

蛋白食品对运动员生理功能的影响

卓长清*, 周 兵

(成都理工大学工程技术学院, 乐山 614000)

摘 要: 随着体育竞技运动日趋激烈, 运动员为了取得优异的成绩, 需要在平时训练不断的挑战体能的极限承受超大负荷运动。因此更需要科学、合理地安排饮食, 为运动员提供适当的营养供给。蛋白质是人体重要的组成物质, 可以为运动员竞赛提供重要的物质基础。目前蛋白食品主要以富含优质蛋白的大豆、乳清蛋白等为原料, 经过酶解产生活性多肽, 对运动员进行营养补充。本文主要概述了植物类、动物类蛋白食品的研究现状, 从增肌、缓解疲劳、增强免疫力 3 个方面对运动员产生相应的功效进行了探讨, 为运动员合理膳食提供参考。

关键词: 蛋白食品; 运动员; 生理功能

Influence of protein food on athletes' physiological function

ZHUO Chang-Qing*, ZHOU Bing

(The Engineering and Technical College of Chengdu University of Technology, Leshan 614000, China)

ABSTRACT: With the increasingly fierce sports competition, athletes need to constantly challenge the limits of physical fitness in daily training to bear super load sports to achieve excellent results. Therefore, it is more necessary to arrange diets scientifically and reasonably to provide athletes with appropriate nutritional supplies. Protein is an important component of human body, which can provide important material basis for athletes to compete. At present, protein food mainly takes soybean and whey protein which are rich in high quality protein as raw materials, and produces active polypeptides through enzymatic hydrolysis to supplement nutrition for athletes. This paper mainly summarized the research status of plant and animal protein foods, and probed into the corresponding effects of athletes from the three aspects of strengthening muscle, relieving fatigue and enhancing immunity, so as to provide references for athletes to eat reasonably.

KEY WORDS: protein nutritional food; athletes; physiological function

1 引 言

营养食品又称功能性食品, 在一定程度上对机体功能具有调节作用的食物, 能够促进肌肉增长^[1]。营养食品种类丰富, 注重食品的营养功能, 从而使增长需求得到有效满足^[2-7]。随着体育竞技运动日趋激烈, 为了取得优异的

成绩, 运动员在平时训练需要不断的挑战体能的极限承受超大负荷运动, 机体长期处于水分散失、蛋白质分解、电解质损失较快的状态, 因此合理的膳食营养是维护运动员健康和正常训练的基本物质保障^[8]。运动营养食品主要针对提升运动员的耐力、缓解疲劳、维持机体电解质平衡、修复骨骼肌肉微损伤等^[9]。而肌肉力量是人体运动的根本

*通讯作者: 卓长清, 主要研究方向为高校体育管理。E-mail: zhouxushu406175@126.com

*Corresponding author: ZHUO Chang-Qing, The Engineering and Technical College of Chengdu University of Technology, Chengdu 614000, China. E-mail: zhouxushu406175@126.com

保障^[10],蛋白质是机体肌肉组成的主要物质,是运动员肌肉修复的原料。而从膳食中吸收蛋白的效率低,还会带入过多的脂类,因此蛋白营养品的研究为运动员取得良好成绩提供有利的物质保障。

本研究综述了蛋白食品的分类以及近些年蛋白食品在提高运动员生理功能方面的研究进展,以期对运动员蛋白食品的合理补充提供参考。

2 蛋白营养食品的分类

蛋白营养食品主要分为蛋白粉、氨基酸、多肽类营养食品,主要功能是为人体提供优质的蛋白保持蛋白代谢处于相对平衡状态及促进肌肉的修复与合成。从蛋白的来源主要可以分为植物类蛋白、动物类蛋白,从加工后的形态可以主要分为固态粉末和液体饮料。本研究主要从蛋白的来源加以总结。

2.1 植物类蛋白

豆类蛋白质属于优质蛋白,含有较高的赖氨酸,含硫氨基酸如甲硫氨酸和色氨酸含量较低,有较高的营养价值,豆腐中的蛋白质含量可达16.2%,且脂类物质含量恰当^[11,12,13]。大豆肽利用大豆提纯蛋白粉或者发酵豆渣为原料,利用复合酶解的方法,将大分子蛋白酶解成多肽而研制的大豆类运动补剂^[14-16]。大豆肽经过酶解加工后可有效去除大豆蛋白的豆腥味,极大改善食用者的口感,且改善了大豆蛋白的不稳定性和不易吸收性。核桃蛋白含磷脂较高,是一种优质的植物蛋白,人体对其的消化利用率可达到85%,具有极高的开发利用价值^[17,18],复合酶解后的核桃多肽羟基自由基清除率达到84.07%,DPPH自由基清除率达到92.63%^[19,20]。为了丰富蛋白营养类型以及改善饮料的口感,可以将多种植物蛋白混合制备复合饮料,如黑豆与核桃复合植物蛋白饮料^[21]。银杏的种仁含有丰富的营养成分和特异的化学物质,其多肽具有强清除自由基功能,在一定程度上可以延缓衰老。近几年对银杏蛋白复合料

的研制也日渐成熟^[22,23]。

2.2 动物类蛋白

牛乳是众所周知的健康食品,乳清蛋白是存在于牛乳乳清中的一类营养价值高的蛋白质,含有丰富的必需氨基酸且种类齐全、比例适中^[24]。乳清蛋白中含有各种营养蛋白,由于其在酸性条件下不凝结的特性加上具有高浓度的肌肉组织生长和修复的支链氨基酸—亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸,其利用效率相对于游离氨基酸更高^[25-27]。蛋白棒主要以优质的乳清蛋白为原料,通过与膳食纤维、益生菌按比例进行配置的固态高蛋白产品^[28,29]。蚕蛹含有丰富的蛋白质,其中干蛹中蛋白含量能达到一半左右,其分子量为7.5~37.5万^[30]。一般通过复合酶解的方式将大分子蚕蛹蛋白酶解成易吸收的多肽^[31],其含有一半以上的人体必需氨基酸,还富含核黄素及微量元素等多种营养素,除了补充机体营养外还具有促进生长发育、抗疲劳等多种功能^[32,33]。昆虫蛋白的必需氨基酸含量非常高且容易消化吸收,具有调节免疫等多种活性功能,因此可以将蝉蛋白、蚕蛹蛋白、蚂蚁蛋白等多种昆虫蛋白混合制备蛋白功能性饮料^[34]。

不同的蛋白营养食品对运动员的功效见表1。

3 蛋白营养食品对运动员的功效

蛋白营养食品对运动员具有多方面的功效,具体体现在以下几个方面。

3.1 增肌效果

由于蛋白质是生命之源,是肌肉的基本的组成物质,蛋白营养食品具有较好的增肌效果。尤莉蓉^[16]经实验研究发现,20名健身爱好者和20名健美运动员经过半年对大豆肽运动补剂的饮用,肌肉含量都有效提高且可以降低食用者的体脂。刘娜^[40]发现大豆寡肽可以有效增加肌肉的质量,会加大肌肉的力量。孙慧霞^[34]通过对20位一级运动员进

表1 不同蛋白营养食品对运动员的功效
Table 1 Effects of different protein nutritional foods on athletes

种类	制作方法	功效	类型	来源
大豆肽 ^[16]	复合酶解	促肌肉增长	固体饮料运动补剂	大豆分离蛋白
核桃 ^[19,35]	复合酶解	清除自由基,抗疲劳	液体饮料	核桃蛋白
乳清蛋白	工业提取	降压 ^[36] ,增强有氧耐力 ^[37] ,增肌 ^[38]	液体饮料或固态粉末	生牛乳
乳清蛋白复合类	工业提取配制	缓解疲劳	液体饮料	生牛乳+小麦胚
蚕蛹蛋白 ^[33]	复合酶解	缓解疲劳	液体饮料	蚕蛹
蛋白棒 ^[28]	工业提取配制	缓解疲劳	固体	乳清蛋白、大豆等
昆虫蛋白 ^[34]	工业提取配制	提高免疫力,增肌	液体饮料	蝉、蚕蛹、蚂蚁
牦牛蛋白 ^[39]	复合酶解	提高肌肉力量	固态粉末	牦牛

行 3 个月的跟踪研究, 昆虫蛋白功能性饮料对肌肉的状态处于正调节。经研究发现耗牛蛋白粉可以显著提高运动员的肌肉含量且提高运动员腿部肌肉力量^[39]。营养补充剂类蛋白都具有易吸收, 促进肌纤维合成的功能, 从而达到增肌、修复肌肉微损伤的效果^[41]。

3.2 缓解运动性疲劳

蛋白营养食品一般具有清除自由基、降低血清尿素氮的功能, 从而缓解运动性疲劳。董亚会^[28]经对 40 名北京体育大学游泳专业年龄在 22~23 岁之间学生进行为期 3 个月服用由乳清蛋白为原料研制的蛋白棒发现, 蛋白棒对经受长时间训练的运动员具有缓解疲劳的功效。经研究发现乳清蛋白可以为谷胱甘肽(GSH)的合成提供原料, 而 GSH 具有清除自由基的功能, 所以乳清蛋白可以缓解运动员的疲劳^[42]。徐家玉等^[43]通过以代谢产物血乳酸、血清尿素氮及肝糖原为指标, 对服用蚕蛹蛋白的运动员进行检测发现, 蚕蛹蛋白加快剧烈运动后血乳酸清除并增加机体糖原储备, 从而缓解疲劳, 因为蚕蛋白中富含游离氨基酸和生物活性肽。人体运动性疲劳与人体血液中支链氨基酸含量相关, 支链氨基酸的存在可以减少自由基的产生, 减弱中枢疲劳神经的灵敏度, 从而达到缓解疲劳的效果^[44]。

3.3 提升免疫功能

蛋白食品能为人体提供丰富的免疫球蛋白, 从而达到增强运动员免疫力的功能。王一民等^[45]对 26 名运动员进行 3 个月的调查研究发现, 服用乳清蛋白可以显著提高人体免疫球蛋白的含量, 从而加强身体的免疫力。因为乳清蛋白含有乳铁蛋白、免疫球蛋白、组织生长因子等, 这些大分子具有一定的免疫调节功能^[46,47]。乳清蛋白可以为运动员提供充足的半胱氨酸, 增加单核细胞的数量, 提高机体免疫功能^[48]。郭健等^[49]经研究发现, 绿豆多肽可以通过提高淋巴细胞增值力、生成抗体能力从而提高小鼠的免疫力。人与小鼠的亲缘很近, 绿豆多肽对人体的功效有待进一步研究。

4 小 结

由于蛋白分子量较大, 不容易在短的时间内被人体消化而被吸收利用, 经研究发现大分子蛋白经酶解后产生的活性多肽功能性更强, 具有抗运动性疲劳、增强免疫力的功能。如研究发现海藻多肽可以提高运动员体内的皮质醇及免疫因子的含量从而提高运动员的耐力^[50], 香蕉多肽具有修复运动员骨骼肌、抗氧化、消除疲劳的作用^[51], 花生多肽可以通过清除体内 SOD 含量而缓解疲劳^[52]。基于吸收效率高、功能效果强的特性, 蛋白的分解产物多肽以及支链氨基酸将是蛋白营养食品研究的热点。

运动员长期处于高强度的运动备赛及竞赛状态, 机

体长期面临着水分、电解质、蛋白等营养物质的流失, 需要从多方面对机体进行营养补充。目前市场上的功能性饮料就是将水、无机离子、维生素、氨基酸、相关功能活性物质等按照一定的比例和配方配制的运动营养食品。而蛋白质类能够保存水分、电解质、蛋白等营养物质, 从多方面为机体补充营养, 如增肌, 对运动性疲劳进行缓解, 促进免疫功能的提升等, 对运动员来说极为必要和重要, 应用目前已知的营养功效成分, 设计具有特定作用的运动营养食品组合配方, 也是当前研发的热点。

目前国内外运动营养食品发展迅速, 研发从专注于运动员到普及向大众, 从单一营养补充到多种营养均衡补充, 从简单的加工提纯到注重产品质量、安全性及口感。蛋白营养食品可以有效提高运动员肌肉的合成速率、修复肌肉及骨骼肌的微损伤、缓解疲劳、增强免疫力, 是运动营养食品研发的重点和热点。

参考文献

- [1] 徐志海, 孙贺, 马丽娜, 等. 中国营养食品发展现状与趋势[J]. 黑龙江粮食, 2014, 14(1): 21-23.
Xu ZH, Sun H, Ma LN, *et al.* The Status and trend of China's nutritional food development [J]. Heilongjiang Grain, 2014, 14(1): 21-23.
- [2] 袁蒲, 付鹏钰, 周昇昇, 等. 膳食纤维食品在糖尿病患者中的研究应用[J]. 糖尿病新世界, 2017, 12(15): 197-198.
Yuan P, Fu PY, Zhou YY, *et al.* Research and application of dietary fiber foods in diabetic [J]. Diabetes New World, 2017, 12(15): 197-198.
- [3] 毕云枫, 徐琳琳, 姜珊, 等. 低聚糖在功能性食品中的应用及研究进展[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(1): 5-8.
Bi YF, Xu LL, Jian S, *et al.* Application and research progress of oligosaccharides in functional food [J]. J Cere Oils, 2017, 30(1): 5-8.
- [4] 李昂, 张华江, 迟玉杰, 等. 大豆分离蛋白在食品中的应用与前景[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(12): 202-204.
Li A, Zhang HJ, Chi YJ, *et al.* Application and prospect of soybean protein isolate in food [J]. Food Res Dev, 2016, 37(12): 202-204.
- [5] 储韩信. 茶多酚对体育运动员身体保护作用[J]. 福建茶叶, 2018, 40(3): 36-37.
Chu HX. The protective effect of tea polyphenols on sports athletes [J]. Tea Fujian, 2018, 40(3): 36-37.
- [6] 邵士慧. 食品中氨基酸的作用及测定方法[J]. 时代农机, 2016, 43(4): 92-94.
Shao SH. Function and testing method of amino acid in food [J]. Times Agric Mach, 2016, 43(4): 92-94.
- [7] 程勇杰, 陈小伟, 张沙沙, 等. 柘树植物酵素中氨基酸分析及抗氧化性能研究[J]. 食品工业科技, 2018, 39(6): 1-7.
Chen YJ, Chen XW, Zhang SS, *et al.* Analysis of amino acids and *in vitro* antioxidant activity of *Cudrania tricuspidata* Jiaosu [J]. Sci Technol Food Ind, 2018, 39(6): 1-7.
- [8] 胡芳豪. 乳清蛋白在运动饮料中的应用研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
HU FH. Whey protein in sports drinks reasearch [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2012.

- [9] 马永轩, 张名位, 魏振承, 等. 运动营养食品的现状与趋势[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(14): 205–207.
Ma YX, Zhang MW, Wei ZC, *et al.* Current status and development trends of sports foods [J]. Food Res Dev, 2017, 38(14): 205–207.
- [10] 史冀鹏. 人体肌肉力量测量原理与方法综述[J]. 中国学校体育(高等教育), 2017, 23(2): 82–87.
Shi JP. Review on measuring principle and method of human muscle strength [J]. China School Phys Educ (Higher Educ), 2017, 23(2): 82–87.
- [11] 阚丽娇. 不同豆类营养成分及抗氧化组分研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2017.
Kan LJ. Characterization of nutrients and antioxidant components from legumes [D]. Nanchang: Nanchang University, 2017.
- [12] 耿铭呢. 豆类食品的营养物质及作用[J]. 吉林农业, 2017, 12(8): 106.
Geng MX. Nutritious substances and effects of legumes [J]. Jilin Agric, 2017, 12(8): 106.
- [13] 韩飞, 刘勇. 中国大豆蛋白产业现状及发展方向[J]. 大豆科技, 2013, 10(3): 13–16.
Hang F, Liu Y. Present status and future view of China soybean protein industry [J]. Soybean Sci Technol, 2013, 10(3): 13–16.
- [14] 王升光, 于帅, 孟凡刚, 等. 酶法制备大豆肽的相对分子量分布及降压作用研究[J]. 食品工业科技, 2018, 39(1): 46–51.
Wang SG, Yu S, Meng FG, *et al.* Study on relative molecular weight distribution and depressor effect of soybean peptide prepared by enzymatic method [J]. Sci Technol Food Ind, 2018, 39(1): 46–51.
- [15] 刘帅, 聂乾忠, 方媛媛. 双酶法水解发酵豆渣制备大豆多肽的研究[J]. 食品科技, 2016, 11(2): 108–112.
Liu S, Nie QZ, Fang YY. Preparation of soybean peptides by hydrolysis of fermentation soybean residue with double enzyme [J]. Food Sci Technol, 2016, 11(2): 108–112.
- [16] 尤莉蓉. 大豆肽运动补剂的研发及其促肌肉增长作用分析[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(8): 163–165.
You LR. Development of soy peptide sport supplements and its effect on muscle growth [J]. Food Res Dev, 2017, 38(8): 163–165.
- [17] 程晓明, 陈研韬. 核桃多肽饮料的技术研究[J]. 现代食品, 2016, 5(9): 74–75.
Cheng XM, Chen YT. Walnut polypeptide beverage technology research [J]. Mod Food, 2016, 5(9): 74–75.
- [18] Zhu Z, Zhu W, Yi J, *et al.* Effects of sonication on the physicochemical and functional properties of walnut protein isolate [J]. Food Res Int, 2018, 106(20): 853–861.
- [19] 刘威, 闵伟红, 刘春雷, 等. 核桃清蛋白抗氧化肽的制备及其活性研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(17): 40–44.
Liu W, Min WH, Liu CL, *et al.* Preparation and activity of antioxidant peptide from walnut albumin [J]. Food Res Dev, 2017, 38(17): 40–44.
- [20] 王攀, 范娜. 复合酶制备抗氧化活性核桃多肽工艺优化[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(8): 22–24.
Wang P, Fang N. Preparation of antioxidant active walnut peptides by compound enzymes [J]. Anhui Agric Sci Bull, 2018, 24(8): 22–24.
- [21] 张旭光, 刘春芬, 慕金超. 黑豆核桃复合植物蛋白饮料的研究开发[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(6): 75–78.
Zhang XG, Liu CF, Mu JC. Development of black bean and walnut compound protein beverage [J]. Food Res Dev, 2017, 38(6): 75–78.
- [22] 张晓娟, 胡选萍, 赵辉. 银杏蛋白提取纯化及其功能应用研究进展[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(11): 192–194.
Zhang XJ, Hu XP, Zhao H. Research progress on extraction, purification, function and application of ginkgo biloba proteins [J]. Food Res Dev, 2016, 37(11): 192–194.
- [23] 秦志平, 杨晓光, 付文欣. 一种银杏复合蛋白饮料的研制[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(2): 111–113.
Qin ZP, Yang XG, Fu WX. Development of ginkgo compound protein beverage [J]. J Anhui Agric Sci, 2017, 45(2): 111–113.
- [24] 李飞, 刘红娟, 王龙. 乳清蛋白功能活性的研究[J]. 中国酿造, 2015, 34(7): 20–23.
Li F, Liu HJ, Wang L. Research of the functional activity of whey protein [J]. China Brew, 2015, 34(7): 20–23.
- [25] 孙炜, 赵效国. 乳清蛋白在运动营养中的功能特性和作用[J]. 氨基酸和生物资源, 2012, 34(2): 69–71.
Sun Y, Zhao XG. Functions and characteristics of whey protein in sports nutrition [J]. Amino Acid Biotic Resour, 2012, 34(2): 69–71.
- [26] 胡芳豪. 乳清蛋白在运动饮料中的应用研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
HU FH. Whey protein in sports drinks research [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2012.
- [27] 陈楚明, 王燕儿, 郭大捷. 乳清蛋白复合运动饮料的研制[J]. 轻工科技, 2014, 14(10): 1–2.
Chen CM, Wang YE, Guo DJ. Development of whey protein complex sports drink [J]. Light Ind Sci Technol, 2014, 14(10): 1–2.
- [28] 董亚会. 蛋白棒抗运动性疲劳的功效研究及市场前景分析[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(17): 161–164.
Dong YH. Research on the anti-exercise fatigue effect of protein bar and market outlook analysis [J]. Food Res Dev, 2016, 37(17): 161–164.
- [29] 石彦国, 赵嘉盈, 胡春林. 运动食品——蛋白棒的研制[J]. 食品与机械, 2006, 22(6): 127–129.
Shi YG, Zhao JY, Hu CL. Preparation of sports protein bar [J]. Food Mach, 2006, 22(6): 127–129.
- [30] 胡滨, 陈一资, 胡惠民. 食用蚕蛹蛋白的开发研究[J]. 食品科技, 2007, 32(8): 184–187.
Hu B, Chen YZ, Hu HM. Study on hydrolysis of *Silkworm pupa* in the use of food [J]. Food Sci Technol, 2007, 32(8): 184–187.
- [31] 于小磊, 耿丽晶, 郭雪松, 等. 双酶水解蚕蛹蛋白制备氨基酸饮料的研究[J]. 中国农学通报, 2013, 11(27): 195–199.
Yu XL, Geng LJ, Guo XS, *et al.* Double enzyme hydrolysis silkworm chrysalis protein preparation amino acid drink research [J]. Chin Agric Sci Bull, 2013, 11(27): 195–199.
- [32] 温红珊, 昌友权, 曹柏营. 蚕蛹蛋白多肽抗疲劳作用的实验研究[J]. 食品科学, 2009, 30(19): 291–293.
Weng HS, Chang YQ, Cao BY. Anti-fatigue function of silkworm pupa protein polypeptides [J]. Food Sci, 2009, 30(19): 291–293.
- [33] 徐家玉, 吕晓华. 蚕蛹蛋白缓解运动性疲劳的实验研究[J]. 现代预防医学, 2008, 35(12): 2309–2311.
Xu JY, Lv XH. Experimental study on reducing exercise fatigue of silkworm pupa protein [J]. Mod Prev Med, 2008, 35(12): 2309–2311.
- [34] 孙慧霞. 昆虫蛋白饮品改善运动员竞技状态的研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(24): 159–162.
Sun HX. Research in the Improve of Insect protein drink on athletes competitive state [J]. Food Res Dev, 2016, 37(24): 159–162.

- [35] 安传相, 裴璞花, 马立志, 等. 核桃多肽的制备工艺优化及抗氧化活性研究[J]. 食品工业, 2018, 16(5): 101-106.
An CX, Pei PH, Ma LZ, *et al.* Optimization of preparation technology and antioxidant activity of walnut polypeptide [J]. Food Ind, 2018, 16(5): 101-106.
- [36] 周玲美. 乳清蛋白、运动以及联合干预的降压效应研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2017.
Zhou LM. Hypotensive effect of whey protein, exercise and joint intervention [D]. Shuzhou: Soochow University, 2017.
- [37] 任秀红, 杨多多, 周宁. 补服乳清蛋白对人体有氧耐力的影响[J]. 辽宁体育科技, 2012, 34(4): 35-36.
Ren XH, Yang DD, Zhou N. Effects of whey protein supplementation on aerobic endurance of human body [J]. Liaoning Sports Sci Technol, 2012, 34(4): 35-36.
- [38] 安宁, 刘晓松, 孙茹, 等. 乳清蛋白对增肌运动效果的影响[J]. 体育世界(学术版), 2010, 10(5): 38-40.
An N, Liu XS, Sun R, *et al.* Effects of whey protein on the effect of muscle increasing exercise [J]. Sports World (Acad Ed), 2010, 10(5): 38-40.
- [39] 许小刚, 李林林. 牦牛蛋白粉对运动员训练效果及免疫功能影响[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(8): 166-169.
Xu XG, Li LL. Effects of yak protein powder on athletes' training effect and immune function [J]. Food Res Dev, 2017, 38(8): 166-169.
- [40] 刘娜. 大豆寡肽对提高越野滑雪运动员运动能力的研究[J]. 科技展望, 2015, 25(26): 251.
Liu N. Soybean oligopeptide on improving the athletic ability of cross-country skiers [J]. Sci Technol, 2015, 25(26): 251.
- [41] Baty JJ, Hwang H, Ding Z, *et al.* The effect of a carbohydrate and protein supplement on resistance exercise performance, hormonal response, and muscle damage [J]. J Strength Cond Res, 2007, 21(2): 321-329.
- [42] 常翠青. 乳清蛋白在运动营养方面的作用[J]. 中国食物与营养, 2008, 4(12): 50-52.
Chang CQ. The role of whey protein in sports nutrition [J]. Food Nutr China, 2008, 4(12): 50-52.
- [43] 徐家玉, 吕晓华. 蚕蛹蛋白缓解运动性疲劳的实验研究[J]. 现代预防医学, 2008, 10(12): 2309-2311.
Xu JY, Lv XH. Experimental study on reducing exercise fatigue of silkworm pupa protein [J]. Mod Prev Med, 2008, 10(12): 2309-2311.
- [44] 王文军. 运动营养食品的现状和未来发展探讨[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(6): 1411-1415.
Wang WJ. Discussion on the present situation and future development of sports nutrition food [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(6): 1411-1415.
- [45] 王一民, 周勇, 熊勃. 补充乳清蛋白对少年武术运动员免疫机能的影响观察[J]. 辽宁体育科技, 2009, 31(4): 23-24.
Wang YM, Zhou Y, Xion B. A study on the impact of supplementary whey protein upon the immune function of teenager Wushu players [J]. Liaoning Sport Sci Technol, 2009, 31(4): 23-24.
- [46] 孙炜, 赵效国. 乳清蛋白在运动营养中的功能特性和作用[J]. 氨基酸和生物资源, 2012, 32(2): 69-71.
Sun Y, Zhao XG. Functions and characteristics of whey protein in sports nutrition [J]. Amino Acids Biotic Resour, 2012, 32(2): 69-71.
- [47] 许瑞. 乳清蛋白在运动营养中作用[J]. 粮食与油脂, 2008, 11(6): 44-46.
Xu R. Effects of whey protein in athletic nutrition [J]. J Cere Oils, 2008, 11(6): 44-46.
- [48] Hulmi JJ, Myllymäki T, Tenhümäki M, *et al.* Effects of resistance exercise and protein ingestion on blood leukocytes and platelets in young and older men [J]. Eur J Appl Phys, 2010, 109(2): 343-353.
- [49] 郭健, 李延平. 绿豆蛋白多肽对小鼠缺氧耐受力 and 免疫力提高的研究[J]. 食品与生物技术学报, 2010, 29(5): 715-720.
Guo J, Li YP. Study of MBPP on anoxia endurance and enhancing immunity [J]. J Food Sci Biotechnol, 2010, 29(5): 715-720.
- [50] 赵志梅. 海藻多肽对运动员运动耐力的影响[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(21): 169-172.
Zhao ZM. Effects of seaweed polypeptide on endurance level of athlete [J]. Food Res Dev, 2016, 37(21): 169-172.
- [51] 李涛, 雷雨, 陈雪勤. 香蕉汁大豆多肽运动饮料的研制[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(7): 92-96.
Li T, Lei Y, Chen XQ. Development of banana juice soybean peptides sports drinks [J]. Food Res Dev, 2016, 37(7): 92-96.
- [52] 魏振承, 张瑞芬, 邓媛元, 等. 花生多肽饮品抗氧化和缓解体力疲劳作用[J]. 食品工业科技, 2015, 36(4): 357-361.
Wei ZC, Zhang RF, Deng YY, *et al.* Anti-oxidation and anti-fatigue effects of a peanut peptide beverage [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 36(4): 357-361.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介

卓长清, 主要研究方向为高校体育管理。
E-mail: zhouxushu406175@126.com