

运动食品能量棒的研究进展

刘文斌*, 王 炎

(陕西警官职业学院, 警体部警务战术教研室, 陕西 710021)

摘 要: 运动食品能量棒含有优质合理的碳水化合物、蛋白质、维生素、矿物质等营养成分, 具有营养全面、便携和食用方便等优势, 能够快速为人体补充能量, 同时帮助运动员缓解运动性疲劳、缓解肌肉酸痛、提高运动耐力。随着目前国民运动理念的不断提高, 对运动食品的需求也日益增加, 运动食品能量棒的开发和研究具有广阔的市场前景。本文从运动食品能量棒的配方及分类、功能特性、发展现状 4 个方面对运动食品能量棒的研究进展进行综述, 为其开发与利用提供有益的借鉴。

关键词: 运动食品; 能量棒; 配方; 功能特性

Research progress of sports food energy bars

LIU Wen-Bin*, WANG Yan

(Police Department of Police Affairs and Tactics, Shaanxi Police Vocational College, Shanxi 710021, China)

ABSTRACT: Sports food energy bar contains reasonable and high quality carbohydrates, protein, vitamins, mineral elements and other nutrients, which has the advantages of comprehensive nutrition, , portability and convenient consumption. It can quickly replenish energy for the human body, and at the same time help athletes to alleviate sports fatigue, relieve muscle soreness and improve exercise endurance. With the continuous improvement of national sports awareness and the increasing demand for sports food, the development and research of sports food energy bars have broad market prospects. This paper summarized the research progress of sports food energy bar from four aspects, including formula, classification, functional characteristics and development status, so as to provide useful reference for its development and utilization.

KEY WORDS: sports food; energy bars; formula; functional characteristics

1 引 言

目前, 我国虽然经济发展迅速, 人们生活水平不断地提高, 但由于生活节奏快、压力大, 加之饮食结构的改变, 处于亚健康状态的人群逐渐增多, 特别在高级知识分子、企业管理者中发病率高达 85%以上, 是需要高度关注的健康问题^[1]。与此同时, 患有高血压、高血脂等心血管疾病、癌症、糖尿病、慢性呼吸系统等疾病患者也逐年递

增, 并向低龄化发展, 严重危害人类健康^[2]。因此, 健康问题日益成为人们关注的焦点, 越来越多的人有意识地改变生活习惯, 特别是运动及健身已成为当下流行趋势。在此背景下, 人们对运动营养食品的需求和要求也日益提高。

能量棒是一种棒状的运动营养食品, 可用于专业运动员、军队、野外生存、自然灾害等短期食品供给的需求, 在体育、军事、旅游、航海等领域应用广泛^[3]。运动食品

基金项目: 陕西警官职业学院 2018 年度立项教育教学改革研究项目(YJG1803)

Fund: Supported by Research Project of 2018 Annual Education and Teaching Reform of Shaanxi Police Officer Vocational College (YJG1803)

*通讯作者: 刘文斌, 博士, 副教授, 主要研究方向为人文社科、法律治理学研究。E-mail: d58150@163.com

*Corresponding author: LIU Wen-Bin, Ph.D, Associate Professor, Police Department of Police Affairs and Tactics, Shaanxi Police Vocational College, Shanxi 710021, China. E-mail: d58150@163.com

能量棒能够为机体迅速补充能量、优质的蛋白质、汗液中损失的维生素和电解质等营养成分,同时提高运动者的运动耐力,缓解和消除运动疲劳,满足运动员、健身爱好者、户外爱好者等人群的能量需求^[4-6]。因此,运动食品能量棒是深受消费者喜爱的运动营养食品之一,具有广阔的发展前景。本文主要介绍运动食品能量棒的配方及分类,并对能量棒的功能特性、发展现状,及其含有的碳水化合物、蛋白质等主要成分进行总结,为运动食品能量棒的进一步发展提供参考。

2 运动食品能量棒的配方及分类

2.1 运动食品能量棒的配方

运动食品能量棒作为一种快速补充人体能量的产品,不仅要满足运动者对充足的热量、优质的碳水化合物和蛋白质、全面的维生素和矿物质等的需求,还要具备缓解机体疲劳、肌肉酸痛、提高运动耐力等作用,因其配方大多是以谷物、坚果、植物为原料,辅以油脂、蛋白粉、维生素、矿物质、膳食纤维、营养因子、功能因子等,采用糖浆、麦芽糊精、食用胶等作为黏合剂制备而得。

2.2 按主要原料分类

根据配方的主要原料不同,将其分为谷物、坚果、植物 3 大类。

2.2.1 谷物类能量棒

谷物含有丰富的蛋白质和碳水化合物,满足能量棒提供高热量的需求,同时富含维生素和微量元素,是生产运动食品能量棒的首选原料^[7]。谷物能量棒发展较早,曾一度是欧美国家普遍的早餐食品,现已逐步发展成深受消费者喜爱的休闲食品或代餐食品。张薇等^[8]以小麦胚芽为主要原料,辅以大豆蛋白和低聚果糖,通过响应面优化,确定了小麦胚芽能量棒的最佳配方是 90.00%小麦胚芽、18.44%大豆蛋白、4.00%低聚果糖,在此条件下可得到营养丰富的新型健康代餐能量棒。于新等^[9]发明了一种全营养谷物能量棒,其配方为谷物粉 20%~40%、蛋白质粉 10%~30%、粉葛 5%~10%、胡萝卜粉 3.0%~10%、桂花粉 1.0%~4.0%、黑芝麻 1.0%~3.0%、坚果或干果 2.0%~10%、粘合剂 25%~35%,得到的能量棒营养价值高、食用方便、功效更好。

2.2.2 坚果类能量棒

能量棒以坚果为原料,添加核桃、花生、巴坦木、腰果、榛子等坚果,不但可以改善其口感,增加风味,还可提高营养价值。赵敏等^[10]研究了一种核桃花生能量棒及其制备方法,该能量棒由核桃仁、花生仁为原料,将其与果糖、蔗糖、低聚糖、海藻糖、 ω -3 不饱和脂肪酸、 ω -6 不饱和脂肪酸、椰子油、大豆磷脂、蛋白粉、复合维生素和矿物质等混合制备而成,此配方优化了能量棒的口感。

2.2.3 植物类能量棒

植物中富含多种营养物质和活性成分,相关研究表明,许多植物活性物质如人参皂苷^[11]、大枣多糖^[12]、葡萄籽原花青素^[13]、茶多酚^[14]、鱼腥草黄酮^[15]等都具有抗运动性疲劳的作用,可广泛应用到运动食品能量棒中。孙梦雅等^[16]以具有增强心肌血流量、降低血乳酸含量、提高免疫力等功效的北虫草与含有天然抗氧化剂茶多酚的绿茶为原材料,通过正交试验研究营养与能量结合的虫草绿茶能量棒的最佳配方,结果表明以低筋面粉使用量为参照,低聚果糖 30%、抹茶粉 8%、北虫草粉 4%、黄油 50%、牛奶 40%时感官品质最优。刘政等^[17]以南瓜籽为干果原料,单糖、二糖、低聚糖为糖源,制作得到的南瓜籽能量棒最佳配方为:在每条能量棒中南瓜籽添加量固定为 25 g,以南瓜为参照,糖液 120%、乳清蛋白 4%、燕麦片 100%、葡萄干 40%、食盐 0.2%;在此配方下的能量棒是一种很好的快速补充能量的产品。

2.2.4 其他类

许可友等^[18]研制出一款海带能量棒,其组成有大豆粉、橄榄油或花生油、海带粉、葡萄糖或低聚果糖、鸡蛋,得到的产品不仅具有海带味道的鲜美,且营养丰富。郭本恒^[19]发明了一种干酪能量棒,以干酪为主要原料,加入乳清蛋白粉、膳食纤维、维生素、大豆磷脂、橄榄油、氯化钠等,得到口感柔软、营养丰富、能够充分调动体内能源物质储备,持续均衡地为机体提供能量的能量棒。

3 运动食品能量棒的成分及生理作用

3.1 碳水化合物

碳水化合物(carbohydrate, CHO)是运动食品能量棒中最重要的供能成分,它为维持有氧运动的稳定状态提供充足的能量,如果在高强度运动中,体内 CHO 不足会诱发肌肉疲劳和降低运动能力,因此,通常建议运动者在运动前和运动中补充 CHO 以维持运动所需的能量^[20]。根据食物中 CHO 对血糖浓度的影响不同,可分为低、中、高血糖生成指数(glycemic index, GI)的 CHO。相关研究表明,运动前摄入含有低 GI 的 CHO 能量棒能够降低葡萄糖的消化,使其缓慢流入血液为机体持续供能,同时降低胰岛素释放,促进脂肪氧化,降低厌氧糖原分解并保留肌肉糖原在最初的运动阶段,减少乳酸的生成,具有更好的提高运动耐力,增强机体恢复效果,且可能利于运动员长期的营养健康^[21,22]。但也有研究表明,运动后也应立即补充高 GI 的 CHO,利于提高糖原重新合成的速度^[23]。目前,虽然 CHO 对运动锻炼的重要性已得到认可,但对运动营养食品中不同类型 CHO 对运动员的影响和应用还需进一步的研究和探讨。

3.2 蛋白质

蛋白质作为人体生命活动的主要承担者,参与运动

引起的损伤性肌肉的修复和肌肉的生成及代谢,同时还参与向机体提供能量,在运动后迅速补充蛋白质,有助于提高免疫力、修复受伤的肌肉和组织、缓解肌肉酸痛等症状^[24]。乳清蛋白是补充蛋白质运动食品的主要原料之一,它是牛奶乳清中可溶性蛋白的总称,相关研究表明,乳清蛋白具有易被人体消化吸收,并能快速输送到组织内部的特点^[25,26]。赵静等^[27]以优质的乳清蛋白、膳食纤维及益生菌为主要成分研制了一种蛋白棒,通过对 40 名体育学院游泳专业大学生进行实验,研究表明这种蛋白棒具有缓解运动性疲劳的作用。

谷氨酰胺是人体含量最高的氨基酸,它主要是肌糖原、血糖和三羧酸循环的中间产物,当机体在高强度、长时间运动的情况下,谷氨酰胺作为组织间氨转运和氨基酸中间代谢的重要载体发挥作用,具有提高运动能力、促进运动疲劳恢复、减少运动引起的氧化应激损伤和炎症反应的重要作用^[28]。

生物活性肽是蛋白质水解的中间产物,是目前研究的热点,由于它不仅能够提供人体必需氨基酸,且比蛋白质或氨基酸更容易被人体吸收,还能够延缓和消除疲劳物质的积累,提高运动耐力,利于运动后身体的迅速恢复和增强体力,同时减少骨骼肌蛋白质的负平衡^[29]。目前,报道的抗疲劳肽的来源有鹿茸、牛乳、枸杞、刺五加、金针菇、灵芝、丹参、小麦、大豆、鲑鱼、扇贝、螺旋藻等^[30]。董煜^[31]对来源于小麦蛋白的小麦肽进行研究,以这种功能性多肽为主要原料研制出一种运动食品能量胶,并通过小鼠动物模型和志愿者运动实验,证明了小麦肽能量具有有效预防和缓解运动性疲劳的作用。

3.3 其他营养成分

脂肪是机体能量的重要储存形式,是机体运动(尤其是有氧耐力运动)时的主要能源物质,其供能的重要性随运动强度的增大而降低,随运动时间的延长而增高,因此,提高脂肪的动员和利用能力,能有效改善运动员的运动能力,特别对运动员耐力水平的提高有重要作用^[32]。

维生素和矿物质都是人体内不可缺少的一类物质,并且人体自身不能合成,必须从食物中获取的。研究表明,维生素 C、E 具有很好的抗氧化性,能够有效清除运动中产生的自由基,降低机体的氧化应激,减轻骨骼肌细胞的损伤,同时运动会增加氧气、能量消耗,维生素 C、E 可调节机体的能量代谢,具有缓解运动性疲劳、提高运动耐力、预防运动损伤等重要作用^[33,34];维生素 A 主要利于延缓运动员运动时的用眼疲劳^[35];维生素 B 主要预防运动性贫血^[36]。马艳等^[37]总结出人体中缺少微量元素时,会出现营养不良甚至相关疾病,但摄入过多则会出现毒性作用。因此,运动营养食品能量棒中应添加适量的微量元素及维生素。

4 运动食品能量棒的功能特性及发展现状

4.1 运动食品能量棒的主要功能特性

运动食品能量棒的主要作用除了为机体快速提供能量,还应具有抗疲劳、缓解肌肉酸痛、提高耐力的功效。运动性疲劳是指运动引起身体的运动能力下降,不能维持预定的运动强度的现象,并随着运动强度的不断增大而增加,其发生机制十分复杂,主要有代谢失调学说、自由基损伤学说、内环境稳态失调学说等^[38,39]。剧烈运动时人体各组织中会产生过多的自由基与活性氧,大多数研究认为,这些过量的自由基与活性氧会损伤脂质、蛋白质、DNA 等细胞大分子,引起脂质的过氧化,损伤生物膜,从而使正常的细胞功能恶化,同时会导致细胞能量合成发生障碍,出现组织损伤、肌肉收缩能力下降等现象从而产生疲劳^[40,41]。抗运动性疲劳包括延缓运动性疲劳的产生和促进运动性疲劳的恢复,是运动医学和医学研究的热点之一。运动食品能量棒中因富含优质的蛋白质和植物活性成分,具有一定的抗运动性疲劳的作用。

孙洁平^[42]以黑木耳为主要原料,将其与能量因子(松仁)及功能因子(刺五加浸膏粉、西洋参)进行复配,研究出最佳配方为黑木耳松仁粉 35.37%、西洋参 14.44%、刺五加浸膏粉 2.17%、乳糖 15.38%、糖粉 15.38%、奶粉 14.15%、淀粉浆 31.26%的黑木耳复合能量棒,并通过动物试验证明,该能量棒可增加游泳后的小鼠体内肌糖元和肝糖元含量,提高机体恢复速度,具有抗疲劳作用。刘章^[43]制备出了一种能够缓解运动疲劳的能量棒,其成分含有谷物粉、坚果颗粒、生姜提取物、氨基多糖、鱼胶原蛋白肽等,具有缓解剧烈运动后产生的肌肉酸痛、修复关节劳损、恢复体力、提高免疫力的作用。目前,已发现多种物质具有抗运动性疲劳的作用,如中药类、植物类、菌类、发酵类、海产品等,可以充分利用它们的功能性开发研制出更多口味的运动食品能量棒。

4.2 国内外发展现状

国外的运动营养食品发展时间较早,其中部分运动营养食品品牌已经取得了巨大的成功,占据着较大的市场份额,销售量惊人,种类繁多,其中以运动型饮料、能量棒、补充剂等为主要类型^[44]。运动食品能量棒也最早在国外出现,是由一名加拿大的运动员与他的营养学家的妻子在家里共同研制出来的,他们为了解决这名运动员在奥林匹克马拉松赛的后程出现力竭而影响运动成绩的问题,研制出这种能够易于吸收、提供长时间的能量的食品^[45]。目前,运动食品能量棒已逐渐发展成了一个被欧美专业运动员和广大运动人群普遍接受的食品形式。全球中美国的销量为全球之冠,德国、法国、英国和日本也是能量食品的销售大国^[46]。

国内由于运动营养食品发展相对较晚,运动食品能量棒作为一种新型食品,发展不够全面,还处于起步阶段。随着中国经济的飞速发展,市场和消费者需求的增加,运动营养食品产量和种类不断提高,对运动食品能量棒的消费群体也迅速增加。但现在国内能量棒产品不多,大部分依靠进口国外品牌^[47]。国外产品价格较高,口感不能满足中国消费者的需求。而国内生产的能量棒种类单一,功能较差,还需要不断地提高产品的种类和功能,开发适合我国运动人群的产品。

5 小 结

运动食品能量棒的配方以谷物、坚果、植物为原料,辅以脂肪、维生素、矿物质、糖类营养成分和功能因子,可按主要原料分为谷物类能量棒、坚果类能量棒、植物类能量棒。运动食品能量棒能够为机体快速补充能量及营养成分,具有缓解运动疲劳,提高运动能力等作用。

在未来,随着国民运动意识的提高,运动营养食品将逐渐实现大众化,运动食品能量棒将具有很大的市场和发展空间。但需尽快解决能量棒种类单一,功能欠佳等问题。可将菌类、海产品、发酵产品等广泛应用到能量棒,研制出种类、口味、功能多样的产品。结合我国独特的中药技术,在配方中加入中药材,有效提高能量棒的功能性,开发适合我国人群的能量棒以弥补市场所需。同时还可根据运动强度和性质的不同,开发出有针对性的产品。

参考文献

- [1] 张磊,于杰,刘迎迎,等.亚健康状态的评价模型构建研究[J/OL]. [2019-05-28]. 辽宁中医杂志, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/Detail.aspx?dbname=CAPJLAST&filename=LNZY20190527010&v=> Zhang L, Yu J, Liu YY, *et al.* Study on the construction of sub-health status evaluation model [J/OL]. [2019-05-28]. Liaoning J Trad Chin Med, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/Detail.aspx?dbname=CAPJLAST&filename=LNZY20190527010&v=>
- [2] 丁晶晶,刘吴瑕,徐仲卿.慢性病管理现状[J].中国临床保健杂志, 2019, 22(4): 439-442. Ding JJ, Liu WX, Xu ZQ. Current status of chronic disease management [J]. Chin J Clin Health, 2019, 22(4): 439-442.
- [3] 王婵,董新娜,李博.能量棒以颜色为劣变指标的货架期预测模型的建立[J].食品科技, 2013, 38(12): 54-59. Wang C, Dong XN, Li B. Establishment of shelf-life prediction model for power bar with color as the deterioration index [J]. Food Sci Technol, 2013, 38(12): 54-59.
- [4] 马月,董新娜,李博.能量棒贮藏过程中美拉德反应对油脂氧化的影响[J].食品与发酵工业, 2015, 41(2): 79-84. Ma Y, Dong XN, Li B. Effect of maillard reaction on lipid oxidation in the energy bar during the storage [J]. Food Ferment Ind, 2015, 41(2): 79-84.
- [5] 沈豪,陈可为.能量棒的研究进展[J].现代食品, 2018, (16): 39-45, 48. Shen H, Chen KW. Research process of energy bars [J]. Mod Food, 2018, (16): 39-45, 48.
- [6] Peeling P, Castell LM, Derave W, *et al.* Sports Foods and dietary supplements for optimal function and performance enhancement in track and field athletes [J]. Int J Sport Nutr Exerc Metabol, 2018, 29(2): 198-209.
- [7] 李建玲.谷物在我国运动营养食品中的应用[J].食品安全质量检测学报, 2018, 9(21): 5559-5564. Li JL. Application of cereals in sports nutrition food in China [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(21): 5559-5564.
- [8] 张薇,徐慧玉,赵朋涛.响应面法优化小麦胚芽能量棒配方研究[J].陕西农业科学, 2018, 64(3): 15-18. Zhang W, Xu HY, Zhao PT. Optimization of wheat germ energy bar formula by response surface methodology [J]. Shaanxi J Agric Sci, 2018, 64(3): 15-18.
- [9] 于新,曾天儒,何嘉敏,等.全营养谷物能量棒及其制备方法:中国, 109566998A[P]. 2019-04-05. Yu X, Zeng TR, He JM, *et al.* Whole nutrient grain energy bar and preparation method thereof: CN, 109566998A [P]. 2019-04-05.
- [10] 赵敏,赵志峰,秦凤娇,等.一种核桃花生能量棒及其制备方法:中国, 107080030A[P]. 2017-08-22. Zhao M, Zhao ZF, Qin FJ, *et al.* Walnut peanut energy bar and preparation method thereof: CN, 107080030A [P]. 2017-08-22.
- [11] 刘娜,刘鲲,刘蕊川,等.人参皂苷对小鼠抗疲劳作用研究[J].光明中医, 2015, (9): 1867-1869. Liu N, Liu K, Liu BC, *et al.* Study on antifatigue effect of ginsenoside on mice [J]. Guangming J Chin Med, 2015, (9): 1867-1869.
- [12] 裴森,熊中奎,吕梦宇.大枣多糖的药理作用研究进展[J].中国现代医生, 2018, 56(22): 161-163. Qiu M, Xiong ZK, Lv MY. Pharmacological research progress of jujube polysaccharides [J]. Chin Mod Doctor, 2018, 56(22): 161-163.
- [13] 臧守相.原花青素对小鼠运动性疲劳及抗氧化能力的影响[J].世界复合医学, 2019, 5(3): 25-28. Zang SX. Effects of procyanidins on exercise-induced fatigue and antioxidant capacity in mice [J]. World J Complex Med, 2019, 5(3): 25-28.
- [14] 陈玮,潘卫仓.茶多酚对健美操运动员抗疲劳作用研究[J].福建茶叶, 2018, (11): 30. Chen W, Pan WC. Study on anti - fatigue effect of tea polyphenols on aerobics athletes [J]. Tea Fujian, 2018, (11): 30.
- [15] 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.
- [16] 孙梦雅,白宝丰,王斌.虫草绿茶能量棒的配方研究[J].运动精品, 2019, 38(2): 71-72. Sun MY, Bai BF, Wang B. On the formulation of cordyceps green tea energy bar [J]. Phys Educ Rev, 2019, 38(2): 71-72.
- [17] 刘政,葛佩富,王丽威,等.南瓜籽能量棒的研制[J].应用化工, 2011, 40(9): 1577-1580, 1584. Liu Z, Ge PF, Wang LW, *et al.* Research of pumpkin seed energy bar [J]. Appl Chem Ind, 2011, 40(9): 1577-1580, 1584.
- [18] 许可友,王丽娜,孟迪,等.一种海带能量棒及其制备方法:中国, 106107544A[P]. 2016-11-16. Xu KY, Wang LN, Meng D, *et al.* The invention discloses a kelp energy

- bar and a preparation method thereof: CN, 106107544A [P]. 2016-11-16.
- [19] 郭本恒. 一种干酪能量棒及其制备方法: 中国, 109198034A[P]. 2019-01-15.
- Guo BH. Cheese energy bar and preparation method thereof: CN, 109198034A [P]. 2019-01-15.
- [20] 桂墨环, 孙风华, 王香生, 等. 运动前碳水化合物摄入与底物利用: 血糖指数与果糖含量的短期影响[J]. 中国运动医学杂志, 2016, 35(9): 869–880.
- Gui ZH, Sun FH, Wang XS, *et al.* Pre-exercise carbohydrate intake and substrate utilization: Short-term effects of glycemic index and fructose content [J]. Chin J Sports Med, 2016, 35(9): 869–880.
- [21] Kaviani M, Chilibeck Phil PD, Jochim J, *et al.* The glycemic index of sport nutrition bars affects performance and metabolism during cycling and next-day recovery [J]. J Human Kinet, 2019, 66(1): 69–79.
- [22] Bennett CB, Chilibeck PD, Barss T, *et al.* Metabolism and performance during extended high-intensity intermittent exercise after consumption of low- and high-glycaemic index pre-exercise meals [J]. British J Nutr, 2012, 108(S1): S81–S90.
- [23] Williams C, Rollo I. Carbohydrate nutrition and team sport performance [J]. Sports Med, 2015, 45(1): 13–22.
- [24] 卓长清, 周兵. 蛋白食品对运动员生理功能的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(19): 239–243.
- Zhuo CQ, Zhou B. Influence of protein food on athletes' physiological function [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(19): 239–243.
- [25] 艾华, 常翠青. 运动营养食品中营养成分和功能因子研究进展[J]. 食品科学技术学报, 2017, 35(3): 16–24.
- Ai H, Chang CQ. Research progress on nutritional components and functional factors in sports nutrition food [J]. J Food Sci Technol, 2017, 35(3): 16–24.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] 赵静, 孙卓, 吴丽君. 补充谷氨酰胺对运动机体影响研究进展[J]. 体育科技文献通报, 2019, 27(2): 51–52.
- Zhao J, Sun Z, Wu LJ. Research progress on the effect of glutamine supplementation on exercise body [J]. Bull Sport Sci Technol, 2019, 27(2): 51–52.
- [29] 李荣华. 常用营养补充剂对青少年机体运动能力影响探析[J]. 青少年体育, 2017, (4): 42–43.
- Li RH. Research on the influence of common nutritional supplements on the athletic ability of teenagers [J]. Youth Sport, 2017, (4): 42–43.
- [30] 王培鑫, 陈悦宇, 王睿, 等. 抗疲劳肽的研究进展[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2019, 48(03): 273–284.
- Wang PX, Chen YY, Wang R, *et al.* The research progress of anti-fatigue peptides [J]. J Fujian Agric Forest Univ (Nat Sci Ed), 2019, 48(3): 273–284.
- [31] 董煜. 抗疲劳小麦肽运动能量胶的研发及作用分析[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(5): 148–151.
- Dong Y. Development and function analysis of anti-fatigue wheat peptide energy gel [J]. Food Res Dev, 2017, 38(5): 148–151.
- [32] 吴菊花, 鞠丽丽. 脂肪分解代谢与运动训练[J]. 中国体育教练员, 2015, 23(3): 19–20.
- Wu JH, Ju LL. Fat catabolism and exercise training [J]. China Sports Coaches, 2015, 23(3): 19–20.
- [33] 邱烈峰. 维生素与运动研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(9): 2287–2290.
- Qiu LF. Research progress on vitamins and exercise [J]. Chin J Gerontol, 2016, 36(9): 2287–2290.
- [34] 巫国贵, 于芳, 崔建梅. 维生素 E 对大鼠骨骼肌无氧运动能力及自由基代谢的影响[J]. 运动, 2012, (35): 50–51.
- Wu GG, Yu F, Cui JM. Effects of vitamin e on anaerobic exercise capacity and free radical metabolism in skeletal muscle of rats [J]. Sport, 2012, (35): 50–51.
- [35] 林文弢, 黄燕玲, 李宇星. 维生素 A 与运动能力[J]. 中国体育教练员, 2019, 27(2): 34–35.
- Lin WT, Huang YL, Li YX. Vitamin A and exercise ability [J]. China Sports Coaches, 2019, 27(2): 34–35.
- [36] 林文弢, 陈珍珍, 杨贵明. 维生素 B 与运动能力[J]. 中国体育教练员, 2018, 26(2): 16–17.
- Lin WT, Chen ZZ, Yang GM. Vitamin B and exercise ability [J]. China Sports Coaches, 2018, 26(2): 16–17.
- [37] 马艳, 杨改红, 张雪琴. 微量元素在运动营养食品中的强化水平及风险评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(12): 3734–3736.
- Ma Y, Yang GH, Zhang XQ. Enhancement level and risk assessment of trace elements in sports nutrition food [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(12): 3734–3736.
- [38] 刘瑞. 针灸疗法治疗运动性疲劳的抗氧化应激机制探索[J]. 广州中医药大学学报, 2019, 36(7): 1029–1034.
- Liu R. Anti-oxidative stress mechanism for acupuncture and moxibustion therapy in treating exercise-induced fatigue [J]. J Guangzhou Univ Tradit Chin Med, 2019, 36(7): 1029–1034.
- [39] 林朝霞, 陈园. 运动饮料对体育运动功能的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(8): 2300–2303.
- Lin ZX, Chen Y. Effects of sports drinks on sports function [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(8): 2300–2303.
- [40] 郭瑞. 白藜芦醇抗疲劳作用及其机理研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(24): 181–186.
- Guo R. Study on anti-fatigue effect of resveratrol and its mechanism [J]. Food Res Dev, 2018, 39(24): 181–186.
- [41] Matsuoka R, Kimura M, Uno S, *et al.* Egg white hydrolysate improves fatigue due to short-term swimming load test in mice [J]. Food Sci Nutr, 2018, 6(8): 2314–2320.
- [42] 孙洁平. 黑木耳复合能量棒制备及抗辐射抗疲劳功能研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2016.
- Sun JP. Preparation of auricular composite energy biscuits research on and the function of antifatigue and antiradiation [J]. Haerbin: Harbin Institute of Technology, 2016.
- [43] 刘章. 一种缓解运动疲劳的能量棒及其制备方法: 中国, 109380649A[P]. 2019-02-26.
- Liu Z. The invention discloses an energy bar for relieving exercise fatigue and a preparation method thereof: CN, 109380649A [P]. 2019-02-26.

[44] 黄一迪, 王 珊, 胡奥森. 运动营养食品的现状与未来发展策略[J]. 体育世界(学术版), 2019, (2): 167-169.
Huang YD, Wang S, Hu AS. Current status and future development strategies of sports nutrition food [J]. Sports World, 2019, (2): 167-169.

[45] 黄序, 尹未华, 李奇庚. 食物棒类运动营养食品的研制[J]. 食品研究与开发, 2007, 128(4): 160-162.
Huang X, Yin WH, Li QG. Research technology of sports nutrition food of food bar [J]. Food Res Dev, 2007, 128(4): 160-162.

[46] 于新, 曾天骢, 何嘉敏, 等. 一种绞股蓝提取物与水果复配的营养能量棒及其制备方法: 中国, 109363181A[P]. 2019-02-22.
Yu X, Zeng TR, He JM, *et al.* Nutritional energy bar compounded with Gynostemma pentaphyllum extract and fruit and preparation method thereof: CN, 109363181A [P]. 2019-02-22.

[47] 吴铁, 徐伟雄, 崔燎, 等. 一组以结晶果糖为主要能源原料制备的果糖

能量棒: 中国, 109619592A [P]. 2019-04-16.
Wu T, Xu WX, Cui L, *et al.* A group of fructose energy bars prepared by using crystalline fructose as the main energy source: CN, 109619592A [P]. 2019-04-16.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介

刘文斌, 副教授, 主要研究方向为
人文社科、法律治理学。
E-mail: d58150@163.com