

大黄无公害种植体系探讨*

朱智慧¹, 张媛媛¹, 孟祥霄², 孙伟², 师玉华², 张艺³, 薛建平^{1**}

(1. 淮北师范大学生命科学学院 资源植物生物学安徽省重点实验室 淮北 235000;
2. 中国中医科学院中药研究所 北京 100700; 3. 成都中医药大学民族医药学院 成都 611137)

摘要: 大黄具有悠久的药用历史。由于野生大黄对生长环境要求严苛,加之人为采挖等影响,导致大黄野生资源急剧下降。现阶段大黄资源以人工栽培为主,由于栽培地区广,种植管理不规范、农药滥用等问题导致大黄药材品质降低。为解决以上问题,本文对大黄无公害种植技术进行探讨,内容包括基于GMPGIS的大黄无公害种植地精准选址、土壤改良、优质种子选育、种苗繁育、合理施肥以及病虫害综合防治。该体系可为大黄无公害种植提供指导。

关键词: 无公害种植 GMPGIS 合理施肥 病虫害综合防治

doi:10.11842/wst.2019.04.036 中图分类号:R-33 文献标识码:A

大黄为蓼科植物掌叶大黄 *Rheum palmatum* L.、唐古特大黄 *Rheum tanguticum* Maxim. ex Balf.、药用大黄 *Rheum officinale* Baill.的干燥根和根茎。大黄性苦、寒,归脾、肝、胃、大肠、心包经,具有泻下攻积、清热泻火、凉血解毒、逐瘀通经和利湿退黄等功效。大黄具有多种作用,主要用于治疗实热积滞便秘、血热吐衄、淤血经闭、跌打损伤等功效。大黄可制成多种中药饮片,目前,市场上常用的大黄中药饮片有酒大黄、熟大黄、大黄炭。酒大黄主要用于目赤咽肿、齿龈肿痛,熟大黄用于火毒疮疡,大黄炭则具有凉血化瘀、止血的功效^[1]。大黄中蒽醌类化学成分研究最多,蒽醌类成分分为游离型和结合型,游离型蒽醌含有大黄素、大黄酸、大黄酚等多种成分且与大黄治疗疗效密切相关^[2,3]。大黄属于我国传统的大宗中药材,具有非常悠久的药用历史。

大黄野生资源主要分布在四川、青海和西藏等省(区),在甘肃、四川等省均有大量人工栽培^[4]。野生大黄生长的环境严苛,加之无计划采挖和自然环境的破坏,导致大黄野生资源不断减少。例如唐古特大黄生

长在青藏高原,自然生长环境恶劣至使产量很难满足市场需求,因此栽培品种逐渐占据市场^[5]。目前中药材种植为了追求产量,往往会使用大量的化肥农药,而种植管理中也存在着许多不合理现象,导致药材品质低劣,农残、重金属等有害物质超标^[6,7]。无公害中药材是指从产地环境、生产过程以及产品质量等环节都达到相应规定的对人类健康不构成危害的优质、安全中药材^[8]。为了保障中药材产业的健康发展,从源头上控制中药材质量成为首个需要解决的问题,因此发展中药材无公害种植体系尤为重要。无公害种植技术已经应用在人参、西洋参、三七和山药的种植中^[9-12]。大黄的种植地区分布广,存在管理不规范,药材品质参差不齐等现象,因此有必要建立大黄无公害种植体系。

1 大黄无公害种植产地环境

1.1 无公害大黄种植环境要求

无公害大黄种植地区对空气、土壤、灌溉水质量要求严格^[13]。空气质量要求达到GB/T3095-2012中一级或二级标准要求。土壤质量需达到GB15618和NY/T391中一级或二级质量标准,土壤中重金属含量不应

收稿日期:2019-01-19

修回日期:2019-03-11

* 安徽省教育厅高校科研平台创新团队项目(KJ2015TD001):采煤塌陷区生态修复与利用,负责人:薛建平;国家科技部重点研发计划(2018YFC1706500):甘草全产业链技术体系升级与产品开发,负责人:边育红。

** 通讯作者:薛建平,教授,硕士生导师,主要研究方向:中药资源学。

表1 大黄野生分布区、道地产区主产区气候因子

生态因子	掌叶大黄	唐古特大黄	药用大黄
年平均气温/℃	-0.8-10.7	-4.8-7.4	7.9-18.1
平均气温日较差(平均每月最高气温-平均每月最低气温)/℃	10.4-14.5	10.1-15.9	6.5-11.1
等温性/%	31-38	29-44	24-40
气温季节性变动(标准差)	6.743-8.323	6.139-8.65	5.274-9.014
最热月最高温度/℃	14.8-26.3	10.8-24.4	21.1-33.9
最冷月最低温度/℃	-21.4-6.3	-25.6-9.8	-9.1-3.4
气温年较差/℃	31.5-38.1	31.7-39.5	25.3-35.9
最湿季度平均温度/℃	8.1-19	4.3-16.5	16.1-26.6
最干季度平均温度/℃	-10.9-0.5	-14.7--2.3	-2.9-7.6
最热季度平均温度/℃	8.1-19.9	4.3-17.7	16.1-27.9
最冷季度平均温度/℃	-10.9-0.5	-15.0-2.3	-2.9-7.6
年降水量/mm	397-732	454-901	783-1510
最湿月降水量/mm	88-129	98-158	151-229
最干月降水量/mm	1-4	1-6	6-28
降水量季节性变化(变异系数)/%	75-96	74-105	57-87
最湿季度降水量/mm	238-368	268-445	366-643
最干季度降水量/mm	5-19	6-27	21-94
最热季度降水量/mm	238-354	256-445	366-629
最冷季度降水量/mm	5-19	6-27	21-94
年均相对湿度/%	44.07-59.54	41.08-56.85	54.41-73.42
年均光照/(w·m ⁻²)	135.20-151.73	132.25-157.23	122.36-144.71

超过标准规定。灌溉水质对中药材质量有很大的影响,水质不达标的灌溉水往往会带入新的重金属及病害,因此灌溉水质量应该达到GB5084-2005中规定的指标。

1.2 无公害大黄生态因子

大黄的三种基原植物有不同的生长特性,因此种植环境不应该混为一体。掌叶大黄喜干旱凉爽气候,耐严寒、忌高温、不耐涝。唐古特大黄是青藏高原典型的高山植物,喜凉爽、耐严寒、怕高温,光照、温度、土壤质量对唐古特大黄中化学成分含量有很大的影响。药用大黄喜光、怕热、耐旱、怕涝,适应能力强。基于“药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统(genographic information system for global medicinal plants. GMPGIS)”获得全球范围内大黄生态适宜性因子值,为大黄栽培地精准选址提供依据^[14]。大黄的基原植物主要气候因子值(表1)。依据《中药材产地生态适宜性区划》(修订版)^[15]对掌叶大黄、唐古特大黄和药用大黄适宜产区的划定,建议掌叶大黄最适宜的引种栽培区域为西藏、四川、甘肃、山西、河北等省(区)。唐古特大黄最适宜

的引种栽培区域为西藏、青海、四川、甘肃、山西等省(区)。药用大黄最适宜的引种栽培区为湖北、贵州、湖南等省。

2 选地与整地

利用GMPGIS对大黄野生分布区、主产区、道地产区的土壤类型进行分析,得出大黄最适宜生长的土壤类型(表2)。大黄对土壤的要求严格,以土层深厚、富含腐殖质、排水良好、疏松肥沃的砂质壤土为宜。土壤中镉、汞、砷、铅等重金属含量应符合规定^[16]。大黄种植需要经过4-5年的轮作周期,不可连作,前茬作物以小麦、蚕豆、油菜、马铃薯为宜,在前茬作物收后需进行整地,翻耕^[17]。入冬前耙细,保墒过冬以备早春移栽,次年土壤开始解冻时进行整地,一般在四月份对种植地块进行深翻,深度在30 cm以上,将地里的杂草及灌木清除,使地面的土块碎散,耕翻平整。整地时施入以每亩5000 kg以上的腐熟农家肥及过磷酸钙,耙平后起垄,垄宽70 cm,高10 cm-15 cm,垄间距40 cm^[18]。整地时土壤含水量应保持在50%左右。大黄移栽后,第一

年植株尚小,可在行间同时种植玉米、大豆、薄荷等农作物。这些作物既有利于大黄生长又可以充分利用土地资源^[19]。

3 种子、种苗繁育

大黄繁殖方法包括种子繁殖和子芽繁殖,其中种子是主要的繁殖方式。种子繁殖又分为直接播种和育苗移栽。无公害中药材种植选应选取健康优质的种子或种苗,选取的种子质量要求应达到相应中药材种子二级以上标准^[13]。无公害中药材种植中为了培育壮苗,可通过营养土块、穴盘等方式进行育苗,育苗床应具有疏松、透气、保水、保温、营养均衡、无病害等特点。苗期应注意田间管理及时间苗,间苗原则为去小留大、去歪留正、去杂留纯、去劣留优、去弱留强^[20]。

子芽繁殖也称无性繁殖,该繁殖方式简便、适合小面积种植。选择产量高、没有病害的健康大黄植株,切下母株周围的芽进行栽培。每块切割的根茎上一般有3-4个芽,将草木灰涂抹在芽上或者分离的子芽上面防止芽苗腐烂,在种植地按穴距50*50 cm挖穴,每个穴中放入一颗子芽,芽眼朝上,覆土6 cm,压实^[22,23]。

掌叶大黄种子繁殖应选取晾晒2-3 d,除去杂物,净度达95%的掌叶大黄成熟种子,于专用布袋保存。大黄种子储存时温度控制在0-5℃,注意防虫防霉。大黄种子在15℃-25℃温度条件下发芽率可达90%左右,因此直播期因地域而异,南方适宜在8月中下旬播种,北方适宜在3月下旬至4月上旬播种。播种方式为穴播,在整好的土地上开穴点播,穴深3-4 cm,宽3-5 cm,每穴中撒入6-10粒种子,覆土2-3 cm。出苗后,待苗高5-6 cm时定苗,每穴留壮苗1株。对于育苗移栽的繁殖方式,播种期在4月上中旬。选择土壤肥沃的阳畦地,将土打碎,清理石头、树枝、草根等杂物,于翻耕土地时施入草木灰1000 kg·亩⁻¹,厩肥2500 kg·亩⁻¹,然后做成宽1.0-1.2 m的高畦,四周开好排水沟,横向往畦上开沟条播,沟深3-5 cm,将种子均匀撒入沟中每公顷75-105 kg,覆土2-3 cm。在土表盖上一层草或农膜,出苗后揭去覆盖物,在初冬地上叶片开始枯萎时结合中耕除草在苗行上培土3-5 cm,帮助幼苗越冬^[17,21,22]。

唐古特大黄直播选择在初秋或早春时进行,直播方式为穴播或点播。按照行距60-80 cm,穴距50-70 cm,穴深3 cm进行播种,每穴播种2-8粒,播后覆土2-3 cm,轻压。育苗播种采用条播或撒播,分春播和秋播,春播在3-4月进行,秋播时期为7-8月份。播种前

表2 大黄种植土壤类型及重金属限量^[16]

品种	土壤类型
掌叶大黄	钙积土、黑钙土、铁铝土、灰色森林土、薄层土、低活性淋溶土、白浆土
唐古特大黄	钙积土、黑钙土、铁铝土、潜育土、灰色森林土、薄层土、低活性淋溶土、白浆土
药用大黄	强淋溶土、高活性强酸土、红砂土、黑钙土、低活性淋溶土、聚铁网纹土

做高畦,沟深3-4 cm,沟宽10 cm,沟间距10 cm。畦边做好排水沟,播种时将种子均匀撒于沟中,播后覆土1-2 cm,轻拍压实,最后在土表盖上草或地膜。出苗后及时揭去覆盖物。苗齐后及时松土、除草、浇水,苗高10-15 cm时定苗,每穴一株。根据幼苗的生长可适当增施有机肥或复合肥,保证种苗正常生长^[24-27]。

药用大黄在进行使用种子繁殖时应选择新收的种子,不宜使用存放了2-3年的旧种子。播种前可对种子进行晾晒,剔除破烂、发霉、有病害的种子,可以用75%代森锰锌100倍液进行拌种,可有效预防病害。播种时期分春播和秋播,春播在4月中下旬进行,秋播在8月下旬至9月上旬进行。直播方式采用穴播,在垄上开穴,穴距50 cm,穴深3-5 cm,每穴播种8-10粒,每垄播两行,行距50 cm,穴位呈“品”字行,播后覆土2-3 cm。育苗地须符合土层深厚、肥沃、利于排水等特点,提前50 d深耕,施入农家肥作底肥每亩5000 kg以上。取富含腐殖的土壤和优质腐熟土肥按5:1的量,充分混合过筛,均匀拌入50%多菌灵可湿性粉剂15 g·m⁻³-20 g·m⁻³,用塑料膜包裹堆闷72 d。然后做成宽1.2-1.5 m,高0.1-0.5 m,长10-20 m的高畦。播种时在畦上挖沟,沟深3-5 cm,沟距9-10 cm,将种子均匀撒入沟中,播种量为30 kg·hm⁻²-75 kg·hm⁻²。播种后覆土压平,然后覆上薄膜,及时浇水保持湿润。出苗后揭去覆膜。幼苗长至2 cm时及时除草,并施加稀释后的人畜粪尿水肥。直播的大黄出苗后及时间苗定苗,每穴留壮苗2-3株。育苗移栽的大黄和出苗后的大黄应及时中耕除草^[18,28]。药用大黄子芽繁殖方法与掌叶大黄类似。选择生长三年以上、无病虫害、子芽完整的大黄植株,切去根头部,再按芽头切成小块,每株切3-5块作为种苗。将种苗立即用草灰拌匀,移入大田中种植^[28]。

4 合理施肥

植物生长中需要吸收养分,施肥可以为植物提供生长所需的营养。传统施肥方法缺乏科学指导,作物

表3 无公害大黄合理施肥^[17,18,21,22,25,27,28,30-31]

	基肥	追肥	追肥	追肥	追肥	追肥
掌叶大黄	整地时,施45000 kg·hm ⁻² -60000 kg·hm ⁻² 腐熟厩肥,深翻30 cm以上。深翻时撒入磷酸二铵30 kg 硫酸钾复合肥60 kg。	出苗或返青后,堆肥1500-2000 kg,或腐熟饼肥50 kg、过磷酸钙15-20 kg、氯化钾7-8 kg和硫酸铵10 kg。	苗期,10-15 d一次,连喷3次,667 m ² 用0.5%尿素液120 kg喷洒小苗。	第2年、第3年的4月、6月。埋施磷酸二铵25 kg,硫酸钾复合肥50 kg	7月末,施复合肥150 kg·hm ⁻² -225 kg·hm ⁻² 。	秋末植株枯萎后,腐熟农家肥或土杂肥壅根防冻。
唐古特大黄	整地时施入腐熟农家肥37500-45000 kg·hm ⁻²	结合中耕除草追肥两次,第一次施入磷二铵复合肥75 kg·hm ⁻² ,第二次施入磷酸二氢钾75 kg·hm ⁻²	秋季用杂肥及炕土灰防冻,堆肥中加入磷肥。			
药用大黄	整地前,施入腐熟优质有机肥45000 kg·hm ⁻² -60000 kg·hm ⁻² 。	6月中旬第一次追肥,结合中耕除草施入腐熟优质有机肥22500 kg·hm ⁻² -30000 kg·hm ⁻² 、普通过磷酸钙150 kg·hm ⁻² -225 kg·hm ⁻² 、硫酸钾150 kg·hm ⁻²	8月中旬,施入普通过磷酸钙150 kg·hm ⁻² ,硫酸钾150 kg·hm ⁻²			

对营养的需求和肥料的施用量不平衡导致养分吸收率下降并造成资源浪费。合理施肥对资源环境和中药材安全具有重要影响。无公害中药材施肥以有机肥为主,化学肥料为辅^[31]。有机肥不仅可以提供植物生长所需养分还可以增加土壤有机质和改善土壤^[29]。肥料的使用原则、种类及各指标应符合DB13/T454规定。遵循养分最大效率,根据植物整个生长期的需肥规律以及土壤供肥能力和吸收效率,制定施肥方案使植物最大量吸收养分,防止资源浪费,减少环境污染。无公害大黄施肥方法(表3)。

5 病虫害综合防治

病虫害会严重影响药材的质量和产量,传统的防治方法往往缺乏科学性、合理性,尤其是农药的滥用不仅会让药材的农残增加还会污染环境^[32]。无公害中药材病虫害防治技术以安全、有效、经济、实用为原则,优先使用农业防治、物理防治和生物防治技术,辅以化学防治技术。无公害中药材病虫害防治技术采用“以防为主,防治结合”的原则,以中药材质量为主,最大限度降低化学农药的使用^[33]。大黄种植中主要发生的病虫害有根腐病、轮纹病、炭疽病等,虫害主要有夜蛾、蚜虫、金龟子等^[24]。

5.1 病虫害农业综合防治

农业综合防治技术指的是根据植株生长特性、种植环境,采用一系列田间管理措施达到防治病害的目的

的^[34]。农业综合防治技术包括种子流通检疫、清洁田园、合理耕作、水肥光调控、中耕除草等。大黄种植中选无病株小苗移栽,实行3年以上轮作,加强栽培管理,主要苗田、大田和留种田要严格分开。冬季清除田间残枝落叶,增施磷钾肥可增强大黄对轮纹病和黑粉病的抗病能力。大黄根腐病发生普遍,危害率高达约50%,可与乔本科、豆科实行5年以上轮作来缓解根腐病的发生。雨后及时排水,生长期经常松土,发生病害时应及时拔除病株销毁,对病株区域的土壤使用草木灰400-500 g或用生石灰200-300 g进行局部土壤消毒^[17,21,22]。

5.2 病虫害物理防治

物理防治是利用病虫害对物理因素的特殊反应进行防治的技术。包括利用温度、光线进行杀菌,利用害虫的趋光性、趋避性进行防治^[35,36],使用防虫网隔离害虫等^[37]。例如虫害金龟子可用灯火诱杀或进行人工捕杀^[23],菜蚜可用30cm×50 cm的黄色木板涂机油诱杀^[38],地老虎、蝼蛄等地下害虫对黑光灯有强烈的趋向性,在成虫期利用黑光灯进行防治^[39]。

5.3 病虫害生物防治

生物防治技术是指利用生物天敌、微生物、农用抗生素及其他生防制剂等方法对中药材病虫害进行防治。生物防治技术具有经济、安全、无污染的优势,包括以菌治虫:利用苏云金芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、白僵菌、蚜虫霉、阿维菌素等杀死病原菌或病虫;以菌控

表4 无公害掌叶大黄病虫害化学防治方法^[17,21,22]

病害类型	防治方法
大黄锈病	发病初期喷洒15%粉锈宁600倍液,每亩用量在100 kg左右。
根腐病	40%多菌灵500-800倍液喷雾,多菌灵每亩40-50 g,兑水15-20 L
黑粉病	15%粉锈宁可湿性粉剂600-800倍液喷雾,每隔7天喷雾1次,2-3次可减轻危害,每亩每次用量在100 kg左右。
轮纹病	40%多菌灵可湿性粉剂500-800倍液喷雾或发病初期喷洒50%甲基托布津600倍液,多菌灵每亩40-50 g,兑水15-20升。每亩用甲基托布津分41-62.5 g。
炭疽病	40%多菌灵可湿性粉剂500-800倍液喷雾,多菌灵每亩40-50 g,兑水15-20 L喷雾。
甘蓝夜蛾	4000倍液的杀灭菊酯或2000倍液的二氯苯酸菊酯每亩用药液量为50 kg。

表5 无公害唐古特大黄病虫害化学防治方法^[25,27,30]

病害类型	防治方法
轮纹病	幼苗期用70%代森锰锌600-800倍液喷洒,用量为每亩94-127 g(有效成分)或发病时用波尔多液1:1:120倍液喷雾或灌根喷药要均匀,药滴不能太大,以不使多余药液自叶面流下为限。
炭疽病	幼苗期用70%代森锰锌600-800倍液喷洒,每亩94-127 g(有效成分)。
根腐病	40%多菌灵500-800倍液喷雾,多菌灵每亩40-50 g,兑水15-20 L喷雾。
夜蛾幼虫	4000倍液的杀灭菊酯或2000倍液的二氯苯酸菊酯,每亩用药液量为50 kg。

表6 无公害药用大黄病虫害化学防治方法^[24,41]

病害类型	防治方法
根腐病	发病前喷洒波尔多液喷药要均匀,药滴不能太大,以不使多余药液自叶面流下为限,发病时喷代森锌或灌根,7-10天一次,连续3-4次。
轮纹病	出苗后喷洒波尔多液,喷药要均匀,药滴不能太大,以不使多余药液自叶面流下为限。
炭疽病	出苗后喷洒波尔多液,喷药要均匀,药滴不能太大,以不使多余药液自叶面流下为限。
酸模叶甲	抽新芽时喷洒1000倍液的2.5%微乳剂 α -氯氰菊酯。4月下旬酸模叶甲卵孵化期浇灌1000倍液的2.5%微乳剂 α -氯氰菊酯与人畜清肥混合液(比例2:1)。
蛴螬	育苗期和移栽期在地下注射1000倍液的2.5%微乳剂 α -氯氰菊酯,4针/m ² ,深度15 cm。5-7月,每月浇灌1000倍液的2.5%微乳剂 α -氯氰菊酯与人畜清肥混合液(比例2:1)。

病:以农用链霉素、多抗霉素等抗生素防治病害;以虫治虫:利用害虫天敌防治害虫;使用植物源农药例如楝素、苦参碱、烟碱等防治病害。例如,唐古特大黄可采用苦参碱水剂1000倍液对叶面喷施防治蚜虫^[27]。

5.4 病虫害化学防治

无公害中药材化学防治技术遵循农药使用准则NY/T393,GB12475,NY/T1667,禁止使用高毒、高残留化学农药,优先实用绿色环保、低毒、低残留农药。科学合理施药,降低用药次数^[40]。化学农药使用方法多样,可单用可混用,用药时注意交替使用防止害虫产生耐药性。无公害大黄种植中不允许使用的化学农药包括滴滴涕(DDT)、艾氏剂、杀虫脒、敌枯双、砷类、环氧乙烷、氰戊菊酯等。常见的病虫害化学防治方法(表4、5、6)。

6 讨论

无公害中药材种植技术结合现代生物学、信息学等学科解决了中药材种植中存在的一些问题,其发展将会使中药材产业进入健康发展的全新状态。利用GMPGIS技术为中药材种植地进行精准选址,将组学应用在中药材优良种子种苗繁育中,分析植物基因组及转录组有利于找出与植物重要次生代谢产物以及抗逆性有关的基因,有利于选育新品种^[42,43]。通过宏基因组学分析药用植物种植对土壤微生态环境的影响,建立科学的土壤改良技术^[44,45]。无公害中药材栽培体系中严格要求种植地土壤、空气、灌溉水的质量。收集药用植物不同生长时期需肥量、土壤供肥效率等数据,制定施肥方法,使药用植物最大效率吸收养分,减少环境

污染、节约资源。建立病虫害综合防治体系,以农业防治、物理防治和生物防治技术为主,化学防治技术为辅,防治中药材种植中发生的病虫害。严禁使用高毒、高残留的化学农药,最大限度减低对中药材的污染,保障中药材安全。

大黄无公害种植体系的建立旨在保障大黄中药材的健康可持续发展。该体系为大黄无公害种植提供适宜栽培区选择、施肥方案、优良种子种苗繁育以及病虫

害综合防治技术指导。另外,应当加快大黄优良新品种的筛选,提高大黄的品质和产量以满足市场需求。为了实现大黄从种植到加工、销售过程中质量可控,应当建立大黄中药材质量追溯体系^[46]。采用DNA条形码技术和化学指纹图谱技术保障大黄中药材的质量^[47,48]。还可以将大黄的生产和市场相结合,采用信息技术实现数据共享,不仅可以保障大黄药材的质量更能保证市场需求,避免资源浪费。

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, 2015.
- 2 孙汉青, 李锦萍, 刘力宽, 等. 大黄化学成分与药理作用研究进展. 青海草业, 2018(1): 47-51.
- 3 肖雪峰, 黄海波, 郁建生, 等. 药用植物大黄的研究现状. 南方农业, 2018, 12(14): 129-132.
- 4 王岩, 宋良科, 王小宁, 等. 大黄种质考证与资源分布. 中国药房, 2013, 24(11): 1040-1043.
- 5 杨金东, 甘玉伟. 甘南州唐古特大黄资源现状、问题及保护措施. 甘肃科技纵横, 2015, 44(6): 14-16.
- 6 王莹, 金红宇, 姜艳彬, 等. 中药材中农药多残留样品普查与监控建议. 中国中药杂志, 2014, 39(5): 807-811.
- 7 张维维, 张雪. 我国中药饮片质量监管问题及对策研究. 中国市场, 2016(27): 224-225+237.
- 8 陈士林, 黄林芳, 陈君, 等. 无公害中药材生产关键技术研究. 世界科学技术-中医药现代化, 2011, 13(3): 436-444.
- 9 董林林, 谷利婷, 陈士林, 等. 三七无公害栽培体系的探讨. 世界科学技术-中医药现代化, 2016, 18(11): 1975-1980.
- 10 沈亮, 李西文, 陈士林, 等. 人参无公害农田栽培技术体系及发展策略. 中国中药杂志, 2017, 42(17): 3267-3274.
- 11 王育民, 殷秀岩, 于鹏, 等. 西洋参生产技术标准操作规程(SOP). 现代中药研究与实践, 2004(2): 8-15.
- 12 杨谨. 山药无公害生产技术. 云南省科学技术协会、中共普洱市委、普洱市人民政府. 第七届云南省科协学术年会论文集——专题一: 科普助力精准扶贫. 云南省科学技术协会、中共普洱市委、普洱市人民政府: 云南省机械工程学会, 2017: 5.
- 13 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.
- 14 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.
- 15 陈士林, 李西文, 孙成忠, 等. 中国药材产地生态适宜性区划(第2版). 北京: 科学出版社, 2017.
- 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 李应东, 何凯, 柴兆祥, 等. 掌叶大黄规范化种植技术及其主要病虫害防治. 世界科学技术, 2005(2): 74-76+53+142.
- 18 李颖颖. 庄浪县高寒阴湿地区药用大黄高产栽培技术. 甘肃农业, 2012(6): 65.
- 19 肖启银, 高明文, 张祯勇, 等. 大黄种植技术. 现代农业科技, 2015(21): 90-91.
- 20 广农. 油菜育苗移栽 苗床要得当. 农民日报, 2014-10-29 (T03).
- 21 王国祥, 王宏霞. 甘肃省掌叶大黄栽培技术. 北方园艺, 2013(2): 145-147.
- 22 张海滨, 袁立新. 掌叶大黄栽培技术. 时珍国医国药, 2006(12): 2652.
- 23 黎天. 大黄人工高产栽培技术. 中国农业信息, 2014(13): 34.
- 24 张玮. 大黄标准化栽培技术. 青海农技推广, 2018(1): 44-45.
- 25 矫学立, 张付莲. 果洛州唐古特大黄的栽培方法. 中国科技信息, 2006(5): 116.
- 26 陈红兰. 唐古特大黄栽培技术要点. 青海农技推广, 2005(2): 48.
- 27 陈玉花, 唐青萍. 甘南地区唐古特大黄高产栽培技术. 农业科技与信息, 2017(3): 90+94.
- 28 刘彬, 甘志杰, 姜用贤, 等. 镇巴药用大黄规范化栽培规程. 汉中医药, 2010(6): 28-29.
- 29 黄连华. 无公害中药材施肥技术. 中国农业信息, 2014(24): 90-91.
- 30 赵建军, 陈志宏. 甘南高寒冷凉区唐古特大黄栽培技术. 中国农技推广, 2016, 32(11): 39+46.
- 31 尕玛旺扎. 玉树州唐古特大黄种植技术规范. 青海农技推广, 2009(1): 42-43.
- 32 赵连华, 杨银慧, 胡一晨, 等. 我国中药材中重金属污染现状分析及对策研究. 中草药, 2014, 45(9): 1199-1206.
- 33 沈亮, 徐江, 陈士林, 等. 无公害中药材病虫害防治技术探讨. 中国现代中药, 2018, 20(9): 1039-1048.
- 34 高月, 徐江, 郭笑彤, 等. 药用植物根结线虫病及防治策略. 中国中药杂志, 2016, 41(15): 2762-2767.
- 35 牛玮浩, 徐江, 董林林, 等. 农田栽参的研究进展及优势分析. 世界科学技术-中医药现代化, 2016, 18(11): 1981-1987.
- 36 张连娟, 高月, 董林林, 等. 三七主要病害及其防治策略. 世界科学技术-中医药现代化, 2017, 19(10): 1635-1640.
- 37 王瑞, 董林林, 徐江, 等. 基于病虫害综合防治的人参连作障碍消减策略. 中国中药杂志, 2016, 41(21): 3890-3896.
- 38 潘水站, 张杰, 张鹏, 等. 陇南地区大黄无公害栽培技术. 甘肃农业科技, 2004(6): 54-55.

- 39 马正军. 华亭县大黄、独活等根用类中药材病虫害防治技术. 农业科技与信息, 2014(20): 17-20.
- 40 陈君, 徐常青, 乔海莉, 等. 我国中药材生产中农药使用现状与建议. 中国现代中药, 2016, 18(3): 263-270.
- 41 杨俊莲, 王昌华, 刘翔, 等. 药用大黄常见病虫草害种类及防治技术研究. 资源开发与市场, 2009, 25(9): 779-780.
- 42 董林林, 陈中坚, 王勇, 等. 药用植物DNA标记辅助育种(一): 三七抗病品种选育研究. 中国中药杂志, 2017, 42(1): 56-62.
- 43 沈奇, 张栋, 孙伟, 等. 药用植物DNA标记辅助育种(II) 丰产紫苏新品种SNP辅助鉴定及育种研究. 中国中药杂志, 2017, 42(9): 1668-1672.
- 44 Dong L, Xu J, Feng G, *et al.* Soil bacterial and fungal community dynamics in relation to *Panax notoginseng* death rate ins a continuous cropping system. *Sci Rep*, 2016, 6: 31862.
- 45 Dong L, Xu J, Zhang L, *et al.* Rhizospheric microbial communities are driven by *Panax ginseng* at different growth stages and biocontrol bacteria alleviates replanting mortality. *Acta Pharm Sin B*, 2017, 12, 011.
- 46 齐耀东, 高石曼, 刘海涛, 等. 中药材质量可追溯体系的建立. 中国中药杂志, 2015, 40(23): 4711-4714.
- 47 陈士林, 姚辉, 韩建萍, 等. 中药材DNA条形码分子鉴定指导原则. 中国中药杂志, 2013, 38(2): 141-148.
- 48 李金花, 陈春楠, 谷彩梅, 等. 基于非线性化学指纹图谱技术鉴别西洋参和人参及西洋参产地. 药学学报, 2017, 52(7): 1150-1156.

Discussion on Pollution-free Planting System of *Rhubarb*

Zhu Zhihui¹, Meng Xiangxiao², Sun Wei², Shi Yuhua², Zhang Yi³, Xue Jianping¹

(1. Key Laboratory of Resource Plant Biology of Anhui Province, College of Life Sciences, Huaibei Normal University, Huaibei 235000, China; 2. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; 3. College of Ethnic Medicine, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China)

Abstract: *Rhubarb* has a long history of drug use in China. Due to the harsh environment for the growth of wild *Rhubarb* and the influence of artificial mining, the wild resources of *Rhubarb* have declined sharply. At present, the resource of *Rhubarb* is mainly based on artificial cultivation. The wide cultivation, nonstandard management, and abused pesticides, lead to the quality decline of *Rhubarb*. To solve the problems above, this paper discusses the pollution-free planting techniques of *Rhubarb*, including the precise site selection based on GMPGIS, soil improvement, high-quality seeds breeding, seedling breeding, rational fertilization and comprehensive pest control of *Rhubarb*. The system can provide guidance for pollution-free planting of *Rhubarb*.

Keywords: Pollution-free planting, GMPGIS, rational fertilization, comprehensive pest control *rhubarb*

(责任编辑:刘宁, 责任译审:王昭)