

**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Prehrambena tehnologija**

**Leda Papuga  
0058220271**

# **PROTEINI SIRUTKE I JAJA U PREHRANI**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Kemija i biokemija hrane  
**Mentor:** prof. dr. sc. Irena Landeka Jurčević

**Zagreb, 2024.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Prehrambena tehnologija

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za kemiju i biokemiju hrane

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

## Proteini sirutke i jaja u prehrani

Leda Papuga, 0058220271

**Sažetak:** Jaja se smatraju kompletnim proteinima, što znači da sadrže sve esencijalne aminokiseline u potrebnim količinama. Građena su od žumanjka, bjelanjka, ljuskine membrane i ljuske bogate kalcijevim karbonatom. Od makronutrijenata najviše pronalazimo proteine (ovalbumin) i lipide (važnost omega-3 masnih kiselina). Vitamini u jajima su topivi u mastima (A, D, E, K), a od minerala dostupni su željezo, magnezij, sumpor... Pigmenti u jajetu smanjuju razinu lošeg kolesterola i sprečavaju nastanak KVB, a razlikujemo beta-karoten i lutein. U današnje vrijeme se investira u obogaćivanje hrane funkcionalnim sastojcima pa jaja obogaćujemo omega-3 masnim kiselinama, pigmentima ili vitaminima.

Proteini sirutke, danas najčešće korišteni suplement, dobiva se iz sirutke, tekućine bogate esencijalnim aminokiselinama i važnim funkcionalnim sastojcima. Proteini sirutke se prema profilu pročišćenosti dijeli na koncentrat sa 65-70 % proteina, izolat s 90-95 % proteina u suhoj tvari, i hidrolizat, najkvalitetniji oblik proteina. Osim proteina mlijeka, na tržištu se mogu pronaći i proteini iz biljnih i životinjskih namirnica (kvinoja, grašak, goveđi protein).

**Ključne riječi:** jaja, proteini, omega-3 masne kiseline, proteini sirutke, sirutka

**Rad sadrži:** 26 stranica, 9 slika, 1 tablica, 40 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološkoga fakulteta, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Irena Landeka Jurčević

**Datum obrane:** 16. rujna 2024.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
University undergraduate study Food Technology

Department of Food Quality Control  
Laboratory for Food Chemistry and Biochemistry

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Food Technology

### Whey and egg proteins in nutrition

Leda Papuga, 0058220271

**Abstract:** Eggs are considered complete proteins, meaning they contain all essential amino acids in the required amounts. They are made of yolk, egg whites, scaly membranes and calcium carbonate-rich shells. Most of the macronutrients are proteins (ovalbumin) and lipids (importance of omega-3 fatty acids). The vitamins in the eggs are fat-soluble (A, D, E, K), and iron, magnesium, sulfur are among most important minerals... The pigments in the egg reduce the level of bad cholesterol and prevent the formation of CVD, and we distinguish beta-carotene and lutein. Nowadays, the industry is investing in enriching food with functional ingredients, so the eggs are enriched with omega-3 fatty acids, pigments or vitamins.

Whey protein, the most commonly used supplement, is obtained from whey which is a liquid rich with essential amino acids and important functional ingredients. According to the purification profile, whey is divided into concentrates with 65-70% protein, isolates with 90-95% protein in dry matter, and hydrolysates, the highest quality form of protein. In addition to milk proteins, proteins from plant and animal foods (quinoa, peas, bovine protein) can be found on the market.

**Keywords:** eggs, proteins, omega-3 fatty acids, whey protein, whey

**Thesis contains:** 26 pages, 9 figures, 1 table, 40 references

**Original in:** Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** Irena Landeka Jurčević, PhD, Full Professor

**Thesis defended:** September 16, 2024

# Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
2.1. KOMPLETNI PROTEINI I GRAĐA JAJETA .....	2
2.2. MAKRONUTRIJENTI I MIKRONUTRIJENTI.....	3
2.2.1. PROTEINI	4
2.2.2. LIPIDI	4
2.2.3. VITAMINI	5
2.2.4. MINERALI	5
2.3. PIGMENTI U JAJIMA.....	5
2.4. SORTIRANJE JAJA.....	6
2.5. KONTAMINACIJA I SVJEŽINA JAJA .....	7
2.6. OBOGAĆIVANJE JAJA .....	9
2.6.1. OBOGAĆIVANJE JAJA OMEGA MASNIM KISELINAMA	9
2.7. UZGOJ PILIĆA.....	10
2.8. SIRUTKA.....	11
2.8.1. SASTAV SIRUTKE	11
2.9. PROIZVODNJA PROTEINA SIRUTKE.....	12
2.10. PROTEINI SIRUTKE VS. KAZEIN.....	13
2.11. VRSTE PROTEINA SIRUTKE .....	13
2.11.1. KONCENTRAT	13
2.11.2. IZOLAT	14
2.11.3. HIDROLIZAT	14
2.12. VEGETARIJNSKI I VEGANSKI PROTEINI.....	15

2.12.1. PROTEIN KVINOJE	15
2.12.2. PROTEIN GRAŠKA	16
2.12.3. RIŽIN PROTEIN	16
2.13. ENERGIJA I POTREBE ZA ENERGIJOM .....	17
2.14. DODACI U SPORTSKOJ PREHRANI.....	18
2.15. 30 GRAMA PROTEINA PO OBROKU .....	19
2.16. JE LI KOLESTEROL U JAJIMA OPASAN?.....	20
3.ZAKLJUČCI .....	22
4.POPIS LITERATURE.....	23

## 1. UVOD

Jaja, jedna od nutritivno najvrjednijih namirnica, su kod sportaša jako cijenjena zbog velikog udjela proteina, ali i vitamina i ostalih nutrijenata. Njihova konzumacija povoljno djeluje na organizam i utječe na poboljšanje zdravlja, odnosno smanjenje rizika kod nastanka bolesti. Jačanje imunološkog sustava, sprječavanje određenih kardiovaskularnih bolesti, smanjenje visokog tlaka, inhibicija rasta stanica raka itd. su samo neke od pozitivnih strana konzumacije jaja (Myers, 2023).

Protein sirutke se svrstava u suplement za mišićnu masu. Sirutka je nusproizvod koji nastaje kod proizvodnje sira i kazeina. Nevjerojatan je izvor visokovrijednih proteina, pa je neki konzumiraju i kao tekućinu, a ne samo kao proizvod prerađen u protein sirutke. Sirutka se dijeli prema načinu koagulacije kazeina, najzastupljenijeg proteina u mlijeku. Kod proizvodnje tvrdih sireva nastaje slatka sirutka s pH vrijednosti 5,8-6,6, dok kod proizvodnje svježeg sira nastaje kisela sirutka s pH 4,6. Protein sirutke je kompleksan izvor proteina, što znači da sadrži svih 9 esencijalnih aminokiselina koje tijelo ne može proizvesti samo, već mora unijeti prehranom (Tratnik i Božanić, 2012).

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. KOMPLETNI PROTEINI I GRAĐA JAJETA

Proteini su makromolekule građene od aminokiselina, i kao takve imaju mnogo uloga. Služe kao katalizatori biokemijskih reakcija, građevne su komponente stanice, a utječu na rast i razvoj organizma.

Jaja spadaju u kompletne proteine, a to znači da sadrže sve esencijalne aminokiseline u dovoljnoj količini koja zadovoljava potrebe ljudskog tijela. Nazivamo ih esencijalnim aminokiselinama jer ih tijelo ne može samo proizvesti, već ih mora unijeti kroz hranu. Jaja kao takva u svom sastavu sadrže izoleucin, leucin, valin, metionin, fenilalanin, tirozin, treonin, histidin, arginin, a od esencijalnih aminokiselina cistin, triptofan i lizin. Jaja su visok izvor proteina s malom kalorijskom vrijednošću, što ih čini idealnima za sportaše i bodybuildere, ali i za rekreativce. Jedno tvrdo kuhano jaje sadrži čak 6 grama proteina (Hu i sur., 1999).

Jaja, uz mlijeko, spadaju u namirnice preko čijeg sastava proteina možemo izraziti aminokiselinski sastav proteina neke druge namirnice jer te dvije namirnice imaju biološku vrijednost 100. Budući da je njihov aminokiselinski sastav sličan aminokiselinskom sastavu tijela, tijelo ih može gotovo u potpunosti iskoristiti. S obzirom na to da su jaja dostupna većem broju ljudi, često su jedini izvor proteina životinjskog podrijetla u zemljama u razvoju.

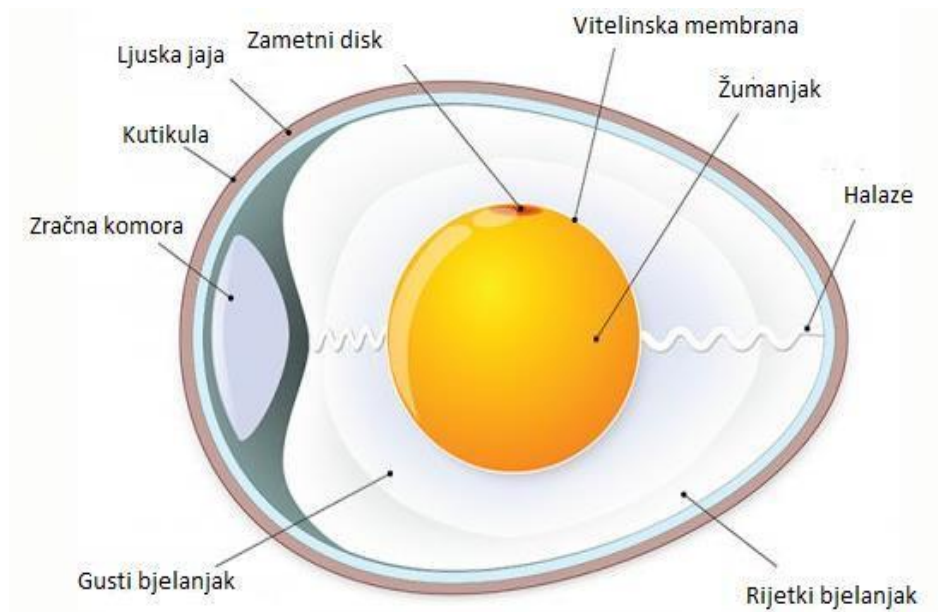
Zahvaljujući ljusci koju čine uglavnom kalcijev karbonat (94%) i magnezijev karbonat (1,4%), jaje je jedina prirodna namirnica koja zadržava svu hranjivu vrijednost ako je kuhano, ali ako se prži na temperaturi većoj od 235°C, gubi se dio proteina. Meko kuhano jaje zadržava sve hranjive tvari i lakše se probavlja (loša strana je što se postiže temperatura od samo 43°C u središtu, pa ne možemo uništiti neke patogene bakterije (Tsai i sur., 2006).

Jaja tvore četiri glavna dijela: žumanjak, bjelanjak, ljuskine membrane i ljuske (slika 1) (Anonymous 1, 2024), (Biđin, 2010).

Žumanjak je obavijen elastičnom ovojnicom i važan je jer sadrži genetički kod od kojeg se kod oplođenih jaja razvija zametak. Žumanjak sadržava 48% vode, 16% proteina, 33% masti, 1% ugljikohidrata i 1 % mineralnih tvari (Jakopović i sur., 2016).

Funkcija bjelanjka, osim opskrbe zametka hranjivim tvarima, je i zaštitna uloga u razvoju embrija od vanjskih utjecaja. Dio bjelanjka najbliži žumanjku je tanak i rijedak zbog većeg sadržaja vode, dok dio koji je bliži ljusci je gušći i deblji. Bjelanjak sadrži 87% vode, 12% proteina, 0% ugljikohidrata i 0.5% mineralnih tvari (Trpčić i sur., 2010.).

Ljuska treba biti propusna za plinove i tekućinu, tako da se zrakom nadoknadi voda izgubljena skladištenjem jaja. Između vanjske i unutarnje ljuskine membrane se nalazi zračna komorica. Nužno je da ljuska ispunjava dva uvjeta; da je dovoljno čvrsta da zaštiti zametak, ali istodobno i propusna da se omogući izmjena plinova. Težina kokošjeg jajeta iznosi prosječno 50 grama, od čega 11 % čini ljuska, 58 % bjelanjak, a 31 % žumanjak.



**Slika 1.** Građa jajeta (Anonymous 1, 2024)

## 2.2. MAKRONUTRIJENTI I MIKRONUTRIJENTI

Makronutrijenti, uz mikronutrijente, su važna grupa hranjivih tvari koju čine ugljikohidrati, masti i proteini. Tijelu su potrebni za dobitak energije i održavanje osnovnih životnih funkcija, kao i za zdravlje i dobrobit tijela. Proteini su esencijalni za izgradnju i obnovu tkiva, te su važni za održanje mišićne mase.

Masti u jajima pružaju energiju i pomažu u apsorpciji vitamina topivih u mastima. Ugljikohidrati u jajima su prisutni u manjim količinama, ali također pružaju energiju tijelu. Kombinacija ovih makronutrijenata čini kokošja jaja izvrsnim izvorom hranjivih tvari važnih za uravnoteženu prehranu.



### 2.2.1. Proteini

Proteini jaja se najvećim dijelom nalaze u bjelanjku kao ovalbumin (70%), ovoglobulin, ovomucin, ovomukoid i konalbumin, a manjim dijelom u žumanjku kao ovovitelin i levitin. Ovovitelin sadrži velike količine fosfora, a levitin obogaćuje jaje sumporom. Ovalbumin i konalbumin su albumini topljivi u vodi, a zgrušavaju se i talože u neutralnim otopinama soli. Ovoglobulin i ovomucin su globulini netopljivi u vodi, a topljivi u slabim kiselinama i lužinama.

### 2.2.2. Lipidi

Jaja su, osim proteina, glavni izvor lipida u našoj prehrani, a žumanjak ih sadrži više nego bjelanjak. Lipidi žumanjka se sastoje od 65,5% triglicerida, 28,3% fosfolipida i 5,2% kolesterola (Trpčić i sur., 2010.). Prirodni steroli u jajetu, kao što je beta-sitosterol, povećavaju dobar kolesterol i smanjuju rizik od srčanih bolesti. Fosfolipidi sadrže lecitin, tvar bogatu fosforom, koja pozitivno utječe na rad živčanog sustav, kao i na rast i razvoj organizma.

Od ukupnih masti u jajetu, više od polovice otpada na nezasićene masne kiseline. Od omega-6 masnih kiselina određene su LA te AA, linolna i arahidonska masna kiselina, dok od omega-3 masnih kiselina nalazimo ALA te DHA,  $\alpha$ -linolensku i dokozaheksaensku masnu kiselinu. Zbog nezadovoljavajućeg omjera omega-6 i omega-3 masnih kiselina, istraživanja su orijentirana na dobivanje jaja koja su obogaćena omega-3 masnim kiselinama (Bilandžić i sur., 2014). Omega-3 spadaju u polinezasićene masne kiseline i imaju dvostruku vezu na trećem C atomu. Visoko su vrijedne jer imaju brojne blagotvorne učinke na naše tijelo, kao što su smanjenje upala, podrška zdravlja srca i mozga te regulacija razine kolesterola. DHA, jedna od omega-3 masnih kiselina, posebno je važna za razvoj mozga i očuvanje kognitivnih funkcija. Stoga, povećanje prisutnosti ovih nutrijenata u jajima može biti izuzetno korisno za našu prehranu i zdravlje.

Masti imaju važnu ulogu jer osiguravaju esencijalne masne kiseline koje tijelo ne može proizvesti, stoga ih trebamo unijeti prehranom. Osim što su primarni izvor energije, masti potpomažu apsorpciji vitamina A, D, E i K koji u jajetu čine 10-15 % dnevnih potreba čovjeka. Navedeni vitamini su topljivi u mastima, što znači da je prisutnost masti neophodna za njihovu apsorpciju.

### 2.2.3. Vitamini

Od vitamina, u jajima možemo pronaći vitamine topljive u mastima: A, D, E, K, kao i vitamine B skupine, beta karoten i folnu kiselinu. Vitamin E je snažan antioksidans koji pomaže u zaštiti stanica od oštećenja uzrokovanih slobodnim radikalima. Vitamin A, kao ključan nutrijent za naše tijelo, igra važnu ulogu u održanju zdravlja očiju, kože i imunološkog sustava (National Research Council, 1989).

Da bismo osigurali dovoljne količine vitamina u našoj prehrani, često se u smjese za nesenje dodaju vitaminsko-mineralni sadržaji, odnosno premiksi. Vitaminsko-mineralni premiksi su posebno formulirane smjese hranjivih tvari koje sadrže različite vitamine, minerale i druge važne nutrijente kako bi se osigurala adekvatna prehrana i spriječili prehrambeni nedostaci (Alagawany, 2021).

### 2.2.4. Minerali

Od minerala, jaja najviše sadrže željezo, fosfor i kalij, a dostupni su i magnezij, klor, sumpor, selen, natrij i sl. Organizam peradi sadrži od 2,5-5% mineralnih tvari od kojih se najveći dio nalazi u kostima. Jedno jaje sadrži 27 mg kalcija, što pridonosi njegovoj vrlo visokoj biološkoj vrijednosti. Kao jednog od boljih izvora kalcija može se izdvojiti vapnenac (Srebočan i Gomerčić, 1996).

Također, 100 g jaja sadrži 2 mg željeza, 1,5 mg cinka, a odličan su izvor selena. Selen povoljno djeluje na imunološki sustav i prevenciju karcinoma, senilnosti i depresije. Osim toga, štiti i od ultraljubičastog zračenja i oksidativnog stresa te smanjuje rizik od ateroskleroze i kardiovaskularnih bolesti.

Količina kalcija je važna za debljinu ljuske. Točnije, ako u hrani za nesilice nema dovoljno kalcija, one će koristiti kalcij iz kostura, a to će rezultirati jajima s tanjom ljuskom ili bez ljuske.

## 2.3. PIGMENTI U JAJIMA

Pigmenti u jajetu potječu iz skupine karotenoida od žute do crvene boje, a imaju antioksidacijsko i antikancerogeno djelovanje. Smanjuju razinu lošeg kolesterola, eliminiraju slobodne radikale i sprječavaju nastanak kardiovaskularnih bolesti (Khan i sur., 2017).

Najzastupljeniji su ugljikovodici karoteni ( $\beta$ -karoten, likopen) i ksantofili (lutein) koji uz ugljikovodični lanac sadrže i dvije hidroksilne grupe. Za lutein se pokazalo da ima jače antioksidacijsko djelovanje od ostalih karotenoida, a uz to ima i antiaterosklerotski učinak i preventivna svojstva kod očnih bolesti. Lutein štiti oči od zračenja i sprječava proces fotostarenja kože. Uz njega, u ksantofilsku grupu spada i njegov izomer zeaksantin, a oboje su važni i značajni za vid. Žuti pigment se uglavnom objašnjava prisutnošću ksantofila, stoga su lutein i zeaksantin žuti, što objašnjava boju s obzirom na to da ih nalazimo u žumanjku jajeta, dok je kantaksantin crveni pigment. Važno je naglasiti da je bioiskoristivost luteina u ljudskom organizmu veća u odnosu na lutein iz biljnih izvora (Chung, 2004).

Količina karotenoida ima odlučujuću ulogu u određivanju boje žumanjka. Kako bismo postigli intenzivniju boju žumanjka, preporučuje se da se kokoši hrane krmivima bogatim kukuruzom i kukuruznim glutenom. Stoga, pravilno hranjenje kokoši može rezultirati žumanjkom visoke kvalitete i intenzivne boje. Intenzitet obojenja žumanjka se određuje pomoću Roshe-ove lepeze (slika 2) u kojoj su brojevi numerirani od 1 do 15, pri čemu porast broja označava jači intenzitet boje (Anonymous 2, 2024) (Senčić i Samac, 2017.)



**Slika 2.** Roshe-ova lepeza (Anonymous 2, 2024)

## 2.4. SORTIRANJE JAJA

Kod jaja se provodi sortiranje prema masi koje mora biti točnije od drugih metoda sortiranja. Jaja se sortiraju po 12 000 komada u satu u 6-9 kategorija s tolerancijom 0,5 g. Najprije se sortiraju po „osvjetljenju“ pa prolaze sortiranje po masi. Teško jaje se odstranjuje u ispunjeni žlijeb, a lakša jaja se premještaju na traku do sljedećeg mjerenja mase. S obzirom

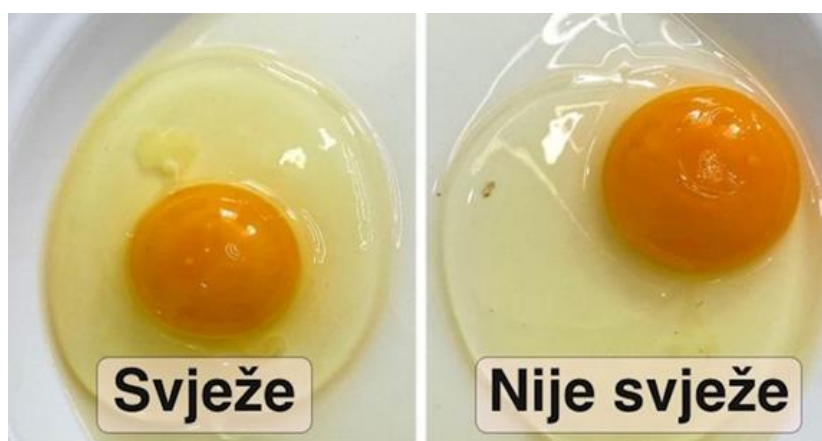
na kakvoću, jaja se klasiraju na jaja klase A ili svježija jaja i jaja klase B koja su namijenjena industrijskoj preradi. Jaja klase A se, s obzirom na težinu, u EU razvrstavaju u četiri razreda XL, L, M i S (tablica 1) (Pravilnik o kakvoći jaja, 2006).

**Tablica 1.** Sortiranje jaja (Trpčić i sur., 2010).

Razred	Masa jaja u gramima
XL - vrlo velika	jaja od 73 g i veća
L - velika	jaja od 63 g do 73 g
M - srednja	jaja od 53 g do 63 g
S - mala	jaja manja od 53g

## 2.5. KONTAMINACIJA I SVJEŽINA JAJA

Vrijednost pH svježih jaja iznosi 7,6-7,9, što ukazuje na veliki sadržaj vode. Zbog velike količine vode i hranjivih tvari jaje predstavlja idealan medij za razvoj mikroorganizama i plijesni, te je kao takvo lako kvarljiva namirnica. Pokazatelji starosti jaja su povećana zračna komora, smanjena gustoća i promjena u izgledu bjelanjka (slika 3) (Anonymous 3, 2024).



**Slika 3.** Svježina jaja (Anonymous 3, 2024)

Kako bi se u što većoj mjeri spriječila mogućnosti kontaminacije, provode se razne metode očuvanja, odnosno konzerviranja jaja, pa se kao takva jaja uranjaju u mineralno ulje kako bi se spriječila dehidratacija. Jaja se mogu i premazivati (npr. vosak, lak, parafin, mast, silikonska ulja) kako bi se zatvorile pore na ljusci.

Rok trajanja jaja je maksimalno 28 dana nakon nesenja, pri čemu važnu ulogu imaju čimbenici poput temperature skladištenja, kao i vlažnost okoline. Svježinu jaja je moguće utvrditi denzimetrijom i prosvjetljavanjem (Trpčić i sur., 2010).

Denzimetrija je najbrža metoda određivanja svježine tako što se jaje potapa u 12%-tnu otopinu soli. Svježe jaje će potonuti na dno posude, dok će jaje staro nekoliko dana lebdjeti bliže dnu, a ono starije od 15 dana će biti blizu površine. Isti rezultati se dobiju ako se jaje potopi u običnu vodu (slika 4) (Anonymous 4, 2024).

Prosvjetljavanje je metoda u kojoj se svjetiljkom određuje visina zračne komore i ujednačenost bjelanjka. Zrak prodire kroz pore ljuske i povećava zračnu komoricu. Ako visina zračne komorice odgovara 3 mm, to ukazuje da je jaje svjež.



**Slika 4.** Određivanje svježine jaja (Anonymous 4, 2024)

Jaja su izložena djelovanju velikog broja mikroorganizama od trenutka nešenja sve do konzumacije. Raspon je širok, od *Micrococcusa*, uvijek prisutnog mikroorganizma, do onih dostupnih u manjim količinama; *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Flavobacterium*, *Listeria*, *Cytophag*, *Escherichia* i *Aerobacter* (Board i Tranter, 1995). Navedene bakterije uzrokuju promjene boje žumanjka ili bjelanjka, odnosno karakteriziraju fizički izgled, ali isto tako mogu utjecati na kemijski sastav.

Ako je jaje pokvareno, u većim količinama bit će prisutne gram negativne bakterije kao što su *Salmonella* i *Campylobacter*, a u nešto manjoj količini gram pozitivne bakterije. Salmoneloze su češće od kampilobakterioza, međutim ima i obrnutih slučajeva. Na početku, pojavljuje se akutni gastroenteritis koji traje nekoliko dana, a popraćen je abdominalnom boli, čestim proljevima, povraćanjem i groznicom (Graves, 2013).

## 2.6. OBOGAĆIVANJE JAJA

Danas se sve više i više investira u razvoj novih tehnologija kojima se proizvodi hrana obogaćena visokovrijednim sastojcima. Takve namirnice se nazivaju funkcionalnom hranom. Osim što se povećava udio korisnih sastojaka, postiže se i dobar učinak na zdravlje i kvalitetu samog proizvoda. Jaja se najčešće obogaćuju omega-3 masnim kiselinama, pigmentima luteinom i zeaksantinom, vitaminima E i A (Kralik i sur., 2023).

Vitamin E i omega-3 masne kiseline su izuzetno važni nutrijenti koji se mogu pronaći u jajima. Njihovu koncentraciju je moguće povećati, što je skuplje, ali bi omogućilo pojedincima da lakše unesu dovoljnu količinu omega-3 masnih kiselina koje često manjkaju u ljudskom tijelu.

S obzirom na to da su omega masne kiseline sklone oksidaciji, nužno je da se smjese za nesilice koncipiraju na način koji će povećati sadržaj određenih antioksidansa. Istraživanje antioksidativnih svojstava smjesa za nesilice je ključno za održavanje kvalitete i stabilnosti ovih proizvoda. Iz perspektive znanstvenika, važno je prepoznati koliko su ovi nutrijenti korisni za naše zdravlje i dobrobit.

Kod obogaćivanja sastava jaja, moguće je jaje obogatiti samo jednom hranjivom tvari ili više tvari odjednom, ovisno o zahtjevima potrošača. Kada govorimo o cijeni obogaćenih jaja, ne možemo izbjeći činjenicu da je ona često duplo viša u usporedbi s običnim jajima. Međutim, kada proučimo proces proizvodnje, obogaćena jaja se proizvode na način koji zahtijeva dodatne resurse i tehnologiju. Kokoši koje proizvode ova jaja moraju biti hranjene posebnom prehranom koja uključuje dodatke. Osim toga, njihov prostor za život mora biti prilagođen kako bi im omogućio slobodno kretanje i osnovne potrebe.

### 2.6.1. Obogaćivanje jaja omega masnim kiselinama

Kokoši prehranom lako unose i prenose omega-3 masne kiseline u žumanjak. Primjenjujući posebno pripravljene smjese hrane za kokoši, okvirno je potrebno oko 2 tjedna

da bi one počele nesti jaja s povećanim sadržajem omega-3 masnih kiselina (Cheri-an i Sim, 1991).

Kako bismo na najlakši način povećali količinu omega-3 masnih kiselina, najbolje je proizvesti jaje koje je obogaćeno linolenskom kiselinom, prethodnikom DHA. Istraživanjima je utvrđeno i da dodatak ribljeg ulja u smjese za nesilice primjetno utječe na povećanje udjela DHA u žumanjku, kao i na veći udio EPA, i ukupnih omega-3 masnih kiselina (Omidi i sur., 2015). U cilju povećanja omega-3 masnih kiselina, osim dodatka ulja u hranu nesilica mogu se dodavati i sjemenke lana ili alge obogaćene s DHA.

## 2.7. UZGOJ PILIĆA

Kod uzgoja pilića razlikujemo više vrsta tova:

- intenzivni,
- slobodni i
- ekološki tov.

Intenzivan (brojlerski) način podrazumijeva zatvoreni tip objekta i povodi se u kontroliranim uvjetima (slika 5) (Tica, 2019). Prostor za kretanje je ograničen, ali se vodi briga o osnovnim potrebama; svjetlosti, toplini, prozračnosti i higijeni. Perad može biti na podu ili u kavezima, a hrane se gotovim smjesama pomoću visećih hranilica koje se pune ručno ili strojno. Prednost kaveza je ekonomska isplativost jer više katova u kavezu znači uštedu prostora.



**Slika 5.** Intenzivan tov pilića (Tica, 2019)

Slobodni uzgoj sliči klasičnom uzgoju u selima i gradovima ili obiteljskim gospodarstvima. Za takav je karakteristična manja populacija (otprilike do 100 jedinki), koja zahtjeva više prostora i veću pašnjačku površinu. Slobodni uzgoj zahtjeva više vremena od intenzivnog tova.

Ekološki tov se provodi na prirodan način. Perad se po propisima treba prehranjivati s hranom proizvedenom na ekološki način, a 30% hrane smije biti proizvedeno putem konvencionalne proizvodnje. Ekološki tip uzgoja bazira se na kvaliteti, dok se kvantiteta stavlja u drugi plan što zahtjeva više vremena, a to objašnjava zašto su jaja dobivena ekološkim tovom skuplja.

Za odabir pravog krmiva, potrebno je znati građu probavnog sustava i potrebe pilića za hranjivim sastojcima, vitaminima i mineralima. Kao glavna sirovina krmnih smjesa u hranidbi pilića koristi se kukuruz. Koriste se lako probavljiva krmiva biljnog, životinjskog i mineralnog podrijetla jer krmiva bogata sirovim vlaknima pilići teže probavljaju i ne mogu ih iskoristiti. Potreban je dodatan unos vitamina putem hrane jer perad može sintetizirati neke vitamine, ali u ograničenim i nedovoljnim količinama, stoga ih je potrebno dodati u krmnu smjesu. Hrana treba uvijek biti dostupna i važno je da pilići ne smiju biti bez hrane više od 12 sati prije klanja (Pravilnik o određivanju minimalnih pravila za zaštitu pilića koji se uzgajaju za proizvodnju mesa, 2008).

## **2.8. SIRUTKA**

Sirutka je u davnoj prošlosti smatrana otpadom od izrade sira zbog visoke biokemijske potrebe za kisikom, što je predstavljalo ekološki problem te su je zbog toga izlivali u rijeke ili koristili kao krmnu smjesu za životinje.

Međutim, istraživanjima se pokušalo utvrditi može li se sirutka ikako upotrijebiti, čime je primijećeno da je taj „otpad“ zapravo vrlo koristan. Sirutka ima pozitivne efekte na zdravlje ljudi, a osim u prehrambenoj, sve više je zastupljena i u farmaceutskoj industriji. Može se dodati u mnogo prehrambenih namirnica, na primjer u pekarske proizvode, juhe, dječju hranu, slatkiše i ostale mliječne proizvode (Chandrapala, 2018).

### **2.8.1. Sastav sirutke**

Sirutka je tekućina bogata esencijalnim aminokiselinama i mnoštvom funkcionalnih

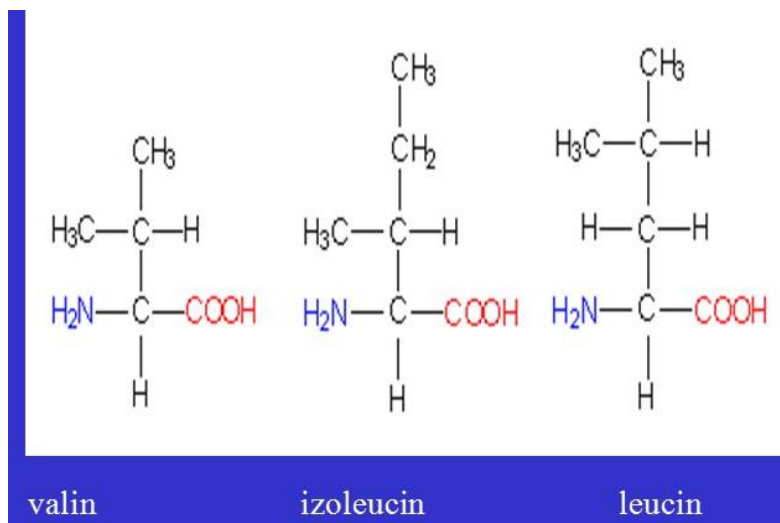


sastojaka bitnih za aktivnost imunološkog sustava. Od najvažnijih aminokiselina možemo izdvojiti BCAA aminokiseline razgranatog lanca (*branched-chain amino acids*) (slika 6) (Anonymous 5, 2024).

Postoji 20 aminokiselina ključnih za metabolizam. Međutim, kod sportaša je najveći naglasak na 9 esencijalnih aminokiselina među kojima su izoleucin, leucin i valin - aminokiseline razgranatog lanca (Baranauskas i sur., 2023).

Sirutka sadrži imunoglobuline, i to 4 vrste; IgG, IgA, IgM, IgE, čija je uloga zaštita antioksidansa i unapređenje imunološkog sustava. Osim imunoglobulina, to su i glikomakropeptidi, fosforilirani glikopeptidi koji sadrže esencijalne aminokiseline koje potpomažu apsorpciju minerala.

$\beta$ -laktoglobulin je jedan od najzastupljenijih vrsta proteina u sirutki i čini 50% ukupnih proteina. Ima širok spektar bioaktivnosti, odnosno ima pozitivna svojstva djelovanja, a djeluje antimikrobno, antioksidativno, antikancerogeno i imunomodulatorno  $\alpha$ -laktalbumin je odličan izvor triptofana i cisteina koji su preteča serotonina (hormona sreće) i čini čak 20% od ukupnih proteina u sirutki. Uz to, pozitivno djeluje na kognitivne funkcije.



Slika 6. BCAA (Anonymous 5, 2024)

## 2.9. PROIZVODNJA PROTEINA SIRUTKE

Kravlje mlijeko se transportira s farmi u sirane gdje se proizvodi sir. Sir se razdvaja od sirutke koja se šalje na filtraciju. Produkt filtracije je koncentrat proteina sirutke. Ako njega

provedemo kroz mikrofiltraciju, dobit ćemo izolat proteina sirutke. Proteini sirutke se još moraju dehidrirati, odnosno iz njih se mora ukloniti voda. Ako proizvodnju započnemo s 10 litara mlijeka, od toga ćemo dobiti 1 kilogram sira i 9 litara sirutke. Većinu sirutke čini voda, dok ostatak čine laktoza, proteini, masti i mineralne tvari. Većina vitamina su vitamini topljivi u vodi dok se vitamini topljivi u mastima već odvoje u koraku proizvodnje sira. Ovaj postupak omogućava iskorištavanje i recikliranje nusproizvoda iz proizvodnje sira, što je važno za održivost i smanjenje otpada u prehrambenoj industriji.

## **2.10. PROTEINI SIRUTKE VS. KAZEIN**

U mlijeku postoje dvije vrste proteina; kazein i proteini sirutke. Pri obradi mlijeka, koja je uobičajeno provedena enzimskom ili kiselinskom obradom, peptidi kazeina denaturiraju u jednostavnije oblike. Time nastaje želatinozna struktura, odnosno gel, što objašnjava sporiju razgradnju kazeina. Kazein čini 80% proteina u mlijeku i nalazi se u čvrstom stanju. Karakteristika kazeina je da se sporije probavlja, stoga se često naziva i noćnim proteinom (Kim, 2020).

Prednost sporijeg raspada kazeina je što tijelo dulje može iskorištavati prednosti tog proteina jer se proteini postepeno otpuštaju u krv.

Za brzu nadoknadu proteina preporučuje se unos proteina sirutke pa se proteini sirutke konzumiraju odmah nakon treninga. Kazein, s obzirom na to da se sporije apsorbira, daje dulji osjećaj sitosti, i također spada u kompletne proteine, kao i proteini sirutke.

Provedeno je istraživanje (Boirie i sur., 1997) u kojem je jedna grupa ispitanika unosila proteine sirutke, a druga skupina kazein. Provedenom analizom zaključilo se da su ispitanici koji su unosili proteine sirutke imali nagli porast aminokiselina i sintezu proteina, a kazeinom je porast aminokiselina u krvi bio duljeg vijeka i rezultiralo je smanjenjem raspada proteina za 34%. Za najbolje performanse preporučuje se unos sirutke i kazeina u kombinaciji jer to rezultira većim povećanjem mišićne mase.

## **2.11. VRSTE PROTEINA SIRUTKE**

### **2.11.1. Koncentrat**

Koncentrat je najmanje obrađeni oblik proteina sirutke, a proizvodi se ultrafiltracijom

sirutke dobivene iz mlijeka i naknadnim sušenjem. Sadrži 70-80% proteina, dok ostatak čine ostali makronutrijenti, masti i ugljikohidrati.

Da bismo dobili koncentrat s većim sadržajem proteina, treba provesti dijafiltraciju. Ovom tehnikom dobivamo koncentrat koji sadrži oko 80% proteina u suhoj tvari. Dijafiltracija je proces u kojem se kroz membranu filtriraju i odvoje proteini od ostalih sastojaka. Ova tehnika nam omogućuje da koncentriramo proteine i uklonimo višak vode i nepoželjne tvari. Konačni proizvod je koncentrat bogat proteinima koji se može koristiti u industrijskim i prehrambenim proizvodima. Apsorpcija mu je 10g/h, a spada u najosnovniji oblik proteina sirutke koji sadrži laktozu. Ima veći sadržaj masti i šećera od hidrolizata i izolata (Baldasso i sur., 2011).

### 2.11.2. Izolat

Izolat ima „čišći“ profil sastojaka s minimalno ili bez prisustva laktoze. Ono po čemu se izolat razlikuje od koncentrata je dodatan korak prerade mikrofiltracijom (a može i nanofiltracijom ili ionskom izmjenom) čime postiže malo bolju kvalitetu i bržu apsorpciju. Ima veći udio (izoliranog) proteina od koncentrata, a niži udio šećera i mliječne masti (slika 7) (Anonymous 6, 2024).

Izolat sadrži 90-95 % proteina u suhoj tvari, a karakterističan je zbog dobre probavljivosti i apsorpcije. Dobivanje praha se odvija kroz složen postupak koji uključuje ionsku izmjenu, ultrafiltraciju i sušenje raspršivanjem. Prvi korak u procesu je ionska izmjena kojom sirutka, tekućina koja se dobiva prilikom proizvodnje sira, prolazi kroz ionski izmjenjivač kako bi se izdvojile proteinske komponente. Nakon toga slijedi ultrafiltracija, koja se koristi za daljnje pročišćavanje sirutke. Ovaj proces uklanja preostale nečistoće i koncentrira proteine i druge korisne sastojke. Ultrafiltracija je posebno važna jer omogućuje dobivanje sirutke visoke kvalitete s visokim sadržajem proteina. Konačan korak u procesu je sušenje raspršivanjem, tehnika kojom se tekućina (koncentrirana sirutka) pretvara u suhi oblik (prah).

### 2.11.3. Hidrolizat

Hidrolizat sirutke nema veze s hidratacijom, već se radi o načinu proizvodnje. Najkvalitetniji je, a time i najskuplji oblik proteina sirutke. Dobiva se daljnjom preradom koncentrata i izolata procesom hidrolize. Proteinski lanci se pod djelovanjem proteolitičkih enzima cijepaju u kraće peptide koje tijelo može lakše apsorbirati od dugolančanih proteina. Može sadržavati do 98% proteina, a brzina apsorpcija je veća od 10 g/h. Odličan je za osobe

intolerantne na laktozu i alergične na proteine kravljeg mlijeka te je lakše probavljiv za ljudski organizam (Geiser 2003).

## **2.12. VEGETARIJSKI I VEGANSKI PROTEINI**

Iako je danas najpoznatiji protein mlijeka, proteini se mogu izolirati i iz biljnih i životinjskih namirnica, pa tako postoje i vegetarijanski i veganski proteini poput proteina soje, graška, riže i konoplje te proteina izoliranih iz bjelanjaka.

Za razliku od proteina životinjskog podrijetla, veganski proteini ne sadrže laktozu, ali sadrže sve esencijalne aminokiseline. S druge strane, proteini biljnog podrijetla odlikuju se niskim udjelom masti, a visokim udjelom vlakana, vitamina i minerala te sadrže fitokemikalije koje pridonose zdravlju.

Postoje neki proizvodi biljnog podrijetla, kao što su sojin bob i kvinoja, koji se također smatraju kompletnim proteinima. Međutim, većini biljnih proteina nedostaje jedna ili više esencijalnih aminokiselina, najčešće metionin, izoleucin i lizin. Iz tog razloga, proizvođači kombiniraju različite biljne proteine kako bi stvorili kompaktne proizvode koji bi osigurali sve esencijalne aminokiseline u jednoj dozi. U vegetarijanske proteine spadaju biljni proteini, kao i mliječni i jajčani.

### **2.12.1. Protein kvinoje**

Kvinoja je veoma zdrava namirnica koja ima mnoge koristi za naše tijelo. Bogata je vlaknima, bjelančevinama, vitaminom B i željezom. Važno je napomenuti da je kompletan izvor proteina, a posebno važno za izgradnju mišićne mase je činjenica da ima više lizina (esencijalne aminokiseline) od ijednog izvora biljnog proteina (Scanlin i sur., 2024).

Konзумiranje kvinoje može pomoći u smanjenju razine kolesterola u krvi. Ovo je veoma važno za održanje zdravlja srca i prevenciju srčanih bolesti. Također, neka istraživanja su pokazala i da može smanjiti rizik od određenih vrsta raka gastrointestinalnog trakta, primjerice raka debelog crijeva.

Ukratko, kvinoja je izuzetno hranjiva namirnica koja može pomoći u održavanju zdravlja i prevenciji raznih bolesti. Stoga je se preporučuje uključiti u svoju svakodnevnu ishranu kako bismo osigurali sve potrebne hranjive tvari za naše tijelo.

## 2.12.2. Protein graška

Protein dobiven iz graška bogat je esencijalnim aminokiselinama leucinom, izoleucinom i valinom koje su ključne za obnovu mišića (slika 7) (Anonymous 6, 2024). Međutim, kao i druge mahunarke, ima nizak sadržaj metionina, esencijalne aminokiseline važne za uklanjanje kolesterola. Proveden je eksperiment (Babault i sur., 2015) u razdoblju od 3 mjeseca koji je obuhvatio grupu mladih muškaraca u dobi od 18 do 35 godina. Prva grupa je unosila 25 grama proteina iz graška ujutro i nakon treninga, dok je druga grupa uzimala placebo. Muškarcima koji su unosili protein iz graška, biceps je porastao za 20%, dok grupi koja je uzimala placebo samo 8%. Istraživanjem je također se pokazalo da protein iz graška doprinosi sitosti.

**bio&bio**  
**SUPER FOODS**

# PROTEIN GRAŠKA

EKOPROIZVOD

Sadrži minimalno 80% proteina iz organski uzgojenog graška. Lako je probavljiv i omiljen među sportašima veganima. Idealan je za energetske smoothie napitke. Bez dodanog šećera. Sadrži prirodno prisutne šećere.

PROSJEČNE HRANJIVE VRIJEDNOSTI NA 100 G PROIZVODA	
Energija	1757 kJ / 421 kcal
Masti	6,8 g
od kojih zasićene masne kiseline	2 g
Ugjikohidrati	7,2 g
od kojih šećeri	0,25 g
Vlakna	5,3 g
Bjelančevine	> 80 g
Sol	0,2 g

**PROTEIN GRAŠKA – EKOPROIZVOD**  
Sastojci: protein graška iz ekološkog uzgoja.  
Stavlja na tržište RH: Biovega d.o.o.,  
Majstorska 1E, 10000 Zagreb, HR | [www.bio.bio.hr](http://www.bio.bio.hr)  
Uvjeti čuvanja: čuvati na suhom i hladnom mjestu.

Upute za upotrebu: 15 g praha otopiti u vodi, soku ili biljnom napitku 1 – 2 puta dnevno.

**Slika 7.** Protein graška (Anonymous 6, 2024)

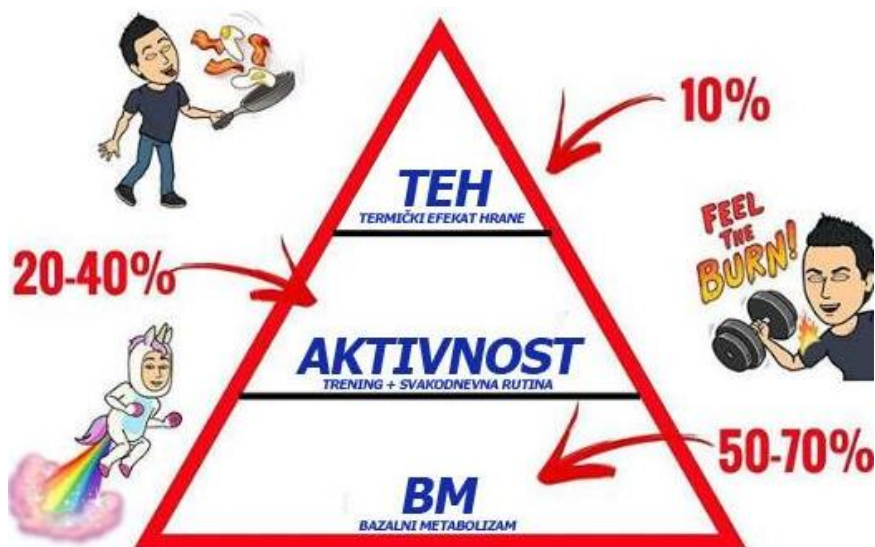
## 2.12.3. Rižin protein

Smeđa riža pruža veću količinu proteina u odnosu na bijelu rižu, upravo zbog toga rižini proteini dolaze iz smeđe riže. Proteinski prah od riže je izvrstan izvor BCAA. U jednom istraživanju (Joy i sur., 2013) koje je trajalo 2 mjeseca, muškarci su konzumirali 48 grama rižinog proteina tri puta dnevno. Mišić bicepsa povećao se za 12%, isto kao i kod muškaraca

koji su u istim uvjetima konzumirali 48 grama proteina sirutke. Ovim istraživanjem se htjelo potvrditi da rižin protein može biti jednako učinkovit kod rasta mišića kao i protein sirutke.

## 2.13. ENERGIJA I POTREBE ZA ENERGIJOM

Velik dio sportaša, ali i opće populacije nema dovoljno znanja o pravilnoj prehrani i ona je često zanemarena. Žene često doživljavaju energetske neravnoteže iz različitih razloga, uključujući imunitet i menstrualni ciklus. Kako bi sportaš postigao svoj maksimum, mora postojati energetski balans. Kod određivanja energetske potrebe sportaša, važnu ulogu imaju intenzitet, učestalost i trajanje njihovog treninga. Ako osoba želi povećati udio mišićne mase ili dobiti na kilaži, mora biti u kalorijskom suficitu, odnosno mora unijeti više kalorija nego što ih potroši. S druge strane, osoba koja želi smršaviti, treba biti u kalorijskom deficitu, točnije unos mora biti manji od količine energije koju potroši. Stavke koje promatramo su bazalni metabolizam, termički učinak hrane i aktivnosti (slika 8) (X SPORT, 2018).



Slika 8. Ukupna potrošnja kalorija (X SPORT, 2018)

Bazalni metabolizam označava količinu energije koju trošimo u stanju mirovanja za osnovne funkcije kao što su spavanje, disanje... i on iznosi 60-75% ukupne potrošnje energije.

Termički učinak hrane je količina energije koju trošimo na obradu hrane unesene u organizam, odnosno na apsorpciju, probavu, metabolizam i iznosi do 10% ukupne potrošene energije.

Termički učinak aktivnosti je potrošena energija na sve aktivnosti kretanja, vježbanja i bilo kakve fizičke aktivnosti kroz dan, a može varirati od 10 do 30%, ovisno koliko je osoba fizički aktivna i provodi li sjedilački način života.

## 2.14. DODACI U SPORTSKOJ PREHRANI

Proteini sirutke se najčešće smatra suplementom u prehrani sportaša, ali koriste ga i mnogi nesportaši. Bodybuilderi ga koriste kao dodatak prehrani kako bi malim unosom kalorija unijeli što više proteina potrebnih za rast mišića. Najčešće se konzumira uz vodu ili uz mlijeko. Ako želimo bržu apsorpciju bolje je koristiti vodu jer kazein iz mlijeka usporava apsorpciju. Proteini sirutke su brz i visokovrijedan izvor proteina i važnih aminokiselina ključnih za sintezu proteina, a time i rast mišića. Osim što se konzumira s vodom ili mlijekom, može se dodati i u pahuljice ili palačinke. Osim toga, danas postoje i proteinski pudinzi i čokoladice koji već u sebi sadrže proteine.

O zdravoj i raznolikoj prehrana se ne razmišlja često, a upravo ona ima ključnu ulogu kod sportaša i postizanja njihovih ciljeva. Osim što je izvor važnih nutrijenta, ona mora osigurati sportašima povoljan učinak na izvedbu te smanjiti rizik od umora, povreda i bolesti. Za pravilno funkcioniranje ljudskog organizma potrebno je redovito unositi hranjive tvari, a ta količina se povećava s većom tjelesnom aktivnošću. To znači da su energetske potrebe aktivnih sportaša veće nego kod umjereno aktivnih osoba, a pogotovo osoba koji žive sjedilačkim načinom života. Stoga je važno da hrana koju sportaši unose sadrži odgovarajući udio makro i mikronutrijenata.

Mnogi vježbaju ujutro prije posla, a većina njih ne može rano doručkovati. Njima se ne preporučuje otići na trening bez ikakvog izvora energije, već bi trebali popiti barem *shake* proteina sirutke zbog brze apsorpcije.

Da bi istražili utjecaj proteina sirutke na aerobnu izdržljivost nogometaša, istraživanje (Li i Sun, 2019) je uključivalo 36 nogometaša koji su nasumično podijeljeni u 2 grupe. Tijekom osmotjednog treninga, kontrolna skupina je konzumirala čistu vodu (koja je bila istog mirisa i boje kao tekućina druge grupe) 1 sat prije i poslije treninga. S druge strane, druga skupina je unosila napitak koji je sadržavao oligosaharide i proteine u omjeru 4:1, s dozom od 25 g proteina. Osim toga, ova grupa je dodatno unosila još 25 g proteina večer prije treniranja. Na temelju rezultata zaključeno je da istovremeni unos oligosaharida i proteina sirutke može pospješiti anaerobne i aerobne tjelesne sposobnosti nogometaša, kao i fizički oporavak.

Osim proteina sirutke kao jednog od popularnijih suplemenata, na tržištu se mogu pronaći i kreatin, BCAA, *preworkout*, odnosno tvari koje „pobuđuju“ tijelo i daju mu energiju za bolje sportske performanse. Suplementi olakšavaju unos tvari i koristi ih oko 90% sportaša. Dodaci se mogu pronaći u obliku tableta, prahova, tekućina, a definirani su kao tvari bogate hranjivim sastojcima, u većini slučajeva vitaminima i mineralima, ali mogu sadržavati i druge tvari s hranjivim ili fiziološkim djelovanjem koje se konzumiraju u određenim dozama. Ovi dodaci se često koriste kako bi se nadoknadili nedostaci u prehrani ili kako bi se postigao određeni fiziološki efekt. Proteinski dodaci su danas najzastupljeniji jer imaju veliki spektar primjene. Olakšavaju unos proteina i ostalih hranjivih tvari, poboljšavaju performanse i pridonose rastu mišića. Osim kod ozbiljnijih sportaša, postali su popularni i kod rekreativaca ili kod osoba koje se u bilo kakvom obliku bave nekom aktivnošću, kao i kod osoba koje pokušavaju izgubiti kilograme iz razloga što proteini pridonose duljoj sitosti.

## **2.15. 30 GRAMA PROTEINA PO OBROKU**

Pojam proteinske neto ravnoteže je ključan za razumijevanje rasta, smanjenja ili održavanja mišićne mase.

Provedeno je istraživanje (Kim i sur., 2016) na osam osoba koje su unosile obrok od 1100 kalorija. Jedan obrok je sadržavao 35 g proteina, a drugi 70 g i kao takav se smatrao visoko proteinskim obrokom. Zaključeno je da je sinteza proteina u cijelom tijelu drastično povećana samo poslije visokoproteinskog obroka. Ova analiza je provedena kao pokazatelj da se unosom od preko 30 g proteina u obroku može izgraditi više proteina u cijelom tijelu, ne gledajući samo rast mišića. Preporučeni unos proteina na dnevnoj bazi za mišićni rast je 1,6-2,2 g/kg tjelesne težine.

Apsorpcija je proces prelaska hranjivih tvari iz probavnog sustava u krvotok. Koju god količinu proteina unijeli, tijelo će sve apsorbirati. Studija iz 2016. godine (Macnaughton, 2016) je pokazala da unos 40 g proteina sirutke nakon težinskog treninga potiče veću sintezu mišićnih proteina nego unos od samo 20 g proteina. Dokazano je da čak i kad je ukupan dnevni unos proteina konstantan da podjednak raspored proteina tijekom dana rezultira većom sintezom mišićnih proteina odnosno većim mišićnim rastom zbog toga što tijelo više puta u danu "pokreće" sintezu proteina.

Može se zaključiti da će unosom obroka od preko 30 g proteina po obroku svi proteini biti apsorbirani, ali neće svi biti korišteni za sintezu mišićnih proteina. Povećat će se sinteza



proteina u crijevima, koži, jetri i drugim organima. Smanjit će se razgradnja proteina i bit će pozitivniji neto proteinske ravnoteže.

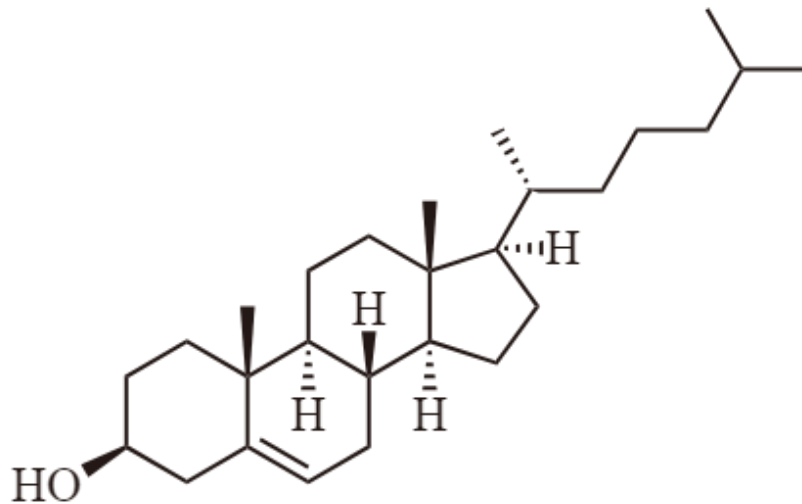
Provedeno je još jedno od istraživanja s unosom od 30 i 90 g proteina po obroku u kojem se pokušalo utvrditi koliko proteina po obroku se može iskoristiti za izgradnju mišića. U ovoj studiji analizirano je ponašanje 34 ispitanika koji su bili podijeljeni u dvije skupine - jedni su unosili 30 g, a drugi 90 g proteina u obroku. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih količina proteina na sintezu mišićnih proteina. Ispitanicima su dane porcije nemasnog mesa koje su sadržavale ili 30 ili 90 grama proteina. Jedna grupa je dobila obrok od 113 grama mesa, što je ukupno iznosilo 220 kalorija. Drugoj skupini je posluženo 340 grama mesa, što je ekvivalentno 660 kalorija. Istraživači su pratili sintezu mišićnih proteina u roku od 5 sati nakon obroka. Rezultati su pokazali da su oba obroka povećali sintezu mišićnih proteina za otprilike 50%. Količina od 30 grama proteina je potaknula jednaku razinu sinteze mišićnih proteina kao i količina od 90 grama. Ovo je važno saznanje za sve, bez obzira na dob, jer nam omogućava da prilagodimo svoju prehranu i postignemo željene rezultate u izgradnji mišića. Ovo istraživanje je potvrdilo da veća količina proteina nije rezultirala povećanom sintezom mišićnih proteina. Iz ovog istraživanja, znanstvenici su zaključili da umjesto jednog ili dva obroka bogata proteinima, podjela ukupnog unosa proteina u više obroka umjerene veličine može biti učinkovitiji način za optimiziranje rasta mišića (Symons, 2009).

## **2.16. JE LI KOLESTEROL U JAJIMA OPASAN?**

Sigurnost konzumacije jaja se često preispituje zbog toga što jaja sadrže kolesterol (slika 9) (Anonymous 7, 2024) lipid koji se odmah povezuje s „opasnosti“. Iako svaki kolesterol nije opasan, LDL (*Low-Density Lipoprotein*) kolesterol, koji se često zove „lošim“ kolesterolom, sužava krvne žile i loše utječe na njihovo zdravlje te povećava rizik od kardiovaskularnih bolesti (KVB). Međutim, na razinu kolesterola utječu drugi faktori kao što su genetika, hormonsko stanje i način prehrane (Wang i sur., 2017).

Dokazano je da za većinu ljudske populacije sâm kolesterol iz jaja neće doprinijeti aterosklerozi i kardiovaskularnim bolestima iz sljedećeg razloga. Tijelo funkcionira na način da kada unosimo hranu bogatu kolesterolom (kao što su jaja), naš organizam automatski smanjuje proizvodnju kolesterola kako bi održao ravnotežu. Upravo zbog toga, redovna konzumacija jaja ne utječe na porast kolesterola u krvi, ako nisu pretjerane količine jaja. Isto tako, ako ne unesemo dovoljno kolesterola putem prehrane, jetra će proizvesti kolesterol da zadovolji potrebe organizma (Jones i sur., 1996).

Kolesterol je na lošem glasu jer ga se povezuje s rizikom od kardiovaskularnih bolesti. Međutim, on je ipak značajan u ljudskom organizmu, npr. u proizvodnji steroidnih hormona poput testosterona i estrogena. Jedno prosječno jaje sadrži količinu od 200 do 220 mg kolesterola.



**Slika 9.** Struktura kolesterola (Anonymous 7, 2024)

### 3. ZAKLJUČCI

1. Jaja i proteini sirutke će i u budućnosti ostati namirnice s odličnim profilom aminokiselina, kao i ostalih funkcionalnih sastojaka.
2. Jaja imaju mnogo korisnih karakteristika poput smanjenja rizika od kardiovaskularnih bolesti do smanjenja lošeg kolesterola, dok proteini sirutke, iako nešto rjeđe zastupljeni znatno olakšavaju unos proteina i pridonose okusu jela.
3. Jaja, namirnica bogata omega-3 masnim kiselinama, ali ipak nedovoljno za potrebni dnevni unos (s obzirom na to da se danas često konzumira brza hrana), se zahvaljujući naprednim tehnologijama mogu obogatiti i tako povećati unos omega-3 masnih kiselina.
4. Pigmenti, osim što daju boju žumanjku, imaju i antioksidacijsko i antikancerogeno djelovanje, a lutein ima i preventivna svojstva kod očnih bolesti, štiti ih od zračenja i sprječava proces foto-starenja kože.
5. Od mliječnih proteina razlikujemo dva proteina, a to su kazein i proteini sirutke. Ako želimo bržu apsorpciju i nadoknadu proteina, unijeti ćemo proteine sirutke, a za sporiju apsorpciju konzumirat ćemo kazein. Osim što se kazein sporije apsorbira, porast aminokiselina u krvi je duljeg vijeka i dolazi do manjeg raspada proteina. Za najbolje rezultate preporučuje se kombinacija proteina sirutke i kazeina jer to rezultira većom hipertrofijom.
6. Pri odabiru koncentrata, izolata ili hidrolizata, za rekreativce nema velike razlike po pitanju hipertrofije, ali ako osoba ima problema s laktozom preporučuje se izolat, ili ako ima nekakve probavne smetnje, najlakše je probavljiv hidrolizat.

#### 4. POPIS LITERATURE

- Alagawany M, Elnesr S S, Farag M R, Tiwari R, Yattoo M I, Karthik K i sur. (2021) Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health—a comprehensive review. *Vet Quart* **41** (1), 1-29. <https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1857887>
- Anonymous 1 (2024) Građa jajeta, <https://www.hobbyfarms.com/the-anatomy-of-an-egg/>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Anonymous 2 (2024) Roshe-ova lepeza, <https://photovolt.com/applications/food-measurement/egg-yolk/>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Anonymous 3 (2024) Svježina jaja, <https://www.index.hr/lajk/poster/237992/9-trikova-pomocu-kojih-mozete-odrediti-jesu-li-odredjene-namirnice-kvalitetne-i-svjeze>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Anonymous 4 (2024) Određivanje svježine jaja, <https://jedemdoma.hr/kako/4107/>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Anonymous 5 (2024) BCAA, <https://slideplayer.cz/slide/3190117/>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Anonymous 6 (2024) Protein graška, <https://www.biobio.hr/protein-graska-80-proizvod-31190/>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Anonymous 7 (2024) Struktura kolesterola, <https://www.vedantu.com/question-answer/explain-the-structure-and-functions-of-class-12-chemistry-cbse-5f5fc5c268d6b37d16370a20>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Babault N, Païzis C, Deley G, Guérin-Deremaux L, Saniez M H, Lefranc-Millot C i sur. (2015) Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance training: a double-blind, randomized, Placebo-controlled clinical trial vs. Whey protein. *J Int Soc Sports Nutr* **12** (1), 3. <https://doi.org/10.1186/s12970-014-0064-5>.
- Baldasso C, Barros T C, & Tessaro I C (2011) Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration. *Desalination* **278** (1-3), 381-386. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.05.055>
- Baranauskas M, Kupčiūnaitė I, Stukas R (2023) Dietary intake of protein and essential amino acids for sustainable muscle development in elite male athletes. *Nutrients* **15** (18), 4003. <https://doi.org/10.3390/nu15184003>

- Bilandžić N, Božić Đ, Vrbić A, Varenina I, Solomun Kolanović B, Sedak M i sur. (2014) Ostatci trimetoprima u žumanjku jaja nakon primjene u kokoši nesilica. *Veterinarska stanica* **45** (2), 73-78.
- Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson M P, Maubois J L, Beaufrère B (1997) Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci* **94** (26), 14930-14935. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.26.14930>
- Chandrapala J (2018) Whey wastes and powders. *Microstructure of dairy products* 261-291. <https://doi.org/10.1002/9781118964194.CH11>
- Cheri-an G, Sim J S (1991) Effect of feeding full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty acid composition of eggs, embryos, and newly hatched chicks. *Poultry Sci* **70** (4), 917-922. <https://doi.org/10.3382/ps.0700917>
- Chung H Y, Rasmussen H M, Johnson E J (2004) Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. *J nutr* **134** (8), 1887-1893. <https://doi.org/10.1093/jn/134.8.1887>
- Graves N S (2013) Acute gastroenteritis. *Prim care* **40** (3), 727. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2013.05.006>
- Hu F B, Stampfer M J, Rimm E B, Manson J E, Ascherio A, Colditz G A i sur. (1999) A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *Jama* **281** (15), 1387-1394. <https://doi.org/10.1001/jama.281.15.1387>
- Jakopović Ž, Čanak I, Lešić T, Pleadin J, Frece J, Markov K (2016) Usporedba osnovnog kemijskog i masno-kiselinskog sastava te mikrobiološke ispravnosti guščjih, kokošnjih, pačjih i purećih jaja. *CJFSTBN* **11** (3-4), 152-158.
- Jones P J, Pappu A S, Hatcher L, Li Z C, Illingworth, D R, & Connor W E (1996). Dietary cholesterol feeding suppresses human cholesterol synthesis measured by deuterium incorporation and urinary mevalonic acid levels. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 16(10), 1222-1228.
- Joy J M, Lowery R P, Wilson J M, Purpura M, O De Souza E, Mc Wilson S i sur. (2013) The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutr J* **12**, 86. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-86>.
- Khan M S, Amin M R, Florian J S (2017) Carotenoid status of poultry egg under different feeding system in Bangladesh. *Int J Poult Sci* **16** (6), 228-232. <https://doi.org/10.3923/ijps.2017.228.232>
- Kim I Y, Schutzler S, Schrader A, Spencer H J, Azhar G, Ferrando A A i sur. (2016) The anabolic response to a meal containing different amounts of protein is not limited

by the maximal stimulation of protein synthesis in healthy young adults. *Am J Physiol Endocrinol Metab* **310** (1), 73-80. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00365.2015>

- Kim J (2020) Pre-sleep casein protein ingestion: new paradigm in post-exercise recovery nutrition. *Phys act nutr* **24** (2), 6-10. <https://doi.org/10.20463/pan.2020.0009>
- Kralik Z, Kralik G, Košević M, Galović O, Samardžić M (2023) Natural multi-enriched eggs with n-3 polyunsaturated fatty acids, selenium, vitamin E, and lutein. *Animals*, **13** (2), 321. <https://doi.org/10.3390/ani13020321>
- Li J W, Sun L L (2019) Effect of whey protein on aerobic exercise ability of football players. *Matrix Sci Medica* **3** (1), 19-21. [https://doi.org/10.4103/MTSM.MTSM\\_23\\_19](https://doi.org/10.4103/MTSM.MTSM_23_19)
- Macnaughton L S, Wardle S L, Witard O C, McGlory C, Hamilton D L, Jeromson S i sur. (2016) The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. *Physiol rep* **4** (15), e12893. <https://doi.org/10.14814/phy2.12893>
- Myers M, Ruxton C H S (2023) Eggs: healthy or risky? A review of evidence from high quality studies on hen's eggs. *Nutrients*, **15** (12), 2657. <https://doi.org/10.3390/nu15122657>
- Omid M, Rahimi S & Torshizi M A K (2015) Modification of egg yolk fatty acids profile by using different oil sources. *Vet Res Forum* **6**, 137-141.
- Pravilnik (2006) Pravilnik o kakvoći jaja. Narodne novine NN 115/2006, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_10\\_115\\_2561.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_10_115_2561.html). Pristupljeno 28. kolovoza 2024.
- Pravilnik (2008) Pravilnik o određivanju minimalnih pravila za zaštitu pilića koji se uzgajaju za proizvodnju mesa. Narodne novine 135/06, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008\\_07\\_79\\_2587.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_07_79_2587.html). Pristupljeno 3. srpnja 2024.
- Scanlin L, Lewis K A & Dugger P (2024) Quinoa as a sustainable protein source: Production, nutrition, and processing. In *Sustainable protein sources* (pp. 381-398). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91652-3.00009-5>
- Srebočan V, Gomerčić H (1996) Veterinarski priručnik, peto izmjenjeno izdanje, Medicinska naklada, Zagreb.
- Symons T B, Sheffield-Moore M, Wolfe R R, Paddon-Jones D (2009) A moderate serving of high-quality protein maximally stimulates skeletal muscle protein synthesis in young and elderly subjects. *J Am Diet Assoc* **109** (9), 1582-1586.
- Tica M (2019) Intenzivan tov pilića, <https://www.agroklub.com/stocarstvo/sto-je-najvaznije-za-pravilan-tov-pilica/48695/>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Tratnik L, Božanić R (2012) Mlijeko i mliječni proizvodi. Hrvatska mljekarska udruga.

- Trpčič I, Njari B, Zdolec N, Cvrtila Fleck Ž, Fumić T, Kozačinski L (2010) Mikrobiološka kakvoća i ocjena svježine konzumnih jaja. *Meso* **12**, 286-293. <https://doi.org/10.31727/m.19.2.2>
- Tsai W T, Yang J M, Lai C W, Cheng Y H, Lin C C, Yeh C W (2006) Characterization and adsorption properties of eggshells and eggshell membrane. *Bioresour technol* 97(3), 488-493. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.02.050>
- Ukupna potrošnja kalorija (X SPORT, 2018) <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=2083388988340305&id=261883970490825&set=a.268830179796204>. Pristupljeno 08. lipnja 2024.
- Wang H H, Garruti G, Liu M, Portincasa P, Wang D Q (2017) Cholesterol and Lipoprotein Metabolism and Atherosclerosis: Recent Advances In reverse Cholesterol Transport. *Ann Hepatol* **1**, 27-42. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.5495>

### **Izjava o izvornosti**

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

---

Vlastoručni potpis