

北沙参无公害栽培技术体系研究

崔宁^{1,3,4} 高婷² 孟祥霄³ 吴杰³ 李西文³

(1 山东中医药大学药学院, 济南, 250355; 2 青岛农业大学生命科学学院/山东省植物生物技术重点实验室, 青岛, 2661093;

3 中国中医科学院中药研究所, 北京, 100700; 4 山东省中医药研究院, 济南, 250014)

摘要 北沙参为我国常用大宗药材, 其基原植物为伞形科植物珊瑚菜 *Glehnia littoralis* Fr. Schmidt ex Miq.。为了满足国内外大量北沙参栽培种植的需求, 减少农药残留、重金属外源物质污染及化肥滥用等现象, 课题组以多年来北沙参种植、生产数据为主, 兼顾相关科研情况, 建立了科学合理的北沙参无公害栽培技术体系, 适用于北沙参无公害基地生产。该体系包括基于 GIS 技术基地选址、品种选育、病虫害防治及质量标准等内容, 以实现在保证北沙参药材增产的基础上, 达到低农残和高品质的目的。

关键词 北沙参; 无公害种植; 生态适宜性; 病虫害防治

Research on Technology Regulation System of Pollution-free Cultivation of Radix Glehniae

Cui Ning^{1,3,4}, Gao Ting², Meng Xiangxiao³, Wu Jie³, Li Xiwen³

(1 College of Pharmacy, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China; 2 Key Laboratory of Plant Biotechnology, School of Life Sciences, Qingdao Agricultural University, Shandong Province, Qingdao 266109, China;

3 Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;

4 Shandong Academy of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China)

Abstract Radix Glehniae is a commonly used bulk Chinese herbal medicine, whose original plant is umbelliferae of glehnia littoralis named Glenna littoralis Fr. Schmidt ex Miq. In order to meet the needs of domestic and foreign country for a large number of Radix Glehniae cultivation materials, the phenomena of pesticide residues, exogenous contamination on heavy metal levels and fertilizer abuse should be reduced. Research team has established the reasonable pollution-free cultivation technology system of Radix Glehniae based on many years of cultivation and production data of Radix Glehniae, as well as relevant scientific research results, which is suitable for the production of pollution-free bases of Radix Glehniae. The system includes GIS (Geographic Information System) technology base site selection, variety selection, disease and pest control, and quality standards, etc. to achieve the goal of low pesticide residue and high quality on the basis of ensuring the increasing yield of Radix Glehniae.

Key Words Radix Glehniae; Pollution-free cultivation; Ecological suitability; Disease and pest control

中图分类号: [R282. 2] 文献标识码: A doi: 10. 3969/j. issn. 1673 - 7202. 2018. 12. 003

北沙参为伞形科植物珊瑚菜 *Glehnia littoralis* Fr. Schmidt ex Miq. 的干燥根。本品性甘, 味微苦、微寒, 归肺、胃经, 具有养阴清肺、益胃生津的功效, 用于肺热燥咳、劳嗽痰血、热病津伤口渴, 为临床常用中药之一^[1]。珊瑚菜分布于东亚和北美洲, 在我国辽宁、山东、河北、江苏、浙江、福建、广东等省均产^[2]。20 世纪 80 年代之前, 我国野生珊瑚菜资源较为丰富, 主要靠挖取野生珊瑚菜提供药用。但由于生境破坏、过度采挖、种子萌发率低、野生种群较小及分布生境狭阔等原因, 珊瑚菜野生资源濒临枯竭^[3-4], 目前其已被《国家重点保护野生植物名录 (第一批)》列为二级濒危保护植物。随着野生珊瑚

菜资源的减少, 目前北沙参的主要商品来源于人工栽培品。以山东省莱阳地区产者质量最好, 俗称“莱胡参”。

为了满足国内外大量中药材栽培种植的需求, 减少农药残留、重金属外源物质污染及化肥滥用等现象, 课题组提出“中药材无公害精细栽培体系”^[5-7]。中药材无公害精细栽培体系是以生物技术、信息技术等多学科手段为基础的面向中药材生产的精细农业管理, 在产区选择、田间管理和收获储藏等过程实现数字化、网络化及智能化。主要包括基于 GIS 信息技术指导药用植物精准选址技术, 以现代组学方法为主辅助药用植物的精细育种技术,

基金项目: 中国中医科学院“十三五”重点领域研究专项 (zz10-007); 上海市资源植物功能基因组学重点实验室 (上海辰山植物园) 开放课题 (PFGR201702); 山东省医药卫生科技发展计划项目 (2017WS606)

作者简介: 崔宁 (1988. 02—), 女, 博士研究生在读, 助理研究员, 研究方向: 中药资源与鉴定, E-mail: cuining20061988@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

以宏基因组学指导土壤复合改良技术、药用植物合理施肥及病虫害的防治技术等。课题组以多年来北沙参栽培研究数据为主,兼顾大田生产情况,建立了科学合理的北沙参无公害栽培技术体系,适用于北沙参无公害基地生产,将为北沙参无公害种植发展提供重要参考依据。

1 北沙参无公害栽培产地生态环境

1.1 适宜产区 植物的种植环境严重影响其生长质量,因此选择合适的种植场地非常重要^[8]。影响北沙参药材质量的环境因素主要有:光照、温度、湿度和土壤条件等。合理调节控制各因素值将利于提高北沙参药材的产量和质量^[9]。同时,依据北沙参植株生长必要的生态环境条件还可客观推测在全国范围内存在的其他最佳适宜生长区,以便扩大北沙参的引种栽培区域。课题组依据“药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统”(Geographic Information System for Globe Medicinal Plants, GMPGIS II)^[10]进行北沙参产地生态适宜性分析和山东省莱阳市生态状况分析,得出北沙参在我国的最大生态适宜区域、适宜气候条件以及莱阳市的主要气候因子和土壤类型。见表 1。

经 GMPGIS II 系统分析发现,北沙参的生态适宜区域主要包括:河南、山东、湖北、江苏、安徽等省;整个莱阳市均为北沙参的最大生态相似度区域,适宜北沙参的种植与栽培。由表 1 可知,莱阳市 21 个气候因子数值基本位于北沙参适宜气候条件范围内。与北沙参生长的全国范围内适宜生态因子数据比较,莱阳市的气候环境具有以下特征:1)气温偏低;2)温度季节性变化较大;3)降水量适中甚至偏少;4)降水量季节性变化较大;5)日照充足;此外,莱阳市的土壤类型也与该其他地区适宜土壤种类略有差异,因此,可从生态适宜性方面揭示莱胡参形成的原因。另外,莱阳市具有某些独特的气候条件十分适合北沙参的生长,如:1)降水量适中至偏少,雨季大田不易造成积水,避免引起烂根及根部粗短等;2)最冷季度温度较低,适合北沙参的胚后熟型生长;3)日照较充足利于北沙参光合作用,这在某种程度上可解释莱阳地区为北沙参高品质的原因。同时,利用 GMPGIS II 系统进行莱阳市生态因子分析可为进一步扩大北沙参的栽培种植区域、提高药材北沙参的质量和产量奠定基础。

1.2 产地环境要求 无公害北沙参生产地应选择大气、水质、土壤均无污染的地区^[11]。无公害北沙参生产的产地环境应符合国家《中药材生产质量管

理规范(试行)》;NY/T 2798.3-2015 无公害农产品生产质量安全控制技术规范;GB15618-2008 土壤环境质量标准;GB5084-2005 农田灌溉水质标准;GB3095-2012 环境空气质量标准;GB3838-2002 国家地面水环境质量标准等对环境的要求^[12]。

1.3 土壤条件 无公害北沙参生产应选择在生态环境条件良好的地区,产地区域和灌溉上游无或不直接受工业“三废”、城镇生活、医疗废弃物等污染,避开公路主干线、土壤重金属含量高的地区。此外,北沙参是深根药用植物,喜向阳、温暖、湿润的环境^[13]。耐寒^[14]、耐旱^[15]、耐盐碱^[16-18],怕高温,忌水涝,忌连作。应选择土层深厚、土质疏松、肥沃、富含有机质、浇灌便利和排水良好的砂质壤土地或细砂地(如棕壤、褐土和草甸土等),四周无高秆作物和大树的空旷土地定植^[19],前茬作物以禾本科的玉米、茄科的马铃薯等作物为好,忌豆科作物,粘土、土层薄、质地黏重、板结、低洼积水地不宜种植。地块选好后需深翻 50 cm 以上,并要做到匀、细。整地粗糙,参根易于出叉。若地片较大,要在中间开挖数条排水沟,使参地呈台田状,以免受涝。此外,有学者根据丹东市金山镇山林面积大、种植板栗较多的现状,为了提高板栗园林下土地利用率,探索了在板栗林下栽培北沙参的技术,获得了很好效果^[20]。

2 无公害北沙参种质管理与种植

2.1 北沙参优良品种选育 选择适宜的抗病、优质、高产、成熟度高、发芽力强、商品性好的优良品种,尤其是对病虫害有较强抵抗能力的北沙参品种进行种植生产。选育优质高产抗病虫的新品种是无公害北沙参生产的一个首要措施。当前传统选育是北沙参主要的选育手段之一,该选育方法是利用外在表型结合经济性状通过多代纯化筛选,实现增产或高抗的目的,然而该方法选育周期长,效率低。采用现代生物分子技术选育优质高产抗病虫的优良品种,可以有效的缩短选育时间,加快选育的效率,进而保障无公害中药材生产^[21-24],这将成为未来北沙参品种选育的主流发展方向^[25]。

按照人工栽培与否则将北沙参分为野生和栽培两大类。野生者称为“野沙参”,栽培种植的农家品种有“白条参”(又称“白银条”)、“大红袍”以及“红条参”3 个品种^[1,26]。其中,白条参中糖类化合物含量较高,适合用药以增强机体免疫力;大红袍中欧前胡素含量较高,在临床上治疗慢性阻塞性肺疾病、支气管哮喘、支气管扩张等症时多选用大红袍^[27]。各品种的主要特点见表 2。目前尚未形成稳定遗传的新

品种,项目组采用基于组学的分子辅助育种技术正开展新品种选育。

此外,可根据北沙参的开花习性,将其划分为一年生开花类型(在种子发芽后的当年就开花结实,习称花参)和两年生开花类型(在种子发芽后当年进行营养生长,第二年才开花结实)2种^[9]。

2.2 种子种苗繁育 为了实现药材北沙参的优质、高产,首先应精选北沙参的种子,可选择产量高、品质好的栽培品种,如紫红梗小叶参,进行种子培育^[1]。赵玉玲等^[28]通过测定不同产地北沙参种子的净度、千粒重、含水量、发芽率,观察种子的外部特征,初步制订了北沙参种子的质量分级标准,为北沙参的生产质量管理提供参考。

北沙参有2种繁育方式:种子繁殖和育苗移栽。

种子繁殖应从生长两年的健壮无病株留种,剔除病籽、虫籽、瘪籽,种子质量:净度>90%、千粒重>22.5g,符合相应北沙参种子二级以上指标^[28]要求。

北沙参种子属于胚后熟型,存在严重的休眠现象^[29],适当低温对北沙参种子的活力和萌发有明显的促进作用^[30]。为提高北沙参种子萌发率,新采收的种子需要进行处理1)春播种子,按1:3的比例拌沙,木箱储藏或窖藏(深15~30cm),保持10℃以下低温3个月以上,期间要保持沙子湿润^[9];2)秋播种子先用40℃温水浸泡8~12h,稍晾后进行播种。播种后种子可经过5℃以下土温4个月左右低温阶段^[31],此方法为参农常用方法,但种子萌发率受当年最冷季气温的影响较大;3)除了冷冻处理方法外,在变温层积条件下,6-BA(6-苊氨基腺嘌呤)溶

表1 北沙参主要生长区域的生态因子值和莱阳市的生态因子结果

生态因子及土壤类型		主要环境因子	
		北沙参适宜环境条件	莱阳市主要环境因子
1	年平均气温(℃)	10.2~21.7	10.6~12.1
2	平均气温日较差(平均每月最高气温-平均每月最低气温)(℃)	5.4~9.3	7.8~8.5
3	等温性	20~27	22~23
4	气温季节性变动(标准差)	5.337~10.377	9.617~10.143
5	最热月最高温度(℃)	27.2~32.2	27.1~28.7
6	最冷月最低温度(℃)	-9.3~11.2	-8.0~-5.9
7	气温年较差(℃)	19.9~36.6	34.4~36.1
8	最湿季度平均温度(℃)	18.4~26.5	22.1~23.6
9	最干季度平均温度(℃)	-2.3~20.1	-2.7~-0.8
10	最热季度平均温度(℃)	22.7~28.7	22.5~24.0
11	最冷季度平均温度(℃)	-3.9~14.6	-2.7~-0.8
12	年降水量(mm)	575~1366	689~770
13	最湿月降水量(mm)	160~252	193~206
14	最干月降水量(mm)	7~51	9~10
15	降水量季节性变化(变异系数)	36~102	97~102
16	最湿季度降水量(mm)	358~624	428~477
17	最干季度降水量(mm)	25~178	28~32
18	最热季度降水量(mm)	351~499	426~473
19	最冷季度降水量(mm)	25~203	28~32
20	年均相对湿度(%)	59.9~76.3	60.8~63.0
21	年均光照(w/m ²)	140.1~155.3	153.7~154.2
22	土壤类型	强淋溶土、高活性强酸土、红砂土、黑钙土、铁铝土、薄层土、淋溶土等	黑钙土、铁铝土、薄层土、低活性淋溶土、粗骨土、岩土、变性土

表2 北沙参主要品种

品种名称		种质特点
常见品种	野沙参	野沙参的外部形态表现为叶柄长,叶片小,叶面带有白色粉状物,芦头较短,日光晒后易死亡,根部粗细不匀,剥皮比较困难,条色黄,粉性差。
	白条参	叶柄为绿色,叶片革质,叶面光亮,根部细长,白色,粉性足,产量高,适于加工出口产品。
	大红袍	植株粗壮,叶柄为红色,叶色绿,叶片革质,光亮,叶面无粉状物,根部较粗大,白色,粉性足,药材的产量最高,较白条参耐干旱,但用于出口不及白条参。
	红条参	叶柄淡红色,其他性状介于白条参和大红袍间。

液可显著促进北沙参种子萌发^[32],且第 90 天时发芽率可达最高 63.3%。种子消毒方法主要包括温汤浸种,干热消毒、杀菌剂拌种,菌液浸种等。

秋季收获时,选择当年未开花、根条粗壮、无病虫害、健康的优良植株作为母株进行处理^[9]。针对有育苗需要的北沙参,应提高育苗水平,培育壮苗,可通过营养土块、营养基、营养钵或穴盘等方式进行育苗。此外,当参苗长出 2~3 片真叶时,应进行疏苗(即间苗)^[1]。间苗匀苗的原则为去小留大,去歪留正,去杂留纯,去劣留优,去弱留强。育苗期内要控制好温湿度,精心管理,使秧苗达到壮苗标准。定植前再对秧苗进行严格的筛选,可以大大减轻或推迟病害发生。

2.3 田间管理

2.3.1 适宜播期与播种 播种前 1 个月,土壤深翻 40~50 cm 以上。翻地时拣净草根、石块,耙细整平,以免参根生长受阻分叉。此外,深耕细耙可以消灭越冬虫卵、病菌。丘陵地、排水良好的地块或砂地可以做平畦。

采用种子繁殖时,可选择秋播或者春播 2 种方式。春播应在清明至谷雨节期间完成;秋播应在立冬至小雪期间完成。春播用量每亩(666.7 m^2)3~4 kg 为宜,秋播每亩 4~5 kg 为宜^[33]。春季播种品质和产量往往低于秋播^[34]。秋播在封冻前宜浇灌封冻水;第二年春天,出苗前轻耪地表,以打破板结层,帮助出苗。

播种方法以条播为主,有窄幅条播(行距保持 15~20 cm)、宽幅条播(行距保持 25 cm^[35]左右)2 种方式^[15]。播种深度保持在 4~5 cm,播后立即覆土镇压。播种时如墒情不足,可行种沟浇水造墒,亦可播后浇水,但要注意及时划锄地面。播种后常需有所覆盖。春播一般用麦草或茅草等覆盖,覆盖至不露土为止,然后上压树枝即可。秋播多用地膜覆盖,以保温,便于出苗。

2.3.2 合理施肥 合理适当施肥可利于北沙参的生长。施肥时应坚持以基肥为主、追肥为辅^[36],有机肥为主、化肥为辅,多元复合肥为主、单元素肥料为辅,大中微量元素配合使用平衡施肥的原则。耕翻时每亩撒施捣细的土杂肥 4 000~5 000 kg,加施豆饼 25~50 kg,亦可加施一定量的磷肥、磷酸二铵或复合肥做基肥^[19],有利于植株生长发育,提高参根产量。先将肥料捣细,然后随翻地随将肥料与土壤混匀。

无公害北沙参的肥料类型包括有机肥、生物菌

肥和微量元素肥料等。其中,有机肥包括堆肥、厩肥、沼肥、绿肥、作物秸秆、泥肥、饼肥等。有机肥应经过高温腐熟处理,杀死其中病原菌、虫、卵等。生物菌肥包括腐殖酸类肥料、根瘤菌肥料、磷细菌肥料、复合微生物肥料等。微量元素肥料是以铜、铁、硼、锌、锰、钼等微量元素及有益元素为主配制的肥料。针对性施用微肥,提倡施用专用肥、生物肥和复合肥,重施基肥,少施、早施追肥,追肥不宜过多,一般 2~3 次,以免枝叶徒长。

北沙参根系深,肥料宜适当深施(约 10~20 cm)^[37]。土壤改良后基肥充足,在这种情况下,一般不进行追肥。当幼苗发育不良时,可适量施加催苗肥,以氮肥为主,配合施用磷、钾肥。生长期追肥以酵素菌高效生物肥效果最好,其次为硫酸钾复合肥、硫酸钾^[38],可明显促进北沙参药材产量的提高^[36]。不偏施速效性氮肥,会导致植物徒长,地下根部生长不良,且不利于多糖等活性成分的积累。采收前一般不宜施用肥料,避免浪费^[39]。

2.3.3 浇水保墒 播种及施肥后均应及时浇水^[40],播种后保持土壤湿润即可。早春解冻后土壤常板结,应松土保墒。北沙参抗旱力强,轻度春旱有利于其根向下长,故一般不需灌溉。若过于干旱,可适当浇水。若浇水过多,易引起烂根及根部粗短,外形不佳。若遇雨季也应注意排涝。

2.3.4 除草与摘蕾 当小苗展现 2~3 片真叶时,应按株距 3 cm 成三角形定苗。手工松土除草,苗床禁用除草剂。抽苔孕蕾及时摘除,后期出现的花蕾也全部摘除,以保证根部的充分生长^[40]。

3 病虫害防治

北沙参的病虫害主要有根瘤线虫病、花叶病、根腐病、沙参病毒、锈病、大灰象甲、钻心虫、蚜虫、蛴螬(金龟子)、红蜘蛛等^[12]。对病害要求在发病初期进行防治,控制其发病中心,防止其蔓延发展,一旦病害大量发生和蔓延就很难防治;对虫害则要求做到“治早、治小、治了”,虫害达到高龄期防治效果就差。不同的农药具有不同的性能,防治适期也不一样。

目前,北沙参的病虫害防治方法主要有农业措施、生物防治、物理防治和化学防治。见表 3。优先使用农业措施、生物防治和物理防治,最大限度地减少化学农药的用量,以减少污染和残留。

北沙参农业防治可最大限度地减少甚至预防病虫害的发生^[41]。包括合理轮作和间作、冬耕晒垡和清洁杂草和废物等。选择适合的品种轮作可实现减轻病虫害的目的,但一般不能选择同科属的中药材植

物品种;冬耕晒垡可以直接破坏害虫的巢穴,减少越冬病虫源;此外田间杂草往往是病虫隐蔽及越冬的场所,应适时清洁杂草和废物。物理防治病虫害种类较少但不使用药物,安全无污染。生物防治是指利用生物天敌、植物杀虫剂、农用抗生素及其他生防制剂等方法对北沙参病虫害进行生物防治,是目前北沙参无公害病虫害防治最有潜力的发展方向。尽管北沙参病虫害化学防治具有农残重金属超标的风险,仍然是当前最重要的手段之一。针对病虫害种类,应科学合理地选用高效、低毒、低残留的农药。化学药剂可单用、混用,并注意交替使用,以减少病虫抗药性的产生。在无公害北沙参种植过程中禁止或少用高毒、高残留农药及其混配剂(包括拌种及杀地下害虫等)。高毒、高残留农药有:杀虫脒、氰化物、磷化铅、六六六、滴滴涕、氯丹、甲胺磷、甲拌磷、对硫磷、甲基对硫磷、内吸磷杀螟磷、磷胺、异丙磷、三硫磷、氧化乐果、磷化锌、克百威、水胺硫磷、久效磷、三氯杀螨醇、涕灭威等。

4 质量标准与检测

无公害北沙参是指农药、重金属及有害元素等多种对人体有毒物质的残留量均在限定范围以内的

北沙参植株。无公害北沙参质量标准包括药材材料的真伪、农药残留和重金属及有害元素限量及总灰分、浸出物、含量等质量指标。

北沙参真伪可通过形态、显微、化学及基因层面进行判别,《中华人民共和国药典》2015 版^[48]对北沙参药材进行了详细的描述。

4.1 基原与鉴别 北沙参为伞形科植物珊瑚菜 *Glehnia littoralis* Fr. Schmidt ex Miq 的干燥根。鉴别方法可采用 DNA 条形码分子鉴定技术。收录于《中华人民共和国药典》2015 版^[48]通则部分《中药材 DNA 条形码分子鉴定法指导原则》。

4.2 农药重金属及有害元素残留限量 无公害北沙参农药残留和重金属及有害元素限量应达到相关药材的国家标准、行业标准、地方标准以及 ISO 等相关规定。参考《中华人民共和国药典》、美国、欧盟、日本及韩国对北沙参的相关标准以及 ISO18664:2015《Traditional Chinese Medicine-Determination of heavy metals in herbal medicines used in Traditional Chinese Medicine》、GB2762-2016《食品安全国家标准 食品中污染限量》^[49]、GB2763-2016《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》^[50]等现行标准规定。

表 3 北沙参的病虫害防治

病虫害种类	防治方法			
	农业防治	物理防治	生物防治	化学防治
根腐病	与禾本科作物轮作三年以上;合理施肥,适施氮肥,增施磷、钾肥,提高植株抗病力 ^[42] ;秋季收获后及时清洁田园,并挖深坑集中烧毁残枝败草;多雨季节及时排出田间积水 ^[43] 。		苦参碱植物杀虫剂	甲基硫菌灵/多菌灵可湿性粉剂;三唑酮可湿性粉剂 &75% 百菌清可湿性粉剂 ^[44] (当田间发病植株达到 5% 时)
锈病	及时清洁田园,将病残体集中烧毁或深埋;适当增施磷钾肥,提高植株抗病力 ^[12] ;雨季及时排水降低田间湿度。			戊唑醇/三唑酮/多菌灵/甲基硫菌灵 ^[12] /波尔多液 ^[45]
病毒病	清除鸭跖草、反枝苋、刺儿草等蚜虫的越冬寄主。		氨基寡糖素/香菇多糖	
大灰象甲		在参地边种植白芥子,引诱大灰象甲,减轻参苗危害 ^[15] 。		阿维菌素
菌核病			木霉制剂 ^[46]	
根结线虫病	轮作,不以花生等作物为前茬;翻晒土地。		印楝枯/淡紫拟青霉	阿维菌素
钻心虫	收获时,铲下的北沙参秧立即翻入 20 cm 深的土壤,使蛹或幼虫同时带入土内,以压低该虫的越冬基数 ^[47] ;人工摘除一年生北沙参蕾及花,消灭大量幼虫。	选择无大风的晚上,用小煤油灯或其他灯光诱杀成虫 ^[15] 。	钻心虫的蛹可以被日本黑瘤姬蜂寄生致死	氯氰菊酯 ^[13]
蚜虫	清除鸭跖草、反枝苋、刺儿草等蚜虫的越冬寄主。		苦参碱水剂	吡虫啉/吡蚜酮/抗蚜威/阿维菌素
蛴螬(金龟子)		利用成虫假死性人工捕杀	球孢白僵菌	
红蜘蛛			苦参碱水剂	阿维菌素/噻螨酮/乙螨唑/炔螨特

4.3 检测 无公害北沙参药材的检查(包括水分、总灰分、酸不溶性灰分)、浸出物、指标性成分或有效性成分含量参照《中华人民共和国药典》2015 年版对药材规定执行。

参考文献

- [1]徐祝封,张钦德,李庆典,等.北沙参道地产区种子生产、种苗培育现状调查与分析[J].山东中医药大学学报,2006,30(6):493-496.
- [2]王爱兰,王贵琳,李维卫,等.濒危物种珊瑚菜遗传多样性的 ISSR 分析[J].西北植物学报,2015,35(8):1541-1546.
- [3]李和平,姚拂,陈艳,等.浙江省舟山群岛野生珊瑚菜资源调查与致濒原因分析[J].江苏农业科学,2014,42(12):394-397.
- [4]宋春风,吴宝成,胡君,等.江苏野生珊瑚菜生存现状及其灭绝原因探析[J].中国野生植物资源,2013,32(4):56-57,69.
- [5]陈士林,董林林,郭巧生,等.中药材无公害精细栽培体系研究[J].中国中药杂志,2018,43(8):1517-1528.
- [6]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.
- [7]黄林芳,陈士林.无公害中药材生产 HACCP 质量控制模式研究[J].中草药,2011,42(7):1249-1254.
- [8]魏合义.基于日照需求的景观植物选择及智能决策方法[D].武汉:武汉大学,2016.
- [9]于德才,王晓琴,李彩峰.北沙参种植技术与药材品质研究现状[J].中国民族医药杂志,2014,20(10):58-60.
- [10]陈士林.中国药材产地生态适应性区划[M].2版.北京:科学出版社,2017.
- [11]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.
- [12]田伟,吴志明,谢晓亮,等.无公害北沙参田间生产技术规程[J].河北科技报,2010,11(B04):1-2.
- [13]张林林,乔广玉,韩继成,等.海岸线距离对濒危植物野生北沙参及伴生植被多样性的影响[J].河北农业科学,2017,21(6):73-76.
- [14]于广利.北沙参种植方法[J].新农业,2009,38(1):18-19.
- [15]张永清.山东省北沙参生产情况调查[J].山东中医杂志,2001,20(3):169-171.
- [16]梁中贵.威海市耐盐碱植物资源及利用[J].安徽农业科学,2018,46(15):60-62.
- [17]李宏博.珊瑚菜耐盐生理机制及液泡膜 Na^+/H^+ 逆向转运蛋白基因的克隆与分析[D].沈阳:沈阳农业大学,2012.
- [18]彭英,刘晓静,汤兴利,等.盐胁迫对北沙参生长及生理特性的影响[J].江苏农业学报,2014,30(6):1273-1278.
- [19]李逢菊.土壤养分对北沙参植株生长发育和药材粗多糖含量的影响[D].济南:山东中医药大学,2000.
- [20]夏常颖.板栗林下栽培北沙参技术与推广[J].园林,2017,33(9):21-22.
- [21]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[J].中国中药杂志,2017,42(1):56-62.
- [22]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[J].中国中药杂志,2017,42(9):1668-1672.
- [23]陈中坚,马小涵,董林林,等.药用植物 DNA 标记辅助育种(三):三七新品种——“苗乡抗七 1 号”的抗病性评价[J].中国中药杂志,2017,42(11):2046-2051.
- [24]陈中坚,魏富刚,董林林,等.三七持续种植关键技术[J].世界科学技术——中医药现代化,2017,19(10):1629-1634.
- [25]宋洁洁,罗红梅,朱珣之,等.珊瑚菜 G4CL 基因克隆与生物信息学分析[J].世界科学技术-中医药现代化,2017,19(4):610-617.
- [26]谭翠英,王铭伦,田明宝,等.莱阳沙参资源分布与形态特征研究[J].莱阳农学院学报,1997,14(3):179-180.
- [27]石俊英,张永清,李宝国.北沙参栽培品种与药材质量的相关性研究[J].中药材,2002,25(11):776-777.
- [28]赵玉玲,李颖,张钦德,等.北沙参种子品质检验及质量标准研究[J].安徽农业科学,2008,36(23):10016-10018.
- [29]李宏博,孙丹,黄永昌,等.渐危药用植物珊瑚菜胚状体途径再生物株的研究[J].中国中药杂志,2012,37(4):434-437.
- [30]刘启新,惠红,刘梦华.渐危植物珊瑚菜种子活力和萌发率测定[J].植物资源与环境学报,2004,13(4):55-56.
- [31]余椿生.北沙参[J].食品与药品,2005,7(4A):43-44.
- [32]李宏博,吕德国,魏熙婷,等.不同处理方法对解除珊瑚菜种子休眠的影响[J].山东农业大学学报:自然科学版,2010,41(4):482-484.
- [33]倪大鹏,单成钢,朱彦威,等.北沙参无公害生产技术规程[J].山东农业科学,2011,43(6):103-105.
- [34]李红芳,许响.珊瑚菜的栽培与利用[J].现代中医药,2009,29(1):58-59.
- [35]郭许良.北沙参规范化种植密度试验[J].中国农业信息,2013,5(5):51.
- [36]李宝国.北沙参质量控制关键技术和评价标准研究[D].济南:山东中医药大学,2005.
- [37]徐秀艳.无公害蔬菜科学施肥技术[J].河北农业,2015,235(10):32-34.
- [38]李宝国.山东“道地药材”北沙参的质量评价[D].济南:山东中医药大学,2002.
- [39]陈天福.无公害蔬菜施肥施药的关键技术[J].南方农业,2007,1(6):24-25.
- [40]刘建民,徐同印.北沙参的栽培技术[J].时珍国医国药,2003,14(8):512-513.
- [41]李洪军.中药材规范化生产的病虫害综合防治[J].农业科技与信息,2003,19(10):28.
- [42]田伟.无公害北沙参田间生产技术规程[N].河北科技报,2010,11-30(B04).
- [43]舒春清,郭杰,石玉文,等.北沙参栽培技术与繁种方法[J].种子世界,2005,22(12):36-37.
- [44]汪玉红.北沙参无公害标准化栽培技术[J].农业开发与装备,2018,23(4):168-169.
- [45]周淑荣,李柏良.北沙参的栽培[J].特种经济动植物,2008,11(1):37-38.
- [46]丁万隆,程惠珍,陈君.应用木霉制剂防治几种药用植物病害的研究[J].中国中药杂志,2003,28(1):24-27.

(下接第 2968 页)

- 1364.
- [23] 尉广飞,董林林,陈士林,等. 本草基因学在中药材新品种选育中的应用[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(23):11-21.
- [24] 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[J]. 中国中药志,2017,42(9):1668-1672.
- [25] 蒋桂华. 川芎零种标准化及种质保存技术的研究[D]. 成都:成都中医药大学,2012.
- [26] 韩春梅. 川芎的高产栽培技术[J]. 科学种养,2011,5(3):17-18.
- [27] 沈亮,李西文,徐江,等. 人参无公害农田栽培技术体系及发展策略[J]. 中国中药杂志,2017,42(17):3267-3274.
- [28] 沈亮,徐江,孟祥霄,等. 人参属药用植物无公害种植技术探讨[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(23):8-17.
- [29] Cai Y, Lin L, Cheng W, et al. Genotypic dependent effect of exogenous glutathione on Cd-induced changes in cadmium and mineral uptake and accumulation in rice seedlings(*Oryza sativa*). *Plant, Soil and Environment*, 2010, 56(11):516-525.
- [30] Feng R, Wei C, Tu S, et al. A dual role of Se on Cd toxicity: evidences from the uptake of Cd and some essential elements and the growth responses in paddy rice. *Biological Trace Element Research*, 2013, 151(1):113-121.
- [31] Solti Á, Sárvári É, Tóth B, et al. Cd affects the translocation of some metals either Fe-like or Ca-like way in poplar. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2011, 49(5):494-498.
- [32] 梁琴,陈兴福,李瑶,等. 化肥与有机肥配施对川芎产量的影响[J]. 中药材,2015,38(10):2015-2020.
- [33] 张训,李维双,魏正东,等. 什邡市隐峰镇万亩川芎基地川芎栽培技术[J]. 南方农业,2016,10(15):18-19,22.
- [34] 熊丙全,阳淑,万群,等. 川产道地药材川芎优质高产栽培技术[J]. 四川农业科技,2009,8(5):48-49.
- [35] 曾华兰,叶鹏盛,倪国成,等. 川芎主要病虫害及其发生危害规律研究[J]. 西南农业学报,2009,22(1):99-101.
- [36] 沈亮,徐江,陈士林,等. 无公害中药材病虫害防治技术研究[J]. 中国现代中药,2018,20(9):1673-4890.
- [37] 陈莉华,张伟. 川穹栽培及病虫害防治技术[J]. 四川农业科技,2012,6(3):36-37.
- [38] 曾华兰,叶鹏盛,何炼,等. 木霉菌制剂对川芎生长及药理成分的影响[J]. 西南农业学报,2013,26(1):187-190.
- [39] 陈君,张蓉,傅俊范,等. 中药材生产全过程病虫害防治共性技术研究与应用[J]. 中国现代中药,2011,13(8):3-8.
- [40] 李琼芳,曾华兰,叶鹏盛,等. 麦冬、丹参、川芎根腐病的发生及生物防治研究[J]. 西南农业学报,2007,8(6):1310-1312.
- [41] ISO 18664-2015, Traditional Chinese medicine-determination of heavy metals in herbal medicines used in traditional Chinese Medicine[S]. 2015.
- [42] Regulation EC 396/2005 and amendments, EU MRL Legislation[S]. 2018.
- [43] The Japan food chemical research foundation search engine for MRLs, FFCR website[S]. 2017.
- [44] MRL in pesticide of Korean, MFDS MRL database[S]. 2017.
- [45] 陈士林. 中华人民共和国药典中药材 DNA 条形码标准序列[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [46] GB2762-2016 食品安全国家标准 食品中污染限量[S]. 2016.
- [47] GB2763-2016 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S]. 2016.
- [48] 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.
- [49] 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[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(23):23.
- [50] 李彬,李青苗,陈幸,等. 川芎栽培土壤中重金属镉的动态监测[J]. 广东微量元素科学,2014,21(1):21-25.

(2018-11-10 收稿 责任编辑:徐颖)

(上接第 2961 页)

- [47] 邓素君,王会琴. 北沙参钻心虫的防治[J]. 农业科技开发,2000,5(6):20.
- [48] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:100.
- [49] 《食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量》(GB 2762-2017)及

《食品安全国家标准 食品中污染物限量》(GB 2762-2017)解读[J]. 中国食品卫生杂志,2018,29(2):154-250.

- [50] 朴秀英,单炜力,简秋,等. 食品安全国家标准:食品中农药最大残留限量(GB2763-2012)介绍[J]. 农药科学与管理,2013,34(2):238-243.

(2018-11-10 收稿 责任编辑:徐颖)