

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.005

两种经济林下黄芪仿野生种植

严毅, 徐钊昌, 陆刚, 金智伟, 王苏化, 李云松, 杨维雄
(昆明市海口林场, 云南 昆明 650114)

摘要:以核桃林和油橄榄林两种经济林下复合种植的黄芪为试材, 研究不同品种经济林下种植的黄芪有效成分含量差异性和复合种植黄芪前后土壤肥力及其变化情况。结果表明, 两种经济林下种植黄芪后土壤肥力呈增长趋势, 不会对经济林产量造成影响; 两种经济林下种植的黄芪有效成分含量存在差异, 落叶经济林核桃林下种植的黄芪品质优于常绿经济林油橄榄林, 且均达到中国药典规定的质量要求; 黄芪种植对土壤要求不高, 适宜的土壤肥力能保证黄芪较高的品质, 黄芪种植对有机质、钾需求较高, 对磷需求较低。经济林下复合种植黄芪模式具有可行性, 且落叶经济林核桃林下种植的黄芪品质优于常绿经济林油橄榄林。以期为经济林下黄芪种植提供理论依据。

关键词:经济林; 黄芪; 仿野生种植; 有效成分; 土壤肥力

中图分类号: S753.536; S759.82 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2024)01-0022-06

引文格式: 严毅, 徐钊昌, 陆刚, 等. 两种经济林下黄芪仿野生种植[J]. 林业调查规划, 2024, 49(1): 22-27.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.005

YAN Yi, XU Beichang, LU Gang, et al. Simulated Wild Planting of *Astragalus membranaceus* under Two Economic Forests [J]. Forest Inventory and Planning, 2024, 49(1): 22-27. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.005

Simulated Wild Planting of *Astragalus membranaceus* under Two Economic Forests

YAN Yi, XU Beichang, LU Gang, JIN Zhiwei, WANG Suhua, LI Yunsong, YANG Weixiong
(Haikou Forest Farm, Kunming 650114, China)

Abstract: Using *Astragalus membranaceus* planted under two economic forests of walnut forest and olive forest as test materials, this study investigated the differences in effective components contents of *Astragalus membranaceus* planted under different varieties of economic forests, as well as the changes in soil fertility before and after the compound planting. The results showed that the soil fertility increased after planting of *Astragalus membranaceus* under the two economic forests, which would not affect the soil fertility and the economic forest; the effective components contents of *Astragalus membranaceus* were different, the quality planted under deciduous economic forests (walnut forests) was better than that of evergreen economic forests (olive forests), and both met the quality requirements specified in Chinese Pharmacopoeia. The planting requirements for soil were not high, and suitable soil fertility could ensure higher quality of *Astragalus membranaceus*, while the planting had higher requirements for organic matter and

收稿日期: 2022-08-16.

基金项目: 昆明市科技计划项目(2016-1-S-03064); 中央财政林业科技推广项目([2022]TC09).

第一作者: 严毅(1986-), 女, 四川西昌人, 硕士, 高级工程师. 研究方向为果树学. Email: yanyiok@yeah.net

责任作者: 杨维雄(1971-), 男, 云南昆明人, 工程师. 研究方向为森林培育. Email: 3391594493@qq.com

potassium, but lower requirements for phosphorus. The model of compound planting of *Astragalus membranaceus* under economic forests was feasible, and the quality planted under deciduous economic forests was better than that of evergreen economic forests, to provide theoretical basis for the cultivation of *Astragalus membranaceus* under economic forests.

Key words: economic forest; *Astragalus membranaceus*; simulated wild planting; effective components; soil fertility

黄芪是豆科植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 或膜荚黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. 的干燥根,主产于我国内蒙古、山西、黑龙江等地,富含多糖类、皂苷类、生物碱类和黄酮类等多种化合物。味甘,性微温,归肺、脾经^[1],具有补气升阳、固表止汗和利水消肿等功效^[2-3]。黄芪入药历史悠久,早在汉代《五十二病方》中就有大量关于黄芪具有保护免疫系统、心血管系统和中枢神经系统等药用功效的记载^[4]。目前已证实黄芪具有增强免疫功能、增强造血功能、强心、降血压、保肝、调节机体代谢等方面的药理作用^[5-6]。新药理作用的挖掘,黄芪需求量逐年飙升,传统的人工栽培和育苗移栽半野生栽培不仅增加成本,对产量和品质均产生不良影响。因此,筛选黄芪适宜的种植模式迫在眉睫。

林下仿野生种植中药材可充分利用林型以及林地的水、土、光、热等自然资源,既能提高土地单位面积的产出,又能提供中药材适宜生长的环境条件,是较好的种植模式^[7]。近年来受到广大农业、林业学者及企业家的关注,林药间作模式得以迅速发展,并取得显著成效^[8-9],但目前有关黄芪林下仿野生种植研究尚未见报道。选择常绿和落叶两种经济林下仿野生种植黄芪,通过测定不同林型的土壤肥力及黄芪有效成分,比较不同林型复合种植黄芪后土壤肥力的变化规律及黄芪有效成分差异,旨在为黄芪经济林下仿野生种植提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在云南省昆明市海口林场,山冲林区落叶经济林为 2013 年种植的文玩核桃 (*Juglans sigillata* D.), 株行距 5 m×6 m, 平均胸径 4 cm, 林分郁闭度为 0.1; 宽地坝林区常绿经济林为 1964 年种植的油橄榄 (*Olea europaea* L.), 株行距 5 m×6 m, 平均胸径 38 cm, 林分郁闭度为 0.6。地理位置位于 102°28′~102°38′ E, 24°43′~24°56′ N, 海拔 1 900~

2 100 m, 年均温 14.6℃, 年降水量 909.7 mm, 土壤类型为红壤土。

1.2 试验材料

黄芪种子于 2016 年 12 月购自云南省昆明市种苗站。2017 年 3 月,将种子浸泡在 50℃ 温水中并搅动,当水温降低至 40℃ 以后持续浸泡 24 h,捞出晾至表面无水,细沙拌种后,于事先起好垄(垄宽 1.5 m)的核桃林、油橄榄林地按行距 30 cm 条播,覆厚 1 cm 的表土压实。每个林型下散播 600 m²,按照坡度方向划分为 3 个小区,每个小区 200 m²。20 d 后幼苗长至约 5 cm,按株距 10 cm 进行间苗。仿野生栽培管理过程中,只进行砍杂清理,其他均仿野生状态生长。

1.3 试验方法

于 2018 年 1 月,采用对角线随机取样法,每个小区挖取黄芪 30 株带回实验室自然风干,收集干燥根进行有效成分测定。采用四分法,于黄芪种植前,分别在核桃林和油橄榄林下去除表层掉落物后,取 0~20 cm 混合土壤 1~2 kg,黄芪种植后,采用抖根法处理 0~20 cm 根际土壤,每个土样重复 3 次,带回实验室进行肥力测定。

1.4 项目测定

土壤肥力测定^[10-12]:包括有机质、全氮、水解氮、全磷、速效磷、全钾和速效钾含量。土壤有机质含量采用重铬酸钾外热源法测定;全氮含量采用半微量凯氏法测定;水解氮含量采用碱解扩散法测定;全磷含量采用氢氧化钠熔融-钼蓝比色法测定;速效磷含量采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定;全钾含量采用氢氧化钠熔融-火焰光度法测定;速效钾含量采用 NH₄Ac 浸提-火焰光度法测定。

有效成分含量测定:黄芪总多糖含量采用索氏回流提取法部分改动;黄芪总皂苷含量参照于翔宇的方法测定;黄芪总黄酮含量采用紫外-可见分光光度法^[13];采用高效液相色谱法测定黄芪甲苷含量和黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量^[14-15]。

1.5 数据分析

采用 Excel 2007 软件及 SPSS 18.0 对试验数据

进行统计、制图及差异性分析。

2 结果与分析

2.1 不同林型下林地土壤肥力的变化

土壤肥力是反映土壤肥沃程度的一项重要指标,也是衡量土壤能够提供作物生长所需养分能力的指标^[7]。测定复合种植黄芪前后林地土壤肥力情况,具体结果见表 1。

表 1 复合种植黄芪前后林地土壤肥力变化

Tab. 1 Changes of soil fertility in forest land before and after *Astragalus membranaceus* planting

成分	核桃林/(g · kg ⁻¹)			油橄榄林/(g · kg ⁻¹)		
	种植前	种植后	增长量	种植前	种植后	增长量
有机质	5.342	47.441	42.099	25.696	17.858	-7.838
全氮	0.291	0.420	0.129	0.239	0.292	0.053
水解氮	0.036	0.053	0.017	0.030	0.096	0.066
全磷	0.836	3.651	2.815	1.447	1.670	0.223
速磷	5.890	11.770	5.880	16.010	22.160	6.150
全钾	0.525	0.256	-0.269	1.019	1.576	0.557
速钾	0.150	0.318	0.168	0.443	0.604	0.161

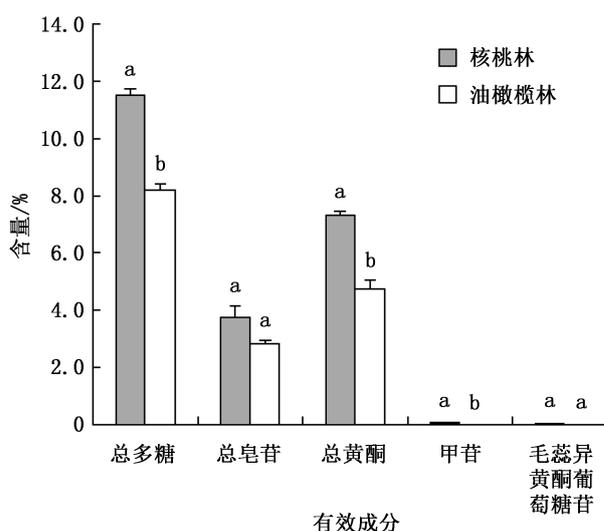
从表 1 可以看出,除氮外,油橄榄林下土壤肥力均高于核桃林下土壤肥力,其中有机质含量是核桃林下的 4.8 倍,两种林型下土壤全氮和水解氮含量均较低。复合种植黄芪后,土壤肥力总体上呈增长趋势,其中核桃林下有机质和速效磷含量增幅较大,油橄榄林下速效磷含量增幅也较大,说明林下复合种植黄芪能一定程度提高土壤肥力,且对磷需求不大,而核桃林下全钾、油橄榄林下有机质含量均出现降低趋势,说明黄芪种植对土壤有机质和钾需求较高,两种林地对元素的补偿各有优势。

2.2 不同林型下仿野生种质黄芪有效成分变化

2.2.1 不同林型下黄芪总多糖含量变化

不同林型下复合种植黄芪总多糖、总皂苷、总黄酮含量测定结果见图 1。

从图 1 可以看出,核桃林下种植的黄芪总多糖含量为 11.54%,是油橄榄林下种植的黄芪总多糖含量(8.24%)的 1.4 倍。方差分析显示,两种林型下种植黄芪总多糖含量差异达显著水平($P < 0.05$),黄芪在核桃林下种植总多糖含量远高于油橄榄林。



注:小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平达差异显著。

图 1 不同林型仿野生复合种植黄芪有效成分对比

Fig. 1 Comparison of effective components of *Astragalus membranaceus* simulated wild planting under different forests

2.2.2 不同林型下黄芪总皂苷含量变化

从图 1 可以看出,核桃林下种植的黄芪总皂苷含量为 3.76%,油橄榄林下种植的黄芪总皂苷含量为 2.84%,核桃林下种植黄芪总皂苷含量高于油橄榄林下种植的黄芪总皂苷含量,方差分析显示,两种林型下种植黄芪总皂苷含量,差异未达显著水平($P > 0.05$)。

2.2.3 不同林型下黄芪总黄酮含量变化

从图 1 可以看出,核桃林下种植的黄芪总黄酮含量为 7.33%,是油橄榄林下种植的黄芪总黄酮含量(4.77%)的 1.5 倍。方差分析显示,两种林型下种植黄芪总黄酮含量差异达显著水平($P < 0.05$),黄芪在核桃林下种植总黄酮含量远高于油橄榄林。

2.2.4 不同林型黄芪甲苷含量变化

通过高效液相色谱分析法测定不同林型下复合种植黄芪的甲苷含量(图 1~图 3)。

由图 2 和图 3 可知,黄芪甲苷出峰时间为 10.162、10.156 min,此时核桃林、油橄榄林下种植的黄芪甲苷含量分别为 0.08%和 0.06%,其值均达到《中华人民共和国药典(2015)》规定的黄芪甲苷含量不得低于 0.04%的要求。图 1 方差分析显示,核桃林下种植的黄芪甲苷与油橄榄林下种植黄芪甲苷差异显著($P < 0.05$),黄芪在核桃林下种植甲苷含量优于油橄榄林。

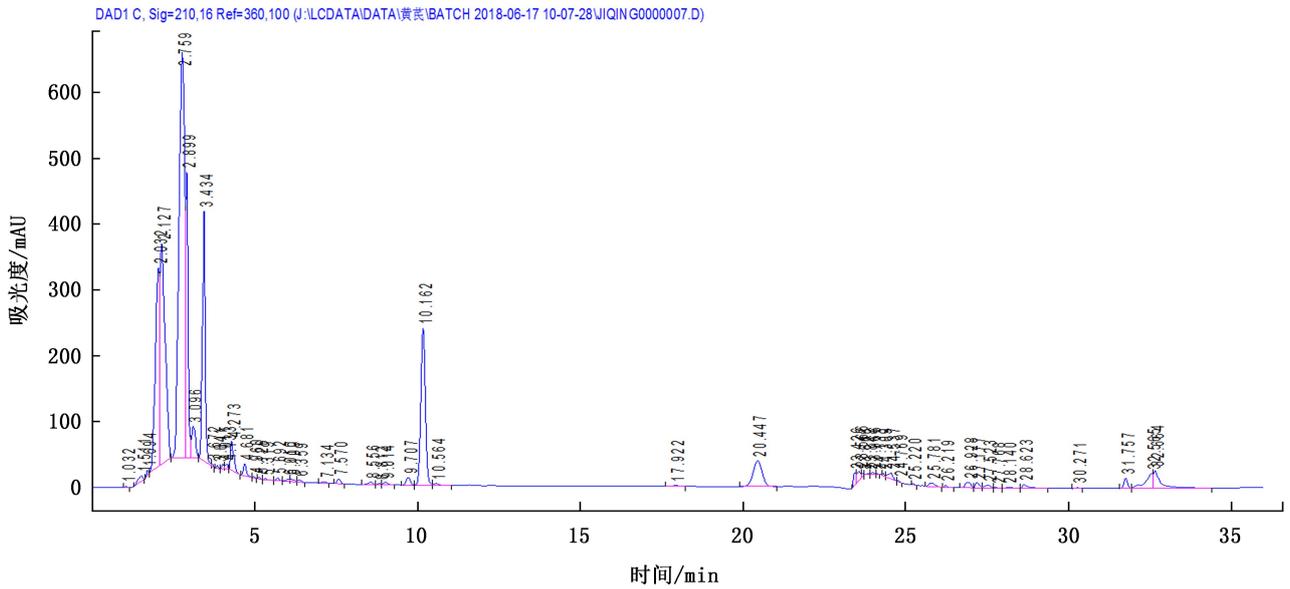


图 2 核桃林下种植黄芪甲苷高效液相色谱分析

Fig. 2 High performance liquid chromatogram of astragaloside IV of *Astragalus membranaceus* planted under walnut forest

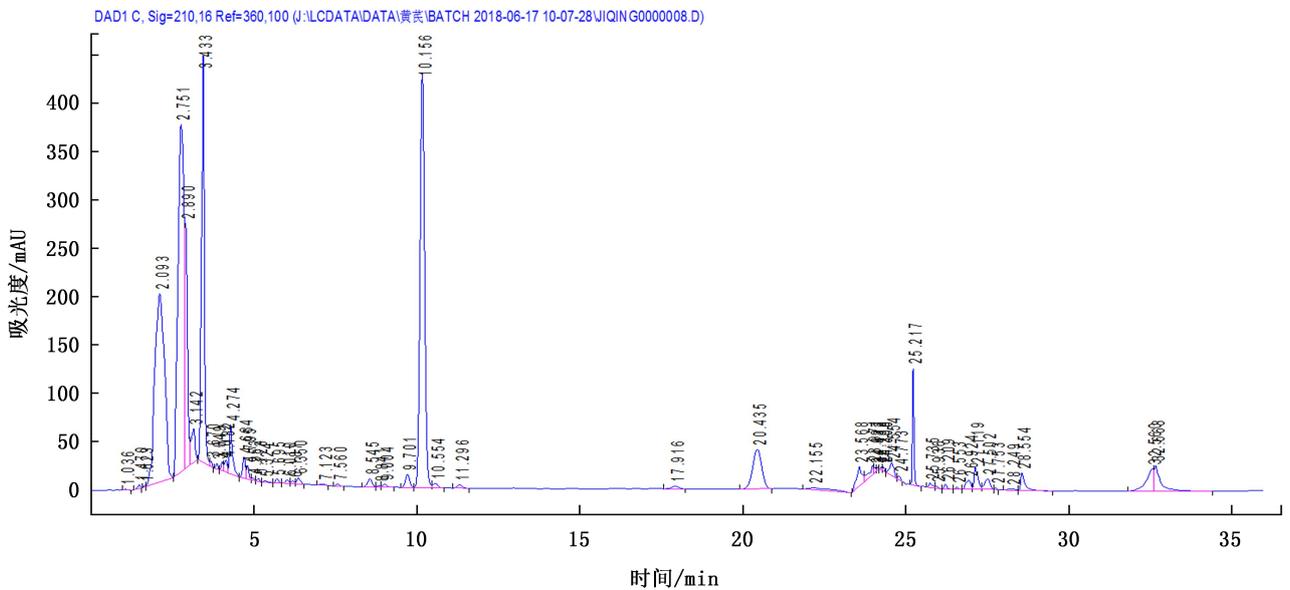


图 3 油橄榄林下种植黄芪甲苷高效液相色谱分析

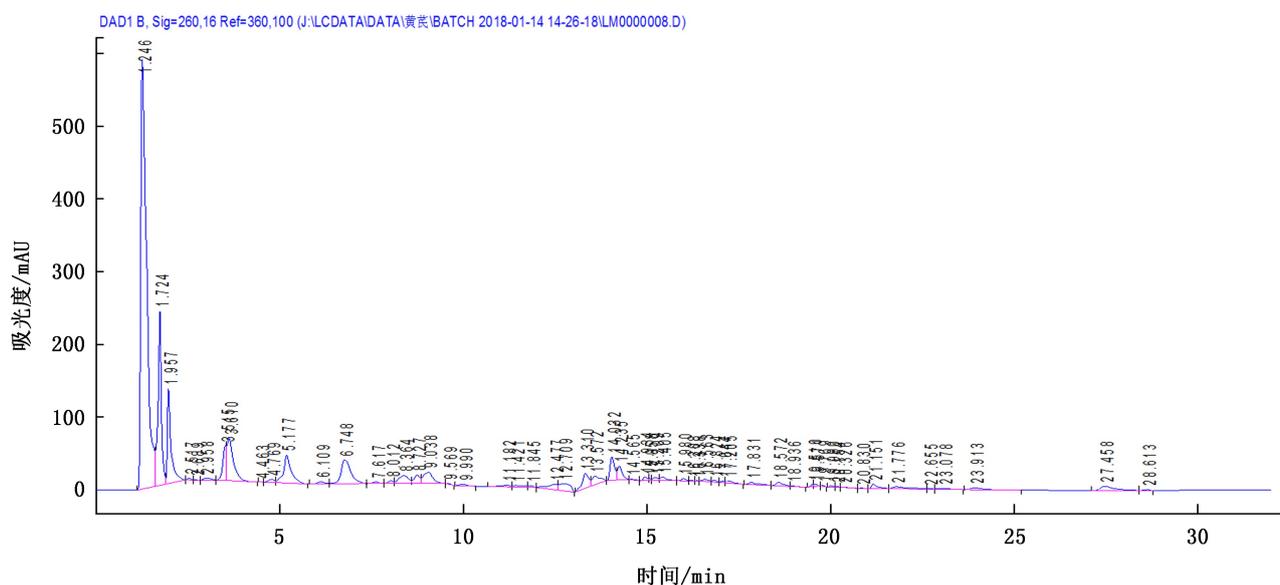
Fig. 3 High performance liquid chromatogram of astragaloside IV of *Astragalus membranaceus* planted under olive forest

2.2.5 不同林型下黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量变化

通过高效液相色谱法测定不同林型下复合种植黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量(图 1,图 4,图 5)。

由图 4 和图 5 可知,黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷出峰时间为 5.177、5.184 min,此时核桃林、油橄榄林下种植的黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量分别为

0.064%和 0.062%,其值均达到《中华人民共和国药典(2015)》规定的黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量不得低于 0.02%的要求。图 1 方差分析显示,核桃林下种植的黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷与油橄榄林下种植黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷差异不显著($P>0.05$),两种林下种植黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷差异不明显。



黄芪在《本草纲目》中被称为“补药之长”,主要成分为皂苷类、黄酮类及多糖类,有效成分黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷是其质量控制的指标性成分^[18-20]。通过不同类型经济林下种植黄芪有效成分含量比较分析发现,核桃林下种植黄芪的总多糖、总皂苷、总黄酮、甲苷、毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量均高于油橄榄林下种植黄芪,其中黄芪总多糖、总黄酮、甲苷含量差异显著;两种林下种植黄芪的甲苷含量分别为 0.08% 和 0.06%,均达到《中华人民共和国药典》规定的黄芪甲苷含量不低于 0.04% 的要求;黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量分别为 0.064% 和 0.062%,同样达到《中华人民共和国药典》规定不得低于 0.02% 的要求,因此,两种经济林下复合种植黄芪可以作为基源药材,且核桃林下复合种植的黄芪品质更优。本研究中土壤肥力状况相对低的核桃林下种植的黄芪品质优于土壤肥力状况相对较高的油橄榄林下种植的黄芪品质,验证了黄芪栽培对土壤要求较低的结论^[21],说明适宜的土壤肥力是黄芪品质的重要保证。同时复合种植黄芪后核桃林下全钾、油橄榄林下有机质含量均出现降低趋势,说明黄芪种植对土壤有机质和钾需求较高,这与黄芪适宜在有机质含量高、土壤通透性强、渗水良好的沙质土壤种植的生物特性一致^[22],同时验证了钾对根的干物质积累影响较大这一结论^[23-25]。复合种植黄芪后土壤速效磷含量增幅较大,说明黄芪种植对磷需求不大。生产中建议开展平衡施肥措施,以保证较高的黄芪品质。

参考文献:

- [1] XIE G, PENG W, LI P, et al. A network pharmacology analysis to explore the effect of astragali radix-radix angelica sinensis on traumatic brain injury[J]. *BioMed Research International*, 2018(10): 1-13.
- [2] SHAHZAD M, SHABIR A, WOJCIKOWSKI K, et al. The antioxidant effects of radix astragali (*Astragalus membranaceus* and related species) in protecting tissues from injury and disease[J]. *Curr Drug Targets*, 2016, 17(12): 1331-1340.
- [3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2015: 302-306.
- [4] 张尚智, 韩黎明, 贺莉萍, 等. 中国黄芪专利分析与研究[J]. *中医学信息杂志*, 2012(11): 24-27.
- [5] 张芳, 郑旭芳, 高梦雅, 等. 不同激素配方、土壤基质对蒙古黄芪根系生长发育的影响[J]. *分子植物育种*, 2022, 20(2): 564-569.
- [6] 白赞, 严文允, 李茹超, 等. 黄芪利水消肿作用古今研究概况[J]. *山西中医药大学学报*, 2020, 21(6): 461-464.
- [7] 严毅, 陈金龙, 邵建辉, 等. 不同林型下川续断仿野生种植[J]. *北方园艺*, 2019(19): 95-99.
- [8] 赵江怡, 孙志蓉, 张子龙. 我国中药材种植模式研究进展[J]. *中国现代中药*, 2021, 23(2): 372-380.
- [9] 郭玉英. 林药间作研究现状与展望[J]. *农业与技术*, 2018, 38(10): 188.
- [10] 王前登, 张凯, 王成, 等. 基于主成分分析法的沙湾县农田土壤肥力评价[J]. *新疆农业大学学报*, 2017, 40(3): 210-216.
- [11] 杜彩艳, 张乃明, 姜蓉, 等. 云南三七种植区土壤主要养分含量特征研究与评价[J]. *西南农业学报*, 2016, 29(3): 599-605.
- [12] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社, 2000: 56-57.
- [13] 于翔宇, 石慎华, 赵宏伟, 等. 黄芪茎中有效成分提取方法的研究[J]. *哈尔滨商业大学学报(自然科学版)*, 2004, 20(3): 272-274.
- [14] 付娟, 杨世海, 黄林芳. 超高效液相色谱法同时测定黄芪中 6 种黄酮类成分的含量[J]. *中国药学杂志*, 2013, 48(11): 916-917.
- [15] 牟稷征, 崔翰明, 卢贺起. 正交试验优选黄芪有效成分的提取工艺[J]. *中国医学创新*, 2013, 10(29): 1-3.
- [16] 袁军, 石斌, 谭晓风, 等. 林下经济与经济林产业的发展[J]. *经济林研究*, 2015, 33(2): 163-166, 171.
- [17] 丁怡飞, 曹永庆, 姚小华, 等. 油茶间作不同绿肥的土壤分形及养分损耗特征[J]. *安徽农业大学学报*, 2018, 45(5): 867-871.
- [18] 吴娇, 王聪. 黄芪的化学成分及药理作用研究进展[J]. *新乡医学院学报*, 2018, 35(9): 755-760.
- [19] 薛倩倩, 刘晓节, 李科, 等. 黄芪药材化学成分差异的研究进展[J]. *山西医科大学学报*, 2018, 49(10): 1259-1263.
- [20] 聂娟, 谢丽华, 马港圆, 等. 中药黄芪的化学成分及药理作用研究进展[J]. *湖南中医杂志*, 2018, 34(7): 228-23.
- [21] 段琦梅. 黄芪生物学特性研究[D]. 咸阳:西北农林科技大学, 2005.
- [22] 梁永贤, 史纹华, 王登朝, 等. 沙漠盐碱地中药材黄芪关键栽培技术[J]. *农业开发与装备*, 2020(11): 211-212.
- [23] 张振臣, 乔奇, 靳秀兰, 等. 地黄脱毒技术及增产效果[J]. *植物保护学报*, 2004, 31(4): 342-346.
- [24] 赵杨景. 药用植物营养与施肥技术[M]. 北京:中国农业出版社, 2002.
- [25] 赵杨景, 陈震. 氮磷钾营养元素对怀地黄干物质积累和养分含量的影响[J]. *中药材*, 1991, 14(3): 3-6.

责任编辑: 陈旭