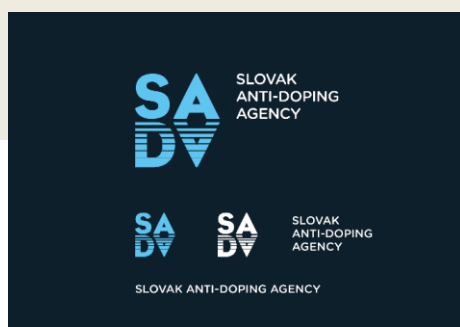


VÝŽIVOVÉ DOPLNKY

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 vstrebávaní 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 vstrebávaní 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 žĺtok 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 trypsínu, 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

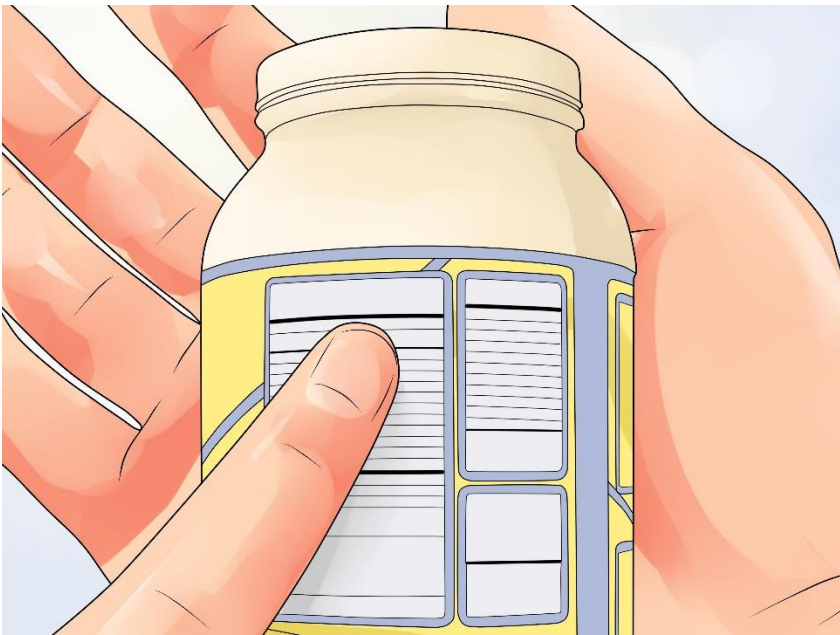
Separčné procesy, ktorými získavame bielkoviny pre výrobu výživových doplnkov si priblížime na príklade mliečnych bielkovín. Technologické spracovanie mlieka začína znížením jeho pH. V kyslom prostredí dochádza k zrážaniu molekúl kazeínu za vytvorenia tuhej zložky, ktorá sa usadí na dne výrobnéj nádoby. 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 trávia 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.

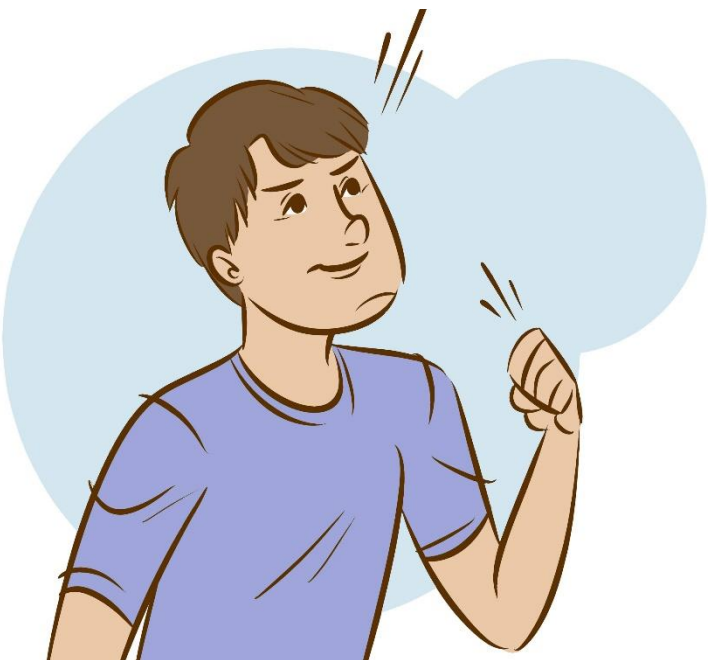
Rozdelenie bielkovín podľa počtu aminokyselín:

- 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