

VÝŽIVOVÉ DOPLNKY

BIELKOVINY II.



VÝŽIVOVÉ DOPLNKY

Antidopingová agentúra SR sa predovšetkým zaoberá dopingovými kontrolami, zakázanými látkami, vzdelávaním a prevenciou.

Vzhľadom na naše skúsenosti zo vzdelávacích seminárov a konzultácií sme sa rozhodli spustiť vzdelávací program so zameraním na **výživové doplnky**, v rámci ktorého chceme športovcom ponúknuť stručný prehľad, ako výživové doplnky fungujú a predovšetkým, na čo sú určené.

Určite vás upozorníme aj na možné riziká dopingu spojené s ich užívaním, ale hlavný zámer je informovať o funkčnosti jednotlivých skupín výživových doplnkov.

Budeme sa snažiť nájsť odpoveď na tieto dve otázky:

*Na základe akého mechanizmu účinkujú?
Aké sú princípy, či úskalia ich užívania?*

Autori: **Mgr. Kristián Slíž**, farmaceut (FF UK)
Ing. Tomáš Pagáč, PhD., biochemik (SADA)



VÝŽIVOVÉ DOPLNKY S OBSAHOM BIELKOVÍN

Ľudské telo je neustále v dynamickom stave, čo znamená, že v ňom nepretržite prebieha premena organických látok: bielkovín, tukov a sacharidov. Vzniká tak neustála potreba ich dopĺňania v strave.

Odporúčaná denná dávka bielkovín sa vyjadruje v gramoch na kilogram telesnej hmotnosti (g/kg). *The International Society of Sports Nutrition* odporúča **1,4 – 2,0 g/kg** denne, pričom minimálne množstvo bielkovín, ktoré športovec potrebuje v jednej dávke predstavuje **20 – 30 g**.

Dodržanie denného príjmu bielkovín, ako aj celkového množstva kalórií, sa zdá byť, pokiaľ je zámerom športovca podporiť pozitívnu adaptáciu organizmu k jeho tréningovému procesu, najdôležitejšie.

Z tohto dôvodu je rozumné mať jednotlivé dávky bielkovín počas dňa rovnomerne rozložené, každé **3 - 4 hodiny**⁽¹⁾. Udržanie tejto stratégie prostredníctvom bežnej stravy môže byť pre športovca časovo a finančne náročné, a preto sa na trhu nachádzajú čoraz populárnejšie výživové doplnky s obsahom bielkovín.

V TOMTO VYDANÍ

**ŽIVOČÍŠNE ZDROJE
BIELKOVÍN**

**RASTLINNÉ ZDROJE
BIELKOVÍN**

**VÝROBNÉ PROCESY
VÝŽIVOVÝCH
DOPLNKOV**

ŽIVOČÍŠNE ZDROJE BIELKOVÍN

Mliečne bielkoviny.

Mliečne bielkoviny majú spoločnú črtu, ktorou je vysoká kvalita. Obsahujú všetkých 9 esenciálnych aminokyselín a zaraďujú sa medzi kompletne zdroje bielkovín.

Ich zloženie je natoľko ideálne, že sa stalo štandardom pre porovnanie nutričnej hodnoty ostatných zdrojov bielkovín ⁽²⁾.

Rozdeľujeme ich na dve základné skupiny, srvátkové bielkoviny a kazeín.

Mliečnou fermentáciou alebo pridaním syridlových enzýmov do mlieka sa kazeín ako tuhá zložka oddelí od tekutej časti, ktorú nazývame srvátka. Pokým kazeín tvorí 80 % mliečnych bielkovín, srvátkové bielkoviny predstavujú zvyšných 20 %.

Srvátkové bielkoviny a kazeín sa navzájom líšia fyzikálno-chemickými vlastnosťami, ktoré ovplyvňujú mieru ich vstrebávania v našom organizme.

Pre potreby športovcov je postačujúce zapamätať si, že kazeín sa v našom tráviacom trakte zhlukuje do väčších celkov, spomaľuje črevnú motilitu a jeho vstrebávanie je v porovnaní so srvátkou pomalšie ⁽¹⁾.

**Mliečne bielkoviny.**
Vstrebávanie.

Boirie a kolegovia, sledovali rýchlosť vstrebávania srvátkových bielkovín a kazeínu s nasledujúcimi výsledkami:

- **100 minút po podaní mliečnych bielkovín prevažuje benefit srvátkových bielkovín:** vplyv kazeínu na plazmatickú hladinu aminokyselín je mierny, pričom srvátkové bielkoviny spôsobujú krátkodobé výrazné zvýšenie dostupnosti týchto stavebných zložiek bielkovín pre náš organizmus,
- **300 minút po konzumácii mliečnych bielkovín však prevažuje benefit kazeínu:** vplyv srvátkových bielkovín na plazmatickú hladinu aminokyselín je nulový, zatiaľ čo kazeín vytrvalo udržiava ich zvýšenú dostupnosť v krvnej cirkulácii ⁽³⁾.

V predchádzajúcom článku sme si spomínali hlavnú funkciu bielkovín, ktorou je podpora regenerácie a rastu kostrového svalstva. Štúdia *Tiptona a kolegov* nám odpovedá na otázku: *Ktorý typ mliečnych bielkovín je vhodnejší pre športovcov so záujmom o podporu regenerácie po tréningovom procese, srvátkový proteín alebo kazeín?*

Mliečne bielkoviny výrazne zvyšujú dostupnosť leucínu a iných aminokyselín pre tvorbu svalových bielkovín. Športovci môžu očakávať pozitívny účinok pri obidvoch zdrojoch mliečnych bielkovín, výber medzi srvátkovým proteínom a kazeínom by mal ovplyvniť individuálny režim športovca ⁽⁴⁾.

- **Srvátkový proteín** s krátkodobým účinkom je vhodný ako výživový doplnok na doplnenie bielkovín v čase medzi konzumáciou plnohodnotných jedál počas dňa.
- **Kazeín** s dlhodobým účinkom je vhodný ako výživový doplnok na doplnenie bielkovín pred spaním alebo iným obdobím hladovania.

ŽIVOČÍŠNE ZDROJE BIELKOVÍN: VAJEČNÉ BIELKOVINY

Vaječný žltok a vaječný bielok sú koncentrovanými zdrojmi širokého spektra bielkovín, ktoré sa v našom organizme ľahko trávia a následne vstrebávajú do krvného obehu. Vaječné bielkoviny obsahujú všetkých 9 esenciálnych aminokyselín a zaraďujú sa medzi kompletne zdroje bielkovín.

Výživové doplnky s obsahom vaječných bielkovín sa môžu získavať z celých vajec alebo z vaječných bielkov, u ktorých je častá izolácia ich hlavnej bielkoviny vaječného albumínu.

Vaječné bielkoviny vo forme výživových doplnkov môžu byť vhodnou alternatívou srvátkových proteínov pre športovcov s laktózovou intoleranciou, ktorí potrebujú doplniť bielkoviny v čase medzi konzumáciou plnohodnotných jedál počas dňa.

V jednotlivej dávke 20 g stimulujú regeneračné a adaptačné procesy kostrového svalstva po fyzickej záťaži, o čom vypovedá klinická štúdia *Moora a kolegov* uverejnená v *The American Journal of Clinical Nutrition* ⁽⁵⁾.

Pre potreby športovcov je zaujímavá aj štúdia *van Vliet a kolegov*, ktorí sledovali vplyv konzumácie celých vajec a vaječných bielkov na mieru tvorby svalových bielkovín.

V tejto klinickej štúdii konzumovali subjekty 17 g bielkovín z celých vajec alebo z vaječných bielkov ihneď po ukončení fyzickej aktivity. Vaječné bielkoviny z celých vajec sa prejavili ako vhodnejšie, nakoľko tvorbu svalových bielkovín zvýšili vo väčšej miere ako vaječné bielky ⁽⁶⁾.

ŽIVOČÍŠNE ZDROJE BIELKOVÍN

Hovädzie bielkoviny.

Hovädzie bielkoviny sú popri mliečnych a vaječných bielkovinách ďalším kompletným zdrojom bielkovín, ktorý sa vyskytuje na trhu výživových doplnkov s obsahom živočíšnych bielkovín.

Hovädzie bielkoviny vo forme výživových doplnkov môžu byť vhodnou alternatívou srvátkových proteínov pre športovcov s laktózovou intoleranciou, ktorí potrebujú doplniť bielkoviny v čase medzi konzumáciou plnohodnotných jedál počas dňa.

Toto tvrdenie je podložené meta-analýzou *Valenzuela a jeho kolegov*, ktorá sumarizuje výsledky dostupnej literatúry a stanovuje pozitívny vplyv hovädzích bielkovín na telesnú stavbu a fyzickú výkonnosť športovcov ⁽⁷⁾.

V jednotlivej dávke 30 g, hovädzie bielkoviny stimulujú regeneračné a adaptačné procesy kostrového svalstva po fyzickej záťaži, o čom vypovedá klinická štúdia *Symonsa a kolegov* uverejnená v *Journal of American Dietetic Association* ⁽⁸⁾.

Pre potreby športovcov je zaujímavý fakt, že hovädzie mäso má spomedzi všetkých potravín najvyšší obsah kreatínu, ktorý napomáha kostrovému svalstvu zvyšovať zásoby energie pre svalovú prácu ⁽⁹⁾. Výživové doplnky s obsahom hovädzích bielkovín deklarujú obsah prirodzeného kreatínu, a tak môžu napomáhať športovcom k naplneniu ich denného príjmu nielen bielkovín, ale aj tejto biologicky účinnej látky, ktorá má ako jedna z mála na trhu oprávnené označenie ergogénny výživový doplnok.

**Rastlinné zdroje bielkovín.**

Kvalitu bielkovín určujú dva základné parametre, a to obsah esenciálnych aminokyselín a ich stráviteľnosť, teda schopnosť uvoľniť stavebné zložky ich štruktúry pre vstrebávanie do krvného obehu odkiaľ ich náš organizmus dokáže využiť ⁽¹⁾.

Stráviteľnosť prirodzených rastlinných zdrojov bielkovín sa pohybuje v rozmedzí 60 – 80 %. Ide o pomerne nízku mieru využitia bielkovín, nakoľko živočíšne zdroje bielkovín konštantne vykazujú viac než 90% mieru stráviteľnosti. Táto nevýhoda rastlinných zdrojov bielkovín spočíva v obsahu inhibítorov trypsinu, fytátov a tanínov, ktoré negatívne ovplyvňujú trávenie. Výhodou výživových doplnkov s obsahom rastlinných bielkovín v porovnaní s ich prirodzenými zdrojmi je neprítomnosť týchto látok, ktoré sa odstraňujú v procese výroby ⁽⁸⁾.

Obsah esenciálnych aminokyselín v štruktúre rastlinných zdrojov bielkovín je nekompletný. Charakteristické je veľmi nízke zastúpenie jednej alebo viacerých esenciálnych aminokyselín, ktoré si naše telo nedokáže vytvoriť, a preto je potrebné ich prijímať v potrave ⁽¹⁾.

Športovci, ktorí sú vegetariánmi či vegánmi môžu nepriaznivý profil esenciálnych aminokyselín v rastlinných zdrojoch bielkovín prekonať jednoduchou stratégiou, kedy sa orientujú na konzumáciu vzájomne sa doplnujúcich zdrojov rastlinných bielkovín ⁽¹⁰⁾.

Tento princíp si uvedomujú aj spoločnosti produkujúce výživové doplnky, a preto nachádzame na trhu zväčša kombinácie jednotlivých zdrojov rastlinných bielkovín vo forme tzv. vegánskych proteínov. Pod pojmom vegánske proteíny nachádzame v zložení výživových doplnkov najčastejšie zmesi konopného, sójového, ryžového a hrachového proteínu v rôznom vzájomnom pomere.



VÝROBNÉ PROCESY VÝŽIVOVÝCH DOPLNKOV S OBSAHOM BIELKOVÍN

FILTRÁCIA

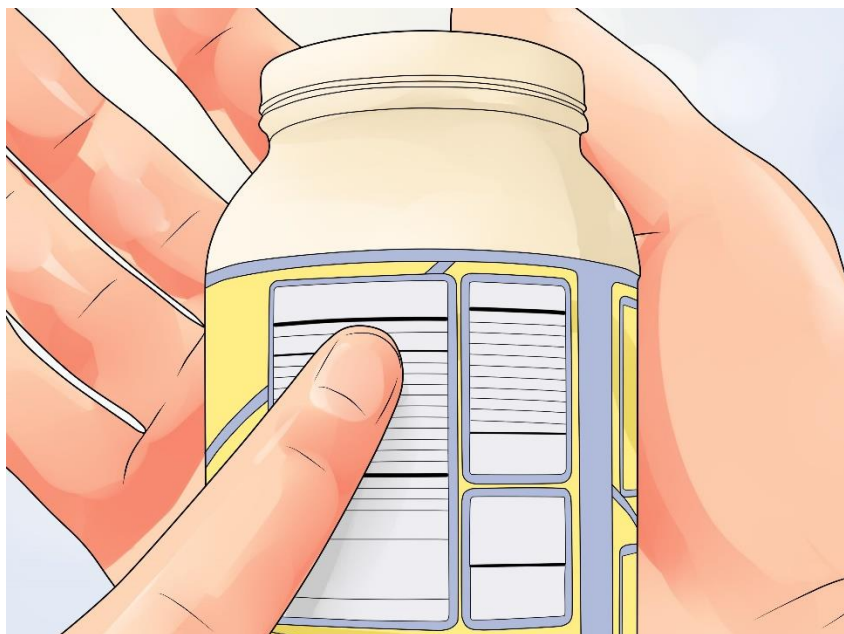
Separčné procesy, ktorými získavame bielkoviny pre výrobu výživových doplnkov si priblížime na príklade mliečnych bielkovín. Technologické spracovanie mlieka začína znížením jeho pH. V kyslom prostredí dochádza k zrážaniu molekúl kazeínu za vytvorenia tuhej zložky, ktorá sa usadí na dne výrobnéj nádoby. Srvátka má rozdielne fyzikálno-chemické vlastnosti, a tak ostáva po procese zrážania mlieka ako tekutý zvyšok nad usadeninou kazeínu.

Po oddelení srvátky od kazeínu je potrebné separovať srvátkové bielkoviny od zvyšku nutrientov, ktoré sú zastúpené v srvátke a to najmä od laktózy a tukov. Na etikete výživových doplnkov s obsahom bielkovín nachádzame dve typické označenia: koncentrát alebo izolát. Tieto pojmy vyjadrujú stupeň spomínanej separácie srvátkových bielkovín. Koncentráty majú bielkoviny v 30 – 80 % zastúpení a izoláty ich obsahujú 90 % a viac.

Srvátkové bielkoviny sa oddeľujú od ostatných zložiek srvátky procesom filtrácie. Medzi populárne metódy patrí iónová výmena a membránová filtrácia, ku ktorej zaraďujeme mikrofiltráciu s krížovým usporiadaním toku (z angl. *cross-flow microfiltration*) alebo ultra-mikro filtráciu.

Bielkoviny srvátky sa v procese iónovej výmeny oddeľujú vplyvom ich elektrického náboja, ktorý získavajú po pridaní kyseliny chlorovodíkovej a hydroxidu sodného do separovanej zmesi. Nevýhodou tejto chemickej úpravy bielkovín je ich denaturácia, a teda strata biologickej aktivity. Dochádza tak k znehodnoteniu významných zložiek srvátkových bielkovín, ktoré sú nositeľmi zdravotne prospešných účinkov ⁽¹¹⁾.

Kvalitní výrobcovia výživových doplnkov preto preferujú proces membránovej filtrácie, a to aj napriek vyšším nákladom na samotnú výrobu. Membránové separčné procesy, či už mikrofiltrácie s krížovým usporiadaním toku alebo ultra-mikro filtrácie, sú založené na polopriepustných vlastnostiach keramických membrán, ktoré zadržiavajú bielkoviny srvátky s charakteristickou molekulovou hmotnosťou. V tomto procese nedochádza k denaturácii bielkovín a kvalita výsledného produktu je tým pádom vyššia ⁽¹¹⁾.



HYDROLÝZA

Vstrebávanie bielkovín, ktoré prijímame v strave alebo vo forme výživových doplnkov prebieha v tenkom čreve. Ich molekuly sa čiastočne travia už v žalúdku, kde ich pepsín rozkladá na menšie stavebné zložky polypeptidy. Účinkom špecifických tráviacich enzýmov, ktoré nazývame proteázy sa veľké polypeptidy štiepia na menšie oligopeptidy alebo jednotlivé aminokyseliny. Tento proces prebieha v tenkom čreve, odkiaľ sa vzniknuté produkty trávenia bielkovín môžu vstrebávať do krvného obehu rôznymi mechanizmami.

Rozdelenie bielkovín podľa počtu aminokyselín:

- bielkovina: 50 a viac aminokyselín
- polypeptid: 20 – 50 aminokyselín
- oligopeptid: 2 – 20 aminokyselín

Proteázy rozkladajú bielkoviny hydrolytickým štiepením peptidovej väzby, ktorou sú prepojené jednotlivé aminokyseliny v ich štruktúre. Výrobcovia výživových doplnkov využívajú účinok týchto špecifických enzýmov a ponúkajú tzv. hydrolyzáty, a teda bielkoviny vo forme oligopeptidov.

Výskum *Morifuji a kolegov* nám môže pomôcť k zodpovedaniu otázky: *Prečo výrobcovia výživových doplnkov ponúkajú športovcom hydrolyzáty?* Za cieľ svojej práce si stanovili porovnanie vstrebávania bielkovín v rôznom stupni hydrolyzy a prišli na to, že hladina aminokyselín v krvnej plazme po konzumácii oligopeptidov bola vyššia v porovnaní s konzumáciou bielkovín a jednotlivých aminokyselín. Výsledky tohto výskumu nám napovedajú, že hydrolyzáty môžu byť pre športovcov vhodným doplnujúcim zdrojom bielkovín, nakoľko ich konzumácia viedla k najvyššej dostupnosti aminokyselín v krvnej plazme ⁽¹²⁾.

Je však tento poznatok prakticky využiteľný? Viedie vyššia miera dostupnosti stavebných blokov bielkovín k zlepšeniu regenerácie po fyzickej námahe? Klinická štúdia *Buckleyho a kolegov* odhaľuje, že konzumácia hydrolyzovanej formy bielkovín má skutočne kapacitu zlepšiť regeneračné mechanizmy po tréningovom procese. Porovnaním príjmu 30 g srvátkového hydrolyzátu a 30 g srvátkového izolátu získali cenné pozorovanie, a to že športovci môžu potenciálne benefitovať zo srvátkových hydrolyzátoch ako výživových doplnkov s obsahom bielkovín na trhu ⁽¹³⁾.



BIELKOVINY II.

KLÚČOVÉ BODY NA ZAPAMÄTANIE

- *The International Society of Sports Nutrition* odporúča denný príjem **1,4 – 2,0 g/kg** bielkovín denne, pričom minimálne množstvo, ktoré športovec potrebuje v jednej dávke predstavuje **20 – 30 g**.
- Jednotlivé dávky bielkovín by mali byť počas dňa rovnomerne rozložené, každé **3 – 4 hodiny**.
- Výživové doplnky s obsahom bielkovín slúžia na doplnenie denného príjmu bielkovín, no **nenahrádzajú plnohodnotnú stravu**, na ktorú by sa mal každý športovec prednostne zameriavať.
- **Srvátkový proteín** s krátkodobým účinkom je vhodný ako výživový doplnok na doplnenie bielkovín v čase medzi konzumáciou plnohodnotných jedál počas dňa.
- **Vaječné a hovädzie bielkoviny** vo forme výživových doplnkov môžu byť vhodnou alternatívou srvátkového proteínu pre športovcov s laktózovou intoleranciou.
- **Kazeín** s dlhodobým účinkom je vhodný ako výživový doplnok na doplnenie bielkovín pred spaním alebo iným obdobím hladovania.
- Výživové doplnky s obsahom **rastlinných bielkovín** obsahujú zmes jednotlivých zdrojov, akými môžu byť kombinácie konopného, sójového, hrachového, či ryžového proteínu v rôznom vzájomnom pomere. Táto stratégia slúži na prekonanie nepriaznivého profilu esenciálnych aminokyselín jednotlivých zdrojov rastlinných bielkovín.
- Výživové doplnky označené pojmom **koncentrát** obsahujú 30 - 80% bielkovín.
- Výživové doplnky označené pojmom **izolát** obsahujú viac než 90% bielkovín.
- Výživové doplnky označené pojmom **hydrolyzát** obsahujú bielkoviny po enzymatickom štiepení v kratšej a zdá sa ľahšie vstrebateľnej forme.

Zdroje:

- (1) Jäger, R., Kerksick, C.M., Campbell, B.I. et al. *International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise*. *J Int Soc Sports Nutr* 14, 20 (2017). DOI: 10.1186/s12970-017-0177-8
- (2) Davoodi SH, Shahbazi R, Esmaeili S, et al. *Health-Related Aspects of Milk Proteins*. *Iran J Pharm Res*. 2016;15(3):573-591. PMID: 27980594
- (3) Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson MP, Maubois JL, Beaufrere B. *Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion*. *Proc Natl Acad Sci*. 1997;94:14930-5. DOI: 10.1073/pnas.94.26.14930
- (4) Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. *Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise*. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:2073-81. DOI: 10.1249/01.MSS.0000147582.99810.C5
- (5) Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, Tang JE, Glover EI, Wilkinson SB, et al. *Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men*. *Am J Clin Nutr*. 2009;89:161-8
- (6) van Vliet S, Shy EL, Abou Sawan S, Beals JW, West DW, Skinner SK, Ulanov AV, Li Z, Paluska SA, Parsons CM, Moore DR, Burd NA. *Consumption of whole eggs promotes greater stimulation of postexercise muscle protein synthesis than consumption of isonitrogenous amounts of egg whites in young men*. *Am J Clin Nutr*. 2017 Dec;106(6):1401-1412. DOI: 10.3945/ajcn.117.159855
- (7) Valenzuela, P.L.; Mata, F.; Morales, J.S.; Castillo-García, A.; Lucia, A. *Does Beef Protein Supplementation Improve Body Composition and Exercise Performance? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*. *Nutrients* 2019, 11, 1429. DOI: 10.3390/nu11061429
- (8) Symons TB, Sheffield-Moore M, Wolfe RR, Paddon-Jones D. *A moderate serving of high-quality protein maximally stimulates skeletal muscle protein synthesis in young and elderly subjects*. *J Am Diet Assoc*. 2009;109(9):1582-1586. doi:10.1016/j.jada.2009.06.369
- (9) Kreider, R.B., Kalman, D.S., Antonio, J. et al. *International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine*. *J Int Soc Sports Nutr* 14, 18 (2017). DOI: 10.1186/s12970-017-0173-z
- (10) Woolf PJ, Fu LL, Basu A. *Protein: identifying optimal amino acid complements from plant-based foods*. *PLoS One*. 2011;6(4):e18836. Published 2011 Apr 22. DOI:10.1371/journal.pone.0018836
- (11) Renan M, Mekmene O, Famelart MH, Guyomarc'h F, Arnault-Delest V, Paquet D, et al. *pH-dependent behaviour of soluble protein aggregates formed during heat-treatment of milk at pH 6.5 or 7.2*. *J Dairy Res*. 2006;73:79-86. DOI: 10.1017/S0022029905001627
- (12) Morifuji M, Ishizaka M, Baba S, Fukuda K, Matsumoto H, Koga J, Kanegae M, Higuchi M. *Comparison of different sources and degrees of hydrolysis of dietary protein: effect on plasma amino acids, dipeptides, and insulin responses in human subjects*. *J Agric Food Chem*. 2010 Aug 11;58(15):8788-97. DOI: 10.1021/jf101912n
- (13) Buckley JD, Thomson RL, Coates AM, Howe PR, DeNichilo MO, Roney MK. *Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise*. *J Sci Med Sport*. 2010 Jan;13(1):178-81. DOI: 10.1016/j.jsams.2008.06.007