

黄芪生物活性及其在保健食品中的应用研究进展

袁红¹, 张淑芳¹, 贾绍辉², 陈宁^{2,*}

(1. 武汉体育学院研究生院, 湖北 武汉 430079;

2. 武汉体育学院健康科学学院, 运动干预与健康促进湖北省协同创新中心, 湖北 武汉 430079)

摘要: 黄芪属于传统中药的补虚药, 具有广泛的药用价值。其化学成分主要含有多糖类, 皂苷类, 黄酮类, 氨基酸及微量元素等。因其具有抗肿瘤, 增强免疫力, 抗衰老, 保肝, 增强心肌收缩力和利尿等作用, 被广泛用于养生保健及相关疾病的临床治疗。本文对黄芪在健康促进方面的生物活性进行了进一步的综述与探讨, 针对黄芪生物活性化学成分的药理作用, 为明确黄芪在临床治疗中的重要作用, 以及为更好地开发黄芪养生保健产品提供相应的指导与理论依据。

关键词: 黄芪; 补虚药; 药理作用; 健康促进

Progress in Application and Biological Activity of *Radix Astragali* in Health Foods

YUAN Hong¹, ZHANG Shu-fang¹, JIA Shao-hui², CHEN Ning^{2,*}

(1. Graduate School, Wuhan Sports University, Wuhan 430079, China; 2. Hubei Provincial Collaborative Innovation Center for Exercise and Health Promotion, College of Health Science, Wuhan Sports University, Wuhan 430079, China)

Abstract: *Radix Astragali*, the dried roots of *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge var. *mongholicus* (Bunge) Hsiao or *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge, is a traditional Chinese medicine tonic with a wide range of medicinal values. Its major constituents such as polysaccharides, saponins, flavonoids, amino acids and trace elements have been investigated. Due to the anti-tumor, immune-enhancing, anti-aging, liver-protecting, myocardial contractility-enhancing and diuretic effects, these chemical components are widely used in clinical treatment of related diseases and health promotion. In this article, pharmacological and health-promoting effects of bioactive components of *Radix Astragali* are reviewed and explored. Based on the bioactive components of *Radix Astragali* and its important roles in clinical treatment of some diseases, this study will provide corresponding guidance and theoretical references for the development of health foods containing *Radix Astragali*.

Key words: *Radix Astragalus*; tonic herb; pharmacological action; health promotion

中图分类号: R285

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 15-0330-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201415065

随着现代社会人们生活节奏的加快, 饮食、环境的改变, 各种各样的疾病悄然袭来, 虽然医疗水平发展迅速, 但对于某些疾病西医治疗也很有限。随着中医中药逐渐发展, 人们早已意识到在疾病得到治疗的前提下, 还要最大限度地减少各种药物及手术对身体造成的伤害。现代医学对传统中草药的研究发现, 很多传统草本中药不仅可强身健体, 改变亚健康状态, 而且还在许多疾病的预防与治疗上发挥着显著作用。

黄芪首载于我国中医学史上四大经典著作之一的《神农本草经》^[1]。黄芪为豆科植物蒙古黄芪 *Astragalus*

membranaceus (Fisch.) Bunge var. *mongholicus* (Bunge) Hsiao 或膜荚黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge 的根, 主产于内蒙古、山西、黑龙江等地。黄芪属于中国传统中草药中的补虚类药, 其味甘性微温, 归属脾肺经^[2], 功效为健脾补中、托毒生肌、益胃固表、升阳举陷、利尿, 临床上常用于治疗气血亏虚、脾气虚证、气虚自汗、肺气虚证、疮疡难溃难腐或溃久难敛等。现代医学分析了黄芪的化学成分发现其主要含多糖、苷类、黄酮、氨基酸、微量元素以及多种有机物等。目前从黄芪中分离出来的黄芪多糖主要有葡萄糖和杂多糖、皂苷

收稿日期: 2014-04-24

基金项目: 武汉体育学院湖北省楚天学者启动基金项目

作者简介: 袁红 (1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为运动医学。E-mail: 877192701@qq.com

*通信作者: 陈宁 (1972—), 男, 教授, 博士, 研究方向为运动营养、分子运动生理学、运动干预与健康促进。

E-mail: nchen510@gmail.com

类达40多种, 黄酮类30多种、氨基酸25种, 其中包含大多数人类所需的必需氨基酸; 所含微量元素包括钾、镁、钙、硒、锰、锌等^[3]。针对黄芪的这些化学成分, 国内外许多学者研究发现其具有多种药理作用, 并且广泛地应用到日常保健与疾病的临床治疗上。在此, 对药食同源的黄芪在健康促进与疾病的临床治疗中的药理作用进行详细的探讨, 为黄芪的进一步开发与利用提供基础与指导。

1 黄芪的免疫调节作用

黄芪根提取物中黄芪多糖 (*Astragalus polysaccharide*, APS) 和黄芪皂苷是其发挥药效的组分。国内外研究证实黄芪药理成分的免疫作用涉及特异性免疫、非特异性免疫及其他一些特殊免疫。目前其主要的用途是激活体内的巨噬细胞、提升多种免疫因子如血清白细胞介素-4 (interleukin-4, IL-4)、干扰素- α (interferon- α , IFN- α) 等的表达, 显著升高血清中的免疫因子含量和激活的补体系统而改善机体的免疫调节能力。

1.1 对特异性免疫的影响

特异性免疫包括体液免疫和细胞免疫, 黄芪的药理作用对其均有增强作用。赵晓峰等^[4]用环磷酰胺 (cyclophosphamide, CTX) 诱导小鼠免疫缺损即降低小鼠溶血素HC50、吞噬指数和胸腺指数; 对免疫缺损的小鼠腹腔注射黄芪注射液后, 显著增加了免疫低下小鼠血清溶血素含量, 提高了免疫低下小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬活性和吞噬率, 提示黄芪有增强机体免疫能力的效果。用黄芪提取物治疗被地塞米松破坏了免疫系统的小鼠, 可显著提升小鼠腹腔巨噬细胞吞噬百分率, 提示黄芪对地塞米松的免疫抑制有一定的对抗作用, 黄芪可增强机体的免疫功能^[5]。对免疫抑制模型小鼠应用黄芪的补中益气方和益气养血方, 可显著增加模型小鼠胸腺和脾脏指数, 提升了CD4、CD3、CD19和CD8淋巴细胞百分比, 能增加血清IL-4和IFN- α 的含量^[6]。Kallon等^[7]的研究提示适当剂量的黄芪多糖可以显著提高鸡特异性免疫反应, 增强H9N2抗体的活性, 提高CD4、CD8及其比值。黄芪总提取物可以提高5-氟尿嘧啶诱导的荷瘤小鼠胸腺指数和血清IL-2含量, 增强其免疫系统^[8]。

1.2 对非特异性免疫的影响

黄芪提取物 (*Astragalus membranaceus extract*, AME) 可以促进外周血单个核细胞的增殖, 增强外周血黏附单核细胞产生细胞因子的功能, 促进了外周血B细胞产生免疫球蛋白G, 提示AME可增强人体的免疫功能^[9]。总黄芪多糖及相对分子质量为 157.3×10^3 的黄芪多糖连续灌胃给予CTX所致的肠道及呼吸道黏膜免疫功能低下的

老鼠, 可提高小肠分泌型免疫球蛋白A水平, 增加小肠Peyer氏结数量, 表明较大分子质量的APS可提高小鼠黏膜免疫功能^[10]。于明薇等^[11]在研究荷瘤小鼠免疫功能时分别用黄芪、苏木及其组方作用于荷瘤小鼠, 发现各中药组对荷瘤小鼠脾CD4、CD25、Foxp3细胞百分比均有不同程度的下调作用, 提示可以通过黄芪等中药作用于荷瘤小鼠, 改善小鼠脾细胞中调节性T细胞及其相关细胞因子的水平来缓解肿瘤细胞引起的机体免疫抑制作用。另有研究表明, 黄芪多糖不仅能显著抑制环腺苷酸 (cyclic adenosine monophosphate, cAMP) 的生成, 减轻cAMP介导的免疫抑制效应; 另一方面能快速升高小鼠脾淋巴细胞内环鸟苷酸 (cyclic guanosine monophosphate, cGMP) 的浓度, 促进小鼠脾淋巴细胞的增殖, 提高免疫能力^[12]。

1.3 其他特殊免疫调节

邓旻等^[13]的研究探讨了一定浓度黄芪多糖的完全培养液培养脐周血单核细胞, 可定向分化为功能强大的抗原呈递细胞树突状细胞 (dendritic cells, DCs), 进而特异性激活T细胞, 显著促进T细胞的增殖, 增强机体的免疫能力。黄芪多糖注射液联合使用肿瘤抗原多肽致敏的DCs治疗肺癌小鼠, 可显著增强荷瘤小鼠的免疫能力, 并显著增强小鼠脾内CD4⁺、CD8⁺T细胞的比例, 从而有效降低肺癌的转移率, 延长癌瘤小鼠的生存期^[14]。

2 黄芪的抗肿瘤作用

补虚药黄芪与西医抗肿瘤药相比无细胞毒作用, 对肿瘤细胞没有直接杀伤作用, 但现代研究表明黄芪在多种器官上均具有抗肿瘤作用, 其提取物可以抑制肿瘤生长, 促进肿瘤细胞的凋亡。沈洪等^[15]研究黄芪多糖作用于SGC7901胃癌细胞的影响, 发现黄芪可以抑制人胃癌细胞的生长, 并且呈一定的量效关系, 对人胃癌细胞环氧化物酶-2 (cyclooxygenase-2, COX-2)、血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor, VEGF) 和前列腺素E2 (prostaglandin E2, PGE2) 的表达具有抑制作用, 并表明其抑瘤机制可能是首先抑制了COX-2的表达, 进而影响了其下游PGE2的表达, 使得VEGF表达下调来发挥抑瘤作用的。同样地, 另一研究表明一定浓度梯度的黄芪多糖作用于S180肉瘤细胞株, 对其细胞生长及增殖均有了明显的抑制作用, 通过流式细胞仪检测观察细胞在G₁期被阻滞, 且处于S期的细胞减少^[16]。黄熠等^[17]把黄芪总苷作用于肝癌BEL-7402的细胞株, 发现黄芪提取物对肝癌细胞株增殖具有抑制作用, 并随着时间的延长或是黄芪总苷浓度的升高抑制率也增加, 且还可促进肝癌BEL-7402细胞的早期和中期的凋亡, 其凋亡率与黄芪总苷的浓度表现为正相关。

3 黄芪的抗疲劳和抗缺氧作用

黄芪属于中医常用的补气药, 名著《医学衷中参西录》对黄芪的描述为“能补气, 兼能升气, 善治胸中大气(即宗气)下陷”。研究表明黄芪在很早的时候就被用来治疗常见衰弱性、慢性疾病和提高人体的活力^[18]。王迎新等^[19]研究表明常压缺氧和氰化钾中毒小鼠应用黄芪提取物后大大延长了其存活时间, 并且具有明显的延缓疲劳作用, 与黄芪多糖呈一定的剂量依赖性。Yeh等^[20]研究表明黄芪提取物可以增加小鼠的耐力运动能力, 增加肝糖原和肌糖原的含量, 可以减少在急性运动中运动性副产品血乳酸和氨的堆积, 表明黄芪提取物具有提高运动性能和抗疲劳的作用。

4 黄芪对心血管系统的作用

4.1 黄芪的强心作用

许多研究证实黄芪具有增强心肌收缩力的作用, 其发挥正性肌力作用的化学成分主要是黄芪皂苷。王奇玲等^[21]的研究结果表明高浓度的黄芪皂苷可使鼠的离体工作心脏的收缩力增强, 在用药前后对比中其静息电位减小了9.3 mV, 提示这可能是通过作用于 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATP}$ 酶来调节心肌收缩力的。杨雷等^[22]在探讨黄芪对心脏的作用中表明黄芪提取物组大鼠血流动力学指标左室舒张末压、左室收缩压、左室内压曲线最大上升和下降速度均强于对照组, 提示黄芪具有一定的正性肌力作用, 还能改善心脏的收缩和舒张功能。黄芪还具有保护心肌损伤、心肌缺血等的作用, 病毒性心肌炎小鼠的干预实验中黄芪干预组的心肌受损程度明显比病毒组轻, 且凋亡相关基因B细胞淋巴瘤/白血病-2 (B-cell lymphoma/leukemia-2, Bcl-2) 蛋白在各个时间的表达均比病毒组高, 提示黄芪对病毒性小鼠的心肌损伤具有保护作用, 其机制可能与Bcl-2蛋白表达的上调有关^[23]。

4.2 黄芪对血压的双向调节作用

黄芪属于补虚药中的补气药, 善于补气升阳而提升血压, 黄芪有补脾益肾, 平肝潜阳的功能, 又可治疗肾源性高血压, 但其对血压的影响与黄芪剂量及其用法有直接关系。慢性腹腔注射黄芪注射液可以控制自发性高血压大鼠的血压, 而急性腹腔注射黄芪注射液对高血压大鼠无降压作用^[24]。周风银^[25]在对30例低血压病人应用黄芪注射液治疗1疗程后治愈21例, 无效1例, 有效8例, 总有效率达到96%, 且无明显不适反应。透析病人易患低血压, 韦美丹等^[26]在透析病人中应用黄芪注射液后明显改善透析后患者的血压, 并顺利完成透析。上述研究提示黄芪对低血压有一定的治疗作用。目前国内外研究认为黄芪甲苷的降压机制可能与其所具有的利尿,

扩张血管等作用有关。黄芪的这种双向调节血压的机制有待进一步的研究。

4.3 黄芪对血液系统的影响

黄芪对人体造血功能的保护和促进作用。在对晚期非小细胞肺癌患者化疗的同时应用黄芪注射液两个疗程, 每疗程14 d, 比较其外周血象结果显示外周血白细胞、血红蛋白、血小板的降低程度明显优于对照组, 提示黄芪注射液对化疗药物引起造血系统的毒副作用有保护作用^[27]。刘连升等^[28]研究表明黄芪注射液治疗组可以显著提高外周血白细胞计数和粒细胞绝对值, 骨髓象显示治疗组中性粒细胞计数显著升高, 与对照组比较具有统计学意义, 提示黄芪注射液对CTX引起的骨髓粒细胞系的抑制有保护作用。张红梅等^[29]的研究表明黄芪多糖、皂苷、黄酮的相互配伍均能显著提升模型小鼠粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子、粒细胞集落刺激因子的含量, 提示黄芪可特异性地促进骨髓抑制模型小鼠粒系的造血功能。

4.4 黄芪对血管平滑肌的保护作用

黄芪对血管成形术后由于内膜增生导致的血管狭窄有防治效果, 可抑制主动脉内皮剥脱大鼠主动脉内膜的增生, 与模型组相比, 黄芪治疗组内膜增生明显较轻, 其机制可能与抑制血管平滑肌细胞 (vascular smooth muscle cell, VSMC) 的去分化, 减弱其迁移和增殖能力有关^[30]。黄进宇等^[31]的研究表明黄芪注射液作用于体外培养的VSMC可显著提高 G_0/G_1 期细胞数, 从而抑制其增殖。体外培养的成纤维细胞加入单味黄芪鼠血清继续培养24 h, 结果显示成纤维细胞胶原合成速率明显降低, 缓解血管壁硬化, 增加血管的弹性, 增加供血, 改善结缔组织的增生, 进而改善动脉硬化症状^[32]。

5 黄芪的抗衰老作用

目前许多研究表明黄芪多糖以及黄芪中的硒主要是通过其抗氧化作用及增强免疫功能来发挥其抗衰老作用的。黄芪多糖作用于D-半乳糖 (D-galactose, D-Gal) 诱导的衰老小鼠, 使其肝、脑线粒体中丙二醛 (malondialdehyde, MDA) 含量明显降低; 同时, 黄芪多糖与硒元素可以上调过氧化酶 (谷胱甘肽过氧化物酶、锰-超氧化物歧化酶) 的活性及线粒体中谷胱甘肽和氧化型谷胱甘肽的比值, 表明黄芪提取物对D-Gal诱导的衰老小鼠有延缓衰老的作用, 此研究还表明其对自然衰老的小鼠亦有延缓衰老的作用^[33]。许静等^[34]研究表明黄芪中的木糖-葡萄糖-环黄芪醇在脂质过氧化过程中可减少过氧化物MDA的生成, 从而减少心肌组织脂褐素在体内的堆积, 发挥一定的抗衰老作用。

6 黄芪的护肝作用

对四氯化碳 (carbon tetrachloride, CCl₄) 造成肝细胞损伤模型的鲤鱼饲喂黄芪提取物后, 可显著抑制CCl₄引起的脾指数和肝指数的升高, 提示黄芪多糖提取物可缓解CCl₄导致的肝组织损伤, 并且与黄芪多糖提取物的剂量有关, 其剂量在3.0 g/kg时保护效果最佳^[35]。徐邦和等^[36]用黄芪丹参注射液联合常规西药治疗血吸虫引起的肝纤维化1~3个疗程, 每疗程3个月, 通过检测对照组与治疗组的相应指标, 显示治疗组的血清纤维化指标较对照组显著下降, 肝脏病变实质有所缓解, 提示黄芪丹参有较好的抑制肝纤维化的效果。

7 黄芪的抗病毒作用

分别在体外和体内实验中探讨黄芪总苷对小鼠柯萨奇B3病毒 (coxsachievirus B3, CVB3) 的作用。在体外实验中不同浓度梯度的黄芪总苷加入CVB3作用后的心肌细胞培养板中, 显示当其质量浓度为0.065 g/mL时, 可缓解心肌细胞进一步的损伤, 对CVB3具有一定的抑制作用; 在体内实验中, 对CVB3引起病毒性心肌炎的小鼠静脉连续滴注不同浓度梯度的黄芪总苷, 结果显示各黄芪总苷组与对照组相比均有较好的缓解效果, 提示黄芪对CVB3有抑制作用且对心肌组织有保护作用^[37]。王志洁等^[38]的研究表明黄芪的多种提取物均有抗人疱疹病毒HSV的效果, 且黄芪总苷是主要发挥药效的成分。

8 黄芪的其他药理作用

有研究发现, 黄芪提取物具有显著的镇痛、抗炎作用, 且与黄芪提取物的剂量有关, 高剂量时效果较显著^[39]。黄芪还具有一定的利尿、降糖等作用, 对肾脏系统疾病以及糖尿病方面有一定的治疗作用。桂定坤^[40]的研究表明, 黄芪皂甙水提物能增加健康人的尿钠排泄, 其可通过心房钠利尿直接抑制肾小管对钠的重吸收而发挥利钠效应。黄芪多糖可以促进过氧化物酶体增殖物活化受体 γ mRNA的表达, 促进脂肪细胞的分化, 可增加脂肪细胞对葡萄糖的摄取和利用, 对胰岛素抵抗有一定的改善作用^[41]。Kim等^[42]对脱发老鼠的研究表明黄芪甲苷可以显著减少半胱氨酸天冬氨酸特异性蛋白酶-3阳性细胞数量, 促进发根的恢复, 黄芪甲苷可以稀释终端分化的胶质细胞、生长因子和细胞因子, 促进头发再生, 其可以用于相关原因的脱发或多毛症的治疗。

9 黄芪在食品工业的应用

中草药属于我国保健食品的原料之一, 随着人们

对中草药研究的深入, 越来越多的中草药特别是补益类中药被应用于现代食品工业。黄芪作为中医传统的补虚药, 由于其所含化学成分的多样性, 药理作用的显著性, 在保健食品上被广为应用。其主要被用来制成功能性复方饮料、饼干、酸奶等。利用黄芪的药理作用如抗衰老、抗疲劳、增强免疫力、双向降糖作用等研制开发了多种保健饮料与食品, 表1为目前具有增强免疫力、缓解体力疲劳、降糖等效果的黄芪保健食品。

表1 药食同源的黄芪保健食品

Table 1 Major chemical constituents and pharmacological effects of health foods made with *Radix Astragalii*

名称	主要组成	药理用途
保健复合饮料 ^[43]	黄芪、西洋参、水溶性维生素等	增强免疫力、缓解体力疲劳
黄芪酸奶 ^[44]	黄芪、麦芽糖醇、低聚木糖等	降糖、抗疲劳、护肠、促消化
黄芪-红枣复合饮料 ^[45]	黄芪、红枣、蜂蜜等	增强免疫力、改善心肺功能
黄芪、甘蔗渣膳食纤维饼干 ^[46]	黄芪、甘蔗渣、白术等	降糖、降低并发症
乳酸菌发酵型泡菜 ^[47]	包心芥菜、党参、黄芪、枸杞等	养颜、抗衰老、增强免疫力
黄芪六一保健茶 ^[48]	黄芪、甘草、绿茶	抗衰老
黄芪功能性酸奶 ^[49]	黄芪、鲜牛奶等	降糖、抗疲劳
太太滋补保健膏 ^[50]	大枣、人参、阿胶、茯苓、黄芪等	增强免疫力、延缓衰老、调节内分泌
黄芪粥 ^[51]	黄芪、粳米	健脾益气、全身乏力、气短、出汗
黄芪感冒茶 ^[51]	黄芪、防风、白术、乌梅	增强抗病能力、防治感冒

10 结语

黄芪属于中医传统的补虚药, 历史悠久, 在保健食品和诸多疾病临床治疗上也被广泛应用, 是常用的扶正固本药, 多与其他中药配伍应用于多种疾病的保健康复与治疗中。对其有效成分如多糖, 皂苷, 黄酮的生物作用的研究, 使得黄芪在临床上的应用更加广泛。黄芪提取物多被制成单剂或是保健食品, 其抗癌、抗衰老、预防感冒以及强身健体等作用得到广泛认可。Li Jinkui等^[52]报道黄芪、白术及黄芪白术组合药的化学成分中提取的植物精油有助于清除自由基, 并且表明两种或是两种以上的中草药组合可能成为制药和食品工业的一种很有前途的天然抗氧化剂来源。黄芪作为极具开发价值的中药, 对其化学成分及药理作用还有待更加深入研究, 以期在食品工业上有更大的创新。

参考文献:

- [1] 顾观光. 神农本草经[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1955: 101.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典一部[M]. 9版. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 283.
- [3] 陈国辉, 黄文凤. 黄芪的化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国新药杂志, 2008, 17(17): 1482-1485.
- [4] 赵晓峰, 何海根, 章建萍, 等. 黄芪对免疫功能低下小鼠免疫功能的影响[J]. 浙江中医药大学学报, 2012, 36(6): 749-751.
- [5] 宁康健, 阮祥春, 吕锦芳, 等. 黄芪对小鼠腹腔巨噬细胞吞噬能力的影响[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(21): 1670-1672.
- [6] 张武德, 张李峰, 程卫东, 等. 比较用红芪和用黄芪的经典补益方对免疫抑制小鼠免疫功能的影响[J]. 北京中医药大学学报, 2012, 35(10): 688-691.

- [7] KALLON S, LI Xiaorong, JI Jun, et al. *Astragalus* polysaccharide enhances immunity and inhibits H9n2 avian influenza virus *in vitro* and *in vivo*[J]. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2013, 4(1): 1-11.
- [8] 许杜娟, 陈敏珠. 黄芪总提取物减弱荷瘤小鼠化疗引起的白细胞减少和免疫抑制作用[J]. *安徽中医学院学报*, 2006, 25(3): 34-36.
- [9] 王润田, 单保恩, 李巧霞, 等. 黄芪提取物免疫调节活性的体外实验研究[J]. *中国中西医结合杂志*, 2002, 22(6): 453-456.
- [10] 吴瑕, 杨薇, 张磊, 等. 不同分子量段黄芪多糖对整体及黏膜免疫功能的影响[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2011, 17(18): 169-172.
- [11] 于明薇, 孙桂芝, 吴洁, 等. 黄芪、苏木及其组方对荷瘤小鼠脾调节性T细胞表达及血清细胞因子水平的干预作用[J]. *北京中医药大学学报*, 2010, 33(4): 241-245; 290.
- [12] 高建峰, 胡庭俊, 高艳艳. 黄芪多糖对小鼠免疫细胞NO-cGMP信号系统的效应[J]. *畜牧与兽医*, 2008, 40(5): 65-67.
- [13] 邓昱, 窦晓兵, 史亦谦, 等. 黄芪多糖定向诱导脐血来源树突状细胞及其对T细胞增殖作用的研究[J]. *中国免疫学杂志*, 2007, 23(6): 539-544; 550.
- [14] 董晓辉, 董竟成. 黄芪注射液增强树突状细胞的抗肿瘤作用[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2005, 11(1): 25-28.
- [15] 沈洪, 刘增巍, 张坤, 等. 黄芪对SGC7901胃癌细胞COX-1、COX-2、VEGF和PGE-2表达的影响[J]. *肿瘤*, 2007, 27(3): 194-198.
- [16] 黄宏思, 黄卫彤, 韦鹏涯, 等. 黄芪多糖协同抗癌药物对肿瘤细胞的杀伤作用[C]//第三届全国中医药免疫学术研讨会.长沙:中国免疫学会, 2006: 37-39.
- [17] 黄熠, 胡火珍. 黄芪总苷对肝癌BEL-7402细胞株的抑制作用[J]. *时珍国医国药*, 2011, 22(5): 1261-1262.
- [18] LEE D Y, NOH H J, CHOI J, et al. Anti-inflammatory cycloartanetype saponins of *Astragalus membranaceus*. [J]. *Molecules*, 2013, 18(4): 3725-3732.
- [19] 王迎新, 李华, 陈敏珠. 黄芪提取物的抗疲劳和耐缺氧作用[J]. *中国实用医药*, 2007, 2(9): 43-44.
- [20] YEH T S, CHUANG H L, HUANG W C, et al. *Astragalus membranaceus* improves exercise performance and ameliorates exercise-induced fatigue in trained mice[J]. *Molecules*, 2014, 19 (3): 2793-2807.
- [21] 王奇玲, 李云义, 齐辉, 等. 黄芪皂苷对离体工作心脏的肌力作用及其可能机制[J]. *中国中药杂志*, 1992, 17(9): 557-559; 577.
- [22] 杨雷, 毛秉豫, 徐国昌, 等. 黄芪提取物对大鼠心肌梗死后心肌组织PKD1蛋白表达的影响[J]. *中国药理学通报*, 2013, 29(4): 535-539.
- [23] 涂柳, 向平, 李芳, 等. 黄芪对病毒性心肌炎小鼠热休克蛋白70及Bcl-2、Bax基因表达的影响[J]. *临床心血管病杂志*, 2011, 27 (2): 105-109.
- [24] 陈治奎, 胡申江, 夏强, 等. 黄芪对自发性高血压大鼠的抗高血压效应及其机制的初步研究[J]. *中国实验诊断学*, 2008, 12(6): 705-710.
- [25] 周凤银. 黄芪注射液治疗低血压[J]. *医药论坛杂志*, 2003, 24(8): 44.
- [26] 韦美丹, 凌彩业, 张丽虹. 黄芪注射液对透析中低血压临床观察[J]. *中外健康文摘*, 2011, 8(29): 160.
- [27] 周秀梅, 鲍艳芬. 黄芪注射液对晚期非小细胞肺癌化疗后外周血象的影响[J]. *国际中医中药杂志*, 2010, 32(4): 311.
- [28] 刘连升, 王玉梅, 郭强. 黄芪注射液配合环磷酰胺治疗肾病综合征对骨髓和血液系统的影响[J]. *陕西医学杂志*, 2003, 32(12): 1095-1097.
- [29] 张红梅, 范颖, 林庶茹. 黄芪不同有效部位配伍对骨髓抑制模型小鼠粒系调控因子的影响[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2011, 17(22): 134-137.
- [30] 李琦, 温进坤, 韩梅. 黄芪、当归对血管内皮剥脱后内膜增生的影响及作用机制[J]. *中国老年学杂志*, 2003, 23(11): 758-760.
- [31] 黄进宇, 单江, 徐耕, 等. 黄芪抑制血管平滑肌细胞增殖及其作用机制[J]. *中国现代应用药学*, 2003, 20(4): 277-279.
- [32] 韩志芬, 戴薇薇, 金国琴, 等. 加减益气聪明汤及单味黄芪药物血清对成纤维细胞胶原合成速率的影响[J]. *中国中医药科技*, 2002, 9(1): 5-6.
- [33] 雷红, 王斌, 李卫平, 等. 黄芪总提取物抗衰老作用的实验研究[J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2000, 5(4): 298-302.
- [34] 许静, 秦小红, 薛梅. 黄芪对D-半乳糖衰老大鼠脂质过氧化及红细胞免疫功能的影响[J]. *江苏医药*, 2007, 33(6): 596-597.
- [35] 贾睿, 杜金梁, 曹丽萍, 等. 黄芪提取物对鲤急性肝组织损伤的保护作用[J]. *江苏农业学报*, 2013, 29(3): 606-612.
- [36] 徐邦和, 熊衍珉, 王沁, 等. 黄芪丹参加常规护肝药治疗血吸虫病肝纤维化[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2010, 22(6): 613-615.
- [37] 古平, 何民. 黄芪总苷治疗小鼠柯萨奇B₃病毒性心肌炎的实验研究[J]. *西南国防医药*, 2007(3): 281-284.
- [38] 王志洁, 黄铁牛, 刘焱文, 等. 黄芪多种成分抗人疱疹病毒的初步实验研究[J]. *中国现代应用药学*, 2002, 19(5): 356-359.
- [39] 朱华野, 朴龙. 黄芪提取物抗炎、镇痛、耐缺氧及抗疲劳作用的研究[J]. *时珍国医国药*, 2007, 18(5): 1156-1157.
- [40] 桂定坤. 黄芪水提取物促肾脏水钠排泄及肾脏保护作用的细胞分子机制研究[D]. 上海: 复旦大学, 2007.
- [41] 王树海, 王文建, 汪雪峰, 等. 黄芪多糖和小檗碱对3T3-L1脂肪细胞糖代谢及细胞分化的影响[J]. *中国中西医结合杂志*, 2004, 24(10): 926-928.
- [42] KIM M H, KIM S H, YANG W M. Beneficial effects of astragaloside IV for hair loss via inhibition of Fas/FasL-mediated apoptotic signaling[J]. *PLoS One*, 2014, 9(3): e92984.
- [43] 戴晶晶, 张月天, 邓茉香, 等. 增强免疫力、缓解体力疲劳保健饮料的研制[J]. *食品科技*, 2008(3): 98-100.
- [44] 张蓉. 黄芪、知母酸奶研制及活性研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2013.
- [45] 李白存. 黄芪-红枣复合饮料的制备工艺研究[J]. *陕西农业科学*, 2013, (4): 24-27; 37.
- [46] 张志平, 吴怡, 吴铁, 等. 黄芪、甘蔗渣膳食纤维饼干对血糖生成指数的影响[J]. *临床和实验医学杂志*, 2007, 6(7): 50-51.
- [47] 林燕文, 王茂仙, 陆宝君. 具养颜功效的乳酸菌发酵型泡菜工艺条件研究[J]. *食品科技*, 2006, 31(2): 33-35.
- [48] 张博, 王迪. 黄芪六一保健茶抗衰老作用研究[J]. *长春中医药大学学报*, 2007, 23(2): 35.
- [49] 刘凤珠, 梁萌, 刘鹏. 黄芪功能性酸奶的研究[J]. *食品科技*, 2007(3): 187-189.
- [50] 张海悦, 张凤清, 常绪川. 太太滋补保健膏的研制[J]. *吉林学院学报: 自然科学版*, 2002, 23(2): 42-44.
- [51] 蓝天云. 黄芪入膳善疗疾[J]. *食品与健康*, 2005(12): 35.
- [52] LI Jinkui, LI Feng, XU Yan, et al. Chemical composition and synergistic antioxidant activities of essential oils from *Atractylodes macrocephala* and *Astragalus membranaceus*[J]. *Natural Product Communications*, 2013, 8(9): 1321-1324.