

张瑛毓, 王丹阳, 孙源, 等. 黄精改善神经功能及产业应用进展 [J]. 食品工业科技, 2023, 44(21): 450–457. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023010144

ZHANG Yingyu, WANG Danyang, SUN Yuan, et al. Research Progress in Improving Nervous System Function and Industrial Application of *Polygonati rhizoma*[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(21): 450–457. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023010144

· 专题综述 ·

黄精改善神经功能及产业应用进展

张瑛毓^{1,2}, 王丹阳¹, 孙源^{1,3,4}, 刘佳萌¹, 孙晶¹, 白亚娟^{1,2,3}, 吉建邦^{2,3,5},
卢聪^{1,2,3,*}, 范蓓^{1,3,*}, 王凤忠^{1,2,3,*}

- (1. 中国农业科学院农产品加工研究所, 北京 100193;
2. 三亚中国农业科学院国家南繁研究院, 海南三亚 572025;
3. 海南省农业科学院三亚研究院, 海南三亚 572025;
4. 福建农林大学食品科学学院, 福建福州 350000;
5. 海口市槟榔加工研究重点实验室, 海南海口 571199)

摘要: 作为一种传统的食药同源物质, 黄精含有多糖、黄酮、甾体皂苷和生物碱等多种成分, 化学组成丰富, 具有抗氧化、免疫调节、神经保护等功效, 生物活性广泛。近年来, 黄精改善神经系统功能报道受到关注。本文对近十年黄精水提物、黄精多糖和黄精皂苷在改善认知、抗抑郁和改善睡眠方面的研究进行阐述, 作用机制涉及调节神经递质表达、抑制脂质过氧化、提升中枢胆碱能系统功能、影响海马结构和功能等, 同时分析了目前黄精产业开发现状, 以期黄精用于神经调节类功能产品的研发提供参考。

关键词: 黄精, 神经功效, 作用机制, 产业应用

中图分类号: R285

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2023)21-0450-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2023010144

本文网刊:



Research Progress in Improving Nervous System Function and Industrial Application of *Polygonati rhizoma*

ZHANG Yingyu^{1,2}, WANG Danyang¹, SUN Yuan^{1,3,4}, LIU Jiameng¹, SUN Jing¹, BAI Yajuan^{1,2,3},
JI Jianbang^{2,3,5}, LU Cong^{1,2,3,*}, FAN Bei^{1,3,*}, WANG Fengzhong^{1,2,3,*}

- (1. Institute of Food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;
2. Sanya National Research Institute of Southern Reproduction, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Sanya 572025, China;
3. Sanya Institute, Hainan Academy of Agricultural Sciences, Sanya 572025, China;
4. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350000, China;
5. Haikou Key Laboratory of Areca Processing Research, Haikou 571199, China)

Abstract: As a traditional Chinese medicine with food and drug homology, *Polygonati rhizoma* is rich in the chemical components including polysaccharides, flavonoids, steroidal saponins, alkaloids and so on. It has a variety of biological activities, such as anti-oxidation, immunoregulation, neuroprotection, etc. In recent years, the reports about the neuroprotection of *Polygonati rhizoma* have received wide attention. This paper reviews the research progress on improving cog-

收稿日期: 2023-02-01

基金项目: 国家重点研发计划 (2022YFD1600303); 三亚中国农业科学院国家南繁研究院南繁专项 (YYLH05); 中国农业科学院基本科研业务费专项院级统筹项目 (Y2022LM09); 中国农业科学院农产品加工研究所创新工程 (CAAS-ASTIP-2023-IFST); 中国农业科学院农产品加工研究所创新工程院所重点任务 (CAAS-ASTIP-G2022-IFST-04)。

作者简介: 张瑛毓 (1995-), 女, 博士研究生, 研究方向: 食品功能因子挖掘及功效研究, E-mail: zhangyy0427@163.com。

*** 通信作者:** 卢聪 (1989-), 女, 博士, 副研究员, 研究方向: 食品功能因子挖掘、功效评价及机制研究, E-mail: lucong198912@126.com。

范蓓 (1981-), 女, 博士, 研究员, 研究方向: 食品功能因子功效评价及功能性产品开发, E-mail: fanbei517@163.com。

王凤忠 (1972-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 农产品时空多维品质评价及综合利用研究, E-mail: wangfengzhong@sina.com。

nition, anti-depressant and improving sleep of *Polygonati rhizoma* aqueous extracts, polysaccharides and saponins in the past decade. The mechanisms involve anti-inflammation, antioxidant, regulating neurotrophic factors, regulating neurotransmitters, regulating neuroplasticity, promoting the activity of the central cholinergic system, affecting the structure and function of the hippocampus and so on. At the same time, this paper also analyzes the development status of *Polygonati rhizoma*, which provide reference for the research and development of *Polygonati rhizoma* with the neuroregulatory functional products.

Key words: *Polygonati rhizoma*; neuroprotection; mechanism of action; industrial application

黄精(*Polygonati rhizoma*)是百合目百合科黄精属多年生草本植物,2020 版《中国药典》^[1]将其分为黄精(*Polygonatum sibiricum* Red)、滇黄精(*Polygonatum kingianum*)和多花黄精(*Polygonatum cyrtoneura* Hua)3 种基原植物。作为一种传统中药材,黄精的药用价值首记载于陶弘景的《名医别录》,并于 2002 年被卫生部收录在既是食品又是中药材物质目录,兼具药食两用功能。当前,黄精产业进入到一个全面发展的时期。在 1990~2000 年间,黄精全国需求量在 1000 t 以下,每年以 12.9% 的速度增加,2018 年底全国需求量已升至近 6000 t;全国黄精产量以每年约 12.0% 的速度增加,截止 2020 年达 24000 t^[2],因此,加大对黄精的研究及开发力度非常符合当前黄精产业的发展需求。黄精含多糖、皂苷、黄酮、甾体、氨基酸、木脂素、挥发油等多种化学成分,具有抗疲劳、抗氧化、抗糖尿病、抗骨质疏松、免疫调节、抗肿瘤、保肝等功效^[3]。近年来研究表明,黄精可调节神经系统功能,具备神经保护作用^[4]。本文通过 PubMed、ScienceDirect、中国知网数据库,综述了黄精中的化学成分和神经调节的功效物质基础,并汇总了目前黄精产品开发情况,以期为黄精进一步的产业开发利用提供参考。

1 黄精功效的文献分析

利用 CNKI 的中国学术文献网络出版总库进行文献检索。点击“高级搜索”,在“主题搜索”中输入“黄精”、“滇黄精”和“多花黄精”,同时并含输入“作用”,时间设定为 2010 年 10 月至 2022 年 12 月,通过对黄精等三种药材、黄精等药材所含成分及黄精等提取液相关的功能作用和临床应用的筛选,获得 12 年发表的有关黄精功效方面的中文文献共有 348 篇;在 PubMed 中以“*Polygonatum sibiricum*”、“*Polygonatum kingianum*”和“*Polygonatum cyrtoneura* Hua”为关键词进行文献检索,通过筛选摘要和全文,获得 2010~2022 年来黄精功效研究相关的英文文献共有 56 篇。在 ScienceDirect 中进行文献检索,筛选得到 2010~2022 年来黄精功效研究相关的英文文献共有 134 篇。从中英文文献分析,黄精功能包括抗氧化、神经活性、治疗糖尿病、调节免疫、保护心肺肾、防治骨质疏松、治疗男性不育症、抗炎、抗癌、抗肿瘤等方面,功效研究总况见图 1。本文重点对黄精发挥神经功效方面的研究进展进行分析。

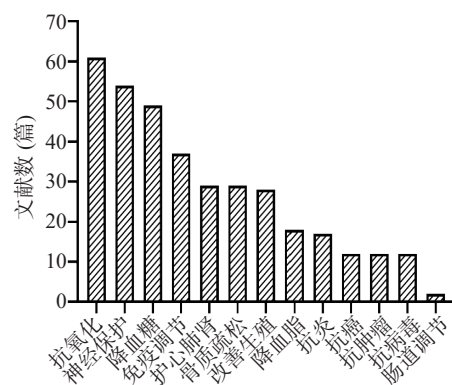


图 1 黄精功效研究文献数量

Fig.1 Literature number of pharmacological studies about *Polygonati rhizoma*

2 黄精改善神经功能的功效物质

2.1 黄精中的活性物质

2.1.1 多糖 多糖是黄精中的主要成分,因多糖分子量较大且结构复杂,对其结构研究较少,仅限于初级结构水平上的研究^[5]。虽然黄精 3 种基原植物中多糖的单糖组成存在一定差异,但均含有半乳糖、鼠李糖、甘露糖、葡萄糖、果糖、阿拉伯糖,以及少量的木糖和糖醛酸^[6-7]。此外不同产地、不同生长年限的黄精多糖含量存有一定差异。涂明峰等^[8]对 8 个产地的多花黄精中多糖等化学成分进行比较,发现江西宜春多糖含量最高可达 14.77%,湖南湘西含量低至 2.66%,而且生长年限越长的黄精多糖含量越高。

黄精多糖具有调节免疫、清除自由基、激活糖代谢通路等多种功效。Wang 等^[9]分离得到四种黄精多糖 PSP1、PSP2、PSP3 和 PSP4,研究发现以上四种黄精多糖在体外均具吞噬活性,其中 PSP3 在体内具有免疫调节功能。Li 等^[10-11]从黄精中提取分离 β -构型的酸性多糖(HBSS、CHSS、DASS、CASS),在评价该黄精多糖的抗氧化和抗菌活性中,发现 DASS 具有出色的清除羟基、ABTS 及 DPPH 自由基的能力,且具有较强还原能力和 Fe^{2+} 螯合能力,认为 DASS 是天然抗氧化剂。Li 等^[12]从滇黄精中分离多糖 PKPs-1,发现该多糖可通过激活 PI3K/AKT 信号通路调节糖尿病小鼠葡萄糖代谢,具有显著的降血糖活性,可改善胰岛素耐受性,影响血脂代谢。杜青等^[13]发现黄精多糖可通过调控 RAW 264.7 细胞 $\text{TNF-}\alpha/\text{IL-6/iNOS}$ 信号通路的表达,发挥免疫调节作用。

2.1.2 黄酮 黄精中黄酮类化合物大多是从根茎中

分离得到,根据母核结构不同包括高异黄酮类、异黄酮类、黄酮类、查尔酮类、二氢黄酮类和紫檀烷类^[14]。其中,高异黄酮类是黄精属植物的一类特征性成分。不同产地和不同生长年限的黄精黄酮含量有一定差异。卢志华^[15]研究发现3年生和5年生黄精黄酮含量分别为1.77 mg/g和10.73 mg/g,5年生黄精中黄酮的含量显著高于3年生黄精。

黄精黄酮可增强胰岛素敏感性、对癌细胞有细胞毒性。张凯等^[16]比较探究黄精、玉竹中生物活性成分,发现4,5,7-三羟基-6,8-二甲基高异黄酮对肿瘤细胞K562、A549和HCT-15具有细胞毒性,对人白细胞弹性蛋白酶和二氢乳清酸脱氢酶有一定的抑制作用,高异黄酮类化合物的生物活性与其取代基的类型及位置有关。Wang等^[9]从多花黄精中分离出异黄酮和高异黄酮polygonatone H,并发现polygonatone H对人体肿瘤细胞HL-60、SMMC7721、A-549、MCF-7和SW-480具有较强的细胞毒性。郭凯丽等^[17]研究表明,陕产黄精总黄酮具有较强的抗氧化能力。

2.1.3 皂苷 黄精皂苷主要包括甾体皂苷类和三萜皂苷类两大类,其中甾体皂苷为特征性成分,又分为呋喃甾烷类皂苷和螺旋甾烷类皂苷^[18]。不同产地、不同品种的黄精中总皂苷含量差异较大。钱华丽等^[19]检测了29份不同产地和品种的黄精总皂苷含量,药用部位皂苷含量为1.82%~6.49%,均值为3.23%,差异较大。

黄精皂苷具有抗癌、抗炎、抗HIV等药理作用。Ahn等^[20]从黄精中分离出螺甾烷醇型皂苷neosibiricoside A、neosibiricoside B、neosibiricoside C和异螺甾烷醇型皂苷neosibiricoside D,均对人体乳腺癌细胞具有细胞毒性。Tang等^[21]从黄精中分离出一种螺甾烷醇型和三种异螺甾烷醇型皂苷,经RAW 264.7细胞系的MTT试验,发现其具有抗炎活性。Li等^[22]从滇黄精中分离得到6个甾体皂苷化合物,其中kingianoside A和kingianoside C具有抗HIV活性。

2.2 神经功效及作用机制

黄精中含有多种化学成分,其中具有改善神经功能的药理研究集中于黄精水提物、黄精多糖和黄精皂苷(见表1),主要神经功效有:治疗神经退行性疾病、抗抑郁以及改善睡眠。

2.2.1 治疗神经退行性疾病 神经退行性疾病是由大脑和脊髓退行性变形而产生的疾病,往往伴随着神经炎症的产生、神经元损伤或缺失、线粒体自噬等^[23]。常见神经退行性疾病有阿尔兹海默症(Alzheimer's disease, AD)、帕金森病(Parkinson's disease, PD),主要表现为学习能力下降、记忆衰退、情绪多变等。目前对神经退行性疾病的治疗以化学药物为主,尚无治愈案例。

首先,黄精及其复方的水提物具有改善AD、

PD和改善学习记忆能力的作用,其作用机制涉及保护神经元、触发胆碱能受体、提高神经营养因子含量、抗氧化等。如黄精地龙提取液(2、4、8 g/kg·d)可增加AD大鼠大脑S1Tr区、海马CA1、CA3区神经元数量,提高大脑内烟碱型和M1型乙酰胆碱受体的mRNA和蛋白表达水平,说明黄精地龙提取液能够保护大脑认知学习记忆相关脑区中的神经细胞,触发烟碱型和M型乙酰胆碱受体效应,提高中枢乙酰胆碱(ACh)含量,升高中枢胆碱能系统活性,从而起到改善AD大鼠行为和学习记忆能力的作用^[24-25]。黄精地龙方还可以通过抑制自由基的生成,保护神经元免受氧化应激的伤害,进而防治AD^[26]。黄精水提物(15、30 g/kg·d)可以明显改善AD模型大鼠的空间学习记忆能力,其作用机制可能与调节 $\alpha 7$ 乙酰胆碱受体的表达有关^[27]。在 β -淀粉样蛋白致AD模型大鼠中,黄精水煎剂(15、30 g/kg·d)可以通过减少海马内tau蛋白过度磷酸化和消除组织氧化逆境,发挥保护学习记忆能力的作用^[28]。黄精水提物(8 mg/kg·d)可增加PD小鼠脑黑质-纹状体中神经营养因子NGF、BDNF的含量,并对PD小鼠DA能神经元起到保护作用^[29]。以黄精为主的益气补肾中药方可降低丙二醛(MDA)含量,降低超氧化物歧化酶(SOD)和乳酸脱氢酶(LDH)活性,对缺氧复氧所致损伤的神经细胞起到保护作用^[30]。滇黄精可通过降低氧自由基水平、降低大鼠血浆MDA的生成和血浆总钙含量,减轻脑水肿程度,增加AD大鼠海马CA1区正常神经元数目^[31]。黄精(8、24 g/kg·d)可以通过提高SOD活性、降低MDA含量、清除自由基,改善衰老大鼠的学习和记忆能力^[32]。

其次,多糖作为黄精的主要成分之一,也具有改善AD、PD和改善学习记忆能力的作用,其作用机制涉及保护神经元、减轻线粒体损伤、降低 $A\beta_{1-42}$ 和PS-1蛋白表达、改善突触可塑性、抗氧化、抗炎、提高神经递质水平和抑制HPA轴过度激活等。黄精多糖(16%黄精多糖溶液)可减少AD大鼠的海马神经细胞损伤,对AD大鼠起到神经保护的作用^[33]。黄精多糖(4%、16%黄精多糖溶液)具有改善APP转基因小鼠海马突触可塑性的作用,其通过缩短突触间隙、增加突触界面曲率,增加突触小泡转变电信号的能力,提高神经信号传递的有效性,进而改善AD模型小鼠的学习记忆能力^[34-35]。在APP转基因小鼠中,黄精多糖干预使线粒体密度增加、变性程度减轻,说明黄精多糖还可以通过减轻线粒体损伤和氧化应激等起到防治AD的作用^[36]。在慢性脑缺血模型大鼠中,黄精多糖(200 mg/kg·d)可缩短大鼠在水迷宫检测中的平均逃避潜伏期、增加穿台次数,同时黄精多糖可以通过改善大鼠前额皮层和海马区神经元结构、降低PS-1、 $A\beta_{1-42}$ 蛋白的表达,改善线粒体和神经元的超微结构起到抗衰老和改善学习记忆的作用^[37-39]。在血管性痴呆大鼠模型中,黄精多糖

表 1 黄精改善神经功能的物质基础

Table 1 Effective material basis of <i>Polygonati rhizoma</i> in improving neuropsychiatric disorders								
药理作用	物质基础	动物品系	性别	实验对象年龄/ 体质量	造模/模型	给药方式/剂量	评价方法	文献
神经退行性疾病、学习、记忆	黄精地龙提取液 (EPP)	SD大鼠	1:1	250~270 g	大鼠老年痴呆模型 (1% D-半乳糖联合腹腔注射东莨菪碱)	4000 mg生药/kg·d	水迷宫、尼氏染色、nAChR、CHRM1	[24~26]
	黄精水提物	SD大鼠	♂	200~230 g	AD模型 (皮下注射D-半乳糖、A β 25-35)	15、30 g/kg·d	水迷宫、前额叶皮质和海马 α 7 nAChR的表达	[27]
	黄精水煎剂	SD大鼠	♂	200~250 g	AD模型 (A β 25-35诱导)	15、30 g/kg·d	水迷宫、CA1区thr231位点tau蛋白磷酸化水平	[28]
	黄精水提物	C57BL/6小鼠	♂	20 $\pm$ 2 g	PD模型 (腹腔注射MPTP·HCl)	160 mg/mL	NGF、BDNF、GDNF	[29]
	益气补肾方	大鼠原代海马神经细胞	-	~	缺氧/复氧模型	含药血清	MDA、SOD、LDH含量和bcl-2的mRNA水平	[30]
	滇黄精根水煎液	SD大鼠	♂	200~250 g	脑缺血/再灌注损伤模型	1 g生药/mL	MDA、海马CA1区正常神经元数目	[31]
	黄精水煎剂	SD大鼠	♂	180 $\pm$ 20 g	衰老模型 (颈后部皮下注射D-半乳糖)	8、24 g/kg·d	水迷宫、SOD、MDA	[32]
	黄精多糖	APP转基因小鼠	♂	28.6 $\pm$ 4.4 g	APP转基因模型	4%、6%黄精多糖溶液	突触后膜、突触间隙、突出曲率、突触小泡、线粒体超微结构	[34~36]
	黄精多糖	SD大鼠	♂	400~450 g	二血管闭塞法制备脑缺血模型	20 mg/kg·d	水迷宫、尼氏染色、CA1区PS-1和前额皮质和CA1区A β ₁₋₄₂ 蛋白表达	[37~39]
	黄精多糖	wistar大鼠	♂	200~250 g	血管性痴呆模型	400 mg/kg·d	水迷宫、血脂、SOD、MDA、IL-1 β 、TNF- α 含量等生化指标	[40]
	黄精多糖	ICR小鼠	♂	18~22 g	认知功能损伤模型 (慢性睡眠干扰)	100、200、400 mg/kg·d	物体认知、避暗、水迷宫IL-1 β 、IL-6、GABA、ACh	[41]
	黄精多糖	ICR小鼠	♂	18~22 g	认知功能损伤模型 (模拟航天狭小空间)	100、200、400 mg/kg·d	物体认知、避暗、水迷宫、SOD、MDA、CAT、CORT、ACh	[42]
	黄精多糖	ICR小鼠	♂	18~20 g	急性抑郁	100、200、400 mg/kg·d	悬尾、强迫游泳、5-HT、DA、NE	[43]
	黄精多糖	C57BL/6小鼠	♂	20~25 g	LPS造模、CUMS造模	100、200、400 mg/kg·d	悬尾、强迫游泳、5-HT、HPA、ROS、ERK1/2、NF- κ B、p-Akt、pmTOR、GluA1、GluA2 GluN2A、GluN2B	[44~45]
抑郁	黄精皂苷	SD大鼠	♂	160 $\pm$ 15 g	CUMS造模	30、60、120 mg/kg·d	悬尾、蔗糖偏好试验、水迷宫、BDNF、TrkB	[46]
	黄精皂苷	SD大鼠	♂	170 $\pm$ 20 g	CUMS造模	100、200、400 mg/kg·d	蔗糖偏好试验、5-HT _{1A} R、PKA、CREB、 β -arrestin2、AKT	[47~48]
	黄精皂苷	SD大鼠	♂	160 $\pm$ 15 g	CUMS造模	10、20、40 mg/kg·d	胸腺、脾脏指数及免疫球蛋白IgA、IgG、IgM和IL-2含量	[49]
	黄精皂苷	SD大鼠	♂	160 $\pm$ 15 g	CUMS造模	100、200、400 mg/kg·d	蔗糖偏好试验、Zn、Cu、Mg、Mn含量	[50]
	安眠方	ICR小鼠	1:1	20.1~22.3 g	戊巴比妥钠睡眠模型 对氯苯丙氨酸诱导失眠模型	12、38.7、120.4 g生药/kg·d	睡眠潜伏期、睡眠持续时间、NE、DA、5-HT、5-HIAA、GABA	[54]
睡眠	甘油-1-单油酸酯	人类	1:1	~	为期四周的随机、双盲、安慰剂对照试验	500 mg/kg·d	雅典失眠量表 (AIS)	[55]
	黄精根茎水提物	ICR小鼠	♂	18~22 g	戊巴比妥钠睡眠模型	80、160 mg/kg	睡眠潜伏期、睡眠持续时间、脑电图、GABAA-R2、5-HT _{1A}	[56]

(400 mg/kg·d)干预能够通过改善血流异常,降血脂、抗氧化、抗炎作用改善痴呆模型大鼠学习、记忆能力^[40]。黄精多糖(100、200、400 mg/kg·d)灌胃给药可以明显降低小鼠氧化应激水平、降低炎症因子数量,提高神经递质水平和抑制 HPA 轴激活,从而改善慢性睡眠干扰及慢性束缚应激导致的认知功能损伤和模拟航天狭小空间诱导的小鼠认知功能损伤^[41~42]。

以上研究表明黄精具有抗老年痴呆、改善认知、增强学习记忆的作用,对脑组织缺血、大脑皮层损伤、缺氧复氧等多种病机引发的慢性神经退行性疾病具有明显改善作用。

2.2.2 抗抑郁 抑郁症是一类长期以心情低落为主要特征的慢性情绪障碍疾病,主要表现为精力减退、入睡困难、饮食减少等,更有甚者表现厌世、有自杀

念头,严重影响患者日常生活、工作和学习。目前抑郁治疗以药物为主,但药物治疗有副作用大、价格昂贵、易产生药物依赖性、易复发等局限性。

现研究表明黄精具有抗抑郁功效,其作用机制涉及提高神经营养因子水平、调节中枢神经相关分子和相关信号通路、抑制炎症因子表达、抑制 HPA 轴过度激活、影响微量元素水平等多种途径。黄精中发挥抗抑郁的活性成分主要是黄精多糖与皂苷。黄精多糖灌胃给药 3 周(100、200、400 mg/kg·d)可改善急性抑郁小鼠抑郁样行为,调节小鼠血清细胞因子 TNF- α 和 IL-10 水平,增加皮层中神经递质 5-HT、DA 和 NE 水平^[43]。黄精多糖(100、200、400 mg/kg·d)能够通过抑制氧化损伤、恢复 HPA 轴功能亢进、抑制炎症反应和调节氧化应激-钙蛋白酶-1-NLRP3 信号轴来逆转 LPS 和 CUMS 诱导的小鼠抑郁样行为^[44-45]。

黄精皂苷的抗抑郁活性已被多次报道。黄精皂苷(30、60、120 mg/kg·d)能够显著缩短 CUMS 大鼠的悬尾不动时间、提高糖水偏爱率、改善学习记忆能力,增加海马和皮层中的脑源性神经营养因子(BDNF)和酪氨酸激酶受体 B(TrkB)表达,说明黄精皂苷能够通过 BDNF/TrkB 信号通路起到抗抑郁的作用^[46]。黄精皂苷(200、400 mg/kg·d)可以显著增加 CUMS 大鼠的糖水偏爱率和自主活动,上调 5-羟色胺受体(5-HT_{1A}R)、环腺苷酸(cAMP)、蛋白激酶 A(PKA)、反应元件结合蛋白(CREB)的蛋白表达水平,结果显示黄精皂苷可能通过上调 5-HT_{1A}R 介导的信号通路信号发挥抗抑郁作用^[47],该结论在陈程等^[48]的研究中也有出现,黄精皂苷(100、200、400 mg/kg·d)通过调节 5-HT_{1A}R/ β -arrestin2/akt 信号通路在 CUMS 大鼠中发挥抗抑郁作用。黄精皂苷(10、20、40 mg/kg·d)还可以显著升高 CUMS 抑郁模型大鼠胸腺、脾脏指数及血清 IgA、IgG、IgM 和 IL-2 含量,且由成人剂量 6 g/d 转化的大鼠剂量 20 mg/kg 疗效最佳,推测黄精总皂苷通过增强抑郁模型大鼠的免疫功能起到抗抑郁的效果,但具体的免疫调节机制未阐明^[49]。微量元素可通过调节酶与受体功能、大脑生理功能以及神经递质代谢等参与抑郁症发病进程,黄莺等^[50]研究显示黄精皂苷(100、200、400 mg/kg·d)可回调模型组大鼠血清中的锌、锰、镁含量,降低铜含量至正常水平,表明黄精皂苷的抗抑郁作用可能与调节机体中的微量元素水平有关。

此外,黄精结合抗抑郁药物的临床研究也有见报道。黄精结合米氮平对脑梗死后抑郁症患者有治疗效果,临床疗效明显优于单纯使用米氮平,且能减轻并消除治疗过程中的不良反应,安全有效^[51]。黄精颗粒联合氟西汀治疗抑郁症,不但可以增强氟西汀的抗抑郁效果,还可以减轻不良反应,提高安全性^[52]。

2.2.3 改善睡眠 睡眠质量是通过睡眠时间、入睡速度、深度睡眠程度等综合指标评价并进行客观评

判的生理指标,同时也是衡量身体状态、生活质量的指标。睡眠质量与压力、情绪、应激等心理状态密切相关,有研究表明抑郁、焦虑情绪出现后易引起睡眠质量的下降,同时睡眠不佳,也易引起焦虑等情绪问题^[53]。

黄精及其复方的水提物可调节睡眠,其作用机制主要与调节单胺类神经递质有关。黄精与天麻、钩藤、五味子、酸枣仁等配伍制成中药“安眠方”,与右佐匹克隆片通过中医证候量表,匹兹堡睡眠质量指数量表进行疗效比较,研究表明该配伍药方可有效改善睡眠,且无不良反应,同时动物实验表明,安眠方可提高脑内 GABA 含量,推测其具有镇静催眠作用^[54]。黄精根状茎中含有甘油-1-单油酸酯,是典型的促进睡眠的物质,在动物模型中已被证明可以改善失眠^[55]。Jo 等^[56]研究表明,黄精根茎水提物(80、160 mg/kg)干预组戊巴比妥睡眠模型小鼠的睡眠潜伏期显著缩短 29%,睡眠持续时间延长 70%,脑电图分析表明,水提物介导的促眠作用伴随非快速眼动的增加和快速眼动的减少,睡眠结构发生改变,显著增加了 GABA_A-R2 和 5-HT_{1A} 受体的蛋白质和 mRNA 水平。该黄精水提物中含有 0.10 mg/g 油酰胺和 0.17 mg/g 甘油-1-单油酸酯,在竞争性结合试验中能够与 GABA_A 受体结合。黄精根茎水提物介导的睡眠促进作用与非快速眼动的延长和 GABA_A-R2 和 5-HT_{1A} 的上调有关,并且在脊椎动物模型中是通过与 GABA_A 受体结合介导的。

3 黄精产品开发情况

通过国家食品、药品监督管理局网站,查询黄精相关药品与保健食品的开发现状,黄精保健品共 227 种,包括增强免疫力、缓解体力疲劳、降血脂、血糖、增加骨密度、改善睡眠、辅助改善记忆、改善贫血、祛黄褐斑、抗氧化、改善视疲劳等多个方面(图 2)。其中增强免疫力的保健品有 115 种,缓解体力疲劳的保健品有 107 种,降血糖和血脂的有 34 种,增加骨密度、改善睡眠和改善记忆的保健品均 5 种,此外还各有 1~3 种可改善贫血、祛黄、抗氧化和改善视疲劳。此外,黄精保健品以保健药材配伍的胶囊形式共 108 种;黄精与鹿茸、西洋参、人参等泡制酒 45 种,

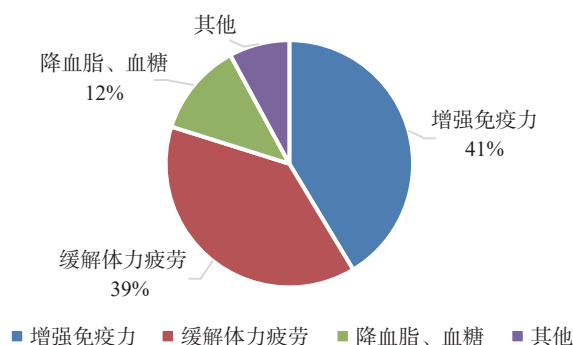


图 2 黄精保健品主要功效

Fig.2 Main effects of *Polygonati rhizoma*

具有缓解疲劳、增强免疫力的功能;片剂 26 种,口服液 22 种,颗粒冲剂 11 种,茶 8 种,丸 5 种(图 3)。

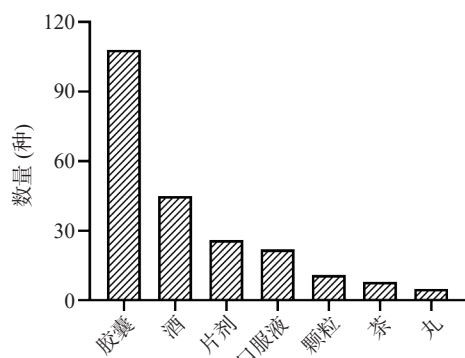


图 3 黄精保健品主要剂型

Fig.3 Main dosage forms of *Polygonati rhizoma*

黄精药品共 6 种,包括黄精丸、黄精养阴糖浆、当归黄精膏、黄精赞育胶囊、益元黄精糖浆和十一味黄精颗粒。黄精丸、黄精养阴糖浆、当归黄精膏的功效均为补气养血、益肝脾、润肺益胃,用于肝脾阴亏,身体虚弱,或用于肺胃阴虚引起的咽干咳嗽,纳差便秘,神疲乏力,倦怠少食。黄精赞育胶囊、益元黄精糖浆、十一味黄精颗粒功效为补肾填精、益气补血,用于肾虚血亏所致神疲乏力,腰酸腿软、月经不调。

以上数据表明,目前在市场上流通的黄精保健品主要以胶囊、药酒、口服液等形式存在,形式单一,可尝试软糖、膏、液体饮料等形式^[57]。此外,目前针对黄精的加工主要以鲜品、蒸制、晒制等传统初加工方式为主,如黄精茶、黄精粉,或民间的“黄精炖鸡”^[58],这表明黄精产品多以基础加工为主,产品附加值低。

4 结语及展望

随着国人健康意识的增强,结合“健康中国 2030”国家战略的推动,人们用于健康产品的消费大幅提升。预计到 2023 年我国大健康产业规模为 14 万亿元,营养保健品产业规模将达到 2285 亿美元^[59],其中食药同源产业是大健康产业的重要内容 and 途径,产业发展潜力巨大,市场前景广阔。黄精作为一种食药两用物质,具有抗疲劳、增强免疫力、降血脂等功能。随着近年来黄精需求量及其产量的不断上升,黄精产业进入全面发展时期,因此对黄精产品深加工,提升其产品附加值变得尤为迫切。通过对黄精保健产品调研发现,目前黄精产品功效主要集中在抗疲劳,虽然黄精具有改善记忆和认知、改善睡眠、抗抑郁等多种神经保护以及神经调节功效,但用于调节神经活性的黄精保健品仅占 7%。因此阐明黄精发挥神经调节功效的物质基础并解析其作用机制,为神经调节类产品的开发奠定基础,有助于拓宽黄精产品的应用方向,提高产品附加值,助力我国黄精产业提质增效。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020 年版[M]. 一

部. 北京: 中国医药科技出版社, 2020. [National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: 2020 edition[M]. One Part. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020.]

[2] 张从敬, 陈子怡, 牟欣尚, 等. 黄精产业发展现状与趋势[J]. 农业科技通讯, 2021, 591(3): 10-12. [ZHANG C J, CHEN Z Y, MO X S, et al. The development status and trends of *Polygonati rhizoma* industry[J]. Natural Product Research and Development, 2021, 591(3): 10-12.]

[3] 刘爽, 胡舒婷, 贾巧君, 等. 黄精的化学组成及药理作用的研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(10): 1783-1796. [LIU S, HU S T, JIA Q J, et al. Advances in chemical constituents and pharmacological effects of *Polygonati rhizoma*[J]. Natural Product Research and Development, 2021, 33(10): 1783-1796.]

[4] 钱红月, 肖移生. 黄精防治神经系统类疾病的研究进展[J]. 中药药理与临床, 2021, 37(6): 236-240. [QIAN H Y, XIAO Y S. Research progress on neuroprotective effects of *Polygonatum*[J]. Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica, 2021, 37(6): 236-240.]

[5] 朱巧, 邓欣, 张树冰, 等. 黄精多糖的提取工艺、组分分析与含量测定研究进展[J]. 中南药学, 2017, 15(11): 1586-1590. [ZHU Q, DENG X, ZHANG S B, et al. Research progress in extraction technology, content determination and composition analysis of *Polygonatum* polysaccharide[J]. Central South Pharmacy, 2017, 15(11): 1586-1590.]

[6] 陶爱恩, 杜泽飞, 赵飞亚, 等. 基于多糖组成和含量的 3 种基原黄精质量比较和识别研究[J]. 中草药, 2019, 50(10): 2467-2473. [TAO A E, DU Z F, ZHAO F Y, et al. Quality evaluation and discrimination of *Polygonati rhizoma* from three origins based on polysaccharide composition and content[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2019, 50(10): 2467-2473.]

[7] LUO C H, XU X R, WEI X C, et al. Natural medicines for the treatment of fatigue: Bioactive components, pharmacology, and mechanisms[J]. Pharmacological Research, 2019, 148: 104409.

[8] 涂明锋, 叶文峰, 彭靖, 等. 不同产地多花黄精化学成分含量比较分析[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(8): 198-200. [TU M F, YE W F, PENG J, et al. Comparative analysis on the contents of chemical constituents of *Polygonatum cyrtoneura* Hua from different producing areas[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2020, 48(8): 198-200.]

[9] WANG Y J, LIU N, XUE X, et al. Purification, structural characterization and *in vivo* immunoregulatory activity of a novel polysaccharide from *Polygonatum sibiricum*[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020, 160: 688-694.]

[10] LI L, LIAO B Y, THAKUR K, et al. The rheological behavior of polysaccharides sequentially extracted from *Polygonatum cyrtoneura* Hua[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 109: 761-771.

[11] LI L, THAKUR K, LIAO B Y, et al. Antioxidant and antimicrobial potential of polysaccharides sequentially extracted from *Polygonatum cyrtoneura* Hua[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 114: 317-323.

[12] LI R S, TAO A E, YANG R M, et al. Structural characterization, hypoglycemic effects and antidiabetic mechanism of a novel polysaccharides from *Polygonatum kingianum* Coll. et Hemsl[J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2020, 131: 110687.]

[13] 杜青, 陈林, 贺炜, 等. 黄精多糖对 RAW 264.7 细胞活性及炎症因子 TNF- α 、IL-6、iNOS 表达的影响[J]. 中成药, 2022, 44(8): 2676-2679. [DU Q, CHEN L, HE W, et al. Effects of polygonate polysaccharide on RAW 264.7 cell activity and expression of inflammatory cytokines TNF- α , IL-6 and iNOS[J]. Chinese Tradition-

- al Patent Medicine, 2022, 44(8): 2676–2679.]
- [14] 陶爱恩, 张晓灿, 杜泽飞, 等. 黄精属植物中黄酮类化合物及其药理活性研究进展[J]. 中草药, 2018, 49(9): 2163–2171. [TAO A E, ZHANG X C, DU Z F, et al. Research progress on flavonoids in plants of *Polygonatum* Mill. and their pharmacological activities [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2018, 49(9): 2163–2171.]
- [15] 卢志华. 不同生长年限黄精功能成分及抗氧化性研究[J]. 辽宁林业科技, 2021, 306(2): 37–39. [LU Z H. Study on functional components and antioxidant capacity of *Polygonatum sibiricum* in different growing year [J]. Liaoning Forestry Science and Technology, 2021, 306(2): 37–39.]
- [16] 张凯, 张昭, 范永芳, 等. 药食同源药材黄精 玉竹营养及生物活性成分分析[J]. 中国现代中药, 2022, 24(08): 1463–1472. [ZHANG K, ZHANG Z, FAN Y F, et al. Nutritional and bioactive components of *Polygonati rhizoma* and *Polygonati Odorati rhizoma* with medicinal and edible property [J]. Modern Chinese Medicine, 2022, 24(08): 1463–1472.]
- [17] 郭凯丽, 刘继平, 赵重博, 等. 酶辅助超声法提取陕产黄精总黄酮及其抗氧化、抗 A549 细胞增殖活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2022, 34(4): 630–638. [GUO K L, LIU J P, ZHAO C B, et al. Enzymatic-ultrasonic assisted extraction of total flavonoids from Shaanxi *Polygonatum sibiricum* and *in vitro* evaluation of their anti-oxidant and anti-A549 proliferation activities [J]. Natural Product Research and Development, 2022, 34(4): 630–638.]
- [18] 许方舟, 张士凯, 马航宇, 等. 黄精皂苷的研究进展[J]. 饮料工业, 2022, 25(2): 71–80. [XU F Z, ZHANG S K, MA H Y, et al. The research progress on saponins of *Rhizoma polygonati* [J]. Beverage Industry, 2022, 25(2): 71–80.]
- [19] 钱华丽, 赵琪, 徐哲, 等. 不同产地黄精的皂苷和多糖含量[J]. 贵州农业科学, 2022, 50(03): 96–102. [QIAN H L, ZHAO Q, XU Z, et al. Saponins and polysaccharides content of *Polygonatum sibiricum* from different origins [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2022, 50(3): 96–102.]
- [20] AHN M J, KIM C Y, YOON K D, et al. Steroidal saponins from the rhizomes of *Polygonatum sibiricum* [J]. *Journal of Natural Products*, 2006, 69(3): 360–364.
- [21] 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.
- [22] LI X C, YANG C R, ICHIKAWA M, et al. Steroid saponins from *Polygonatum kingianum* [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31(10): 3559–3563.
- [23] DUGGER B N, DICKSON D W. Pathology of neurodegenerative diseases [J]. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2017, 9(7): a028035.
- [24] 肖移生, 高萌, 侯吉华. 黄精地龙提取液对老年痴呆大鼠脑内烟碱型乙酰胆碱受体的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(14): 140–145. [XIAO Y S, GAO M, HOU J H. Effect of extracts from *Polygonati rhizoma* and pheretima on nicotinic acetylcholine receptor in brain of senile dementia rats [J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2017, 23(14): 140–145.]
- [25] 肖移生. 黄精地龙提取液对老年痴呆大鼠脑内 M 胆碱能受体影响的研究[J]. 中药药理与临床, 2017, 33(4): 110–114. [XIAO Y S. Effects of Huangjing Dilong extracts on M-AchR expression in senile dementia rat's brain [J]. Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica, 2017, 33(4): 110–114.]
- [26] 张立敏, 安红梅. 中药复方抗氧化治疗阿尔茨海默病[J]. 世界中医药, 2017, 12(3): 708–711. [ZHANG L M, AN H M. Anti-oxidative Chinese herbal formulas in treatment of alzheimer's disease [J]. World Chinese Medicine, 2017, 12(3): 708–711.]
- [27] 未小明, 王爱梅, 罗朝辉, 等. 黄精对 AD 模型大鼠空间学习记忆及 $\alpha 7$ nAChR 表达的影响[J]. 神经解剖学杂志, 2016, 32(3): 391–396. [WEI X M, WANG A M, LUO Z H, et al. Effects of *Polygonati rhizoma* on spatial learning and memory and the expression of $\alpha 7$ nAChR in AD model rats [J]. Chinese Journal of Neuroanatomy, 2016, 32(3): 391–396.]
- [28] 王涛涛, 程娟, 姚余有. 黄精水煎剂对 β -淀粉样蛋白诱导的大鼠学习记忆能力下降的保护作用研究[J]. 安徽农业大学学报, 2013, 40(1): 95–99. [WANG T T, CHEN J, YAO Y Y. Protective effects of *Polygonatum cyrtoneuma* decoction on beta-amyloid peptide-induced learning and memory decline in rats [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2013, 40(1): 95–99.]
- [29] 田允, 蔡晶, 陈旭征, 等. 补肾中药对帕金森病模型小鼠黑质纹状体神经元的保护作用[J]. 中国老年学杂志, 2011, 31(3): 440–443. [TIAN Y, CAI J, CHEN X Z, et al. Protective effects of Chinese nourishing kidney herbs on neurons of striatal neurons in Parkinson's disease model mouse [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2011, 31(3): 440–443.]
- [30] LIU D S, ZHOU Y H, LIANG E S, et al. Neuroprotective effects of the Chinese Yi-Qi-Bu-Shen recipe extract on injury of rat hippocampal neurons induced by hypoxia/reoxygenation [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2013, 145(1): 168–174.
- [31] 李微, 彭锐, 唐理斌, 等. 滇黄精对大鼠脑缺血再灌注损伤神经元的保护作用[J]. 大理学院学报(自然科学), 2006, 2006(10): 19–21. [LI W, PENG R, TANG L B, et al. The effects and mechanism of *Polygonatum* on rat's cerebral ischemia treatment [J]. Journal of Dali University (Natural Science), 2006, 2006(10): 19–21.]
- [32] 马凤巧, 张海艳. 黄精对衰老大鼠学习记忆能力的改善及机制[J]. 中国老年学杂志, 2010, 30(15): 2191–2192. [MA Q F, ZHANG H Y. Improvement and mechanism of learning and memory ability in aging rats [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2010, 30(15): 2191–2192.]
- [33] 易玉新, 吴石星, 叶茂盛, 等. $A\beta(1-42)$ 海马注射致大鼠海马细胞凋亡作用及黄精多糖干预的作用[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(4): 1044–1045. [YI Y X, WU S X, YE M S, et al. Effect of $A\beta(1-42)$ hippocampal injection on apoptosis of rat hippocampal cells and the effect of flavonoid polysaccharide intervention [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2015, 35(4): 1044–1045.]
- [34] 戚威, 李友元, 邓洪波, 等. 黄精多糖对阿尔茨海默病小鼠海马 CA1 区突触界面的影响[J]. 临床与病理杂志, 2014, 34(4): 400–404. [CHENG W, LI Y Y, DENG H B, et al. Effect of polygona-polysaccharose on the synaptic interface in hippocampal CA1 region of Alzheimer's mice [J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2014, 34(4): 400–404.]
- [35] 戚威, 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 Y Y, et al. Effects of polygona-polysaccharose upon synapse structure in hippocampal CA1 region of APP transgenic mice [J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2010, 16(10): 165–167.]
- [36] 戚威, 李友元, 邓洪波, 等. 黄精多糖对痴呆小鼠海马线粒体超微结构的影响[J]. 中南药学, 2014, 12(10): 969–972. [CHENG W, LI Y Y, DENG H B, et al. Effect of polygona-polysaccharose on the mitochondrial ultrastructure of dementia mice [J]. Central South Pharmacy, 2014, 12(10): 969–972.]
- [37] 王威, 刘文博, 唐伟, 等. 黄精多糖对慢性脑缺血大鼠学习记忆及脑组织 PS-1 蛋白表达的影响[J]. 中国中医急症, 2016, 25(3): 408–410. [WANG W, LIU W B, TANG W, et al. Effects of polygonatum polysaccharides on learning and memory and PS-1 in brain of rats with chronic cerebral ischemia [J]. Journal of Emergency in

Traditional Chinese Medicine, 2016, 25(3): 408–410.]

[38] 王威, 刘文博, 唐伟, 等. 黄精多糖对慢性脑缺血大鼠学习记忆及脑组织 β -淀粉样蛋白表达的影响[J]. 中医药导报, 2016, 22(16): 26–29. [WANG W, LIU W B, TANG W, et al. Effects of polygonatum polysaccharides on learning and memory and β -amyloid in brain of rats with chronic cerebral ischemia[J]. Guiding Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2016, 22(16): 26–29.]

[39] 唐伟, 王威, 谭丽阳, 等. 黄精多糖对慢性脑缺血大鼠学习记忆能力及脑组织超微结构影响[J]. 中国中医药科技, 2017, 24(2): 173–176. [TANG W, WANG W, TAN L Y, et al. Effects of polygonatum polysaccharides on learning and memory and ultrastructure changes of brain tissue in rats with chronic cerebral ischemia[J]. Chinese Journal of Traditional Medical Science and Technology, 2017, 24(2): 173–176.]

[40] 陆连第, 段伟松, 赵玉, 等. 黄精多糖对血管性痴呆模型大鼠干预作用的实验研究[J]. 中药材, 2018, 41(09): 2212–2215. [LU L D, DUAN W S, ZHAO Y, et al. Intervention effect of *Polygonatum sibiricum* on a rat model of vascular dementia: An experimental study[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2018, 41(9): 2212–2215.]

[41] 刘雨培, 张瑛毓, 韦震, 等. 黄精多糖对睡眠干扰诱导小鼠认知功能损伤的作用及机制研究[J]. 食品工业科技, 2023, 44(2): 400–407. [LIU Y P, ZHANG Y Y, WEI Z, et al. Protective effects and mechanism of polysaccharide from *Polygonati rhizoma* on the cognitive impairments induced by sleep interruption in mice[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(2): 400–407.]

[42] 刘雨培, 张瑛毓, 范蓓, 等. 黄精多糖对模拟航天狭小空间诱导认知功能损伤的改善作用及机制研究[J]. 中国实验动物学报, 2022, 30(4): 494–503. [LIU Y P, ZHANG Y Y, FAN B, et al. Protective effect and mechanism of action of *Polygonati rhizoma* polysaccharide on the cognitive impairment induced by simulating an enclosed space in mice [J]. Acta Laboratorium Animalis Scientia Sinica, 2022, 30(4): 494–503.]

[43] 韦震, 宋洪波, 安凤平, 等. 黄精多糖对急性抑郁小鼠模型的改善作用及机制[J]. 食品工业科技, 2022, 43(6): 351–357. [WEI Z, SONG H B, AN F P, et al. Protective effects and mechanism of polysaccharide from *Polygonati rhizoma* on behavioral despair mice [J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(6): 351–357.]

[44] SHEN F M, SONG Z J, XIE P, et al. Polygonatum sibiricum polysaccharide prevents depression-like behaviors by reducing oxidative stress, inflammation, and cellular and synaptic damage[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2021, 275: 114164.

[45] SHEN F M, XIE P, LI C T, et al. Polysaccharides from *Polygonatum cyrtoneura* Hua reduce depression-like behavior in mice by inhibiting oxidative stress-calpain-1-NLRP3 signaling axis[J]. Oxidative Medicine Cell Longevity, 2022, 2022: 2566917.

[46] 祝凌丽, 徐维平, 魏伟, 等. 黄精总皂苷对慢性应激模型大鼠的行为学以及对海马的BDNF和TrkB表达的影响[J]. 中国新药杂志, 2010, 19(6): 517–525. [ZHU L L, XU W P, WEI W, et al. Effect of saponins of *Rhizoma polygonati* on the behaviors and the hippocampal and cortical expressions of BDNF and TrkB in rats with chronic stress-induced depression[J]. Chinese Journal of New Drugs, 2010, 19(6): 517–525.]

[47] 魏浩浩, 徐维平, 魏伟, 等. 黄精皂苷对慢性应激抑郁大鼠海马5-HT_{1A}R/cAMP/PKA信号通路的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2012, 47(5): 522–526. [WEI H J, XU W P, WEI W, et al. Effect of saponins of *Rhizoma polygonati* on the pathway of 5-HT_{1A}R/cAMP/PKA/CREB in rats with chronic stress induced depression

[J]. Acta Universitatis Medicinalis Anhui, 2012, 47(5): 522–526.]

[48] 陈程, 胡婷婷, 黄莺, 等. 黄精皂苷对慢性应激抑郁大鼠大脑皮层5-HT_{1A}R- β -arrestin2-ak信号通路的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2013, 48(3): 262–266. [CHEN C, HU T T, HUANG Y, et al. Effect of SRP on 5-HT_{1A}R- β -arrestin2-akt signaling pathway in rats with chronic stress induced depression[J]. Acta Universitatis Medicinalis Anhui, 2013, 48(3): 262–266.]

[49] 徐维平, 祝凌丽, 魏伟, 等. 黄精总皂苷对慢性应激抑郁模型大鼠免疫功能的影响[J]. 中国临床保健杂志, 2011, 14(1): 59–61. [XU W P, ZHU L L, WEI W, et al. The effect of saponins of *Rhizoma polygonati* on the immunologic function of rats with chronic stress depression[J]. Chinese Journal of Clinical Healthcare, 2011, 14(1): 59–61.]

[50] 黄莺, 徐维平, 魏伟, 等. 黄精皂苷对慢性轻度不可预见性应激抑郁模型大鼠行为学及血清中微量元素的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2012, 47(3): 286–289. [HUANG Y, XU W P, WEI W, et al. Effects of saponins of *Rhizoma polygonati* on the behaviors and trace elements in CUMS depressed model rats[J]. Acta Universitatis Medicinalis Anhui, 2012, 47(3): 286–289.]

[51] 黄莺, 徐维平, 张许来, 等. 黄精结合米氮平治疗老年脑梗死后抑郁症的临床研究[J]. 安徽医药, 2017, 21(9): 1702–1705. [HUANG Y, XU W P, ZHANG X L, et al. A clinical observation of *Rhizoma polygonati* combined with mirtazapine in treatment of elderly post-cerebral infarction depression[J]. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal, 2017, 21(9): 1702–1705.]

[52] 胡婷婷, 徐维平, 黄莺, 等. 黄精联合氟西汀治疗抑郁症的临床疗效观察[J]. 安徽医药, 2012, 16(10): 1494–1496. [HU T T, XU W P, HUANG Y, et al. A clinical study of combined *Rhizoma polygonati* and fluoxetine in the treatment of depression[J]. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal, 2012, 16(10): 1494–1496.]

[53] TSYNO N, BESSET A, RITCHIE K. Sleep and depression [J]. The Journal of Clinical Psychiatry, 2005, 66(10): 1254–1269.

[54] 王亚茹. 安眠方治疗2型糖尿病合并失眠的临床研究及药理学初探[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2018. [WANG Y R. Clinical study and pharmacodynamics of Anmian Prescription in treating type 2 diabetes mellitus complicated with insomnia[D]. Liaoning: Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, 2018.]

[55] HA E, HONG H, KIM T D, et al. Efficacy of *Polygonatum sibiricum* on mild insomnia: A randomized placebo-controlled trial [J]. Nutrients, 2019, 11(8): 1719.

[56] JO K, SUH H J, CHOI H S. *Polygonatum sibiricum* rhizome promotes sleep by regulating non-rapid eye movement and GABA-ergic/serotonergic receptors in rodent models[J]. Biomed Pharmacother, 2018, 105: 167–175.

[57] 杨紫玉, 杨科, 朱晓新, 等. 黄精保健食品的开发现状及产业发展分析[J]. 湖南中医药大学学报, 2020, 40(7): 853–859. [YANG Z Y, YANG K, ZHU X X, et al. Development status and industry development analysis of *Polygonati rhizoma* health-care food[J]. Journal of Hunan University of Chinese Medicine, 2020, 40(7): 853–859.]

[58] 朱新焰, 杜春华, 王家金, 等. 云南省黄精产业发展存在的问题及对策研究[J]. 沈阳药科大学学报, 2020, 37(4): 364–370. [ZHU Y X, DU C H, WANG J J, et al. Study on problems and countermeasures for the development of *Polygonatum sibiricum* industry in Yunnan Province[J]. Journal of Shenyang Pharmaceutical University, 2020, 37(4): 364–370.]

[59] 巩志宏. 药食同源: 中医药大健康“新风口”[N]. 经济参考报, 2022(006). [GONG Z H. A New Perspective of traditional Chinese medicine for great health[N]. Economic Information Daily, 2022(006).]