

# 花青素改善机体运动能力的功能性研究综述

张金丰

(山东师范大学, 山东济南 250358)

**摘要:** 花青素是植物中普遍存在的一类水溶性黄酮类化合物。作为纯天然的食用色素, 花青素对于机体的运动能力有很好的改善和促进作用。本文通过文献资料法, 梳理阐述运动与疲劳、运动与肥胖、运动与认知功能的关系及作用机制, 从花青素的抗疲劳、抑制肥胖以及改善认知功能3个方面阐述了花青素对改善机体运动能力的作用, 以期为进一步拓宽花青素在运动能力提高方面的应用提供更多的理论参考和思路。

**关键词:** 花青素; 运动能力; 抗疲劳; 肥胖; 认知

DOI:10.16043/j.cnki.cfs.2023.18.047

## A Review of Functional Studies of Anthocyanins Improving Motor Capacity

ZHANG Jinfeng

(Shandong Normal University, Jinan 250358, China)

**Abstract:** Anthocyanin is a kind of water-soluble flavonoid widely existing in plants. As a pure natural food pigment, it has a good improvement and promotion effect on the body's sports ability. Through the method of literature review, this article summarizes the relationship and mechanism between exercise and fatigue, exercise and obesity, and exercise and cognitive function, and expounds the effects of anthocyanins on improving the body's sports ability from three aspects: anti fatigue, inhibiting obesity, and improving cognitive function, in order to further expand the application of anthocyanins in the improvement of sports ability and to provide more theoretical reference and ideas.

**Keywords:** anthocyanins; sports ability; anti-fatigue; obesity; cognize

花青素是一种广泛存在于植物的果实、叶片、花瓣中的天然色素, 是一种天然的抗氧化剂, 在医学界对神经退行性疾病以及癌症都有一定的功效, 应用领域非常广泛。随着人们生活方式的改变和对运动的需求增加, 营养干预逐渐走进大众的视野。花青素在清除氧自由基、促进疲劳的恢复、抑制肥胖等方面发挥着显著的作用, 对机体的运动能力起到了一定的促进作用。

### 1 花青素的抗疲劳作用

#### 1.1 运动与运动性疲劳

运动性疲劳是在运动过程中, 不能使机能保持在某一特定的水平上, 或者不能维持某一预定的运动强度的生理现象<sup>[1]</sup>。参与运动项目时, 运动强度或时间掌握不当均会产生运动性疲劳。尽管不同种类的运动项目引起的运动性疲劳是不相同的, 但它们

都属于运动后的正常生理现象。运动性疲劳的出现, 伴随着运动员注意力的分散, 运动效率低下, 免疫降低, 不可避免地对运动员日常的训练和比赛产生不利的影响。因此对于运动员来讲, 延缓运动疲劳的出现及促进疲劳的恢复对于运动能力的提高将产生积极的影响。

#### 1.2 花青素对运动性疲劳的消除

①肌肉力量的降低是运动性疲劳的直接反应, 负重实验是常用的测试肌肉力量的方法。通过以运动时间的延长与否作为测试疲劳的指标, JIANG等<sup>[2]</sup>从不同品种的桑葚中提取花青素, 比较了服用花青素的实验组和服用红牛饮料的对照组小鼠负重游泳的时长, 结果显示实验组小鼠的游泳时间明显延长, 抗疲劳能力得到明显提高。但该实验只报道了负重游泳的时间参数, 并未对其他生化指标进行检测和对比, 且未对花青素的剂量进行区分。②生化指标的

作者简介: 张金丰(1997—), 女, 山东泰安人, 硕士在读。研究方向: 体育教育训练学。

测定能更精确地反映运动性疲劳的程度。HU 等<sup>[3]</sup>将花青素分成低、中、高不同剂量组进行小鼠负重游泳实验,与对照组相比,花青素组小鼠游泳时间分别延长 25.84%、58.26% 和 88.81%,从生化指标来看,血乳酸含量、尿素氮含量均下降,而肝糖原含量上升,这些结果证明了花青素具有抗疲劳作用且与剂量相关。以高强度间歇运动为代表的是 PERKINS 等<sup>[4]</sup>的跑步测试,对 13 名受试男性进行随机、交叉、对照实验,服用花青素或安慰剂后 7 d,进行 6×19 s 冲刺和 15 s 短跑的测试,服用花青素组总跑步距离增加 10.6%,短跑距离增加 10.8%。因此,花青素可能会提高以高强度间歇运动为特征的运动表现。

## 2 花青素对肥胖的抑制作用

### 2.1 运动能力与肥胖

随着人们生活和饮食方式的不断改变,久坐不动、营养过剩等问题导致肥胖率逐年上升。有研究表明儿童时期的肥胖与中年时期超重和肥胖存在很大的相关性,更易引发一系列慢性及心血管系统疾病<sup>[5]</sup>。以正常 BMI 值为参照,超重青少年发生运动损伤的概率为正常值青少年的 1.386 倍,平衡性较差的学生发生运动损伤的概率会增加 2.007 倍<sup>[6]</sup>。运动能力的降低会使肥胖的概率增加,肥胖又会对心肺功能等产生不利影响,造成运动损伤的增加,进而导致运动能力的下降,长此以往形成恶性循环,因此运动能力与肥胖是两个互相影响或制约的因素。

### 2.2 花青素对肥胖的抑制效果

王爱超等<sup>[7]</sup>将小鼠分为正常饮食的对照组和服用花青素的实验组,8 周后对其体质量变化进行观察。结果表明,花青素组小鼠体质量下降 6.45%。与此相比,闫家荫等<sup>[8]</sup>、张毅等<sup>[9]</sup>对实验小鼠进行高脂喂养,在此基础上再进行花青素处理对照,并且进行了剂量区分。几周后,高脂喂养组小鼠体质量大幅度升高,花青素组小鼠体质量上升平缓,且在高剂量组有轻微下降趋势。综合这两个实验的研究,花青素对正常体重小鼠有减重效果,对超重小鼠有抑制或防止继续增重的效果。HESTER 等<sup>[10]</sup>在肥胖人群中进行实验,对受试者补充为期 8 周的花青素-益生菌混合物,对其腹痛、腹胀程度及肠道菌群变化进行了分析,结果表明花青素可积极地调节轻中度肥胖人群的肠道生态平衡,为研究花青素对肥胖的抑制效果提供了另一个可能的机制。然而,该实验仅探究了花青素对人体肠道菌群的影响,对肥胖抑制效果

呈现最为直观的体质量、生化指标等未进行测量,当前对此类人体的研究较少或未取得理想的效果,可能需要对分子和基因水平进行更深入的调查。

## 3 花青素对认知的促进作用

### 3.1 认知与运动

认知是人们获得或应用知识的过程,是人最基本的心理过程。认知运动能力是指以肌肉收缩为特征的运动过程中人的认知活动的表现水平,包括运动知觉、运动表象、运动记忆等<sup>[11]</sup>。运动能力与认知功能存在紧密的联系。儿童时期是认知功能发育的黄金时期,有较强的可塑性和敏感性,适当的身体运动不仅有助于儿童体质的增强,对记忆力、反应时、身体灵敏度都有较大的帮助<sup>[12]</sup>。相应的,认知能力的提高对于儿童在学龄期运动技能的习得和提高也会产生有效的促进作用。

### 3.2 花青素对认知的促进作用

早期的研究发现,花青素等多酚类化合物可通过血脑屏障,进入到与学习和记忆有关的脑区。BARROS 等<sup>[13]</sup>对食用花青素的小鼠进行空间学习和记忆测量等测试,实验后对受试小鼠的海马体和大脑皮质的 DNA 进行损伤测定。研究显示,食用花青素提取物的实验组小鼠在抑制性回避任务中明显增强了长期记忆,并达到了抗焦虑的效果。另外,花青素可有效抑制大鼠大脑中由  $Fe^{2+}$  和抗坏血酸引发的脂质过氧化反应,并且表现出强大的自由基清除能力。这表明花青素增强记忆的能力可能与其抗氧化能力有关。年龄的增长伴随运动及认知能力的下降。WILLIAMS 等<sup>[14]</sup>对小鼠进行空间记忆任务的观察,年轻组任务完成平均正确率为 90%,而老年组只有 57%,经过 3 周的花青素补充后,老年组的空间记忆准确率上升到 83%。SHUKITT-HALE 等<sup>[15]</sup>增加了相关的运动测试,如棍棒行走等测量其协调性、抗疲劳性、耐力和平衡力等,补充花青素后的实验组大鼠的协调、平衡等运动能力得到了有效改善。此外,长期高脂饮食会导致与衰老相似的运动及认知能力的下降。李祥等<sup>[16]</sup>研究发现高脂小鼠的空间学习和记忆能力显著下降,长期高脂膳食造成氧化应激损伤,通过补充高剂量的花青素可显著改善小鼠的空间学习和记忆能力,可能是通过改善大脑的氧化应激水平以及降低炎症因子水平实现的。此类动物实验表明,花青素对正常小鼠表现出提高认知能力的同时,对衰老、高脂饮食导致的认知能力的

下降均表现出明显的改善作用。此类实验还指出,花青素提高认知和运动能力的可能机制与其抗炎、改善氧化应激有关。

虽然人们普遍认为饮食或营养补充会影响儿童的认知能力及发展,但迄今为止相关的人体实验进行的较少。WHYTE<sup>[17]</sup>对8~10岁的学龄儿童进行听觉-语言学习、视觉空间任务、目标定位任务等测试,在进行花青素干预后,对于听觉回忆能力的效果较为明显,在其后来的实验中增加了对花青素多剂量的区分,并得到了该年龄段儿童认知能力的改善与花青素剂量的线性关系。对老年人群而言,花青素对患有轻度认知障碍的老年人的认知能力有一定的提高作用。KENT等<sup>[18]</sup>对患有轻到中度认知障碍的老年人进行了为期12周的随机对照实验,在补充富含花青素食物后,其极大地改善了与语言流畅性、语言学习记忆相关的任务能力,短期记忆、长期记忆能力同样也得到了显著改善。综合此类实验分析可以推测,补充一定剂量的花青素,可大大提高学龄期儿童在类似课堂学习环境中口头传递信息的接受能力及相应的回忆能力。在学习运动技能的初始阶段,这可能会提高儿童对于教练员的口头指导及示范动作的理解和模仿能力,听觉回忆能力的提高或改善进而可加快运动技能的学习速度。同样,无论是患有认知障碍的老年人还是正常的老年人均可通过补充一定剂量的花青素来改善认知能力,从而减缓身体机能的进一步衰退,保持一定的健康状态。

#### 4 结语与展望

综上所述,花青素对机体运动能力的提高具有一定效果,随着全民健康意识的提高及竞技体育的发展,未来可进一步拓展其在体育健康和运动领域的价值。①对于竞技运动领域,高强度运动和慢性精准性运动造成的全身或局部疲劳可通过摄入花青素作为有效营养性补剂。而已知的富含花青素的植物品种繁多,其经济性、可获得的难易性及有效性等多方面尚未进行综合考虑。不同运动员的训练状态、环境条件、饮食习惯等不尽相同,这些因素可能会影响花青素对机体的作用,未来还需精确不同品种花青素的摄入剂量及摄入时间,为合理制定花青素摄入方案提供参考。②在大众体育领域,花青素可以改善不同的身体情况和不同年龄人群的认知和运动能力。目前相关的人体实验多集中于儿童和患有

认知障碍的老年人群,未来可采用合适的、敏感的认知测试以确定花青素对各类人群认知的显著益处。③对于儿童群体而言,应考虑的重要因素是补充花青素的最佳年龄,帮助学龄期儿童加快运动技能的习得。综上,花青素能够作为一种天然的营养干预剂有效延缓运动性疲劳、抑制肥胖以及提高运动和认知能力,对于运动健康领域有着很大的潜在价值。

#### 参考文献

- [1] 陆耀飞. 运动生理学[M]. 北京:北京体育大学出版社,2007.
- [2] JIANG D Q, GUO Y, XU D H, et al. Antioxidant and anti-fatigue effects of anthocyanins of mulberry juice purification (MJP) and mulberry marc purification (MMP) from different varieties mulberry fruit in China[J]. Food and chemical toxicology, 2013, 59: 1-7.
- [3] HU M, DU J, DU L, et al. Anti-fatigue activity of purified anthocyanins prepared from purple passion fruit (*P. edulis* Sim) epicarp in mice[J]. Journal of Functional Foods, 2020, 65: 103725.
- [4] PERKINS I C, VINE S A, BLACKER S D, et al. New Zealand blackcurrant extract improves high-intensity intermittent running[J]. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 2015, 25(5): 487-493.
- [5] DOROSTY A R, EMMETT P M, COWIN S D, et al. Factors associated with early adiposity rebound[J]. Pediatrics, 2000, 105(5): 1115-1118.
- [6] 杨慧超, 马兴双, 张骄阳. 青少年运动损伤和体质内因关系研究[J]. 当代体育科技, 2021, 11(12): 21-23.
- [7] 王爱超, 李长兴, 王琦, 等. 黑枸杞花青素对C57BL/6小鼠血糖、血脂及脂肪细胞形态的影响[J]. 青海大学学报, 2020, 38(3): 57-61.
- [8] 闫家荫, 康明丽, 王晓婷, 等. 黑玉米花青素对高脂小鼠的降血脂功效研究[J]. 食品科技, 2020, 45(12): 196-200.
- [9] 张毅, 王洪云, 钮福祥, 等. ‘宁紫薯1号’花青素组分鉴定及其对大鼠高脂诱导肥胖的预防效果[J]. 中国农业科学, 2016, 49(9): 1787-1802.
- [10] HESTER S N, MASTALLOUDIS A, GRAY R, et al. Efficacy of an anthocyanin and prebiotic blend on intestinal environment in obese male and female subjects[J]. Journal of nutrition and metabolism, 2018(7): 1-11.
- [11] 季浏. 体育心理学[M]. 北京:高等教育出版社, 2010.

[12] 石春芳. 4周中高等强度运动对7~9岁儿童认知能力的影响[D]. 上海: 上海体育学院, 2022.

[13] BARROS D, AMARAL O B, IZQUIERDO I, et al. Behavioral and genoprotective effects of vaccinium berries intake in mice[J]. Pharmacology Biochemistry and Behavior, 2006, 84(2): 229-234.

[14] WILLIAMS C M, ABD EL MOHSEN M, VAUZOUR D, et al. Blueberry-induced changes in spatial working memory correlate with changes in hippocampal CREB phosphorylation and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels[J]. Free Radical Biology and Medicine, 2008, 45(3): 295-305.

[15] SHUKITT-HALE B, CHENG V, JOSEPH J A. Effects

of blackberries on motor and cognitive function in aged rats[J]. Nutritional Neuroscience, 2009, 12(3): 135-140.

[16] 李祥, 张婷婷. 黑米花青素对高脂膳食小鼠的空间学习记忆能力的影响[J]. 食品科学技术学报, 2020, 38(5): 78-84.

[17] WHYTE A R, WILLIAMS C M. Effects of a single dose of a flavonoid-rich blueberry drink on memory in 8 to 10 y old children[J]. Nutrition, 2015, 31(3): 531-534.

[18] KENT K, CHARLTON K, ROODENRYS S, et al. Consumption of anthocyanin-rich cherry juice for 12 weeks improves memory and cognition in older adults with mild-to-moderate dementia[J]. European Journal of Nutrition, 2017, 56: 333-341.

(上接第 141 页)

球藻 6 g、裙带菜 4 g 为最优配方。

### 2.3 营养成分测定与分析

由卡路里分析仪测出代餐饮料的主要营养成分, 结果见表 4。牡蛎壳粉椰子粉小球藻复合代餐饮料具有高蛋白、热量低的特点。参考《中国居民膳食指南(2016)》, 本文的牡蛎壳粉椰子粉小球藻复合代餐饮料, 在满足基本营养需求之余也可提供饱腹感。

表 4 复合代餐饮料营养成分含量

项目	每 100 g	营养素参考值 /%
能量	1 536 kJ	18
蛋白质	17.1 g	28
脂肪	20.8 g	34
碳水化合物	27.8 g	9

### 3 结论

本文将原辅料按一定比例混合配制, 经过单因素试验和正交试验得出最佳复合代餐饮料配方为牡蛎壳粉添加量 0.3 g、椰子粉 9 g、小球藻 6 g、裙带菜 4 g、木糖醇 5 g、可可粉 1 g。该配方符合食品国家标准的规定, 香味协调、口感较好, 并具有低热量、低脂肪、富含高蛋白质和钙等特点, 既满足人体基

本营养需要, 又满足当代人对代餐饮料食品的需求。

### 参考文献

[1] 田文静, 罗红霞, 林少华, 等. 代餐粉的研究进展[J]. 食品科技, 2020, 45(9): 95-101.

[2] 张晓彤, 吴澎. 代餐食品的研究进展[J]. 食品工业科技, 2020, 41(12): 342-347.

[3] 邓可. 适用肥胖人群的配方粉制备及其减肥作用评估[D]. 无锡: 江南大学, 2018.

[4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 速溶豆粉和豆奶粉: GB/T 18738—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.

[5] 何元郁, 邓康, 卢金山. 牡蛎壳水热—盐析法制备高白度碳酸钙粉体及其表征[J]. 资源开发与市场, 2019, 35(11): 1413-1416.

[6] 云无心. 科学解读椰汁的营养价值[J]. 中国食品, 2019(5): 142-143.

[7] 钟瑞敏. 酶解小球藻保健饮品工艺研究[J]. 食品科学, 2002, 23(9): 68-71.

[8] 王雪. 裙带菜多糖对荷瘤小鼠抗肿瘤及抗转移作用的研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2006.