

文章编号:1001-1498(2014)05-0667-05

巨桉耐寒无性系井冈1号的选育

曾炳山¹, 裘珍飞¹, 刘英¹, 李湘阳¹, 范春节¹, 周国华², 葛明亮³, 赖伟鹏⁴

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520; 2. 常德耐寒桉树种植有限公司, 湖南 常德 415000;
3. 湖南丰产林有限公司, 湖南 衡阳 421001; 4. 广州市增城白洞水库苗圃场, 广东 增城 511375)

摘要:采集抗寒巨桉单株的萌芽条,通过组培方式繁殖试验苗,以邓恩桉、赤桉、巨桉无性系 Eg5、广林九、巨赤桉无性系 DH201-2、尾巨桉无性系 DH3229 等品系作对照,经过多点对比试验的生长观测、抗寒性调查、抗雪压调查以及主要病虫害抗性的测定与调查,综合评价了井冈1号的生长与适应性,并讨论了井冈1号的适宜栽培区域和发展前景。结果表明:井冈1号的抗寒性与邓恩桉、赤桉接近,但抗雪压能力较邓恩桉、DH3229 好,井冈1号的保存率、高生长和胸径生长均比邓恩桉、赤桉、Eg5 等抗寒品系好。

关键词:耐寒;巨桉;无性系;井冈1号

中图分类号:S722.5

文献标识码:A

Selection of Cold Tolerant *Eucalyptus grandis* Clone Jinggang No. 1

ZENG Bing-shan¹, QIU Zhen-fei¹, LIU Ying¹, LI Xiang-yang¹,
FAN Chun-jie¹, ZHOU Guo-hua², GE Ming-liang³, LAI Wei-peng⁴

(1. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, Guangdong, China; 2. Changde Anlin Cold-resistance Eucalyptus Plantation Limited Company, Changde 415000, Hu'nan, China; 3. Hu'nan High-yield Forest Limited Company, Hengyang 421001, Hu'nan, China; 4. Baidong Reservoir Forestry Nursery, Zengcheng 511375, Guangdong, China)

Abstract: Jinggang No. 1 was selected from an *Eucalyptus grandis* plantation after severe frost bite and was propagated by tissue culture. It was tested at several sites with *E. dunii*, *E. camaldulensis*, *E. grandis* clone Eg5, *E. grandis* × *E. urophylla* clone Guanglin 9, *E. grandis* × *E. camaldulensis* clone DH201-2 and *E. grandis* × *E. urophylla* clone DH3229 as controls. Based on growth measurement, cold-resistance evaluation, snow pressure resistance investigation and tests of common pests and diseases, its growth, adaption capacity and cultivation prosperity were evaluated. The results showed that its cold resistance was close to that of *E. dunii* and *E. camaldulensis*, the snow pressure resistance was stronger than that of *E. dunii* and DH3229, the preserving rate, height growth and diameter growth were higher than those of *E. dunii*, *E. camaldulensis* and Eg5.

Key words: cold resistance; *Eucalyptus grandis*; clone; Jinggang No. 1

我国引进栽培桉树(*Eucalyptus* L'Hérit.)已有150年以上的历史^[1]。近20年来,随着桉树木材广泛应用于制浆造纸、纤维板和胶合板,桉树木材的市场需求显著扩大,导致我国桉树栽培急剧向福建中北部、江西南部、湖南中南部、贵州南部发展;然而,

这些地区的冬季降温幅度大,桉树林常发生严重冻害和冰雪灾害^[2-4]。目前,这些地区种植的耐寒桉树种类主要有邓恩桉(*E. dunnii* Maiden)、巨桉(*E. grandis* W. Hill ex Maiden)、柳桉(*E. saligna* Smith)、赤桉(*E. camaldulensis* Dehn. var. *camaldul-*

收稿日期: 2013-04-19

基金项目: 国家863项目“桉树、鹅掌楸转基因育种技术”(2013AA100705)和国家863项目“白桦、桉树等分子育种与品种创制”(2011AA100202)

作者简介: 曾炳山(1969-),男,江西井冈山人,研究员,从事热带林木繁育与转基因研究. b. s. zeng@vip. tom. com

lensis)等^[5-7]。邓恩桉因组培技术未完全突破,尚难以无性系化栽培。虽然赤桉选育了少量无性系,但在山地栽培,生长量难以达到较高水平。巨桉兼有抗寒、速生和组培繁殖容易等优点^[8],因此,选育耐寒的巨桉无性系对我国南亚热带的桉树栽培具有重要的现实意义。本文选育的巨桉耐寒无性系井冈1号(曾用名有常寒1号桉、湘林九号桉、共青1号桉)具有抗寒、抗枝瘿姬小蜂、速生、干形良好、组培繁殖容易等优点,已在福建、江西、湖南、贵州、广西等省区推广试种。

1 材料与方法

1.1 材料

2005年初江西发生了一次降温灾害天气,万安县城最低气温观测值为-4.8℃。万安县芙蓉镇的2年生巨桉实生林遭受了严重冻害,绝大部分植株主梢的冻死长度超过2.5 m,但一个单株仅嫩叶和嫩梢受冻。2005年5月将该抗寒单株伐倒,8月采集萌芽条进行组培繁殖。2006年4月繁殖出了该单株的无性系组培苗,并将该无性系定名为井冈1号。

井冈1号苗高约10 cm时即开始产生分枝,而

常见的尾巨桉(*Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*)和巨尾桉(*E. grandis* × *E. urophylla*)在苗高小于25 cm时一般不分枝。井冈1号的叶二型明显,这与尾巨桉等叶二型不明显也有区别。井冈1号苗期的嫩叶颜色略显淡黄,且边缘有波浪形,与Eg5、Eg6等巨桉无性系有明显区别。

井冈1号、巨桉无性系Eg5、尾巨桉无性系DH3227和SP7、巨赤桉(*E. grandis* × *E. camaldulensis*)无性系DH201-2和巨尾桉无性系广林九的试验苗在中国林科院热带林业研究所组培繁殖,邓恩桉和赤桉的苗木按常规播种繁殖。

1.2 生长与抗寒性对比试验设计

在湖南省衡南县和江西省于都县各设置1个试验点开展生长与抗寒性对比试验,2个试验点均处于耐寒桉树种植区的偏北地带。试验点的纬度、海拔、坡度、土壤和气候等概况见表1。试验林的基肥为桉树专用基肥,施用量为500 g·株⁻¹,第1年6—8月每株追施桉树专用追肥250 g,第2年4—5月每株追施桉树专用追肥500 g,第3年4—5月除于都试验点未施肥外,其它试验点仍然每株追施桉树专用追肥500 g。

表1 主要试验林地的概况

地点	经度(E)	纬度(N)	海拔/m	坡度/(°)	坡向	土壤	气候
衡南	112°36'	26°54'	110~130	9	东坡	速效N为36.25 mg·kg ⁻¹ ,速效P为6.96 mg·kg ⁻¹ ,速效K为164.93 mg·kg ⁻¹ ,有效B为0.18 mg·kg ⁻¹ ,有机质11.67 g·kg ⁻¹ ,pH值为4.89	年平均气温17.8℃,年降水量1452 mm,无霜期287 d
于都	115°46'	26°13'	150~180	20	东南坡	速效N为7.02 mg·kg ⁻¹ ,速效P为0.15 mg·kg ⁻¹ ,速效K为31.13 mg·kg ⁻¹ ,有效B为0.09 mg·kg ⁻¹ ,有机质4.86 g·kg ⁻¹ ,pH值为4.67	年平均气温19.7℃,年降水量1507 mm,无霜期305 d

衡南试验林于2008年6月种植,采用巨赤桉DH201-2和邓恩桉为对照,单因素随机区组试验设计,3个区组,每小区种植20株,株行距3 m×3 m。于都试验林于2009年4月种植,采用邓恩桉、赤桉、巨桉无性系Eg5、尾巨桉无性系广林九为对照,单因素随机区组试验设计,共6个区组,每小区种植10株,株行距3 m×3 m。2个试验点同一区组的所有小区均沿同一等高线铺设,小区内的10株或20株重复均为单行种植。

在满1年生、2年生和3年生时分别进行生长调查,对所有参试植株进行保存率、高度和胸径调查。另外,衡阳试验点在半年生时开展了1次生长调查,调查指标同前。1年生是评价桉树抗寒性的最好年龄,因衡南试验点2008年底至2009年初未发生冻害,而于都试验林于2009年底至2010年初发生了

中等程度的冻害,因此,采用2010年3月于都试验林所有参试植株的抗寒性调查结果进行评价。抗寒指标为等级指标,有叶片冻害等级和枝条冻害等级2个,等级划分与观测方法见参考文献[4]。

1.3 抗雪压能力调查

因衡南和于都的试验林在试验测定期间未发生雪压灾害,而2010年湖南嘉禾2年生示范林发生了严重雪压灾害,井冈1号与DH3229分片种植在同一山坡,在同一等高线的相邻处进行雪压调查。另外,在相距400 m且海拔、坡向、坡度及经营管理条件相同的地段同时种植了邓恩桉,作为对照进行抗雪压评价。每个品系调查3个重复,每个重复50株。

调查指标有折断比例、断口高度、倾斜角度。树高1/3以下的基部树干与竖直线的夹角为倾斜角

度,倾斜角度超过 10° 视为倾斜,计算倾斜率;倾斜角度超过 45° ,部分根系露出,靠周围树支撑,难以恢复直立和生长,计算倒伏率。

1.4 萌芽更新能力调查

广东翁源县红岭示范林4年生时进行了采伐和萌芽更新,春末采伐,伐后1周年时调查萌芽更新能力。重复3次,每重复调查50株。调查指标有萌条保存率、萌条高度和胸径。

1.5 病虫害抗性的测定与观察

采用加氯化三苯基四氮唑的 Kelman 培养基分离青枯病病原菌(*Ralstonia solanacearum* Yabuuchi),通过水培法^[9]测定井冈1号幼苗对青枯菌的抗性,对照为易感无性系 DH3327、SP7 和抗性无性系 DH201-2。测定试验3个重复,每重复15株。接种水培40 d后调查发病率和死亡率。

另外,在博罗县选择青枯病发病率大于50%的桉树林地进行更新造林,对照为DH3327、SP7,3个重复,每重复20株,调查2年生内的青枯病发病率和死亡率。

目前,井冈1号已在广东、江西、湖南、福建、广西桂林、贵州等省区开展多点小试和中试,总面积已达1.5万hm²。通过上述多点及苗圃的监测和观察,初步评价其对枝瘿姬小蜂(*Leptocybe invasa* Fisher & La Salle)、焦枯病(*Cylindrocladium scoparium* Morgan)、烟煤病(病原尚未分离鉴定)等病虫害的抗性。

1.6 数据分析

将保存率、折断率、倒伏率等百分率数据进行反正弦变换,然后进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 抗寒性

由表2看出:井冈1号叶片和嫩枝的抗寒性显著好于广林九和巨桉无性系Eg5,与赤桉和邓恩桉接近。广林九和Eg5两个无性系的叶片冻害等级约为1,即约1/4的嫩叶受冻死亡。邓恩桉与赤桉是实

生苗造林,单株间的冻害分化较大,部分单株冻害严重,约1/2的叶片受冻死亡,部分单株则没有冻害,平均叶片冻害等级分别为0.40和0.52,即约有1/8的叶片受冻死亡,这与2008年冰雪灾害调查相同^[4]。井冈1号的叶片冻害等级为0.53,约1/8的叶片受冻致死。

井冈1号、邓恩桉和赤桉的枝条冻害等级均较低,仅0.04~0.05,即仅个别单株的嫩梢受冻,而Eg5和广林九的枝条冻害等级分别为0.15和0.20,即有10%~20%嫩梢受冻死亡。因此,井冈1号的抗寒性与邓恩桉和赤桉接近,但明显比Eg5和广林九的好。

表2 于都试验点1年生叶片抗寒调查结果

指标	井冈1号	邓恩桉	赤桉	Eg5	广林九
叶片冻害等级	0.53	0.40	0.52	0.96	1.00
枝条冻害等级	0.05	0.04	0.05	0.15	0.20

2.2 抗雪压能力

由表3可知:2010年湖南嘉禾2年生示范林发生严重雪压灾时,井冈1号仍然有27.7%的植株未受到雪压影响,而DH3229和邓恩桉则100%植株雪压折断、倒伏或至少倾斜 10° 以上,因此,井冈1号的抗雪压能力明显比DH3229和邓恩桉的强。DH3229在强度降雪时以折断为主,折断率高达98%,而井冈1号的折断率只有63.8%,邓恩桉的折断率虽然只有56.3%,但倒伏率达25.0%,与折断率合计达81.3%。在实际经营过程中,严重弯曲和倒伏给植株带来的影响往往超过折断,因为2年生植株难以扶正,即使扶正也多会因伤根而死亡^[10],而倾斜植株的萌芽条生长没有折断植株的萌芽条好。

在雪压折断的植株中,井冈1号的平均断口高度为5.5 m,即多数植株仅是树梢或树干中部折断。DH3229的平均断口高度仅2.2 m,基本上是从基部折断。邓恩桉的断口高度也只有2.8 m,也是从树干基部或中部折断。树干从上部折断损失小,更容易恢复生长,恢复生长后对干形影响也相对较小。

表3 湖南嘉禾示范点抗雪压调查结果

品种	未压率/%	折断率/%	断口高/m	倾斜率/%	倾斜角度/(°)	倒伏率/%	树高/m	胸径/cm
井冈1号	27.7	63.8b	5.5a	8.5	12.6	4.3b	10.5	9.2
邓恩桉	0.0	56.3b	2.8b	43.7	48.8	25.0a	6.3	6.7
DH3229	0.0	98.0a	2.2b	2.0	15.0	0.0c	10.0	8.5

注:表中同列不同字母表示差异显著($p \leq 0.05$, LSD法),下同。

2.3 生长比较

桉树速生丰产林的培育周期为5~6年,1/2至2/3个轮伐期仅2~4年,因此,无性系选育多采用

2~4年生的生长数据进行比较^[11]。2个试验点3年生树高和胸径的方差分析结果(表4、5)表明:井冈1号的胸径生长和树高生长均显著优于邓恩桉、

赤桉和巨赤桉无性系 DH201-2。因为邓恩桉和赤桉是实生苗造林,单株之间差异较大,导致平均生长量显著下降。另外,赤桉对水肥条件要求略高,山地栽培的表现一般逊色于其它速生桉树种类^[12]。在于都试验点,井冈1号与巨桉无性系 Eg5、广林九相比,树高生长接近,胸径生长则略优,但未达到显著差异。广林九抗寒性差,如果发生较为严重的冻害,其生长势必显著不如井冈1号。

表4 衡南试验点的生长比较

年龄/a	指标	井冈1号	DH201-2	邓恩桉
0.6	树高/m	1.4	1.9	1.1
	胸径/cm	0.2	1.6	0.0
	保存率/%	83.2	90.4	59.7
2	树高/m	11.2	8.3	5.7
	胸径/cm	10.7	8.9	6.7
	保存率/%	80.1	85.0	51.1
3	树高/m	13.8a	9.7b	6.4c
	胸径/cm	13.9a	11.0b	7.8c
	保存率/%	79.7a	73.6a	47.0b

表5 于都试验点的生长比较

年龄/a	指标	井冈1号	邓恩桉	赤桉	Eg5	广林九
1	树高/m	4.3	2.7	2.9	3.7	4.4
	胸径/cm	4.7	2.2	2.1	3.3	3.6
	保存率/%	100.0	98.6	96.9	100.0	100.0
2	树高/m	8.7	5.5	5.4	7.8	8.1
	胸径/cm	7.5	4.8	4.5	6.7	6.4
	保存率/%	100.0	95.7	95.4	100.0	100.0
3	树高/m	10.2a	7.9b	7.0b	9.8a	10.1a
	胸径/cm	10.0a	7.1bc	6.3c	8.8b	8.7ab
	保存率/%	100.0a	88.6ab	95.4ab	100.0a	98.6a

由表4可知:衡南试验点井冈1号的保存率一直比较高,邓恩桉和巨赤桉DH201-2的保存率则逐年下降。邓恩桉的保存率由半年生的59.7%下降至3年生的47.0%,DH201-2则从90.4%下降为73.6%。邓恩桉保存率下降的一个原因是部分单株抗寒性不够,树干冻伤后遭白蚂蚁危害而死亡;另一个原因是个别单株生长停滞,逐渐虚弱而死,死亡过程持续1~2年。DH201-2保存率下降的主要原因仅是树干冻伤后的白蚂蚁危害。在于都试验点,邓恩桉的保存率由98.6%一直下降至3年生的88.6%,下降幅度明显比其它品系的大,主要原因是不明原因的生长停滞和虚弱而死。

2.4 萌芽更新能力

翁源红岭示范林萌芽更新调查发现:井冈1号的萌芽更新1年后萌芽条的保存率为89.6%,1年生萌芽条的平均高度为3.5 m,平均胸径为3.3 cm。

2.5 病虫害抗性

水培接种法的测定结果(表6)表明:井冈1号对青枯病的抗性较强,幼苗接种后发病率仅16.7%,比抗性对照DH201-2的高,但明显比易感对照SP7和DH3327的低。在广东博罗因发生严重青枯病的桉树林地上更新种植,2年生内的青枯病调查结果也验证了苗期的水培测定结果,井冈1号、SP7和DH3327的发病率分别为17.8%、63.0%和67.8%,说明本无性系的青枯病抗性较强。其它多点试验示范的结果也表明,只有使用了农家肥或林地带菌的情况下,井冈1号幼林才会有少量植株发生青枯病。

表6 井冈1号青枯病抗性测定

无性系	井冈1号	SP7	DH3327	DH201-2
幼苗发病率/%	16.7	50.0	66.7	3.3
2年生幼林发病率/%	17.8	63.0	67.8	-

在海拔525~750 m的翁源县红岭示范点、海拔600~800 m的清新县示范点和海拔500~600 m的英德市大镇示范点,2年生时均在5—10月发生了较严重的烟霉病,后期叶背布满烟霉后,叶片变红卷曲并脱落,严重影响生长,个别虚弱的小树可致死亡。烟霉病菌仅侵染井冈1号的幼态叶,3年生后或植株高于5~6 m后长出的成年叶片则不受侵染,病害可自行消失。在同一纬度的低海拔山地种植的井冈1号未发现此病。

经过多点观察发现,井冈1号在北纬24°以南的不通风山沟和山谷种植,可发生焦枯病,易感程度与广林九、DH3229、Eg5等品系接近。在北纬24°~27°间的江西、湖南等试验示范点则尚未发现焦枯病,可能是这些地区的气温较低,不易达到焦枯病发生的温度要求。

近年来,传入我国的桉树枝瘿姬小蜂能严重危害DH201-2和Eg5等无性系,导致毁灭性的灾害,赤桉和邓恩桉等也属于易感桉树种类^[13]。在疫区的苗期和幼林观察表明,井冈1号的枝瘿姬小蜂抗性与DH3229等尾巨桉相同。枝瘿姬小蜂会在苗木和幼树嫩梢上产卵,幼虫也可发育,并轻度影响嫩梢生长,但植株无过敏反应,不形成瘿瘤,最后无成虫产生,只要清除周围虫源,枝瘿姬小蜂对井冈1号影响即可消除。

3 结论与讨论

裘珍飞等^[14]用电导率法对井冈1号、广林9、DH201-2、Eg6和邓恩桉的抗寒性进行了测定,结果

显示:井冈1号成熟叶片的半致死温度为 $-9.26\sim-8.22^{\circ}\text{C}$,抗寒性大小顺序为Eg6、井冈1号、广林9、邓恩桉和DH201-2。井冈1号原株发现地江西万安县城气象站当年观测的最低温度为 -4.8°C ,而发现地处于郊区且相对于县城海拔较高,估计现场为 $-6\sim-7^{\circ}\text{C}$,但当时仅嫩叶受冻致死,可见,电导率法的测定结果有一定的参考价值^[15]。

井冈1号的胸径生长比其它品系的好(表3~5),基部木材粗大饱满,且井冈1号的干形通直,基部树干无扭曲起棱现象;而作者调查发现,巨桉无性系Eg5、Eg6及邓恩桉的大部分3~8年生植株的基部树干有轻微弯曲和轻微扭曲起棱现象。因此,井冈1号木材较Eg5、Eg6、邓恩桉等桉树品系更适合于作胶合板材,旋切的出材率更高,预期的木材价值也会更高。

桉树人工林常萌芽更新2~3代,且第2代萌芽林的生长快于第1代林^[16]。井冈1号的萌芽更新1年后萌条保存率为89.6%,比DH3229等品系的95%^[17]略低。经观察发现,井冈1号的树皮较厚,启动萌芽需要较长时间,迟发的萌芽容易被快速生长的杂草覆盖,而杂草覆盖正是萌条早期死亡主要原因之一^[18]。因此,为了保证井冈1号具有高的萌芽更新保存率,应加强砍伐后的杂草控制。邓恩桉的树皮也厚,4年生砍伐时萌芽保存率仅有87.0%^[4]。当然,萌芽率略低可通过多留1~2个萌芽条措施来弥补^[19~20]。井冈1号1年生萌芽条的平均高度为3.5 m,平均胸径为3.3 cm,与热带地区DH3229相比略偏低,这与井冈1号树皮厚萌芽启动慢有关。另外,萌芽更新调查点的海拔较高也在一定程度上影响了萌芽条的高生长和胸径生长。

20世纪90年代以前,桉树未出现成灾的虫害。21世纪初出现了偶发的小规模成灾的尺蛾(*Buzura suppressaria* (Guenée))、大袋蛾(*Clania variegata* Snellen)、黄刺蛾(*Cnidocampa flavescens* (Walker))、栗黄枯叶蛾(*Trabala vishnou* Lefebur)等虫害^[1]。近十年来,尺蛾已在华南地区的桉树林普遍发生并成灾^[21~23]。井冈1号所有试种点的林分尚未发现尺蛾为害,但也未试验测定其尺蛾抗性。因此,井冈1号的抗虫性尚待进一步研究。

综上所述,井冈1号具有抗寒、生长快、干形好、抗枝瘿姬小蜂等优点,可考虑在福建中南部、江西南部、湖南中南部、贵州南部、广东北部和广西北部进行中试和推广,但在广东和广西北部海拔较高、容易

发生烟霉病的区域和地段应慎重种植。

参考文献:

- [1] 邵述雄,欧阳权,张荣贵,等.中国桉树[M].北京:中国林业出版社,2002.
- [2] 李志辉,柏方敏,陈晓萍,等.湖南桉树[M].长沙:国防科技大学出版社,2002.
- [3] 徐建民,李光友,陆利华,等.南方桉树人工林雨雪冰冻灾害调查分析[J].林业科学,2008,44(7):103~110.
- [4] 曾炳山,张剑,李建娟,等.桉树人工林冰雪灾害恢复的调查[J].中南林业科技大学学报,2010,30(6):60~74,91.
- [5] 胡天宇,李晓清.巨桉引种栽培及适生区域的研究[J].四川林业科技,1999,20(4):9~13.
- [6] 李志辉,杨民胜,陈少雄,等.桉树引种栽培区划研究[J].中南林学院学报,2000,20(3):1~10.
- [7] 陈健波,项东云,张建明,等.广西耐寒桉树育种研究现状与对策[J].广西林业科学,2003,32(1):7~11.
- [8] 李志辉,黄晓光,汪晓萍.湖南省巨桉育种策略[J].中南林学院学报,2000,20(3):90~92.
- [9] 施仲美,奚福生,韦颖文,等.测定桉树品(种)系对青枯病菌抗性的技术研究[J].广西林业科学,1998,27(4):165~169.
- [10] 施恭明,陈信旺,陈绍玲,等.福建省沿海地区桉树造林应对台风危害主要技术措施[J].林业勘察设计,2009,19(1):1~4.
- [11] 陈少雄,周国福,林义辉.尾巨桉纸浆材人工林轮伐期研究[J].林业科学研究,2002,15(4):394~398.
- [12] 王豁然.桉树生物学概论[M].北京:科学出版社,2002.
- [13] 徐家雄,任辉,赵丹阳,等.桉树枝瘿姬小蜂种群发生规律与空间分布格局研究[J].广东林业科技,2008,37(6):50~57.
- [14] 裴珍飞,曾炳山,刘英,等.应用电导法评价5个桉树抗寒性[J].广东林业科技,2011,27(3):27~31.
- [15] 郭祥泉,洪伟,吴承祯,等.电导率与极端低温分布在闽中桉树引种决策上的研究[J].热带亚热带植物学报,2008,16(4):328~333.
- [16] 朱宇林,温远光,曹福亮,等.短周期尾巨桉连栽林分生产力的研究[J].江西农业大学学报,2006,28(1):90~94.
- [17] 洪长福,薛瑞山,韩金发.巨尾桉萌芽更新最佳伐根高度的确定[J].森林工程,2003,19(1):11~13.
- [18] 李宝福,蒋家淡,洪长福,等.巨尾桉二代萌芽更新的林地清理方式的研究[J].林业科学,2003,39(1):117~121.
- [19] 林星华.巨尾桉二代萌芽更新林分密度调控技术研究[J].林业科学研究,2001,14(3):283~287.
- [20] 杨曾奖,徐大平,江松远,等.尾叶桉萌芽林留条数量对生长和产量的影响[J].林业科学研究,2002,15(5):582~587.
- [21] 姚珍,何普林,苏斌,等.桉树油桐尺蛾生物学特性及防治策略[J].桉树科技,2007,24(2):41~43.
- [22] 黄乃秀,吴介放,朱海波,等.广西桉树林中油桐尺蠖的发生为害特点及防治建议[J].广西植保,2010,23(2):19~21.
- [23] 陈静,刘建锋,赵丹阳.2%阿维·苏可湿性粉剂对桉树尺蠖的防治效果[J].广东林业科技,2011,27(1):39~41.