

## 黄精功能成分的研究进展

胡康康<sup>1</sup>, 李昌林<sup>2</sup>, 李昌素<sup>2</sup>, 孙蕊蕊<sup>2</sup>, 李莹<sup>1</sup>, 姚改芳<sup>1</sup>

(1. 合肥工业大学食品与生物工程学院, 安徽合肥 230009; 2. 青阳县三三富林中药材有限责任公司, 安徽池州 242800)

**摘要** 黄精(*Polygonatum* Mill) 隶属于百合目百合科黄精属植物, 以干燥根茎入药, 具有补气养阴健脾润肺的效果, 属于药食同源类保健品。黄精中含有多种有益的营养成分, 如甾体皂苷、三萜皂苷、高异黄酮、多糖和凝集素。综述了黄精的功能成分, 分析黄精在抗衰老、抗疲劳、免疫调节等方面的作用, 提出存在的问题, 展望了黄精在人类健康中的广泛应用。

**关键词** 黄精; 黄精多糖; 药食同源; 保健品; 人类健康

中图分类号 R284.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)12-0016-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.12.005



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Research Progress of *Polygonatum* Functional Components

HU Kang-di<sup>1</sup>, LI Chang-lin<sup>2</sup>, LI Chang-su<sup>2</sup> et al (1. School of Food and Biological Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009; 2. Qingyang County Sansanfulin Chinese Medicinal Materials Co., Ltd., Chizhou, Anhui 242800)

**Abstract** *Polygonatum* Mill belongs to the Liliaceae of the order Liliaceae and is a plant of the genus *Polygonatum*. It uses dry rhizomes as medicine. It has the effect of nourishing qi, nourishing yin, invigorating the spleen and lungs. *Polygonatum* is rich in beneficial nutrients, such as steroidal saponins, triple-chain saponins, high isoflavones, polysaccharide and lectins. This article reviewed the functional components of *Polygonatum*, analyzed the effects of *Polygonatum* in anti-aging, anti-fatigue, immune regulation, etc., proposed existing problems, and looked forward to the wide application of *Polygonatum* in human health.

**Key words** *Polygonatum*; *Polygonatum* polysaccharides; Homology of medicine and food; Health products; Human health

近年来,随着社会的进步,人们对自身健康越来越关注,社会压力的增大,使越来越多的人处于亚健康状态,因此具有药食同源的保健食品受到广泛的关注。

黄精(*Polygonatum* Mill)隶属于百合目百合科黄精属植物,黄精根茎中含有多种功能成分,如甾体皂苷、三萜皂苷、高异黄酮、多糖和凝集素。黄精具有补气养阴、健脾润肺、降血压血脂及防止动脉粥样硬化的作用,对于治疗糖尿病具有独特的作用。我国野生黄精属植物种质资源丰富,且蕴藏量巨大,因集药用、食用、观赏、美容于一身,市场需求量日益增加,具有良好的经济效益。因此,笔者全面综述黄精的功能成分,对于多层次地开发利用该属植物具有现实意义。

### 1 黄精种类与分布

黄精,学名 *Polygonatum*, 为百合科植物,以干燥根茎入药。黄精是多年生草本,高 50~90 cm。根茎圆柱状,结节膨大。黄精喜阴湿气候条件,具有喜阴、耐寒、怕干旱的特性,在湿润避阴的环境下生长良好,适合林下生长<sup>[1]</sup>。

黄精属由分布于北半球温带的 71 种 4 变种组成,如中国、日本、韩国、印度、俄罗斯、欧洲、北美,大多数黄精植物生长在潮湿阴凉的地方,通常生长在土壤肥沃的森林或灌木丛中<sup>[2]</sup>。主要用于保健食品的黄精品种包括黄精(*Polygonatum sibiricum* Red.)、多花黄精(*Polygonatum cyrtoneura* Hua.) 和滇黄精(*Polygonatum kingianum* Coll.et Hemsl.)<sup>[3]</sup>。安徽省池州市九华山是我国四大佛教名山之一,黄精是池州市的特色产品,九华山地区的多花黄精品质优良,形成了黄精生态旅游、黄精深加工产品等特色产业。

### 2 黄精功能成分

黄精中能分离出许多类型的化合物,包括甾体皂苷、三萜皂苷、高异黄酮、类黄酮、生物碱、苯乙基肉桂酸酯、多糖和凝集素。在这些化合物中,主要活性化合物是甾体皂苷、三萜皂苷、多糖和凝集素<sup>[4]</sup>。

**2.1 皂苷** 皂苷的特征是由氧化角鲨烯衍生的骨架组成,该骨架由与三萜(30 个碳原子)或甾体(27 个碳原子)糖苷配基相连的糖部分组成<sup>[5]</sup>。黄精中含有大量的甾体皂苷和较少的三萜皂苷。甾体皂苷是黄精属的特征性成分,表现出多种生物活性,包括免疫调节、抗肿瘤以及学习和记忆能力的提高<sup>[2,6-7]</sup>。Hu 等<sup>[8]</sup> 根据 NMR 和 ESI-MS 光谱以及化学证据,阐明了这 3 种新化合物的结构,即 3-O- $\alpha$ -L-鼠李吡喃糖基-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-吡喃糖基-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基-3 $\beta$ ,7 $\beta$ ,22 $\beta$ -三羟基油酸(1), 3-O- $\alpha$ -L-鼠李糖基-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基-3 $\beta$ ,7 $\beta$ ,22 $\beta$ -三羟基油酸甲酯(2)和 3-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 4)-[ $\alpha$ -L-鼠李糖-吡喃糖基-(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-吡喃糖基-3 $\beta$ ,21 $\beta$ -二羟基油酸,28-O- $\beta$ -D-吡喃糖基-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基(3)。

**2.2 高异黄酮** 异黄酮是类黄酮中的一类特殊化合物。高异黄酮的骨架在 B 环和 C 环之间比异黄酮的骨架多一个碳原子。从黄精中可以分离出 26 种异黄酮。这些化合物可进一步分类为 3-苄基-4-苯并二氢吡喃酮(I)(163-181)、3-苄基-3-羟基-4-苯并二氢吡喃酮(II)和 3-苄叉基-4-苯并二氢吡喃酮(III)<sup>[9-10]</sup>。

**2.3 多糖类** 多糖是通过糖苷键相互连接的单糖残基的聚合物。黄精多糖是黄精化学组成的一个重要活性成分,黄精

**基金项目** 安徽省重点研究和开发计划项目(201904a06020031)。

**作者简介** 胡康康(1984—),女,安徽宿州人,副教授,博士,硕士生导师,从事植物生理学研究。

**收稿日期** 2020-11-28;修回日期 2020-12-05

多糖由不同比例的单糖组成,主要包括甘露糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、鼠李糖、阿拉伯糖和半乳糖醛酸<sup>[11]</sup>。黄精多糖的水溶性组分以低毒性而著称,适合长期服用,具有各种活性和作用<sup>[12]</sup>。黄精多糖是黄精甜味的主要来源,这使黄精食品更容易被接受<sup>[13]</sup>。目前,黄精多糖被广泛用于心血管疾病和其他疾病的传统中医治疗<sup>[14-15]</sup>。

### 3 黄精生理功能

**3.1 抗疲劳作用** 疲劳是人们连续学习或工作以后效率下降的一种复杂现象,分为生理疲劳与心理疲劳。研究发现,黄精多糖延长了小鼠负重游泳的时间,降低乳酸值,增加肝糖原储备量,提高小鼠的运动能力,且升高了小鼠机体细胞的血清中超氧化物歧化酶(SOD)活性,自由基在体内能产生损伤机体的强氧化反应,SOD活性的升高可清除过多量氧自由基,减轻组织细胞的过氧化损伤,从而使小鼠具有抵抗疲劳的身体机能<sup>[16]</sup>。活性氧(ROS)积累是一种重要的疲劳因子,高强度运动中 ROS 会过度产生而导致肌肉疲劳、肌肉损伤以及身体机能下降。脂质过氧化的最终产物丙二醛(MDA)是一种很好的氧化应激标志。黄精可显著降低 MDA 含量并增加肝糖原含量<sup>[17]</sup>。

**3.2 抗衰老作用** 在现代药理学研究中,黄精已成为抗衰老中药的药方,无毒副作用且药食两用。衰老现象是自由基的氧化活性导致生物大分子系统损伤而产生,细胞的衰老进程破坏了自由基产生与清除的调节机制失衡,黄精多糖使机体 SOD 活性增加,抗氧化作用清除损伤细胞的自由基,减少或者延缓衰老。它也可通过降低自由基水平促进 EPCs 端粒酶活性,对延缓神经细胞衰老产生积极作用<sup>[18]</sup>。此外,已通过传统用途和现代药理研究证明黄精是天然抗衰老剂的良好来源<sup>[2]</sup>。

**3.3 免疫调节作用** 免疫调节功能与运动息息相关,适量的运动可以使身体机能保持良好的状态,但高强度的运动会起到反作用,使得脾脏免疫功能低下,研究表明,黄精多糖可通过增加 T 淋巴细胞增殖能力提升机体的免疫调节能力,可以抑制因为高强度运动而导致的免疫器官功能低下问题,黄精多糖成分也增强了巨噬细胞的吞噬能力,巨噬细胞是机体非特异性免疫的重要组成部分,试验证明黄精多糖显著提升了巨噬细胞的活性氧成分、体外抗体细胞数、血清凝集效价,从而阻止机体免疫功能的降低<sup>[19]</sup>。PSP 可以增强 T 和 B 细胞增殖反应以及腹膜巨噬细胞吞噬作用。它也可以恢复环磷酸胺剂量依赖性治疗的血清中白介素 2(IL-2)、肿瘤坏死因子(TNF- $\alpha$ )、白介素(IL-8)和 IL-10 的水平。总之,PSP 可以用作免疫抑制剂,以保护环磷酸胺处理的小鼠免受免疫抑制<sup>[20]</sup>。一氧化氮(NO)具有免疫活性,而 iNOS 是产生 NO 的 3 种关键酶之一,黄精多糖显著地激活免疫系统释放 NO 并上调 iNOS 和几种细胞因子的 mRNA 表达,从而达到免疫调节的效应<sup>[21]</sup>。

**3.4 降血糖活性作用** 黄精多糖可以有效地缓解脏器损伤,降低血糖,调节体内血糖代谢,促进胰岛素分泌,改善胰岛素抵抗症状,消除糖、蛋白质、脂肪代谢紊乱,抑制糖异生作用,

促进肝糖原合成,应对氧化应激状态,从而发挥降血糖功效,改善糖尿病症状<sup>[22]</sup>。

四氧嘧啶(ALX)和链脲佐星(STZ)可以诱导糖尿病<sup>[22]</sup>。首先,黄精多糖可降低 ALX 诱导的糖尿病小鼠的血糖水平,降低丙二醛(MDA)含量,增强血清中总超氧化物歧化酶(T-SOD)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)含量,其次,PSP 会显著影响空腹血糖(FGB)、糖基化血清蛋白(GSP)、总胆固醇(TC)和甘油三酸酯(TG)的水平<sup>[23-24]</sup>,以及饮水量、食物摄入量,PSP 治疗组的饮水量和尿量均低于 STZ 诱导的糖尿病小鼠对照组。另一方面,PSP 在 STZ 诱导的糖尿病大鼠中降低了血糖并具有一定的保护活性。其机制可能与抑制胰岛细胞凋亡,减少 Caspase-3 的活性有关<sup>[20-21]</sup>。PSP 可通过降低血糖、脂质和引起炎症反应而对 I 型糖尿病的心肌炎症损害产生保护作用<sup>[22]</sup>,通过减少糖分和抑制纤维化来保护糖尿病大鼠的肾脏<sup>[25]</sup>。

**3.5 神经保护作用** 神经进行性退化是阿尔茨海默氏病(AD)的特征,淀粉样蛋白  $\beta$  肽(A $\beta$ )诱导的氧化应激被认为是导致阿尔茨海默氏病的重要原因<sup>[26]</sup>。研究显示,黄精多糖的预处理能减少大鼠 PC12 细胞凋亡的发生,抑制线粒体功能失活,减少细胞色素向细胞质中的释放<sup>[27]</sup>。每天适量摄入黄精多糖大大提高了学习和记忆能力,减轻了神经病理学,这是因为黄精多糖显著降低了凋亡率和 Bax / Bcl-2 比以及阻断了 caspase-3 激活,使多糖成分具有保护神经的作用<sup>[28]</sup>。

**3.6 抗炎活性** 炎症是机体对于刺激的一种防御反应,分为感染性炎症和非感染性炎症。研究中,以脂多糖(LPS)诱导的小鼠为模型,黄精多糖对小鼠 RAW264.7 巨噬细胞释放 NO 产生抑制作用,NO 具有良好的生物活性,有介导细胞免疫和炎症毒性的功能,所以黄精多糖通过抑制过量 NO 的生成而缓解炎症<sup>[29]</sup>。

黄精除上述功能外,还具有补气、滋阴养阴、润肺、健脾肾等功能,它入肺经主要用于治疗肺虚,如阴虚肺燥的干咳少痰、久咳及肺虚喘咳等症,入肾经用于肾虚精亏的头晕、乏力、腰膝酸软、须发早白等。现代药理学研究表明,黄精具有增强免疫力、止血、补充能量、刺激唾液和胃液的分泌、保护呼吸系统、增加食欲、美容养颜和抗病毒等功效<sup>[2]</sup>。

## 4 讨论

以黄精为主要原料申报的保健食品多达千种,申报功能主要集中在增强免疫力、缓解体力疲劳、辅助降血糖等,产品剂型主要有胶囊、片剂、酒剂、口服液、颗粒剂等。目前,市场上以黄精为主要原料的普通食品多为黄精酒、黄精茶、黄精速溶冲剂、黄精压片糖果、黄精口服液等。结合近年来以黄精为主要原料申报的专利产品可知,黄精作为药食同源物品正被广泛用于保健食品的开发中,如黄精黄酒、黄精糖、黄精复合果汁、黄精酸奶、黄精茶干、黄精面条、黄精豆腐、黄精糯米酒、黄精代用茶、黄精固体饮料、黄精粉丝等。黄精作为药食同源物品,药理活性显著,原料需求量正随着新产品的研发问世逐年增加。黄精野生资源有限,已远远不能满足市场

需求,但随着黄精种苗快速繁殖技术以及人工栽培等技术的不断成熟,为黄精种植提供了新的机会<sup>[30]</sup>。

## 参考文献

- [1] 楼枝春.黄精[J].国土绿化,2002(8):47.
- [2] ZHAO P,ZHAO C C,LI X,et al.The genus *Polygonatum*:A review of ethnopharmacology,phytochemistry and pharmacology[J].Journal of ethnopharmacology,2018,214:274-291.
- [3] 董治程.不同产地黄精的资源现状调查与质量分析[D].长沙:湖南中医药大学,2012.
- [4] TANG C,YU Y M,QI Q L,et al.Steroidal saponins from the rhizome of *Polygonatum sibiricum*[J].Journal of Asian natural products research,2019,21(3):197-206.
- [5] VINCKEN J P,HENG L,DE GROOT A,et al.Saponins,classification and occurrence in the plant kingdom[J].Phytochemistry,2007,68(3):275-297.
- [6] ZENG T,TANG Y R,LI B,et al.Chemical characterization of constituents from *Polygonatum cyrtoneuma* Hua and their cytotoxic and antioxidant evaluation[J].Natural product research,2020,34(17):2482-2489.
- [7] 付莉慧.滇黄精粗多糖含片制备工艺及其抗疲劳作用的初步研究[D].昆明:云南中医药大学,2019.
- [8] HU C Y,XU D P,WU Y M,et al.Triterpenoid saponins from the rhizome of *Polygonatum sibiricum*[J].Journal of Asian natural product research,2010,12(9):801-808.
- [9] DU TOIT K,DREWES S E,BODENSTEIN J.The chemical structures,plant origins,ethnobotany and biological activities of homoisoflavanones[J].Natural product research,2010,24(5):457-490.
- [10] JIANG H B,HUANG J,GUO M J,et al.Recent advances in the study of natural homoisoflavanoids[J].Acta pharmaceutica sinica,2007,42(2):118-126.
- [11] WU L H,LV G Y,LI B,et al.Study on effect of *Polygonatum sibiricum* on Yin deficiency model rats induced by long-term overload swimming[J].China journal of Chinese materia medica,2014,39(10):1886-1891.
- [12] 刘晓谦,易红,姚丽,等.黄精属植物的研究进展及其开发前景[J].中国药学杂志,2017,52(7):530-534.
- [13] CUI X W,WANG S Y,CAO H,et al.A review:The bioactivities and pharmacological applications of *Polygonatum sibiricum* polysaccharides[J].Molecules,2018,23(5):1170-1181.
- [14] 李友元,邓洪波,向大雄,等.黄精多糖的降血脂及抗动脉粥样硬化作用[J].中国动脉硬化杂志,2005,13(4):429-431.
- [15] YANG J X,WU S,HUANG X L,et al.Hypolipidemic activity and antiatherosclerotic effect of polysaccharide of *Polygonatum sibiricum* in rabbit model and related cellular mechanisms[J].Evidence-based complementary and alternative medicine,2015,2015:1-6.
- [16] 刘玉明,钱甜甜,莫琳芳,等.方格星虫多糖对运动小鼠抗疲劳作用实验研究[J].中国海洋药物,2012,31(3):41-44.
- [17] HORNG C T,HUANG J K,WANG H Y,et al.Antioxidant and antifatigue activities of *Polygonatum Alte-lobatum* hayata rhizomes in rats[J].Nutrients,2014,6(11):5327-5337.
- [18] 秦臻,韦正新,宰青青,等.黄精降低活性氧水平促进衰老内皮祖细胞功能的研究[J].中国药理学通报,2019,35(1):123-127.
- [19] 华岩,李鸿敏,王春亮,等.黄精多糖对强迫运动大鼠脾脏免疫功能的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2019,40(1):57-61.
- [20] LIU N,DONG Z H,ZHU X S,et al.Characterization and protective effect of *Polygonatum sibiricum* polysaccharide against cyclophosphamide-induced immunosuppression in Balb/c mice[J].International journal of biological macromolecules,2018,107(Pt A):796-802.
- [21] GU W,WANG Y F,ZENG L X,et al.Polysaccharides from *Polygonatum kingianum* improve glucose and lipid metabolism in rats fed a high fat diet[J/OL].Biomedicine & pharmacotherapy,2020,125[2020-08-25].https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.109910.
- [22] 陆建平,张静,张艳贞.黄精多糖的功能活性及应用前景[J].食品安全质量检测学报,2013,4(1):273-278.
- [23] WEISKOPF D,WEINBERGER B,GRUBECK-LOEBENSTEIN B.The aging of the immune system[J].Transplant international,2009,22(11):1041-1050.
- [24] GONG H L,LI W P,YIN Y Y,et al.Hypoglycemic activity and mechanism of *Polygona*-polysaccharide on diabetic rat model[J].China journal of Chinese materia medica,2009,34(9):1149-1154.
- [25] FU T T,WANG G X,CHEN T T,et al.The protective effect of *Polygonatum sibiricum* polysaccharide on diabetic nephropathy rats[J].Pharmacology and clinics of Chinese materia medica,2015,31(4):123-126.
- [26] BUTTERFIELD D A,DRAKE J,POCERNICH C,et al.Evidence of oxidative damage in Alzheimer's disease brain:Central role for amyloid  $\beta$ -peptide[J].Trends in molecular medicine,2001,7(12):548-554.
- [27] ZONG S H,ZENG G F,ZOU B,et al.Effects of *Polygonatum sibiricum* polysaccharide on the osteogenic differentiation of bone mesenchymal stem cells in mice[J].International journal of clinical & experimental pathology,2015,8(6):6169-6180.
- [28] ZHANG F,ZHANG J G,WANG L H,et al.Effects of *Polygonatum sibiricum* polysaccharide on learning and memory in a scopolamine-induced mouse model of dementia[J].China nerve regeneration research,2008,3(1):33-36.
- [29] 王巧莲.黄精根茎化学成分及其抗炎活性研究[D].北京:北京化工大学,2016.
- [30] 于纯森,刘宁,宫铭海,等.黄精药理作用研究进展及在保健食品领域的应用开发[J].黑龙江科学,2019,10(18):66-68.

(上接第15页)

- [33] ZHANG H B,BOKOWIEC M T,RUSHTON P J,et al.Tobacco transcription factors NtMYC2a and NtMYC2b form nuclear complexes with the Nt-JAZ1 repressor and regulate multiple jasmonate-inducible steps in nicotine biosynthesis[J].Molecular plant,2012,5(1):73-84.
- [34] SHEN Q,LU X,YAN T X,et al.The jasmonate-responsive AaMYC2 transcription factor positively regulates artemisinin biosynthesis in *Artemisia annua*[J].New phytologist,2016,210(4):1269-1281.
- [35] NIMS E,VONGPASEUTH K,ROBERTS S C,et al.TcJAMYC:A bHLH transcription factor that activates paclitaxel biosynthetic pathway genes in yew[J].Journal of biological chemistry,2015,290(33):20104.
- [36] 王浩如,王健,王仕英,等.丹参转录因子基因 SmMYC amiRNA 表达载体的构建及其对丹参的转化[J].植物生理学报,2013,49(12):1339-1346.
- [37] 周阳云.茉莉酸信号途径关键转录因子 SmMYC2 调控丹参有效成分生物合成的功能解析[D].福州:福建中医药大学,2015.
- [38] HICHR I,HEPPEL S C,PILLET J,et al.The basic helix-loop-helix transcription factor MYC1 is involved in the regulation of the flavonoid biosynthesis pathway in grapevine[J].Molecular plant,2010,3(3):509-523.
- [39] AN J P,LI H H,SONG L Q,et al.The molecular cloning and functional characterization of MdMYC2,a bHLH transcription factor in apple[J].Plant physiology and biochemistry,2016,108:24-31.
- [40] HENG S,WANG L,YANG X,et al.Genetic and comparative transcriptome analysis revealed DEGs involved in the purple leaf formation in *Brassica juncea*[J].Frontiers in genetics,2020,11:1-10.
- [41] 李国明,宗渊,席杏媛,等.小黑麦中调控花青素合成代谢的 MYC 基因克隆及序列分析[J].分子植物育种,2020,18(1):31-36.
- [42] 姚攀峰,吕兵兵,李琪,等.苦荞转录因子基因 FlMYC 的克隆及其表达与花青素积累的相关性分析[J].四川农业大学学报,2019,37(1):8-14,33.
- [43] OGAWA S,MIYAMOTO K,NEMOTO K,et al.OsMYC2,an essential factor for JA-inductive sakuranetin production in rice,interacts with MYC2-like proteins that enhance its transactivation ability[J].Scientific reports,2017,7:1-11.
- [44] ZHAO S,XI X Y,ZONG Y,et al.Overexpression of *ThMYC4E* enhances anthocyanin biosynthesis in common wheat[J].International journal of molecular sciences,2019,21(1):1-10.