

土沉香扦插和嫁接技术研究

袁志永¹, 蔡楚雄¹, 郭韵², 董辉² (1. 东莞植物园, 广东东莞 523086; 2. 中国科学院华南植物园, 广东广州 510650)

摘要 [目的] 研究土沉香扦插和嫁接技术。[方法] 分别对5年生、15年生及30年生母树的插穗和接穗在早春与晚秋2个不同时间进行扦插和嫁接, 研究不同浓度(1 000、1 500、2 500 mg/L)下不同生长调节剂(IAA、IBA、NAA、ABT)对不同成熟程度的穗条(嫩梢、中等梢及老熟梢)处理后, 其插穗和接穗的成活率, 同时研究大树嫁接的不同砧木株高(50、80、100 cm)条件下老熟梢嫁接的成活率, 并对土沉香扦插和嫁接2种无性繁殖方式的成活率进行比较。[结果] 使用1 500 mg/L IBA处理穗条的成活率高于其他生长调节剂; 老熟梢成活率高于嫩梢及中等梢; 土沉香秋季扦插与嫁接的成活率高于春季; 在大树嫁接中, 当砧木株高100 cm时, 插穗的成活率最高; 土沉香穗条嫁接相比较扦插成活率更高。[结论] 土沉香无性繁殖中采用嫁接方式, 并选择老熟梢进行嫁接, 在进行大树嫁接时, 选择株高100 cm的砧木。

关键词 土沉香; 无性繁殖; 生长调节剂; 母树年龄; 季节; 大树嫁接

中图分类号 S723.1+32 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)01-0115-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.01.035

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the Cutting and Grafting of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng

YUAN Zhi-yong¹, CAI Chu-xiong¹, GUO Yun² et al (1. Dongguan Botanical Garden, Dongguan, Guangdong 523086; 2. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510650)

Abstract [Objective] To study the cutting and grafting technology of *Aquilaria sinensis*. [Method] The cutting and grafting of 5 years old, 15 years old and 30 years old *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng in spring and autumn was studied, and the scions surviving rate of different lignification degrees (young shoots, medium shoots and mature shoots) in different concentrations (1 000, 1 500, 2 500 mg/L) of different growth regulator treatments (IAA, IBA, NAA, ABT) was compared. Meanwhile, the survival rate of mature shoots under different rootstock height was also studied. [Result] The survival rate of IBA treated with 1 500 mg/L concentration was higher than that of other growth regulators; the survival rate of semi-lignified mature shoots was higher than that of young shoots and medium shoots; the cutting and grafting survival rate of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng in autumn was higher than that in spring; the survival rate of the cuttings was the highest when the rootstock height was 100 cm in mature tree grafting; the grafting was higher survival rate than cuttings. [Conclusion] It is suggested that grafting methods (choose the mature shoots) should be adopted in the vegetative propagation of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng. It is better to choose the rootstock height of 100 cm in the mature tree grafting.

Key words *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng; Vegetative propagation; Growth regulators; Seed-tree age; Seasons; Mature tree grafting

土沉香(*Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng)隶属于瑞香科(Thymelaeaceae)沉香属(*Aquilaria*), 是分布于热带、亚热带的一种常绿乔木^[1]。自然分布于广东(含港澳地区)、广西、海南及云南, 在台湾、福建、四川金沙江干热河谷等地区有人工栽培^[2-3], 其作为优秀的乡土树种在华南地区广泛种植。

土沉香的老茎在受到物理、化学伤害或真菌侵染后产生具有香脂的心材称为沉香^[4], 为我国传统中药材及著名天然香料, 其味辛、苦, 性微温, 具有行气止痛、温中止呕、纳气平喘之功效, 主治胸腹胀闷疼痛、胃寒呕吐呃逆、肾虚气逆喘急等症^[5], 1999年被列为国家二级重点保护野生植物^[6]。由于其较高的市场价值, 自然繁殖率低、更新力弱, 其野生种群受到了极大的破坏, 因此通过多种栽培措施扩大其种群规模, 保存其优良的种质资源并满足市场不断的需求成为当前土沉香研究的重点。多数学者对土沉香的种子繁殖以及组培技术进行研究^[7-11]。也有学者对土沉香的无性繁殖方式进行研究, 这些方式均有较高的成苗率^[12-13]。笔者研究不同生长调节剂种类和浓度、嫁接与扦插时间、采穗母树的年龄及插穗条本身的木质化程度对土沉香扦插与嫁接成活率的影响, 并

首次进行了大树嫁接试验, 旨在为今后土沉香无性繁殖提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于广东省东莞市南城区东莞植物园内苗圃基地, 地处113°44'~113°46'E、22°55'~22°58'N, 年平均降雨量1 774 mm, 年平均温度22.8℃。全年水热同期, 雨量充沛, 利于植物生长。

1.2 试验材料 扦插材料来自东莞植物园引种的5、15、30年生树, 分为嫩梢(60~90 d生枝)、中等(90~150 d生半木质化枝)及老熟梢(150~210 d生枝)3个级别, 每个插穗平均长10~15 cm, 带3枚叶片。大树(胸径在10~15 cm)嫁接的砧木截高至50、80、100 cm, 接穗为0.5~1.0 cm粗, 9~10 cm长且带有2~3个芽眼的老熟梢, 其他接穗与扦插试验相同, 为不同成熟程度的穗条(嫩梢、中等梢及老熟梢), 砧木为1年生土沉香实生苗, 截高至30 cm, 地径1.5 cm左右。

1.3 试验方法

1.3.1 基质处理。 试验用基质成分配比为河沙30%、泥炭土30%、蛭石20%及珍珠石20%。使用500倍春雷霉素对基质进行消毒, 并使用1 000倍高锰酸钾以及1 000倍百菌清每隔3~4 d进行交互喷洒消毒杀菌。

1.3.2 不同生长调节剂、浓度处理穗条。 分别使用吲哚乙酸(IAA)、吲哚丁酸(IBA)、萘乙酸(NAA)、ABT生根粉对土沉香插穗进行短时浸泡(时间不超过30 min)处理, 4类生长

基金项目 东莞市科技局项目“莞香传统高效结香技术与优良品种选育研究”(201550720100019); 东莞市科技局项目“广东省土沉香资源收集和优良品种选育”(2017A030303060)。

作者简介 袁志永(1973—), 男, 广东东莞人, 农艺师, 从事园林园艺植物栽培和应用研究。

收稿日期 2018-07-13

调节剂均设置3个浓度梯度1 000、1 500、2 500 mg/L,并设置对照组(CK),即不用任何生长素进行处理。

1.3.3 不同季节扦插试验。分别在早春3—4月、晚秋10—11月进行扦插试验。扦插采用直插法,扦插后喷施清水以便插穗与基质结合紧密。每种比较试验的每种处理方式都扦插10株,并设置3个重复。

1.3.4 嫁接试验。嫁接试验为2组,一组为大树嫁接:分别在早春2—3月、晚秋9—10月进行嫁接试验。选择干面平坦处开槽剥皮,槽深3~4 cm,宽1 cm。接穗一面去皮削平3~4 cm,另一面斜切2.0~2.5 cm;另一组为不同成熟程度接穗的嫁接,接穗削面长3 cm左右。嫁接采用切接法,将接穗处理好之后插入已开好的槽内,用胶带固定接穗,并用塑料薄膜及锡箔纸封住接穗顶端切口,以防水分散失和病菌侵染。每种比较试验的每种处理方式均嫁接10株,并设置3个重复。

1.3.5 扦插、嫁接后管理。用遮阴网在高温时进行遮阴,并通过控温设备以使温室内的温度维持在25℃左右。待扦插苗生根发芽成活后追加适量的复合肥水溶液以保证其苗期营养充足。

1.3.6 试验方案设计。分别在2017年3—4月、10—12月进行2次扦插试验,在扦插试验中选择不同母树树龄(Y_1 :5年生母树; Y_2 :15年生母树; Y_3 :30年生母树)、不同穗条类型(R_1 :嫩梢; R_2 :中等; R_3 :老熟梢);用不同的生长调节剂种类(T_1 :IAA; T_2 :IBA; T_3 :NAA; T_4 :ABT生根粉)进行处理;并选择不同的生长调节剂浓度(C_1 :1 000 mg/L; C_2 :1 500 mg/L; C_3 :2 500 mg/L)。

分别在2017年3—4月、10—12月进行2次嫁接试验,选择不同母树树龄的接穗(Y_1 :5年生母树; Y_2 :15年生母树; Y_3 :30年生母树)、不同成熟程度(R_1 :嫩梢; R_2 :中等; R_3 :老熟梢)进行嫁接试验。

2 结果与分析

2.1 扦插试验结果

2.1.1 不同生长调节剂、不同浓度、不同母树树龄以及不同成熟程度插穗的扦插成活率。在春、秋季分别进行了108株土沉香插穗的扦插试验,并设置对照组,对照组的插穗不进行生长调节剂的处理,结果无成活株。对处理过的插穗进行方差分析,结果表明,春、秋季的扦插试验中,生长调节剂种类(T)、浓度(C)以及插穗(R)木质化程度对插穗的成活率影响极显著,而母树年龄则对成活率的影响不显著。

从图1可以看出,对于不同生长调节剂处理,IBA(T_2)处理的平均成活率最大。在此生长调节剂处理下,1 500 mg/L(C_2)浓度下的平均成活率最大。而对于不同木质化程度的穗条而言,老熟梢(R_3)的扦插平均成活率最高。

2.1.2 不同季节土沉香扦插成活率对比。从上述试验结果可知,母树年龄对成活率的影响不显著,选定15年生母树的不同处理在春、秋两季进行对比分析。由图1可知,总体上秋季扦插的平均成活率最高,仅在 T_1 处理 C_1 浓度下的 R_2 以及 T_3 处理不同浓度下的 R_1 ,其平均成活率在春季高于秋季,不同季节进行嫁接试验的平均成活率存在显著差异。对不同处理下的穗条成活率进行分析,发现在秋季1 500 mg/L IBA处理下的老熟梢平均成活率最高为48.67%。

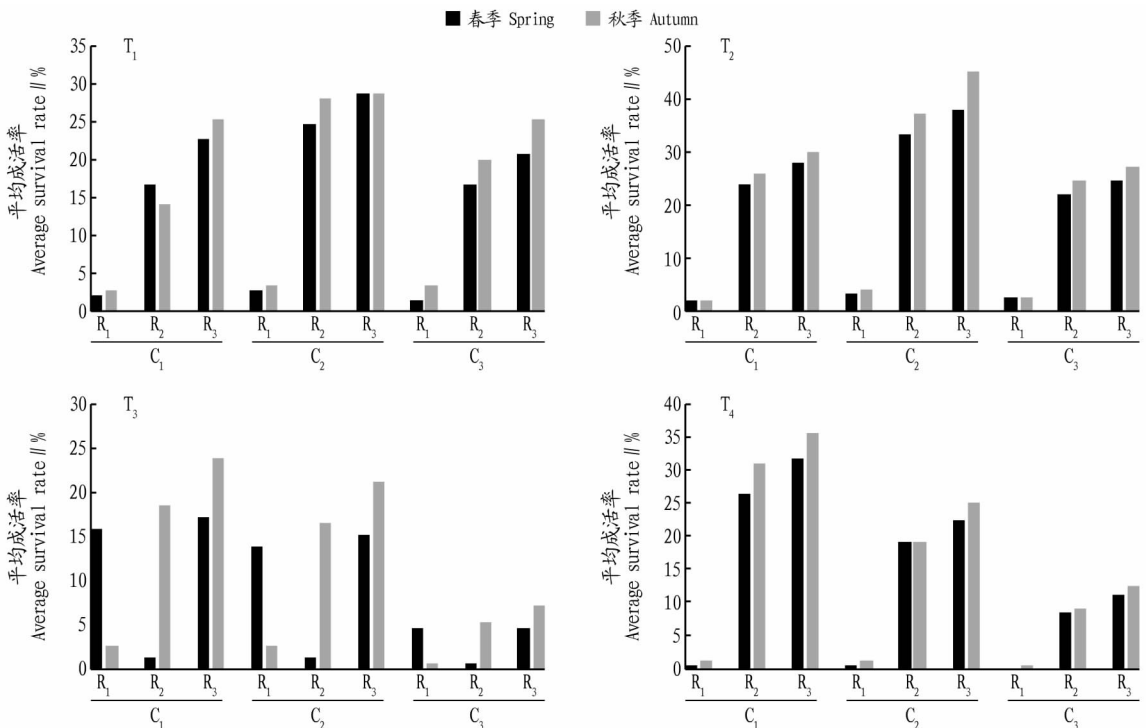


图1 不同生长调节剂处理下土沉香春秋两季扦插平均成活率对比

Fig. 1 Comparison of cutting survival rate of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng with different growth regulators treated in spring and autumn

2.2 嫁接试验结果

2.2.1 不同株高砧木下大树嫁接成活率。从表1可以看

出,对于同一季节的嫁接试验而言,砧木株高100 cm的成活率最高,在春、秋季分别为70.00%、90.00%。对于不同季节

的嫁接试验而言,不同砧木株高的嫁接成活率秋季均高于春季。其中,于秋季在 100 cm 株高的砧木上进行老熟梢嫁接的成活率最高,为 90.00%,而于春季在 50 cm 株高的砧木上进行老熟梢嫁接的成活率最低,为 20.00%。

表 1 不同株高砧木下老熟梢插穗在不同季节嫁接成活率比较

Table 1 Comparison of grafting survival rate of different cuttings under different rootstock height in spring and autumn %

季节 Season	株高 Plant height//cm			平均成活率 Average survival rate
	50	80	100	
春季 Spring	20.00	60.00	70.00	50.00
秋季 Autumn	30.00	80.00	90.00	66.67

2.2.2 不同木质化程度接穗及不同季节嫁接成活率对比。

由表 2 可知,对于 3 种不同年生母树的接穗而言,老熟梢接穗无论在春季还是秋季,其嫁接平均成活率均高于嫩梢及中等梢,其中 30 年生母树的嫁接平均成活率最高,为 41.11%。从不同季节嫁接试验结果看,5、15、30 年生母树春秋两季的嫁接平均成活率分别为 5 年生 32.22% 与 34.44%、15 年生 30.00% 与 41.11%、30 年生 34.44% 与 47.48,由此可知,秋季的嫁接成活率明显高于春季。总体来看,15 年生的老熟梢在秋季的嫁接成活率最高,为 76.67%。

表 2 不同季节下不同木质化程度插穗嫁接成活率比较

Table 2 Comparison of grafting survival rate of different degrees of lignification in spring and autumn

母树树龄 Tree age	季节 Season	接穗类型 Scion types	平均成活率 Average survival rate//%
5 年生 5-year old	春季	嫩梢	13.33±15.28
		中等	33.33±15.28
		老熟梢	56.67±20.82
	秋季	嫩梢	30.00±20.00
		中等	40.00±10.00
		老熟梢	73.33±11.55
15 年生 15-year old	春季	嫩梢	10.00±10.00
		中等	13.33±5.77
		老熟梢	66.67±5.77
	秋季	嫩梢	13.33±5.77
		中等	33.33±5.77
		老熟梢	76.67±15.28
30 年生 30-year old	春季	嫩梢	13.33±15.28
		中等	33.33±15.28
		老熟梢	56.67±20.82
	秋季	嫩梢	30.00±20.00
		中等	40.00±10.00
		老熟梢	73.33±11.55

3 结论与讨论

(1) 土沉香属于无性繁殖较难的树种,在扦插试验中分别使用吲哚乙酸 (IAA)、吲哚丁酸 (IBA)、萘乙酸 (NAA)、ABT 生根粉 4 种生长调节剂,方差分析结果显示,生长调节剂对扦插成活率的影响极显著,其中成活率最高的为 1 500 mg/L IBA 处理,平均成活率为 28.13%,其次为 1 000 mg/L ABT 生根粉处理下的平均成活率 25.46%,其他不同浓度生长调节

剂处理下的扦插平均成活率均较低。

(2) 不同年龄母树插穗对扦插成活率的影响不显著,但在实际扦插试验中发现,15 年生母树插穗的扦插平均成活率高于 5 年生及 30 年生的母树插穗,为 15.25%,而 30 年生、5 年生母树插穗的扦插平均成活率分别为 14.69%、11.98%。

(3) 不同季节扦插平均成活率也存在显著差异,春、秋两季扦插平均成活率分别为 15.10%、12.85%,秋季的扦插成活率高于春季,在嫁接试验中也存在此现象。其可能原因是土沉香为较喜阳性树种,对温度要求较高,东莞 10—11 月光照充足,平均温度正好处于其生长的最适温度 22 ℃。因而建议在未来的扦插嫁接土沉香生产中最好选择晚秋时节进行,以提高成活率。

(4) 不同成熟程度的插穗对扦插成活率的影响极显著,老熟梢的扦插平均成活率最高,为 21.76%,中等梢插穗平均成活率为 16.07%,而嫩梢插穗的平均成活率仅为 4.10%,可能原因是嫩枝插穗木质化程度低,棉状髓心占 2/3 强,因而扦插成活率较低,而老熟梢呈半木质化状态,棉状髓心占 1/2 弱,薄壁细胞较多且枝条内含有较多水分,且含有较多的可溶性有机物,细胞的分裂、分化能力强,有利于促进愈伤组织及根的生成,提高成活率。

(5) 对不同株高的砧木进行嫁接试验发现,砧木株高 100 cm 的平均成活率最高,为 80%,因而在以后的大树嫁接实践中最好选择株高 100 cm 左右的砧木。

(6) 对来自 3 种不同年生母树不同成熟程度的接穗进行嫁接试验,结果发现,15 年生老熟梢在秋季的嫁接平均成活率最高,为 76.67%,这种试验组合与扦插试验中的选择相似。

(7) 在实际的土沉香无性繁殖生产实践过程中,平均成活率最高的繁殖方法为嫁接。在晚秋时节,选择 15 年生母树的老熟梢进行扦插与嫁接,生长调节剂则建议选择 1 500 mg/L IBA 对穗条进行处理。

参考文献

- [1] 李林海,寿海洋,马清温.土沉香(瑞香科)的地理分布研究[J].安徽农业科学,2012,40(17):9254-9256.
- [2] CHEN H Q, YANG Y, XUE J, et al. Comparison of compositions and antimicrobial activities of essential oils from chemically stimulated agarwood, wild agarwood and healthy *Aquilaria sinensis* (Lour.) gilg trees [J]. Molecules, 2011, 16(6): 4884-4896.
- [3] 寿海洋.土沉香(瑞香科)的分布和生物学特性研究[D].北京:北京林业大学,2010.
- [4] NAEF R. The volatile and semi-volatile constituents of agarwood, the infected heartwood of *Aquilaria* species: A review [J]. Flavour & fragrance journal, 2011, 26(2): 73-87.
- [5] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:三部[S].北京:中国医药科技出版社,2010.
- [6] 中华人民共和国野生植物保护条例[J].中华人民共和国国务院公报, 1996(12): 1178-1183.
- [7] ZHOU M H, WANG H G, SUOLANGJIBA, et al. Antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg. Leaves extract [J]. Journal of ethnopharmacology, 2008, 117(2): 345-350.
- [8] 兰芹英,方春妍,何惠英,等.土沉香成熟胚的组织培养及植株再生[J].广西农业生物科学,2001,20(3): 231-232.
- [9] 叶勤法,戚树源,林立东.土沉香愈伤组织培养及植株再生(简报)[J].热带亚热带植物学报,1998,6(2): 172-176.
- [10] 徐强兴,吴纪华,周立赖.土沉香的组培快繁技术研究[J].广东农业科学,2006(8): 44-46.

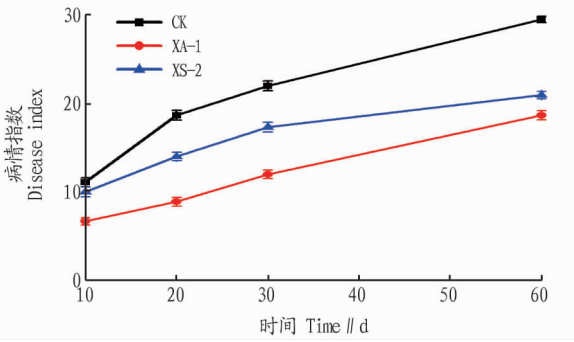


图3 烟株病情指数随时间的变化

Fig. 3 The change of disease index with the treated time

的拮抗菌后,可以有效地降低烟草黑胫病的病情指数,其中XA-1在第20天时相对防效最高为52.38%。由图3可知,XA-1菌处理组病情指数显著低于CK和XS-2处理组,其中在第20天后,相比对照,XA-1菌处理组病情指数下降,因此拮抗菌XA-1具备生物防治的潜力,可以做进一步的研究。然而拮抗菌相对防治效果的整体趋势下降,一方面可能是烟草B21属于易感品种,病原菌孢子成功侵入植株后,在植株体内存在特定的庇护场所而不会受到拮抗菌的影响^[13];另一方面可能是拮抗菌在烟草根部的数量减少,如需进一步验证,需要采用分子生物学技术考察拮抗菌在烟草根系中的定殖能力。

3 结论与讨论

本研究从健康烟草根部分离筛选得到1株对烟草黑胫病菌拮抗活性较好的细菌XA-1。菌株XA-1分泌的胞外次生代谢产物对黑胫病菌丝有很强的抑制效果,一方面与发酵液中活性物质能够抑制病原菌正常生长的菌体蛋白的合成有关,另一方面与拮抗菌产生的某些溶菌酶有关^[14]。经Biolog微生物和分子生物学分类鉴定,菌株XA-1初步鉴定为解淀粉芽孢杆菌*B. amyloliquefaciens*。温室盆栽试验结果表明,拮抗菌XA-1可有效地降低烟草黑胫病的病情指数,在第20天时相对防效最高为52.38%,因此拮抗菌XA-1具备生物防治的潜力。

在防治经济作物的土传病害过程中,生防研究为经济作物病害管理系统提供新的手段。农业可持续发展的需要必然会减少化学杀虫剂的施用量,低毒、无害、绿色、环保的生防菌剂将成为化学杀虫剂的替代产品。芽孢杆菌属细菌好氧或兼性厌氧,营腐生生活,生理特征多样化,抗逆性强,繁殖快,营养简单,适生性强。其突出的特征是产生耐热抗逆的内生芽孢,这有利于生防菌剂(Biological control agent BCA)的生产、加工和保存,也有利于菌体在环境中存活与

定殖^[15]。Elliott等^[16]考察了4种生防菌剂和化学农药在棉花和扁豆应用中的可靠性和稳定性。田间试验效果表明,芽孢杆菌菌剂在不同植物和不同年份比非芽孢杆菌菌剂稳定并能发挥长期的效用,而且可以与化学农药混合使用。

从理论上讲,任何能够降低植物病原微生物数量或致病性的微生物都属于生物防治的微生物资源,从丰富的微生物资源筛选出高效的拮抗菌是生物防治技术成功的关键。该研究从烟草植株中分离筛选的菌株XA-1对烟草黑胫病菌有较高的拮抗性,具有潜在的应用前景。然而一种生防菌剂从实验室到田间推广是一个极其复杂的过程,该研究仅对XA-1菌株的分离鉴定、拮抗活性及室内盆栽效果进行研究,要实现最终田间推广应用,仍需借助分子生物学相关技术,了解菌株在烟株中的定殖情况和动态变化。

参考文献

- [1] 陈瑞泰,朱贤朝,王智发,等. 全国16个主产烟省(区)烟草侵染性病害调研报告[J]. 中国烟草科学,1997,18(4):1-7.
- [2] 罗咏梅,周佳民,朱三荣,等. 植物源药剂防治烟草黑胫病的研究进展[J]. 安徽农业科学,2015,43(27):105-107.
- [3] 王革,郑小波,陆家云,等. 云南省烟草黑胫病菌对甲霜灵抗性的检测[J]. 南京农业大学学报,1997,20(4):105-107.
- [4] 杨芝炜,黎妍妍,张安盛,等. 烟草黑胫病拮抗菌XF10的筛选与鉴定[J]. 烟草科技,2018,51(4):20-27.
- [5] 马国胜,高智谋,陈娟. 烟草黑胫病研究进展[J]. 烟草科技,2001(9):44-48.
- [6] 马冠华,周常勇,肖崇刚,等. 烟草内生细菌Ith57的鉴定及其对烟草黑胫病的防治效果[J]. 植物保护学报,2010,37(2):148-152.
- [7] FRAVEL D R, SPURR H W. Biocontrol of tobacco brown-spot disease by *Bacillus cereus* subsp. *mycoides* in a controlled environment[J]. Phytopathology, 1977, 67(7):930-932.
- [8] SILVANI V A, FRACCHIA S, FERNÁNDEZ L, et al. A simple method to obtain endophytic microorganisms from field-collected roots[J]. Soil Bio and Biochem, 2008, 40(5):1259-1263.
- [9] CHEN C B, BAUSKE E M, MUSSON G, et al. Biological control of *Fusarium* wilt on cotton by use of endophytic bacteria[J]. Biological control, 1995, 5(1):83-91.
- [10] BERGER F, LI H, WHITE D, et al. Effect of pathogen inoculum, antagonist density, and plant species on biological control of *Phytophthora* and *Pythium* damping-off by *Bacillus subtilis* Co1 in high-humidity fogging glasshouse[J]. Phytopathology, 1996, 86(5):428-433.
- [11] WANG L T, LEE F L, TAI C J, et al. Comparison of *gyrB* gene sequences, 16S rRNA gene sequences and DNA-DNA hybridization in the *Bacillus subtilis* group[J]. Int J Syst Evol Micr, 2007, 57:1846-1850.
- [12] 方敦煌,吴祖建,邓云龙,等. 防治烟草赤星病拮抗根际芽孢杆菌的筛选[J]. 植物病理学报,2006,36(6):555-561.
- [13] JOHNSON K B. Pathogen refuge: A key to understanding biological control[J]. Annual review of phytopathology, 2010, 48:141-160.
- [14] RYAN R P, GERMAINE K, FRANKS A, et al. Bacterial endophytes: Recent developments and applications[J]. FEMS Microbiol Lett, 2008, 278(1):1-9.
- [15] FRAVEL D R. Commercialization and implementation of biocontrol[J]. Annu Rev Physiol, 2006, 43:337-359.
- [16] ELLIOTT M L, DES JARDIN E A, BATSON W E JR, et al. Viability and stability of biological control agents on cotton and snap bean seeds[J]. Pest Manag Sci, 2001, 57(8):695-706.

(上接第117页)

[11] 黄智慧. 西盟县土沉香人工培育技术[J]. 林业调查规划, 2006, 31(6):81-84.

[12] 牛焕琼,鲁学祥,王亚丽,等. 土沉香无性繁殖试验初报[J]. 林业调查规划, 2010, 35(6):119-123.

[13] 吴跃钦. 不同生根处理及不同扦插基质对土沉香苗木生根的影响[J]. 防护林科技, 2013(5):33-35.