

黄精多糖的功能活性及应用前景

陆建平, 张 静, 张艳贞*

(北京联合大学应用文理学院食品科学系, 北京 100191)

摘 要: 黄精多糖是黄精的主要功能成分, 研究表明具有一定的抗氧化、免疫调节、抗疲劳、抗病毒、调节血糖血脂、抑菌抗炎等活性, 在功能食品、医疗保健方面具有良好的发展应用前景。本文对黄精多糖的功能活性及在疾病预防与辅助治疗方面的应用进行系统综述, 并对其功能食品开发前景进行展望。

关键词: 黄精多糖; 功能活性; 应用

The functional activities and application of polygonatum sibiricum polysaccharides

LU Jian-Ping, ZHANG Jing, ZHANG Yan-Zhen*

(Department of Food Science, College of Art and Application, Beijing Union University, Beijing 100191, China)

ABSTRACT: Polygonatum sibiricum polysaccharide (PSP) is an important functional ingredient. It shows various functions such as antioxidation, immunological regulation, antifatigue, antiviral, regulation of blood glucose and lipid, antibacterial and anti-inflammatory. So it has a good future in the fields of food and medicine. In this paper, the biological activities and the applications of PSB in medical prevention and treatment and the prospect of functional food were systematically summarized.

KEY WORDS: polygonatum sibiricum polysaccharides; functional activity; application

黄精为百合科多年生草本植物黄精、多花黄精和滇黄精的干燥根茎, 是一种传统的药食同源植物原料, 富含淀粉、维生素、矿物质元素和多种活性物质。研究表明, 具有补脾润肺、养阴生津、补中益气等功效和抑菌、抗病毒、抗肿瘤、抗衰老以及降糖降脂等作用^[1,2]。黄精的主要活性成分有糖类、甾体皂苷、黄酮、萘醌类化合物、氨基酸和微量元素^[3], 近年来对黄精多糖(*Polygonatum sibiricum* polysaccharide, PSP)的研究取得了很大进展, 本文对黄精多糖的功能与应用进行了综述。

1 黄精多糖的化学组成

黄精多糖溶于水, 不溶于高浓度的乙醇、丙酮、乙醚等有机溶剂, 与 -萘酚、硫酸苯酚、硫酸萘酚反应呈阳性, 具有糖的一般通性。黄精多糖的提取工艺多为传统的水提取法, 还有超声提取法和微波辅助提取法, 其中微波辅助提取技术是近年来新发展起来的一种提取方法, 具有受热均匀、快速、安全、高效等优点^[2]。薄层层析(thin-layer chromatography, TLC)、核磁共振(nuclear magnetic resonance, NMR)、

基金项目: 九华山黄精研究所委托项目(21202557103)、北京联合大学人才强校计划人才资助项目(BPHR2012C01)

Fund: Supported by Cooperation Project with Jiuhua Mountain Institute of Polygonatum (21202557103) and Funding Project for Academic Human Resources Development in Beijing Union University (BPHR2012C01)

*通讯作者: 张艳贞, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为生物化学与功能因子研究。E-mail: yanzhen@ygi.edu.cn

*Corresponding author: ZHANG Yan-Zhen, Associate Professor, Department of Food Science, College of Art and Application, Beijing Union University, No.197, Beitucheng West Road, Haidian District, Beijing 100191, China. E-mail: yanzhen@ygi.edu.cn

红外光谱 (infrared spectroscopy, IR)等分析表明黄精多糖由葡萄糖和果糖组成,且果糖有 α 和 β 两种端基差向异构体,糖链以2-6线性连接为主链。方园用水提醇沉法分离得到三种黄精多糖,单糖组成分析、核磁共振 $^{13}\text{C-NMR}$ 和 $^{135}\text{DEPT-NMR}$ 谱分析认为:多糖I由4种化学结构不同的单糖组成,主链由以 β -(1 \rightarrow 2)键相连的果糖构成,葡萄糖作为侧链以 α 构型连接在果糖上,这种以果糖为主的多糖在黄精中比较罕见;多糖II主要由甘露糖和半乳糖组成,这两个糖之间由1 \rightarrow 6键连接,多糖III为部分被乙酰化的果胶^[1]。而黄精多糖的水提物中主要含有中性多糖、酸性多糖和糖蛋白复合物,其主要特征是均含有较高量的半乳糖^[4]。

2 黄精多糖的功能活性

2.1 抗氧化与抗衰老

氧化可造成机体自由基泛滥,进而引起代谢缓慢、障碍,细胞损伤、衰老等。大量研究提示,黄精多糖可增强细胞活性、促进细胞生长、对多种形式的氧化损伤和细胞衰老具有保护作用^[5-13]。

2.1.1 抗脂质过氧化

丙二醛(malondialdehyde, MDA)作为机体脂质过氧化反应的产物,可以反映机体细胞氧化损伤的程度。黄精多糖对大鼠抗氧化作用实验表明 PSP 能明显降低大鼠血清、骨骼肌 MDA 含量,有效对抗脂质过氧化^[7]。黄精多糖还表现出对小鼠低氧、复氧脂质过氧化损伤的保护作用^[8]。

2.1.2 抗自由基

自由基能与体内的 DNA、蛋白质、碳水化合物、脂质等大分子物质发生反应,损坏其功能,引起衰老和疾病。大量研究证明,多糖类物质可通过清除或抑制自由基表现出抗氧化活性,其原因可能是黄精多糖中含有较高含量硒^[9]。

2.1.3 调节氧化防御相关酶活性

正常情况下,体内存在的氧化防御系统如超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD),谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)等,能对抗氧化应激、清除体内自由基、降低过氧化物的含量,从而起到抗衰老作用。因此, SOD、GSH-Px、 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATP}$ 、 $\text{Ca}^{2+}\text{-ATP}$ 等酶活性的高低可间接反映机体抗氧化和抗衰老活性水平。衰老小鼠模型实验发现黄精多

糖可增强老龄小鼠血液中 SOD 和 GSH-Px 的活性,同时能明显提高小鼠脑细胞中 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATP}$ 酶及 $\text{Ca}^{2+}\text{-ATP}$ 酶的活性,防止细胞内 Ca^{2+} 超载从而起到抗衰老的作用^[10]。利用健康成年大鼠和老龄大鼠为研究对象也得到了类似结果,实验发现 PSP 处理组抗氧化酶 SOD 和 GSH-Px 活性明显提高,而过氧化脂质(lipid peroxide, LPO)、脂褐质(lipofuscin, LF)、B型单胺氧化酶(B-type monoamine oxidase, MAO-B)水平明显下降^[7, 11]。

小鼠线粒体 DNA(mtDNA)损伤呈增龄性积累,且增龄过程中线粒体 DNA 损伤及其修复基因表达与衰老之间存在高度的相关性,利用小鼠亚急性衰老模型研究药物处理对小鼠呼吸链酶复合体 I、II+III 活性及 DNA 聚合酶 γ mRNA 表达的影响的实验发现,黄精多糖可以通过改善肝线粒体能量代谢,降低 DNA 聚合酶 γ mRNA 表达,提高呼吸链酶复合体 I、II+III 活性而起到延缓衰老的作用^[12]。

端粒是保护真核细胞染色体末端的“帽子”,端粒酶是一种特殊的逆转录酶,它可以自身为模板合成端粒,人类端粒酶逆转录蛋白的成功重组显示端粒酶和端粒缩短与细胞衰老存在着密切的联系。实验发现,黄精多糖可提高衰老小鼠脑及性腺组织端粒酶活性,这可能是黄精延缓衰老的机制所在^[13]。

2.2 免疫调节

迟发型超敏反应是由特异性致敏效应 T 细胞介导的细胞免疫反应,环磷酰胺(Cy)为较强的免疫抑制剂,可导致迟发型变态反应(DTH)低下,而黄精多糖能拮抗 Cy 降低的 DTH 反应,使小鼠的耳肿胀度恢复至正常水平^[14]。黄精水提粗多糖的脾淋巴细胞转化实验也显示 PSW3A-1(酸性多糖)、PSW4A 和 PSW5B(糖蛋白)具有提高小鼠非特异性免疫功能的作用^[4]。

2.3 抗肿瘤

肿瘤是威胁人类生命健康的三大疾病之一,大量体内外实验表明黄精多糖对小鼠 H_{22} 实体瘤、 S_{180} 腹水瘤、人乳腺癌细胞株(MCF-27)、小鼠移植瘤 Heps、Eac 的生长和增殖有显著地抑制作用,并呈现良好的浓度-效应依赖关系^[15, 16],具有很好的抗肿瘤应用前景。研究还发现经黄精多糖灌胃的荷瘤小鼠的脾脏指数和胸腺指数显著增加,由此推测增强免疫

功能可能是黄精多糖抗肿瘤的途径之一^[16]。

2.4 调节血糖和血脂

黄精多糖具有调节血糖血脂的作用。一定剂量黄精多糖可显著降低高脂血症动物模型血清总甘油三酯(TG)和总胆固醇(TC)含量,其降脂作用可能与黄精多糖的抗氧化损伤、免疫调节、抑制炎症因子有关^[17]。也有实验显示黄精多糖能降低四氧嘧啶(ALX)诱导的糖尿病模型小鼠血糖水平,升高模型小鼠血清胰岛素含量,降低血清和肝脏 NO 和 NOS,但对血清 TG、TC 浓度没有显著影响,推测其降低血糖的作用可能与升高血清胰岛素含量、降低血清、肝脏的 NO 和 NOS 水平有关^[18]。链脲菌素(STZ)诱导的糖尿病大鼠降血糖研究表明黄精多糖能够降低 STZ 糖尿病大鼠血糖,提高胰岛素表达水平,其机制可能与其抑制胰岛细胞凋亡,下调 Caspase3 表达有关^[19]。

2.5 抗疲劳

黄精多糖有抗疲劳的作用。小鼠游泳实验、爬杆实验显示灌喂黄精多糖的小鼠爬杆时间和游泳时间显著提高,血乳酸、血清尿素氮明显降低,肝糖原、肌糖原含量显著性提高,表明黄精多糖具有延缓疲劳的作用,其可能是通过抑制血清尿素氮的产生起到消除疲劳的作用^[20]。在力竭训练大鼠方面的研究也得到类似结果^[21]。

2.6 抗病毒

黄精多糖对单纯疱疹病毒有较强的抗性,有研究表明,在对 Vero 细胞无毒性浓度下,黄精多糖对单纯疱疹病毒 1 型(Stoker 株)和 2 型(333 株和 Sav 株)均有显著地抑制作用,据 MTT 染色的结果推断,黄精多糖能显著提高感染病毒的 Vero 细胞活力,对细胞有保护作用,实际应用中也发现黄精多糖滴眼液能治疗家兔单纯疱疹性角膜炎,且疗效优于无环鸟苷^[22]。

2.7 抑菌和抗炎

黄精多糖的功能活性还表现在对某些细菌具有一定的抑制作用。滤纸片法和杯碟法抑菌实验表明黄精多糖对金黄色葡萄球菌、白葡萄球菌、大肠杆菌、蜡样芽孢杆菌、沙门氏菌以及副伤寒杆菌有较强地抑制效果,同时能抑制二甲苯引起的小鼠耳肿胀,与对照组比较有明显差异($P < 0.01$),具有一定的抗炎作用^[3]。黄精多糖的抑菌和抗炎作用在多糖抗菌素或多

糖抗菌增效剂的研究领域中有着重要的理论及应用意义。

3 黄精多糖的应用前景

随着社会的发展,老龄人口迅速增加,社会老龄化问题日益突出,当前,老年人的保健和老年性多发病的防治已成为全世界共同关心的问题。鉴于黄精多糖具有上述的各种生物学功能和活性,黄精多糖在医药、保健以及疾病预防和辅助治疗中扮演着重要的角色。

3.1 黄精多糖在疾病预防与辅助治疗方面的应用前景

3.1.1 预防和治疗动脉粥样硬化

冠状动脉粥样硬化是心血管系统疾病中最常见的类型,动脉粥样硬化(AS)严重影响人类的身体健康和和生活质量,高血脂是导致动脉硬化的一个重要因素。AS 是以动脉壁内 AS 斑块不断累积为特征的慢性、进展性疾病。要从根本上预防心血管事件的发生就必须使已出现的 AS 斑块逆转或彻底消退,这与阻止且逆转 AS 的发展与降低 LDL-C 水平并升高 HDL-C 水平密切相关^[23]。炎症也是 AS 病理机制之一,C-反应蛋白(CRP)是重要的炎症标志物活化因子,大量流行病学研究表明 CRP 是 AS 的重要危险因素。实验发现黄精多糖能抑制实验性 AS 家兔血清 IL-6 及 CRP 的升高,从而阻止血管内皮炎症反应的发生发展,具有抑制实验性 AS 形成和消退 AS 斑块的作用^[24]。

3.1.2 预防和治疗老年性痴呆

阿兹海默病(Alzheimer's disease, AD)是老年人中发病率高、危害性大的中枢神经系统退行性疾病之一,也是最常见的一种老年性痴呆。AD 发病机制十分复杂,神经元及突触的丢失、变性及异常凋亡是其主要的病理特征。AD 最先损伤控制记忆脑区的神经元,包括海马及相关结构。实验发现,黄精多糖能保护 APP 转基因小鼠海马 CA1 区突触结构,其机制可能与黄精多糖减少氧化损伤及炎症反应,防治轴突漏等作用有关^[9]; Morris 水迷宫行为学检测和组织病理学结果表明黄精多糖可显著改善 AD 模型大鼠的学习记忆能力、减少海马区细胞凋亡的发生,对 AD 有一定的治疗作用^[25]。

3.1.3 治疗帕金森病

帕金森病(Parkinson disease, PD)是一种以中脑黑质纹状体系统的多巴胺能神经元变性,导致分泌的多巴胺递质降低,引起静止震颤、四肢僵硬、运动迟缓及体位不稳为主的锥体外系疾病。黄精多糖治疗6-羟基多巴胺诱导的PD大鼠的研究表明黄精多糖具有明显改善PD大鼠行为的作用,机制可能与黄精多糖上调过氧化物酶体增殖物激活受体- γ (peroxisome proliferator-activated receptor- γ , PPAR- γ)表达相关,进而抑制炎症反应和细胞凋亡,促进多巴胺神经元的再生。黄精多糖是治疗实验性PD的有效药物,基于其多靶点、毒副作用小、协同效果好等优势,有望成为神经退行性疾病(包括AD和PD在内)的临床用药^[26]。

3.1.4 改善抑郁

利用小鼠慢性应激抑郁模型,观察黄精多糖对小鼠行为学、脑内5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT)、多巴胺(dopamine, DA)、去甲肾上腺素(norepinephrine, NE)三种单胺类神经递质及血清中白介素-2(interleukin-2, IL-2)的影响,结果表明,黄精多糖可以改善慢性应激抑郁模型小鼠的抑郁行为,具有一定的改善抑郁症状的作用,同时黄精多糖可以提高抑郁模型小鼠脑内单胺类神经递质(5-HT、DA)的含量及降低抑郁模型小鼠血清中IL-2的水平,推测这可能是其改善抑郁症状的作用机制之一,在抑郁症辅助治疗方面很有开发前景^[27]。

3.2 黄精多糖在功能食品中的应用前景

黄精自古以来为药食兼用,具有“宽中益气,使五脏调和;肌肉充盈,骨髓坚强,其力倍增;多年不老,颜色显明;发白更黑,齿落更生”之功效,被称为“仙人余粮”、“救命草”等。作为黄精主要活性成分的黄精多糖对多种形式的氧化损伤和细胞衰老具有保护作用^[5-13],为功能食品的开发研制奠定了理论基础和应用基础。

黄精首乌酒、黄精枸杞酒、黄精紫河车汤、黄精花粉汤和黄精二子丸等都是黄精为主的著名食补方剂。在民间有采用黄精炖精肉、黄精蒸鸡、黄精莲子薏米粥和黄精炖排骨等,来调养滋补身体和补益强身的^[28]。如黄精鸡翅,是取黄精、鸡翅、大豆、核桃仁、海带按一定顺序放入砂锅中蒸煮出来的,具有健脾润肺、滋阴益精、补脑增寿的作用,是补肺佳品;黄精瘦肉粥是将黄精、粳米、肉丁煮至肉烂粥稠然后调

味而成,适用于气血不足、食欲不振、腹胀、自汗、心悸等症,经常服用可使肌肤润泽容颜不老^[29]。如今,在生活中也有许多由黄精制成的滋补食品,像土特产地藏黄精片,黄精蜜脯,黄精口服液等,食用上可烧、炒、泡、煮、蒸,吃法多样,可单独使用,也可与其食品或补品配伍^[30]。汪建国的黄精保健黄酒是在传统黄酒酿造的后道工序中加入黄精提取液调和而成,适量饮用具有增加免疫功能及抗衰老的作用^[31]。

在功能食品研制方面,研究者以黄精为主要原料进行了一些有益的探索,如高景曦的“可溶性黄精红景天功能食品”,具有抗衰老、抗疲劳、提高免疫力、保护心脑血管和调节血糖作用(专利号:2004100603715);海燕翔的“一种含黄精、积雪草的增强免疫力的功能性食品”,具有补气益肾、增强免疫力、抗疲劳、抗衰老作用(专利号:2012101172167)。其它还有黄精保健饮料^[30]、黄精蛋糕(专利号031329128)、黄精保健面条(专利号:2005100744915)、黄精酸奶^[32]等的开发和利用。另外,也有将黄精做成食品添加剂的,陈光标将经挑拣、淘洗、刮剪、湿润、切片、干燥、蒸制、粉碎、过筛等程序得到的黄精,制备黄精食品添加剂,这为黄精的食用带来极大便捷(专利号:2003101226488)。

现代社会人口的增长、环境的污染、竞争的加剧给人们带来种种的压力和担忧,很多人出现免疫力下降、未老先衰等亚健康现象,健康和长寿成为人们追求的目标,维持健康和延缓衰老的功能食品成为时尚需求。黄精多糖集植物性、功能性、天然性于一体,符合人体健康追求,具有很大应用潜力。把黄精做成添加剂或片状加入一些食谱中,作为百姓平日膳食中的常用品,和其他食物配伍,可以做到此消彼长,相互促进的作用。作者在九华山地区调研,发现当地老百姓几乎家家都将黄精作成茶余饭后的各种小点,用来招待亲朋好友,还有一些饭店开发出了招牌黄精宴。突破这种小作坊式的模式,利用黄精多糖开发抗衰老、抗氧化、调节机体免疫等功能食品、保健品及药物具有现实意义和非常广阔的市场前景。

参考文献

- [1] 方圆. 黄精多糖和低聚糖的分离与结构解析[D]. 江南大学, 2011.
Fang Y. Separation and structural analysis of Polygonatum polysaccharides and oligosaccharides [D]. Jiangnan University, 2011.

- [2] 祝凌丽, 徐维平. 黄精总皂苷和多糖的药理作用及其提取方法的研究进展[J]. 安徽医药, 2009, 13(7): 719-722.
Zhu LL, Xu WP. Research progress of pharmacological effects and extraction methods of Polygonatum total saponins and polysaccharides [J]. Anhui Med Pharm J, 2009, 13 (7): 719-722.
- [3] 郑春艳, 汪好芬, 张庭廷. 黄精多糖的抑菌和抗炎作用研究[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2010, 33(3): 272-275.
Zheng CY, Wang HF, Zhang TT. Studies on the Anti-Microbial and Anti-Inflammatory Activities of Polygonatum Cyrtonea Hua. Polysaccharides [J]. J Anhui Norm Univ (Nat Sci), 2010, 33 (3): 272-275.
- [4] 刘柳, 郑芸, 董群等. 黄精中的多糖组分及其免疫活性[J]. 中草药, 2006, 37(8): 1132-1134.
Liu L, Cheng Y, Dong Q. Polysaccharide from Polygonatum sibiricum and their immunological activities [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2006, 37 (8): 1132-1134.
- [5] 陈广, 严士海. 黄精多糖对过氧化氢致血管内皮细胞损伤的保护作用[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(3): 623-624.
Chen G, Yan SH. Protective effects of Polygonatum polysaccharide on vascular endothelial cell injury induced by hydrogen peroxide [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2011, 22 (3): 623-624.
- [6] 文珠, 胡国柱, 俞火等. 黄精多糖干预长春新碱抑制骨髓基质细胞增殖的研究[J]. 中华中医药杂志, 2011, 26(7): 1630-1632.
Wen Z, Hu GZ, Yu F. Study the intervention of polygonatum sibiricum polysaccharides on proliferation of bone marrow stromal cells inhibited by VCR [J]. China J TCM Pharm, 2011, 26 (7): 1630-1632.
- [7] 王玉勤, 吴晓岚, 张广新, 等. 黄精多糖对大鼠抗氧化作用的实验研究[J]. 中国现代医生, 2011, 49(5): 6, 11.
Yu QW, Wu XL, Zhang GX, et al. Antioxidant effects of Polygonatum polysaccharide in rats [J]. China Mod Doct, 2011, 49(5): 6, 11.
- [8] 文德鉴, 陈国栋, 朱云超, 等. 黄精提取物对小鼠低氧/复氧损伤的保护作用[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(4): 959-960.
Wen DJ, Chen GD, Zhu YC, et al. Protection effects of Polygonatum extract on Hypoxia/reoxygenation injury [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2008, 19 (4): 959-960.
- [9] 成威, 田伟, 李友元, 等. 黄精多糖对 APP 转基因小鼠海马 CA1 区突触结构的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(10): 165-167.
Cheng W, Tian W, Li YY, et al. Effects of Polygonatum polysaccharose upon Synapse Structure in Hippocampus's CA1 Region of APP Transgenic Mice [J]. Chin J Exp Tradit Med Formulae, 2010, 16 (10): 165-167.
- [10] 王爱梅. 黄精对 D-半乳糖所致衰老小鼠的抗衰老作用研究[J]. 长春中医药大学学报, 2008, 7(2): 137-138.
Wang AM. Anti-aging effects of Polygonatum upon D-galactose induced aging mice [J]. J Changchun Univ Tradit Chin Med, 2008, 7 (2): 137-138.
- [11] 刘萍. 黄精多糖对老龄大鼠老化相关酶的影响[J]. 华西医学, 2010, 25(7): 1259-1261.
Liu P. Effect of Polygonatum sibiricum polysaccharides on enzymes related to the aging of aged Rats [J] West China Med J, 2010, 25 (7): 1259-1261.
- [12] 张涛, 金英, 魏晓东等. 黄精多糖对衰老小鼠肝线粒体呼吸链酶及 DNA 聚合酶 γ 表达的影响[J]. 中国老年学杂志, 2009, 8(16): 2076-2077.
Zhang T, Jin Y, Wei XD. Effects of Polygonatum polysaccharide on respiratory chain enzymes of liver mitochondrial and DNA γ polymerase in aging mouse [J] J Chin Gerontol, 2009, 8 (16): 2076-2077.
- [13] 李友元. 衰老小鼠组织端粒酶活性变化及黄精多糖的干预作用[J]. 医学临床研究, 2005, 22(7): 894-895.
Li YY. The change of telomerase activity in aging mice tissue and the interference of Polygonatum sibiricum [J]. J Clin Res, 2005, 22 (7): 894-895.
- [14] 张庭廷, 夏晓凯, 陈传平, 等. 黄精多糖的生物活性研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2006, 12(7): 42-45.
Zhang TT, Xia XK, Chen CP, et al. Biological activities of polysaccharides from Polygonatum sibiricum redoute [J]. Chin J Exp Traditl Med Formulae, 2006, 12 (7): 42-45.
- [15] 江华. 黄精多糖的抗肿瘤活性研究[J]. 南京中医药大学学报, 2010, 26(6): 479-480.
Jiang H. The study of anti-tumour activity of rhizoma polygonati [J]. J Nanjing TCM Univ, 2010, 26(6): 479-480.
- [16] 叶红翠, 张小平, 余红, 等. 多花黄精粗多糖抗肿瘤活性研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2008, 14(6): 34-36.
Ye HC, Zhang XP, Yu H, et al. Study on anti-tumor function of polysaccharide from Polygonatum cyrtonea Hua [J]. Chin J Exp Tradit Med Formulae, 2008, 14(6): 34-36.
- [17] 王建新. 黄精降糖降脂作用的实验研究[J]. 中国中医药远程教育, 2009, 7(1): 93-94.
Wang JX. Experimental study of blood glucose and lipid-lowering effects of Polygonatum polysaccharose [J]. Chin Med Mod Dist Educ China, 2009, 7(1): 93-94.
- [18] 徐茂红, 李卫平, 公惠玲. 黄精多糖对四氧嘧啶糖尿病模型小鼠糖脂代谢的影响[J]. 安徽医药, 2009, 13(3): 263-265.
Xu MH, Li WP, Gong HL. Effects of polygonatum-polysaccharose on blood glucose and lipid level of diabetic mice induced by alloxan [J]. Anhui Med Pharm J, 13 (3): 263-265.
- [19] 公惠玲, 李卫平, 尹艳艳, 等. 黄精多糖对链脲菌素糖尿病大鼠降血糖作用及其机制探讨[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(9): 1149-1154.

- Gong HL, Li WP, YIN YY, *et al.* Hypoglycemic activity and mechanism of polygona-polysaccharose on diabetic rat model [J]. *China J Chin Mater Med*, 2009, 34(9): 1149–1154.
- [20] 刘诗琼. 黄精多糖对小鼠抗疲劳作用的实验研究[J]. *中国当代医药*, 2009, 16(10): 31–32.
- Liu SQ. Effects of polysaccharides from *Polygonatum* on fatigue in mice [J]. *China Mod Med*, 2009, 16(10): 31–32.
- [21] 毛雁, 马兰军, 熊正英. 黄精对力竭训练大鼠血清酶活性及某些生化指标的影响[J]. *第四军医大学学报*, 2007, 28(20): 1842–1844.
- Mao Y, Ma LJ, Xiong ZY. Effects of *Polygonatum sibiricum* Red on activities of serum enzymes and some biochemical indices in exhausted rats during endurance training [J]. *J Fourth Milit Med Univ*, 2007, 28(20): 1842–1844.
- [22] 辜红梅. 黄精多糖的抗单纯疱疹病毒作用[J]. *应用与环境生物学报*, 2003, 9(1): 21–23.
- Gu HM. Polysaccharide from *Polygonatum cyrtoneura* Hua against herpes simplex virus in vitro [J]. *Chin J Appl Environ Biol*, 2003, 9(1): 21–23.
- [23] Nissen SE, Nicholls SJ, Sipahi I, *et al.* Effect of very high-intensity statin therapy on regression of coronary atherosclerosis: the ASTEROID trial [J]. *J Am Med Assoc*, 2006, 295: 1556–1565.
- [24] 张萍, 刘丹, 李友元. 黄精多糖对动脉粥样硬化家兔血清 IL-6 及 CRP 的影响[J]. *医学临床研究*, 2006, 23(7): 1100–1101.
- Zhang P, Liu D, Li YY. Effects of Polygona-polysaccharose on atherosclerosis rabbit serum IL-6 and CRP [J]. *J Clin Res*, 2006, 23(7): 1100–1101.
- [25] 吴石星. 黄精多糖对 AD 大鼠学习记忆能力和海马细胞凋亡的影响[D]. 中南大学, 2009.
- Wu SX. Effects of Polygona-polysaccharose on learning and memory ability and hippocampal cell apoptosis of AD rat [D]. *Central South University*, 2009.
- [26] 陈娟, 李友元, 田伟, 等. 黄精多糖对帕金森病大鼠脑组织中 PPAR- γ 表达的影响[J]. *现代生物医学进展*, 2010, 10(5): 814–817.
- Chen J, Li YY, Tian W, *et al.* Effect of Polygona-Polysaccharose (PP) on expression of PPAR- γ in brain tissue of rats with Parkinson disease [J]. *Prog Mod Biomed*, 2010, 10(5): 814–817.
- [27] 陈辰. 黄精多糖对慢性应激抑郁小鼠模型行为学的影响及其可能机制[D]. 安徽医科大学, 2009.
- Chen C. Effect of Polygona-polysaccharose on behavior of chronic stress depression mice model and its possible mechanism [D]. *Anhui Medical University*, 2009.
- [28] 杨智孚, 张峰. 补品补药与补益良方[M]. 北京: 金盾出版社, 1987.
- Yang ZF, Zhang F. *Cordial tonic and tonic recipe* [M]. Beijing: Jin Dun Press, 1987.
- [29] 许克勇, 刘凤琴. 黄精滋补食品的开发与研究[J]. *食品研究与开发*, 1998, 20(4): 34–36.
- Xu KY, Liu FQ. Development and research of *Polygonatum* nourishing food [J]. *Food Res Dev*, 1998, 20(4): 34–36.
- [30] 王娣. 天然黄精莴笋保健饮料的研制[J]. *酿酒*, 2006, 33(4): 90–92.
- Wang D. Study on processing natural beverage from Rhizome *Polygonatum* and Lettuce [J]. *Liquor Making*, 2006, 33(4): 90–92.
- [31] 汪建国. 黄精保健黄酒的研制[J]. *江苏调味副食品*, 2008, 25(4): 35–37.
- Wang JG. Study on the fermentation health care yellow rice wine with King Solomonseal Rhizome [J]. *Jiangsu Condiment Subsidiary Food*, 2008, 25(4): 35–37.
- [32] 吕嘉枋, 马亚宁. 黄精酸奶的研制[J]. *中国酿造*, 2006, 11: 78–79.
- Lv JL, Ma YN. Preparation of the *Polygonatum sibiricum* yoghurt [J]. *China Brewing*, 2006, 11: 78–79.

(责任编辑: 张宏梁)

作者简介



张艳贞, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为生物化学与功能因子。

E-mail: yanzhen@ygi.edu.cn