

文章编号:1674-7054(2010)03-0288-05

# 广藿香遗传基础及生物技术研究进展

吴友根<sup>1</sup>, 吴莲花<sup>3</sup>, 何际婵<sup>2</sup>

(1. 海南大学 园艺园林学院, 海南 海口 570228; 2. 中国热带农业科学院 热带作物品种资源研究所, 海南 儋州 571737;  
3. 贵阳中医学院 药理学系, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:** 从生物遗传、细胞组织培养和抗病分子育种等方面, 总结了广藿香遗传基础及生物技术研究现状, 并就广藿香育种方面存在的问题及今后研究的重点进行了探讨。

**关键词:** 广藿香; 生物遗传; 组培快繁; 抗病分子育种

**中图分类号:** S 567.21

**文献标志码:** A

广藿香 *Pogostemon cablin* (Blanco.) Benth. 为唇形科刺蕊草属植物, 以干燥地上部分入药, 具有芳香化浊、开胃止呕、发表解暑之功效。常用于治疗湿浊中阻、脘痞呕吐、暑湿倦怠、胸闷不舒、寒湿闭暑、腹痛吐泻、鼻咽头痛等疾病<sup>[1]</sup>。广藿香不仅是 30 多种中成药的主要原料, 而且以其提取的广藿香油, 还是医药工业和轻化工业的重要原料(用作配制丹、膏、丸、散及化妆品、定香剂和杀虫剂等)。目前在其本草考证<sup>[2]</sup>、栽培生理<sup>[3-4]</sup>、农药和重金属残留<sup>[5]</sup>、挥发油化学成分<sup>[6-7]</sup>和药理药效<sup>[6-8]</sup>等方面的研究已有系统报道, 但有关其生物遗传基础、细胞工程及抗病分子育种等方面的研究较少且零散, 尚未见全面的论述。为此, 笔者综述了广藿香遗传基础及生物技术研究进展, 并就广藿香育种方面存在的问题及今后研究的重点进行了较系统的探讨, 旨在为广藿香的现代研究、综合利用及合理评价提供参考依据。

## 1 广藿香生物遗传基础研究

随着 DNA 分析技术的发展, RAPD 技术为广藿香种质资源的鉴定和分类提供了新的途径。曹柳英等<sup>[9]</sup>采用 46 种引物对 4 个居群的广藿香进行 RAPD 分析, 筛选出 6 条可鉴别图谱的引物, 其中, 引物 S358 能较好地反映出不同产地广藿香多态性微小的差别。从其所形成的 RAPD 图谱可知<sup>[9]</sup>, 广东的高要广藿香在 1 000 bp, 600 bp, 500 bp 和 350 bp 处有 4 条带, 湛江广藿香在 1 000 bp, 850 bp, 600 bp, 350 bp 和 250 bp 处有 5 条带, 海南广藿香在 1 000 bp, 600 bp, 350 bp 和 250 bp 处有 4 条带, 而广州石牌广藿香则在 1 000 bp, 600 bp 和 350 bp 处有 3 条带, 其中的 1 000 bp, 600 bp 和 350 bp 3 条带可作为广藿香的特征带。李颖等<sup>[10]</sup>的试验结果也与之一致。为了进一步探讨广藿香不同栽培居群的遗传多样性及种内分化水平, 潘超美等<sup>[11]</sup>从 80 条随机引物中筛选出 14 条具较高多态性检测能力的引物, 用这 14 条随机引物对 5 个栽培居群的广藿香进行研究并作聚类分析, 实验测出了 84 个位点, 其中单态位点 17 个, 占 20.24%, 多态位点 67 个, 占 79.76%, 这表明广藿香不同栽培居群间存在明显的遗传分化。张英等<sup>[12-13]</sup>认为: 不同产地的广藿香的 RAPD 标记具有明显的差异, 其基因的序列位点也有相应的变化, 基因型和地理型具有显著的相关性。近年来, 有学者采用 ISSR 和 SRAP 标记技术明确了广藿香区域性居群的遗传多样性和遗传结构差异, 阐明了广藿香优质居群特异性, 并研究了广藿香区域性居群主要活性成分含量与遗传结构和分化的相关性<sup>[14]</sup>。

**收稿日期:** 2010-07-09

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(30960533); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(PZS053); 海南省自然科学基金项目(310022); 海南省教育厅高等学校科学研究资助项目(Hjkj2009-25); 海南大学科研资助项目(hd09xm58); 海南大学科研启动基金项目(kyqd1002)

**作者简介:** 吴友根(1975-), 男, 江西乐安人, 海南大学园艺园林学院副教授, 博士。

18S rRNA 基因为编码核糖体 DNA 的小亚基,系多拷贝基因,序列长度保守,约 1 800 bp;而 *matK* 基因编码一种 500 余个氨基酸成熟酶,为单拷贝基因,位于 *trnK* 基因内含子中,长约 1 500 bp,是叶绿体基因组蛋白编码基因中进化速率最快的基因之一,分辨率高。利用结构十分保守的 18S rRNA 基因和进化速率较快的 *matK* 基因进行序列比较与变异分析,就能找出一种很好的分子标记用于中药材的鉴别和道地性评判与划分。鉴于此,罗集鹏等<sup>[15]</sup>采用 PCR 直接测序技术对广藿香及其代用品土藿香 *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Kuntze.、类似品茴藿香 *A. foeniculum* (Pursh.) O. Kuntze. 的核 18S rRNA 基因和叶绿体 *matK* 基因核苷酸序列进行测序分析,结果表明,石牌广藿香、印尼广藿香、土藿香和茴藿香的 18S rRNA 基因完整核苷酸序列长度分别为 1 805 bp, 1 799 bp, 1 794 bp 和 1 796 bp。其中,石牌广藿香与土藿香的 18S rRNA 基因序列间存在 18 个碱基变异位点和 11 个排序间隙位点,两者相似性为 98.14%。而通过对 4 个样本 *matK* 基因核苷酸序列 3'端部分(即序列 747 ~ 1 268 nt 位置)排序比较,发现石牌广藿香与土藿香的 *matK* 基因 3'端部分序列存在 49 个碱基变异位点,无排序间隙位点,两者相似性为 90.60%,由此可知,根据核 18S rRNA 和叶绿体 *matK* 基因 3'端部分序列比较,石牌广藿香与土藿香间存在较大差异。刘玉萍等<sup>[16]</sup>也用 PCR 直接测序技术对广藿香 6 个产地样本的叶绿体 *matK* 基因和核 18S rRNA 基因核苷酸序列进行测序分析,发现广藿香 6 个样本的 *matK* 基因序列长均为 1 245 bp,编码 415 个氨基酸成熟酶。18S rRNA 基因序列长为 1 803 ~ 1 805 bp。其中广州黄村的“石牌广藿香”为 1 805 bp,肇庆地区高要的“高要广藿香”与湛江地区海康的“湛江广藿香”、海南万宁的“海南广藿香”为 1 804 bp,湛江地区吴川、遂溪的“湛江广藿香”为 1 803 bp,根据排序比较,广藿香 6 个样本间的 *matK* 基因序列存在 47 个变异位点,18S rRNA 基因存在 17 个变异位点,这进一步证明,不同产地间广藿香的 *matK* 基因和 18S rRNA 基因 DNA 序列存在较大的差异。试验结果还表明,6 个产地的广藿香明显可分成两组,属广藿香酮型的“石牌广藿香”与邻近的肇庆地区“高要广藿香”聚为一组;属广藿香醇型的湛江地区“湛江广藿香”与海南万宁“海南广藿香”聚为一组。这不仅为不同产地间广藿香叶绿体和核基因组的基因型与挥发油化学型的关系提供分子依据,而且可确认,基因测序分析可成为广藿香物种鉴定的强有力工具。由于蛋白质是基因表达的直接产物,为此,徐颂军等<sup>[17]</sup>根据不同种类蛋白质在相对分子量、所带电荷、分子形状以及等电点上表现出的差别,利用超薄等电聚集电泳技术将不同产地的广藿香进行了测定,结果表明,石牌广藿香、高要广藿香、湛江广藿香有 8 条蛋白质带表现出多态性,高要广藿香和湛江广藿香较相似,都同时拥有 5 条蛋白质带 1, 2, 6, 7, 8, 缺少蛋白质带 4 和 5,但湛江广藿香拥有蛋白质带 3,而高要广藿香则没有,石牌广藿香则拥有 2 条特征性蛋白质带 4 和 5,这两条蛋白质带均未在高要广藿香和湛江广藿香中发现。这从蛋白质角度进一步证明了 3 个样本间存在着差异。

## 2 广藿香生物技术研究

广藿香引种到我国南亚热带地区种植后,由于气温低,很少见到开花,即使开花也多不孕,故目前广藿香主要采取扦插繁殖,多年来的无性繁殖致使广藿香缺少基因多样性<sup>[18-19]</sup>,品种单一,遗传基础狭窄,出现了种质退化、抗病能力下降等现象。扦插繁殖又存在繁殖速度慢、易带病菌、受环境条件影响大、需消耗大量原植物材料等缺点。为了提高种苗的供应率,许多学者对广藿香的组织培养和快速繁殖进行了大量的试验。林小桦等<sup>[20]</sup>和何明军等<sup>[21]</sup>建立了高效的广藿香愈伤组织诱导及分化再生植株的离体再生体系;肖省娥等<sup>[22]</sup>以广藿香的根尖、叶片、带节茎段及茎段为材料进行培养,结果表明,叶片及带节茎段较易诱导愈伤组织,诱导率均为 87.0% 以上,其适宜的培养基为  $MT + 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{BA} + 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$ 。愈伤组织的分化与增殖,以  $MT + 0.5 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{BA}$  为好;杨念等<sup>[23]</sup>试验表明,广藿香茎段和叶片诱导的愈伤组织的生长曲线都呈“S”型,愈伤组织的诱导最佳组合培养基为  $MS + 6 - \text{BA} 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + 2, 4 - \text{D} 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,而刘玉安等<sup>[24]</sup>认为,MS 培养基加入  $0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6 - \text{BA}$  和  $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{IBA}$  时,产生愈伤组织的量最多,且不定芽增殖效果最好;潘超美等<sup>[25]</sup>报道,广藿香组织培养苗在改良的  $MS + 150 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  香蕉汁 +  $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  蔗糖培养基上的生根壮苗效果最佳,移栽成活率达 98%;杜勤等<sup>[26]</sup>优化了诱导愈伤组织培养基  $MS + 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 2, 4 - \text{D} + 1.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6 - \text{BA} + 1.25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$ ,诱导丛生芽培养基  $MS + 2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6 - \text{BA}$ ,生根培养基  $1/2MS$  和复壮培养基  $1/2MS + w = 5\%$  的马铃薯泥,4 种培养基里均加入  $6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  琼脂和  $w = 3\%$  的蔗糖,在驯化 4 周后移栽大田的成活率达到 95% 以上,且植株长势良好。

另外,杜勤等<sup>[27]</sup>还考察了消毒剂、光照条件、激素浓度、生根培养基对石牌广藿香试管苗生成的影响,发现将叶以 $w=0.2\%$ 的升汞消毒15 min,接种于 $MS+2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}6\text{-BA}$ 培养基上,先置黑暗下培养2 d后再置于光照下培养,能生成较多愈伤组织,继续培养生成丛生芽,丛生芽置于 $1/2MS$ 培养基上能生成较多的根,试管苗移栽到大田后成活率达95%以上。林小桦等<sup>[28]</sup>试验证明 $6\text{-BA}$ 有利于广藿香外植体出芽,质量浓度以 $0.1\sim 0.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 效果较好;潘超美等<sup>[29]</sup>认为基本培养基 $MS$ 配以低浓度的 $6\text{-BA}$ 能促进丛芽大量增殖。此外,张家明等<sup>[30]</sup>将广藿香叶片外植体在含 $0.05\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}2,4\text{-D}$ 、 $0.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}KT$ 的培养基上培养30 d,形成大量灰色疏松愈伤组织。这种愈伤组织在 $KNO_3$ 加倍、蔗糖调整到 $w=4.0\%$ 的 $MS$ 培养基中悬浮培养,50 d左右产生胚性细胞团块。将这些胚性细胞团块转移到含 $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}IBA+1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}6\text{-BA}$ 的 $MS$ 培养基上培养,20 d左右分化出具2片真叶的小苗。继续培养,愈伤组织可不断分化增殖,产生大量试管苗。叶片外植体在含 $0.3\sim 0.6\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}6\text{-BA}$ 的培养基上,也可不通过愈伤组织阶段,直接分化出再生植株。再生植株繁殖系数极高,在含 $0.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}6\text{-BA}$ 的培养基上单株培养,1个月可增殖到60多株具2片以上真叶的小苗。试管苗可直接在增殖培养基中生根,移栽成活率100%。张燕玲等<sup>[31]</sup>以广藿香叶片及带节茎为材料,研究青枯菌粗毒素不同制备方法、青枯菌不同培养时间及不同菌液浓度对外植体离体再生的影响。莫小路等<sup>[32-33]</sup>对原产于广州石牌和海南的2个广藿香栽培品种进行组织培养并获得了再生植株,再生植株生长2~3个月后形态上有明显的差异。生长3个月的再生植株中,原产于广州石牌的广藿香挥发油含量为1.4%,低于原产于海南的广藿香(2.9%);而挥发油的成分中,广州石牌广藿香的广藿香酮质量浓度为 $375.76\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,显著高于海南广藿香( $7.82\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )。这说明组织培养获得的再生植株保持了其原植物在形态、挥发油含量和成分上的差异性。

20世纪80年代初,海南广藿香发生青枯病,由于一直未能找到有效的防治方法,致使青枯病危害越来越重。到20世纪90年代,广藿香已无法在海南种植,基本停止了人工栽培。为了恢复广藿香的生产,迫切需要培育一批抗病品种。由于广藿香在我国是无性繁殖作物,因此,常规方法较难奏效。用生物技术进行抗源的离体筛选是行之有效的途径。Carlson<sup>[34]</sup>首次在培养基中加入病原菌毒素进行离体筛选,获得烟草抗野火病的抗性植株。张家明等<sup>[35]</sup>通过农杆菌介导的方法将柞蚕抗菌肽D(cecropin-D)基因导入广藿香细胞,获得5株转基因植株,并繁殖成无性系。在cecropin-D转基因植株无性系后代中加入青枯病原菌*Pseudomonas solanaceum*共培养,约有1/4转基因植株无性系后代存活,对照植株全部死亡,这表明转基因植株具有一定的抗病性。李文楚等<sup>[36]</sup>试验结果也表明,抗菌肽对广藿香青枯病病原菌具有强烈的杀菌作用。生物技术应用于抗病育种的另一方法,是将抗病基因转化植物细胞,然后通过选择培养获得转基因植株,从而使植物获得抗病性。周鹏等<sup>[37]</sup>通过农杆菌介导的叶盘法将抗菌肽B基因转入广藿香的组织细胞,经试验证实抗菌肽B基因已整合到再生植株的核基因组中,获得了高水平的表达,产生较强的抗病效果。张家明等<sup>[38]</sup>将人工合成的柞蚕抗菌肽D基因和天蚕抗菌肽B基因分别接上启动子和终止子,克隆到双元表达载体pBin19上,构建成双价抗菌肽基因表达载体pTBD。用三亲交配的方法将pTBD导入根癌农杆菌菌株LBA4404,再通过农杆菌将抗菌肽B和D基因导入广藿香,获得27个转基因植株。Southern杂交结果表明,抗菌肽B和D基因已同时整合进3个株系染色体组中。与病原细菌*Pseudomonas solanaceum*试管共培养,结果表明,转基因植株获得较强抗病性。盆栽接菌试验结果也表明,转基因植株具有较强抗病性。Yukio Sugimura等<sup>[39]</sup>也得出了相似的结论。这为广藿香植物细胞转入抗病基因而获得抗病植株提供了科学的依据。刘星<sup>[40]</sup>以培育的广藿香试管苗为材料,根据建立的青枯菌培养方法,进行广藿香抗病性离体鉴定方法的研究。杨春雨<sup>[41]</sup>试验表明,可杀得2000对广藿香青枯病病原菌有抑制作用,而枯立脱、青枯灵、链霉素、细菌诺和新植霉素对广藿香青枯病病原菌没有抑制作用。杨春雨等<sup>[42]</sup>调查表明,在海南省万宁市,广藿香青枯病的平均发病率为16.68%,病原菌的分布没有地域选择性和植物器官选择性。

### 3 问题与展望

目前,广藿香为市场需求量较大的南药之一,国内市场每年广藿香挥发油需求量约220 t,而年产量只有40~50 t,出现了严重的“供不应求”现象。并且,在我国临床上广藿香常用作芳香化湿中药,具有良好的药效。Ichikawa等<sup>[43]</sup>试验证明,广藿香的沸水提取物能对抗钾离子引起的豚鼠直肠挛缩和钙离子所致

的大鼠主动脉的收缩有疗效,并证实广藿香醇是钙拮抗作用的主要活性成分。随着其药理药效研究的不断深入,逐渐发现广藿香中一些黄酮类成分具有抗癌活性<sup>[44]</sup>和抗病毒<sup>[45]</sup>等作用。然而,目前对于广藿香的研究还不十分完善,有待在以下几方面进行补充:1)广藿香植物作为一个自然分类群属于亚洲热带种,在我国产区罕见开花结实,千余年来,未见有过性繁殖,缺少基因多样性且品种单一,遗传基础也狭窄,迫切需要进行品种改良或新品种选育,以解决严重的种质退化问题。目前,尽管部分产区出现了一些种内自然变异,但其遗传变异内部因素的分析 and 探讨也还有待深入研究;2)目前仅有以我国引种栽培的广藿香为材料进行“广藿香道地性”研究的报道。笔者认为,“广藿香道地性”的研究,应将我国引种栽培的广藿香与东南亚原产地广藿香作一深入细致的比较,系统分析其差异及造成的原因,这样才完善,也才谈得上真正意义上的“广藿香道地性”研究。故现在应着力与其“祖先”进行比较研究;3)现代药理学研究表明,广藿香可以调节胃肠道功能和具有抗菌作用。其中,广藿香酮、百秋李醇等为抑菌的主要活性成分。笔者认为,从研究广藿香代谢途径中关键酶着手,加强活性成分(如广藿香酮和百秋李醇)含量高的广藿香新品种(系)选育,利用基因工程手段培育广藿香优良品系或新的栽培类型;4)利用细胞悬浮培养技术,生产出广藿香更多的活性成分。该研究重点是探讨不同培养基、摇床转速、培养基初始 pH、碳源、接种量、植物生长物质含量对广藿香细胞生长、广藿香酮和百秋李醇合成积累的影响,通过优化培养条件,生产出广藿香更多的活性成分,这既可保护广藿香活体资源,又可满足人们日益增长的用药需求。

## 参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中国药典(一部)[S]. 北京:化学工业出版社,2010:30.
- [2] 吴友根,郭巧生,郑焕强. 广藿香本草及引种历史考证的研究[J]. 中国中药杂志,2007,32(20):2114-2117.
- [3] 吴友根,郭巧生,林尤奋,等. 广藿香中矿质营养分布特性的研究[J]. 中草药,2009,40(10):1647-1650.
- [4] 郭巧生,吴友根,林尤奋,等. 广藿香苗期生长及其抗氧化酶活性对盐胁迫的响应[J]. 中国中药杂志,2009,34(5):530-534.
- [5] 吴友根,郭巧生,郑焕强. 广藿香种植土壤和药材中有机氯农药及重金属残留分析[J]. 中国中药杂志,2008,33(13):1528-1532.
- [6] 杜一民,陈汝筑,胡本荣. 广藿香的化学成分及其药理作用研究进展[J]. 中药新药与临床药理,1998,9(4):238-241.
- [7] 张英,张金超,陈瑶,等. 广藿香生药、化学及药理学研究进展[J]. 中草药,2006,37(5):786-790.
- [8] 任守忠,靳德军,张俊清,等. 广藿香药理作用研究进展[J]. 中国现代中药,2006,8(8):27-29.
- [9] 曹柳英,李劲平,梁瑞燕,等. 不同产地广藿香的 RAPD 分析[J]. 中药新药与临床药理,2006,17(3):209-211.
- [10] 李颖,李劲平. 广藿香道地性的 RAPD 研究[J]. 现代医药卫生,2006,22(13):2027-2028.
- [11] 潘超美,李薇,贺红,等. 不同栽培居群广藿香的种内遗传多样性研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(9):723-726.
- [12] 张英. 广东道地药材广藿香的 GC-MS 化学指纹图谱和 DNA 指纹图谱研究[D]. 北京:北京中医药大学博士学位论文,2007:101-105.
- [13] 张英,陈瑶,张金超,等. 广藿香 ITS 基因型与地理分布的相关性分析[J]. 药学学报,2007,42(1):93-97.
- [14] WU You-gen, GUO Qiao-sheng, HE Ji-chan, et al. Genetic diversity analysis among and within populations of *Pogostemon Cablin* from China with ISSR and SRAP markers[J]. Biochemical Systematics and Ecology,2010,38(1):63-72.
- [15] 罗集鹏,曹晖,刘玉萍. 广藿香与土藿香的 DNA 序列分析及其分子鉴别[J]. 药学学报,2002,37(9):739-742.
- [16] 刘玉萍,罗集鹏,冯毅凡,等. 广藿香的基因序列与挥发油化学型的相关性分析[J]. 药学学报,2002,37(4):304-308.
- [17] 徐颂军,王晓峰,徐祥浩,等. 药用植物广藿香的品种分类探讨[J]. 华南师范大学学报:自然科学版,2003(1):82-86.
- [18] YASUSHI Kageyama, YASUKI Honda, YUKIO Sugimura. Plant regeneration from patchouli protoplasts encapsulated in alginate beads[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture,1995,41:65-70.
- [19] MEENA Misra. Regeneration of patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) plants from leaf and node callus, and evaluation after growth in the field[J]. Plant Cell Reports,1996,15:991-994.
- [20] 林小桦,贺红,吴立蓉,等. 广藿香愈伤组织诱导和分化再生植株的研究[J]. 广州中医药大学学报,2009,26(2):171-175.
- [21] 何明军,杨新全,陈葵. 海南广藿香试管内芽分化与愈伤组织诱导研究[J]. 中国药业,2009,18(6):21-22.
- [22] 肖省娥,贺红,徐鸿华. 广藿香组织培养与植株再生研究[J]. 中药材,2001,24(6):391-392.
- [23] 杨念,曾宋君,吴坤林,等. 广藿香愈伤组织的诱导和增殖[J]. 福建林业科技,2006,33(3):68-72.
- [24] 刘玉安,唐晓杰,杨春波. 广藿香组培繁殖技术的研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(35):17358-17359.

- [25] 潘超美,贺红,肖省娥,等.天然提取物对广藿香离体繁殖壮苗生长影响[J].广州中医药大学学报,2003,20(1):76-78.
- [26] 杜勤,王振华,徐鸿华.广藿香的组织培养和快速繁殖[J].植物生理学通讯,2002,38(5):454.
- [27] 杜勤,王振华,徐鸿华,等.石牌广藿香试管苗的研制[J].中国中药杂志,2002,27(3):179-181.
- [28] 林小桦,贺红,吴立蓉,等.广藿香不同外植体离体培养的研究[J].广西植物,2007,27(4):658-661.
- [29] 潘超美,贺红,徐鸿华,等.广藿香组培苗快繁与工厂化生产程序的研究[J].中药材,2005,28(11):973-974.
- [30] 张家明,郑学勤,孙雪飘.广藿香体细胞培养植株再生的研究[J].热带作物学报,1994,15(1):73-77.
- [31] 张燕玲,贺红,吴立蓉,等.广藿香抗青枯病离体筛选技术的研究[J].广西植物,2009,29(5):678-682.
- [32] 莫小路,汪小根,邱蔚芬,等.组培广藿香的形态特征及挥发油成分分析[J].热带亚热带植物学报,2008,16(4):382-385.
- [33] 莫小路,汪小根,邱蔚芬,等.组织培养法生产石牌广藿香及其质量分析[J].中国中药杂志,2008,33(7):840-842.
- [34] CARLSON P S. Methionine sulfoximine-resistant mutants of tobacco[J]. Science, 1973, 180: 1366-1368.
- [35] 张家明,郑学勤,孙雪飘.柞蚕抗菌肽D基因转化广藿香的研究[J].热带作物学报,1994,15(增刊):55-59.
- [36] 李文楚,温刘发,黄自然,等.柞蚕杀菌肽对热带作物病原细菌的杀菌作用[J].热带作物学报,1994,15(1):97-101.
- [37] 周鹏,郑学勤,陈向明.天蚕抗菌肽B基因在广藿香抗病育种中的应用[J].热带作物学报,1998,19(2):27-31.
- [38] 张家明,孙雪飘,郑学勤.抗菌肽B、D双基因表达载体的构建及转化广藿香的研究[J].热带作物学报,1997,18(1):50-57.
- [39] YUKIO Sugimura, NAOTO Kadotani, YOSHIKO Ueda, et al. Transgenic patchouli plants produced by Agrobacterium-mediated transformation[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2005, 82(3):251-257.
- [40] 刘星.青枯菌培养特性及广藿香抗病性鉴定方法的研究[D].广州:广州中医药大学,2009:40-41.
- [41] 杨春雨.广藿香青枯病室内药剂防治筛选试验[J].植物医生,2008,21(2):36-37.
- [42] 杨春雨,张争,魏建和,等.海南广藿香青枯病原菌分布的调查与分析[J].中国药业,2010,19(10):78-79.
- [43] ICHIKAWA K, KINOSHITA T, SANKAWA U. The screening of Chinese crude drugs for  $Ca^{2+}$  antagonist activity, identification of active principles from the aerial part of *Pogostemon cablin* and the fruits of *Prunus mume*[J]. Chem Pharm Bull Tokyo, 1989, 37(2):345-348.
- [44] MIYAZAWA M, OKUNO Y, NAKAMURA S, et al. Antimutagenic activity of flavonoids from *Pogostemon cablin*[J]. J Agric Food Chem, 2000, 48(3):642-644.
- [45] PARK E J, PARK H R, LEE J S, et al. Licochalcone A: an inducer of cell differentiation and cytotoxic agent from *Pogostemon cablin*[J]. Planta Med, 1998, 64(5):464-469.

## Progress in Research of the Hereditary Basis and Biotechnology of *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.

WU You-gen<sup>1</sup>, WU Lian-hua<sup>3</sup>, HE Ji-chan<sup>2</sup>

(1. College of Horticulture and Landscape, Hainan University, Haikou 570228, China;

2. Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou 571737, China;

3. Department of Pharmacy, Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** In the paper, progress in research of the hereditary basis and biotechnology in *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth. were reviewed, and the breeding problems and key points in the future research were also discussed.

**Key words:** *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.; biologic descendibility; fast multiplication for the tissue culture; molecular breeding for disease resistance