

白及无公害栽培体系研究*

刘霞¹, 郑雅芹¹, 孙绎柠¹, 李卓¹, 吴田泽¹, 孟祥霄², 刘勤^{3**}(1. 武汉理工大学化学化工与生命科学学院 武汉 430070; 2. 中国中医科学院中药研究所 北京 100700;
3. 武汉市武昌区徐家棚社区卫生服务中心 武汉 430062)

摘要:随着白及在临床、保健、美容等方面的广泛应用,白及的市场需求日益增长,无限制的人工采挖导致白及野生资源逐渐枯竭。同时,由于栽培过程中农药、肥料的不规范使用及产地选址不当等因素,导致白及药材的农药残留及重金属残留超标,严重影响了白及的品质、疗效及用药安全,因此,白及无公害栽培技术受到中医药行业的广泛关注。本文通过产区调研考察,白及品种的特异性、一致性、稳定性考察等,在湖北五峰开展了白及新品种培育工作,依据新版《中药材生产质量管理规范》等标准,制定了包括产地环境、优质种苗繁育、土壤改良、合理施肥等方面的白及无公害栽培技术,有助于提高白及药材品质,保障白及临床用药安全。

关键词:白及 无公害种植 适宜产区 生态因子

doi: 10.11842/wst.20211111004 中图分类号: R282.2 文献标识码: A

白及是兰科植物白及 *Bletilla striata* (Thunb.) Reichb. f. 的干燥块茎,主要用于治疗咯血、吐血、疮疡肿毒、外伤出血、皮肤皲裂等^[1]。白及主要成分为联苕类、菲类、二氢菲类、白及多糖等。近年来,许多专家学者对白及活性成分及功效进行了深入的研究,其中白及多糖是白及药材中最主要的化学成分,具有止血,抗菌,促进糖尿病溃疡创面愈合,治疗口腔溃疡、牙周炎,抑制肿瘤坏死因子 α 表达等作用^[2-4]。Militarine 作为白及的质控指标,具有一定的专属性,以其为代表的 2-异丁基苹果酸葡萄糖氧基苕酯类化合物具有神经系统保护功能,抗炎、益智等作用^[5-6]。赵菲菲等^[7]发现白及中非多糖组分(BS-80EE)中 12 个成分具有止血作用。周海婷等^[8]对不同产地白及进行含量测定,发现野生白及与人工栽培白及的 militarine 含量存在差异,而朱环^[9]等人深入研究发现,这些质量差异可以通过多元统计分析加以区分。

白及药材主产区有云南、贵州、江西、浙江、广西

壮族自治区、安徽、湖北等地^[10],因其在多行业的广泛应用,而无限制的人工采挖,导致白及野生资源极度匮乏,被列为国家 II 级保护野生植物,收录于《濒危野生动植物国际贸易公约(CITES)》附录二^[11-12]。白及传统种植过程中存在着无序生产、农药化肥不规范使用、农药及重金属残留易超标、生产质量标准不统一等问题,严重制约了白及药材的健康发展和产业升级。无公害栽培技术是保障白及药材安全、有效的前提,是白及产业可持续发展的必要条件^[13],随着中药产业绿色发展和健康中国理念成为行业的关注热点,开展白及无公害栽培指导,有着深远的意义。

本文以生产无公害白及药材为目标,依据国家药品监督管理局 2022 年发布的《中药材生产质量管理规范》,在湖北省五峰土家族自治县开展了白及无公害栽培的研究,基于“药用植物全球产地适宜性区划信息系统”(GMPGIS)^[14],制定了包含白及产地环境、合理施肥、病虫害防治等方面的白及无公害栽培技术体系,

收稿日期:2021-11-11

修回日期:2022-03-13

* 五峰土家族自治县农业农村局技术服务项目(20212h0211):五峰土家族自治县中药产业十四五发展规划编制和技术服务,负责人:刘霞;武汉理工大学国家级大学生创新创业训练计划“青年红色筑梦之旅”专项(202110497084):湖北五峰县白及药材无公害栽培体系指导,负责人:刘霞;武汉理工大学思想政治工作精品项目(课程思政)-《药物现代评价方法》课程思政建设与实践(202003),负责人:刘霞。

** 通讯作者:刘勤,主管护师,主要研究方向:中医学。

表1 无公害白及种植基地空气质量标准

污染物项目	年平均	月平均	24 h平均	1 h平均	植物生长季平均
总悬浮颗粒物(标准状态)/(mg/m ³)	≤200	/	≤300	/	/
二氧化硫(标准状态)/(mg/m ³)	≤60	/	≤150	≤500	/
二氧化氮(标准状态)/(mg/m ³)	≤40	/	≤80	≤200	/
氟化物(动力法)/[μg/dm ² /天]	/	≤3	/	/	≤2

表2 无公害白及种植基地土壤质量标准

项目		pH<6.5	pH 6.5-7.5	pH>7.5
基本指标	镉(mg·kg ⁻¹)≤	0.3	0.3	0.6
	汞(mg·kg ⁻¹)≤	0.3	0.5	1
	砷(mg·kg ⁻¹)≤	40	30	25
	铅(mg·kg ⁻¹)≤	250	300	350
	铬(mg·kg ⁻¹)≤	150	200	250
选测指标	铜(mg·kg ⁻¹)≤	150	200	200
	镍(mg·kg ⁻¹)≤	40	50	60

表3 无公害白及种植基地灌溉水质量标准

项目	指标
pH	5.5-8.5
总汞(mg·L ⁻¹)	0.001
总镉(mg·L ⁻¹)	0.01
总砷(mg·L ⁻¹)	0.1
总铅(mg·L ⁻¹)	0.2
六价铬(mg·L ⁻¹)	0.1

并在湖北五峰县开展了白及新品种的选育工作,在农家种中选择了株型紧凑、叶宽、茎粗、块茎分化能力强的优质单株,通过系统选育得到显著高产、高质、高抗的优质白及新品种,并于2021年11月通过湖北省种子协会组织的“华中白及1号”新品种审定。

1 白及产地环境

中药材的生长环境和产地选址对中药材的安全性至关重要,无公害白及的生产基地选址应根据白及的生物特性,及国家和地方生态环境保护要求,遵循物种分布相似性原理和地域性原理^[14],因地制宜、合理规划,选择适宜的生产基地。

1.1 无公害白及产地生境条件

白及生长喜温暖而避阳光直射,喜阴凉而不耐寒,常生长于100-3500 m海拔的常绿阔叶林、栎树林或针叶林、灌丛下、草丛、丘陵地区、山溪谷边等地^[11],种植基地可选择低山溪谷旁、阴蔽丘陵或林下湿地,首选土壤肥沃疏松、土层深厚、排水条件良好的田地,产地环境应符合国家《中药材生产质量管

理规范》规定^[15],试验田土壤应符合GB15618-2018《土壤环境质量农用地污染风险管控标准(试行)》中Ⅱ级及以上标准,大气质量应符合GB3095-2012《环境空气质量标准》中二类区标准,灌溉水应符合GB5084-2005《农田灌溉水质标准》,GB3838-2002《国家地面水环境质量标准》,生产过程应符合NY/T2798.3-2015《无公害农产品生产质量安全控制技术规范》等。

无公害白及的种植基地选址需根据《中国药材产地生态适宜性区划(第二版)》^[14]来进行。无公害中药材的种植基地,除满足上述基本标准以外,应尽量避免可能污染源,优先选择生态环境条件良好的田地,避开交通主干道、重金属含量高、冶炼工业下风向3 km以内的区域,且产地区域以及灌溉上游无污染源或不直接受污染,如工业“三废”、城镇生活、医疗废物等污染^[13]。在确定产区前,产区负责机构应优先确认土壤类型,而后对产地土壤重金属含量、空气质量进行定期检测,若在基地选择时已避开上述污染区,则日常监测指标可重点监测空气中的污染物,详见表1,重金属和有害元素限量详见表2,灌溉水质量标准详见表3,当白及与其他作物轮作、套种时,可执行其中最低指标。

1.2 无公害白及适宜产区

气候、土壤条件等理化指标是影响白及药材品质的关键因素,除重金属含量等质量标准外,不同的维度、温度、光照、降水等生态指标对白及药材的有效成分含量和性状表型也有着明显的影响^[16]。本文针对白及药材的生长特点,通过全球生物多样性信息网络数据库查找白及标本分布区域,以及文献检索对所查找的样点进行筛选,根据白及的道地产区、野生分布区、主产区信息,并利用“药用植物全球产地适宜性区划信息系统”(GMPGIS)^[14],对白及产地进行生态适应性分析,详细生态因子值范围及适宜生长土壤类型见表4。

利用GMPGIS系统结合物种采样点数据库,提取生态因子取值范围和土壤类型,通过数据标准化、相

表4 白及适宜产区生态因子阈值及土壤类型(GMPGIS)

生态因子	生态因子值范围	生态因子	生态因子值范围
年平均气温(°C)	7.4-22.4	年降水量mm	292-2455
平均气温日较差(平均每月最高气温-平均每月最低气温)(°C)	6.5-14.0	最湿月降水量mm	74-435
等温性	22-70	最干月降水量mm	1-148
气温季节性变动(标准差)	9.59-99.50	降水量季节性变化(变异系数)	7-103
最暖月最高温度(°C)	18.4-34.2	最湿季度降水量mm	175-1054
最冷月最低温度(°C)	-14.2-15.7	最干季度降水量mm	6-455
气温年较差(°C)	10.6-40.9	最热季度降水量mm	10-1007
最湿季度平均温度(°C)	3.8-27.8	最冷季度降水量mm	6-711
最干季度平均温度(°C)	-5.6-19.7	年均相对湿度%	49.39-76.18
最热季度平均温度(°C)	13.6-28.6	年均光照w/m ²	117.75-187.41
最冷季度平均温度(°C)	-5.6-19.7		
土壤类型	高活性强酸土、高活性淋溶土、低活性淋溶土、低活性强酸土、有机土、火山灰土、砂性土、疏松岩性土、黑钙土、铁铝土、潜育土、薄层土、粘磐土、聚铁网纹土、灰化淋溶土、雏形土		

似性聚类分析、栅格重分类等分析手段^[16],预测得到与野生白及产区气候条件、土壤类型相似的区域,可通过可视化数字地图的形式呈现出白及在全球范围和国内范围的产地生态适宜区,白及在中国境内适宜引种栽培区适宜面积排名前十产区为:云南、四川、湖南、湖北、广西壮族自治区、贵州、江西、河南、陕西、安徽省,在世界范围内白及适宜产区总面积排名前五的国家为中国、美国、阿根廷、澳大利亚、巴西。

2 土壤改良

土壤改良能有效的减少白及生长进程中的病虫害,改善生长环境,无公害白及种植基地土壤环境的选择,应参照《中国药材产地生态适宜性区划(第二版)》中对无公害药材种植土壤的规定^[17]。根据GMPGIS系统得出,白及无公害栽培适宜土壤类型主要有低活性淋溶土、低活性强酸土、有机土、高活性强酸土、火山灰土、砂性土、雏形土、疏松岩性土、黑钙土、铁铝土、潜育土、薄层土、粘磐土、高活性淋溶土、聚铁网纹土、灰化淋溶土。

在种植基地选择时,除满足“土壤环境”质量Ⅱ级标准和种植基地生态指标外,应尽量选择腐殖质含量高、疏松肥沃、排水方便、远离工业污染的沙质土壤,并在栽种前进行土壤改良。魏进等^[18]研究发现,在白及栽种前施加有机肥或泥炭土,对土壤性状进行改良,能够促进白及的生长,提高白及抗病性,可有效防治白及根腐病。在前茬作物收获后,种苗移栽的前1月去除杂草,并捡去石块,再深耕翻晒,耕深30cm左

右即可,将地下病菌翻至地表照晒消毒,并拌入适量诱杀剂防治地下害虫;在种植前浅耕1次,土整细并耙平,设置宽约130cm的高畦,种植窝行距与窝距设置25-30cm、15-20cm左右即可^[19]。

3 优质种苗繁育

白及栽培研究较多的栽培技术主要有种子直播、分株繁殖和组织快繁,生态种植模式有林下种植、农业套种等。种子直播繁殖技术简单易于操作,适用于大部分药用植物育种,但由于白及种子非常细小^[20],且没有胚乳,在自然条件下发芽率低(<5%),萌芽过程中新生苗死亡率高,可采用现代技术手段提高成活率。张思宇等^[21]采用1/4MS+1.0mg·L⁻¹NAA+0.5mg·L⁻¹6-BA+100g·L⁻¹马铃薯汁培养基,在摇床上振荡培养,后发现种子萌发后不易结团,种子萌发及假鳞茎生长速度加快,李伟平等^[22]将人工种子经过一定处理,萌发率可超过95%;分株繁殖周期短、增殖率高、性状遗传更稳定^[9],成活率高。无性繁殖在秋季选择大小适中、长势良好、芽眼多、无病虫害的白及块茎,切成小块,使每块白及块茎带1-2个芽,伤口沾草木灰稍晾晒至伤口稍干后定植在整好的地中,每个种植窝内放置3个块茎即可,并使芽向外。

4 合理施肥

无公害中药材栽培过程中,合理选择施肥的类型、方法和时期,不仅能满足植物生长需求,提高中药材质量,同时也能避免由过度施肥引起的作物养分供

求关系不平衡,最终导致资源浪费和环境污染。在无公害中药材种植中,主要允许使用的肥料包括有机肥、无机肥(包括单一元素肥、微量元素肥)、有机-无机复混肥、微生物肥、土壤调理剂等。有机肥作为农家常用肥料,在使用前需要充分腐熟、彻底杀灭对植物、畜禽、人体有害的病原菌、寄生虫卵、杂草种子等,避免降低白及药材质量。

白及是浅根性植物,不适宜在生长季除草、施肥,避免造成根系受伤而感染病虫害,而白及喜肥,故需在定植前施足有机肥作底肥,均匀撒下后深翻土层35 cm以上,可通过覆盖地膜来防杂草、保墒的目的^[23-24]。定植后可施氮磷钾复合肥,每亩30-40 kg/次,每年视生长情况施肥4-6次,冬季需追加施肥,有利于过冬。于3-4月份和5-6月份分别补施复合肥(如微生物菌剂-地衣芽孢杆菌)和微量元素肥(如氨糖·氮),利于白及苗的生长。9-10月白及陆续进入倒苗期,可在施肥后通过覆盖腐殖土来保墒、保湿^[25]。目前已有许多专家学者对白及的施肥研究进行了文献报道,赵章德^[26]等人利用草木灰、动物粪便、枯草芽孢杆菌、酒糟等混合制成的新型白及专用肥,为白及的施肥提供了新的参考。

5 病虫害综合防治

无公害病虫害综合防治是根据国家的有关标准和规范要求,来选择合适的施药种类和施药方法,提升药物防治效率,降低化学防治中农药过度使用,给生态环境带来的创伤的防治方法,是降低中药材农药、有害元素、重金属残留,保障中药材品质的有效措施。白及药材的病虫害防治应遵循“预防为主,综合防治”的

原则,建立农业、物理、化学及生物防治为一体的综合防治体系,尽量减少化学农药、生物试剂的使用,以避免重金属、农药残留对白及品质的影响以及对自然环境的破坏^[27]。

白及主要病害常见锈病、叶斑病、根腐病、炭疽病、灰斑病等,虫害主要有蜗牛、地老虎、金线虫、老鼠等^[19],主要发生部位、病原菌及发生症状等详见表5。

5.1 农业综合防治

无公害白及的农业综合防治主要通过加强栽培管理来防治病虫害,安全有效且无污染^[33]。包括合理的耕作方式(间作、轮作、填闲等)、种子种苗流通途径的检验和检疫、合理的田间管理、适当控制生长理化条件等措施。无公害白及生产过程中应当注重农业综合防治效果,在栽培时采用与其他作物轮作,使用桔梗覆盖等技术改变土壤理化性质、合适配比土壤养分、减少土壤中病虫害的传播。加强精细化田间管理,调节无公害白及的生长环境,干旱时勤浇水,雨水天气时开挖排水沟,防止涝根捂茎,调节试验田的温度,制造利于药材生长不利发生病虫害的环境。深耕结合晒垡,在疏松土层的同时将地表残株带至地下腐烂,将地下病菌翻至地表进行照晒消毒。魏进等^[18]研究发现,在栽种前,施加有机肥或泥炭土对土壤进行改良,可有效防治白及根腐病,促进白及的生长,提高白及抗病性。根据当地气候条件选择适时的播种期,避开病虫害高发期,以减少病虫害危害。

5.2 化学防治

化学农药防治是最常见的病虫害防治方式,具有高效、快速、经济实用的特点,但目前滥用农药、施药方式不科学等因素也给中药材产业带来了诸多问题,

表5 白及常见病虫害病原及症状

类型	种类	病原菌	发生部位	症状
病害	根腐病	尖孢镰刀(<i>Fusariumoxy-sporum</i>)、腐皮镰刀菌(<i>F.solani</i>) ^[28]	根	发病处呈黑褐色,易剥落,从尾部向上蔓延,褐色逐渐变浅,严重时尾部呈空壳状,壳内呈乱麻状的木质化纤维 ^[29]
	锈病	鞘锈属(<i>Coleosporium</i>)真菌 ^[30]	茎、叶	叶背面病菌部隆起且密集,叶片正面布满淡黄色斑 ^[30]
	炭疽病	菌胶孢炭疽菌和黑线炭疽菌 ^[31]	叶、叶柄、茎、花果	叶片边缘呈紫褐色或暗褐色,叶片中上部灰白色或淡褐色病斑,最终导致叶子大半枯萎 ^[18]
	叶褐斑病	黑轮层炭壳菌(<i>Daldiniaconsentrica</i>) ^[32]	叶	黑褐色轮纹状斑块 ^[26] 叶尖向下出现黄褐色云纹状病斑。 ^[32]
	叶斑灰霉病	灰葡萄孢(<i>B.cinerea</i>) ^[27]	叶	褐色点状或条状病斑,逐渐呈褐色不规则大型病斑,直至叶片全部覆盖枯死 ^[27]
虫害	蜗牛	——	叶	叶片出现孔洞
	蛴螬	——	幼茎、根	根、茎被咬伤或咬断
	菜蚜	——	根、茎	吸取花梢的汁液,使根茎萎缩、畸形 ^[19]

农药残留超标、药材品质下降是白及病虫害防治中的常见问题。在无公害白及的栽培过程中,化学农药防治重点是严格控制农药类型和残留量,采用低毒、低残留的农药,对症适时施药、降低用药次数。农药选择必须符合国家农业农村部颁布的《农药安全使用规范》(NY/T1276-2007)相关规定^[34],农药的施用必须符合国家国务院颁布的《农药管理条例》,严禁使用高毒、高残留、致癌农药,例如:杀虫眯、氰化物、磷化铅、六六六、滴滴涕、对硫磷、甲拌磷等。白及常见病虫害及防治方式见表6。

5.3 物理防治

物理防治是根据病虫害对不同物理因素的响应规律,来制定不含化学、生物试剂的安全无污染、无残留病虫害防治措施^[37],常见措施有仿生植保技术、灯光诱杀法、地膜覆盖法、性诱剂法、色板趋避诱杀法、人工捕杀、辐射处理法等^[38]。查阅文献发现白及虫害报道较少,以湖北五峰县白及生产基地实地考察发现,白及生长周期内发生虫害的伤害不大,可使用简单的人工捕杀法,清除蜗牛、菜蚜等大型地上害虫,在试验田中安装频振式杀虫灯诱杀小型地下害虫,若种子储存较久时,可用辐射处理法对种子及药材进行辐照处理,杀死内部的害虫、病菌、虫卵等。

5.4 生物防治

生物防治是利用有益生物或者代谢物来对中药材病害进行有效防治的技术,主要包括天敌防治、生物农药、农用抗生素、杀虫微生物等,可有效减少化学农药对中药材的污染和农药、有害元素的残留,逐渐成为病虫害防治国内外专家学者研究的热点^[39]。在无

公害白及的生长过程中,主要通过以菌抗病(包括抗生素)、以菌治虫等方法防治病虫害,例如可以使用苦参碱防治蜗牛、菜蚜等虫害,使用乙蒜素防治由半知菌引起的植物病害如叶斑灰霉病。但目前对于白及生物防治的研究还较少,有较大研究空间。

6 白及新品种培育进展

白及无公害栽培技术是优质品种选育的重要基础,课题组结合白及无公害栽培技术以及《中药材生产质量管理规范》等管理规定,精准选址,科学管理,在湖北五峰县开展了近十年白及新品种的选育工作,通过在农家种中选择具有茎粗、叶宽、块茎分化能力强特点的优质植株,在试验田中进行无性繁殖,发现此品种在抗逆性、块茎分化、块茎膨大等方面有明显的优势,且生物学特征保持高度一致,遗传稳定,符合GB/T 19557.1-2004《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 总则》中对新品种的判别要求,目前已通过湖北省种子协会组织的“华中白及1号”新品种的审定。白及无公害栽培技术中白及生态适宜区划表明,湖北地区白及适种面积占比大,共计有77个县市具备白及生长适宜环境,可大力推广优质白及新品种,目前白及新品种已成为湖北五峰地区常规种植品种,产量提升明显,带动当地贫困户种植白及的积极性,为乡村振兴和白及产业升级有着深远的意义。

7 讨论

中药材无公害栽培技术在提升中药材的品质、安全方面,有着重要的意义,为中药材产业的健康发展、

表6 白及常见病虫害发生时期及防治方式

类型	种类	发生时期	防治方式
病害	根腐病	6月下旬-9月上旬	50%退菌特-可湿性粉剂500倍液灌根;70%甲基托布津湿性粉剂1000倍液喷施,间隔3天喷洒1次,连续喷施2-3次 ^[19]
	锈病	6月开始,10月形成孢子堆	锈特(有效含量20%)1000g/亩,间隔7天喷施1次,连续3次 ^[35] ;三唑酮、苯锈灵,250g/亩,交替使用,水稀释喷雾
	炭疽病	湿度大、多雨、闷热气候	咪菌酯+苯醚甲环唑+嘉美金点1000倍稀释喷施2-3次;50%腐霉利可湿性粉剂1000-1500倍稀释喷施 ^[19]
	叶褐斑病	5-7月	50%扑海因800倍液喷施;50%多菌灵600倍液喷施;65%代森锌600倍液喷施;25%溴菌腈1500倍+25%吡唑醚菌酯1500倍或25%咪菌酯1500倍+嘉美金点1000倍液喷施 ^{[19][27]}
	叶斑灰霉病	5-8月,积水期发病严重	70%甲基托布津可湿性粉剂1000倍液;65%代森锌500倍液喷施 ^[25]
虫害	蜗牛	—	6%四聚乙醛粒剂50-80kg/亩诱杀 ^[18]
	蛴螬	—	50%氟氰毒死蜱乳油1500倍液、40%辛硫磷2000倍液喷施 ^[18]
	菜蚜	4-5月花期	10%氟啶虫脒胺3000倍液;25%吡蚜酮1500倍液+嘉美金点1000倍液 ^[36]

升级、可持续发展提供有力的保障,是中医药行业发展的前沿趋势,是“健康中国,绿色中药”的关键技术。本研究基于课题组多年产区考察和实验研究,结合2022年3月发布的《中药材生产质量管理规范》,制定了完整的白及无公害栽培技术体系;通过GMPCIS平台,以白及道地产区、主产区样点的生态因子信息为依据,预测得到白及生态适宜产区信息,为白及产业

的发展升级、有效引种提供参考;结合白及无公害技术,培育了优质白及新品种,在当地进行大力推广,保证白及人工种植的药材质量,拉动当地经济发展。同时,本课题指导本科生开展国家级大学生创新创业训练计划“青年红色筑梦之旅”专项,在湖北五峰县开展白及栽培及管理调研,为当地贫困户开展白及无公害栽培指导,以科技兴农助力乡村振兴。

参考文献

- 1 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部). 北京: 中国医药科技出版社, 2020:111-112.
- 2 陈美君. 中药白及品质评价研究. 成都: 成都中医药大学硕士研究生学位论文, 2017.
- 3 Dong L, Xia S H, Luo Y, et al. Targeting delivery oligonucleotide into macrophages by cationic polysaccharide from *Bletilla striata* successfully inhibited the expression of TNF- α . *J Control Release*, 2008, 134(3):214-220.
- 4 俞林花, 聂绪强, 潘会君, 等. 白及多糖对糖尿病溃疡创面愈合的作用研究. *中国中药杂志*, 2011, 36(11):1487-1491.
- 5 Zhao Y, Niu J J, Cheng X C, et al. Chemical constituents from *Bletilla striata* and their NO production suppression in RAW 264. 7 macrophage cells. *J Asian Nat Prod Res*, 2018, 20(4):385-390.
- 6 段营辉, 黄澜, 朱樵苏, 等. 基于液质联用法对白及中2-异丁基苹果酸葡萄糖氧基苯酯类成分的定性定量分析. *中国医院药学杂志*, 2020, 40(9):1009-1013.
- 7 赵菲菲, 李靖, 徐国波, 等. 白及非多糖组分止血活性成分研究. *天然产物研究与开发*, 2021, 33(3):426-432.
- 8 周海婷, 陈志敏, 赵永峰, 等. 不同产地白及野生品与栽培品质量比较研究. *亚太传统医药*, 2019, 15(3):50-54.
- 9 朱环, 张丽萍, 王江聪, 等. 人工栽培与野生白及化学成分差异的多元统计分析. *药物分析杂志*, 2020, 40(6):1045-1049.
- 10 董玲, 孙裕, 裴纹章, 等. 基于全程质量控制理念的中药标准化体系研究思路探讨. *中国中药杂志*, 2017, 42(23):4481-4487.
- 11 余金文, 李春芳, 黄之镨. 中草药白及的栽培与质量评价研究进展. *现代农业科技*, 2020(18):48-50.
- 12 张燕君, 孙伟, 何艳, 等. 白及属植物资源评价与可持续利用的现状与展望. *中国中药杂志*, 2018, 43(22):4397-4403.
- 13 陈士林, 董林林, 徐江, 等. 中药材无公害栽培生产技术规范. 北京: 中国医药科技出版社, 2018.
- 14 陈士林, 李西文, 孙成忠, 等. 中国药材产地生态适宜性区划(第二版). 北京: 科学出版社, 2017.
- 15 胡帅军, 朱星语, 孟祥霄, 等. 金线莲无公害规范化种植技术探讨. *世界科学技术-中医药现代化*, 2018, 20(11):2082-2087.
- 16 孟祥霄, 沈亮, 黄林芳, 等. 无公害中药材产地环境质量标准探讨. *中国实验方剂学杂志*, 2018, 24(23):1-7.
- 17 高翰, 胡心怡, 孟祥霄, 等. 独活无公害栽培技术探讨. *世界科学技术-中医药现代化*, 2018, 20(7):1172-1178.
- 18 魏进, 周玮, 李汶钰. 贵州省白及病虫害种类调查与防治分析. *现代农业科技*, 2015(21):150-151.
- 19 龙小琴, 戴应和. 白及栽培技术要点及主要病虫害防治研究进展. *农业与技术*, 2020, 40(14):81-84.
- 20 陈勋, 王艳, 刘畅宇, 等. 白及种子繁育的研究现状. *中国药房*, 2018, 29(18):2585-2588.
- 21 张宇思, 姚正颖, 刘金香, 等. 基于原球茎液体培养的白及快速繁殖研究. *江苏农业科学*, 2015, 43(10):59-62.
- 22 李伟平, 田莎莎, 鲁光耀, 等. 利用人工种子技术快速繁殖白及. *中国中药杂志*, 2012, 37(22):3386-3390.
- 23 杨彦伶, 徐红梅, 高晗. 白及林下生态栽培关键技术. *湖北林业科技*, 2020, 49(4):87-88.
- 24 周颖, 张家春. 药用植物白及施肥研究进展. *耕作与栽培*, 2019, 39(4):27-30.
- 25 潘静. 白及生态栽培技术要点. *南方农业*, 2017, 11(29):25-26.
- 26 赵章德. 一种白及种植专用肥及其制备方法. CN108530234A, 2018-09-14.
- 27 宋莉莎. 白及主要真菌病害病原鉴定及防治研究. 贵州: 贵州大学硕士研究生学位论文, 2019.
- 28 赵彩呈, 洪英娣, 刘丽, 等. 丽江滇重楼和白芨根腐病原菌鉴定. *贵州农业科学*, 2019, 47(5):28-30.
- 29 孙乐乐, 杨永红, 刘军凯, 等. 白及根腐病原菌鉴定和生物学特性研究. *中药材*, 2013, 36(3):341-345.
- 30 赵仁全, 王大群, 刘海. 白及锈病病原鉴定及其防治方法. *农技服务*, 2016, 33(16):71, 124.
- 31 胡永亮, 白学慧, 陈玉芹, 等. 铁皮石斛炭疽病原菌鉴定及其生物学特性研究. *中国森林病虫*, 2018, 9(20):18-26.
- 32 柯尚艳, 杨林毅, 陈璐, 等. 白及植株上一种真菌病害的分离与鉴定. *云南农业大学学报(自然科学版)*, 2018, 33(3):405-409.
- 33 陈士林, 董林林, 郭巧生, 等. 中药材无公害精细栽培体系研究. *中国中药杂志*, 2018, 43(8):1517-1528.
- 34 董林林, 苏丽丽, 尉广飞, 等. 无公害中药材生产技术规程研究. *中国中药杂志*, 2018, 43(15):3070-3079.
- 35 刘燕琴, 刘杰, 刘旭, 等. 白及锈病发生特点及药剂防治效果研究. *现代农业科技*, 2017(22):80-81, 84.
- 36 杜家清. 白及的特征特性与栽培技术. *现代农业科技*, 2019(19):

- 73-75. 现代中药, 2018, 20(9):1039-1048.
- 37 赵小惠, 王梦涵, 孟祥霄, 等. 木瓜无公害栽培技术探讨. 世界科学技术-中医药现代化, 2018, 20(11):2075-2081. 39 杨普云. 农作物有害生物全程绿色防控技术模式的集成与推广应用. 中国植保导刊, 2018, 38(4):21-25.
- 38 沈亮, 徐江, 陈士林, 等. 无公害中药材病虫害防治技术探讨. 中国

Research of Pollution-Free Cultivation System of *Bletilla striata*

Liu Xia¹, Zheng Yaqin¹, Sun Yining¹, Li Zhuo¹, Wu Tianze¹, Meng Xiangxiao², Liu Qin³

(1. School of Chemistry, Chemical Engineering and Life Science, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China; 2. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; 3. Xujiapeng Street Community Health Service Center, Wuchang District, Wuhan, 430062, China)

Abstract: With the widespread application of *Bletilla striata* in clinical, health care, beauty and other aspects, the market demand for *Bletilla striata* is growing day by day, and the unrestricted manual mining has led to the gradual depletion of the wild resources of *Bletilla striata*. At the same time, due to the irregular use of pesticides and fertilizers, and improper planting areas during the cultivation process, the pesticide content and heavy metal residues of *Bletilla striata* medicinal materials exceed the standard, which seriously affects the quality, efficacy and safety of *Bletilla striata*. Therefore, the technology of non-polluted cultivation technique of *Bletilla striata* has been received the industry's widespread concern. Based on the investigation of *Bletilla striata* production areas and the specificity, consistency and stability of *Bletilla striata* varieties, And according to the new version of "Chinese herbal medicine production quality management standard" and other official standards, this paper carried out the cultivation of new *Bletilla striata* varieties in Wufeng County, Hubei Province, and formulated the pollution-free cultivation techniques of *Bletilla striata*, including production environment, high-quality seedling breeding, soil improvement, and reasonable fertilization. The system cultivates high-quality *Bletilla striata* medicinal materials and ensuring the safety of clinical treatment.

Keywords: *Bletilla striata*, non-polluted cultivation, Suitable production area, Ecological factors

(责任编辑: 周阿剑、刘玥辰, 责任译审: 周阿剑, 审稿人: 王瑀、张志华)