

滇重楼无公害栽培关键技术

段宝忠^{1,2} 马维思³ 刘玉雨¹ 杨丽武⁴ 李西文²

(1 大理大学药学院,大理,671000; 2 中国中医科学院中药研究所,北京,100700; 3 云南省农业科学院药用植物研究所,昆明,650205; 4 大理为民中草药种植有限公司,大理,671000)

摘要 滇重楼产区由于长期缺乏系统、科学的种植技术规范,规范化生产程度较低、病虫害严重、滥用化肥和农药等情况普遍存在,严重制约了滇重楼的可持续利用和区域经济的发展。开展滇重楼的无公害栽培是解决该问题的关键。本研究针对滇重楼的无公害栽培技术进行探讨,包括 GMPGIS-II 指导基地选址、田间管理、病虫害综合防治技术等,该体系可为滇重楼无公害精细化栽培提供参考。

关键词 滇重楼;无公害;选地;综合防治

Key Techniques for Pollution-free Cultivation of Rhizoma Dioscoreae

Duan Baozhong^{1,2}, Ma Weisi³, Liu Yuyu¹, Yang Liwu⁴, Li Xiwen²

(1 School of Pharmacy, Dali University, Dali 671000, China; 2 Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; 3 Institute of Medicinal Plants, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China; 4 Dali Minmin Chinese Herbal Planting Co., Ltd., Dali 671000, China)

Abstract Due to the lack of systematic and scientific planting technical norms for a long period of time in Yunnan Paris polyphylla production areas, the low level of standardized production, serious diseases and insect pests, and abuse of chemical fertilizers and pesticides are widespread, which seriously restricts the sustainable utilization of Yunnan Paris polyphylla and the development of regional economy. The key to solve this problem is to carry out pollution-free cultivation in Yunnan Paris polyphylla. This study aims at discussing the pollution-free cultivation techniques of Yunnan Paris polyphylla, including the site selection of GMPGIS-II guidance base, field management, integrated pest and disease control techniques, etc. This system can provide reference for pollution-free fine cultivation of Yunnan Paris polyphylla.

Key Words Paris polyphylla; Pollution-free; Land selection; Comprehensive prevention and control

中图分类号:[R282.2] 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1673-7202.2018.12.006

滇重楼 *Paris polyphylla* smith var. *yunnanensis* (Fr.) Hand-Mazz., 为百合科多年生草本植物,主要分布云南、贵州、广西以及四川等地。滇重楼为《中华人民共和国药典》2015 年版收载的重楼基原植物之一^[1],其药用部位为根状茎,具清热解毒,消肿止痛,凉肝定惊功能,在临床上广泛用于功能性子宫出血,神经炎,外科炎性反应等,且均有较显著的疗效,亦是云南白药、宫血宁等中成药的重要原料。随着医药生产对重楼的进一步开发利用,重楼药材的需求量逐年增长,由于长期过度的掠夺式采挖,野生重楼资源遭到了毁灭性的破坏,濒临枯竭,而药用部位生长缓慢,短时间内难于满足市场需求,资源稀缺已成为制约相关制药企业可持续发展的瓶颈问题,通过规模化人工栽培是解决重楼药材资源的必然选择。

近年来,滇重楼人工栽培取得了一定成效,已成为农民增收的种植项目之一;但由于农药、化肥等不合理使用以及不规范生产和加工,导致药材品质不稳定,农残、重金属、硝酸盐等有害物质增加,严重危害消费者生命安全和健康;发展无公害中药材生产,建立标准化、规范化技术体系,已成为中药材生产发展和促进中药产业健康发展的必然方向和迫切需要^[1]。当前众多学者对滇重楼栽培技术、种苗繁育、病虫害防治、水肥管理、林下规范化种植等开展了相关研究,但尚未见有关滇重楼无公害栽培技术的系统研究。鉴于此,本文依据课题组已有研究基础^[2,3],并结合文献查阅和产区调研,建立了滇重楼的无公害栽培技术体系,包括基地选择、育苗、田间管理、病虫害综合防治、采收加工等技术,以期对滇重楼资源的可持续利用和安全生产提供参考。

基金项目:中国中医科学院“十三五”重点领域研究专项(ZL10-007);国家自然科学基金项目(31860080);云南省中青年学术带头人后备人才项目(2015HB058);大理大学博士启动基金项目(KYBS201737)

作者简介:段宝忠(1983.09—),男,博士,副教授,研究方向:中药资源与品质评,E-mail:bzduan@126.com

通信作者:李西文(1978.12—),男,博士,副研究员,研究方向:中药材分子鉴定和无公害栽培,E-mail:xwli@icmm.ac.cn

1 无公害滇重楼产地环境

1.1 生产基地选址要求 滇重楼种植基地宜避开工业和城市污染源。滇重楼有“宜荫畏晒,喜湿忌燥”的习性,喜湿润、荫蔽的环境,在地势平坦、灌溉方便、排水良好,含腐殖质多、有机质含量较高的疏松肥沃的砂质壤土中生长良好^[4]。黏重,易积水和板结的土壤不宜种植。生长过程中,要求较高的空气湿度和遮蔽度。按《中药材生产质量管理规范(试行)》《无公害农产品生产质量安全控制技术规范(NY/T 2798.3-2015)》要求,大气环境需符合GB/T3095-2012《大气环境质量标准》中一、二级标准值要求;土壤符合GB15618-2018《土壤环境质量标准》一、二级标准值要求;灌溉水的水源质量符合GB5084-2005《农田灌溉水质标准》。

1.2 生产基地海拔 通过中国植物标本馆(<http://www.cvh.ac.cn>),按学名 *Paris polyphylla* smith var. *yunnanensis* (Fr.) Hand-Mazz.) 查询滇重楼标本分布信息,共检索到植物标本记录信息 316 条,标本采集时间从 1908 年至 2013 年,经筛选,获得有海拔记载的标本信息 216 条,标本覆盖区域包括云南、广西、四川、贵州、陕西等地。使用 Minitab 对 216 条信息做分布分析。见图 1,由结果可知,滇重楼的分布海拔呈正态分布曲线规律,查询标准正态分布表可知,<1 100 m 标准正态分布下面积占 6.54%,>2 700 m 标准正态分布下面积占 11.97%,在 1 100 m ~2 700 m 标准正态分布下面积占 81.49%,均数为 1 933 m。由于采集标本的年代跨度长达 105 年,同时样本数据具备随机性特征,因此,所得结果能代表滇重楼的野生集中自然分布区域,因此认为 1 100 ~2 700 m 是滇重楼生产基地的较佳海拔。

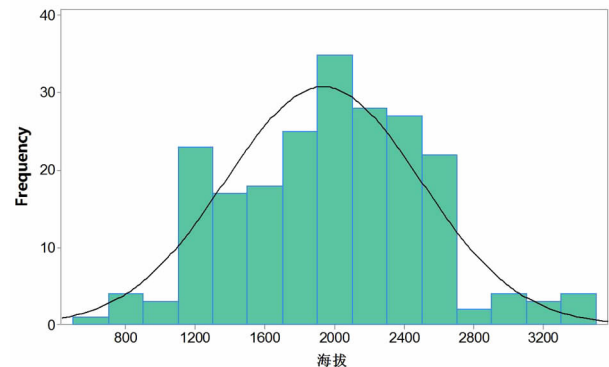


图 1 滇重楼分布海拔正态分布图

1.3 滇重楼产地的生态环境 产地环境是优质药材形成的重要外在因素,中药材品质与当地气候、土壤等生态因子密切相关^[5]。寻找与原生地黄的气候、土壤等生态因子相似的区域,进行产区规划,是

药材引种成功的前提^[6]。本研究基于《药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统》(GMPGIS-II),对滇重楼道地产区云南省古城区七河乡、玉龙县鲁甸乡、大理市凤仪镇、云龙县关坪乡、永平县龙门乡等 32 个乡镇的 391 个样点进行分析,获得滇重楼的生态适宜性因子。采用距离法对栅格进行重分类,计算滇重楼最大生态相似度区域。由分析结果可知,滇重楼道地产区的分布在东经 112.640 8 ~113.649 4 和北纬 34.841 6 ~35.198 9 之间,主要集中在西南地区的云南省、四川省和贵州省的部分地区,适宜栽培土壤类型为强淋溶土、高活性强酸土、红砂土、始成土、黑钙土、铁铝土、冲积土、薄层土、低活性淋溶土、黑土、粗骨土,产区生态因子值。见表 1。

表 1 滇重楼道地产区气候因子阈值(GMPGIS-II)

生态因子	生态因子值范围	生态因子	生态因子值范围
年均温度(℃)	0.1~23	年均降水量(mm)	638~1992
平均气温日较差(℃)	6.7~15.6	最湿月降水量(mm)	135~390
等温性(%)	24~55	最干月降水量(mm)	3~52
气温季节性变动(标准差)	3.1~7.8	降水量季节性变化(变异系数%)	51~102
最热月最高温度(℃)	12.5~33.7	最湿季度降水量(mm)	376~957
最冷月最低温度(℃)	-20.6~11.5	最干季度降水量(mm)	11~184
气温年较差(℃)	18.9~35.9	最热季度降水量(mm)	376~939
最湿季度平均温度(℃)	8~26.8	最冷季度降水量(mm)	11~260
最干季度平均温度(℃)	-8.1~19.2	年均光照(W/m ²)	119.3~156.0
最热季度平均温度(℃)	8~28.4	年均相对湿度(%)	43.5~76.9
最冷季度平均温度(℃)	-9.1~18.2		

2 无公害滇重楼种植管理技术

2.1 整地 整地在深秋季节进行,选好种植地块后,按 3 000 kg/亩将腐熟的农家肥均匀撒在地面上,过磷酸钙 50 kg,生石灰 5 kg,将地块深翻 20 ~25 cm,暴晒 30 d 以上,充分自然消毒。在播种或移栽前搭建好遮荫棚,种植地遮荫度在 60% ~70% 之间,育苗地 75% ~80%,遮荫棚离地面高度 2 m,散射光或斜射光能有效促进滇重楼的生长。栽种前浅耕细耙平整地块,根据地块的坡向地势作畦,以利于排水,畦面宽 120 cm,畦沟宽 30 cm,沟深 30 cm。

2.2 种苗繁育

滇重楼的种苗繁育可采用种子或根茎进行繁殖。生产上多以种子繁殖为主。

2.2.1 种子繁殖 滇重楼的种子一般在 9 ~11 月份陆续成熟,其种子具有明显的后熟作用,胚需要完成后熟打破休眠才能萌发^[7]。研究表明种子的成熟度是影响种子出苗率的重要因素^[8]。因此,为获取质量一致的优质种子,确保出苗率,滇重楼种子的采收需待植株开始枯萎,蒴果开裂后,露出鲜红色浆果时进行采收。将采收的果实除去果肉,稍晾水分。

将种子与种子重量 1% 的多菌灵可湿性粉剂拌匀,按一层河沙、一层种子放入泡沫催芽箱内,置于室内催芽,保持河沙的湿度在 30%~40% 之间(手紧握成团,松开即散),室内温度 18~22℃。每 10 d 翻动 1 次,处理 90 d 左右,种子胚根位置有凸起时即可播种。将处理好的种子按 5 cm×5 cm 的株行距播于做好的苗床上。种子播后覆盖 1:1 的腐殖土和草木灰,覆土厚约 2 cm,再在墒面上盖一层松针或碎草,厚度以不露土为宜,浇透水,保持湿润。种子出苗后要适时遮荫,浇水,除草。苗床管理期间要注意补充苗床覆盖物,播种第 3 年后移栽。

2.2.2 根茎切块繁殖 根茎切块繁殖分为带顶芽切块和不带顶芽切块 2 种方法。在生产实践中,带顶芽部分成活率较不带顶芽部分成活率高,在生产上主要以带顶芽切块繁殖为主^[4]。

带顶芽切块繁殖的方法为:滇重楼倒苗后,取滇重楼根茎,按垂直于根茎主轴方向,以带顶芽部分节长 3~4 cm 处切割,伤口蘸草木灰或 1% 高锰酸钾溶液处理 30 min,在苗床中集中培育 2 个月,使切段伤口充分愈合、稳定即可移栽,移栽当年开花、结实^[4,9]。不带顶芽切块繁殖的方法为:在切去顶芽的根茎中选取无损、无病虫害的根茎,以节为基础切割,切口在相临两节的中部^[10]。切块用 0.0002% 的 6-BA 或 50% ABT 生根粉浸泡 24 h,用草木灰处理,以沾满伤口为宜,稍晾干后,在育苗苗床按株行距 4 cm×4 cm 放置,覆土 5 cm,上覆 1 层松针保湿^[10,11]。

2.3 移栽定植 移栽宜在 11~12 月幼苗休眠时进行,或翌年的 4~6 月移栽。按株行距 20 cm×20 cm,沟深 5~8 cm 开沟栽苗,每亩(666.7 m²)种植 1~1.2 万株;将小苗排放,顶芽朝上放置,覆土与畦面平,压实根部土壤。移栽过程中要保护好顶芽和须根,定植后,用山草或松叶覆盖畦面,厚度以不露土为宜,以保湿、保温和抑制杂草。栽后浇透一次定根水,以后根据土壤墒情浇水,保持土壤湿润。

2.4 田间管理

2.4.1 中耕除草 滇重楼喜土壤疏松,一般中耕除草和松土结合进行。见草就除,先拔除植株周围的杂草,再用小锄轻轻除去其他杂草,防止杂草与重楼争光争肥。中耕中尽量浅耕,以免伤及根部及幼苗。

2.4.2 施肥 滇重楼为浅根性喜肥植物,根系一般分布在表土以下 10 cm 左右的地方,不能吸收深层土壤内的营养物质。因此除施足底肥外,还需在生长期中增施追肥。追肥以有机肥为主,如家畜粪便、油枯及草木灰、作物秸秆等。辅以复合肥和各种微

量元素肥料,不用或少用化肥,禁用化学氮肥^[12],有机肥在施用前应堆沤 6 个月以上以充分腐熟。重楼的施肥主要包括根肥和根外施肥。根肥在 11 月地上部分倒苗后,每亩撒施有机肥 2 000~3 000 kg^[13]。已有研究表明,叶面营养能显著改善滇重楼光合特性。在生长旺盛期(7~8 月),可进行叶面施肥促进植株生长,用 0.2% 磷酸二氢钾或微量元素肥料喷施,每间隔 15 d 喷施 1 次,共 3 次^[4],喷施应在晴天傍晚进行。

2.4.3 摘蕾 根据生产需要,4~7 月非采种田在花萼展开后,及时摘除子房,保留萼片,使养分集中供应地下根茎的营养生长。

2.4.4 水分管理 在干旱季节,视土壤情况,每 10~15 天浇水 1 次,使土壤水分保持在 30%~40% 之间。多雨季节要注意排水,忌积水。遭水涝的滇重楼根茎易腐烂,导致植株死亡,产量减少。

3 病虫害综合防治

采取“预防为主、综合防治”方法,力求少用化学农药,在必须施用时应符合无公害农产品生产质量安全控制技术规范(NY/T 2798.3-2015)之要求,严格掌握用药量、用药时期,最后一次施药距采收间隔天数不得少于 20 d。禁止使用国家明令禁止在食用农产品上使用的农药。

3.1 病害防治 滇重楼病害主要有灰霉病、茎秆软腐病、真菌性叶斑病、根腐病、猝倒病、细菌性穿孔病。多发生在 5~9 月高温阴湿季节,一般 5 月开始发病,6~7 月较为严重。主要病害及防治方法。见表 2。

3.2 虫害防治 由于滇重楼具有轻度毒性,因此,虫害较少。虫害主要为地老虎、食心虫和金龟子及其幼虫蛴螬、蝼蛄等。主要虫害及防治方法。见表 2。

4 采收与初加工

适时合理采收是保证重楼产量和品质的重要环节^[12]。种子繁育种苗于移栽后第 6~8 年采收为佳;带顶芽根茎的种苗在移栽后第 5~6 年采收为佳。选择晴天采挖^[20]。先割除茎叶,在畦旁开挖 40 cm 深的沟,然后顺序向前刨挖。采挖时尽量避免损伤根茎,保证根茎完好。将根茎去净泥土,带顶芽部分切下用作种苗,其余部分除去须根,用清水洗净,晒干或 30℃ 烘干。

5 讨论

本研究基于 GMPCIS-II 获得滇重楼的生态适宜性因子,为合理扩大滇重楼的种植面积及生产规划

表 2 滇重楼常见病害种类及防治方法

易发病时期	病害名称		危害对象	易发病条件	症状	防治方法
5~9月	灰霉病	花器、果实、叶片、茎秆	多雨及其伴随的气温降低	花和果实发病,花萼、花瓣、花丝萎蔫下垂,表面产生灰色的霉层和黑色的菌核。叶发病多始于叶柄基部与茎连接的地方,受害部位变软呈水渍状,叶下垂,病害向叶片、茎逐渐蔓延,造成叶片腐烂、植株倒伏,茎部发病多由花或叶部病害蔓延所致,也可独立发病,菌核多形成于茎、叶柄和果实。	合理密植、雨季增强田间排水、通风,发病时,交替使用噻霉胺、腐霉利、扑海因等内吸性杀菌剂,并与代森锰锌复配喷施。	
4~7月	茎秆软腐病	地上茎	出苗期遇到高温高湿条件	茎秆基部形成水浸状病斑,后软化,茎内部开始腐烂,产生刺激性臭味,发病部位沿着维管束向上蔓延造成整个茎秆稀软腐烂,叶片萎蔫、植株倒伏	以预防为主,植株一旦发病极难治疗。出苗期忌中午气温较高时灌溉、忌施氮肥,发病后应及时清除田间病株,并在病穴中撒施生石灰或用可杀得叁仟等药剂灌根,避免病原细菌扩散传播。未发病植株可喷施农用链霉素和春雷霉素预防。	
6~9月	真菌性叶斑病	叶片	高温多雨	由多种真菌引起,叶片上出现病斑,叶片正面或反面多可见霉层,无明显异味,发病后如果降雨较多会造成叶片腐烂,如果天气干燥则叶片干枯	雨季应加强田园通风、排水,发病后交替使用多菌灵、三唑酮、啮菌酯等内吸性杀菌剂,并与代森锰锌等保护性杀菌剂复配喷雾。	
5~8月	根腐病	根茎	高温,土壤湿度过大	受害根茎一般从尾部开始腐烂。染病根茎表皮颜色黑褐色,腐烂部位呈湿状软腐,或绵状软腐。解剖根茎,腐烂部位为黄白色或黑色的腐烂物,有恶臭。	注意土地轮作和种苗更新,加强田间管理,注意降低土壤湿度,发病园区及时防治地下害虫危害;出苗后,用农用链霉素 200 mg/L 加 25% 多菌灵可湿性粉剂 250 倍液混合后喷雾防治;发病初期用 1% 硫酸亚铁液或生石灰施在病穴内进行消毒。	
6~8月	猝倒病	茎基部或中部	苗期多发,高湿,积水易发病	发病的症状为从茎基部感病(亦有从茎中部感病者),初为水渍状,并很快扩展,病部不变色或呈黄褐色并溢缩变软,病势发展迅速,有时子叶仍为绿色时即突然伏倒。	发病初期用 70% 敌克松可湿性粉剂 500 倍液,25% 甲霜灵可湿性粉剂 300 倍液喷淋防治,或用 50% 多菌灵 500 倍液喷施,每 7 天喷 1 次,连喷 2~3 次;发病后,及时拔除病株,用石灰水浇灌病区。	
6~8月	细菌性穿孔病	叶片	通风不良,空气湿度过大	初在叶上近叶脉处产生淡褐色水渍状小斑点,病斑周围有水渍状黄色晕环。交界处产生裂纹,而形成穿孔,孔的边缘不整齐。	加强管理,注意排水,增施有机肥,通风透光,提高植株抗病力。清除菌源,清除落叶,集中烧毁。发病期适时选用 20% 叶青双可湿性粉剂 600 倍液,或 10% 叶枯净可湿性粉剂 400 倍液,或 14% 络氨铜水剂 300 倍液、或 77% 可杀得可湿性微粒粉剂 400-500 倍液、或 1:1:200 波尔多液或 72% 农用硫酸链霉素可溶性粉剂或硫酸链霉素 4 000 倍液等药剂喷施防治。	

注:以上数据参考文献^[14-18]

表 3 滇重楼常见虫害种类及防治方法

易发病时期	虫害名称	危害对象	症状	防治方法
4~11月	地老虎(夜蛾类)	地上部位	主要以幼虫危害,常沿贴近地面的地方将幼苗咬断取食,一个老龄幼虫,一夜可危害数株幼苗,造成缺苗	诱杀防治:利用其成虫趋光性强和对糖醋液特殊嗜好的习性,在田间设置黑光灯和糖醋盆诱杀成虫。药剂防治:2.5% 溴氰菊酯乳油 1 000 倍液,50% 辛硫磷乳油 1 500 倍液,90% 敌百虫 1 000 倍液喷洒或灌根。
5~11月	食心虫	茎秆、果实	致使地面上部植株发黄、枯萎	食心虫一旦蛀进果内,就无法防治,故掌握准确的防治时期是控制此类害虫的关键。每亩使用 2 000 单位/微升苏云金杆菌悬乳剂 600 毫升或 100 亿活芽孢/克可湿性粉剂 350 克,兑水 40~60 升喷雾。
4~11月	金龟子(蛴螬)	地下部位	主要咬食地下根、块茎,致使地面上部植株营养水分供应不上,造成植株枯死或缺苗。块茎受害后,品质变劣或引起腐烂	物理防治:设置黑光灯诱杀,减少成虫产卵繁殖危害。药剂防治:50% 辛硫磷乳油 1 000 倍液,或 90% 敌百虫 1 000 倍液,或 2.5% 溴氰菊酯乳油 1 000~1 500 倍液地面喷洒或灌杀。
4~11月	蝼蛄	地下部位	地上部植株生长不良、萎焉、枯死	毒饵诱杀:将麦麸或油籽饼用微火炒香,再用 90% 敌百虫可溶性粉剂乳油 10 倍液拌潮,用毒饵 37.5 kg/hm ² ,在闷热无风傍晚晚施撒于田块中诱杀。

注:以上数据参考文献^[18-19]

提供了科学参考。在基地海拔选择方面,本文根据滇重楼自然种群的海拔数据做分析,结果表明滇重楼的自然分布海拔呈正态分布规律,以 1 100 ~ 2 700 m 为较佳海拔。虽然在更低海拔如 650 m 或更高海拔 3 400 m 亦有滇重楼的自然分布,但频次较低。从标本查询和实地考察中也发现,90% 以上的标本集中分布在 1 100 ~ 2 700 m 之间,700 ~ 1 100 m 和 2 700 m 以上虽有滇重楼的野生分布或种植基地,但海拔过低则气温较高,容易发生病害,海拔过高则气温较低,影响了滇重楼的生长速度,导致产量低。因此滇重楼种植基地海拔建议在 1 100 ~ 2 700 m 附近,尤其是在 1 900 m 附近为佳。但是,在实际生产中,针对不同品种的滇重楼,其适应性不一致,如据笔者调查研究,目前云南文山、曲靖、楚雄、德宏等地自然分布的“高杆滇重楼”品种,其适应性较好,适宜种植区域广,可在上述海拔全域种植;而云南丽江、大理等地自然分布的“矮杆滇重楼”品种,当前实践已表明在降雨量超过 1 200 mm,或海拔低于 1 500 m 的区域种植,病害和死苗情况普遍。因此,在基地选择时,还需考虑品种的问题。

随着重楼用途的不断开发,近年来对重楼需求不断增长,据保守估计,我国每年需重楼药材 3 000 t 以上^[21]。由于滇重楼特殊的生理生态特点,其生长周期较长,从种子成为药用商品,一般需 10 年以上时间。由于种植周期长,投资大,给种植过程和管理增加了风险,传统的中药材栽培生产方式已不能满足市场和消费者需求。建立标准化、规范化技术体系,发展无公害滇重楼生产,加强种植管理技术措施,提高药材产量,是滇重楼生产发展的迫切需要^[1]。当前重楼生产过程中的相关标准缺失,导致种植无序及滥用化肥、农药、生长调节剂等现象时常发生,严重影响了重楼疗效及安全,成为中药材走向国际市场的关键瓶颈。在滇重楼的实际生产中,当前在滇重楼生理生态,良种选育,种子种苗标准,重楼种植过程中的光、水、肥调控和病虫害防治等领域尚薄弱,还需进一步加强相关研究,以利于从根本上实现滇重楼资源的可持续发展。

致谢:大理为民中草药种植有限公司王云对病

虫害防治方面提出了许多宝贵意见,特此致谢!

参考文献

- [1] 陈士林, 黄林芳, 陈君, 等. 无公害中药材生产关键技术研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2011, 13(3): 436-444.
- [2] 程睿畅, 吴明丽, 沈亮, 等. 中药重楼全球产地生态适宜性分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(14): 19-24.
- [3] 段宝忠, 黄林芳, 谢彩香, 等. 基于 TCM-GIS 技术的云南重楼生产区划初探[J]. 价值工程, 2010, 29(2): 140-142.
- [4] 杨斌, 李绍平, 王馨, 等. 滇重楼的栽培与合理利用[J]. 中国野生植物资源, 2008, 27(6): 70-73.
- [5] 黄林芳, 陈士林. 中药品质生态学: 一个新兴交叉学科[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(1): 1-11.
- [6] 沈亮, 孟祥霄, 黄林芳, 等. 药用植物全球产地生态适宜性研究策略[J]. 世界中医药, 2017, 12(5): 961-968.
- [7] 李恒. 重楼属植物[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [8] 杨斌, 严世武, 李绍平, 等. 栽培滇重楼种子采收期研究[J]. 云南中医学院学报, 2013, 36(3): 25-27.
- [9] 陈翠, 康平德, 杨丽云, 等. 云南重楼栽培技术[J]. 中国园艺文摘, 2010, 26(12): 182-183.
- [10] 李绍平, 杨丽英, 杨斌, 等. 滇重楼高效繁育和高产栽培研究[J]. 西南农业学报, 2008, 21(4): 956-959.
- [11] 陈翠, 杨丽云, 吕丽芬, 等. 云南重楼根状茎切段苗繁育技术研究[J]. 西南农业学报, 2007, 20(4): 706-710.
- [12] 刘涛, 谢世清, 赵银河, 等. 滇重楼林下规范化种植生产标准操作规程(SOP)[J]. 现代中药研究与实践, 2014, 28(2): 3-6.
- [13] 陈翠, 康平德, 杨丽云, 等. 云南重楼高产栽培施肥研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(5): 97-100.
- [14] 马维思, 陈君, 严世武, 等. 滇重楼灰霉病及其病原鉴定[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(14): 2918-2927.
- [15] 马维思, 杨斌, 严世武, 等. 滇重楼茎秆软腐病病原鉴定[J]. 西南农业学报, 2017, 30(7): 1582-1587.
- [16] 李佳, 严世武, 马维思. 滇重楼叶斑病发生与防治技术[J]. 云南农业科技(连续型电子期刊), 2015(5): 44-45.
- [17] 杨永红, 严君, 刘君英, 等. 滇重楼根茎腐烂的调查及其主要害虫研究[J]. 中药材, 2009, 32(9): 1342-1346.
- [18] 马青. 滇重楼的病害及其防治[J]. 湖北林业科技, 2009, 38(1): 69.
- [19] 李绍平, 王馨. 云南药用植物病虫害防治[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2012.
- [20] 么厉, 程惠珍, 杨智, 等. 中药材规范化种植(养殖)技术指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [21] 杨丽英, 杨斌, 王馨, 等. 滇重楼新品种选育研究进展[J]. 农学报, 2012, 2(7): 22-24.

(2018-11-10 收稿 责任编辑:徐颖)