

中药材病虫害防治技术平台体系建立*

□程惠珍¹ 高微微¹ 陈君^{1**} 张蓉² 李世东³ 刘红彦⁴
丁万隆¹ 张连学⁵ 缪建华⁶ 杨春清¹ 张永清⁷ 李学兰⁸ 陈士林¹

1. 中国医学科学院药用植物研究所 北京 100094;
2. 宁夏农林科学院植物保护研究所 银川 750002;
3. 中国农科院生物防治研究所 北京 100081;
4. 河南省农业科学院植物保护研究所 郑州 450002;
5. 吉林农业大学 长春 130118;
6. 广西药用植物园 南宁 530022;
7. 山东中医药大学 济南 250014;
8. 中国医学科学院药植所云南分所 景洪 666100)

摘要: 中药材病虫害的防治是目前中药材规范化种植及实施 GAP 管理的重点和难点。科技部创新药物和中药现代化的重点项目“中药材病虫害防治技术平台”针对我国中药材病虫害发生及防治的现状,根据中药材栽培的特点,由中国医学科学院药用植物研究所联合中央及地方的 10 家研究单位,重点从中药材害虫天敌昆虫的繁殖和利用技术、应用拮抗微生物防治中药材根病技术、植物源农药研制及应用技术、中药材病虫害防治农药安全性评价等 4 个方面,开展中药材病虫害无公害防治的共性技术研究,并且在人参、西洋参、三七、枸杞、金银花等重要中药材栽培中进行示范。经过近三年的努力攻关,已初步建立起我国中药材病虫害综合防治的技术平台体系。该体系的建立,将为药用植物病虫害的综合防治提供技术基础,对整体提高我国中药材病虫害防治水平,保证中药材及中药产品质量,提高中药在国际上的竞争力,保护生态环境,促进中药种植产业的可持续发展都具有重要意义。

关键词: 中药材、病虫害、生物防治、生物农药、农药安全性、评价标准、技术平台

随着我国栽培药材种类、数量和面积的增加,生产中病虫害的为害逐年加重,已经成为中药材规范化生产的重点和难点。目前中药材病虫害的防治仍然以化学农药为主,不合理用药造成中药材中农药

残留超标现象极为普遍,严重影响了我 国中药在国际市场上的竞争力,同时,农药的大量使用也导致水质和土壤污染,病原菌及害虫的抗药性增加等一系列问题,而由此引起的中药安全问题也在社会上引起广泛关注^[1]。研究化学农药在中药材生产中的安全使用技术和农药安全性评价方法,并建立相关的标

收稿日期:2005-11-12

修回日期:2005-12-02

* 国家重大科技专项(2001BA701A58):创新药物和中药现代化“中药材病虫害防治技术平台”,负责人:陈士林。

** 联系人:陈君,研究员,主要研究方向:中药材病虫害防治研究, Tel:010-62899731, E-mail:jchen@implad.ac.cn。

准,是有效解决中药材化学农药污染问题的关键,同时开发现代无公害防治技术,建立我国中药材病虫害综合防治的技术平台,将为保障中药材优质、安全生产提供技术支撑。

一、天敌昆虫的繁殖和利用技术体系

重点围绕天敌昆虫—管氏肿腿蜂的规模化繁殖和应用技术,从繁蜂中间寄主昆虫虫态的选择和处理、繁蜂蜂虫比例、蜂种质量与肿腿蜂寄生率的关系、肿腿蜂的蜂种贮存、目标害虫发生危害特性及肿腿蜂田间释放技术等多方位开展研究,确定了最佳繁蜂寄主虫态和处理技术,明确了繁蜂蜂种质量的评价依据,制定了寄主昆虫饲养技术规程,建立了管氏肿腿蜂繁蜂技术体系,完成天敌昆虫管氏肿腿蜂的人工繁殖、贮藏保存、规模化生产工艺技术研究。建设了天敌昆虫繁育中心。应用肿腿蜂对广西罗汉果愈斑瓜天牛、云南萝芙木黑尾暗翅筒天牛、浙江雷公藤双斑锦天牛、甘草家天牛进行了室内外寄生及防治试验,并进行了防蜂量、放蜂时间等应用技术研究。

1. 管氏肿腿蜂的繁殖技术研究

明确了中间寄主昆虫适宜繁蜂虫态,证明对寄主进行适当的处理,可显著提高肿腿蜂寄生率。揭示了寄主体内营养物质变化与肿腿蜂寄生的关系。研究了寄主昆虫处理技术与其生长和繁蜂寄生率之间的关系。确定了2种温度下寄主昆虫的最佳处理时间。采用“均匀设计回归分析及优化系统”软件,对寄主进行了多因素、多水平处理技术研究,证明温度处理寄主繁蜂方法简便、可控性强、繁蜂效果较好。研究了蜂种和蜂种日龄与肿腿蜂寄生的关系,比较了优良蜂种的持续繁蜂效果,证明不同蜂种之间肿腿蜂寄生率存在显著性差异。首次提出人工大量繁殖天敌管氏肿腿蜂应进行优良蜂种的选择,并研究了评价蜂种质量优劣的相关指标。研究确定了利用中间寄主昆虫繁蜂的最佳蜂虫比例。研究的肿腿蜂的蜂种复壮技术使肿腿蜂繁蜂寄生率显著提高。

2. 寄主昆虫的饲养及适宜繁蜂虫态调控技术研究

究

针对寄主昆虫适宜繁蜂虫态期短的问题,对繁蜂寄主昆虫进行调控,使适宜繁蜂时间由过去的2~3个月延长至10个月以上,有效解决了因适宜繁蜂虫态持续时间短而不能周年、大量繁蜂的问题。为肿腿蜂产业化繁殖的寄主昆虫供应提供了技术保障。制定了《繁蜂寄主昆虫规模化饲养技术规程》和《管氏肿腿蜂人工繁殖及应用技术规程》。

3. 天敌昆虫肿腿蜂的贮藏保存技术研究

研究确定的肿腿蜂最佳贮存技术使肿腿蜂的贮存寿命从20~40d延长至200d以上,肿腿蜂的最长贮存寿命达350d,这一贮存技术保证了肿腿蜂繁殖及生产用蜂的需要,贮存的优质肿腿蜂满足了广西罗汉果天牛、云南萝芙木天牛、浙江雷公藤天牛防治。

4. 天敌昆虫管氏肿腿蜂的应用技术研究

课题组先后对广西、云南、海南、浙江等省区的木本和藤本药材的钻蛀性害虫进行了调研,查明了这些地区危害药用植物的天牛种类。对6种天牛的室内寄生试验表明,肿腿蜂对危害罗汉果的愈斑瓜天牛(*Apomecyna saltator* Fabricius)、危害雷公藤的双斑锦天牛(*Acalolepta sublusca* Thomson)、危害催吐萝芙木的黑尾暗翅筒天牛(*Oberea fuscipennis*)以及危害仓贮甘草的家天牛(*Hylotrupes bajulus*)的寄生率达56%~100%;对橡皮榕天牛寄生率在25~40%。重点研究了管氏肿腿蜂在田间放蜂时间、放蜂量、放蜂方式等防治关键技术,田间调查结果显示肿腿蜂对愈斑瓜天牛的田间平均寄生率为44.5%~65.3%,防效均在50%以上。证明管氏肿腿蜂对广西罗汉果天牛具有较好的防治作用,推广应用潜力巨大。

二、利用拮抗微生物防治人参属植物根病技术研究

人参属植物是我国传统中草药中的重要品种,根病是限制此类植物集约化生产的重要因素。建立高效、安全、经济可行的防治技术体系为发展我国人参属植物生产所必须。经过近3年的研究,提出了以生物防治为核心内容的人参属植物根病的综合治理体系,为保障我国参类植物的安全生产提供了技术支撑。

1. 根际微生物区系分析和拮抗菌筛选

分离鉴定了三七根际及土壤中的 1000 余株细菌,100 余株放线菌,250 株真菌。初步确定细菌主要为芽孢杆菌,真菌可归为 33 个属,其中 *Trichoderma* spp.、*Penicillium* spp.、*Acremonium* spp.、*Gliocladium* spp.、*Paceliomyces* spp.、*Fusarium* spp.、*Chaetomium* spp.、*Pestilotia* spp.和 *Cylindrocarpon* spp.等 8 个属的分离频率较高,为三七根际的主要微生物种群。以人参属植物根病主要病原菌 *Cylindrocarpon* sp.、*Rhizoctonia* sp.和 *Fusarium* spp.等为目标进行了拮抗菌的筛选,得到抑菌作用比较明显且稳定的菌株 13 株。生测及田间小区试验结果表明,上述菌株对种子发芽和幼苗生长无不良影响,部分菌株与土壤熏蒸相配合对根腐病的防效可达 70%以上^[2]。

2. 化学农药、生物农药及其复配制剂的施用方法和防效研究

研究了生防菌剂和多抗霉素、甲霜灵锰锌、恶霉灵、速克灵等药物及其复配剂处理种子和种苗对三七根病的防效^[3],其中根腐净固剂等 4 种混剂综合表现较好,其中 BH1 菌剂的防效与化学农药处理相当,平均防效超过 70%,产量明显增加。筛选出的两株高效菌株分别为地衣芽孢杆菌 (*Bacillus licheniformis*) 和侧孢短芽孢杆菌 (*Brevibacillus laterosporus*)。

3. 优良生防菌株的生物学特性、发酵条件和制剂研究

通过对高效拮抗菌 BH1 生物学特性的研究,明确了生长的适宜温度、pH 值、发酵培养基,并通过正交实验对发酵培养基进行优化,筛选了 7 种吸附剂,对吸附能力、菌剂外观和保藏期进行测定和比较,最终完成了制剂研制,所制成的菌剂在储存过程中,细菌细胞数和抑菌率下降较慢,且成本低廉。另外,对优良木霉菌株适宜生长的培养基、光照条件、pH 值及固体培养的条件进行了研究。发现了采用拮抗菌辅以有机添加剂“Mx”的根围微生态改良制剂和技术,田间防治人参锈腐病的防治效果达到 49.1%~68.6%。

4. 生防菌株的有效成分及作用机理研究

对三七根腐病病原菌有抑制作用的菌株 5~15 发酵液用有机溶剂分步萃取,结果表明活性物质在

正丁醇部位。对该部位进行进一步活性追踪分离,通过反复凝胶柱层析和 HPLC 分离,初步确定活性成分可能是肽类化合物,分子量在 1050 左右。对有效生防菌株链孢粘帚霉 HL-1-1 菌株作用机理的研究结果表明,几丁质酶在拮抗菌的重寄生过程中具有重要作用。已纯化了该酶和研究了其生化特性。序列测定结果表明该酶为一种新的几丁质酶。正在克隆该酶的基因和建立拮抗菌的基因转化体系。

5. 首次定量检测木霉菌在人参种植地土壤中的种群动态

采用木霉菌选择性培养基,定期取样进行检测,将木霉菌剂 Th3080 施入人参土壤中后,前 30 d 木霉菌数量成上升趋势,是土著木霉菌的 8~20 倍。应用木霉制剂防治人参、西洋参立枯病,防治效果达到 70%,优于常用农药。

6. 初步建立了拮抗微生物防治三七根腐病的综合技术体系

在明确三七根腐病发生发展规律和大量试验研究的基础上,形成了一套三七根腐病防治策略和技术,即:用 98%的“大扫灭”固剂栽植前熏蒸土壤,培育和选用健壮无病种苗并在播种和移栽时用生物和化学药物混剂进行处理以减少带菌,生长期注意避免土壤再次污染、过量施用化肥和排水不畅等。田间试验结果表明,该技术可显著减少根腐病的发生,并且三七有效成分的含量不受影响。提出了土壤熏蒸剂“大扫灭”和杀菌剂“恶霉灵”混剂的安全使用技术规程。

三、植物源农药研制、应用技术研究

应用植物源农药防治重要中药材病虫害,尚没有成熟的技术,特别是植物源杀菌剂尚没有上市产品。课题针对植物源农药研究技术落后、有效成分不明、配伍盲目、作用效果差等问题,开展了专门针对药用病虫害的植物源杀菌剂、杀虫剂的研制工作,研究从植物筛选到产品过程中的有效成分确定、制备工艺、合理配伍、助剂选择、质量控制等各环节的关键技术,为最终创制具有自主知识产权的产品奠定了技术基础。同时针对生产实际,进行了

植物农药的田间应用技术研究,为减少及替代化学农药在中药材生产中的使用提供了新的途径。

1. 植物提取物的活性成分筛选及制备技术研究

针对西洋参叶斑病、立枯病、枸杞炭疽病、密银花褐斑病等药用植物常见病害,选择了14种植物提取物进行筛选,经过多次分离纯化并结合生物测定,初步确定了3种植物的抗菌活性成分为萜烯、芸香苷、异槲皮苷和缩合单宁;另外,从9种植物粗提取物中,筛选出分别对药材生产中严重为害金银花、柴胡的蚜虫、尺蠖、螨及粘虫具有较好的杀虫活性的6种植物提取物,明确了其中1种植物的有效成分为小檗碱;比较了葫芦科植物瓠子的不同溶剂提取物的杀虫作用效果,确定了以乙醇为溶剂的提取工艺。

2. 杀虫、杀菌有效成分的测定方法研究

首次应用薄层层析生物测定法快速筛选出药用植物病原真菌的有效成分,并发现了一个新的抗植物病原真菌活性成分,已申报国家发明专利,该成分对9属16种植物病原真菌都有不同程度的抑制作用,为一种广谱的抗真菌成分;建立了新植物源杀虫剂中主要有效成分小檗碱含量的HPLC分析方法。

3. 植物杀虫、杀菌剂配方技术研究

以作用效果为核心,充分考虑资源的广泛性、植物本身的毒性、抗药性、以及经济成本等因素,通过正交设计,将几种植物提取物进行科学配比,通过计算机分析增效作用,进行配方优化。以室内毒力测定和田间试验结果为依据,最终确定了2个新的杀菌剂配方,对人参叶斑病菌 *Alternaria panax* 的抑制率达到55%以上,对人参立枯病菌 *Rhizoctonia solani* 的抑制率达到80%以上;2个新的杀虫剂配方,分别为N7、N13,对粘虫的致死率达到65%以上。

4. 植物杀虫、杀菌剂的作用机制研究

在明确杀虫、抗菌活性成分的基础上,进一步对其作用机制进行研究。通过内吸性实验证实,杀虫植物提取物对蚜虫的毒性作用为触杀作用,无内吸作用。采用电导法测定发现,植物抗菌有效成分作用靶点之一为病原真菌细胞膜,可以造成细胞膜通透性显著增加,细胞质外渗,从而导致细胞死亡。

5. 新植物源杀虫、杀菌剂的田间应用技术

在北京怀柔西洋参栽培基地,应用新研制的植物源杀菌剂,进行西洋参病害的田间防治试验。北京怀柔区为我国西洋参的主要产地,各种病害常年发生,是影响西洋参产量和质量的最重要的因素之一,在生产上,整个西洋参生长季频繁使用多种化学农药。试验从6月份开始,与生产上使用化学农药的时间和次数同步,进行植物农药的替代试验,结果表明,新研制的植物农药“杀菌剂1号”田间稀释500~1000倍,对西洋参叶斑病的防治效果达到65%以上,优于生产上常用的化学农药代森锰锌,可以部分替代化学农药,从而使化学农药的使用次数减少70%。

在蚜虫发生高峰期,用2种新植物杀虫剂对危害板兰根、柴胡的蚜虫的进行田间防治试验。N7、N13对蚜虫的防治效果分别达到98.1%和80.0%,均优于化学农药灭扫利,瓠子提取物对密银花蚜虫进行田间喷雾处理具有较好的防治效果,24h防治效果达到76.7%;72h防治效果达到77.4%。

四、中药材病虫害防治农药安全性评价技术体系

药用植物栽培有很强的地域性,道地药材是中医药应用的重点药材,生产上病虫害问题也最为突出,由于长期的自然选择,适应于该地区环境条件及相应寄主植物的病原、虫源逐年累积,往往给某一地区的药材造成严重危害。课题以枸杞、金银花、人参、三七为代表,对宁夏、河南、山东、吉林、云南等主产区病虫害发生情况进行深入调查和研究,借鉴我国以往对这几种药材主要病虫害的大量研究成果,结合当前在田间发生的现状,选择出生产上化学农药使用频繁,危害重、损失大的病虫害为研究对象,包括枸杞蚜虫、枸杞瘿螨、金银花蚜虫、人参地下害虫等虫害,枸杞炭疽病、金银花白粉病、人参锈腐病、疫病、黑斑病、三七根腐病等病害,较为系统地研究了枸杞、金银花、人参、三七病虫害-农药-药材质量之间的作用关系。

1. 低毒化学农药的安全性研究

进行农药对主要病虫害的毒力测定、田间防治

试验和全年防治技术研究,筛选出有效防治枸杞、金银花、人参、三七病虫害的低毒农药,确定了试验农药种类、使用有效剂量、全年防治次数和施药间隔期^[4]。明确了试验药剂在中药材内消解变化动态,进一步确定了各试验农药的田间使用有效剂量、农药残留最大限量和安全间隔期。通过研究农药及施用技术对药材中农药残留变化的影响,确定了农药使用安全间隔期和农药残留最大限量(MRL);通过对防治枸杞害虫的4种杀虫剂对天敌敏感性室内毒力测定和农田土壤农药残留动态的田间试验,评价了试验药剂对农田环境和天敌的安全性。

2. 低毒化学农药对中药材质量的研究

有效成分的变化是关系到中药材质量的关键,课题组首次进行了枸杞害虫和金银花病虫的危害及试验药剂使用对有效成分含量影响的研究^[5],对25%吡虫啉、48%毒死蜱、1.8%阿维菌素、20%达螨酮、70%甲基托布津等5种化学农药对枸杞有效成份枸杞多糖含量影响及残留动态进行研究;经测定分析,金银花在施用15%三唑酮1200倍液后,有效成分绿原酸含量显著高于对照;10%吡虫啉2000倍1次和2次施药,对绿原酸含量无明显的影响。由此阐明了试验药剂的使用和病虫危害对有效成分的影响程度。通过以上研究,明确了中药材病虫害-农药-药材质量之间作用关系,为建立中药材主要病虫害防治农药安全使用评价方法提供了评价指标和可靠依据。

3. 中药材病虫害防治的农药安全性评价方法和评价指标

首次建立了用于中药材病虫害防治的农药安全性评价方法和评价指标^[6],包括中药材病虫害防治安全使用农药种类、剂量、全年防治次数、施药间隔期、农药最大残留限量标准及安全间隔期等评价指标;中药材病虫害防治中使用农药对药材有效成份影响的评价;试验农药对主要天敌影响的评价;中药材病虫害防治农药对农田环境污染程度评价;参考所使用的农药登记安全性评价指标,中药材病虫害防治使用农药品种的安全性(危险性)评价指标等,对防治枸杞病虫的五种试验农药安全使用进行了系统评价。

评价指标的技术依据包括:农药在药材中的残留动态和降解半衰期 T_{50} 、蒸气压、溶解度、ADL(每日人体允许摄入量)、大白鼠的 LD_{50} 值,田间药效及安全性;害虫天敌的敏感性和田间死亡率测定;农药在土壤中的残留变化等。标准参考或参照国家有关食品卫生标准,联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)规定的ADI值,《中华人民共和国药典》(2005年版)。所选择的农药品种均须符合国家无公害农药使用标准和中药材GAP要求。依据上述内容首次制定出“吡虫啉防治枸杞蚜虫安全使用方法”、“阿维菌素防治枸杞瘿螨安全使用方法”、“吡虫啉和三唑酮在金银花上的安全使用方法”3项建议标准;初步制定出防治人参病虫害的安全使用指标。这项成果在国内外尚属首创,为国家有关部门制定中药材生产农药安全使用标准及相关法规提供依据,填补了我国在中药材病虫害防治的农药安全性评价方面的空白。

五、结 语

病虫害防治技术平台体系的初步建立以及相关标准的制订,在中药材病虫害生物防治、植物农药以及化学农药安全使用技术等方面形成具有特色的先进技术成果,具有很强的针对性,将为各种病虫害的有效防治,提供研究思路和方法,也为全国中药材产业健康发展和生态环境安全提供一套实用的技术体系,达到生态—经济—社会效益的高度协调,从根本上保证中药材的安全生产和药材质量,推动了GAP基地的建设,有助于加速实现中药材种植的规模化和规范化,对增加农民收入、促进产业结构调整 and 经济发展都具有重要的意义。

目前,我国常规栽培的中药材品种在200种以上,生产中病虫害种类繁多,并且随着引种面积的扩大,新的病虫害还在不断出现,一些老产区的病害,随着种植年限的增加,病虫害的发生也会愈加严重,防治难度将会越来越大,中药材病虫害防治是一项长期而复杂的工作。目前,我国病虫害防治中的基础性工作仍然十分薄弱,对新技术的推广与完善尚需要增加投入,以实现更多药材的无公害生产。

参考文献

- 1 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研究.中国中药杂志,2003,28(8):693~695.
- 2 赵阿娜,丁万隆.利用拮抗微生物防治中药材土传病害研究进展.中国中药杂志,2005,30(7):485~487.
- 3 刘海燕,高微微,樊瑛.植物源杀菌剂的研究进展.中国农学通报,2005,21(4):254~257.
- 4 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.中国中药杂志,2003,28(1):24~27.
- 5 刘立志,王启方,张克勤,等.三七根腐病拮抗菌的筛选及活性产物的初步筛选.云南大学学报(自然科学版),2004,26(4):357~359.
- 6 张怡,张宗山,王芳,等.毒死蜱在枸杞果实中的残留动态研究.西北农业学报,2005,14(5):159~161.

(责任编辑:王 瑀)

The Establishment of Disease and Insect Pest Control Technical Platform on Traditional Chinese Medicine Materials

Cheng Hui-zhen¹, Chen Jun¹, Gao Wei-wei¹, Zhang Rong², Li Shi-dong³, Liu Hong-yan⁴, Ding Wan-long¹, Zhang Lian-xue⁵, Yang Chun-qing⁶, Zhang Yong-qing⁷, Li Xue-lan⁸, Chen Shi-lin¹

(1. Institute of Medicinal Plant, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100094, China; 2. Institute of Plant Protection, Academy of Ningxia Agricultural and Forestry Science, Yinchuan 750002, China; 3. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 4. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 5. Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118, China; 6. Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plants Nanning, Guangxi 530022, China; 7. Shandong University of TCM, Jinan 250014, China; 8. Yunnan Branch, Institute of Medicinal Plant, Chinese Academy of Medical Sciences, Jinghong, Yunnan 666100, China)

Abstract The control of diseases and insect pests on traditional Chinese medicine (TCM) materials is important and difficult in GAP management. Aiming at the situation of diseases and insect pests occurring and controlling on TCM materials, according to the characteristic of TCM materials cultivation, with the modernization of TCM as a gateway to innovation, Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China supporting one of the major projects: "Disease and Insect Pest Control Technical Platform on TCM Materials". The project was charged by Institute of Medicinal Plant, Chinese Academy of Medical Sciences, and nine other institutes participated in the project. Four aspects including increase and utilization technique of insect pests' natural enemies, control technique of root diseases by anti-microorganism, preparation and application technique on botanical pesticide and pesticide security evaluation on TCM materials were mainly researched. Furthermore, we demonstrate all the techniques on some signify TCM materials such as Panax ginseng, Panax quiquefolium, Panax notoginseng, Lycium barbarum, Ionicera japonica etc. By nearly 3 years' research, the platform of disease and insect pest control technique system on TCM materials was preliminarily established. The establishment of the system will provide techniques for diseases and insect pests control on other TCM materials, enhance the level of disease and insect pest control on TCM materials, guarantee TCM materials product, increase the international competition strength of TCM, protect our environment, and promote the development of TCM materials' planting industry.

Key words traditional Chinese medicine (TCM) materials; disease and insect pest; biological control; pesticide security; evaluation standard; technical platform