



研究论文

Research Article

不同生根剂对杉木扦插根形态建成的影响

苏治南¹ 陈诗文² 杨家鸿³ 谭玲¹ 罗扬卓² 杨梅¹

1 广西大学林学院, 南宁, 530004

2 贺州市八步区林业科学研究所, 贺州, 542802

3 贺州市林业局, 贺州, 542899

✉ 通讯作者: fjyangmei@126.com; 作者

植物药与药理学杂志, 2013 年, 第 2 卷, 第 4 篇 doi: [10.5376/jpmp.cn.2013.02.0004](https://doi.org/10.5376/jpmp.cn.2013.02.0004)

收稿日期: 2013 年 12 月 02 日

接受日期: 2013 年 12 月 12 日

发表日期: 2013 年 12 月 28 日

本文首次发表在《基因组学与生物应用学》2013 年 32 卷第 6 期上。现依据版权所有人授权的许可协议, 采用 Creative Commons Attribution License 对其进行授权, 再次发表与传播。只要对原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。建议最佳引用格式:

引用格式(中文):

苏治南等, 2012, 不同生根剂对杉木扦插根形态建成的影响, 植物药与药理学杂志(online) Vol.2 No.4 pp.1-4 (doi: [10.5376/jpmp.cn.2013.02.0004](https://doi.org/10.5376/jpmp.cn.2013.02.0004))

引用格式(英文):

Su et al., 2013, Effect of rooting agents on root morphology of cuttings of Chinese fir clone, Zhiwuyao Yu Yaolixue Zazhi (online) Vol.2 No.4 pp.1-4 (doi: [10.5376/jpmp.cn.2013.02.0004](https://doi.org/10.5376/jpmp.cn.2013.02.0004))

摘要 本文以贺州东潭林科所的国家级优质杉木种质作为插穗材料, 采用正交试验及单因素试验设计, 研究不同生长调节剂配比、ABT1[#]对杉木优良无性系扦插的保存率、生根率、根系活力等根形态建成指标的影响。结果表明, 在 NAA 300 mg/L+IBA 40 mg/L 的配比作用下, 杉木扦插生根率最高, 达 74.15%; ABT1[#]对杉木插穗生根的作用效果明显, ABT1[#]处理后的生根率均在 96% 以上。生长调节剂与 ABT1[#]对杉木扦插生根具有促进作用。

关键词 杉木, 扦插, 生长调节剂, 生根粉, 根形态

Effect of Rooting Agents on Root Morphology of Cuttings of Chinese Fir Clone

Su Zhinan¹ Chen Shiwen² Yang Jiahong³ Tan Ling⁴ Luo Yangzhuo² Yang Mei¹

1 College of Forestry, Guangxi University, Nanning, 530004

2 Babu Forestry Research Institute, Hezhou, 542802

3 Hezhou Forestry Bureau, Hezhou, 542899

✉ Corresponding author, fjyangmei@126.com; Authors

Abstract The superior quality of Chinese fir in Dongtan forestry research institution in Hezhou was collected as the bergeon materials. Effects of different growth regulator and different concentrations of ABT1[#] on the cutting propagation were examined in this study as the reference to clone reproduction system of Chinese fir by the orthogonal experiment and single factor experiment. The results demonstrated that the rooting rate reached the highest point by NAA 300 mg/L and IBA 40 mg/L together, which is 74.15%. Meanwhile, ABT1[#] was beneficial to improve the rooting rate with beyond 96%. Both the growth regulator and ABT1[#] are positive to promote the rooting rate of cuttings of Chinese fir.

Keywords *Cunninghamia lanceolata*, Cuttage, Growth regulator, ABT1[#], Root morphology

杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook)是中国重要的商品林树种, 广泛分布于我国南方, 该树种有高产、萌芽能力强等特点, 可以美化环境, 净化空气, 吸毒防尘, 消除噪音(申发祥, 2012), 其木材纹理直, 材质轻软, 易干燥, 少翘曲开裂, 耐腐性强, 质量系数高, 广泛用于家具、室内装修、桥梁、船舶及造纸等行业(张群, 2011)。可是, 正因为杉木萌芽能力强, 生根快的特征, 广大林农进行扦插繁殖时, 未曾通过科学选育, 进而苗木的死亡率高而且林相差; 此外, 由于没有经过对采穗的母树进行科学地选优, 因而所选母树的树龄、生根萌芽能力以及立地条件等各方面条件对杉木生长造成了极大的干扰, 杉木的无性系繁殖的水平低(吴鹏飞等, 2007)。无性繁殖是栽培作物广泛采用的良种繁殖方式, 它能全部继承亲本的遗传信息, 保持亲本的优秀品质。早在上世纪 90 年代初, 我国的林木专家就得出结论, 杉木扦插无性林生长迅速, 其平均树高、胸径和单株材积分别比同龄的实生林增加, 表现出了无性林比实生林具有明显的生长优势(胡伯智等, 1999; 高振华, 1992)。杉木无性系造林试验也已证明, 无性系之间在树高、胸径、材积和开花结果上有着巨大的遗传差异, 选择优良无性系造林能大大提高林地的生产能力(游水林和代仕高, 2000)。在杉木无性系扦插育苗方面的研究表明, 杉木短穗扦插苗(无性系)造林具有早期速生性, 在生产中利用杉木优质短穗扦插苗培育短轮伐期的中小径材优势更明显。且不同部位萌条扦插成活率、生长量差异显著或极显著, 而根际萌条扦插成活率最高, 干上萌条次之, 老枝最差(陈忠林等, 2004; 邓奕辉, 1994; 何祯祥等, 1994)。而广西作为杉木的中心产区, 近年来对



杉木的相关研究缓慢。本研究在国家杉木良种基地广西贺州东潭杉木种子园的优树为材料进行扦插实验, 探索适宜广西优质杉木扦插生根的生长调节剂配比及 ABT1[#]浓度, 进一步了解和改进杉木枝条的扦插技术, 为培育出广西本地种源的杉木优良无性系苗木提供参考, 促进广西杉木无性系人工林的快速发展。

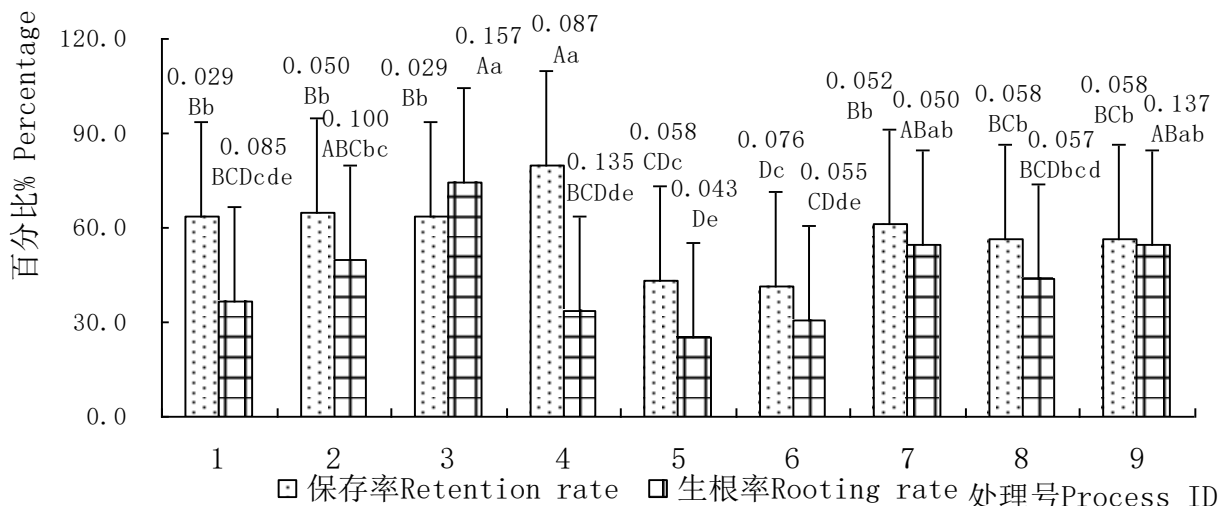


图 1 三种生长调节剂对比对杉木扦插保存率, 生根率的影响

Figure 1 Effect of three growth regulators ratio on retention rate and rooting rate of *Cunninghamia lanceolata* cutting

1 结果与分析

1.1 生长调节剂对杉木扦插的影响

1.1.1 保存率与生根率

由图 1 可以看出, 杉木扦插的保存率、生根率与生长调节剂的使用密切相关, 浓度过低无法起到促进作用, 浓度过高会对苗木生长产生抑制作用。保存率最大的组合是处理 4 (IAA 50 mg/L+NAA 100 mg /L+IBA 40 mg/L), 保存率达 80.00%, 与其它的处理均达到了极显著差异, 最低的是处理 6 (IAA 50 mg/L+NAA 300 mg/L+IBA 20 mg/L), 仅有 41.67%; 生根率最高的是处理 3 (NAA 300 mg/L +IBA 40 mg/L), 达 74.15%, 与其它处理均达到了显著差异。

不同的生长调节剂对杉木扦插的保存率、生根率影响不同, 从表 1 可以看出, 生长调节剂对保存率、生根率影响由大到小分别是: NAA > IBA > IAA、IAA > NAA > IBA, 对杉木扦插生根率最明显的是 IAA, 极差可达 1.04, 是其它两种生长调节剂的 2 倍, 各处理间水平达极显著差异。由图 2 可知, 三种生长调节剂的效果差异不显著, IAA 的三个水平之间的差异不显著。从图 3 可看出, IAA 50 mg/L 时生根率最低, 可能的原因是受到 NAA 和 IBA 之间交互作用的影响, 导致生根率下降。

表 1 三种生长调节剂对杉木保存率, 生根率的极差比较

Table 1 The range comparison of three growth regulators on retention rate and rooting rate of *Cunninghamia lanceolata* cutting

	因子 Factor	极小值 Min value	极大值 Max value	极差 R Range
保存率 Retention rate	IAA	4.58	0.39	0.35
	NAA	4.72	0.53	0.48
	IBA	4.67	0.45	0.41
生根率 Rooting rate	IAA	3.10	4.14	1.04
	NAA	3.57	4.10	0.53
	IBA	3.52	3.99	0.47

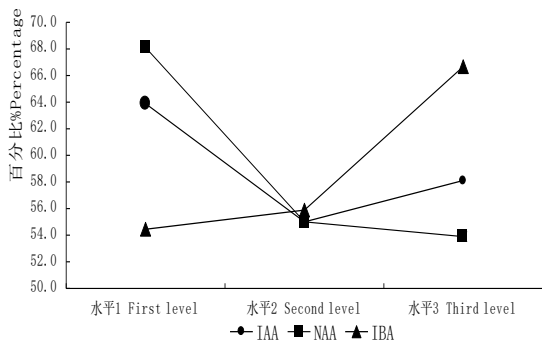


图 2 三种生长调节剂对杉木扦插保存率的影响
 Figure 2 Effect of three growth regulators on retention rate of *Cunninghamia lanceolata* cutting

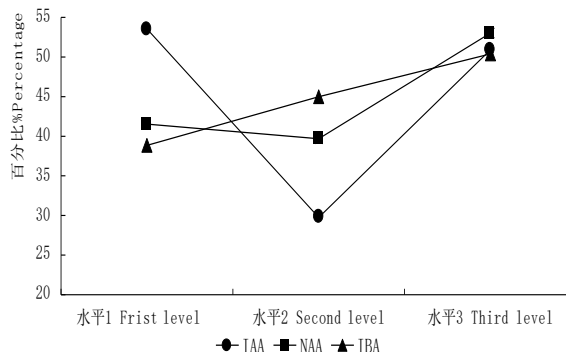


图 3 三种生长调节剂对杉木扦插生根率的影响
 Figure 3 Effects of three growth regulators on rooting rate of *Cunninghamia lanceolata* cutting

1.1.2 根系生长形态的变化

各处理间的多重比较及生长调节剂种类的极差对比见表 2 和表 3。从极差分析上得, 三种生长调节剂对根系的平均鲜重的影响是: NAA > IBA > IAA; 对根系的平均根长、平均根尖数、平均表面积、平均直径的影响均为: NAA > IAA > IBA; 对根系的平均体积的影响是: IAA > NAA > IBA。根系平均鲜重、平均根长、平均根尖数、平均表面积最大的组合均是处理 9 (IAA 100 mg/L+NAA 300 mg/L), 分别为 0.42 g、67.26 cm、188.52 个、34.37 cm²。根系平均直径、平均体积最大的组合是处理 7, 分别为 1.86 mm、1.93 cm³。

表 2 三种生长调节剂处理对杉木扦插根系生长形态的影响

Table 2 Effect of three growth regulators on root growth morphology of *Cunninghamia lanceolata* cutting

处理号 Process ID	根系平均鲜重/g Average fresh root weight	根系平均根长/cm Average root length	根系平均表面积 /cm ² Average root surface area	根系平均直径 /cm Average root diameter	根系平均体积 /cm ³ Average root volume	根系平均根尖数 (个) Average root number
1	0.12 Dd±0.036	18.98 Dd±2.768	8.69 Bd±0.780	1.30 ABbc±0.282	0.36 Bc±0.089	62.57 BCb±1.162
2	0.20 BCDcd±0.027	36.00 CDbcd±9.865	17.42 ABcd±5.477	1.36 ABbc±0.218	0.74 ABbc±0.234	105.17 BCab±2.400
3	0.36 ABab±0.048	47.34 ABCab±1.982	26.23 ABabc±2.476	1.40 ABbc±0.060	1.34 ABab±0.272	146.67 ABa±1.215
4	0.30 ABCbc±0.065	55.42 ABab±8.955	30.05 Aabc±4.383	1.64 ABab±0.153	1.38 ABab±0.258	149.97 ABa±0.666
5	0.28 ABCbc±0.056	46.63 ABCDb±13.71	26.53 ABabc±10.976	1.57 ABab±0.389	1.44 ABab±0.831	173.31 Aa±2.074
6	0.29 ABCbc±0.133	39.94 ABCDbc±14.1	19.97 ABbcd±10.12	1.36 ABbc±0.301	0.86 ABbc±0.576	102.50 ABCab±2.2
7	0.37 Aab±0.114	47.93 ABCab±16.088	33.08 Aab±14.750	1.86 Aa±0.276	1.93 Aa±1.130	168.33 Aa±3.227
8	0.15 CDd±0.014	20.69 CDcd±5.021	9.77 Bd±2.676	1.14 Bc±0.104	0.40 Bc±0.154	54.27 Cb±0.917
9	0.42 Aa±0.017	67.26 Aa±23.593	34.37 Aa±9.812	1.55 ABab±0.087	1.57 ABab±0.490	188.52 Aa±3.089

1.1.3 根系活力

从图 4 和表 4 可以得出, 三种生长调节剂对根系活力的影响是: IBA > IAA > NAA、根系活力最大的组合是处理 5 (IAA 50 mg/L+NAA 200 mg/L), TTC 还原强度达到 225.88 μg/(g·h), 还原强度最小的组合是处理 2 (NAA 200 mg/L+ IBA 20 mg/L), TTC 还原强度达到 59.42 μg/(g·h), 相差 166.26 μg/(g·h)。

1.2 ABT1[#]浓度对杉木扦插的影响

1.2.1 保存率与生根率



ABT1[#]对杉木扦插生根有着重要作用, 从图 5 可以看出, ABT1[#]对保存率、生根率的影响分别是: 100 mg/L > 300 mg/L > 200 mg/L > CK、100 mg/L > 300 mg/L=200 mg/L > CK, 其中保存率最高的达 51.67%, 各处理间差异不显著; 经过 ABT1[#]处理后的生根率均达 96%以上, 经 ABT1[#]处理后的生根率与对照存在极显著差异, 但经 ABT1[#]浸泡过的 3 个处理差异不显著, 原因可能在于外源生长调节剂能够促使不定根根原基的分化和形成, 增强了杉木的生根能力。

表 3 三种生长调节剂对杉木扦插根系生长形态影响的极差比较

Table 3 The range comparison of three growth regulators on root growth morphology of *Cunninghamia lanceolata* cutting

根系生长形态指标 Root growth and morphological indexes	因子 Factor	极小值 Min value	极大值 Max value	极差 R Range
根系平均鲜重/g Average fresh root weight	IAA	0.22	0.30	0.09
	NAA	0.21	0.35	0.14
	IBA	0.27	0.29	0.02
根系平均根长/cm Average root length	IAA	34.11	47.32	13.21
	NAA	34.44	51.51	17.07
	IBA	41.15	44.29	3.14
根系平均表面积/cm ² Average root surface area	IAA	17.45	25.74	8.29
	NAA	17.91	26.85	8.94
	IBA	22.01	23.49	1.48
根系平均直径/cm Average root diameter	IAA	1.35	1.52	0.17
	NAA	1.35	1.60	0.25
	IBA	1.39	1.53	0.14
根系平均体积/cm ³ Average root volume	IAA	0.81	1.30	0.49
	NAA	0.86	1.26	0.40
	IBA	1.04	1.18	0.14
根系平均根尖数(个) Average root number	IAA	4.55	4.89	0.34
	NAA	4.56	4.90	0.34
	IBA	4.65	4.79	0.14

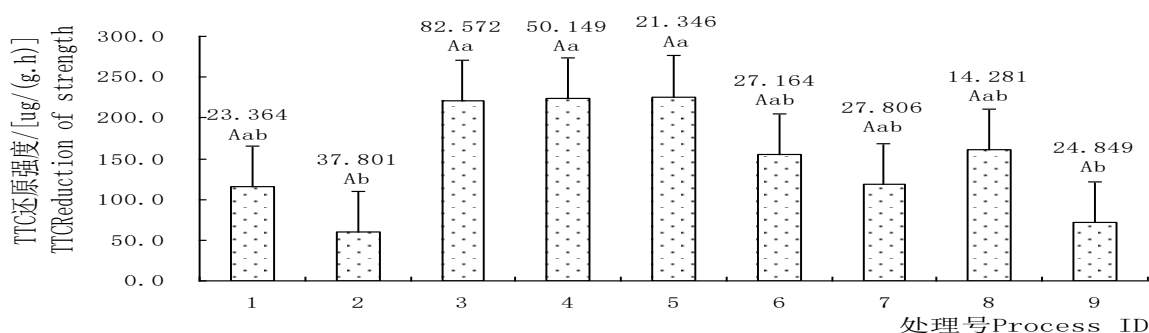


图 4 三种生长调节剂对杉木扦插根系活力的影响

Figure 4 Effect of three growth regulators on root activity of *Cunninghamia lanceolata* cutting

表 4 三种生长调节剂对杉木扦插根系生长活力的极差比较

Table 4 The range comparison of three growth regulators on root activity of *Cunninghamia lanceolata* cutting

	因子 Factor	极小值 Min value	极大值 Max value	极差 R Range
根系活力 Root activity	IAA	116.94	201.89	84.95
	NAA	148.60	152.97	4.37
	IBA	111.11	201.74	90.63

1.2.2 根系生长形态变化

由表 5 可以看出, ABT1[#]处理对根系生长形态的各项指标比较中, 除平均根直径外, 均为 100 mg/L > CK > 200 mg/L > 300 mg/L, 平均直径对比为 100 mg/L > 200 mg/L > 300 mg/L > CK, 100 mg/L 处理的根系平均鲜



重、平均根长、平均表面积、平均直径、平均体积、平均根尖数达最大值, 分别为: 0.16 g、44.88 cm、20.42 cm²、1.21 cm、0.84 cm³、114.24 个。

1.2.3 根系活力

根系活力泛指根系的吸收合成氧化和还原能力等, 主要反应了植物吸收及转化水分和养分能力的大小。ABT1#可能会影响到根系内的氧化还原酶的合成与分解, 进而影响根系活力。从图6可以看出, 不同ABT1#浓度处理根系活力由高到低的顺序 300 mg/L > 100 mg/L > 200 mg/L > CK, 根系活力最大为 233.83 μg/(g·h), 四个处理间差异不显著。

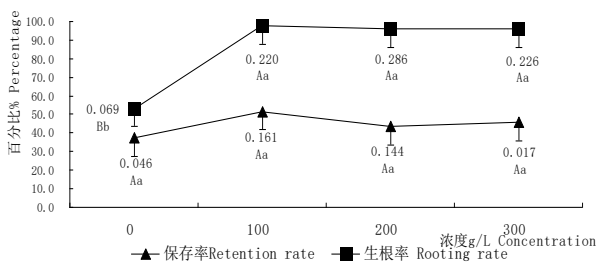


图5 不同 ABT1#浓度对杉木扦插根系生长形态指标的影响
 Figure 5 Effect of different concentration of ABT1# on retention rate and rooting rate of *Cunninghamia lanceolata* cutting

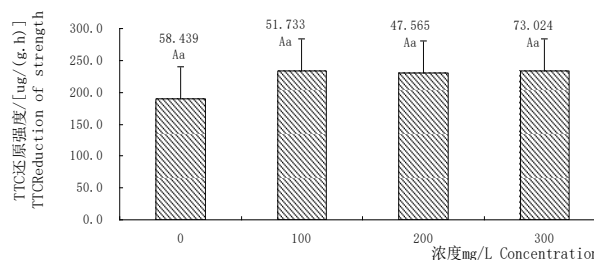


图6 不同 ABT1#浓度对杉木扦插根系活力的影响
 Figure 6 Effect of different concentration of ABT1# on root activity of *Cunninghamia lanceolata* cutting

表5 不同 ABT1#浓度对杉木扦插根系生长形态指标的影响

Table 5 Effect of different concentration of ABT1# on root growth morphology of *Cunninghamia lanceolata* cutting

ABT1#浓度 (mg/L) Concentration n	根系平均鲜重 /g Average fresh root weight	根系平均根长 /cm Average root length	根系平均表面积 /cm ² Average root surface area	根系平均直径 /cm Average root diameter	根系平均体积 /cm ³ Average root volume	根系平均根尖数 (个) Average root number
0	0.11 ABab±0.023	38.63 ABa±2.688	15.67 Aab±4.163	1.07 Aa±0.058	0.33 Aab±0.252	73.23 Bb±0.459
100	0.16 Aa±0.035	44.88 Aa±4.925	20.42 Aa±6.140	1.21 Aa±0.162	0.84 Aa±0.460	114.03 Aa±0.397
200	0.11 ABb±0.014	37.12 ABab±8.261	14.70 Aab±3.648	1.13 Aa±0.032	0.53 Aab±0.129	106.73 Bb±1.063
300	0.09 Bb±0.017	28.12 Bb±1.880	10.38 Ab±0.996	1.08 Aa±0.055	0.47 Aa±0.051	89.72 ABab±0.854

2 讨论

很多学者对扦插与植物生长物质的关系进行了研究(俞良亮, 2005), 主要涉及两个方面, 一是扦插生根过程中内源生长调节剂的动态变化, 二是使用植物生长调节剂或施用不同生根促进剂引起的生根率变化与内源生长调节剂水平的关系。生长调节剂在不定根形成中起着核心的作用, 它们可以诱导根原基的产生, 影响着新根的形成(郑均宝等, 1991)。不同生长调节剂的配比关系复杂, 研究表明在 NAA 的基础上增加低浓度的 IBA, 不仅可以大大增加了皮部诱导根原基的数量, 而且诱导切口愈伤组织产生根原基比并迅速发育, 保证插穗的发根和成活(江功汝等, 1994)。本研究中, 经对三种生长调节剂在生根率的极差比较, IBA 的极差最小, IAA 的极差是 IBA 的 2 倍多, IBA 对根形态建成的影响也差于 NAA 和 IAA, 与广西林科所(1976)报道的杉木插条插前用 IAA 溶液处理的生根效果最佳相同; 但在保存率与根系活力方面, IBA 的效果则优于 IAA, 由于广西林科所采用的材料来源于 11 年母树, 而本文的材料则来自 23 年母树, 此外, 生长调节剂浓度与比例浓度不同、种源和基因型的不同, 使得研究结果也有所差异。根据试验结果可以看出在一定的浓度范围内, 生根率随外源生长调节剂浓度的增加而增加, 不同树种不同的扦插时期对生长素浓度的适应范围不同。不同 NAA 浓度对杉木扦插生根影响不同, 适宜的浓度有促进生根的效果, 而浓度过高则具有强烈的抑制作用, 其抑制的强度随浓度的增加而增强(高振华, 1992)。从单一作用效果上看, NAA 对杉木扦插的保存以及根系的外部形态具有较好的效果。

ABT1#生根粉是植物主要的高效生根促进剂, 既可用于植物扦插育苗, 缩短生根时间, 提高扦插生根率, 又可用于苗木移栽, 提高移栽成活率, 还可用于处理林木、农作物、药用植物的种子及幼苗, 提高其产量和增



强抗逆性(高兰菊, 2013)。ABT1[#]对杉木插穗体内的内源生长调节剂含量有着直接的影响, 通过改变内源生长调节剂的含量以及各种内源生长调节剂的比例, 从而促进根系生长。本试验中 ABT1[#]浓度范围较低, 仅为 100 mg/L、200 mg/L、300 mg/L 三个浓度, 经过对生根率及根系形态指标的综合分析, 认为浓度越低, 杉木扦插根系生长影响越好。与游水林和代仕高(2000)报道 500 mg/L ABT1[#]以上处理的杉木扦插成活率、根长、根数及苗木的高粗生长均优于 500 mg/L 以下及清水对照有所不同。可见不同种源、插穗年龄、扦插季节及基质等因素扦插效果产生一定的影响。

综上所述, 在不同生长调节剂的种类及浓度的配比试验中, 用 NAA 300 mg/L+IBA 40 mg/L 处理的生根率最高, 达到了 74.15%。NAA、IBA、IAA 对杉木扦插生根均有促进作用, 但它们之间的作用效果随浓度的不同存在一定的差异。ABT1[#]对杉木插穗生根率的作用效果明显, 100 mg/L ABT1[#]处理的生根率达到了 97.6%。ABT1[#]处理的生根率及根系活力均高于生长调节剂处理, 但生长调节剂处理的其他根系形态却比 ABT1[#]处理的效果好。可见生根剂成份及用量对插穗生根指标的影响较大, 应根据各地的气候条件、种源及扦插条件调整使用的生根剂类型及用量, 同时作为一套完整的育苗系统, 需加强对扦插的管理、时间、空间湿度等方面的研究, 探索出一套适合的杉木扦插繁殖技术, 生根剂的效果也应该通过苗木后期生长及造林实验后幼树生长情况进一步检验, 为广西杉木无性系化经营提供技术储备和参考。

3 材料与方法

3.1 材料

在广西贺州市东谭林科所国家级杉木良种基地, 两个试验分别选取 1988 年造林的两棵生长旺盛、树干通直的优树作为采穗母树。经过截干处理, 采集当年从主干上萌生的腋芽饱满健壮、无病虫害的枝条作为扦插材料, 立即运到南宁市广西大学林业苗圃进行扦插试验。剪切穗条长度为 5 cm, 用配好的溶液浸泡插穗 30 min 后, 按试验设计扦插在基质中, 株行距为 5 cm×5 cm, 扦插深度为 1.5~2 cm。每个处理 3 个重复, 每个重复 20 个插穗。

3.2 试验设计

采用 L₉(3⁴)正交试验设计, 对生长调节剂为 IAA、NAA 和 IBA 以不同浓度配比组合, 见表 6。采用单因素试验设计, 设置生根粉 ABT1[#] 3 的浓度分别为 0 mg/L(CK)、100 mg/L、200 mg/L、300 mg/L 对插穗进行处理。

表 6 生长调节剂对杉木扦插影响的正交试验设计方案 L₉(3⁴)

Table 6 The orthogonal design of effect three growth regulators on cutting of *Cunninghamia lanceolata* L₉(3⁴)

处理号 Process ID	吲哚乙酸 IAA(mg/L)	萘乙酸 NAA(mg/L)	吲哚丁酸 IBA(mg/L)
1	0	100	0
2	0	200	20
3	0	300	40
4	50	100	40
5	50	200	0
6	50	300	20
7	100	100	20
8	100	200	40
9	100	300	0

3.3 扦插管理

苗圃扦插床长 5 m, 宽 1 m, 基质为河沙。苗床上方盖遮荫度为 70%的黑色遮荫网, 配有自控喷雾装置, 间隔 30 min 喷水 30 s, 在扦插前用 0.3%的高锰酸钾消毒基质, 整平苗床。2011 年 10 月份进行扦插, 每隔 7 d 喷 1 次 800 倍多菌灵溶液和叶面肥。

3.4 调查统计与分析方法

200d 后调查插穗的保存率、生根率(游水林和代仕高, 2000), 将幼苗根系图像扫描后, 用 WinRHIZO (加拿大 Regent Instruments 公司)图像分析软件分析总根长、总根表面积、总根体积、平均单根直径和总根尖数, 采



用 TTC 法(周家杏, 2008)测定根系活力, 利用 DPS 进行数据分析(多重比较表中的大写英文字母表示极显著比较, 小写字母表示显著比较; 图中出现的数据及表中字母后接着的数据为该处理的标准差)。

作者贡献

苏治南主要负责实验材料采集, 实验实施及管理, 实验结果的统计分析, 并撰写论文; 陈诗文主要负责外业枝条的采集及插穗后期处理; 杨家鸿主要负责优树选择及外业枝条采集; 谭玲主要提供相应实验设备及实验指导; 罗扬卓主要负责外业枝条的采集; 杨梅负责统筹整个实验, 指导实验材料采集、试验设计、方案实施及管理、数据分析、论文撰写。

致谢

本论文由“杉木优良无性系选育与组培快繁技术研究(合同编号: 贺科攻 1101001n)”资助。同时, 感谢广西大学的戴勤、陆明英和韦文庭等同学的帮助。

参考文献

- Chen Z.L., Li G.X., Li Y., and Jia L.M., 2004, Contrastive study on the growth between the cutting seedlings and seedlings of Chinese fir, Hebei Linguo Yanjiu (Hebei Journal of Forestry and Orchard Research), 19(1): 6-10 (陈忠林, 李国新, 黎颖锋, 贾黎明, 2004, 杉木短穗扦插苗与实生苗生长对比研究, 河北林果研究, 19(1): 6-10)
- Deng Y.H., 1994, Cunninghamia lanceolata fine families of cuttage seedling and afforestation popularization and application, Guangdong Linye Keji (Guangdong Forestry Science and Technology), (S): 34-38 (邓奕辉, 1994, 杉木优良家系的扦插育苗技术及造林推广应用, 广东林业科技, (S): 34-38)
- Guangxi Forestry Bureau, 1976, Mature branches of Chinese fir cuttings rooting experiment, Fujian Linye Keji (Fujian forestry science and technology, (1): 62-66 (广西林科所, 1976, 杉木老枝扦插生根试验初报, 福建林业科技, (1): 62-66)
- Gao L.J., 2013, The application technology of ABT rooting powder in cutting seedlings, Guotu Lvhu (Land Greening), (2): 42 (高兰菊, 2013, ABT 生根粉在扦插育苗中的应用技术, 国土绿化, (2): 42)
- Gao Z.H., 1992, An analysis of economic profits from asexual cutting nursery of Chinese fir, Zhejiang Linye Keji (Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology), 12(4): 1-5 (高振华, 1992, 杉木优良无性系扦插育苗经济效益分析, 浙江林业科技, 12(4): 1-5)
- Hu B.Z., Li R.L., and Feng J.G., 1999, Comparison of plantations established by seedlings and clones of Chinese fir, Nanjing Linye Daxue Xuebao (Journal of Nanjing Forestry University), 23(4): 74-75 (胡伯智, 厉荣良, 冯建国, 1999, 杉木优良家系实生苗与扦插苗造林效果比较, 南京林业大学学报, 23(4): 74-75)
- He Z.X., Jiang N., Ye Z.S., and Shi J.S., 1994, Rooting mechanism of rooted cutting of Cunninghamia lanceolata clone, Zhejiang Lixueyuan Xuebao (Journal of Zhejiang College of Forestry), 11(1): 38-44 (何祯祥, 蒋恕, 叶志宏, 施季森, 1994, 杉木无性系扦插繁殖生根机理, 浙江林学院学报, 11(1): 38-44)
- Jiang G.R., Mo R.J., Li J.Q., Tan J.Z., and Yuan Z.Q., 1994, Chinese fir clonal cutting seedling afforestation effect analysis, Guangdong Linye Keji (Guangdong Forestry Science and Technology), (S): 27-30 (江功汝, 莫若坚, 李洁钦, 谭建中, 袁兆启, 1994, 杉木无性系扦插苗造林效果分析, 广东林业科技, 增刊: 27-30)
- Shen F.X., 2012, On high yield cultivation techniques of Chinese fir, Beijing Nongye (Beijing Agriculture), (12): 170 (申发祥, 2012, 关于杉木丰产栽培技术的探讨, 北京农业, (12): 170)
- Wu P. F., Ma X.Q., Huang M.S., Wu J.H., and Chen J.B., 2007, Improvement of rooting ability of superior Chinese fir clone cutting, Fujian Lixueyuan Xuebao (Journal of Fujian College of Forestry), 27(4): 337-342 (吴鹏飞, 马祥庆, 黄木生, 吴镜辉, 陈建波, 2007, 提高杉木优良无性系插穗生根能力, 福建林学院学报, 27(4): 337-342)
- Yu L.L., 2005, Studies on the relationship between cutting propagation and plant growth substances, Growth Dynamic of Tulip Tree, Thesis for M.S., Nanjing Forestry University, Supervisor: Ji K.S., pp.3 (俞良亮, 2005, 鹅掌楸扦插繁殖与植物生长物质的关系及苗期生长研究, 硕士学位论文, 南京林业大学, 导师: 季孔庶, pp.3)
- You S.L., and Dai S.G., 2000, Chinese fir clonal cutting seedling cultivation technology, Sichuan Linye Keji (Journal of Sichuan Forestry Science and Technology), 28(4): 23-26 (游水林, 代仕高, 2000, 杉木无性系扦插育苗技术, 四川林业科技, 28(4): 23-26)
- Zhang Q., 2011, Study on the effect of green-pruning to improve the wood quality of Chinese fir, Dissertation for Ph.D., Chinese Academy of Forestry, Supervisor: Fan S.H., pp.2 (张群, 2011, 人工修枝对提高杉木木材质量影响的研究, 博士学位论文, 中国林业科学研究院, 导师: 范少辉, pp.2)
- Zheng J.B., Liu Y.J., and Pei B.H., 1991, A study on rooting capacity of shoot cuttings of cypress tree species, Linye Kexue (Scientia Silvae Sinicae), 27(1): 73-78 (郑均宝, 刘玉军, 裴保华, 1991, 几种柏科树种嫩枝扦插的研究, 林业科学, 27(1): 73-78)
- Zhou J.X., 2008, Studies on cuttage propagation technique and adaptability of propagation plants temperature of Rosa chinensis var. minima, Thesis for M.S., Shanghai Jiaotong University, Supervisor: Zeng L., pp.19-20 (周家杏, 2008, 微型月季扦插繁殖技术及扦插苗对温度的适应性研究, 硕士学位论文, 上海交通大学, 导师: 曾丽, pp.19-20)