

不同无性繁殖复壮措施对桉树生长及抗病性比较研究*

Comparison of Different Vegetative Propagation and Rejuvenation on the Growth Traits and Disease-resistance of *Eucalyptus*

谭健晖^{1,2}, 蔡玲¹, 王以红¹, 陈学政³, 朱高浦³, 吴耀军¹

TAN Jian-hui^{1,2}, CAI Ling¹, WANG Yi-hong¹, CHEN Xue-zheng³, ZHU Gao-pu³, WU Yao-jun¹

(1. 广西林业科学研究院, 广西南宁 530001; 2. 广西大学林学院, 广西南宁 530005; 3. 广西大学农学院 530005)

(1. Guangxi Forestry Research Institute, Nanning, Guangxi, 530001, China; 2. Forestry Institute, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530005, China; 3. Agronomy Institute, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530005, China)

摘要:以巨尾桉 (*Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*) 广林 9 号幼林为材料, 采用组培繁殖和扦插繁殖两种苗木进行桉树生长规律及抗病性衰退的比较研究。组培繁殖设 4 个处理, 分别为第 1、8、15、28 次继代苗 (简称为组培 1 代、组培 8 代、组培 15 代和组培 28 代); 扦插繁殖设 3 个处理, 种植第 15 代组培苗做采穗圃, 分别于第 1、2、3 年后采穗扦插的扦插苗 (简称为 1 年扦插、2 年扦插和 3 年扦插)。试验结果表明, 不同无性繁殖方法的幼林树高、地径生长曲线呈双峰型, 峰值分别出现在 3 月和 6 月, 树高、地径生长量及月增长量变化不同, 组培苗在地径生长方面具有较大优势, 树高生长方面虽然前期较差, 但后期增长快, 总体上仍具有优势; 同一繁殖方法随着繁殖代数增加, 树高、地径生长均呈下降趋势; 不同繁殖方法以及不同繁殖代数都会对抗青枯病能力造成影响, 组培苗的抗病性优于扦插苗, 同一繁殖方法随着繁殖代数的增加抗病性下降, 但抗病性衰退速度不同; 不同无性繁殖的抗焦枯病能力不同, 组培苗随着继代次数的增加而减弱, 扦插苗随着繁殖年份的增加而升高; 7 种无性繁殖复壮措施的抗衰退能力为组培 1 代最强, 组培 8 代次之, 3 年扦插最弱。

关键词:桉树 无性繁殖 生长衰退 抗病性衰退

中图法分类号:S723.1+32 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-9164(2007)02-0167-05

Abstract: Using the young trees of *Eucalyptus* built by different vegetative propagation methods, we tested their growth traits and disease resistance. Plants of first, 8th, 15th and 28th generation. Cutting seedlings of first, second and third year in cutting orchard coming from 15th generations propagated were regenerated. The testing results showed that the growth curve of tree height and diameter at ground height presented the trend of double peak. They appear in the maximum in March and June respectively. The tissue culture was better than rooting cuttings propagation on growth traits. With the increasing of serial propagation, the growth traits of the young forests of *Eucalyptus* showed descending trend. Different vegetative propagation measures and serial propagation would effect on bacteria wilt resistance. Tissue culture had a better resistance. On the other hand, the disease-resistance showed descending trend, but the descending rate was different. To the ability of *Eucalyptus* puts dieback, the tissue culture showed descending trend, but the rooting cuttings rejuvenation has a raising trend. So according to the testing results, it can be indicated synthetically that the resistance to senescence of the first tissues culture generation was the strongest, the eighth generation was stronger, and the third generation from cutting was the weakest among the 7 vegetative propagation and rejuvenation methods.

Key words: *Eucalyptus*, vegetative propagation, rejuvenation, growth senescence, disease-resistance senescence

收稿日期: 2006-08-09

修回日期: 2007-03-02

作者简介: 谭健晖 (1970-), 女, 高级工程师, 硕士研究生, 主要从事林木良种繁育研究。

* 广西青年基金 (桂科青 0339010) 资助项目。

随着国家林业六大工程的全面启动,需要强有力的措施补充和增加木材生产量。速生丰产林基地建设,能够在短期内提供大量优质木材,以满足市场需求,为顺利实施林业六大工程提供根本的保障。因此,“十五”期间,全国每年新造林面积达 600 多万公顷,桉树 (*Eucalyptus* sp.) 因其具有速生丰产、用途广泛、经济效益好等优点已成为南方商品林基地建设的主要树种。据不完全估计,华南地区“十五”期间发展了近 120 万公顷速生桉树林,其中桉树无性系约占 95% 以上。繁殖材料的成熟作用和位置效应(通称为“C 效应”)是无性繁殖中共同面临的难题,为克服这 C 效应,人们对不同树种的采穗母株采取伐桩促萌、修剪、连续继代扦插、幼砧连续嫁接、组织培养、化学调控等复壮措施,获得了较好的复壮效果^[1~5]。但是,在生产实际中,虽然有不同的“复壮”方法,却没有实验证明确实能复壮,复壮效果也有较大差异。在生长量方面,因使用继代次数过多的无性繁殖苗木出现生长量衰退的现象已经引起林木遗传学者们关注,树木个体的幼年性、成熟性、衰退与复壮已经成为无性系选育和改良所面临的重要课题^[4,5]。另一方面,随着单一无性系大规模连片种植,桉树青枯病发生面积和分布范围逐年增加,已经成为华南地区的主要林木病害,严重制约桉树人工林的发展。施仲美等^[6]研究桉树抗青枯病的稳定性,认为新的抗青枯病桉树优良品系在生产上使用 2~3 年,抗病性就会衰退,必须进行原株的抗病性复壮。随着大规模短周期桉树人工林的发展,无性系林业所面临的生长和抗性衰退等问题越发显得突出,桉树无性繁殖应该采取何种方式复壮,在人为干预条件下复壮措施的可靠性到底有多大,以及可能出现的遗传变异等等问题一直困扰着广大学者。国内的相关研究较少,为确保桉树无性系林业朝着持续良性的方向发展,需对这些复壮措施的可靠性作充分的研究。

本研究对桉树同一无性系的不同无性繁殖生长、抗病性的动态变化进行研究,比较不同无性繁殖的复壮效果,旨在为提高桉树无性系林业的整体水平提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

参试无性系为广西林业科学研究院选育的巨尾桉 (*Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*) 广林 9 号,试验材料采用组培繁殖和扦插繁殖两种苗木,共 7 个处理。其中组培繁殖设 4 个处理,分别为第 1、8、15、28 次继代苗(简称为组培 1 代、组培 8 代、组培 15 代和

组培 28 代);扦插繁殖设 3 个处理,种植第 15 代组培苗做采穗圃(矮桩修剪),分别于第 1、2、3 年后采穗扦插的扦插苗(简称为 1 年扦插、2 年扦插和 3 年扦插)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计

试验在广西林科院桉树生产基地内进行。每个处理定植 20 株,株行距为 2m × 1.5m,坎规格为 30cm × 30cm × 40cm,不施基肥。土壤类型为赤红壤,酸性,土壤肥力中等。

1.2.2 测定项目及方法

1.2.2.1 生长量测定 每月 20 日左右定株测量树高和地径,从 2005 年 9 月至 2006 年 7 月止,共计 11 个月。

1.2.2.2 抗病性测定 取一段 3cm 长的青枯病病根或病枝,洗净,用 75% 酒精浸泡约 30s,再用无菌蒸馏水冲洗 3 次,去掉外皮,放入内装 30ml 无菌蒸馏水的透明玻璃瓶内约 30min,等病菌浸出立即摇匀成悬浮液,此悬浮液即为菌液。取 1ml 菌液放入已消毒的培养皿中,倒入 8~10ml 含 TTC 的 Kclman 培养基在 36℃ 培养箱中培养 36h,在培养皿内选取不规则圆形,外围乳白色,中央为淡红色且流动性大的菌落,在 Kclman 培养基上扩大培养 36~48h,在 McFarland 分度计 OD650nm 下进行比色,取每毫升 1.5×10^8 菌液备用^[7]。

将每毫升含桉树青枯病菌数 1.5×10^8 的菌液倒入玻璃瓶,把 25~30cm 待测苗木洗净泥土,轻微伤根,放入玻璃瓶内,另一组以清水作为对照,培养 10~15 天,统计存活株数及死亡率。

以相似方法测定焦枯病。

1.2.3 综合评价

参照玉米^[8]、榆科树种^[9]、水稻^[10]等农作物的抗逆性分级评价法,对桉树 7 种复壮措施的复壮效果进行综合评分,分值越高,抗衰退能力越强。

2 结果与分析

2.1 不同无性繁殖方法的树高生长规律

扦插苗的树高生长量在 4 月前大于组培继代苗,4 月下旬至 5 月初,组培苗树高生长超过扦插苗(图 1)。组培苗在 2 月下旬开始月生长量大于扦插苗(图 2)。图 2 中,各处理苗木的树高生长呈双峰生长趋势,峰值出现在 3 月和 6 月,其中第 1 次生长高峰期是组培 4 个处理,月树高增长量为 78.8~83.7cm,扦插 3 个处理的月树高增长量为 48.8~56cm,组培苗树高月增长量明显优于扦插苗;第 2 次树高生长从 5 月开

始逐渐升高,至6月下旬缓慢下降,高峰期持续2个月,峰值出现在6月,6月份组培苗4个处理月树高增长量为145~152cm,扦插苗3个处理为128~137cm,组培苗4个处理6月的树高月增长量大于扦插苗3个处理。组培1代、组培8代、组培15代、组培28代、1年扦插、2年扦插和3年扦插4月12日至5月20日间的树高日平均生长量分别为4.7cm、4.7cm、4.5cm、4.6cm、3.5cm、3.5cm和3.6cm;5月20日至6月20日间的树高日平均生长量分别为4.7cm、4.7cm、4.7cm、4.9cm、4.4cm、4.3cm和4.1cm。6月下旬到7月下旬,树高日生长量逐渐下降。至7月下旬,不同无性繁殖苗木树高从高到低分别依次为:组培8代、组培1代、组培15代、组培28代、1年扦插、2年扦插和3年扦插(图1);树高平均月增长量从大到小分别为:组培15代>组培1代>组培8代>组培28代>2年扦插>3年扦插>1年扦插(图2)。

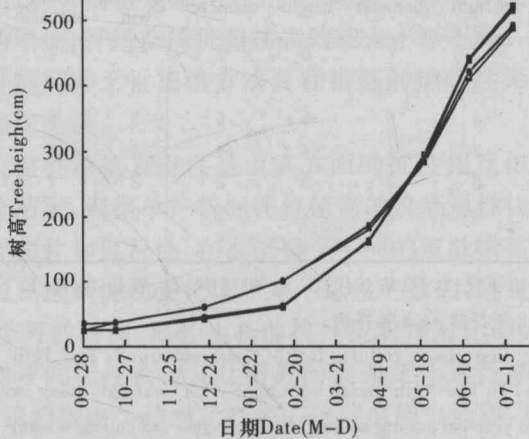


图1 不同无性繁殖方法的桉树树高生长量

Fig.1 The growth of tree height in different vegetative propagation of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

---:组培1代, -□-:组培8代, -△-:组培15代, -▲-:组培28代, -■-:1年扦插, -●-:2年扦插, -■-:3年扦插。
 ---: The first tissue culture, -□-: 8th tissue culture, -△-: The 15th tissue culture, -▲-: The 28th tissue culture, -■-: One-year-old cutting seeding, -●-: Two-year-old cutting seeding, -■-: Three-year-old cutting seeding.

2.2 不同无性繁殖方法的地径生长规律

组培苗的地径生长量均大于扦插苗(图3),且组培苗地径月增长量均大于扦插苗(图4)。图4中各处理苗木的地径生长呈双峰生长趋势,生长高峰出现在3月和6月,其中第1次生长高峰(3月份)各处理月地径增长量除2年扦插外均达1.2cm,第2次生长高峰(6月份)组培苗4个处理月地径增长量为1.9~2.1cm,扦插苗3个处理为1.5~1.8cm,组培苗4个

处理6月的地径月增长量明显大于扦插苗3个处理。组培1代、组培8代、组培15代、组培28代、1年扦插、2年扦插和3年扦插5月20日至6月20日间的地径日平均生长量分别为0.068cm、0.068cm、0.058cm、0.068cm、0.048cm、0.052cm和0.058cm;6月20日至7月20日间的地径日生长量分别为0.060cm、0.047cm、0.060cm、0.063cm、0.043cm、0.047cm和0.040cm。至7月下旬,不同无性繁殖方法苗木的地径从高到低依次为:组培1代、组培15代、组培28代、组培8代、1年扦插、2年扦插和3年扦插(图3);地径平均月增长量从大到小分别为:组培1代>组培15代>组培8代>组培28代>2年扦插>1年扦插>3年扦插(图4)。

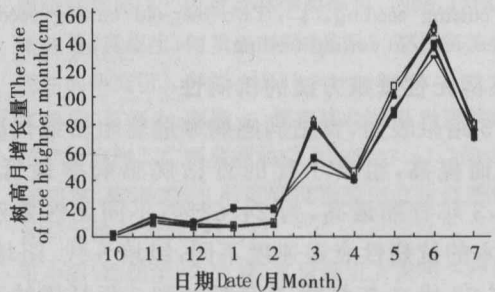


图2 不同无性繁殖方法的桉树树高月增长量

Fig.2 The growth of tree height per month in different vegetative propagation of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

---:组培1代, -□-:组培8代, -△-:组培15代, -▲-:组培28代, -■-:1年扦插, -●-:2年扦插, -■-:3年扦插。
 ---: The first tissue culture, -□-: 8th tissue culture, -△-: The 15th tissue culture, -▲-: The 28th tissue culture, -■-: One-year-old cutting seeding, -●-: Two-year-old cutting seeding, -■-: Three-year-old cutting seeding.

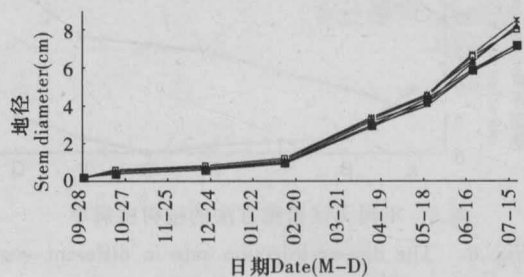


图3 不同无性繁殖方法的桉树地径生长量

Fig.3 The growth of stem diameter in different vegetative propagation of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

---:组培1代, -□-:组培8代, -△-:组培15代, -▲-:组培28代, -■-:1年扦插, -●-:2年扦插, -■-:3年扦插。
 ---: The first tissue culture, -□-: 8th tissue culture, -△-: The 15th tissue culture, -▲-: The 28th tissue culture, -■-: One-year-old cutting seeding, -●-: Two-year-old cutting seeding, -■-: Three-year-old cutting seeding.

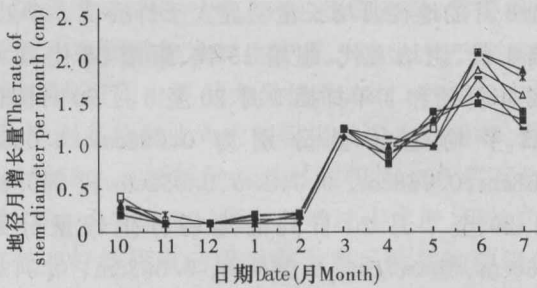


图4 不同无性繁殖方法的桉树地径月增长量

Fig. 4 The growth of stem diameter of per month in different vegetative propagation of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

—□—: 组培 1 代, —△—: 组培 8 代, —○—: 组培 15 代, —◇—: 组培 28 代, —■—: 1 年扦插, —◆—: 2 年扦插, —■—: 3 年扦插。

—□—: The first tissue culture, —△—: 8th tissue culture, —○—: The 15th tissue culture, —◇—: The 28th tissue culture, —■—: One-year-old cutting seeding, —◆—: Two-year-old cutting seeding, —■—: Three-year-old cutting seeding.

2.3 不同无性繁殖方法的抗病性

图 5 结果表明,青枯病感病率随着组培继代次数的增加而提高,组培 1 代的青枯病感病率最低,为 6.34%,3 年扦插最高,为 24.62%;不同无性繁殖方法的苗木的抗病性衰退速度不同,组培 8 代、组培 15 代、组培 28 代、1 年扦插、2 年扦插和 3 年扦插的青枯病感病率分别比组培 1 代高 3.41%、5.73%、8.66%、9.79%、11.04%和 18.28%。其中采穗母株使用 3 年生扦插苗,青枯病感病率大幅度提高,达到 24.62%,比使用 1 年扦插和 2 年扦插分别提高 8.49%和 7.24%,随着组培继代次数的增加和采穗母株使用年限的延长,巨尾桉广林 9 号抗青枯病能力由高抗变为中抗,下降 1 个等级。

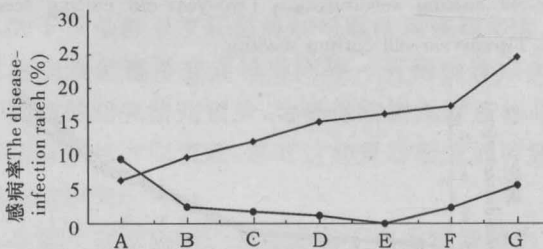


图 5 不同无性繁殖方法的桉树感病率

Fig. 5 The disease-infection rate in different vegetative propagation of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

A. 组培 1 代; B. 组培 8 代; C. 组培 15 代; D. 组培 28 代; E. 1 年扦插; F. 2 年扦插; G. 3 年扦插。

A. The first tissue culture, B. 8th tissue culture, C. The 15th tissue culture, D. The 28th tissue culture, E. One year-old utling seeding, F. Two year-old cutling seeding, G. Three year-old cutling seeding.

—●—: 青枯病, —■—: 焦枯病, —◆—: Bacterial wilt, —■—: Puts dieback.

不同无性繁殖方法的焦枯病感病率有不同变化。

组培苗随着组培继代次数的增加而减弱,组培 8 代、组培 15 代和组培 28 代焦枯病感病率分别比组培 1 代低 7.09%、7.80%和 8.30%;但随着采穗母株使用年限的增加,扦插苗的焦枯病感病率不断增加,3 年扦插和扦插 2 代的焦枯病感病率分别比 1 年扦插提高 2.32%和 5.63%。

2.4 不同无性繁殖方法的综合评价

据表 1 可知,本试验的 7 个处理抗衰退能力强弱分别为:组培 1 代>组培 8 代>组培 15 代>组培 28 代>1 年扦插>2 年扦插>3 年扦插。

表 1 不同无性繁殖方法的抗衰退能力综合评价结果

Table 1 The comprehensive characters related to resistance ability to senescence in different vegetative propagation method

性状 Character	月增长量 Growth of Per month		生长量 Growth		抗病能力 Bacterial wilt Resistance ability		总分 Total
	树高 Tree height	地径 Stem diameter	树高 Tree height	地径 Stem diameter	青枯病 Dieback Bacterial wilt	焦枯病 Dieback Puts dieback	
A	7	7	6	7	7	1	35
B	6	5	7	5	6	3	32
C	4	6	5	6	5	5	31
D	3	4	4	4	4	6	25
E	5	2	3	3	3	7	21
F	2	3	2	2	2	4	15
G	1	1	1	1	1	2	7

A. 组培 1 代; B. 组培 8 代; C. 组培 15 代; D. 组培 28 代; E. 1 年扦插; F. 2 年扦插; G. 3 年扦插。

A. The first tissue culture, B. 8th tissue culture, C. The 15th tissue culture, D. The 28th tissue culture, E. One year-old utling seeding, F. Two year-old cutling seeding, G. Three year-old cutling seeding.

3 讨论

无性繁殖不同复壮措施生长衰退问题长期以来受到广大学者的关注, Bolstadt 和 Libby 以新西兰辐射松为材料,比较经修剪与未经修剪母株上的插穗的扦插苗 7 年生时的生长表现,其结果是来自修剪母株的扦插苗材积相对较大,但其树体疤多,侧枝大,尖削度大,树形明显不如来自未修剪者^[1]。本试验中,不同无性繁殖复壮措施下的苗木树高生长、地径生长曲线均呈双峰型,峰值均分别出现在 3 月和 6 月,树高生长高峰期出现在 3 月和 5 月和 6 月,地径生长高峰出现在 3 月和 6 月。因此,结合生产实践,桉树的抚育和施肥工作最好在生长高峰期前进行,以便发挥最大的经济效益。造林前期,组培复壮的 4 个处理的树高生长量、树高月增长量均低于扦插苗,造林 4 个月开始,组培苗的月增长量开始超过扦插苗,造林 7 个月时,组培苗的树高生长量大于扦插苗。组培苗的地径

生长量、地径月增长量一直大于扦插苗,组培苗在地径生长方面具有较大优势,树高生长方面虽然前期较差,但后期增长快,总体上仍具有优势,但是,同一无性繁殖方法随着继代次数的增加和采穗母株使用年限的延长,树高、地径生长均呈下降的趋势。

施仲美等^[6]研究认为随着组培工厂连续繁殖年份的增加其抗青枯病性逐渐降低。本研究表明,同一桉树无性系不同无性繁殖复壮措施以及不同繁殖次数都会对抗病性造成影响,组培苗抗病性优于扦插苗,而同一繁殖复壮措施随着繁殖次数的增加抗病性下降,但抗病性衰退速度不同。随着组培继代次数的增加和采穗母株使用年限的延长,巨尾桉广林9号抗青枯病能力由高抗变为中抗,下降1个等级。这一现象必须引起足够的重视,以避免人为干预条件下抗病性衰退的发生。

不同无性繁殖方法复壮措施的抗焦枯病的能力不同。组培苗随着组培继代次数的增加抗焦枯病能力增加,但扦插苗效果正好相反,随着采穗母株使用年限的增加,扦插苗的抗焦枯病的能力不断下降。组培和扦插两种无性繁殖方法复壮措施的抗病性无明显的强弱关系。

植物的抗衰退性是由多方面的抗性相互作用的综合结果,根据单一指标评价植物的抗衰退性往往带着片面性和盲目性。在本试验中不同的复壮措施在各生长及抗病性的变化排序并不总是一致的。通过连续11个月的树高、地径生长曲线及抗病性对比研究,对桉树不同无性繁殖复壮措施的衰退变化进行综合评价,我们得出7种复壮措施的抗衰退能力强弱,其中,组培1代最强,组培8代次之,3年扦插最弱。

综上所述,桉树组培苗在生长、抗青枯病方面优于扦插苗,同一繁殖方法随着繁殖代数的增加生长、

抗病性下降。因此,在生产上应充分权衡生产成本与生长及抗病性衰退间的关系,尤其是抗青枯病能力的衰退问题,以确保复壮的效果。

参考文献:

- [1] 朱之悌. 树木的无性繁殖与无性系育种[J]. 林业科学, 1986, 22(3): 280-289.
- [2] 施季森, 何祯祥. 林木无性繁殖及其在遗传改良中的地位[J]. 世界林业研究, 1994, 7(1): 25-30.
- [3] 彭方仁. 无性繁殖的进展及其在无性系林业中应用前景[J]. 世界林业研究, 1990, 3(4): 74-80.
- [4] 谭健晖. 桉树嫩枝扦插繁殖研究进展及对策[J]. 广西林业科学, 2003, 32(2): 74-76.
- [5] 杜盛. 树木成熟与复壮的生物学基础及其在组织培育中的研究进展[J]. 内蒙古林学院学报, 1995, 17(3): 15-21.
- [6] 施仲美, 奚福生, 何贵整. 桉树品系对青枯病抗性及其稳定性的研究[J]. 广西林业科学, 2000, 29(3): 1-6.
- [7] 施仲美, 奚福生, 韦颖文. 测定桉树品系对青枯病抗性的技术研究[J]. 广西林业科学, 1998, 27(4): 165-169.
- [8] 胡荣海, 陶淑芝. 玉米苗期抗冷鉴定方法及指标[J]. 农业科技通讯, 1981(3): 14.
- [9] 韦小丽, 徐锡增, 朱守谦. 水份胁迫下榆科3种幼苗生理生化指标的变化[J]. 南京林业大学学报, 2005, 29(2): 47-50.
- [10] 邓志瑞, 陆巍, 张荣铨, 等. 水稻叶片光合衰退过程中内肽酶活力的变化[J]. 中国水稻科学, 2003, 17(1): 47-51.
- [11] BOLSTAD P V, LIBBY W J. Comparison of radiate pine cuttings of hedge and tree-form origin after seven growing seasons[J]. Silvae Genetica, 1982, 31(1): 9-13.

(责任编辑: 邓大玉)