po zaužitju se beljakovine v procesu prebave najprej razgradijo na polipeptide in na koncu na posamezne AK s pomočjo encimov pepsin, tripsin in himotripsin (Dervišević & Vidmar, 2011). Te AK se nato absorbirajo v kri, s katero se prevažajo po portalni veni najprej v jetra in nato naprej do različnih tkiv v telesu, kjer so potem predelane v potrebne beljakovine. Tkiva proizvajajo beljakovine iz AK, ki so jim razpoložljive. Da se sinteza beljakovin v telesnih tkivih lahko sploh izvede, pa morajo biti hkrati prisotne vse EAK. Nenehen nadzor nad potrebami po beljakovinah telesa opravljajo jetra, v katerih poteka večina presnove AK. Proces presnove AK se izvede z biokemijskima reakcijama transaminacije in deaminacije. S transaminacijo se aminoskupina ene AK odcepi in uporabi za proizvodnjo druge AK. Z deaminacijo pa se od AK odstrani aminoskupina, ki se nadalje pretvori v amonijak. Preostala ogljikova struktura pa se ali rekonstruira v maščobe in shrani v zaloge, pretvori v glukozo (kot se zgodi z alaninom in glutaminom), ali pa porabi za energijo. Ko je vsem beljakovinskim potrebam zadoščeno, gre ves višek AK skozi proces deaminacije. Amonijak, ki je stranski produkt te reakcije, je za telo strupen, vendar ga encimi v jetrih pretvorijo v sečnino. Ta se potem iz telesa izloči z urinom. Zatorej več beljakovin kot se zaužije s hrano, večja je produkcija amonijaka, ki ga

mora telo odstraniti. Večina preostalih deaminiranih ogljikovih struktur pa se shrani v telesne zaloge maščevja (Benardot, 2012).

Ker so AK edini način vnosa dušika v telo in izločanje njihovih razgradnih produktov, torej amonijaka in sečnine, skozi ledvice, edini način odstranjevanja dušika iz telesa, lahko vnos in razgradnjo AK primerjamo s primerjanjem količin vnesenega in izločenega dušika. Govorimo o dušikovi bilanci (McArdle idr., 2009).

Med GŠA se majhen delež beljakovin porablja kot vir energije. V telesu pride tudi do večje potrebe po obnovi tkiv. Telesno aktivnejši imajo večji delež puste (mišične) mase in s tem večje potrebe po beljakovinah. Ko se beljakovine porabljajo za energijo, se poveča tvorba dušika. Povečano izločanje dušika pa zahteva sočasno večjo izgubo vode iz telesa z urinom, kar pa poveča tveganje za dehidracijo. Poleg tega pa višji vnosi beljakovin s hrano povzročijo večje izločanje kalcija v urin, kar lahko predstavlja dodatno nevarnost za tiste, pri katerih so že prisotni drugi dejavniki tveganja za bolezni kosti, kot so neaktivnost, nižja vrednost estrogena in pomanjkanje vitamina D ter kalcija. Za večino je cilj dušikovo ravnovesje, kar pomeni, da se toliko dušika, kot se ga vnese v sistem, tudi izloči. Negativna dušikova bilanca, pri kateri je izločanje dušika večje od vnosa, je stanje, ki vodi v neizbežno izgubo mišične mase. Obratno pa je pri pozitivni dušikovi bilanci, za katero je značilno pridobivanje mišične mase (Benardot, 2012).

### **1.1.2 Termogeni učinek**

Za prebavljanje hrane telo vedno porabi določeno količino energije in več kot jo je potrebne za prebavo, večji je termični oziroma termogeni učinek hrane, s katerim se s termogenezo sprosti več toplote. Posledično z večjim termogenim učinkom ostane telesu na razpolago manj energije iz zaužite hrane (Feinman & Fine, 2003). Študije, ki so preučevale učinek makrohranil na termogenezo, so pokazale, da imajo beljakovine znatno večji termogeni učinek od ogljikovih hidratov in maščob (Johnston, Day & Swan, 2002; Robinson idr., 1990; Westerterp, Wilson & Rolland, 1999). Prav zaradi tega pa trditev »kalorija je kalorija« ni pravilna, saj se različna hranila presnavljajo po različnih biokemijskih poteh in zato prvi in drugi zakon termodinamike v prehrani ne veljata. To pa daje metabolno prednost nizko-ogljikohidratnim dietam pred izokaloričnimi visoko-ogljikohidratnimi v boju z debelostjo (Feinman & Fine, 2004; Manninen, 2004b).

Termogeni učinek posameznih hranil je približno 2–3 % za maščobe, 6–8 % za ogljikove hidrate in 25–30 % za beljakovine (Jequier, 2002). Pri odraslih, ki se redno ukvarjajo z GŠA, je višji v primerjavi s sedentarnimi (Stob, Bell, van Baak & Seals, 2007). Prav tako je višji pri normalno težkih ljudeh z večjim deležem puste mase v primerjavi s tistimi s prekomerno telesno maso na račun previsokega deleža telesnega maščevja (Watanabe idr., 2006).

Večja ozaveščenost o epidemiji debelosti je drastično prispevala k razširjenosti nizko-ogljikohidratnih diet za zniževanje telesne mase oziroma maščobe (Feinman & Fine, 2004). Danes so med rekreativci in športniki (predvsem bodibilderji) priljubljene diete z višjimi količinami beljakovin in maščob na račun znižanih ogljikovih hidratov. Nekatere izmed teh so metabolična (Bompa, Di Pasquale & Cornacchia, 2013), ketonska oziroma ketogena (Paoli idr., 2012), paleo (Cordain & Friel, 2012), cik-cak (Willey, 2007), Atkinsova in South Beach dieta (O'Connor & Slater, 2011).

Pri športih z omejitvami telesne mase kot so olimpijsko dvigovanje uteži, rokoborba, boks, veslanje in jadranje (posadke, krmarji) so športniki pogosto primorani znižati telesno maso (maščobo), da lahko tekmujejo v nižjih kategorijah. Tudi pri športih brez tovrstnih omejitev, kot sta npr. gimnastika in umetnostno drsanje, športniki potrebujejo nizek oziroma nižji odstotek telesne maščobe, da so sploh lahko konkurenčni (Reimers, 2008).

### **1.1.3 Priporočene dnevne količine beljakovin**

Potrebe odraslega človeka po beljakovinah so okoli 1 g B/kg TM/dan (priporočilo Svetovne zdravstvene organizacije WHO – World Health Organization (2007) je 0,83 g/kg TM/dan, Ministrstva za zdravje Republike Slovenije (MZRS) (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004) pa 0,8 g/kg TM/dan), v obdobju rasti in razvoja pa več, in sicer okoli 1,5 g/kg TM/dan. Več beljakovin potrebujejo tudi športniki zaradi pospešenega katabolizma beljakovin med telesno aktivnostjo, vendar se ta potreba razlikuje glede na vrsto športa. Pri vzdržljivostnih športih je manjša, pri športih moči pa večja (Dervišević & Vidmar, 2011).

Za športnike danes velja, da naj bi bila količina zaužitih beljakovin 1,2–1,4 g/kg TM/dan zadostna za večino vzdržljivostnih športov. Za športe hitrosti in moči pa naj bi bila ta količina večja, in sicer 1,4–1,8 g/kg TM/dan (Benardot, 2012; Burke & Deakin, 2006; Katch idr., 2011; Maughan & Burke, 2002; Rodriguez idr., 2009),

nekateri (Campbell idr., 2007; Kreider idr., 2010; Plowman & Smith, 2011; Ziegenfuss & Landis, 2008) priporočajo tudi do 2 g/kg TM/dan. Za vegetarijanske športnike pa se priporoča še za 10 % večji vnos beljakovin zaradi manj učinkovite prebavljivosti rastlinskih beljakovin. Potrebe po beljakovinah povečajo še stres, bolezen ali poškodba (Katch idr., 2011). Količine beljakovin, večje od 2 g/kg TM/dan, tudi v športni prehrani niso niti potrebne in iz zdravstvenih razlogov niso niti priporočljive, navkljub njihovem slovesu o učinkih na povečanje mišične mase (Kerksick idr., 2008).

Septembra 2012 sta bili objavljeni dve študiji do tedaj objavljene literature dveh ameriških znanstvenikov. V prvi sta Bosse & Dixon (2012a) preučevala raziskave, ki so uporabile višji vnos beljakovin kot intervencijo za izboljšanje antropometričnih parametrov (znižanje telesne mase, izguba telesne maščobe, zmanjšanje obsega pasu, ohranitev ali pridobitev puste mase, zmanjšano ponovno pridobivanje telesne mase oziroma maščobe). Študije so morale ustrezati dvema meriloma, in sicer je morala med obema skupinama testiranih oseb obstajati razlika v dnevnem vnosu beljakovin, poleg tega pa je v skupinah s povišanim vnosom beljakovin morala biti povišana količina večja od tiste, ki so jo preiskovanci iz teh skupin običajno zaužili. Ugotovila sta, da je bil pri uspešnih intervencijah vnos beljakovin znatno višji v primerjavi s kontrolno skupino. Zaključila sta in hkrati odprla diskusijo, da bi moral biti vnos beljakovin pri posameznikih s ciljem ohranjanja telesne sestave oziroma izboljšave antropometričnih značilnosti zmerno povišan. Na podlagi podatkov uspešnih študij in lastnih izračunov pa za omenjene cilje opisujeta dnevni vnos 1,38 g/kg TM/dan.

V drugem pregledu literature pa sta po enakem merilu (kot zgoraj) preučevala raziskave, ki so povezovale koristen učinek višjega vnosa beljakovin na povečanje mišične mase in moči v kombinaciji z vadbo proti upor. 17 študij je ustrezalo zadanim merilom, od tega jih je 11 jasno pokazalo koristne učinke, medtem ko preostalih 6 tega ni potrdilo. Pri šestih študijah, ki koristnih učinkov povišanega vnosa beljakovin na povečanje mišične mase in moči niso pokazale, sta avtorja ugotovila, da so bile razlike v vnosu beljakovin med preučevanima skupinama nizke (10,2 % ali manj) in da so bile razlike med povišanim in običajnim dnevnim vnosom beljakovin posameznikov v skupinah s povišanim vnosom beljakovin samo 6,5 % ali manj. Omenjata, da so tako imenovana laična priporočila zaužiti 2,2 g/kg TM/dan, kar pa ima večina prehranskih strokovnjakov za pretirano in ne-podkrepljeno z znanstvenimi raziskavami. Izkaže pa se, da je povprečen dnevni vnos beljakovin

skupin višjega vnosa pri preučevanih študijah (v povprečju 66,1 % razlike med skupinama), ki so pokazale ugodne učinke, še višji, in sicer 2,38 g/kg TM/dan. Znanstvenika v zaključku ugotavljata, da to nakazuje na višje beljakovinske potrebe za doseg želenih učinkov in hkrati na gibanje vedno bolj v smeri individualiziranih priporočil o dnevnem vnosu beljakovin (Bosse & Dixon, 2012b).

#### **1.1.4 Potencialni stranski učinki previsokega vnosa beljakovin**

Domnevni škodljivi učinki uživanja prekomernih količin beljakovin s hrano so povečanje tveganja za razvoj srčno-žilnih bolezni, okvara jeter in ledvic, izguba kalcija ter dehidracija (Ziegenfuss & Landis, 2008). Ameriška nacionalna akademija znanosti in Harvardska šola za javno zdravje sta ob pregledu literature prišli do ugotovitve, da naj visoko beljakovinske diete ne bi povečale tveganja za srčno-žilne bolezni (Hu idr., 1999; Vega-Lopez & Lichtenstein, 2005).

V nasprotju z raziskavami na osebah z oslabljenim delovanjem ledvic študije na zdravih ljudeh ne poročajo o okvari ledvic v povezavi z visokim vnosom beljakovin (Calvez, Poupin, Chesneau, Lassale & Tome, 2012). To vključuje študijo, izvedeno na bodibilderjih, ki so zaužili po 2,8 g B/kg TM/dan (Poortmans & Dellalieux, 2000). Tudi raziskava na podganah, ki so bile več kot polovico svojega življenjskega obdobja na prehranjevalnem režimu, pri katerem je bilo 80 % dnevnega vnosa energije beljakovinskega izvora, ni pokazala ledvičnih okvar (Zaragoza idr., 1987). Torej, če posameznik nima bolezni ledvic ali predispozicije za okvaro ledvic, kot so npr. ledvični kamni, se zdi, da je s tega vidika uživanje večjih količin (v mejah priporočil za športnike iz prejšnjega poglavja) beljakovin varno (Ziegenfuss & Landis, 2008).

Znano je, da so presnovni produkti beljakovin kisli, kar se odraža v znižanju pH telesnih tekočin in posledično urina. Za pufranje urina telo lahko uporabi kalcij, ki ga pridobi z razgradnjo kostnih celic (Ziegenfuss & Landis, 2008). Toda študije, ki poročajo o tem pojavu, so bile opravljene na majhnih vzorcih in so uporabljale velike količine prečiščenih beljakovin (Ginty, 2003). Danes je znano, da visoko beljakovinske diete ne povzročajo izgube kalcija iz kostnine (Calvez idr., 2012) in da vsebnost fosforja v beljakovinskih živilih (in tudi prehranskih dopolnilih, obogatenih s kalcijem in fosforjem) negira ta pojav, vendar ima lahko v prevelikih količinah škodljiv vpliv na kakovost življenja (Takeda, Yamamoto, Yamanaka-Okumura & Taketani, 2012). Za pufranje kislosti organizma, ki je posledica visoko

beljakovinskih diet, sta dobra tudi citratni in bikarbonatni pufer, ki sta naravno prisotna v hrani rastlinskega izvora (sadje, zelenjava) (Sellmeyer, Schloetter & Sebastian, 2002). Učinkovito pa se z namenom preprečevanja izgube kostne mase in pufranja kislosti uporabljata tudi kot prehranska dodatka v obliki kalijevega bikarbonata (Dawson-Hughes idr., 2009; Sebastian, Harris, Ottaway, Todd & Morris, 1994) in kalijevega citrata (Jehle, Zanetti, Muser, Hulter & Krapf, 2006; Sellmeyer idr., 2002) ali natrijevega bikarbonata (Lindh, Peyrebrune, Ingham, Bailey & Folland, 2008; Lutz, 1984) in natrijevega citrata (Ball & Maughan, 1997; Requena, Zabala, Padial & Feriche, 2005).

Novejše študije celo poročajo o pozitivni korelaciji med dnevnim vnosom beljakovin in zdravjem kosti (Bonjour, 2011; Jesudason & Clifton, 2011; Kerstetter, Kenny & Insogna, 2011; Kim, Kim, Lee, Choi & Won, 2013). Poleg tega pa višji vnosi beljakovin ugodno vplivajo na debelost, vrednosti krvnega tlaka in količino trigliceridov v krvi (Santesso idr., 2012) ter sodeč po raziskavi, izvedeni v osmih evropskih državah, zmanjšajo tveganje za pojav srčno-žilnih bolezni pri otrocih, starih od 5–18 let (Damsgaard idr., 2013). Ker pa že sam pomanjkljiv vnos beljakovin lahko vpliva na znižanje kostne gostote, se za športnike priporoča višji vnos in poleg tega še zadostne količine kalcija, vitamina D in fosforja (Ziegenfuss & Landis, 2008).

### **1.1.5 Metode merjenja kakovosti beljakovin**

Pomembnejša od količine beljakovin v prehrani pa je njihova biološka vrednost (BV, angl.: Biological Value). Najvišjo BV imajo beljakovine živalskega porekla in naj bi zato predstavljale vsaj eno tretjino dnevnega beljakovinskega vnosa. Optimalno AK sestavo, in s tem tudi visoko BV, imajo jajca in mleko (sirotka, kazein). Iz sirotke se lahko pridobijo proteini, ki imajo najvišjo BV in so lahko prebavljivi. Podobno ima visoko biološko in imunološko vrednost tudi mlezivo – kolostrum (prvo mleko po rojstvu sesalcev). Najvišjo BV izmed beljakovin rastlinskega izvora ima soja. Beljakovine z visoko BV (80 % neto proteinskega izkoristka ali več) omogočajo optimalno zadovoljevanje dnevnih potreb po beljakovinah, brez obremenjevanja organizma zaradi prevelike količine (Dervišević & Vidmar, 2011).

BV je izražena v odstotkih in predstavlja delež dušika, ki se v telesu ohrani v primerjavi s količino, ki jo telo absorbira iz beljakovinske hrane (Gropper & Smith, 2013). Prednosti te metode sta, da temelji na poskusih, izvedenih na ljudeh (tudi



živalih), in da dejansko meri retencijo dušika. Vendar je merjenje okorno, drago in pogosto nepraktično, saj protokol meritev zahteva izvedbo v neobičajnem fiziološkem okolju. Poleg tega pa visok delež ohranjenih beljakovin v telesu še ne pomeni, da so v taki meri tudi izkoriščene (Rolfes, Pinna & Whitney, 2011).

Druga metoda za ocenjevanje kakovosti beljakovin je PER (angl.: Protein Efficiency Ratio). Uporabljajo jo proizvajalci hrane za dojenčke in je zabeležena na etiketah njihovih izdelkov. PER predstavlja razmerje med količino pridobljene telesne mase v gramih in količino zaužitih beljakovin v gramih. Meri se na živalih, najpogosteje podganah, v obdobju rasti (Gropper & Smith, 2013). Slabost te metode je, da ne upošteva razlik med potrebami po AK med ljudmi in živalmi, tako rastočih, kot tudi odraslih (Ziegenfuss & Landis, 2008).

Za ljudi najbolj primerna (Lemon, 2011) pa je relativno nova (Ziegenfuss & Landis, 2008) metoda PDCAAS (angl.: Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score). Med seboj primerja AK sestavo beljakovin z AK potrebami predšolsko-starih otrok (1–3 leta starosti) in poleg tega upošteva še njihovo prebavljivost. Najvišja vrednost, ki jo PDCAAS lahko doseže, je 1,00 (Rolfes idr., 2011). Kakovost izbranih beljakovinskih virov je, po opisanih metodah, primerjana v Tabeli 3.

Tabela 3: Primerjava kakovosti izbranih beljakovinskih virov.

Vir beljakovin	BV (%)	PER	PDCAAS
Sirotkin koncentrat	100	> 3,0	1,00
Hidrolizirana sirotka	100	> 3,0	1,00
Celo jajce	100	2,8	1,00
Mleko	91–93	2,8	1,00
Meso, ribe	75–83	2,0–2,9	0,80–0,92
Soja	74	1,8–2,4	0,91–1,00
Kazein	71	2,9	1,00
Oreščki, semena, stročnice, zrna	< 70	/	< 0,70

Prerejeno po: Bean (2010); Gropper & Smith (2013); Lemon (2011); Rolfes idr. (2011); Ziegenfuss & Landis (2008).

BV – Biological Value; PER – Protein Efficiency Ratio; PDCAAS – Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score.

### **1.1.6 Beljakovine in GŠA**

Športnikom, ki ne zaužijejo dovolj beljakovin, se lahko upočasnita regeneracija in prilagoditev na trening (Kreider, 1999). Ob dolgotrajnejšem nezadostnem beljakovinskem vnosu postane športnikovo telo bolj dovzetno za pojav pretreniranosti, kar zavira optimalno športno zmogljivost. Priporočila za športnike variirajo in so specifična za tiste, ki trenirajo na nizkih, srednjih in visokih stopnjah intenzivnosti (Greenwood, 2008). Nekateri viri beljakovin, kot sta sirotka in kazein, imajo različne stopnje hitrosti presnove, kar lahko spremeni športnikov čas okrevanja (Boirie idr., 1997; Boirie, Gachon, Cordat, Ritz & Beaufriere, 2001; Kreider, Miriel & Bertun, 1993). Visoko kakovostni viri prehranskih beljakovin so ribe, jajčni beljak, posneto mleko in piščančje meso brez kože. Raziskave kažejo, da so najboljši viri visoko kakovostnih beljakovin v prehranskih dopolnilih jajčne beljakovine, sirotka, kazein, kolostrum in mlečne beljakovine (Kreider & Kleiner, 2000; Kreider idr., 1993). Pomembno je tudi omeniti, da zaužitje večje količine beljakovin od priporočene za športnike ne bo vplivalo na povečanje mišične mase in moči (Bean, 2010; Kreider, 1999; Kreider & Leutholtz, 2001).

Sinteza mišičnih proteinov (SMP) je po GŠA znatno povečana (Biolo, Maggi, Williams, Tipton & Wolfe, 1995; Phillips, Tipton, Aarsland, Wolf & Wolfe, 1997). Za ugotovitev optimalnega odmerka beljakovin za odziv maksimalne SMP so Cuthbertson idr. (2005) opravili študijo na mladih preiskovancih v mirovanju, ki so peroralno zaužili odmerke EAK. Maksimalna SMP je bila spodbujena ob odmerku 10 g EAK, kar se praktično prevede v 25 g beljakovin visoke kakovosti. Ker pa je za športnike bolj relevantna stimulacija SMP po GŠA, so Moore idr. (2009a) opravili podobno raziskavo na preiskovancih, ki so zaužili izolat jajčnih beljakovin neposredno po intenzivni vadbi nog proti upor. Poročali so, da je odmerek 20 g izzval stimulacijo maksimalne SMP. Zaužitje dvojnega odmerka (skupno 40 g) pa je sicer povečalo SMP za 11 %, vendar je istočasno povzročilo večjo oksidacijo levcina od opažene pri samo enem odmerku. Torej se pri vnosu 20 g beljakovin in več, večji delež zaužitega levcina oksidira za gorivo z minimalno dodatno stimulacijo SMP. Poleg tega pa so Borsheim, Aarsland & Wolfe (2004) ugotovili, da akutno jemanje kombinacije beljakovin, AK in OH dodatno poveča SMP v primerjavi z izokalorično količino OH. Po drugi strani pa so Staples idr. (2011) demonstrirali, da dodatek 50 g OH k 25 g sirotkinim beljakovinam nima dodatnega stimulatívne ali inhibitorne vpliva na SMP po vadbi proti upor v primerjavi s samim odmerkom 25 g sirotke.

Potek sinteze miofibrilnih proteinov po GŠA in zaužitju 25 g sirotkinih beljakovin traja do pet ur po vadbi. Po tem času se sinteza ne-miofibrilnih proteinov vrne na bazalno raven (Moore idr., 2009b). To nakazuje, da je za vzdrževanje ne-miofibrilne sinteze proteinov potreben naslednji bolus beljakovin v roku 4–5 ur (Phillips, Baar & Lewis, 2011). Za maksimizacijo dušikove bilance po GŠA pa se po novejših ugotovitvah priporoča ponavljajoče se uživanje zmernih količin beljakovin (~20 g) v rednih časovnih intervalih (~3 h) čez dan (Moore idr., 2012).

Študije, ki so upoštevale koncept časovnega načrtovanja vnosa hranil, poročajo o večjem povečanju mišične mase in moči pri preiskovancih, ki so zaužili beljakovinski dodatek neposredno po vadbi proti upor, v primerjavi s tistimi, ki so prejeli enak odmerek dve uri po vadbi (Esmarck idr., 2001). Andersen idr. (2005) so opazili 18–26 % večjo mišično hipertrofijo pri mladih moških, ki so zaužili odmerek 25 g beljakovinskega dopolnila neposredno pred in po vadbi proti upor, od moških, ki so prejeli enako količino OH.

Zaužitje beljakovin po treningu, med katerim so mišične beljakovine podvržene katabolnim procesom, pospeši njihovo obnovo – anabolizem, pospeši pa tudi resintezo telesnih ogljikohidratnih glikogenskih rezerv. Uživanje proteinov pred treningom pa zmanjšuje vpliv katabolizma med sledečim telesnim naporom. Kombinacija beljakovin in ogljikovih hidratov pa je tako pred, kot po treningu, primerna za optimalni anabolni učinek (Davis, 1995; Ivy idr., 2002).

Levenhagen idr. (2001) so preučevali učinek prehranskega dopolnila z beljakovinami in OH na sintezo in razgradnjo proteinov po 60-minutnem srednje intenzivnem kolesarjenju. Preiskovanci so dopolnilo zaužili ali takoj po ali pa tri ure po vadbi. Čas vnosa ni imel vpliva na razgradnjo. SMP v nožnih mišicah pa je bila trikrat večja, ko je bilo dopolnilo zaužito neposredno po vadbi. Poleg tega je prišlo še do večjega privzema glukoze v mišicah in povečane oksidacije maščob. Za razliko od takojšnjega vnosa je bila pri triurnem zakasnjem jemanju opažena negativna proteinska bilanca, prav tako pa tudi ni prišlo do SMP. Avtorji so prišli do zaključka, da zaužitje opisanega prehranskega dopolnila po vadbi poveča sintezo proteinov in glikogenskih zalog. Nadalje so Saunders, Kane & Todd (2004) ugotovili, da dopolnjevanje z beljakovinskim in OH dodatkom po vadbi zmanjša mišične poškodbe. V raziskavi so opazili bistveno nižjo raven kreatin fosfokinaze 15 ur po vadbi pri zaužitju dopolnila z beljakovinami in OH v primerjavi z dopolnilom s samimi OH.

Nekatere raziskave nakazujejo, da lahko kombinacija beljakovin in OH nemudoma po vadbi poveča sintezo glikogena v primerjavi z zaužitjem samih OH (Ivy idr., 2002; Williams, Raven, Fogt & Ivy, 2003; Zawadzki, Yaspelkis & Ivy, 1992). Vendar pa ima na to ob zelo visokem vnosu OH v naslednjih štirih urah po vadbi dodatek beljakovin malo dodatnega koristnega vpliva (Carrithers idr., 2000; Jentjens, van Loon, Mann, Wagenmakers & Jeukendrup, 2001).

V študiji, opravljeni na ameriških pomorskih rekrutih, so ugotovili, da je jemanje beljakovinskih dodatkov po vadbi zmanjšalo bakterijska in virusna obolenja, znižalo število obiskov pri zdravniku zaradi problemov z mišicami ali s sklepi, zmanjšalo pojav vročinske izčrpanosti, zmanjšalo mišično bolečino in izboljšalo strelske rezultate v primerjavi s placebo in kontrolno skupino (Flakoll, Judy, Flinn, Carr & Flinn, 2004). Prav tako je povečanje dopolnjevanja z beljakovinami izboljšalo imunsko funkcijo pri kliničnih bolnikih s pomanjkanjem beljakovin (Kreider idr., 1993).

## **1.2 Beljakovinski dodatki**

Beljakovinske dodatke lahko razdelimo v tri glavne kategorije: proteinske praške, že pripravljene proteinske napitke in proteinske ploščice. Lahko vsebujejo posamezne vire beljakovin ali mešanice več virov (Bean, 2010). Prvi beljakovinski dodatki v obliki praška so bili pogosto pridelani iz sojinih beljakovin in so vsebovali več sladkorja. Danes je na voljo več različnih oblik proteinskih praškov (Hansen, 2005). Kot vir beljakovin najpogosteje vsebujejo jajčne beljakovine, sojine beljakovine in beljakovine iz mleka – kazein ali beljakovine iz sirotke (angl.: whey protein). Mešajo se z vodo, s sokom ali z mlekom in lahko služijo tudi kot nadomestek obroka (Dervišević & Vidmar, 2011). Ločimo koncentrate in izolate. Slednji na 100 gramov izdelka vsebujejo več kot 85 gramov beljakovin, koncentradi pa od 60–85 gramov beljakovin (Lipovšek, 2013). Precej raziskav je pokazalo, da imajo beljakovinski dodatki ugodne učinke (Brown, DiSilvestro, Babaknia & Devor, 2004; Burke idr., 2001; Candow, Burke, Smith-Palmer & Burke, 2006) toda zdi se, da neposredno ne vplivajo na povečanje športne zmogljivosti (Tipton idr., 2004).

Oblika in vrsta beljakovin imata pomemben vpliv na izkoristek AK v telesu. Po zaužitju in razgradnji tako imenovanih »hitrih beljakovin«, se AK v kri sproščajo drugače kot po »počasnih«. Hitre beljakovine, kot so sirotka, soja, mešanice AK in hidrolizati, se zlahka in hitro prebavijo ter povzročijo hitro in relativno prehodno

povečanje večje koncentracije AK v krvni plazmi (hiperaminoacidemijo). Po zaužitju počasnih, kot je kazein, pa se AK v kri sproščajo počasneje, v nižjih koncentracijah in z boljšo retencijo dušika (Boirie idr., 1997; Gropper & Smith, 2013). Počasne (kazeinske) beljakovine zaradi dolgotrajnega sproščanja bolje podpirajo absorpcijo (asimilacijo) AK v telesnih organih (Lacroix idr., 2006) in splošno proteinsko bilanco. Hitre pa bolje pospešijo stimulacijo SMP in povečajo oksidacijo levcina (Dangin idr., 2001).

### **1.2.1 Sirotkine beljakovine**

Najbolj priljubljeni proteinski praški so iz sirotkinih beljakovin (Bean, 2010; Hansen, 2005; Rasmussen, 2008). Sirotka je stranski produkt pri pridelavi sira in ima največ podobnosti s človeškim materinim mlekom v primerjavi s sojo ali kazeinom. Poleg tega je od obeh bolj topna v vodi, bolj vsestranska za uporabo in daje večji občutek sitosti (Rasmussen, 2008). Najčistejša oblika je sirotkin izolat, ki vsebuje visok delež beljakovin in zelo malo maščob ali laktoze. Druga oblika je sirotkin koncentrat in ima lahko širok razpon beljakovinske vsebnosti ter vsebuje laktozo, maščobe, vitamine in minerale. Sirotkine beljakovine so lahko hidrolizirane, s čimer se beljakovinske molekule razgradijo na manjše segmente – peptide. Hidrolizirane beljakovine so lažje prebavljive in povzročajo manj alergijskih reakcij od nehidroliziranih (Hansen, 2005).

Sirotkine beljakovine so pridobljene iz mleka z uporabo bodisi procesa mikrofiltracije bodisi ionske izmenjave. Sirotka ima višjo BV od mleka ter drugih virov beljakovin (glej Tabela 3) in se prebavi in absorbira relativno hitro, zaradi česar je idealna za uporabo po vadbi, za regeneracijo. Vsebuje večjo koncentracijo EAK (približno 50 %) od polnomastnega mleka – od tega je približno 23–25 % aminokislin z razvejano verižno strukturo (BCAA – angl.: Branched Chain Amino Acids), ki pomagajo zmanjšati razgradnjo mišičnih proteinov med in neposredno po visoko intenzivni vadbi (Bean, 2010). AK v sirotkinih beljakovinah spodbujajo proizvodnjo glutationa, ki je močan endogeni antioksidant in pomaga pri podpori imunskega sistema (Bounous & Gold, 1991). Sirotkine beljakovine lahko tudi pomagajo spodbuditi mišično rast s povečanjem proizvodnje inzulinu podobnega rastnega faktorja 1 (IGF-1 – angl.: insulin-like growth factor-1), ki je močan anabolni hormon, ki nastaja v jetrih in povečuje proizvodnjo proteinov v mišicah (Bean, 2010). Zaradi pospešenega izločanja inzulina in IGF-1, ki ga povzroči sirotka

(ter mleko in mlečni izdelki nasploh), pa se lahko pri nekaterih posameznikih pojavijo akne (Silverberg, 2012; Simonart, 2012).

Sirotko je najprimernejši vir beljakovin za zaužitje med vadbo zaradi hitre absorpcije in dejstva, da vsebuje vse EAK, pa tudi visok delež levcina in glutamina – aminokislin, ki ju telo porablja med neprekinjeno vadbo (Dangin idr., 2001). Za najbolj optimalne koristi se med vadbo priporoča kombinacija OH z visokim glikemičnim indeksom (glukoza, saharoza, maltodekstrin) in sirotke v razmerju 4:1 (Rasmussen, 2008). Zaužitje sirotkinih beljakovin po akutni vadbi moči pa poveča SMP (Tang idr., 2007). Moški, ki so jemali sirotkina dopolnila kot del skupnega dnevnega beljakovinskega vnosa 1,2 g/kg TM/dan med šesttedenskim programom vadbe proti uporu, so dosegli večji prirastek mišične mase in moči v primerjavi s placebo skupino (Candow idr., 2006).

### **1.2.2 Kazein**

Drugi vir po priljubljenosti med beljakovinami v prahu je kazein (Lipovšek, 2013; Rasmussen, 2008), ki se za razliko od sirotke prebavlja veliko počasneje in telesu zagotavlja reden dotok aminokislin. Vendar pa lahko povzroča težave pri ljudeh z občutljivostjo in intoleranco na laktozo (Hansen, 2005). Kazeinske beljakovine predstavljajo prevladujoči – 80 odstotni delež beljakovin v kravjem mleku, medtem ko preostalih 20 odstotkov sestavlja sirotka. Kadar se uporablja v proteinskih ploščicah, navadno zagotavlja mehkejšo strukturo v primerjavi s sirotko (Rasmussen, 2008).

Kazein vsebuje večje proteinske molekule, ki se prebavljajo in absorbirajo počasneje kot sirotka. Ima visoko BV in visoko vsebnost glutamina (približno 20 %). Visok vnos glutamina lahko zmanjša katabolizem mišičnih proteinov med intenzivno vadbo in prepreči padec imunske odpornosti po vadbi (Bean, 2010). Poleg glutamina je bogat tudi z EAK. Zaradi počasne absorpcije je njegova uporaba smotrna v času, ko uporabnik potrebuje dlje časa trajajoč dotok AK v telo (npr. pred spanjem). Priporočilo za enkratni odmerek je med 15 in 30 grami. Najpogostejše oblike kazeina v beljakovinskih dopolnilih so mlečne beljakovine, kalcijev kazeinat (angl.: calcium caseinate) in micelarni kazein (angl.: micellar casein), od katerih je najboljši prav slednji (Lipovšek, 2013).

### **1.2.3 Sojine beljakovine**

Najcenejša oblika proteinskih dodatkov pa je iz sojinih beljakovin. Ker so pridobljene iz rastlinskega in ne živalskega vira, ne predstavljajo popolnega vira beljakovin. Mnogo uporabnikov jih slabo prebavlja, ker ne vsebujejo vseh EAK (Hansen, 2005). Sojine beljakovine se pridobivajo z odstranjevanjem proteinov iz razmaščenih sojinih zrn in rezultat je izolat, najbolj rafinirana oblika sojinih beljakovin. Uporabljajo se v prehranskih izdelkih, čeprav naj bi dajale fižolu podoben okus, kašasto teksturo živilom in praškasto teksturo napitkom (Rasmussen, 2008).

Soja se sicer redkeje uporablja v prehranskih dodatkih, vendar predstavlja dobro opcijo za vegane in ljudi s hiperholesterolemijo. Kot del diete z nizkim vnosom nasičenih maščob lahko odmerek 25 g sojinih beljakovin dnevno pomaga pri zniževanju holesterola (Bean, 2010). Šestmesečna klinična študija na preiskovancih s prekomerno telesno maso je pokazala, da ima dieta z visokim vnosom sojinih beljakovin in nizkim vnosom maščob znaten vpliv na izgubo telesne maščobe pri čezmerno težkih ter debelih ljudeh in hkrati ohranja količino mišične mase (Deibert idr., 2004).

### **1.2.4 Primerjava sirotke, kazeina in soje**

Dokazano je, da zaužitje mleka, izoenergijske količine sirotke ali sirotke in kazeina po vadbi privede do povečanega hipertrofičnega odziva v kombinaciji z režimom treninga za moč (Cribb, Williams, Stathis, Carey & Hayes, 2007; Hartman idr., 2007; Willoughby, Stout & Wilborn, 2007). Hitrost absorpcije je ključnega pomena za večji proteinski odziv ob zaužitju beljakovin časovno v neposredni bližini vadbe. Hidrolizirani proteini so v tem pogledu boljši od nepredelanih. Ključni dražljaj za to naj bi bila razpoložljivost AK po vadbi (Koopman idr., 2009). Hidrolizat in izolat sirotke povzročita večji inzulinski odziv od kazeina (Mortensen idr., 2012). Vendar pa naj bi kazein na dolgi rok bolje stimuliral mišično hipertrofijo od sirotke zaradi dolgotrajnejše razpoložljivosti AK v krvnem obtoku (Cribb idr., 2007; Mahe idr., 1996) in ker bolj inhibira razgradnjo mišičnih proteinov (Demling & DeSanti, 2000). Iz teh razlogov naj bi bilo, za optimalne koristi, najbolje uporabljati kombinacijo obeh (Boirie idr., 1997).

V dvanajsttedenski študiji so primerjali učinke dveh različnih beljakovinskih dodatkov ob visoko-proteinski hipokalorični dieti in vadbi proti uporabi na telesno sestavo preiskovancev s prekomerno telesno maso. Razdeljeni so bili v tri skupine. V prvi skupini ( $n = 10$ ) je bila edina intervencija ne-lipogena hipokalorična dieta z 80 % vnosom predvidene porabe. Druga skupina ( $n = 14$ ) je izvajala vadbo proti uporabi in imela visok vnos beljakovin (1,5 g/kg TM/dan) vključno z dodatkom hidroliziranega kazeina. Preiskovanci tretje skupine ( $n = 14$ ) pa so bili podvrženi identični intervenciji kot tisti v drugi razen tega, da so za dodatek uporabljali hidrolizirano sirotko. Preiskovalci so ugotovili, da je bila izguba telesne mase v vseh treh skupinah približno 2,5 kg. Povprečen odstotek telesne maščobe preiskovancev prve skupine se je znižal iz  $27 \pm 1,8$  % na  $25 \pm 1,3$  %. V skupini s kazeinom se je znižal iz  $26 \pm 1,7$  % na  $18 \pm 1,1$  % v skupini s sirotko pa iz  $27 \pm 1,6$  % na  $23 \pm 1,3$  %. Prirastka mišične mase v prvi skupini ni bilo, v drugi skupini se je povečala za  $4 \pm 1,4$  kg, v tretji pa za  $2 \pm 0,7$  kg. Povprečno povečanje moči prsnih, ramenskih in nožnih mišic je bilo  $59 \pm 9$  % v skupini s kazeinom in  $29 \pm 9$  % v skupini s sirotko, kar je signifikantna razlika med skupinama. Iz rezultatov študije je razvidno, da imajo različni viri beljakovin različne anabole učinke ter da lahko beljakovinski dodatki skupaj z vadbo proti uporabi izboljšajo telesno sestavo (Demling & DeSanti, 2000).

V drugi študiji so preučevali učinek različnih proteinskih ploščic na spremembe telesne sestave na mladih moških dvigovalcih uteži, ki so trenirali že vsaj eno leto. Preiskovanci so bili naključno razdeljeni v tri enakovredne ( $n=9$ /skupino) skupine: v skupino, ki je jemala sojine proteinske ploščice; v skupino, ki je jemala sirotkine proteinske ploščice ali v kontrolno skupino. V slednji so se preiskovanci samo udeleževali treninga vadbe z utežmi in niso jemali proteinskih ploščic. V prvih dveh skupinah pa so poleg vadbe zaužili po tri ploščice na dan (11 g B/ploščico). Njihove dnevne prehranjevalne navade sicer niso bile spremenjene. Študija je bila dvojno slepa in je trajala devet tednov. Pri obeh skupinah s proteinskimi ploščicami so pri preiskovancih opazili prirastek puste telesne mase, medtem ko ga pri kontrolni skupini ni bilo, kar nakazuje, da ima jemanje sojinih in sirotkinih proteinskih ploščic ob vadbi z utežmi ugoden učinek na povečanje puste telesne mase (Brown idr., 2004).

Campbell idr. (1999) so v svoji raziskavi nakazali, da rastlinski viri beljakovin niso optimalni za presnovo proteinov. Pri moških, starih 51–69 let, na vegetarijanski dieti, so po 12-tedenskem programu vadbe proti uporabi opazili manjše povečanje



telesne gostote, mišične mase in izločanja kreatinina ter kar 50 % zmanjšano hipertrofijo mišičnih vlaken tipa 2 v primerjavi s preiskovanci, ki so jedli meso. Razlogi za to bi lahko bili drugačna prebavljivost, kratkotrajnejša in slabša razpoložljivost AK (Bos idr., 2003) ali večji katabolizem mišičnih proteinov zaradi povečanega sproščanja kortizola, povezanega z veganskimi dietami (Baglieri, Mahe, Benamouzig, Savoie & Tome, 1995; Henley & Kuster, 1994; Lohrke idr., 2001). S tem skladna je ugotovitev, da 18 g mlečnih beljakovin, zaužitih neposredno po vadbi, izzove večjo proteinsko bilanco in SMP v primerjavi z izoenergijskim napitkom iz soje z enako vsebnostjo makrohranil (Wilkinson idr., 2007). Posledično torej dolgoročno uživanje mleka boljše vpliva na prirastek mišične mase od po vsebnosti dušika in energijski vrednosti enakovredne količine sojinega napitka (Hartman idr., 2007). V Tabeli 4 je prikazana primerjava tipične vsebnosti AK izolatov sirotke, kazeina in soje.

Tabela 4: Primerjava tipične aminokislinske sestave izolatov sirotke, kazeina in soje.

Aminokislina	Sirotka	Kazein	Soja
Alanin	4,6	2,7	3,8
Arginin	2,3	3,7	6,7
Aspartat	9,6	6,4	10,2
Cistein	2,8	0,3	1,1
Glutamat	15,0	20,2	16,8
Glicin	1,5	2,4	3,7
Histidin <sup>EAK</sup>	1,6	2,8	2,3
Izolevcin <sup>EAK, BCAA</sup>	4,5	5,5	4,3
Levcin <sup>EAK, BCAA</sup>	11,6	8,3	7,2
Lizin <sup>EAK</sup>	9,1	7,4	5,5
Metionin <sup>EAK</sup>	2,2	2,5	1,1
Fenilalanin <sup>EAK</sup>	3,1	4,5	4,6
Prolin	4,4	10,2	4,5
Serin	3,3	5,7	4,6
Treonin <sup>EAK</sup>	4,3	4,4	3,3
Triptofan <sup>EAK</sup>	2,3	1,1	1,1
Tirozin	3,3	5,7	3,3
Valin <sup>EAK, BCAA</sup>	4,5	6,5	4,5

Vir: Rasmussen (2008). Vrednosti so podane v gramih na 100 g izdelka.

EAK – Esencialna aminokislina; BCAA – Aminokislina z razvejano verižno strukturo.

Sirotka, kazein in soja so vsi visoko kakovostni viri beljakovin in imajo podobno vsebnost EAK. Potencialno pomembnejše pa so razlike v vsebnosti levcina, ki je

ključna regulativna AK za stimulacijo SMP in je zato pomembna pri odzivu telesa na določeno količino beljakovin (Phillips idr., 2011). Sodeč po raziskavi, ki so jo opravili Tang, Moore, Kujbida, Tarnopolsky & Phillips (2009), je odziv SMP ob zaužitju hidrolizirane sirotke tako v mirovanju kot po vadbi proti uporabi večji, v primerjavi z uživanjem enakovredne količine kazeina ali sojinega izolata. Razlog za to naj bi bila različna hitrost absorpcije in različna vsebnost levcina v beljakovinskih virih, ki privede do dviga različne količine levcina v krvnem obtoku (Burd, Tang, Moore & Phillips, 2009). Za maksimalno stimulacijo SMP je potrebno približno 2–3 g levcina, ki sodi med BCAA. Takšna količina se zlahka doseže s polnovrednimi živili (O'Connor & Slater, 2011). Živila, ki so naravno bogata z BCAA in specifično z levcinom, so prikazana v Tabeli 5.

Tabela 5: Vsebnost razvejanih aminokislin in levcina v različnih živilih.

Živilo	Levcin (%)	Razvejane aminokisliline (%)
Sirotkin izolat	14	26
Mlečne beljakovine	10	21
Celo jajce	9	22
Mišične beljakovine	8	18
Izolat sojinih beljakovin	8	18
Pšenične beljakovine	7	15

Vir: O'Connor & Slater (2011). Podane vrednosti izražajo grame aminokislin na 100 g beljakovin iz navedenega živila.

### 1.2.5 Prednosti uporabe beljakovinskih dodatkov

Kljub temu, da ni veljavnih znanstvenih raziskav, ki bi beljakovinskim dodatkom pripisovale anabolne prednosti pred kakovostnimi beljakovinskimi živili, so nekatere prednosti uporabe beljakovinskih dodatkov v primerjavi z živili naslednje (Bompa idr., 2013):

- priročni so za pripravo ter hranjenje in imajo dolg rok trajanja;
- predstavljajo uporabno beljakovinsko nadomestilo za tiste, ki želijo zmanjšati količino maščob v prehrani (večina beljakovinsko bogatih živil vsebuje maščobe);
- omogočajo višji vnos beljakovin z minimalnim povečanjem energijskega vnosa;
- lahko omogočijo višji vnos beljakovin pri ljudeh, ki sicer niso zmožni vnesti ustrezne ali povečane količine beljakovin s prehrano;

- v nekaterih primerih so beljakovinski dodatki cenovno ugodnejši od živil z visoko vsebnostjo beljakovin;
- olajšajo vnos beljakovin v primerih, ko je uživanje polnovredne hrane fiziološko oteženo, npr. med in takoj po GŠA (Lipovšek, 2013).

Ob tem je treba poudariti, da kljub nekaterim prednostim, prehranska dopolnila ne smejo nadomestiti kakovostnih beljakovinskih prehranskih virov, kot so meso, ribe, jajca ter kombinacije rastlinskih beljakovin (Phillips idr., 2011).

### **1.2.6 Tveganja pri uporabi proteinskih dodatkov**

V praksi se kaže, da se pojavljajo preparati, ki poleg AK, OH ter vitaminov in mineralov vsebujejo tudi nekatere snovi, ki so z dopingom prepovedane in zdravju škodljive. Prodajajo se predvsem na črnem trgu. Nekateri izdelki, zlasti beljakovinski, vsebujejo sestavine (npr. alergene), ki so nevarne, če uporabnik, ki jih uživa, trpi za nekaterimi obolenji. To mora biti razvidno iz deklaracije na izdelku, zato jo je priporočljivo pred uporabo dobro prebrati. Pozorni moramo biti tudi na mali tisk. Treba pa je upoštevati še rok trajanja, navodila za shranjevanje ter navodila za pripravo in uporabo. Nikoli pa ne moremo z gotovostjo vedeti, da ne vsebujejo nedovoljenih snovi, zato se priporoča, če se že odločimo za uporabo, jemanje izdelkov preverjenih proizvajalcev, ki so prisotni tudi na znanstvenoraziskovalnem področju (Dervišević & Vidmar, 2011).

Nadalje obstajajo tudi tveganja, povezana s slabo prakso proizvodnje: izdelki vsebujejo škodljive snovi, kot so steklo, svinec ali živalske fekalije; izdelki ne vsebujejo, na etiketi navedenih, ustreznih količin sestavin; izdelki vsebujejo učinkovite količine zdravil, ki se izdajajo samo na recept, kar lahko vodi do neželenih škodljivih stranskih učinkov. Preden pa se športnik odloči za jemanje prehranskih dodatkov, si mora zagotoviti, da je optimizirana njegova osnovna prehrana in se hkrati zavedati morebitnih tveganj jemanja prehranskih preparatov (Braun, Currell & Stear, 2011).

### **1.2.7 Kontaminacija prehranskih dodatkov**

Najpogosteje kontaminirani izdelki so poživila, ki se oglašujejo kot izgorevalci maščob in vsebujejo kofein, ki je bil do leta 2004 z dopingom prepovedana substanca, in/ali različne oblike efedrina (Geyer idr., 2008), ki je še danes prepovedan med športnimi tekmovanji (WADA, 2012). Pogoste pa so tudi

kontaminacije s posebnimi anabolnimi androgenimi steroidi, tako imenovanimi prohormoni, ki se od leta 1996 legalno prodajajo na trgu športnih prehranskih dodatkov. Prohormoni so največkrat prisotni v izdelkih, za katere se oglašuje, da imajo velik učinek na povečanje mišične mase in moči – med katere spadajo tudi proteini (Geyer idr., 2008). Najpogostejša prohormona sta prohormona testosterona in nandrolona. Že en sam priporočen odmerek nandrolona lahko vodi v pozitiven dopinški izid (Geyer idr., 2001) in sodi, skupaj z drugimi prohormoni, v razred prepovedanih anabolnih sredstev (WADA, 2012).

Na podlagi študij, ki so pokazale, da podatki na etiketah prehranskih dopolnil s prohormoni niso sovpadali z njihovo dejansko vsebino, saj je večina teh izdelkov vsebovala tudi druge prohormone in različne vsebnosti od tistih, razglašanih na etiketi (Catlin idr., 2000; Green, Catlin & Starcevic, 2001; Kamber, Baume, Saugy & Rivier, 2001; Parasrampurua, Schwartz & Petesch, 1998; Pipe & Ayotte, 2002), so se začele širiti govorice o možni kontaminaciji tudi drugih prehranskih dopolnil kot so vitamini, minerali in aminokisljine. To je sprožilo nov val študij z namenom analiziranja vrste različnih prehranskih dopolnil za ne-deklarirane prepovedane substance (Geyer idr., 2008).

Najobsežnejša do sedaj objavljena študija, ki je preverjala prisotnost dodatnih snovi v prehranskih dodatkih, pa je bila opravljena v Kölnu v Nemčiji. Raziskava je bila opravljena na pobudo Mednarodnega olimpijskega komiteja (MOK), ki jo je tudi financiral zaradi takrat pogostih pozitivnih dopinških izidov športnikov, ki so s športnimi prehranskimi dodatki nevede vnašali prepovedane snovi. Kölnsko raziskavo so izvedli v Centru za preventivne dopinške raziskave, kjer so od oktobra 2000 do novembra 2001 neodvisno analizirali 634 ne-hormonskih prehranskih dodatkov, pridobljenih iz 13 držav in od 215 različnih dobaviteljev. 578 (91,2 %) izdelkov je bilo kupljenih v trgovinah, 52 (8,2 %) preko spleta in dva (0,3 %) preko telefona. Dva vzorca pa je poslal MOK. 289 izdelkov je bilo od podjetij, za katere je bilo znano, da so prodajali tudi prohormonske preparate, 345 izdelkov pa od podjetij, ki tovrstnih izdelkov niso imeli v ponudbi. Od 634 analiziranih vzorcev jih je bilo 94 (14,8 %) pozitivnih na prepovedane snovi, ki niso bile deklarirane na embalaži. 23 (24,5 %) pozitivnih vzorcev je vsebovalo prohormone nandrolona in testosterona, 64 (68,1 %) je vsebovalo samo prohormone testosterona, 7 (7,5 %) pa samo nandrolona. Noben izdelek ni vseboval prohormona boldenona. Največ kontaminiranih izdelkov je bilo kupljenih na Nizozemskem (25,8 %), v Avstriji (22,7 %), Veliki Britaniji (18,9 %) in ZDA (18,8 %). Seznam vseh držav je prikazan v

Tabeli 6. Sodeč po etiketah na vseh pozitivnih izdelkih pa se izvor vseh kontaminiranih vzorcev lahko pripiše petim državam: ZDA, Nizozemski, Veliki Britaniji, Italiji in Nemčiji. 21,1 % prehranskih dodatkov iz podjetij, ki so prodajala prohormonske preparate, je vsebovalo anabolne androgene steroide, medtem ko je bilo pozitivnih izdelkov iz podjetij, ki prohormonov niso prodajala, 9,6 %. Vsi pozitivni vzorci so vsebovali koncentracije anaboličnih androgenih steroidov od 0,01 µg/g pa vse do 190 µg/g vsebine. Rezultati kažejo, da se je treba pri uporabi prehranskih dopolnil zavedati potencialnih nevarnosti, saj lahko vsebujejo prepovedane substance, ki niso zabeležene na etiketi. Študija tudi nakazuje, da je to mednarodni problem. Za zmanjšanje tveganja nenamernega dopinga z uživanjem prehranskih dodatkov bi jih morali športniki kupovati samo od proizvajalcev, ki svoje izdelke testirajo za prisotnost dodatnih snovi in/ali od proizvajalcev, ki zagotavljajo čistost vsebine svojih izdelkov in da slednji ne pridejo v stik z nedovoljenimi substancami v proizvodnih in logističnih procesih. Imena kontaminiranih izdelkov in podjetij, ki so jih dobavila, niso bila javno objavljena. Znano pa je, da so bili med kontaminiranimi izdelki AK dodatki, proteinski praški, kreatin, karnitin, riboza, guarana, cink, piruvat, beta-hidroksi-beta-metilbutirat, tribulus terrestris, vitamini, minerali in zeliščni izvlečki. Večina teh izdelkov je v pogosti uporabi med športniki (Geyer idr., 2004; Geyer idr., 2002).

Tabela 6: Rezultati Kölnske raziskave: kontaminirani prehranski dodatki v različnih državah.

Država	Število izdelkov	Število pozitivnih	Odstotek pozitivnih
Nizozemska	31	8	25,8 %
Avstrija	22	5	22,7 %
Velika Britanija	37	7	18,9 %
ZDA	240	45	18,8 %
Italija	35	5	14,3 %
Španija	29	4	13,8 %
Nemčija	129	15	11,6 %
Belgija	30	2	6,7 %
Francija	30	2	6,7 %
Norveška	30	1	3,3 %
Švica	13	/	/
Švedska	6	/	/
Madžarska	2	/	/
Skupno	634	94	14,8 %

Vir: Geyer idr. (2002).

Splošna predpostavka je, da je prisotnost prepovedanih snovi v prehranskih dopolnilih posledica nenamerne kontaminacije surovin in/ali navzkrižne kontaminacije med proizvodnjo ali pakiranjem izdelkov in ne namernega dodajanja snovi z namenom povečanja učinkovitosti preparatov. Zato so količine odkritih prepovedanih snovi zelo variirale tudi v in med različnimi proizvodnimi serijami istega izdelka. Pomembno je omeniti, da čeprav že minimalna kontaminacija izdelka pri vrhunskih športnikih lahko povzroči pozitiven dopinški rezultat, je v večini primerov zelo majhna verjetnost, da bo pri običajnem uporabniku povzročila zdravstvene težave (Braun idr., 2011).

Težave s kontaminacijo prehranskih dodatkov so prisotne v vsaki državi in zadevajo preparate vseh oblik, vključno s praški, tabletami, kapsulami in tekočinami (de Hon & Coumans, 2007). Navkljub stalnim izboljšavam zakonodajnih in proizvodnih smernic ostaja potencialna kontaminacija prehranskih dopolnil s prepovedanimi snovmi za športnike skrb vzbujajoč problem (Judkins & Prock, 2012). Zato je pri odločanju o uporabi in izbiri energijskih ali beljakovinskih dopolnil treba pozornost nameniti tudi tveganju za kontaminacijo, potrebi po testiranju vsake proizvodne serije izdelkov in biološki učinkovitosti različnih beljakovinskih dodatkov (Phillips idr., 2011), saj za odkrite nedovoljene substance odgovarjajo športniki sami, ne glede na njihov izvor (Van Thuyne, Van Eenoo & Delbeke, 2006).

Ameriška protidopinška agencija (USADA, 2013) je zaradi teh razlogov ustvarila spletno stran *Supplement 411* z namenom osveščanja ter informiranja športnikov, staršev, trenerjev in splošnih potrošnikov o industriji prehranskih dodatkov. Stran opozarja o resnih nevarnostih ob uživanju dopolnil in da pomanjkanje uredb, kontaminacija in nepravilno označevanje sestave na etiketah povzroča negotovost pri določanju, katere snovi izdelek dejansko vsebuje. Potrošnikom pomaga prepoznati tveganja, ko gre za nevarne proizvode in ponuja navodila, kako ta tveganja zmanjšati, ter informacije o zaupanju vrednih izdelkih.

### **1.2.8 Aminokislinski dodatki**

Na trgu so na voljo prehranska dopolnila s posameznimi aminokislinami (Dervišević & Vidmar, 2011), kombinacijami AK in njim podobna. Nekatera izmed njih so: alanin, arginin, asparagin, aspartat, beta-alanin (beta-AK), beta-hidroksi-beta-metilbutirat (naravni metabolit levicina), BCAA (levcin, izolevcin, valin), citrulin (neesenencialna AK), cistein, EAK (angl.: EAA – Essential Amino Acids), glutamin,

levcin, ornitin-alfa-ketoglutarat (spojina molekule neesencialne AK ornitin in kofaktorja alfa-ketoglutarat), taurin (beta-AK), tirozin (Lockwood, 2008), karnitin (sintetiziran iz AK lizin in metionin), karnozin (dipeptid beta-alanina in histidina) (Braun idr., 2011) in kreatin, ki je naravno prisotna aminokislina podobna spojina, ki jo telo lahko tvori samo iz aminokislin glicin, arginin in metionin (Kreider, 2008).

### **1.2.9 Razširjenost uporabe dodatkov med športniki**

Študija uporabe prehranskih dodatkov na 286 olimpijskih športnikih v Veliki Britaniji je pokazala, da je najbolj uporabljeno dopolnilo vitamin C (65 % vprašanih). Sledili so multivitaminski in mineralni dodatki, železo, proteinski dodatki, vitamin E, selen in cink (Stear, Whyte & Budgett, 2006). Druga večja študija v Veliki Britaniji je na vzorcu 874 športnikov ugotovila, da je od vseh vprašanih 520 športnikov (skoraj 60 %) uporabljalo prehranska dopolnila. Od teh je 82,6 % uporabljalo več kot en izdelek, 11,5 % pa več kot pet različnih prehranskih dopolnil. Najpogosteje so bili uporabljeni multivitamini (72,6 %), vitamin C (70,7 %), kreatin (36,1 %), sirotkine beljakovine (31,7 %), ameriški slamnik (30,9 %), železo (29,9 %), kofein (23,7 %), magnezij (11 %) in ginseng (manj kot 11 %). Najpogostejši uporabniki prehranskih dodatkov so bile osebe moškega spola, stare od 24 do 29 let (Petroczi & Naughton, 2008). V Nemčiji pa je študija na 113 olimpijskih športnikih pokazala, da je najbolj priljubljena uporaba magnezija (81 %), čemur so sledili vitamin C (59 %), multivitamini (52 %), železo (50 %), cink (42 %), kreatin (20 %) in kofein (6 %). Samo 36 % vprašanih pa se je zavedalo problema kontaminacije prehranskih dodatkov (Braun idr., 2009).

## **1.3 Visoko-proteinske diete**

Obstaja mnogo »popularnih« ali »modnih« diet za zniževanje TM. Rezultat vsake strategije z znižanjem energijskega vnosa bo znižanje TM, vendar je za večino športnikov cilj izgubiti čim več maščobne mase ob ohranjanju puste mišične mase in optimalne zmogljivosti (O'Connor & Slater, 2011). Večina priljubljenih diet ne zagotavlja zadostne količine mikrohranil in energije za podporo pri napornih treningih (Williams & Williams, 2003). Diete z uporabo nadomestkov obroka temeljijo na podlagi zmanjšanja energijskega vnosa z zamenjavo obrokov s komercialno izdelanimi obroki in/ali napitki v obliki prehranskih dodatkov, ki so zasnovani tako, da vsebujejo ustrezna mikrohranila v nizkoenergijski, kompaktni in

v priročni obliki. Privlačni so zaradi natančnih podatkov o energijski vsebnosti in naj bi bili okusni ter nasitni, ampak postanejo sčasoma dolgočasni in ponavljajoči se, zaradi česar so uporabni le na krajši rok. Ker pa so v večini zasnovani za sedeče posameznike s prekomerno TM, športnikom ne zagotovijo ustreznega vnosa energije in makrohranil. Skrajne različice nizkoenergijskih diet so primerne le za zelo predebele osebe, ki so pod zdravniškim nadzorom, in vsekakor niso priporočljive za uporabo pri športnikih (O'Connor & Slater, 2011). Komerčni shujševalni programi so prav tako zasnovani za predebele sedeče ljudi in ne za športnike. Nekateri od teh programov lahko ponujajo prilagojene smernice za aktivno populacijo, ampak po navadi njihovi avtorji nimajo zadostnega strokovnega znanja za izdelavo prehranjevalnega načrta po meri vrhunskih športnikov. Ena izmed prednosti nekaterih komercialnih programov in individualnega posvetovanja z usposobljenimi strokovnjaki je vključevanje tehnik spremembe vedenja, ki so jasno pokazale, da vplivajo na večjo izgubo TM ali maščobe tako na kratek kot tudi dolgi rok (O'Connor & Caterson, 2010).

Strokovne organizacije so izrazile močno nasprotovanje nekaterim prehranjevalnim navadam, še zlasti ekstremnim postenjem in nizko-OH, visoko-M in visoko-proteinskim dietam. Take prakse so še vedno problematične za strokovnjake športne medicine in fiziologije vadbe zaradi poročil, da se telesno aktivni posamezniki pogosto poslužujejo bizarnih in patogenih metod za zniževanje telesne mase in neurejenih prehranjevalnih vzorcev. Neprevidni prehranjevalni vzorci imajo negativen vpliv na telesno sestavo, energijske rezerve ter psihološko in fizično počutje (McArdle idr., 2009).

Nizko-OH visoko-B diete kratkoročno sicer klestijo kilograme, vendar je njihova uspešnost na dolgi rok vprašljiva in so lahko celo zdravju škodljive (Eisenstein, Roberts, Dallal & Saltzman, 2002). Beljakovinsko bogata živila pogosto vsebujejo velike količine nasičenih maščob, ki povečajo tveganje za srčno-žilne bolezni in diabetes tipa 2. Diete s pretiranimi količinami živalskih beljakovin povzročijo povečano izločanje oksalata – spojine, ki se primarno združi s kalcijem za tvorbo ledvičnih kamnov. Visoke ravni kalcija v urinu prav tako znižajo njegovo ravnovesje v telesu (Reddy, Wang, Sakhaee, Brinkley & Pak, 2002). Varnost takih diet se izboljša z izbiro visokokakovostnih virov beljakovin in dodajanjem zadostne količine OH, esencialnih maščobnih kislin in mikrohranil (Atkinson idr., 1993). Keogh, Luscombe-Marsh, Noakes, Wittert & Clifton (2007) so pokazali, da ima manj ekstremna različica visoko-proteinske nizko-M diete dolgoročneje (do enega leta)



ugodne učinke na izgubo TM, telesno sestavo in presnovo, ki so enakovredni in v nekaterih primerih večji, od tistih pri konvencionalnih visoko-OH nizko-M dietah.

Visoko-proteinske (nizko-OH, visoko-M) diete, kot so Atkinsova, Zone ter South Beach so trenutno priljubljene med splošno javnostjo in med športniki. Temeljijo na zmanjšanju glikemične obremenitve, znižanem izločanju inzulina in, nekatere, na indukciji stanja ketoze s strogim omejevanjem vnosa OH. Številne študije so ovrednotile učinkovitost tovrstnih diet z nizkim vnosom OH in višjim vnosom beljakovin ter maščob za izgubljanje TM oziroma maščobe (O'Connor & Slater, 2011). Dokazi kažejo, da pripomorejo k večji izgubi TM/maščobe na kratek rok v obdobju do treh mesecev in srednjeročno v obdobju do pol leta v primerjavi z bolj tradicionalnimi dietami. Vendar pa se ti prvi rezultati dolgoročno (od 6–12 mesecev) ne ohranijo in se izgubljena masa pridobi nazaj (Sacks idr., 2009). Poleg tega so rezultati slabši v primerjavi s tistimi, ki so doseženi s strokovno pomočjo ter vedenjskimi spremembami (Wadden & Foster, 2000). Tabela 7 prikazuje primerjavo priporočil o dnevnem energijskem vnosu makrohranil MZRS in WHO za splošno populacijo ter nekaterih diet, izraženih v odstotkih dnevnega energijskega vnosa.

Tabela 7: Primerjava priporočil o dnevnem energijskem vnosu makrohranil v odstotkih dnevnega energijskega vnosa.

Priporočilo	Ogljikovi hidrati	Maščobe	Beljakovine
MZRS	≥ 50 %	< 30 %	8–10 %
WHO	55–75 %	15–30 %	10–15 %
Ketogene diete	≤ 5 %	≤ 70 %	30–35 %
Paleo dieta	22–40 %	28–58 %	19–35 %
Zone dieta	40 %	30 %	30 %

Prirejeno po: Cordain & Friel (2012); Kenney, Wilmore & Costill (2012); McArdle idr. (2009); Referenčne vrednosti za vnos hranil (2004); Willey (2007); World Health Organization (2003).

MZRS – Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije; WHO – World Health Organization.

Laični strokovnjaki trdijo, da izredno visok vnos beljakovin zavira tek z zanašanjem na mobilizacijo maščobnih kislin in posledično tvorbo ketonov. Poleg tega višji termični učinek beljakovin v končni fazi zmanjša neto vneseno energijo iz zaužitih beljakovin v primerjavi z uravnoveženim obrokom enake energijske vrednosti. To dejstvo ima določeno veljavnost, vendar je ob tem potrebno upoštevati še ostale dejavnike pri snovanju dobro premišljenega in kakovostnega načrta prehrane. Pomembni vidiki visoko-proteinskih diet so potencialne obremenitve jeter in ledvic,

dehidracija, neravnovesje elektrolitov, izčrpanje glikogenskih zalog, izguba puste mišične mase, nastanek ledvičnih kamnov in zmanjšana absorpcija kalcija. Treba pa je še raziskati, če se relativno visoko-proteinske diete lahko trajno vzdržujejo in če lahko take diete pomagajo pri ohranitvi dosežene nižje TM in z njimi dosežene izboljšave presnove (McArdle idr., 2009).

### **1.3.1 Ketogene diete**

Dieta, ki jo je zasnoval dr. Robert C. Atkins (1997), je bila razglašena kot revolucija nizko-OH ketogenih shujševalnih diet. Prvič so bile tovrstne diete promovirane v poznem 19. stoletju in so se od takrat pojavile v različnih oblikah (McArdle idr., 2009). Že od leta 1921 se ketogene diete uporabljajo za zdravljenje simptomov neodzivne otroške epilepsije (Kossoff & Wang, 2013). V sodobnem času pa se pod strokovnim nadzorom novejša variacije varno in učinkovito uporabljajo za klinično zdravljenje oziroma omilitev napadov pri otrocih in odraslih z neobvladljivo epilepsijo (Cervenka & Kossoff, 2013; Danial, Hartman, Stafstrom & Thio, 2013) in Dravetovim sindromom (Laux & Blackford, 2013). Stafstrom & Rho (2012) nakazujeta, da naj bi ketogene diete imele tudi ugodne učinke pri omilitvi simptomov Alzheimerjeve in Parkinsonove bolezni, amiotrofinčne lateralne skleroze, avtizma, migren in pri zaviranju ali upočasnjevanju rasti nekaterih oblik možganskih tumorjev. Paoli idr. (2012) pa so pokazali, da uporaba nizko-OH ketogene diete za relativno kratko časovno obdobje (npr. 30 dni) lahko vpliva na znižanje TM/maščobe brez negativnih učinkov na zmogljivost v moči pri vrhunskih športnikih.

Ketonske diete imajo poudarek na omejevanju OH, medtem ko generalno ignorirajo skupno kalorično vrednost ter vsebnost beljakovin, holesterola in nasičenih maščob. Temeljijo na omejitvi vnosa OH pod 20 g v prvih dveh tednih diete (z nekaj liberalizacije po tem obdobju), kar povzroči, da začne telo za pridobivanje energije mobilizirati znatne količine maščob. Pri tem v krvni plazmi pride do presežka ketonskih teles, ki so stranski produkti nepopolne razgradnje maščob zaradi nezadostnega katabolizma OH in naj bi zavirali tek. Teoretično ketoni, ki se izločijo z urinom, predstavljajo neizkoriščeno energijo, ki olajša nadaljnjo izgubo TM. Zagovorniki trdijo, da ta energijska izguba z urinom postane tako velika, da lahko jedo, kolikor želijo, če le strogo omejijo OH. Pogosto pa je spregledano dejstvo, da omejitve ogljikohidratnih živil, ki jih večina ljudi je, ustvari nizkokalorično dieto, katere rezultat je izguba TM (McArdle idr., 2009).

V najboljšem primeru izguba energije z izločanjem ketonov znaša le 100–150 kcal dnevno, kar predstavlja znižanje TM za približno 0,45 kg na mesec. Začetna izguba TM je tudi posledica dehidracije zaradi dodatne obremenitve ledvic s topljencem, ki poveča izločanje tekočin iz telesa. Izguba vode pa ne zmanjša količine telesnega maščevja. Nizko-OH diete hitro izčrpajo glikogenske zaloge, kar v veliki meri vpliva na sposobnost opravljanja težkih treningov in tekmovanj. Take diete prav tako povzročijo izgubljanje puste mase, saj organizem za ohranjanje nivoja glukoze v krvi z glukoneogenezo porablja AK iz mišičja – kar je neželen stranski učinek pri dietah za zniževanje telesne maščobe (McArdle idr., 2009).

Zgodnja izguba TM (v nasprotju z maščobo) pri ketonskih dietah je poleg praznih zalog glikogena in z njim povezane izgube vode pripisana nasitnim učinkom višjega beljakovinskega vnosa ter s tem nižjega vnosa energije in ne stanju ketoze, kot je bilo mišljeno prvotno (Sacks idr., 2009). Kratkoročna uspešnost ketonskih diet je povezana tudi s privrženostjo/vdanostjo, ki izvira iz novosti, preprostosti in enoličnosti zaradi skope raznolikosti hrane takšnega načina prehranjevanja. Raziskave, ki so bile izrecno zasnovane za vrednotenje vpliva raznolikosti v prehrani, nakazujejo, da se vnos energije s hrano povečuje s številom razpoložljivih živil (Stubbs, Johnstone, Mazlan, Mbaiwa & Ferris, 2001).

Ni še popolnoma jasno, ali ketonska dieta bolje vpliva na izgubljanje maščob v primerjavi z uravnoteženo nizkokalorično dieto (McArdle idr., 2009). V splošnem velja, da se izguba TM nanaša predvsem na nizkokalorično vrednost ter trajanje diete kot pa na nizko vsebnost OH (Bravata idr., 2003). V randomiziranih kliničnih študijah, ki so primerjale tradicionalno nizko-M dieto s ketonsko, nizko-OH dieto za znižanje TM so ugotovili, da je slednja učinkovitejša za zmerno izgubo TM pri prekomerno težkih ljudeh (Foster idr., 2003; Samaha idr., 2003; Yancy, Olsen, Guyton, Bakst & Westman, 2004). Izboljšalo se je tudi zdravje srca in ožilja kot posledica ugodnejše ravni lipidov v krvi in glikemične kontrole pri tistih, ki so se držali nizko-OH diete do enega leta (Stern idr., 2004). Takšne ugotovitve dajejo mero verodostojnosti nizko-OH dietam in izzivajo konvencionalno mišljenje o potencialnih nevarnostih visoko-M diet (McArdle idr., 2009).

Kljub oglaševanju v medijih, niso ketonske diete nič boljše za dolgoročno vzdrževanje izgubljene TM/maščobe v primerjavi z makrohranilno uravnoteženimi. Poleg tega ostaja odprto vprašanje o dolgoročni varnosti ketoze, saj je potencialno škodljiva in se povezuje s hiperlipidemijo, optično nevropatijo, osteoporozo in

spremenjeno kognitivno funkcijo. Prav tako se poveča tveganje za pomanjkanje ključnih fitokemikalij, ki imajo pozitivne učinke na zdravje, zaradi nezadostnega vnosa hranil – zlasti vlaknin, vitaminov B1, B2 in C ter kalcija in magnezija kot posledica omejevanja vnosa sadja, škrobnate zelenjave, žit in mlečnih izdelkov. Nezadosten vnos OH pri športnikih povzroči zmanjšanje glikogenskih zalog ter poslabša visoko intenzivno zmogljivost, imunsko funkcijo in regeneracijo (O'Connor & Slater, 2011). Vpliv na mišično maso je nejasen. V praksi športniki za izgubljanje TM/maščobe pogosto uporabijo nekatere vidike shujševalnih programov z nižanim vnosom OH. Tipično je to višji vnos beljakovin in skromno znižanje vnosa OH in glikemičnega indeksa živil namesto skrajnega omejevanja OH. Na žalost pa se govorice o priljubljenih shujševalnih trendih med športniki širijo hitro in predstavljajo znatno tveganje za mlade športnike ter tiste z nezadostno strokovno podporo pri upravljanju z razmerjem puste in maščobne mase v telesu (O'Connor & Caterson, 2010).

## **2 METODE**

### **2.1 Namen**

Namen diplomske naloge je raziskati beljakovinska prehranska dopolnila v Sloveniji, ki jih ponuja spletna prodaja, in preveriti navodila spletnih prodajalcev beljakovinskih dodatkov v zvezi z njihovo uporabo, navedbe o čistosti proizvodov in promocije visoko-proteinskih diet za povečanje razmerja med pusto in maščobno maso ter jih primerjati z znanstveno literaturo.

### **2.2 Hipoteze**

1. Proteinski dodatki na slovenskem spletnem trgu so označeni s predpisano deklaracijo, nimajo pa podatka o nadzoru možnih nedovoljenih primesi.
2. Proteinske dodatke na slovenskem spletnem trgu spremljajo nenatančne informacije o uporabi, ki pogosto zajemajo previsoke priporočene odmerke.
3. Mnogi spletni prodajalci poleg proteinskih dodatkov priporočajo visoko-proteinske diete za izgubo telesne/maščobne mase.
4. Informacije o dnevnem vnosu beljakovin s spletnih portalov, ki prodajajo proteinske dodatke, se razlikujejo od informacij iz znanstvene literature.

### **2.3 Metode**

Da bi raziskali spletne ponudnike beljakovinskih dodatkov, smo maja 2013 preko spletnega iskalnika Google z iskalnim nizom »športna prehrana« izvedli iskanje spletnih trgovin s športnimi prehranskimi dodatki v Sloveniji. Da bi preverili prvo in drugo hipotezo, smo za primerjavo izbrali sirotkine beljakovinske izdelke različnih slovenskih in tujih proizvajalcev in jih med seboj primerjali po spodaj navedenih kriterijih (informacije smo pridobili z etiket izdelkov in/ali spletnih strani):

- država sedeža proizvajalca;
- država proizvodnje;
- garancija o čistosti vsebine;
- podatki o sestavi ter vsebnosti alergenov in
- navodila o načinu jemanja.

Da bi preverili tretjo in četrto hipotezo, smo izvedli analizo ter primerjavo člankov, objavljenih na spletnih portalih nekaterih najdenih prodajaln. Kriteriji primerjave so bili:

- priporočilo o dnevnem vnosu beljakovin;
- opisane/promovirane shujševalne diete in
- podatki o viru navedenih informacij.

Glavni rezultati naloge so kvalitativni. Kvantitativne rezultate smo obdelali z opisno statistiko.

### 3 REZULTATI

Najdenih je bilo 25 spletnih trgovin (ena izmed teh je bila spletna lekarna, celoten seznam najdenih spletnih strani je prikazan v Tabeli 8) in skupno 59 sirotkinih prehranskih dodatkov različnih proizvajalcev, od tega 53 (89,8 %) tujih in 6 (10,2 %) slovenskih. Od najdenih spletnih trgovin jih 13 (52 %) objavlja članke na svojih spletnih portalih. Skupno je bilo najdenih 50 spletnih člankov, ki navajajo priporočila o dnevnem vnosu beljakovin in/ali opisujejo dieto za zniževanje telesne mase/maščobe.

*Tabela 8: Seznam najdenih spletnih trgovin.*

Spletna stran*
<a href="http://capitol-sportnaprehrana.com/">http://capitol-sportnaprehrana.com/</a>
<a href="http://fitfood.si/">http://fitfood.si/</a>
<a href="http://topatlet.si/">http://topatlet.si/</a>
<a href="http://www.abp-sport.com/">http://www.abp-sport.com/</a>
<a href="http://www.aminostar.si/">http://www.aminostar.si/</a>
<a href="http://www.aricom.si/">http://www.aricom.si/</a>
<a href="http://www.bodifit-trgovina.com/">http://www.bodifit-trgovina.com/</a>
<a href="http://www.fit-shop.si/">http://www.fit-shop.si/</a>
<a href="http://www.flexshop.si/">http://www.flexshop.si/</a>
<a href="http://www.liv-vin.si/Sportna-prehrana.html">http://www.liv-vin.si/Sportna-prehrana.html</a>
<a href="http://www.maxximum-shop.com/">http://www.maxximum-shop.com/</a>
<a href="http://www.moja-lekarna.com/c-177-sportna-prehrana.aspx">http://www.moja-lekarna.com/c-177-sportna-prehrana.aspx</a>
<a href="http://www.nanox.si/">http://www.nanox.si/</a>
<a href="http://www.nn-sportna-prehrana.si/">http://www.nn-sportna-prehrana.si/</a>
<a href="http://www.nutrica.eu/si/">http://www.nutrica.eu/si/</a>
<a href="http://www.pas.si/">http://www.pas.si/</a>
<a href="http://www.professionalathletenutrition.com/">http://www.professionalathletenutrition.com/</a>
<a href="http://www.profitnes.si/">http://www.profitnes.si/</a>
<a href="http://www.sokolmarket.com/">http://www.sokolmarket.com/</a>
<a href="http://www.sportnaprehrana.com/">http://www.sportnaprehrana.com/</a>
<a href="http://www.sportna-prehrana.si/">http://www.sportna-prehrana.si/</a>
<a href="http://www.the-nutrition.com/store/">http://www.the-nutrition.com/store/</a>
<a href="http://www.vigorshop.net/si/">http://www.vigorshop.net/si/</a>
<a href="http://www.vo2sport.com/">http://www.vo2sport.com/</a>
<a href="https://www.proteini.si/sl/">https://www.proteini.si/sl/</a>

\*Spletne strani so razvrščene po abecednem vrstnem redu.

Datum iskanja je 27. 5. 2013.

### 3.1 Ponudba proteinskih dodatkov v Sloveniji

Največ (37,3 %) sirotkinih izdelkov, ki so na voljo v Sloveniji, je od proizvajalcev s sedežem v Združenih državah Amerike. Sledijo Velika Britanija (16,9 %), Nemčija in Slovenija (obe z 10,2 %). Celoten seznam je prikazan v Tabeli 9.

Tabela 9: Države sedežev proizvajalcev sirotkinih izdelkov, ki so naprodaj v Sloveniji.

Država sedeža proizvajalca	Število izdelkov	Odstotek
ZDA	22	37,3 %
Velika Britanija	10	16,9 %
Nemčija	6	10,2 %
Slovenija	6	10,2 %
Kanada	4	6,8 %
Belgija	2	3,4 %
Češka	2	3,4 %
Italija	2	3,4 %
Poljska	2	3,4 %
Madžarska	1	1,7 %
Republika Južna Afrika	1	1,7 %
Španija	1	1,7 %

Od 53 izdelkov tujih proizvajalcev se jih največ proizvaja v ZDA (43,4 %), Veliki Britaniji (15,1 %), Nemčiji (13,2 %) in Kanadi (7,5 %). Tabela 10 prikazuje vse države proizvodnje. Od izdelkov proizvajalcev s sedežem v Sloveniji pa se štiri proizvajajo v državah Evropske unije, eden v Nemčiji in eden v Sloveniji.

Tabela 10: Države proizvodnje sirotkinih izdelkov tujih proizvajalcev.

Država proizvodnje	Število izdelkov	Odstotek
ZDA	23	43,4 %
Velika Britanija	8	15,1 %
Nemčija	7	13,2 %
Kanada	4	7,5 %
Belgija	2	3,8 %
Češka	2	3,8 %
Italija	2	3,8 %
Poljska	2	3,8 %
Madžarska	1	1,9 %
Republika Južna Afrika	1	1,9 %
Španija	1	1,9 %



Vsi izdelki imajo na etiketi navedene podatke o sestavi in vsebnosti alergenov. 46 (86,8 %) tujih proizvajalcev na izdelku ali na spletni strani zagotavlja čistost vsebine svojih izdelkov, sedem (13,2 %) pa o tem nima podatka. Od šestih slovenskih proizvajalcev ima en proizvajalec garancijo, da njihovi izdelki ne vsebujejo prepovedanih substanc na etiketi in spletni strani, eden pa samo na spletni strani. Nadalje smo se obrnili nanje po elektronski pošti. Vsi proizvajalci so preko elektronske pošte jamčili, da njihovi izdelki ne vsebujejo nedovoljenih substanc ter sestavin, ki niso navedene na etiketi.

V navodilih za uporabo je priporočen odmerek povprečno  $23,9 \pm 5,6$  gramov beljakovin. Na 12 izdelkih se za optimalnejši učinek priporoča zaužitje dvojnega ali večjega odmerka. Za dva izdelka se priporoča zaužitje enega odmerka na dan, za 18 izdelkov do dva odmerka, za 30 izdelkov do tri odmerke in za devet izdelkov do štiri odmerke na dan.

### 3.2 Priporočila spletnih portalov

Najdenih je bilo 18 člankov iz petih spletnih portalov, ki opisujejo diete za zniževanje telesne mase/maščobe. Največje število člankov opisuje ketonsko dieto (33,3 %). Sledijo paleo (16,7 %), cik-cak (11 %), nizko-OH (11 %), beljakovinska (5,6 %), Atkinsova (5,6 %), mediteranska (5,6 %), Zone (5,6 %) ter dieta v skladu s priporočili WHO (5,6 %). Tabela 11 prikazuje številsko porazdelitev člankov po spletnih portalih, Graf 1 na naslednji strani pa slikovno ponazoritev priporočil.

Tabela 11: Številska porazdelitev opisanih diet po spletnih portalih.

Dieta	#1*	#2*	#3*	#4*	#5*
Ketonska			1	5	
Paleo				3	
Cik-cak			1	1	
Nizko-OH	1	1			
Beljakovinska		1			
Atkinsova				1	
Mediterska				1	
Zone				1	
Smernice WHO					1

\*Spletni portali so označeni z # in zaporedno številko. Zaradi spoštovanja zasebnosti njihova imena in spletni naslovi niso objavljeni.

Graf 1: Prikaz opisanih diet za zniževanje telesne mase.



Od vseh 50 člankov jih 38 navaja priporočila za dnevni vnos beljakovin. Od teh jih 14 priporoča beljakovinski vnos za hujšanje (H), 13 s ciljem pridobivanja mišične mase (MM), 11 člankov pa splošno za gibalno/športno aktivne posameznike. 25 člankov priporočila navaja v g B/kg TM, štirje v g B/kg puste TM (PTM), sedem v odstotkih energijskega vnosa (EV), dva članka pa priporočila razdelita po razredih (za povprečne odrasle, rekreativne športnike, vzdržljivostne športnike, aktivne športnike, športnike moči in hitrosti ter bodibilderje in dvigovalce uteži). Številska porazdelitev priporočil je prikazana v Tabeli 12.

Tabela 12: Številska porazdelitev priporočil spletnih člankov o vnosu beljakovin.

Priporočilo	Št. člankov	H	MM	GŠA
0,8 g/kg TM/dan	0	0	0	0
0,8–2 g/kg TM/dan	4	0	1	3
2 g/kg TM/dan	6	2	2	2
> 2 g/kg TM/dan	15	5	8	2
2–3,4 g/kg PTM/dan	4	1	2	1
> 15 % EV	7	6	0	1
Klasifikacija	2	0	0	2

H – priporočila za hujšanje oziroma zniževanje telesne mase/maščobe;

MM – priporočila za pridobivanje mišične mase;

GŠA – splošna priporočila za gibalno/športno aktivne posameznike;

TM – telesna masa;

PTM – pusta telesna masa;

EV – priporočene vrednosti beljakovin so navedene v odstotkih energijskega vnosa.

Polovica (25 člankov) priporoča enakomerno porazdelitev vnosa beljakovin čez dan v več manjših obrokih. V 20 spletnih člankih (40 %) so za lažje doseganje višjega beljakovinskega vnosa v besedilu promovirani izdelki, ki jih prodajajo v istih spletnih trgovinah. Od vseh petdesetih člankov jih 26 (52 %) govori o rezultatih raziskav in/ali študij, od teh en članek (2 %) navaja vire informacij.

## 4 DISKUSIJA

Analizirani so bili sirotkini izdelki in spletni članki različnih proizvajalcev s spletnih strani slovenskih spletnih trgovin, ki so bili najdeni preko iskalnika Google z iskalnim nizom »športna prehrana«. Pri izdelkih smo preverili državo sedeža proizvajalca, državo proizvodnje, garancijo o čistosti vsebine, podatke o sestavi ter vsebnosti alergenih snovi in navodila o jemanju. Na spletnih straneh najdenih trgovin, ki so objavljale članke, smo pregledali priporočila o dnevnem vnosu beljakovin, opisane diete za zniževanje TM/maščobe in navajanje virov informacij.

Ugotovili smo, da imajo vsi analizirani sirotkini izdelki na etiketi podatke o sestavi in vsebnosti morebitnih alergenih snovi, kar je zadovoljivo, saj mora imeti vsak izdelek na deklaraciji navedene naslednje podatke (Dervišević & Vidmar, 2011):

- ime izdelka;
- količino vsebine (količina prahu ali napitka, število tablet ali kapsul);
- sestavo izdelka;
- podatek o količini aktivne sestavine na odmerek ali na celotno količino izdelka;
- ime in naslov proizvajalca;
- rok trajanja;
- način uporabe.

Literatura poroča o možnosti kontaminacije prehranskih dodatkov. Ugotovili so, da čeprav so bili izdelki, v katerih so odkrili kontaminacijo, kupljeni v različnih državah, bi lahko izvor kontaminiranih izdelkov pripisali petim državam: ZDA, Nizozemski, Veliki Britaniji, Italiji in Nemčiji (Geyer idr., 2004; Geyer idr., 2002). Zato smo preverili izvor proteinskih dodatkov, ki se tržijo pri nas, tako glede na državo sedeža proizvajalca kot glede na državo same proizvodnje. Največ sirotkinih izdelkov tujih proizvajalcev, ki se prodajajo v Sloveniji, je proizvedenih v ZDA, Veliki Britaniji in Nemčiji. Sodeč po rezultatih Kölnske študije (Geyer idr., 2002) (prikazanih v Tabeli 6) so bili prehranski dodatki iz teh držav po odstotkih med najbolj kontaminiranimi z nedovoljenimi substancami. Vendar večina tujih proizvajalcev (86,6 %) na spletni strani ali na etiketi svojih izdelkov zagotavlja pristnost njihove vsebine. Od šestih slovenskih proizvajalcev samo eden svoje sirotkine izdelke proizvaja v Sloveniji. Drugih pet pa v tujini – v državah Evropske unije. Prav tako ima samo en slovenski proizvajalec na etiketi in na spletni strani zagotovilo, da izdelek ne vsebuje nedovoljenih substanc. Še en proizvajalec pa

samo na spletni strani in še to dokaj neopazno oziroma površno. Sicer pa preko elektronske pošte vsi slovenski proizvajalci jamčijo čistost vsebine svojih izdelkov.

Kaže, da se je stanje o ozaveščenosti o kontaminaciji prehranskih dodatkov s prepovedanimi snovmi od objave rezultatov Kölnske študije (Geyer idr., 2002), ki je bila v ta namen tudi izvedena, izboljšalo. Predvsem v tujini, saj večina tujih proizvajalcev (86,6 %) obravnavanih izdelkov na etiketi izdelkov in/ali na svoji spletni strani potrošnikom ponuja zagotovila o čistosti in pristnosti vsebine svojih izdelkov. Med slovenskimi proizvajalci je stanje slabše, saj od šestih samo eden jasno navaja garancijo o čistosti vsebine tako na etiketi, kot na spletni strani.

Zlasti z vidika športnika, ki je podvržen dopińskim kontrolam, pa tudi trenerja ali rekreativnega uporabnika gre pričakovat, da bo potrošnik pri nakupu prehranskih dopolnil prednost dal izdelkom, ki imajo tovrstno zagotovilo že takoj vidno na etiketi. Najbolj pa gre zaupat proizvajalcem, ki opravljajo testiranja na vsaki proizvodni seriji svojih izdelkov (Phillips idr., 2011) in so aktivni na znanstvenoraziskovalnem področju (Dervišević & Vidmar, 2011).

Navedeno delno potrjuje prvo hipotezo: proteinski dodatki na slovenskem spletnem trgu so označeni s predpisano deklaracijo, podatki o nadzoru nad možnostjo vsebnosti nedovoljenih primesi pa so prisotni na večini izdelkov tujih proizvajalcev, medtem ko so na izdelkih slovenskih proizvajalcev slabše predstavljeni, čeprav jih proizvajalci dostavijo, če so k temu pozvani.

Povprečna količina beljakovin na priporočen odmerek ( $23,9 \pm 5,6$  g) vseh 59 obravnavanih proizvajalcev sirotkinih izdelkov je dokaj v skladu z rezultati raziskav, ki so ugotovile, da je za maksimalno stimulacijo SMP oziroma za maksimizacijo dušikove bilance optimalno zaužiti odmerek od 20 do 25 g beljakovin večkrat na dan v rednih časovnih intervalih ( $\sim 3$  h) ter po GŠA (Cuthbertson idr., 2005; Moore idr., 2012; Moore idr., 2009a; Moore idr., 2009b; Staples idr., 2011). Toda 12 proizvajalcev priporoča zaužitje dvojnega ali večjega odmerka naenkrat – kar pa je vprašljivo, saj so Moore idr. (2009a) pokazali, da zaužitje dvojnega odmerka vodi v oksidacijo večjega deleža levcina za gorivo z minimalno (11 %) dodatno stimulacijo SMP. Število priporočenih odmerkov (do štiri na dan) se zdi pretirano. Najbolj upravičena je uporaba proteinskih dodatkov v času, ko je uživanje polnovrednih živil fiziološko oteženo in ko so dodatki priročnejši – to je med in neposredno po GŠA (Lipovšek, 2013). Vedno pa mora biti poudarek na uživanju kakovostnih

prehranskih virov beljakovin, ki jih ne smejo nadomestiti prehranska dopolnila (Phillips idr., 2011).

Druga hipoteza je prav tako delno potrjena. Resda je povprečna količina beljakovin na priporočen odmerek v skladu z ugotovitvami raziskav, vendar 12 (20,3 %) proizvajalcev priporoča zaužitje dvojnega ali večjega odmerka naenkrat. Poleg tega pa vsi razen dveh (96,6 %) proizvajalcev priporočajo uživanje več odmerkov na dan (od dva do štiri) kar se zdi neupravičeno, saj proteinski dodatki ne smejo popolnoma nadomestiti polnovrednih živil.

Iz Grafa 1 je razvidno, da so po številu člankov na spletnih portalih slovenskih trgovin s športno prehrano za zniževanje TM promovirane ketonska, paleo, cik-cak, nizko-OH, beljakovinska, Atkinsova, mediteranska in Zone dieta. Vse omenjene diete temeljijo na nižjem vnosu OH in povišanem vnosu beljakovin in/ali maščob od priporočenega s strani WHO kot ga, od 18 obravnavanih, priporoča en članek.

Zgornja ugotovitev potrjuje tretjo hipotezo, saj večina (94,4 %) člankov spletnih trgovin, ki le-te objavljajo, za zniževanje telesne oziroma maščobne mase priporoča visoko-proteinske diete.

Najbolj promovirane (s sedmimi priporočili – vključno z Atkinsovo) so ketonske oziroma ketogene diete. Resda imajo kratkoročno boljše učinke v primerjavi z ostalimi dietami (Eisenstein idr., 2002; Foster idr., 2003; Sacks idr., 2009; Samaha idr., 2003; Yancy idr., 2004), vendar se kaže, da se rezultati dolgoročno ne ohranijo in se izgubljena TM pridobi nazaj (Sacks idr., 2009) – pogosto še celo na večjo, kot je bila na začetku, ko se posameznik ponovno začne prehranjevati z uravnoteženo prehrano z zadostnimi količinami hranil in energije (Rolfes idr., 2011).

Ketogene diete potrebujejo sistematično dolgoročno (do 5 let) oceno za varnost in učinkovitost, zlasti v zvezi z nivojem lipidov v krvi, saj ne omejujejo vnosa mesa, maščob, jajc in sira, kar lahko predstavlja potencialne nevarnosti (McArdle idr., 2009). Poleg tega pa ketogene diete lahko povzročijo vrsto neželenih stranskih učinkov, kot so povišanje ravni sečne kisline v serumu (kar lahko vodi v poslabšanje obstoječih bolezni ledvic in povzroči vnetje sklepov pri tistih, nagnjenih k putiki), pospešijo tvorbo ledvičnih kamnov, spremenijo koncentracije elektrolitov (kar lahko izzove aritmije srca), povzročajo zakisanje, slab okus v ustih, slab zadah, slabost, zaprtost, nizek krvni tlak, izpraznijo zaloge glikogena ter s tem

prispevajo k dodatni utrujenosti, povzročijo dehidracijo (McArdle idr., 2009; Rolfes idr., 2011) in upad kognitivnih sposobnosti (Willey, 2007). Tovrstne diete so vsekakor kontraindicirane med nosečnostjo, ker zaradi nezadostnega vnosa OH zavrejo zarodkov razvoj in lahko povzročijo mrtvorojenost (McArdle idr., 2009; Rolfes idr., 2011).

Z vidika dolgoročne učinkovitosti in varnosti se od omenjenih zdita najbolj primerni cik-cak ter paleo dieta, ki je sicer po številu člankov druga najbolj priporočena, a so vsi članki z istega spletnega portala. Obe dieti poudarjata uživanje nepredelane hrane, dolgoročno ne omejujeta makrohranil in se lahko uporabljata tako za zniževanje TM, kakor tudi za pridobivanje MM. Cik-cak dieta (angl.: Zig Zag) temelji na cikliziranju kalorijskega in/ali OH vnosa po dnevih (npr. dan 1: nizek, dan 2: srednji, dan 3: visok vnos – cikel se nato ponavlja). Najintenzivnejša GŠA se običajno razporedi na dan visokega vnosa (Willey, 2007).

Najprimernejša pa se zdi paleo dieta. Temelji na načinu prehranjevanja, kot so ga imeli naši predniki iz stare kamene dobe – paleolitika. Moderna paleolitska oziroma dieta lovca-nabiralca 21. stoletja narekuje uživanje sveže zelenjave in sadja (najbolje organske pridelave), pustega mesa, mastnih rib in morskih sadežev, jajc, zdravih olj (najbolj priporočena so laneno, orehovo, avokadovo, makadamijevo, kokosovo in olivno), oreškov in zrn. Izogibati pa se je treba mleka in mlečnih izdelkov, žit, žitom podobnih semen (amarant, chia semena, kvinoja, ajda), stročnic (arašidi spadajo med stročnice), škrobnih gomoljev (krompir, manioka), živil s kvasom ter fermentiranih izdelkov (ustekleničena živila, tofu), kisa, soli, alkoholnih pijač, rafiniranih sladkorjev, medu ter predelanih in konzerviranih mesnih/ribjih izdelkov. Za športnike so med izjemami tudi prehranski dodatki in suho sadje (kot so rozine, dateljni in fige) (Cordain & Friel, 2012). Približno 19–35 % energijskega vnosa naj bi bilo iz beljakovin, 22–40 % iz OH in 28–58 % iz maščob. Navkljub višjemu vnosu maščob pa naj bi, zaradi relativno visokega deleža zaužitih enkrat ter večkrat nenasičenih maščobnih kislin in nižjega razmerja med omega-6 in omega-3 maščobnimi kislinami, paleo način prehranjevanja preprečeval razvoj bolezni srca in ožilja (Cordain, Eaton, Miller, Mann & Hill, 2002; Cordain idr., 2000). Poleg tega pa vpliva na izboljšanje krvnega tlaka ter zmanjša tveganje za kap in bolezni ledvic (O'Keefe & Cordain, 2004).

Nedavna raziskava je pokazala, da paleo dieta hitro vpliva na znatno znižanje krvnega tlaka, inzulina v krvni plazmi, skupnega holesterola, LDL holesterola in

trigliceridov – vse to po samo desetih dneh. Raziskovalci so zaključili, da pri zdravih sedentarnih posameznikih paleo dieta kratkoročno ponuja vse naštetje koristi brez znižanja TM, povečanja stopnje GŠA ali jemanja zdravil (Frassetto, Schloetter, Mietus-Synder, Morris & Sebastian, 2009). Druga raziskava je v obdobju treh tednov demonstrirala izgubo TM, zmanjšanje obsega pasu in za 36 % znižan energijski vnos *ad libitum* (Osterdahl, Kocturk, Koochek & Wandell, 2008).

V primerjavi z mediteransko je paleo dieta pri ljudeh z ishemično boleznijo srca na kalorijo bolj nasitna (Jonsson, Granfeldt, Erlanson-Albertsson, Ahren & Lindeberg, 2010) in lahko vpliva na izboljšanje tolerance na glukozo ter zmanjšanje obsega pasu (Lindeberg idr., 2007). Pri bolnikih z diabetesom tipa 2 pa je po treh mesecih vplivala na izboljšanje glikemične kontrole in več dejavnikov tveganja za srčno-žilne bolezni v primerjavi z dieto, predpisano za diabetike (Jonsson idr., 2009).

Pri športnikih ima paleo dieta tudi ergogeni učinek, saj vsebuje visok delež BCAA iz naravnih virov. Poleg tega spadajo banane med najbolj učinkovita živila za obnovitev glikogenskih zalog. Zaradi visokega vnosa sadja in zelenjave pa paleo dieta pufra metabolično acidozo ter spodbuja optimalno delovanje imunskega sistema, saj je bogata z antioksidanti, vitamini, minerali in fitokemikalijami (Cordain & Friel, 2012).

Paleo dieta je bolj kot dieta vseživljenjski način prehranjevanja. Da večina ljudi dolgoročno sprejme nov način prehranjevanja, se zdijo koristne nekatere vedenjske spremembe. Ob opustitvi določenih živil se s psihološkega vidika večina ljudi bolje odzove, če ve, da se jim ni potrebno popolnoma in za vedno odreči najljubši hrani. Paleo dieta dovoljuje tako imenovano pravilo 85:15, kar pomeni, da lahko posameznik občasno poseže po katerikoli hrani, dokler 85 % tedenskega EV predstavljajo sveže meso, jajca, ribe, morski sadeži, sadje, zelenjava, zdrava olja, oreški in semena. Občasno goljufanje in odstopanja so psihološko zelo koristna in so dovoljena, dokler predstavljajo 15 % ali manj EV diete, saj je tako vpliv na gibalno/športno zmogljivost in zdravje najmanjši (Cordain & Friel, 2012).

Slabost paleo diete se zdi izločitev mleka in mlečnih izdelkov, stročnic ter žit iz vsakodnevne prehrane. Uživanje tako mlečnih izdelkov (Bel-Serrat idr., 2013; Mozaffarian idr., 2010), stročnic (Bazzano idr., 2001; Bazzano, Thompson, Tees, Nguyen & Winham, 2011) ali polnozrnatih žit (Anderson, Hanna, Peng & Kryscio, 2000; McKeown, Meigs, Liu, Wilson & Jacques, 2002) se v raziskavah kaže za zdravju zelo koristno. Ob tem pa je treba poudariti, da se uživanje glutena, ki je



prisoten v nekaterih žitih (kot so pšenica, pira, ječmen in rž), zadnje čase povezuje s številnimi bolezenskimi stanji (alergije, dermatitis herpetiformis, ataksija in občutljivost na gluten) in to ne samo pri bolnikih s celiakijo. Poleg tega je gluten eden najbolj razširjenih prehranskih komponent za večino svetovne populacije, še zlasti v Evropi. Zato so vsi posamezniki, tudi tisti z nizko stopnjo tveganja, v času svoje življenjske dobe dovzetni za kakšno obliko reakcije na gluten (Sapone idr., 2012). Zato ni presenetljivo, da smo bili v zadnjih 50 letih priča »epidemiji« celiakije (Catassi idr., 2010; Rubio-Tapia idr., 2009) in skokovitega porasta z glutenom povezanih motenj, vključno z omenjeno glutensko občutljivostjo (Sapone idr., 2011; Sapone idr., 2010).

Diete brez glutena, med katere sodi tudi paleo dieta, so splošno priznane za zdravljenje celiakije. Obravnavajo pa se tudi kot možnost zdravljenja drugih bolezni, kot so dermatitis herpetiformis, sindrom razdražljivega črevesja (angl.: Irritable Bowel Syndrome), nevrološke motnje, revmatoidni artritis, diabetes in s HIV povezane enteropatije (El-Chammas & Danner, 2011). Nedavna raziskava, ki je bila opravljena na miših, je pokazala, da ima dieta brez glutena koristne učinke na zmanjševanje kopičenja maščobne mase v telesu, vnetja in inzulinske rezistence (Soares idr., 2013).

Ne glede na dieto se za izgubo in ohranjanje TM najbolj priporočajo vedenjske spremembe v načinu življenja in sodelovanje s strokovnjaki, kar je dokazano najbolj učinkovit pristop k dolgotrajnemu znižanju TM (Wadden & Foster, 2000).

Ob pregledu člankov smo ugotovili, da jih 38 od vseh 50 najdenih navaja priporočila za dnevni vnos beljakovin. Od tega jih 14 priporoča beljakovinski vnos za hujšanje, 13 za pridobivanje mišične mase, 11 člankov pa splošno za gibalno/športno aktivne posameznike. 25 člankov priporočila navaja v g B/kg TM, štirje v g B/kg puste TM, sedem v odstotkih energijskega vnosa, dva članka pa priporočila razdelita po razredih (za povprečne odrasle, rekreativne športnike, vzdržljivostne športnike, aktivne športnike, športnike moči in hitrosti ter bodibilderje in dvigovalce uteži). Vsa navedena priporočila (Tabela 12), so bila višja od tistih, ki jih priporočata MZRS in WHO. Zgornja priporočena meja vnosa beljakovin znanstvene literature je 2 g/kg TM/dan (Campbell idr., 2007; Kreider idr., 2010; Plowman & Smith, 2011; Ziegenfuss & Landis, 2008). Od 25 člankov, ki priporočila navajajo glede na TM, jih je samo 10 v skladu z omenjeno zgornjo mejo vnosa, vsi ostali pa priporočajo zaužitje več kot 2 g B/kg TM/dan. Najprimernejša oblika navajanja priporočil se zdi

razredna porazdelitev glede na intenzivnost GŠA, podana glede na TM. Podajanje priporočil glede na PTM se ne zdi primerna, saj verjetno malokateri posameznik pozna količino svoje PTM in ni tako lahko merljiva kot celotna TM.

Samo polovica (25) vseh člankov je v skladu s priporočili o porazdelitvi vnosa beljakovin na več manjših rednih obrokov čez dan. V 20 člankih (40 %) pa se za lažje doseganje višjega beljakovinskega vnosa v besedilu promovirajo izdelki, ki jih prodajajo v istih spletnih trgovinah – kar bi potencialno lahko bil razlog za navedbo višjih priporočil s strani spletnih prodajalcev v želji po večji prodaji svojih izdelkov.

Poleg tega jih od vseh analiziranih člankov kar 26 govori o rezultatih raziskav in/ali študij, vendar samo eden dejansko navaja vire dobljenih informacij – kar je zelo nezadovoljivo, saj ne omogoča preverbe navedenih podatkov in dopušča hipotetično možnost, da so podatki prirejeni ali izmišljeni s ciljem prepričati potrošnike v večji nakup in/ali večjo ter hitrejšo porabo preparatov.

Četrta hipoteza je potrjena, saj se informacije o dnevnem vnosu beljakovin s spletnih portalov, ki prodajajo proteinske dodatke, v večini primerov razlikujejo od informacij iz znanstvene literature.

Na koncu je treba poudariti, da prekomeren vnos kateregakoli makrohranila vodi v njegovo oksidacijo in kopičenje maščobnih zalog. WHO celo razmišlja o znižanju spodnje meje vnosa OH iz 55 na 50 %, saj se v zadnjem času presežen vnos OH najbolj povezuje z debelostjo (Mann idr., 2007). To se odseva tudi v izsledkih pričujoče naloge, ki ugotavlja trend velike popularnosti nizko-OH diet za zniževanje TM.

## **5 ZAKLJUČEK**

V pregledu sirotkinih dodatkov, ki jih prodajajo slovenske spletne prodajalne, smo ugotovili, da so bili proteinski dodatki na slovenskem spletnem trgu označeni s predpisano deklaracijo, podatki o nadzoru nad možnostjo vsebnosti prepovedanih substanc pa prisotni na večini izdelkov tujih proizvajalcev, medtem ko so bili na izdelkih slovenskih proizvajalcev slabše predstavljeni, čeprav so jih proizvajalci dostavili, če so bili k temu pozvani.

Povprečna količina beljakovin na priporočen odmerek  $23,9 \pm 5,6$  gramov je bila v skladu z ugotovitvami iz znanstvene literature, vendar je bilo na petini izdelkov za optimalnejši učinek priporočeno zaužitje dvojnega ali večjega odmerka, prav tako je večina proizvajalcev priporočala zaužitje več odmerkov na dan, kar ni v skladu s priporočili iz znanstvene literature, ki za glavni vir beljakovin zagovarjajo kakovostne prehranske vire.

Na spletnih portalih prodajalcev proteinskih dodatkov smo našli članke, ki so priporočali visoko-proteinske diete za izgubo telesne/maščobne mase: največ jih je opisovalo ketonsko dieto, sledile so paleo, cik-cak, nizko-OH, beljakovinska, Atkinsova, mediteranska, Zone ter dieta v skladu s priporočili WHO, ki edina ni bila visoko-proteinska. Na podlagi znanstvene literature se z vidika dolgoročne učinkovitosti in varnosti od omenjenih zdita najbolj primerni cik-cak in paleo dieta.

Ugotovili smo, da so vsa priporočila o dnevnem vnosu beljakovin iz obravnavanih člankov višja od tistih, ki jih priporočata MZRS in WHO. Poleg tega smo ugotovili, da mnogo člankov s svojimi priporočili presega najvišjo zgornjo mejo vnosa beljakovin za športnike, ki jo priporoča znanstvena literatura. Informacije o dnevnem vnosu beljakovin s spletnih portalov, ki prodajajo proteinske dodatke, se tako v večini primerov razlikujejo od informacij iz znanstvene literature.

Samo polovica najdenih člankov je bila v skladu z znanstvenimi priporočili o enakomerni porazdelitvi vnosa beljakovin čez dan v več manjših obrokov. Skoraj v polovici spletnih člankov pa so za lažje doseganje višjega beljakovinskega vnosa v besedilu promovirali izdelke, ki so jih prodajali v istih spletnih trgovinah. Poleg tega pa smo ugotovili, da dobra polovica člankov govori o rezultatih raziskav in/ali študij, od teh pa samo eden navaja vire informacij kar zelo okrne verodostojnost navedenih podatkov.

## LITERATURA

- Acheson, K. J., Blondel-Lubrano, A., Oguey-Araymon, S., Beaumont, M., Emady-Azar, S., Ammon-Zufferey, C., Monnard, I., Pinaud, S., Nielsen-Moennoz, C. & Bovetto, L. (2011). Protein choices targeting thermogenesis and metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition*, 93 (3), 525-534.
- Andersen, L. L., Tufekovic, G., Zebis, M. K., Cramer, R. M., Verlaan, G., Kjaer, M., Suetta, C., Magnusson, P. & Aagaard, P. (2005). The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle fiber size and muscle strength. *Metabolism*, 54 (2), 151-156.
- Anderson, J. W., Hanna, T. J., Peng, X. & Kryscio, R. J. (2000). Whole grain foods and heart disease risk. *Journal of the American College of Nutrition*, 19 (3), S291-299.
- Atkins, R. C. (1997). *Dr Atkins' New Diet Revolution*. New York: Avon.
- Atkinson, R. L., Dietz, W. H., Foreyt, J. P., Goodwin, N. J., Hill, J. O., Hirsch, J., Pi-Sunyer, X., Weinsier, R. L., Wing, R., Yanovski, S. Z., Hubbard, V. S. & Hoofnagle, J. H. (1993). Very low-calorie diets. *The Journal of the American Medical Association*, 270 (8), 967-974.
- Baglieri, A., Mahe, S., Benamouzig, R., Savoie, L. & Tome, D. (1995). Digestion patterns of endogenous and different exogenous proteins affect the composition of intestinal effluents in humans. *Journal of Nutrition*, 125 (7), 1894-1903.
- Ball, D. & Maughan, R. J. (1997). The effect of sodium citrate ingestion on the metabolic response to intense exercise following diet manipulation in man. *Experimental Physiology*, 82 (6), 1041-1056.
- Bazzano, L. A., He, J., Ogden, L. G., Loria, C., Vupputuri, S., Myers, L. & Whelton, P. K. (2001). Legume consumption and risk of coronary heart disease in US men and women: NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Archives of Internal Medicine*, 161 (21), 2573-2578.

- Bazzano, L. A., Thompson, A. M., Tees, M. T., Nguyen, C. H. & Winham, D. M. (2011). Non-soy legume consumption lowers cholesterol levels: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 21 (2), 94-103.
- Bean, A. (2010). *The Complete Guide to Sports Nutrition* (6th ed.). London: A & C Black Publishers Ltd.
- Bel-Serrat, S., Mouratidou, T., Jimenez-Pavon, D., Huybrechts, I., Cuenca-Garcia, M., Mistura, L., Gottrand, F., Gonzalez-Gross, M., Dallongeville, J., Kafatos, A., Manios, Y., Stehle, P., Kersting, M., De Henauw, S., Castillo, M., Hallstrom, L., Molnar, D., Widhalm, K., Marcos, A. & Moreno, L. (2013). Is dairy consumption associated with low cardiovascular disease risk in European adolescents? Results from the HELENA Study. *Pediatric Obesity*, [Epub ahead of print].
- Benardot, D. (2012). *Advanced Sports Nutrition* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Biolo, G., Maggi, S. P., Williams, B. D., Tipton, K. D. & Wolfe, R. R. (1995). Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology*, 268 (3), 514-520.
- Boirie, Y., Dangin, M., Gachon, P., Vasson, M. P., Maubois, J. L. & Beaufriere, B. (1997). Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 94 (26), 14930-14935.
- Boirie, Y., Gachon, P., Cordat, N., Ritz, P. & Beaufriere, B. (2001). Differential insulin sensitivities of glucose, amino acid, and albumin metabolism in elderly men and women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 86 (2), 638-644.
- Bompa, T., Di Pasquale, M. & Cornacchia, L. (2013). *Serious Strength Training* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bonjour, J. P. (2011). Protein intake and bone health. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 81 (2-3), 134-142.

- Borsheim, E., Aarsland, A. & Wolfe, R. R. (2004). Effect of an amino acid, protein, and carbohydrate mixture on net muscle protein balance after resistance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14 (3), 255-271.
- Bos, C., Metges, C. C., Gaudichon, C., Petzke, K. J., Pueyo, M. E., Morens, C., Everwand, J., Benamouzig, R. & Tome, D. (2003). Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. *Journal of Nutrition*, 133 (5), 1308-1315.
- Bosse, J. D. & Dixon, B. M. (2012a). Dietary protein in weight management: a review proposing protein spread and change theories. *Nutrition and Metabolism*, 9 (1), 81.
- Bosse, J. D. & Dixon, B. M. (2012b). Dietary protein to maximize resistance training: a review and examination of protein spread and change theories. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9 (1), 42.
- Bounous, G. & Gold, P. (1991). The biological activity of undenatured dietary whey proteins: role of glutathione. *Clinical and Investigative Medicine*, 14 (4), 296-309.
- Braun, H., Currell, K. & Stear, S. J. (2011). Supplements and Ergogenic Aids. V Lanham-New, S. A., Stear, S. J., Shirreffs, S. M. & Collins, A. L. (ur.), *Sport and Exercise Nutrition* (str. 89-119). Chichester, UK: The Nutrition Society, Blackwell Publishing Ltd.
- Braun, H., Koehler, K., Geyer, H., Kleiner, J., Mester, J. & Schanzer, W. (2009). Dietary supplement use among elite young German athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19 (1), 97-109.
- Bravata, D. M., Sanders, L., Huang, J., Krumholz, H. M., Olkin, I., Gardner, C. D. & Bravata, D. M. (2003). Efficacy and safety of low-carbohydrate diets: a systematic review. *The Journal of the American Medical Association*, 289 (14), 1837-1850.

- Brown, E. C., DiSilvestro, R. A., Babaknia, A. & Devor, S. T. (2004). Soy versus whey protein bars: effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutrition Journal*, 3, 22.
- Burd, N. A., Tang, J. E., Moore, D. R. & Phillips, S. M. (2009). Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. *Journal of Applied Physiology*, 106 (5), 1692-1701.
- Burke, D. G., Chilibeck, P. D., Davidson, K. S., Candow, D. G., Farthing, J. & Smith-Palmer, T. (2001). The effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue mass and muscle strength. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11 (3), 349-364.
- Burke, L. & Deakin, V. (2006). *Clinical Sports Nutrition* (3rd ed.): McGraw-Hill.
- Calvez, J., Poupin, N., Chesneau, C., Lassale, C. & Tome, D. (2012). Protein intake, calcium balance and health consequences. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66 (3), 281-295.
- Campbell, B., Kreider, R. B., Ziegenfuss, T., La Bounty, P., Roberts, M., Burke, D., Landis, J., Lopez, H. & Antonio, J. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4, 8.
- Campbell, W. W., Barton, M. L., Jr., Cyr-Campbell, D., Davey, S. L., Beard, J. L., Parise, G. & Evans, W. J. (1999). Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovovegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (6), 1032-1039.
- Candow, D. G., Burke, N. C., Smith-Palmer, T. & Burke, D. G. (2006). Effect of whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16 (3), 233-244.
- Carrithers, J. A., Williamson, D. L., Gallagher, P. M., Godard, M. P., Schulze, K. E. & Trappe, S. W. (2000). Effects of postexercise carbohydrate-protein feedings

- on muscle glycogen restoration. *Journal of Applied Physiology*, 88 (6), 1976-1982.
- Catassi, C., Kryszak, D., Bhatti, B., Sturgeon, C., Helzlsouer, K., Clipp, S. L., Gelfond, D., Puppa, E., Sferruzza, A. & Fasano, A. (2010). Natural history of celiac disease autoimmunity in a USA cohort followed since 1974. *Annals of Medicine*, 42 (7), 530-538.
- Catlin, D. H., Leder, B. Z., Ahrens, B., Starcevic, B., Hatton, C. K., Green, G. A. & Finkelstein, J. S. (2000). Trace contamination of over-the-counter androstenedione and positive urine test results for a nandrolone metabolite. *The Journal of the American Medical Association*, 284 (20), 2618-2621.
- Cervenka, M. C. & Kossoff, E. H. (2013). Dietary treatment of intractable epilepsy. *Continuum*, 19 (3), 756-766.
- Collins, A. L., Hunking, P. J. & Stear, S. J. (2011). Nutrient Basics. V Lanham-New, S. A., Stear, S. J., Shirreffs, S. M. & Collins, A. L. (ur.), *Sport and Exercise Nutrition* (str. 1-15). Chichester, UK: The Nutrition Society, Blackwell Publishing Ltd.
- Cordain, L., Eaton, S. B., Miller, J. B., Mann, N. & Hill, K. (2002). The paradoxical nature of hunter-gatherer diets: meat-based, yet non-atherogenic. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56 (1), S42-52.
- Cordain, L. & Friel, J. (2012). *The Paleo Diet for Athletes: The Ancient Nutritional Formula for Peak Athletic Performance*. New York, NY: Rodale Inc.
- Cordain, L., Miller, J. B., Eaton, S. B., Mann, N., Holt, S. H. & Speth, J. D. (2000). Plant-animal subsistence ratios and macronutrient energy estimations in worldwide hunter-gatherer diets. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71 (3), 682-692.
- Cribb, P. J., Williams, A. D., Stathis, C. G., Carey, M. F. & Hayes, A. (2007). Effects of whey isolate, creatine, and resistance training on muscle hypertrophy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39 (2), 298-307.



- Crowley, R. & FitzGerald, L. H. (2006). The impact of cGMP compliance on consumer confidence in dietary supplement products. *Toxicology*, 221 (1), 9-16.
- Cuthbertson, D., Smith, K., Babraj, J., Leese, G., Waddell, T., Atherton, P., Wackerhage, H., Taylor, P. M. & Rennie, M. J. (2005). Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle. *The Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 19 (3), 422-424.
- Damsgaard, C. T., Papadaki, A., Jensen, S. M., Ritz, C., Dalskov, S. M., Hlavaty, P., Saris, W. H., Martinez, J. A., Handjieva-Darlenska, T., Andersen, M. R., Stender, S., Larsen, T. M., Astrup, A., Molgaard, C. & Michaelsen, K. F. (2013). Higher Protein Diets Consumed Ad Libitum Improve Cardiovascular Risk Markers in Children of Overweight Parents from Eight European Countries. *Journal of Nutrition*, 143 (6), 810-817.
- Dangin, M., Boirie, Y., Garcia-Rodenas, C., Gachon, P., Fauquant, J., Callier, P., Balleve, O. & Beaufriere, B. (2001). The digestion rate of protein is an independent regulating factor of postprandial protein retention. *American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism*, 280 (2), 340-348.
- Danial, N. N., Hartman, A. L., Stafstrom, C. E. & Thio, L. L. (2013). How Does the Ketogenic Diet Work?: Four Potential Mechanisms. *Journal of Child Neurology*, [Epub ahead of print].
- Davis, J. M. (1995). Carbohydrates, branched-chain amino acids, and endurance: the central fatigue hypothesis. *International Journal of Sport Nutrition*, 5, S29-38.
- Dawson-Hughes, B., Harris, S. S., Palermo, N. J., Castaneda-Sceppa, C., Rasmussen, H. M. & Dallal, G. E. (2009). Treatment with potassium bicarbonate lowers calcium excretion and bone resorption in older men and women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 94 (1), 96-102.
- de Hon, O. & Coumans, B. (2007). The continuing story of nutritional supplements and doping infractions. *British Journal of Sports Medicine*, 41 (11), 800-805.

- Deibert, P., Konig, D., Schmidt-Trucksäess, A., Zaenker, K. S., Frey, I., Landmann, U. & Berg, A. (2004). Weight loss without losing muscle mass in pre-obese and obese subjects induced by a high-soy-protein diet. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 28 (10), 1349-1352.
- Demling, R. H. & DeSanti, L. (2000). Effect of a hypocaloric diet, increased protein intake and resistance training on lean mass gains and fat mass loss in overweight police officers. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 44 (1), 21-29.
- Dervišević, E. & Vidmar, J. (2011). *Vodič športne prehrane*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Eisenstein, J., Roberts, S. B., Dallal, G. & Saltzman, E. (2002). High-protein weight-loss diets: are they safe and do they work? A review of the experimental and epidemiologic data. *Nutrition Reviews*, 60 (7), 189-200.
- El-Chammas, K. & Danner, E. (2011). Gluten-free diet in nonceliac disease. *Nutrition in Clinical Practice*, 26 (3), 294-299.
- Esmarck, B., Andersen, J. L., Olsen, S., Richter, E. A., Mizuno, M. & Kjaer, M. (2001). Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *Journal of Physiology*, 535 (1), 301-311.
- Feinman, R. D. & Fine, E. J. (2003). Thermodynamics and metabolic advantage of weight loss diets. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 1 (3), 209-219.
- Feinman, R. D. & Fine, E. J. (2004). "A calorie is a calorie" violates the second law of thermodynamics. *Nutrition Journal*, 3, 9.
- Flakoll, P. J., Judy, T., Flinn, K., Carr, C. & Flinn, S. (2004). Postexercise protein supplementation improves health and muscle soreness during basic military training in Marine recruits. *Journal of Applied Physiology*, 96 (3), 951-956.
- Foster, G. D., Wyatt, H. R., Hill, J. O., McGuckin, B. G., Brill, C., Mohammed, B. S., Szapary, P. O., Rader, D. J., Edman, J. S. & Klein, S. (2003). A randomized

trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *New England Journal of Medicine*, 348 (21), 2082-2090.

Frassetto, L. A., Schloetter, M., Mietus-Synder, M., Morris, R. C., Jr. & Sebastian, A. (2009). Metabolic and physiologic improvements from consuming a paleolithic, hunter-gatherer type diet. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63 (8), 947-955.

Geyer, H., Henze, M., Machnik, M., Mareck-Engelke, U., Schrader, Y., Sigmund, G. & Schänzer, W. (2001). Health risks and doping risks of nutritional supplements. V Peters, C., Schultz, T. & Michna, H. (ur.), *Biomedical Side Effects of Doping* (str. 141). Köln: Sport und Buch Strauß.

Geyer, H., Parr, M. K., Koehler, K., Mareck, U., Schänzer, W. & Thevis, M. (2008). Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances. *Journal of Mass Spectrometry*, 43 (7), 892-902.

Geyer, H., Parr, M. K., Mareck, U., Reinhart, U., Schrader, Y. & Schänzer, W. (2004). Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids - results of an international study. *International Journal of Sports Medicine*, 25 (2), 124-129.

Geyer, H., Parr, M. K., Reinhart, U., Schrader, Y., Mareck-Engelke, U. & Schänzer, W. (2002). Analysis of Non-Hormonal Nutritional Supplements for Anabolic Androgenic Steroids - an International Study. V Schänzer, W., Geyer, H., Gotzmann, A. & Mareck, U. (ur.), *Recent advances in doping analysis (10)* (str. 83-85). Köln: Sport und Buch Strauß.

Ginty, F. (2003). Dietary protein and bone health. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62 (4), 867-876.

Green, G. A., Catlin, D. H. & Starcevic, B. (2001). Analysis of over-the-counter dietary supplements. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 11 (4), 254-259.

Greenwood, M. (2008). Aspects of Overtraining. V Antonio, J., Kalman, D., Stout, J. R., Greenwood, M., Willoughby, D. S. & Haff, G. G. (ur.), *Essentials of Sports Nutrition and Supplements* (str. 121-142). Totowa, NJ: Humana Press.

Gropper, S. S. & Smith, J. L. (2013). *Advanced Nutrition and Human Metabolism* (6th ed.). Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.

Hansen, J. (2005). *Natural bodybuilding*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Hartman, J. W., Tang, J. E., Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., Lawrence, R. L., Fullerton, A. V. & Phillips, S. M. (2007). Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *American Journal of Clinical Nutrition*, 86 (2), 373-381.

Henley, E. C. & Kuster, J. M. (1994). Protein quality evaluation by protein digestibility-corrected amino acid scoring. *Food Technology*, 48, 74-77.

Hoffman, J. R. & Stout, J. R. (2008). Performance-Enhancing Substances. V Baechle, T. R. & Earle, R. W. (ur.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (3rd ed., str. 179-200). Champaign, IL: Human Kinetics.

Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Rimm, E., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Hennekens, C. H. & Willett, W. C. (1999). Dietary protein and risk of ischemic heart disease in women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (2), 221-227.

Ivy, J. L., Goforth, H. W., Jr., Damon, B. M., McCauley, T. R., Parsons, E. C. & Price, T. B. (2002). Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Journal of Applied Physiology*, 93 (4), 1337-1344.

Jehle, S., Zanetti, A., Muser, J., Hulter, H. N. & Krapf, R. (2006). Partial neutralization of the acidogenic Western diet with potassium citrate increases bone mass in postmenopausal women with osteopenia. *Journal of the American Society of Nephrology*, 17 (11), 3213-3222.

Jentjens, R. L., van Loon, L. J., Mann, C. H., Wagenmakers, A. J. & Jeukendrup, A. E. (2001). Addition of protein and amino acids to carbohydrates does not enhance postexercise muscle glycogen synthesis. *Journal of Applied Physiology*, 91 (2), 839-846.

- Jequier, E. (2002). Pathways to obesity. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 26 (2), S12-17.
- Jesudason, D. & Clifton, P. (2011). The interaction between dietary protein and bone health. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 29 (1), 1-14.
- Johnston, C. S., Day, C. S. & Swan, P. D. (2002). Postprandial thermogenesis is increased 100% on a high-protein, low-fat diet versus a high-carbohydrate, low-fat diet in healthy, young women. *Journal of the American College of Nutrition*, 21 (1), 55-61.
- Jonsson, T., Granfeldt, Y., Ahren, B., Branell, U. C., Palsson, G., Hansson, A., Soderstrom, M. & Lindeberg, S. (2009). Beneficial effects of a Paleolithic diet on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a randomized cross-over pilot study. *Cardiovascular Diabetology*, 8, 35.
- Jonsson, T., Granfeldt, Y., Erlanson-Albertsson, C., Ahren, B. & Lindeberg, S. (2010). A paleolithic diet is more satiating per calorie than a mediterranean-like diet in individuals with ischemic heart disease. *Nutrition and Metabolism*, 7, 85.
- Judkins, C. & Prock, P. (2012). Supplements and inadvertent doping - how big is the risk to athletes. *Medicine and Sport Science*, 59, 143-152.
- Kamber, M., Baume, N., Saugy, M. & Rivier, L. (2001). Nutritional supplements as a source for positive doping cases? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11 (2), 258-263.
- Katch, V. L., McArdle, W. D. & Katch, F. I. (2011). *Essentials of Exercise Physiology* (4th ed.). Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. & Costill, D. L. (2012). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Keogh, J. B., Luscombe-Marsh, N. D., Noakes, M., Wittert, G. A. & Clifton, P. M. (2007). Long-term weight maintenance and cardiovascular risk factors are not different following weight loss on carbohydrate-restricted diets high in

either monounsaturated fat or protein in obese hyperinsulinaemic men and women. *British Journal of Nutrition*, 97 (2), 405-410.

Kerksick, C., Harvey, T., Stout, J., Campbell, B., Wilborn, C., Kreider, R., Kalman, D., Ziegenfuss, T., Lopez, H., Landis, J., Ivy, J. L. & Antonio, J. (2008). International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 5, 17.

Kerstetter, J. E., Kenny, A. M. & Insogna, K. L. (2011). Dietary protein and skeletal health: a review of recent human research. *Current Opinion in Lipidology*, 22 (1), 16-20.

Kim, J., Kim, B., Lee, H., Choi, H. & Won, C. (2013). The Relationship between Prevalence of Osteoporosis and Proportion of Daily Protein Intake. *Korean Journal of Family Medicine*, 34 (1), 43-48.

Koopman, R., Crombach, N., Gijsen, A. P., Walrand, S., Fauquant, J., Kies, A. K., Lemosquet, S., Saris, W. H., Boirie, Y. & van Loon, L. J. (2009). Ingestion of a protein hydrolysate is accompanied by an accelerated in vivo digestion and absorption rate when compared with its intact protein. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90 (1), 106-115.

Kossoff, E. H. & Wang, H. S. (2013). Dietary therapies for epilepsy. *Biomedical Journal*, 36 (1), 2-8.

Kreider, R. B. (1999). Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. *Sports Medicine*, 27 (2), 97-110.

Kreider, R. B. (2008). Sports Applications of Creatine. V Antonio, J., Kalman, D., Stout, J. R., Greenwood, M., Willoughby, D. S. & Haff, G. G. (ur.), *Essentials of Sports Nutrition and Supplements* (str. 417-439). Totowa, NJ: Humana Press.

Kreider, R. B. & Kleiner, S. M. (2000). Protein supplements for athletes: need vs. convenience. *Your Patient Fitness*, 14 (6), 12-18.

Kreider, R. B. & Leutholtz, B. (2001). Nutritional considerations for preventing overtraining. V Antonio, J. & Stout, J. R. (ur.), *Sports Supplements* (str. 199-208). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

- Kreider, R. B., Miriel, V. & Bertun, E. (1993). Amino acid supplementation and exercise performance. Analysis of the proposed ergogenic value. *Sports Medicine*, 16 (3), 190-209.
- Kreider, R. B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A. L., Collins, R., Cooke, M., Earnest, C. P., Greenwood, M., Kalman, D. S., Kerksick, C. M., Kleiner, S. M., Leutholtz, B., Lopez, H., Lowery, L. M., Mendel, R., Smith, A., Spano, M., Wildman, R., Willoughby, D. S., Ziegenfuss, T. N. & Antonio, J. (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 7.
- Lacroix, M., Bos, C., Leonil, J., Airinei, G., Luengo, C., Dare, S., Benamouzig, R., Fouillet, H., Fauquant, J., Tome, D. & Gaudichon, C. (2006). Compared with casein or total milk protein, digestion of milk soluble proteins is too rapid to sustain the anabolic postprandial amino acid requirement. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84 (5), 1070-1079.
- Laux, L. & Blackford, R. (2013). The Ketogenic Diet in Dravet Syndrome. *Journal of Child Neurology*, [Epub ahead of print].
- Lemon, P. W. R. (2011). Protein and Amino Acids. V Lanham-New, S. A., Stear, S. J., Shirreffs, S. M. & Collins, A. L. (ur.), *Sport and Exercise Nutrition* (str. 41-50). Chichester, UK: The Nutrition Society, Blackwell Publishing Ltd.
- Levenhagen, D. K., Gresham, J. D., Carlson, M. G., Maron, D. J., Borel, M. J. & Flakoll, P. J. (2001). Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism*, 280 (6), 982-993.
- Lindeberg, S., Jonsson, T., Granfeldt, Y., Borgstrand, E., Soffman, J., Sjostrom, K. & Ahren, B. (2007). A Palaeolithic diet improves glucose tolerance more than a Mediterranean-like diet in individuals with ischaemic heart disease. *Diabetologia*, 50 (9), 1795-1807.
- Lindh, A. M., Peyrebrune, M. C., Ingham, S. A., Bailey, D. M. & Folland, J. P. (2008). Sodium bicarbonate improves swimming performance. *International Journal of Sports Medicine*, 29 (6), 519-523.

- Lipovšek, S. (2013). *Moč prehrane v športu: Kako s prehrano in prehranskimi dopolnili doseči svoj največji potencial in zmogljivost*. Ljubljana: Samala.
- Lockwood, C. (2008). An Overview of Sports Supplements. V Antonio, J., Kalman, D., Stout, J. R., Greenwood, M., Willoughby, D. S. & Haff, G. G. (ur.), *Essentials of Sports Nutrition and Supplements* (str. 459-540). Totowa, NJ: Humana Press.
- Lohrke, B., Saggau, E., Schadereit, R., Beyer, M., Bellmann, O., Kuhla, S. & Hagemester, H. (2001). Activation of skeletal muscle protein breakdown following consumption of soyabean protein in pigs. *British Journal of Nutrition*, 85 (4), 447-457.
- Lutz, J. (1984). Calcium balance and acid-base status of women as affected by increased protein intake and by sodium bicarbonate ingestion. *American Journal of Clinical Nutrition*, 39 (2), 281-288.
- Mahe, S., Roos, N., Benamouzig, R., Davin, L., Luengo, C., Gagnon, L., Gausserges, N., Rautureau, J. & Tome, D. (1996). Gastrojejunal kinetics and the digestion of [15N]beta-lactoglobulin and casein in humans: the influence of the nature and quantity of the protein. *American Journal of Clinical Nutrition*, 63 (4), 546-552.
- Mann, J., Cummings, J. H., Englyst, H. N., Key, T., Liu, S., Riccardi, G., Summerbell, C., Uauy, R., van Dam, R. M., Venn, B., Vorster, H. H. & Wiseman, M. (2007). FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61 (1), S132-137.
- Manninen, A. H. (2004a). High-Protein Weight Loss Diets and Purported Adverse Effects: Where is the Evidence? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 1 (1), 45.
- Manninen, A. H. (2004b). Is a calorie really a calorie? Metabolic advantage of low-carbohydrate diets. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 1 (2), 21-26.
- Maughan, R. J. (2005). Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. *Journal of Sports Sciences*, 23 (9), 883-889.



- Maughan, R. J. & Burke, L. M. (2002). *Handbook of Sports Medicine and Science: Sports Nutrition*. Chichester, GBR: Blackwell Science Ltd.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. (2009). *Sports and Exercise Nutrition* (3rd ed.): Lippincott Williams & Wilkins.
- McKeown, N. M., Meigs, J. B., Liu, S., Wilson, P. W. & Jacques, P. F. (2002). Whole-grain intake is favorably associated with metabolic risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease in the Framingham Offspring Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76 (2), 390-398.
- Moore, D. R., Areta, J., Coffey, V. G., Stellingwerff, T., Phillips, S. M., Burke, L. M., Cleroux, M., Godin, J. P. & Hawley, J. A. (2012). Daytime pattern of post-exercise protein intake affects whole-body protein turnover in resistance-trained males. *Nutrition and Metabolism*, 9 (1), 91.
- Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., Tang, J. E., Glover, E. I., Wilkinson, S. B., Prior, T., Tarnopolsky, M. A. & Phillips, S. M. (2009a). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89 (1), 161-168.
- Moore, D. R., Tang, J. E., Burd, N. A., Reresich, T., Tarnopolsky, M. A. & Phillips, S. M. (2009b). Differential stimulation of myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis with protein ingestion at rest and after resistance exercise. *Journal of Physiology*, 587 (4), 897-904.
- Mortensen, L. S., Holmer-Jensen, J., Hartvigsen, M. L., Jensen, V. K., Astrup, A., de Vrese, M., Holst, J. J., Thomsen, C. & Hermansen, K. (2012). Effects of different fractions of whey protein on postprandial lipid and hormone responses in type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66 (7), 799-805.
- Mozaffarian, D., Cao, H., King, I. B., Lemaitre, R. N., Song, X., Siscovick, D. S. & Hotamisligil, G. S. (2010). Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in U.S. adults: a cohort study. *Annals of Internal Medicine*, 153 (12), 790-799.

- O'Connor, H. & Caterson, I. (2010). Weight loss and the athlete. V Burke, L. M. & Deakin, V. (ur.), *Clinical Sports Nutrition* (4th ed., str. 116-148). Sydney: McGraw-Hill.
- O'Connor, H. & Slater, G. (2011). Losing, Gaining and Making Weight for Athletes. V Lanham-New, S. A., Stear, S. J., Shirreffs, S. M. & Collins, A. L. (ur.), *Sport and Exercise Nutrition* (str. 210-232). Chichester, UK: The Nutrition Society, Blackwell Publishing Ltd.
- O'Keefe, J. H., Jr. & Cordain, L. (2004). Cardiovascular disease resulting from a diet and lifestyle at odds with our Paleolithic genome: how to become a 21st-century hunter-gatherer. *Mayo Clinic Proceedings*, 79 (1), 101-108.
- Osterdahl, M., Koçturk, T., Koochek, A. & Wandell, P. E. (2008). Effects of a short-term intervention with a paleolithic diet in healthy volunteers. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62 (5), 682-685.
- Paoli, A., Grimaldi, K., D'Agostino, D., Cenci, L., Moro, T., Bianco, A. & Palma, A. (2012). Ketogenic diet does not affect strength performance in elite artistic gymnasts. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9 (1), 34.
- Parasrampur, J., Schwartz, K. & Petesch, R. (1998). Quality control of dehydroepiandrosterone dietary supplement products. *The Journal of the American Medical Association*, 280 (18), 1565.
- Petroczi, A. & Naughton, D. P. (2008). The age-gender-status profile of high performing athletes in the UK taking nutritional supplements: lessons for the future. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 5, 2.
- Phillips, S. M., Baar, K. & Lewis, N. (2011). Nutrition for Weight and Resistance Training. V Lanham-New, S. A., Stear, S. J., Shirreffs, S. M. & Collins, A. L. (ur.), *Sport and Exercise Nutrition* (str. 120-133). Chichester, UK: The Nutrition Society, Blackwell Publishing Ltd.
- Phillips, S. M., Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E. & Wolfe, R. R. (1997). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology*, 273 (1), 99-107.

- Pipe, A. & Ayotte, C. (2002). Nutritional supplements and doping. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12 (4), 245-249.
- Plowman, S. A. & Smith, D. L. (2011). *Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance* (3rd ed.). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Poortmans, J. R. & Dellalieux, O. (2000). Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 10 (1), 28-38.
- Rasmussen, C. J. (2008). Nutrition Before, During, and After Exercise for the Strength/Power Athlete. V Antonio, J., Kalman, D., Stout, J. R., Greenwood, M., Willoughby, D. S. & Haff, G. G. (ur.), *Essentials of Sports Nutrition and Supplements* (str. 647-665). Totowa, NJ: Humana Press.
- Reddy, S. T., Wang, C. Y., Sakhaee, K., Brinkley, L. & Pak, C. Y. (2002). Effect of low-carbohydrate high-protein diets on acid-base balance, stone-forming propensity, and calcium metabolism. *American Journal of Kidney Diseases*, 40 (2), 265-274.
- Referenčne vrednosti za vnos hranil (1. izdaja). (2004). Ljubljana: Ministrstvo za zdravje.
- Reimers, K. (2008). Nutritional Factors in Health and Performance. V Baechle, T. R. & Earle, R. W. (ur.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (3rd ed., str. 201-233). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Requena, B., Zabala, M., Padial, P. & Feriche, B. (2005). Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (1), 213-224.
- Robinson, S. M., Jaccard, C., Persaud, C., Jackson, A. A., Jequier, E. & Schutz, Y. (1990). Protein turnover and thermogenesis in response to high-protein and high-carbohydrate feeding in men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 52 (1), 72-80.
- Rodriguez, N. R., Di Marco, N. M. & Langley, S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41 (3), 709-731.

- Rolfes, S. R., Pinna, K. & Whitney, E. (2011). *Understanding Normal and Clinical Nutrition* (9th ed.). Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Rubio-Tapia, A., Kyle, R. A., Kaplan, E. L., Johnson, D. R., Page, W., Erdtmann, F., Brantner, T. L., Kim, W. R., Phelps, T. K., Lahr, B. D., Zinsmeister, A. R., Melton, L. J., 3rd & Murray, J. A. (2009). Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac disease. *Gastroenterology*, 137 (1), 88-93.
- Sacks, F. M., Bray, G. A., Carey, V. J., Smith, S. R., Ryan, D. H., Anton, S. D., McManus, K., Champagne, C. M., Bishop, L. M., Laranjo, N., Leboff, M. S., Rood, J. C., de Jonge, L., Greenway, F. L., Loria, C. M., Obarzanek, E. & Williamson, D. A. (2009). Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *New England Journal of Medicine*, 360 (9), 859-873.
- Samaha, F. F., Iqbal, N., Seshadri, P., Chicano, K. L., Daily, D. A., McGrory, J., Williams, T., Williams, M., Gracely, E. J. & Stern, L. (2003). A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *New England Journal of Medicine*, 348 (21), 2074-2081.
- Santesso, N., Akl, E. A., Bianchi, M., Mente, A., Mustafa, R., Heels-Ansdell, D. & Schunemann, H. J. (2012). Effects of higher- versus lower-protein diets on health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66 (7), 780-788.
- Sapone, A., Bai, J. C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Rostami, K., Sanders, D. S., Schumann, M., Ullrich, R., Villalta, D., Volta, U., Catassi, C. & Fasano, A. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*, 10, 13.
- Sapone, A., Lammers, K. M., Casolaro, V., Cammarota, M., Giuliano, M. T., De Rosa, M., Stefanile, R., Mazzarella, G., Tolone, C., Russo, M. I., Esposito, P., Ferraraccio, F., Carteni, M., Riegler, G., de Magistris, L. & Fasano, A. (2011). Divergence of gut permeability and mucosal immune gene expression in two gluten-associated conditions: celiac disease and gluten sensitivity. *BMC Medicine*, 9, 23.

- Sapone, A., Lammers, K. M., Mazzarella, G., Mikhailenko, I., Carteni, M., Casolaro, V. & Fasano, A. (2010). Differential mucosal IL-17 expression in two gliadin-induced disorders: gluten sensitivity and the autoimmune enteropathy celiac disease. *International Archives of Allergy and Immunology*, 152 (1), 75-80.
- Saunders, M. J., Kane, M. D. & Todd, M. K. (2004). Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (7), 1233-1238.
- Sebastian, A., Harris, S. T., Ottaway, J. H., Todd, K. M. & Morris, R. C., Jr. (1994). Improved mineral balance and skeletal metabolism in postmenopausal women treated with potassium bicarbonate. *New England Journal of Medicine*, 330 (25), 1776-1781.
- Sellmeyer, D. E., Schloetter, M. & Sebastian, A. (2002). Potassium citrate prevents increased urine calcium excretion and bone resorption induced by a high sodium chloride diet. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 87 (5), 2008-2012.
- Silverberg, N. B. (2012). Whey protein precipitating moderate to severe acne flares in 5 teenaged athletes. *Cutis*, 90 (2), 70-72.
- Simonart, T. (2012). Acne and whey protein supplementation among bodybuilders. *Dermatology*, 225 (3), 256-258.
- Soares, F. L., de Oliveira Matoso, R., Teixeira, L. G., Menezes, Z., Pereira, S. S., Alves, A. C., Batista, N. V., de Faria, A. M., Cara, D. C., Ferreira, A. V. & Alvarez-Leite, J. I. (2013). Gluten-free diet reduces adiposity, inflammation and insulin resistance associated with the induction of PPAR-alpha and PPAR-gamma expression. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 24 (6), 1105-1111.
- Sobal, J. & Marquart, L. F. (1994). Vitamin/mineral supplement use among athletes: a review of the literature. *International Journal of Sport Nutrition*, 4 (4), 320-334.
- Stafstrom, C. E. & Rho, J. M. (2012). The ketogenic diet as a treatment paradigm for diverse neurological disorders. *Frontiers in Pharmacology*, 3, 59.

- Staples, A. W., Burd, N. A., West, D. W., Currie, K. D., Atherton, P. J., Moore, D. R., Rennie, M. J., Macdonald, M. J., Baker, S. K. & Phillips, S. M. (2011). Carbohydrate does not augment exercise-induced protein accretion versus protein alone. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (7), 1154-1161.
- Stear, S. J., Whyte, G. P. & Budgett, R. (2006). Declared Dietary Supplement Usage by British Olympians. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (5), S409.
- Stern, L., Iqbal, N., Seshadri, P., Chicano, K. L., Daily, D. A., McGrory, J., Williams, M., Gracely, E. J. & Samaha, F. F. (2004). The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: one-year follow-up of a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 140 (10), 778-785.
- Stob, N. R., Bell, C., van Baak, M. A. & Seals, D. R. (2007). Thermic effect of food and beta-adrenergic thermogenic responsiveness in habitually exercising and sedentary healthy adult humans. *Journal of Applied Physiology*, 103 (2), 616-622.
- Stubbs, R. J., Johnstone, A. M., Mazlan, N., Mbaiwa, S. E. & Ferris, S. (2001). Effect of altering the variety of sensorially distinct foods, of the same macronutrient content, on food intake and body weight in men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55 (1), 19-28.
- Sundgot-Borgen, J., Berglund, B. & Torstveit, M. K. (2003). Nutritional supplements in Norwegian elite athletes--impact of international ranking and advisors. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13 (2), 138-144.
- Takeda, E., Yamamoto, H., Yamanaka-Okumura, H. & Taketani, Y. (2012). Dietary phosphorus in bone health and quality of life. *Nutrition Reviews*, 70 (6), 311-321.
- Tang, J. E., Manolagos, J. J., Kujbida, G. W., Lysecki, P. J., Moore, D. R. & Phillips, S. M. (2007). Minimal whey protein with carbohydrate stimulates muscle protein synthesis following resistance exercise in trained young men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32 (6), 1132-1138.

- Tang, J. E., Moore, D. R., Kujbida, G. W., Tarnopolsky, M. A. & Phillips, S. M. (2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of Applied Physiology*, 107 (3), 987-992.
- Tang, J. E. & Phillips, S. M. (2009). Maximizing muscle protein anabolism: the role of protein quality. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12 (1), 66-71.
- Tipton, K. D., Elliott, T. A., Cree, M. G., Wolf, S. E., Sanford, A. P. & Wolfe, R. R. (2004). Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (12), 2073-2081.
- USADA. (2013). Supplement 411. Najdeno 13. 6. 2013 na spletnem naslovu <http://www.usada.org/supplement411>
- Van Thuyne, W., Van Eenoo, P. & Delbeke, F. T. (2006). Nutritional supplements: prevalence of use and contamination with doping agents. *Nutrition Research Reviews*, 19 (1), 147-158.
- Vega-Lopez, S. & Lichtenstein, A. H. (2005). Dietary protein type and cardiovascular disease risk factors. *Preventive Cardiology*, 8 (1), 31-40.
- Wadden, T. A. & Foster, G. D. (2000). Behavioral treatment of obesity. *Medical Clinics of North America*, 84 (2), 441-461.
- Watanabe, T., Nomura, M., Nakayasu, K., Kawano, T., Ito, S. & Nakaya, Y. (2006). Relationships between thermic effect of food, insulin resistance and autonomic nervous activity. *Journal of Medical Investigation*, 53 (1-2), 153-158.
- Westerterp, K. R., Wilson, S. A. & Rolland, V. (1999). Diet induced thermogenesis measured over 24h in a respiration chamber: effect of diet composition. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 23 (3), 287-292.
- Wildman, R. E. C. (2009). *The Nutritionist: Food, Nutrition, and Optimal Health* (2nd ed.). New York, NY: Routledge, Taylor & Francis Group.

- Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., Macdonald, M. J., Macdonald, J. R., Armstrong, D. & Phillips, S. M. (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85 (4), 1031-1040.
- Willey, W. (2007). *Better Than Steroids*. Pocatello, Idaho: The Fitness Medicine Clinic, Trafford Publishing.
- Williams, L. & Williams, P. (2003). Evaluation of a tool for rating popular diet books. *Nutrition and Dietetics*, 60, 185-197.
- Williams, M., Raven, P. B., Fogt, D. L. & Ivy, J. L. (2003). Effects of recovery beverages on glycogen restoration and endurance exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1), 12-19.
- Willoughby, D. S., Stout, J. R. & Wilborn, C. D. (2007). Effects of resistance training and protein plus amino acid supplementation on muscle anabolism, mass, and strength. *Amino Acids*, 32 (4), 467-477.
- World Anti-Doping Agency. (2012). The 2013 Prohibited List. Najdeno 2. 5. 2013 na spletnem naslovu [http://www.wada-ama.org/Documents/World\\_Anti-Doping\\_Program/WADP-Prohibited-list/2013/WADA-Prohibited-List-2013-EN.pdf](http://www.wada-ama.org/Documents/World_Anti-Doping_Program/WADP-Prohibited-list/2013/WADA-Prohibited-List-2013-EN.pdf)
- World Health Organization. (2003). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. *WHO Technical Report Series 916*. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization. (2007). Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. *WHO Technical Report Series 935*. Geneva, Switzerland.
- Yancy, W. S., Jr., Olsen, M. K., Guyton, J. R., Bakst, R. P. & Westman, E. C. (2004). A low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia: a randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine*, 140 (10), 769-777.



Zaragoza, R., Renau-Piqueras, J., Portoles, M., Hernandez-Yago, J., Jorda, A. & Grisolia, S. (1987). Rats fed prolonged high protein diets show an increase in nitrogen metabolism and liver megamitochondria. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 258 (2), 426-435.

Zawadzki, K. M., Yaspelkis, B. B., 3rd & Ivy, J. L. (1992). Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 72 (5), 1854-1859.

Ziegenfuss, T. N. & Landis, J. (2008). Protein. V Antonio, J., Kalman, D., Stout, J. R., Greenwood, M., Willoughby, D. S. & Haff, G. G. (ur.), *Essentials of Sports Nutrition and Supplements* (str. 251-266). Totowa, NJ: Humana Press.