

# 独活无公害栽培技术探讨\*

高 翰<sup>1</sup>, 胡心怡<sup>1</sup>, 孟祥霄<sup>2</sup>, 刘 霞<sup>1\*\*</sup>

(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)

**摘 要:**目前中药材的生产存在种植管理不规范、农药化肥过度添加、加工环节不规范等问题,严重影响药材的质量。为了保障中药材的质量和数量能满足消费者需求,无公害生产技术是未来中药材产业发展的重要方向。独活是一类需求量较大的中药材,具有抗炎、镇痛、抗胃溃疡等多种重要作用,应用十分广泛。独活无公害栽培技术内容包括无公害独活的栽培选址、土壤改良、优良种子种苗繁育、合理施肥和病虫害综合防治。该技术为高质量独活中药材的生产提供指导,促进独活无公害种植产业的健康发展。

**关键词:**独活 无公害种植 栽培选址 病虫害综合防治

doi:10.11842/wst.2018.07.015 中图分类号:R282 文献标识码:A

独活为伞形科(Umbelliferae)植物重齿毛当归(*Angelica pubescens Maxim. f. biserrata Shan et Yuan*)的干燥根,始载于《神农本草经》,被列为上品。独活辛、苦、微温、归肝、肾、膀胱经,其功能主治祛风胜湿、散寒止痛,主要用于治疗风寒湿痹、腰膝疼痛、少阴伏风头痛、头痛齿痛等症<sup>[1]</sup>。独活的化学成分主要是香豆素和挥发油类,另外还有植物甾醇、有机酸、糖类等化合物<sup>[2]</sup>。独活具有抗肿瘤、抗炎、镇痛、抗老年痴呆、抗胃溃疡、抗血管生成、抑菌、抗氧化等作用<sup>[3]</sup>。此外还确认了独活具有平肝息风、解毒疗创、安神定悸的潜在功效<sup>[4]</sup>。以独活为原料的中成药以独活寄生汤为主,还有一些其他的中成药,例如追风丸、天麻丸等高达60种<sup>[5]</sup>。独活主产于湖北、四川、安徽等地,按照产地不同形成不同的商品,著名的有川独活、资丘独活、恩施独活、巴东独活、浙独活等。独活是传统出口商品,早在30年代就销往香港、澳门地区及东南亚各国,之后每年都有大量独活出口。为了满足人们对于独活的需求,自20世纪60年代开始,各地相继开展了独活的野生转家种工作并获得成功,同时进行了大面积推广种

植,目前药材主要来源于人工栽培。独活主要种植省份为湖北、浙江、四川、陕西、江西等,其中以川独活、资丘独活种植面积及产量最大,尤以鄂西北山区的独活药材个大、根条肥壮、油润、香气浓郁、质地优良而享誉国内外,为本地区家种药材的优势品种之一。为了使独活的产量满足现有需求,目前在独活栽培中使用大量农药、化肥及菌肥等物资,在独活的生产加工环节进行不规范操作,这将会导致生产的药材农残及重金属含量超标,不仅药效会下降还增加其他的有害物质威胁人类健康。因此开展独活栽培技术的研究对独活的产量和质量具有重要意义。

无公害中药材是指从产地环境、生产过程、产品质量等环节都经过严格检测的对人体健康不构成危害的安全、优质的中药材<sup>[6]</sup>。目前中药材的生产存在种植管理不规范、农药化肥过度添加、加工环节不规范等问题,严重影响药材的质量。因此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求。无公害栽培技术已经在西洋参、三七、金银花和山药等中药材种植中得到广泛应用<sup>[7-11]</sup>。但是对于独活的无公害栽培技术鲜有报道。为了顺应国内外的要

收稿日期:2018-07-11

修回日期:2018-07-20

\* 中国中医科学院“十三五”重点领域研究专项(zz10-007):中药资源学研究,负责人:陈士林。

\*\* 通讯作者:刘霞,副教授,主要研究方向:中药资源与分子鉴定。

求,减少化肥等化学物质的使用,生产出质量上乘和数量满足需求的独活药材,因此建立合理的无公害独活栽培技术体系将成为独活药材生产的重要发展方向。

## 1 独活的产地环境

选择适宜的种植地区是生产优质无公害中药材的前提条件<sup>[12]</sup>。中药材种植基地的选择需要遵循物种分布相似性原理和地域性原理,根据物种生物学特征,选择适合其生长、安全无污染、便于运输的种植产区为宜。

### 1.1 无公害独活适宜产区

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)<sup>[13]</sup>进行独活产地生态适应性分析,得出重齿毛当归最大生态相似度区域包括贵州、湖北、湖南、四川、陕西等省,其中面积前两位的区域是贵州省和湖北省,面积分别为134008.3 km<sup>2</sup>和114088.8 km<sup>2</sup>。贵州省包括威宁、大方、赫章、神泉、织金等县(市),湖北省包括神农架、利川、房县、竹山、竹溪等县(市)。建议选择的引种栽培研究区域主要以贵州、湖北、湖南、四川、陕西等省为宜。重齿毛当归生长气候条件为最冷季均温-2.0~7.3℃、最热季均温14.3~27.2℃、年均温7.2~16.9℃、年均相对湿度56.8525%~73.5089%、年降水量798~1735 mm、年均光照123.115~142.718(W·m<sup>-2</sup>),生态因子值见表1。

### 1.2 无公害独活产地生境条件

无公害独活生产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。不能选择冶炼工业(工厂)下风向3 km内。参照《中药材生产质量管理规范》(试行)以及《无公害农产品生产质量安全控制技术规范》NY/T 2798.3-2015,独活种植基地环境应符合《无公害农产品产地环境评价准则》NYT 5295-2015,土壤环境指标应达到《土壤环境质量标准》GB15618-2008中一级或二级土壤环境标准,空气指标应达到《环境空气质量标准》GB3095-2012中一、二级标准,灌溉水质应达到《农田灌溉水质标准》GB5084-2005。种植基地应定期对周围环境的水质、大气、土壤进行检测和安全评价。

## 2 土壤改良

独活耐寒、喜凉爽湿润气候,适宜生长在海拔1500~2500 m的川地、川台地、塬地、坡地和半阴山

表1 独活产区生态因子值

生态因子	范围
年平均气温/℃	7.2-16.9
平均气温日较差(平均每月最高气温-平均每月最低气温)/℃	6.9-9.2
等温性/%	24-34
气温季节性变动(标准差)/%	5.868-8.337
最热月最高温度/℃	19.4-33.4
最冷月最低温度/℃	-6.6-2.2
气温年较差/℃	24.7-32.9
最湿季度平均温度/℃	14.3-24.3
最干季度平均温度/℃	-2.0-8.1
最热季度平均温度/℃	14.3-27.2
最冷季度平均温度/℃	-2.0-7.3
年降水量/mm	798-1 735
最湿月降水量/mm	147-268
最干月降水量/mm	4-50
降水量季节性变化(变异系数)	47-96
最湿季度降水量/mm	426-746
最干季度降水量/mm	14-182
最热季度降水量/mm	361-637
最冷季度降水量/mm	14-219
年均相对湿度/%	56.8525-73.5089
年均光照/w·m <sup>-2</sup>	123.115-142.718

表2 独活无公害种植土壤类型及重金属和有害元素限量

土壤类型	重金属和有害元素	
	项目/mg·kg <sup>-1</sup>	限值(范围)
强淋溶土、高活性强酸土、红砂土、黑钙土、薄层土、低活性淋溶土、聚铁网纹土、粗骨土	总镉	≤0.30
	总汞	≤0.25
	总砷	≤25
	总铅	≤50
	总铬	≤120
	总铜	≤50

地。独活怕涝,要求有适当的灌溉和排水防洪条件;喜肥,以土层深厚、土质疏松、排水良好、富含腐殖质的碱性砂质壤土为佳,在土层浅,易低洼积水的黏重土或贫瘠土壤中不宜种植<sup>[14-16]</sup>。无公害独活种植土壤环境的选择,依据《中国药材产地生态适宜性区划(第二版)》对土壤类型的规定,种植地土壤必须符合GB15618和NY/T391的一级或二级土壤质量标准要求。土壤类型以强淋溶土、高活性强酸土、红砂土、黑钙土、薄层土、低活性淋溶土、聚铁网纹土、粗骨土等为主。土壤中镉、汞、砷、铅、铬、铜等重金属含量应符合规范(表2)。

前茬作物以马铃薯、豆类、小麦、玉米为好,忌连作。前茬作物收获后,深翻30 cm以上,捡去杂草、石块,耙细整平,做成高畦,四周开好排水沟。结合整地施入充分腐熟的农家肥 $45\text{--}60\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、尿素 $225\text{--}300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、普通过磷酸钙 $450\text{--}600\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ [14]。根腐病是独活种植中常见的病害类型,可结合整地对土壤进行消毒,使用 $75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 多菌灵或 $750\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 生石灰撒施。病穴用5%石灰水或50%退菌特500倍液处理,防治蔓延[17]。

### 3 优良种子、种苗繁育

独活主要以有性(种子)繁殖和移栽定植为主。针对独活生产情况,选择适宜当地抗病、优质、高产、商品性好的优良品种,尤其是对病虫害有较强抵抗能力的品种。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。对于有育苗需要的独活,应提高育苗水平,培育壮苗,可通过营养土块、营养钵、营养钵或穴盘等方式进行育苗。针对种子繁殖的独活,从无病株留种、调种,剔除病籽、虫籽、瘪籽,种子质量应符合相应独活种子二级以上指标要求。可分两季播种,一种是随采随播,以秋季为宜;另一种为翌年春季,以春播为主。春播在每年3月中旬至4月上旬,秋播在每年10月下旬至11月下旬。对于留种株的选择,应该选择生长3年以上,无病虫害侵染的健康母本植株为留种株。种子播种前选择无病虫害的健壮植株,在10-11月种子由黄白变成黄褐色成熟时,及时采割果穗,剪下果序并及时置阴凉处,备用。切忌将种子放在阳光下暴晒或堆集过厚,否则30天后种子将丧失萌发能力。播种方式分条播或撒播。条播时先在畦面上按10-15 cm行距开沟,沟宽10 cm,深3-5 cm,再将种子均匀撒于沟内耙平。撒播时将种子均匀撒于畦面,再覆盖1-2 cm细土,轻拍压实[14]。

对于育苗移栽,春播选择颗粒饱满,大小均匀的种子,在已整好的畦面上,按行距30 cm开浅沟条播,沟深3 cm,播种方式以穴播为主,覆土15 cm厚,每 $667\text{ m}^2$ 用种量5 kg。秋播选择颗粒饱满,大小均匀的新采收种子,在已整好的畦面上按行距30 cm开浅沟条播,沟深3 cm,播种方式以穴播为主,覆土15 cm,每 $667\text{ m}^2$ 用种量5 kg。播种后覆盖农用薄膜或在畦面均匀覆盖5 cm的麦草,保持土壤湿润,覆草期灌水应少量多次。苗高3-5 cm时于阴天逐层揭去覆草,视情况适量灌水,进入雨季注意排水。苗齐后第一次中耕除草,苗

高5-10 cm及时间苗,并进行第二次中耕除草,保苗密度为 $150\text{万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。间苗匀苗原则为去小留大,去歪留正,去杂留纯,去劣留优,去弱留强。移栽前1-2天在苗床用70%甲基硫菌灵100 g+亮盾10 ml兑水100 kg喷洒一次,以防止独活生长期根腐病、褐斑病的发生。育苗期禁止放牧,防止人畜践踏[14,18,19]。栽植时间选择每年的春季4-5月,雨水充足,定植植株容易恢复生长发育。栽植密度按行距0.3 m,株距0.25 m,穴深0.3 m定植。每 $667\text{ m}^2$ 定植4 000-45 000株。选择苗高0.15 m以上,根系发育良好,无腐烂、无病虫害的种苗,垂直定植0.3 m深的穴中[20-21]。

### 4 合理施肥

独活施肥应坚持以基肥为主、追肥为辅和有机肥为主、化肥为辅的原则。有机肥为主,辅以其他肥料使用,以多元复合肥为主,单元素肥料为辅的原则,大中微量元素配合使用平衡施肥原则,养分最大效率原则。使用肥料的原则和要求、允许使用和禁止使用肥料的种类等按DB13/T 454执行。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。微量元素肥料即以铜、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。

根系浅的地块和不易挥发的肥料宜适当浅施,根系深和易挥发的肥料宜适当深施。化肥深施,既可减少肥料与空气接触,防止氮素的挥发,又可减少氨离子被氧化成硝酸根离子,降低对独活的污染。采收前不能施用各种肥料,防止化肥和微生物污染。独活施肥方法见表3。

### 5 病虫害综合防治

病虫害会严重影响中药材的产量及品质,常见的病虫害有根腐病、根结线病、蚜虫、蝼蛄、蛴螬[22-24]。病虫害防治是目前中药材生产的首要任务。中药材由于其特殊性决定了药材的品质更为重要,建立一种安全有效的中药材病虫害防治方法不仅可以保障药材质量还可以保护环境。无公害中药材病虫害防治技术遵循有害生物防控物质的选用原则、农药使用规范和无公害中药材农药与重金属残留要求,本着经济、安全、有效、简便的原则,优化协调运用农业、生物、化学和物理

表3 独活无公害种植中施肥方法

施用类型	肥料种类	施肥时期
基肥	农家肥 22500–60000 kg·hm <sup>-2</sup> , 钙镁磷肥 450 kg·hm <sup>-2</sup> , 氯化钾 120 kg·hm <sup>-2</sup> 尿素 225–300 kg·hm <sup>-2</sup>	整地时施入, 采用沟施或撒施耕翻入土
追肥	尿素 22.5–30.0 kg·hm <sup>-2</sup> 或腐熟农家肥 7500–11200 kg·hm <sup>-2</sup>	育苗期, 结合中耕灌水施加
追肥	氮肥 75–120 kg·hm <sup>-2</sup>	移栽苗成活后, 采用穴施
追肥	尿素 150 kg·hm <sup>-2</sup>	苗高 20–30 cm 时
追肥	氮肥 120 kg·hm <sup>-2</sup>	6月中旬, 采用穴施
堆肥	每 666.7 m <sup>2</sup> 施饼肥 50 kg 或过磷酸钙 30–50 kg, 堆肥、草木灰 1000–1500 kg	冬季倒苗后

注:参考文献[14,16,18]

的配套措施,达到中药材高产、优质、低耗、无害的目的。无公害中药材病虫害防治技术与传统防治的主要差别为:①以防为主,防治结合;②常规防治以产量为前提,无公害种植以质量为前提,严禁施用农业部规定的禁用农药;③不可替代农药施用前根据每种药材的吸收特点开展基础研究,控制施药量,药材检测达到无公害要求;④基于农业防治、物理防治、化学防治和生物学防治,建立综合防治方法。相应准则参照 NY/T393 绿色食品农药使用准则、GB12475 农药贮运、销售和使用的防毒规程、NY/T1667(所有部分)农药登记管理术语<sup>[25]</sup>。

重齿毛当归在栽培过程过常见的病害有根腐病、根结线病、叶斑病,虫害有蚜虫、金线虫、蛴螬等<sup>[26,27]</sup>。无公害独活中药材的生产采用无公害中药材病虫害防治技术,从农业综合防治、物理防治、生物学防治、化学防治四个方面进行。

### 5.1 农业综合防治

农业防治是综合防治工作中的基础环节,依据药用植物的生长特点在栽培过程中使用一系列栽培管理措施,有目的改变某些环境因子,降低病虫害基数或切断病虫害的传播链,从而达到病虫害控制的目的<sup>[28,29]</sup>。综合农艺措施包含选用合理耕作措施、种子及种苗流通途径的检查及检疫、田间管理等措施。无公害独活的种植选择健康的种子或种苗,避免有病虫害的种子及种苗传播。病虫害可以通过病土、人为操作等近距离传播,无公害独活的栽培管理中应防止交叉感染,及时对农具及交通工具进行消毒处理。不可在地势低洼、土质黏重的地块种植。冬季深翻土地,春季耩耙,促使越冬害虫死亡或抑制病菌生长,清除杂草,及时拔除病株病叶、田间杂草及植物残体,并将清理物移田销毁以避免病害以残叶、废弃物作为寄主进行繁殖传播

病原。与豆科、禾本科及马铃薯等作物轮作倒茬,不能与瓜类作物连作。水、肥、光协调促控等栽培技术措施促进中药材健壮生长,最大限度的减少中药材病虫害的发生与蔓延,减少农药用量。水分排放或供应不及时则会导致独活病害、死亡等问题,适时适量浇水,雨季及时排水,降低湿度。施以腐熟的有机肥,禁止使用未腐熟的人畜粪尿和未确认符合要求的外来农家肥料。施肥过程中,增施磷、钾肥来提高植株的抗病能力。

### 5.2 物理防治

物理防治根据病害对物理因素的反应规律,对病虫害进行防治,安全环保。例如对种子进行晾晒可以有效杀死部分病菌。利用害虫的趋光性,使用黑光灯、高压汞灯、双波灯等诱杀害虫<sup>[30]</sup>。利用趋避性进行害虫防治,使用黄板或白板诱杀害虫,铺挂银灰膜驱蚜防病,糖醋液诱集夜蛾科害虫等<sup>[31,33]</sup>。独活种植中地下虫害金龟子、地老虎、蝼蛄的成虫和部分金针虫对黑光灯有强烈的趋向性,可用于成虫盛发期放置黑光灯进行诱杀。银纹夜蛾的幼虫会啃食独活叶,严重时可将叶片吃光。可在栽培地悬挂黑光灯或用糖醋液诱杀成虫<sup>[26]</sup>。

### 5.3 生物防治

生物防治<sup>[34]</sup>利用生物天敌、杀虫微生物、农用抗生素及其他生防制剂等方法对中药材病虫害进行生物防治。生物防治方法包括保护利用天敌、以虫治虫、以菌治虫、以菌治病、利用植物源农药和农用抗生素。针对独活种植中发生的根腐病,用 5406 菌粉拌种,剂量为种子重量的 5%–10%,或播种时用 1500–2000 倍液灌窝,也可使用灭菌灵灌根。对于蚜虫虫害,可以选用 2.5% 鱼藤精 800–1000 倍液喷雾或 0.04% 苦参碱 400 倍液喷雾。对于地下虫害,可采集地老虎越冬化蛹,将羽

表4 独活无公害种植中病虫害化学防治方法

病虫害名称	药剂及方法
枯斑病	发病初期,用50%多菌灵可湿性粉剂稀释1000倍液喷雾防治,但在药材采收期前30天禁止使用。
根腐病	栽种前用50%多菌灵或70%甲基托布津1000倍液或75%百菌灵600倍液,每隔10天喷1次,连续喷2-3次,注意喷洒茎基部。
褐斑病	发病初期用1:1:150波尔多液、50%多菌灵可湿性粉剂1000倍液或25%三唑酮可湿性粉剂1500倍液喷雾。
银纹夜蛾	1.8%阿维菌素乳油3000倍液均匀喷雾。
胡萝卜微管蚜	喷洒10%吡虫啉可湿性粉剂1500倍液。
红蜘蛛	喷洒18%阿维菌素2000倍液。
食心虫	10%吡虫啉可湿性粉剂1000倍液喷雾防治。
黄凤蝶	青虫菌(每克含孢子100亿)300倍液喷雾。

注:参考文献[17,18,26,36]

化的雌蛾装入圆形铁纱笼内,在发蛾盛期,每天傍晚挂在放置于田间的接虫盆上,可以诱得一定数量的雌蛾<sup>[27]</sup>。7-8月在银纹夜蛾第2-3代幼虫低龄期喷洒苏云金杆菌,每次3750 g·hm<sup>-2</sup>或3750 ml·hm<sup>-2</sup>,对水750-1125 kg·hm<sup>-2</sup>进行叶面喷雾。

#### 5.4 化学防治

针对病虫害种类科学合理应用化学防治技术,采用高效、低毒、低残留的农药,对症适时施药,降低用药次数,选择关键时期进行防治<sup>[35]</sup>。化学药剂可单用、混用,并注意交替使用,以减少病虫害抗药性的产生,同时注意施药的安全间隔期。在无公害独活种植过程中禁止使用高毒、高残留农药及其混配剂(包括拌种及杀地下害虫等)。不允许使用的高毒高残留农药如: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、涕灭威等高毒、高残留农药。独活无公害种植中病虫害化学防治方法(表4)。

## 6 讨论

随着独活需求量的不断增加,野生资源不断减少,独活的人工栽培成为了解决独活资源短缺的主要方式。目前独活的人工种植中存在许多不合理现象,包括种植环境不合理,缺乏有规范的种植技术、农残超标、真伪难辨等<sup>[37,39]</sup>。发展独活无公害栽培技术可为高

品质独活种植提供方向。产地环境质量是中药材质量控制中重要的一环,应当严格执行无公害独活种植环境质量标准<sup>[40]</sup>。利用基于GMPGIS的无公害中药材精准选址技术确定独活主要生长区域生态因子范围以及最适宜的引种栽培地点。在此基础上建立无公害独活栽培技术,规范种植过程,保障独活中药材质量。

无公害种植技术是未来中药材种植的必然方向,目前独活无公害种植技术规程还有待进一步精细化<sup>[41]</sup>。中药材种植中病虫害的发生时影响药材质量与产量的一个重要因素。应当加快独活优良品种选育。基于本草基因组学辅助中药材优质新品种选用的策略可加快中药材新品种的选育<sup>[42]</sup>。通过对人参、西洋参、三七根部转录组的分析获得了大量与皂苷合成、抗逆有关的SSR,为人参属药用植物新品种选育提供依据<sup>[43,45]</sup>。利用RAD-Seq技术筛选出三七抗病品种-苗乡抗七1号的特异SNPs位点,辅助抗病新品种的选育<sup>[46]</sup>。通过全基因组测序筛选出中研肥苏1号(京品鉴药2016054)的30个非同变异突变SNP标记,用于紫苏该新品种材料鉴定<sup>[47]</sup>。应当加快建设无公害独活种植基地,规范种植流程,加强过程监督,将生产和市场需求结合使独活种植产业良性发展<sup>[48,49]</sup>。另外还可建立独活中药材全程质量追溯管理体系<sup>[50]</sup>,通过将独活中药材固有属性(真伪及优劣)与流通信息管理相结合,实现独活药材从种植到销售的全程监控,保障独活药材的市场流通。

## 参考文献

- 1 周刚, 马宝花. 中药独活的研究进展. 中国当代医药, 2012, 19(16): 15-16.
- 2 陈宇. 独活化学成分研究进展. 辽宁中医药大学学报, 2014(5): 255-256.

- 3 范莉, 李林, 何慧凤. 独活挥发油抗炎、镇痛药理作用的研究. 安徽医药, 2009, 13(2): 133-134.
- 4 张丽艳, 梁茂新. 独活潜在功用的考察与分析. 中华中医药杂志, 2018(1): 46-49.
- 5 陈亮. 独活产不足需 发展迫在眉睫. 中国现代中药, 2006, 8(8): 46-46.
- 6 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.
- 7 杨俊, 杨树中. 无公害名特中药材金银花规范化栽培技术. 陕西农业科学, 2007(3): 183-184.
- 8 李春雷. 吉林省无公害山药栽培关键技术研究. 吉林农业大学, 2014.
- 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, 18(2): 8-15.
- 12 么厉, 程惠珍, 杨智, 等. 中药材规范化种植(养殖)技术指南. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- 13 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.
- 14 李虎林. 独活高产栽培技术. 甘肃农业科技, 2014(3): 65-66.
- 15 熊飞. 独活育苗移栽高产栽培技术. 科学种养, 2014(4): 17-18.
- 16 何文娟. 甘南高寒冷凉区藏药独活标准化栽培技术规程. 农民致富之友, 2017(2): 158-159.
- 17 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.
- 18 邹宗成, 谭慧芳, 郑刚, 等. 巴东独活规范化生产标准操作规程. 中国现代中药, 2016, 18(10): 1309-1311.
- 19 陈霞. 独活地膜覆盖丰产栽培技术. 农业科技与信息, 2015(4): 65-65.
- 20 焦建斌. 不同种植密度和氮肥施肥水平对独活产量的影响. 农业科技与信息, 2016(23): 72-72.
- 21 严宜昌, 艾大祥. 独活种植密度试验研究. 亚太传统医药, 2009, 5(8): 23-24.
- 22 穆向荣, 马逾英, 杨枝中, 等. 药用植物根腐病防治的研究进展. 中药与临床, 2014, 5(2): 5-8.
- 23 王瑞, 董林林, 陈士林, 等. 农田栽参模式中人参根腐病原菌鉴定与防治. 中国中药杂志, 2016, 41(10): 1787-1791.
- 24 高月, 徐江, 陈士林, 等. 药用植物根结线虫病害及防治策略. 中国中药杂志, 2016, 41(15): 2762-2767.
- 25 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(8).
- 26 甘国菊, 杨永康, 林先明, 等. 贯叶连翘与独活病虫害的发生与防治. 现代农业科技, 2009(14): 163-163.
- 27 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.
- 28 洪渡, 丁扣琪. 农作物病虫害的农业防治措施. 植物医生, 2014(2): 6-7.
- 29 齐艳玲. 病虫害农业综合防治主要措施. 现代农业, 2015(11): 32-32.
- 30 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(10): 1635-1640.
- 31 邓建玲, 高宇, 赵胜荣. 耐热绿叶菜黄板诱杀害虫田间试验. 浙江农业科学, 2015, 1(10): 1598-1599.
- 32 曾庆杰. 无公害蔬菜生产病虫害的物理防治措施. 河南农业, 2016(13): 39-39.
- 33 周春敏. 地老虎的发生及综合防治技术. 天津农林科技, 2006(4): 45-45.
- 34 程惠珍, 丁万隆, 陈君. 生物防治技术在绿色中药材生产中的应用. 中国中药杂志, 2003, 28(8): 693-695.
- 35 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.
- 36 喻大昭, 王少南, 杨小军, 等. 独活枯萎病的鉴定及其防治研究. 湖北农业科学, 2003(4): 74-75.
- 37 杨婉珍, 康传志, 纪瑞锋, 等. 中药材残留农药情况分析及其标准研制的思考. 中国中药杂志, 2017, 42(12): 2284-2290.
- 38 康传志, 郭兰萍, 周涛, 等. 中药材农残研究现状的探讨. 中国中药杂志, 2016, 41(2): 155-159.
- 39 阎梦颖, 房敏峰, 祝娟, 等. 基于 ITS 条形码标记对当归属药用植物的鉴别. 中草药, 2016, 47(6): 974-981.
- 40 孟祥霄, 沈亮, 陈士林, 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): 22-28.
- 41 沈亮, 徐江, 李西文, 等. 人参属药用植物无公害种植技术探讨. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(23): 1-10.
- 42 尉广飞, 董林林, 陈士林, 等. 本草基因组学在中药材新品种选育中的应用. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(23): 11-21.
- 43 Sun C, Li Y, Wu Q, *et al.* De novo sequencing and analysis of the American ginseng root transcriptome using a GS FLX Titanium platform to discover putative genes involved in ginsenoside biosynthesis. *Bmc Genomics*, 2010, 11(1): 262.
- 44 Luo H, Chao S, Sun Y, *et al.* Analysis of the transcriptome of Panax notoginseng root uncovers putative triterpene saponin- biosynthetic genes and genetic markers. *Bmc Genomics*, 2011, 12(S5): S5.
- 45 Zhang D, Li W, Xia E H, *et al.* The Medicinal Herb Panax notoginseng Genome Provides Insights into Ginsenoside Biosynthesis and Genome Evolution. *分子植物(英文版)*, 2017, 10(6): 903-907.
- 46 董林林, 陈中坚, 陈士林, 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.
- 47 沈奇, 张栋, 陈士林, 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.
- 48 张伟, 王少科, 尹玲. 中药材规范化种植基地建设研究. 乡村科技, 2017(10): 93-94.
- 49 王刘安. 中药材规范化种植的发展趋势. 农技服务, 2017: 24.
- 50 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.

## Discussion on the Cultivation Technology of Heracleum Non-pollution

Gao Han<sup>1</sup>, Hu Xinyi<sup>1</sup>, Meng Xiangxiao<sup>2</sup>, Liu Xia<sup>1</sup>

(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)

**Abstract:** At present, the production of Chinese herbal medicine has problems such as irregular planting management, excessive addition of pesticides and fertilizers, and irregular processing links, which seriously affect the quality of medicinal materials. In order to ensure the quality and quantity of Chinese herbal medicines can meet the needs of consumers, non-pollution production technology is an important direction for the development of Chinese herbal medicine industry in the future. Heracleum is a kind of Chinese herbal medicine with large demand. It has many important functions such as anti-inflammatory, analgesic and anti-gastric ulcer, and is widely used. Heracleum non-pollution cultivation techniques includes cultivation and site selection, soil improvement, excellent seed and seedling breeding, rational fertilization, and integrated pest control. This technology provides guidance for the production of high-quality Heracleum Chinese herbal medicines and promotes the healthy development of the Heracleum non-pollution planting industry.

**Keywords:** Heracleum, non-polluted cultivation, cultivation site selection, pest control

(责任编辑:周哲琦,责任译审:王 昭)