

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.04.007

# 食物营养素降血糖功效和 机制研究进展

张宗颖, 兰凤英, 陈新宇, 杨立亭

(河北北方学院, 河北, 张家口 075000)

**摘要:** 目前常见降血糖功效的食品营养素主要分为水溶性膳食纤维、多糖、黄酮类、皂苷、微量元素 5 类。相关营养素降血糖功效研究大多采用动物试验。基于此, 本文对不同种类、不同来源及不同剂量的营养素对糖尿病小鼠和大鼠的降血糖效果与降血糖机理进行了系统分析与综述, 以为糖尿病患者日常饮食选择提供科学合理的建议, 并为适合糖尿病患者食用的保健食品研发提供参考。

**关键词:** 营养素; 降血糖; 功效和机制; 研究进展

中图分类号: TS201.4 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)04-0036-04

## Research progress in efficacy and mechanism of decreasing blood glucose by food nutrients

ZHANG Zong-ying, LAN Feng-ying, CHEN Xin-yu, YING Li-ting

(Hebei North College, Zhangjiakou Hebei 075000)

**Abstract:** At present, the common food nutrients with hypoglycemic effect were divided into five categories: water-soluble dietary fiber, polysaccharides, flavonoids, saponins, trace elements. Animal experiments are mostly used to study the hypoglycemic effect of related nutrients. The hypoglycemic efficacy and its mechanism of the nutrients with different variety, different sources and different doses on diabetic mice and rats were systematically analyzed and summarized, in order to provide scientific and reasonable suggestions about the daily dietary choice for diabetic patients, and to offer reference for the research and development of health food suitable for diabetic patients.

**Key words:** nutrient; hypoglycemic; efficacy and mechanism; research progress

糖尿病是一种由于胰岛素分泌不足而导致的代谢性疾病, 表现为血糖长时间高于标准值, 其典型症状表现为吃多、喝多、尿多以及体重减轻, 一旦罹患, 需要终身治疗。糖尿病得不到及时有效的治疗会导致一些严重的并发症如: 心血管疾病、中风、慢性肾脏病以及视网膜病变等<sup>[1]</sup>。国际糖尿病联合会 IDF 公布的糖尿病患者分布图表

明, 2015 年, 全球 20~79 岁的人中约有 4.15 亿人患有糖尿病, 另有 3.18 亿人糖尿病患病风险很高。我国糖尿病患者逐渐增加较 2015 年增加了 48 万人, 达 1.144 亿人, 居于全球首位; 按照目前的发展趋势, 预计到 2040 年中国患糖尿病人数将达 1.507 亿人<sup>[2-3]</sup>。

糖尿病主要分为 I 型糖尿病和 II 型糖尿病, I 型糖尿病是一种自身免疫性疾病, 又称胰岛素依赖性糖尿病, 患者体内产生胰岛素的 B 细胞已经被彻底破坏, 导致胰岛素绝对缺乏, 其发病年龄

收稿日期: 2019-03-10

基金项目: 河北省科技厅农业关键共性技术攻关专项 (16227105D)

作者简介: 张宗颖, 1990 年出生, 男, 在读硕士研究生。

通讯作者: 兰凤英, 1965 年出生, 女, 教授, 硕士研究生导师。

较低；II 型糖尿病主要是由于胰岛素分泌不足或胰岛素抵抗引起的，II 型糖尿病患者较多，占糖尿病总人数的 90%以上，其大多数的典型症状为“三多一少”，即多食、多饮、多尿和体重减少<sup>[4]</sup>。研究表明，II 型糖尿病发病原因与遗传、环境、性别和肥胖等有关<sup>[5]</sup>。

多数糖尿病患者需要长期口服降糖药物或注射胰岛素来控制血糖水平，而长期服用降糖药的安全性问题也不尽如人意。近年来通过消费天然降糖食品来部分代替糖尿病药物的趋势不断增强<sup>[6]</sup>。天然降糖食品的特点是副作用小、来源广泛、价格低廉、用法简便，容易被普通人接受，是日常保健和辅助治疗的最佳手段<sup>[7-8]</sup>。一些研究表明水溶性膳食纤维、多糖、黄酮类、皂苷类、微量元素等物质在辅助降血糖上均有一定的效果，本文将对这些营养素的降糖功效及机制的研究进展情况进行综述。

## 1 水溶性膳食纤维

膳食纤维的定义是：不能被人体消化道分解的多糖类及木质素，是非淀粉多糖的多种植物物质，主要来源为动植物的细胞壁，包括纤维素、甲壳质、木质素、 $\beta$ -葡聚糖、果胶、菊糖和低聚糖等，水溶性膳食纤维是一种溶于水的膳食纤维，其具有一定的降血糖功效<sup>[9]</sup>。

水溶性膳食纤维降血糖功效和剂量有关；研究表明水溶性苦瓜膳食纤维能够降低糖尿病小鼠空腹血糖值、减少葡萄糖耐量曲线面积，随着水溶性膳食纤维剂量的增加降糖效果逐渐提升，剂量为  $600 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  降血糖效果最为明显，与高血糖模型组相比空腹血糖值下降了 29.23%、葡萄糖面积减少了 13.09%<sup>[10]</sup>。真姬菇水溶膳食纤维对降血糖也有一定的效果， $600 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  的真姬菇水溶膳食纤维比糖尿病小鼠肝糖原增加了 19.56%，同时真姬菇水溶性膳食纤维也能够降低糖尿病小鼠的血糖值<sup>[11]</sup>。大豆中含有丰富的水溶性膳食纤维，研究表明当大豆水溶性膳食纤维剂量达到  $1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  时比高血糖模型对照组血糖下降了

26.46%，从而表明大豆水溶性膳食纤维具有一定降血糖效果<sup>[12]</sup>。

不同来源的水溶性膳食纤维降血糖机制有所不同；研究表明水溶性苦瓜膳食纤维能够使小鼠炎症因子 TNF- $\alpha$  和 IL-6 水平分别下降 43.12% 和 60.20%，进而提高了小鼠抗炎活性；真姬菇水溶性膳食纤维的降糖作用可能是能够促进肝糖原的合成，从而降低了血糖水平；大豆可溶性膳食纤维能够减缓糖尿病小鼠消瘦和多饮多食的症状<sup>[13]</sup>。

## 2 多糖

多糖是一种具有特殊的生物活性物质，在降血糖方面有独特的作用<sup>[14]</sup>。研究表明多糖的降血糖效果与多糖剂量存在一定关系，低(  $250 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ) 中 (  $500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ) 高剂量 (  $1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ) 的孔石莼多糖均能够降低糖尿病小鼠的血糖值，并且随着剂量的增加降糖效果越来越明显，当剂量达到  $1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  时效果最明显，且作用效果略好于盐酸二甲双胍<sup>[15]</sup>。软枣猕猴桃多糖能够有效降低糖尿病小鼠血糖水平，提高小鼠糖耐量，当剂量达到  $400 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  时对小鼠糖耐量作用效果好于药物治疗<sup>[16-17]</sup>。同时多糖的分子量大小也对降糖效果产生一定影响，分子量大的苦瓜碱提多糖的降糖效果要好于小分子量的多糖<sup>[18]</sup>。

不同类型的多糖降血糖作用机制不同，研究表明选鞘石斛多糖可能具有改善受损伤的  $\beta$  细胞功能或能降低机体对胰岛素拮抗的作用，其降糖机理可能是由于选鞘石斛多糖能够对抗四氧嘧啶引起的  $\beta$  细胞损伤，促进  $\beta$  细胞的修复与再生；并且能够清除自由基，抑制脂质过氧化反应<sup>[19]</sup>。茶多糖能够促进糖尿病小鼠免疫器官的增值与修复，提高了小鼠免疫调节能力，从而促进了机体对血糖的调节作用<sup>[20-21]</sup>。玉米须多糖能够显著降低糖尿病小鼠的血糖值，提高肝糖原含量，其降糖机制是由于玉米须多糖能够促进肝糖原合成而发挥降糖效果<sup>[22]</sup>。牛蒡多糖能够抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的活性，延缓糖类在肠道内的吸收，减少糖尿病小鼠体内氧化损伤，从而起到降血糖效果<sup>[23-24]</sup>。

### 3 黄酮类物质

黄酮类化合物是一类存在于自然界的、具有 2-苯基色原酮结构的化合物,近年来关于其在降血糖方面的研究有很多<sup>[25]</sup>。研究表明柑橘皮黄酮降血糖效果与其剂量有关,低剂量组(200 mg·kg<sup>-1</sup>)、中剂量组(400 mg·kg<sup>-1</sup>)和高剂量组(600 mg·kg<sup>-1</sup>)均能降低糖尿病小鼠血糖值,其中中剂量组作用效果要好于高剂量组<sup>[26]</sup>。在研究薯蓣黄酮对糖尿病小鼠血糖影响的试验中也得出了同样的结果<sup>[27]</sup>。但当剂量大于 400 mg·kg<sup>-1</sup> 时降糖效果下降的原因尚不明确,有待进一步研究。

黄酮类化合物降血糖机理主要表现为:(1)黄酮类化合物能促进胰岛 β 细胞分泌,提高血清胰岛素含量,进一步发挥降血糖作用;体外分析表明,黄酮类化合物对小鼠小肠刷状缘近腔上皮内 α 糖苷酶活性具有显著抑制作用,延迟了糖的吸收,从而减少餐后血糖的升高<sup>[27]</sup>。(2)黄酮通过促进肝糖原的合成,降低肝糖原分解从而降低血糖水平,从而改善糖代谢<sup>[28]</sup>。

### 4 皂苷类物质

皂苷是苷元为三萜或螺旋甾烷类化合物的一类糖苷,具有多种生理功能,关于皂苷降血糖作用的研究进展迅速<sup>[29]</sup>。研究表明苦瓜皂甙能够使受损的胰岛 β 细胞恢复正常的分泌功能,对正常和糖尿病的小鼠的肝糖原都有增加,表明苦瓜皂甙可能是通过刺激肝糖原合成来降低血糖作用<sup>[30]</sup>。芫根粗总皂苷降糖效果与其剂量有关,500 mg·kg<sup>-1</sup> TS 能够显著降低糖尿病小鼠空腹血糖值,当剂量增加时与 500 mg·kg<sup>-1</sup> 降糖效果没有显著差异<sup>[31]</sup>。

皂苷类营养素降血糖作用是通过抑制 α-葡萄糖苷酶的活性、改善小鼠胰岛指数和促进肝糖原活性等来完成的,但不同来源的皂苷作用效果有所不同,这可能是由于不同种类的皂苷的组成成分有所不同引起的<sup>[31]</sup>,还需对此方面进一步深入的研究。

### 5 铬类物质

铬是维持人体糖代谢的重要因素,对降血糖具有一定功效。通过对实验性糖尿病大鼠灌胃有机铬水溶液的实验,表明有机铬水溶液灌胃 12 周后两个实验组均能降低实验性大鼠的空腹血糖值且 800 μg·kg<sup>-1</sup> 组比 400 μg·kg<sup>-1</sup> 组降糖效果明显<sup>[32]</sup>。

由以上实验可以看出有机铬对降血糖效果存在一定的量效关系,但是铬为重金属元素,过量的铬对人体有一定危害;根据国家限量标准,有机铬在食品中的含量为 1 mg/kg,所以可以向食品中添加适量的有机铬<sup>[32]</sup>。

### 6 小结

近几年利用天然营养物质来代替或辅助药物治疗糖尿病成为发展趋势,同时对天然降糖物质降糖机制的研究也在不断深入,利用天然物质开发适合糖尿病人食用的保健食品已成为现在研究的热点。水溶性膳食纤维、多糖、黄酮类、皂苷类、微量元素等营养素对降血糖有很好的效果,合理搭配并食用富含这类物质的食品是糖尿病患者日常饮食良好的选择。

#### 参考文献:

- [1] 贾福怀,李路云,王彩霞,等. 降糖类保健食品配方及功效成分研究现状与展望[J]. 食品与发酵工业, 2017(10): 277-282.
- [2] CHEN X M, JIN J, TANG J, et al. Extraction, purification, characterization and hypoglycemic activity of a polysaccharide isolated from the root of *Ophiopogon japonicus*[J]. Carbohydr Polym, 2011, 83(2): 749-754.
- [3] KIM, JS, HYUN, TK, KIM MJ. The inhibitory effects of ethanol extracts from sorghum, foxtail millet and proso millet on α-glucosidase and α-amylase activities[J]. Food Chem, 2011, 124(4): 1647-1651.
- [4] 廖菁菁,刘建萍,张维强. 干细胞移植治疗糖尿病的研究进展[J]. 广东医学, 2014, 35(17): 2798-2800.
- [5] 刘珊珊. 基于 CGM 的 I 型与 II 型糖尿病分类算法的研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2018.
- [6] 傅樱花,张富春. 降血糖功能性食品的研究现状[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(11): 165-167.
- [7] 周才琼,游巧宁. 卡亚叶总黄酮提取物对四氧嘧啶诱导的糖

- 尿病大鼠降血糖作用[J]. 食品科学, 2011, 32(5): 291.
- [8] 来水利, 韩武军, 王克玲, 等. 壳聚糖及其衍生物用于降血糖的最新研究进展[J]. 食品工业科技, 2011, 32(2): 369-372.
- [9] CASSIDY Y M, MCSORLEY E M, ALLSOPP P J. Effect of soluble dietary fibre on postprandial blood glucose response and its potential as a functional food ingredient[J]. *Journal of Functional Foods*, 2018, 46(July 2018): 423-439.
- [10] 李荣乔, 谢晓亮, 贾东升, 等. 水溶性苦瓜膳食纤维的降血糖活性研究[J]. 食品研究与研发, 2017, 38(10): 19-22.
- [11] 郑守晶, 王益晨, 刘越, 等. 真姬菇可溶性膳食纤维降血糖作用研究[J]. 福建轻纺, 2016, (10): 38-41
- [12] 涂宗财, 李志, 陈钢, 等. 大豆可溶性膳食纤维降血糖功效的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(17): 294-296.
- [13] ZONG-CAI T U, ZHI L I, CHEN G, et al. Hypoglycemic Effect of Soluble Soybean Dietary Fiber[J]. *Food Science*, 2009, 30(17): 294-296.
- [14] WANG S, LU A, ZHANG L, et al. Extraction and purification of pumpkin polysaccharides and their hypoglycemic effect[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2017, 98: 182-187.
- [15] 林龙, 常建波, 孙煜焯. 孔石莼多糖降血糖作用研究[J]. 食品科技, 2012, 37(6): 224-227.
- [16] 刘延吉, 刘金凤, 田晓艳, 等. 软枣猕猴桃多糖降血糖降血脂活性研究[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(1): 86-89.
- [17] Liu M, Wu K, Mao X Q, et al. Astragalus polysaccharide improves insulin sensitivity in KK-Ay mice: Regulation of PKB/GLUT4 signaling in skeletal muscle[J]. *J Ethnopharmacol*, 2010, 127(1): 32-37.
- [18] 董英, 张慧慧. 苦瓜多糖降血糖活性成分的研究[J]. 营养学报, 2008, 1(30): 54-56.
- [19] 罗傲霜, 淳泽, 葛绍荣, 等. 透鞘石斛多糖降血糖作用研究[J]. 应用环境与生物学报, 2006, (03): 334-337.
- [20] 石玉涛, 余志, 陈玉琼, 等. 2种茶叶多糖降血糖效果的比较[J]. 华中农业大学学报, 2015, 34(02): 113-119.
- [21] HAN Q, YU Q Y, SHI J, et al. Molecular characterization and hypoglycemic activity of a novel water-soluble polysaccharide from tea (*Camellia sinensis*) flower[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2011, 86(2): 797-805.
- [22] 杨灵玲, 农绍庄, 崔瑾, 等. 玉米须多糖的降血糖作用研究[J]. 食品科技, 2011, 36(3): 152-154.
- [23] 王佳佳, 刘玮, 朱静. 牛蒡多糖的降血糖活性[J]. 中国药科大学学报, 2013, 44(5): 455-459
- [24] JING L, CUI G, FENG Q, et al. Evaluation of Hypoglycemic Activity of the Polysaccharides Extracted from *Lycium Barbarum*[J]. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, 2009, 6(4): 579-584.
- [25] WANG J, JIANG W, ZHANG L, et al. Hypoglycemic effects of saponins, flavonoids, and polysaccharides of fenugreek with different component compatibilities on type 1 diabetic rats[J]. *Journal of Jilin University*, 2016, 42(6): 1081-1086.
- [26] 肖更生, 万利秀, 徐玉娟. 柑橘皮黄酮降血糖作用的研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(04): 698-701, 779.
- [27] 高荫榆, 罗丽萍, 王应想, 等. 薯蓣黄酮降血糖作用研究[J]. 食品科学, 2005, 26(3): 218-220.
- [28] 乔卫. 委陵菜黄酮降血糖作用及其机制研究[D]. 天津, 天津医科大学, 2009.
- [29] CHUNYU M A, HONG YU Y U, WANG H, et al. Hypoglycemic Mechanism of Total Saponins of *Momordica Charantia* in Type 2 Diabetes Mellitus Rats[J]. *Tianjin Medical Journal*, 2014.
- [30] 石雪萍, 姚惠源. 苦瓜皂甙降糖机理研究[J]. 食品科学, 2008, 29(02): 366-368.
- [31] 刘浩, 蒋思萍, 杨玲玲, 等. 芫根粗总皂苷对糖尿病小鼠的降血糖作用[J]. 西北农林科技大学学报, 2012, 40(6): 23-27.
- [32] 杨利敏, 高艳华, 李晶, 等. 有机铬对实验性糖尿病大鼠降血糖作用的观察[J]. 黑龙江医药科学, 2003, 2(5): 24-25