

文章编号: 1000-5692(2001)02-0139-05

峦大杉扦插生根及生长

张纪卯, 陈文荣, 陈能德, 何志斌, 陈巧女, 郑文

(福建省国有来舟林业试验场, 福建 南平 353004)

摘要: 对峦大杉扦插繁殖的生根及生长能力与插穗类型、激素种类、激素质量分数、插穗长度、采穗部位、穗条年龄、留叶数量和扦插基质等相关因素进行研究。结果表明: ①插穗扦插后 84 d 产生不定根。峦大杉为皮部生根类型的树种。②采用 1 年生已木质化的不具顶芽的 1 级侧枝为插穗, 在 $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 ABT 生根粉中浸泡 4 h, 插穗长度 12 cm, 扦插前去掉下半部 2/3 针叶, 黄心土为扦插基质的扦插繁殖技术, 有利于插穗的生根及生长, 是扦插繁殖峦大杉的最优组合。表 7 参 6

关键词: 峦大杉; 营养繁殖; 扦插; 插穗; 扦插基质

中图分类号: S732.132

文献标识码: A

峦大杉 (*Cunninghamia konishii*) 属杉科杉木属^[1], 形态特征与杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 基本相似, 产于台湾省峦大山^[2], 又称香杉, 为杉木的一个变种, 材质同杉木, 是台湾省特有的优良用材树种^[3]。1987 年福建省首次从台湾省引进种子, 分别于三明岩前林业试验场和南平来舟林业试验场栽植。来舟林业试验场 5 年生幼树树高 5.5 m, 胸径 6.0 cm, 长势良好, 有较好的发展前途。峦大杉在原产地分布于海拔 1 300 m 以上, 属杉木分布区东缘高山生态类型, 适合国内高海拔山区种植推广, 但其种源缺乏, 种子供应不足, 难以满足林业生产需求, 且扦插繁殖技术在国内尚未见到报道, 研究其扦插育苗技术^[4], 用无性繁殖技术扩大峦大杉的栽培面积, 对丰富大陆造林树种和提高林业经济效益等方面均具有现实意义。

1 试验地概况

试验地设在来舟林业试验场后坑苗圃, 位于 $26^{\circ}38'N$, $117^{\circ}57'E$, 年平均气温 $19.4^{\circ}C$, 最高气温 $40^{\circ}C$, 绝对最低温 $-6.5^{\circ}C$, 年降水量 1 800 mm, 无霜期 300 d。试验地地势平坦, 土层较厚, 地下水水位适中, 土壤为砂壤土, pH 值 4.5, 土壤肥力中等。

2 材料与方法

2.1 插穗选择与处理

穗条为 5 年生峦大杉幼树树冠中上部生长健壮已木质化的枝条, 穗径 0.2~0.5 cm。插穗下切口用单面刀片切削, 保持切口干净平滑。插穗截取后随即进行生根促进剂处理 (除正交试验采用不同激素处理外, 其余均用 $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 NAA 处理), 处理时间 4 h。

收稿日期: 2000-09-25; 修回日期: 2000-12-04

基金项目: 林业部资助项目(950311)

作者简介: 张纪卯(1962-), 男, 福建南安人, 工程师, 从事森林培育研究。

2.2 试验设计

以插穗类型、激素种类和激素质量分数为主要因子，设计了三因素三水平的正交试验方案（表1）。穗条为2年生枝条，保留插穗上部1/3针叶，每个处理60根插穗，各处理3次重复。激素处理时间为4h，小区随机区组排列。此外，为研究插穗长度、部位、年龄、留叶数量和扦插基质对扦插生根生长性能的影响，设计5组简单对比试验，各组3次重复，各处理60根插穗。

2.3 扦插及插后管理

采用高床扦插，用 $3\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{FeSO}_4$ 进行土壤消毒，扦插床面铺一层约10cm的黄心土。3月中旬随截取随处理随扦插。正交试验株行距 $6.5\text{ cm}\times 10.0\text{ cm}$ ，简单对比试验株行距 $10\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ 。扦插深度6~7cm。插后搭荫棚，保持透光度40%、湿度85%。其他为常规管理措施。

3 结果与分析

表1 $L_9(3^4)$ 正交试验方案

Table 1 The orthogonal experimental program

水平	枝条类型(A)	激素种类(B)	激素质量分数(C)/($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
1	具顶芽的2级侧枝(A ₁)	NAA(B ₁)	50(C ₁)
2	不具顶芽的2级侧枝(A ₂)	ABT(B ₂)	100(C ₂)
3	不具顶芽的1级侧枝(A ₃)	木素酸钠+IBA(B ₃)	200(C ₃)

说明：各处理插穗长度12cm

3.1 扦插生根类型

插穗扦插后30d出现愈伤组织。35d开始抽梢，84d有少量插穗产生不定根，但具有不定根的插穗其愈伤组织很少或无，愈伤组织多的插穗却没有发现有生根的。由此，可以认为大杉不定根的形成与愈伤组织并无明显的关系，其扦插生根是属于诱导生根类型。

3.2 影响插穗生根及不定根生长的因子分析

3.2.1 插条类型、激素种类、激素质量分数对插穗生根效果的影响 以插穗类型、激素种类、激素质量分数为主要因子，设计了三因素三水平的正交试验^[5]，插穗生根效果于12月下旬进行全面调查。经统计，结果见表2。

表2显示，不同插穗类型、激素种类和激素质量分数对大杉插穗生根效果的影响差别较大。采用不具顶芽的2级侧枝为插穗，在 $100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ABT}$ 生根粉中浸泡4h，插穗生根率超过80%。其中不具顶芽的2级侧枝组合的平均生根率为66.7%，而具顶芽的2级侧枝组合的平均生根率为32.3%，不具顶芽的1级侧枝组合的平均生根率为52.2%，显然为了提高生根率应用不具顶芽的2级侧枝扦插为好。激素类型组合中，NAA、ABT和木素酸钠+IBA组合的平均生根率分别为51.1%、56.7%和43.3%，差异较小。激素质量分数组合中， $50\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ， $100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ， $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组合的平均生根率分别为51.1%、52.2%和47.8%，差异也较小。由此可见，影响插穗生根率的最主要因素是插穗类型。影响插穗不定根数量的最主要因素为激素质量分数，以 $100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{NAA}$ 浸泡具顶芽的2级侧枝处理的插穗不定根数量最多。影响插穗不定根长度的最主要因素为插穗类型，以不具顶芽的1级侧枝为插穗，经 $100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ABT}$

表2 正交试验结果及分析

Table 2 The results of orthogonal experiment and analysis of the data

序号	生根率/%			不定根数/条			不定根长度/cm		
1	43.3			5.7			6.41		
2	26.7			4.6			6.09		
3	26.7			3.8			3.76		
4	73.3			5.1			7.77		
5	80.0			3.8			9.05		
6	46.7			3.9			3.51		
7	36.7			3.6			5.69		
8	63.3			3.6			7.95		
9	56.7			5.4			9.68		
k_1	34.4	45.8	45.6	4.7	4.8	4.4	5.42	6.62	5.96
k_2	55.1	49.1	46.3	4.2	4.0	5.0	6.78	7.70	7.85
k_3	46.3	41.0	43.9	4.2	4.3	3.7	7.77	5.65	6.17
R	20.7	8.1	2.4	0.5	0.8	1.3	2.35	2.05	1.89
因素主次	A→B→C			C→B→A			A→B→C		
较优水平	A ₂	B ₂	C ₂	A ₁	B ₁	C ₂	A ₃	B ₃	C ₂

生根粉处理的不定根长度超过 9.68 cm。由此可见, 100 mg·kg⁻¹ 的激素质量分数对提高峦大杉扦插效果是适宜的, 以 100 mg·kg⁻¹ ABT 的效果为好。

3.2.2 不同部位穗条对生根生长的影响 取峦大杉的主梢、1 级侧枝和 2 级侧枝等 3 个不同部位的穗条进行对比试验, 于 12 月下旬调查, 并对数据作 *t* 检验^[6]。结果见表 3。

表 3 不同部位穗条与插穗生根生长的关系

Table 3 The effects of rooting and growth with cutting place

穗条部位	生根率			不定根数			不定根长度		
	平均/%	比值	<i>t</i>	平均/条	比值	<i>t</i>	平均/cm	比值	<i>t</i>
主梢 (CK)	13.3	100		3.00	100		3.51	100	
1 级侧枝	63.3	475.9	278.59**	3.58	119.33	0.67	7.95	226.50	0.90
2 级侧枝	26.7	357.0		3.28	109.33		5.21	148.43	

说明: $t_{0.01} = 2.66$, $t_{0.05} = 2.00$; 插穗长度 12 cm

从表 3 可以看出, 不同部位穗条对插穗生根率、不定根数量和不定根长度影响较大, 其中对生根率存在极显著影响。不同部位穗条对生根率影响大小依次为: 1 级侧枝 > 2 级侧枝 > 主梢 (ck)。前两者分别比对照高出 375.9% 和 257.0%。不同部位穗条对不定根数和不定根长度的影响也表现为一致趋势, 1 级侧枝和 2 级侧枝分别比对照高出 19.33%, 9.33% 和 126.50%, 48.43%。试验结果表明, 用 1 级侧枝扦插效果最好。

3.2.3 插穗长度对插穗生根生长的影响 截取峦大杉 1 级侧枝为插穗, 以 8 cm, 12 cm 和 20 cm 等 3 种不同插穗长度进行对比试验, 于 12 月下旬调查, 并对数据作 *t* 检验, 结果见表 4。

表 4 不同插穗长度与插穗生根生长的关系

Table 4 The effects of rooting and growth with cutting length

插穗长度/cm	生根率			不定根数			不定根长度		
	平均/%	比值	<i>t</i>	平均/条	比值	<i>t</i>	平均/cm	比值	<i>t</i>
8	26.7	100		4.63	100		6.09	100	
12	63.3	237.1	45.13**	3.58	77.32	1.27	7.95	130.54	1.47
20	50.0	187.3		4.60	99.35		10.05	165.02	

说明: $t_{0.01} = 2.66$, $t_{0.05} = 2.00$

从表 4 可以看出, 不同长度插穗对插穗生根率、不定根数量和不定根长度影响较大, 其中对生根率存在极显著影响。不同长度插穗对生根率影响大小依次为: 12 cm > 20 cm > 8 cm (ck), 前两者分别比对照高出 137.5% 和 87.3%。不同长度插穗对不定根数和不定根长度的影响不显著, 8 cm 长插穗的不定根数量较多, 20 cm 长插穗的不定根长度最长, 分别比前两者增加 65.02% 和 34.48%。对峦大杉扦插生根类型的研究可知, 峦大杉扦插 35 d 开始抽梢, 84 d 后才开始生根, 抽梢与生根时间间隔较长。插穗太短, 穗条本身所含水分少, 不及生根就干枯, 生根率低; 插穗太长, 蒸发水分多, 也容易失水, 不利生根。

3.2.4 穗条年龄对插穗生根生长的影响 以 1 年生、2 年生和 3 年生侧枝为穗条进行对比试验, 插穗长度 12 cm, 于 12 月下旬调查, 并对数据作 *t* 检验。结果见表 5。

表 5 不同穗条年龄与插穗生根生长的关系

Table 5 The effects of rooting and growth with cutting age

穗条年龄	生根率			不定根数			不定根长度		
	平均/%	比值	<i>t</i>	平均/条	比值	<i>t</i>	平均/cm	比值	<i>t</i>
1	53.3	214.9		5.44	261.54		11.67	232.14	
2	35.0	141.1	135.43**	2.57	123.56	20.67**	6.83	130.59	18.75**
3	24.8	100		2.08	100		5.23	100	

说明: $t_{0.01} = 2.66$, $t_{0.05} = 2.00$

从表5中可见,不同年龄穗条对插穗生根生长影响极显著,对生根率、不定根数和不定根长度的影响均达到极显著水平。以1年生穗条为好,其生根率分别比2年生和3年生穗条提高73.8%和114.9%,不定根数分别比2年生和3年生穗条增加137.98%和161.54%,不定根长度分别比2年生和3年生穗条增加101.55%和132.14%。插穗年龄对生根生长影响的研究进一步证明1年生枝较2~3年生枝扦插生根容易。

3.2.5 插穗留叶量对插穗生根生长的影响 以峦大杉8 cm长1级侧枝为插穗,扦插前保留全部针叶(1)、去掉下半部1/2针叶(1/2)和去掉下半部2/3针叶(2/3)等3种处理方法进行对比试验,于12月下旬调查,并对数据作 t 检验。结果见表6。

表6 插穗留叶量对生根生长的影响

Table 6 The effects of rooting and growth with cutting foliage

项 目	生根率			不定根数			不定根长度		
	平均/%	比值	t	平均/条	比值	t	平均/cm	比值	t
1	26.7	100		4.63	100		6.09	100	
1/2	31.6	118.4	53.21**	6.84	147.73	5.21**	6.83	112.15	6.87**
2/3	37.5	140.5		8.75	188.98		10.71	175.86	

说明: $t_{0.01} = 2.66$, $t_{0.05} = 2.00$

从表6中可见,扦插前保留插穗针叶数量对插穗生根生长影响极大,对生根率、不定根数和不定根长度的影响均达到极显著水平。以扦插前去掉下半部2/3针叶处理方法为好,其生根率分别比扦插前保留全部针叶、去掉下半部1/2针叶的处理提高40.5%和22.1%,不定根数分别比前两者提高88.98%和41.25%,不定根长度也分别比前两者提高75.86%和63.71%。很显然穗条去掉2/3针叶,能够与土壤更加紧密的结合,有利于穗条保持水分和幼根更早地吸收水分,能提早生根,多生根。

3.2.6 扦插基质对插穗生根生长的影响 以河沙、黄心土和圃地表土3种基质进行对比试验,穗条采用2年生侧枝,插穗长度12 cm,于12月下旬调查,并对数据作 t 检验。结果见表7。

表7 基质对插穗生根生长的影响

Table 7 The effects of rooting and growth with cutting medium

基 质	生根率			不定根数			不定根长度		
	平均/%	比值	t	平均/条	比值	t	平均/cm	比值	t
黄心土	75.0	272.7		6.93	188.83		8.34	202.43	
河沙	35.0	127.3	47.32**	2.84	77.38	12.87**	3.68	88.04	6.87**
圃地土	27.5	100		3.67	100		4.12	100	

从表7可知,不同扦插基质对峦大杉生根生长存在极显著差异。以黄心土基质为好,其扦插生根率为75.0%,是河沙基质的2.14倍,圃地土基质的2.73倍,其不定根数和不定根长度分别是河沙基质,圃地土基质的2.44倍、1.89倍和2.27倍、2.02倍。各种基质的结构有差异,黄心土作基质保水保温较好,圃地土次之,河沙最差,因此保墒性能较好的基质有利于峦大杉提早生根和提高生根率。

4 小结

峦大杉插穗扦插后81 d产生不定根,其不定根的形成与愈伤组织并无明显的关系,为皮部生根类型的树种。

插穗类型、激素种类和激素质量分数的三因素三水平正交试验表明,采用不具顶芽的2级侧枝为插穗,在 $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ABT生根粉中浸泡4 h,插穗生根率超过80%,是提高生根率,促进不定根生长发育的较优技术。

通过插穗长度、插穗部位、插穗年龄、插穗留叶数量和扦插基质对扦插生根生长性能影响的简单对比试验结果可知,以黄心土为扦插基质,截取1年生已木质化的1级侧枝为插穗,插穗长度12 cm,

扦插前去掉下半部 2/3 针叶这种处理方法有利于峦大杉插穗的不定根生根和发育。

参考文献：

- [1] 俞新妥. 杉木栽培学[M]. 福州：福建科学技术出版社，1997. 29—31.
- [2] 刘洪涛，张若蕙，沈锡康，等. 7种台湾特产珍贵树种的引种[J]. 浙江林学院学报，1994，**11** (3)：315—319.
- [3] 刘洪涛，张若蕙，丰晓阳，等. 台湾珍贵针叶树种引种造林试验结果[J]. 浙江林学院学报，2000，**17** (1)：14—19.
- [4] 邱进清. 杉木无性系在不同条件下扦插生根及生长的研究[J]. 中南林学院学报，1998，**18** (2)：46—51.
- [5] 华东师范大学数学系. 概率论与数理统计教程[M]. 北京：高等教育出版社，1982. 450—468.
- [6] 北京林业大学. 数理统计[M]. 北京：中国林业出版社，1990. 149—300.

Cutting test on *Cunninghamia konishii* cuttage in artificial conditions

ZHANG Ji-mao, CHEN Wen-rong, CHEN Neng-de, HE Zhi-bin, CHEN Qiao-nu, ZHENG Wen
(State-owned Forest Farm of Laizhou, Nanping 353004, Fujian, China)

Abstract: The interrelation among the rooting and growth ability of *Cunninghamia konishii* and the type of cuttings, the types and concentration of root growth helping matters, cutting length, cutting place, cutting foliage, and cutting medium were studied. The results showed that cuttings, belonging to bark rooting tree species, sprouted roots at 84 d after cuttage. The following cuttage measures could promote rooting and growing of cutting woods: 1-year lignified first king shoots with 12 cm, pruned away foliage under two third of height of coppice shoots and infused with $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ concentration of ABT for 4 h before cuttage, wereplanted on yellow soil.

Key words: *Cunninghamia konishii*; vegetative propagation; cuttage; cutting wood; cutting medium