

文章编号:1001-1498(2005)06-0688-07

吲哚丁酸对青海云杉硬枝扦插生根效应的影响*

陈广辉^{1,2}, 王军辉^{1**}, 张建国¹, 张守攻¹, 许洋¹, 张文学³, 孙国平³

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;
2. 河南农业大学林学院园艺学院, 河南 郑州 450001; 3. 甘肃天祝县林业局, 甘肃 天祝 733200)

摘要:介绍了青海云杉硬枝扦插插穗生根的三种类型, 主要研究 IBA(吲哚-3-丁酸)的不同浓度和不同处理时间对青海云杉硬枝插穗生根的影响, 以及不同单株间插穗生根情况的差异。比较了 IBA 对青海云杉 1 年生硬枝进行不同处理的生根差异、萌芽情况和插穗腐烂情况, 找出了较好的促进青海云杉插穗产生更多高质量根的 IBA 浓度和处理时间的组合 (IBA 250 mg·kg⁻¹ 处理 12 h); 并且对 IBA 不同浓度, 不同处理时间与插穗生根之间的关系以及衡量扦插效果的不同指标间相关性均进行了分析, 讨论了在 IBA 处理下插穗上部芽的萌发与插穗生根之间的关系。

关键词:青海云杉; 硬枝扦插; IBA(吲哚-3-丁酸)

中图分类号:S791.18 **文献标识码:**A

Effect of Hormone on Hardwood Cutting and Rooting Ability of *Picea crassifolia* Scion Plucking Trees

CHEN Guang-hui^{1,2}, WANG Jun-hui^{1**}, ZHANG Jian-guo¹, ZHANG Shou-gong¹,
XU Yang¹, ZHANG Wen-xue³, SUN Guo-ping³

(1. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China; 2. College of Forestry and Horticulture, He'nan Agricultural University, Zhengzhou 450001, He'nan, China;
3. Forestry Bureau of Tianzhu County, Tianzhu 733200, Gansu, China)

Abstract: Three rooting types of *Picea crassifolia* hardwood cutting were introduced. The influence of IBA (Indole 3-butyric acid) with various concentrations and treatment time on its rooting and the difference in rooting among individual cuttings were studied. The rooting, sprouting and cutting rot of one-year-old *P. crassifolia* hardwood cutting treated with IBA were compared and the optimal combination of IBA concentration and treatment time (IBA 250 mg·kg⁻¹, treatment time 12 hours), which could promote *P. crassifolia* hardwood cutting to produce more and better roots, were determined. The relationship between treatment time and rooting of hardwood cutting and the correlation of indexes measuring the rooting efficiency were analyzed. Also, the relationship between the budbreak of the apical buds and rooting of cutting of cutting were discussed.

Key words: *Picea crassifolia*; hardwood cutting; IBA (Indole 3-butyric acid)

收稿日期: 2005-01-05

基金项目: 国家“十五”科技攻关子课题“粗枝云杉和青海云杉良种选育与高效栽培技术”(2002BA515130403); 863 课题“优质专用纤维材新品种培育技术”(2001AA244061)和退耕还林科技支撑专题“祁连山退耕区植物新品种的引进和乡土树种的扩繁技术研究”的部分研究内容

作者简介: 陈广辉(1972—), 女, 河南信阳人, 在读硕士。

* 本文承蒙中国林科院林业所的马常耕研究员审阅并提出修改意见, 甘肃天祝县林业局的张文虎、周光军等参与研究调查工作, 特此一并致谢。

** 通讯作者: E-mail: wangjh@rif.forestry.ac.cn

青海云杉 (*Picea crassifolia* Kom.) 是我国青藏高原东北边缘特有的森林建群树种, 是我国西北地区造林和城市绿化的重要树种, 分布于我国青海、甘肃、宁夏、内蒙古等省(区), 水平分布约 $32^{\circ}40' \sim 41^{\circ}30' N$, $98^{\circ}40' \sim 112^{\circ}30' E$, 海拔 $1\ 750 \sim 3\ 550\ m$, 但多集中在 $2\ 200 \sim 3\ 200\ m$ ^[1]。目前青海云杉苗的生产主要是通过实生繁殖, 但青海云杉实生苗前期生长缓慢, 结实亦较晚, 而且实生种子园由建园到生产出可用种子需时极长, 致使青海云杉良种苗供不应求, 远远不能满足造林需求。随着科学技术的发展, 扦插繁殖作为一种最典型、简便和经济实用的无性繁殖技术, 在云杉无性系林业研究中受到更广泛重视^[2]。国外对欧洲云杉从不同年龄母株上采取的插条、分布于树冠上部和下部的不同种类的插条以及对树枝进行去顶和捆绑处理后所得的二级侧枝插条的生根率进行了研究, 找出了不同插条之间生根率的差异^[3,4]。自动间歇喷雾装置不仅大大缩短了扦插繁殖周期, 而且有效的促进了扦插技术的推广^[5]。Bentzer 的调查材料显示, 现在世界上每年生产欧洲云杉 (*Picea abies* (L.) Karst.) 扦插苗 1.03 亿株, 黑云杉 (*P. mariana* (Mill.) Britton, Sterns et Poggenberg) 扦插苗 410 万株, 西加云杉 (*P. sitchensis* (Bong.) Carr) 扦插苗 380 万株^[2]。近年来, 专家学者对不同激素、激素浓度以及激素的处理时间对云杉扦插生根的影响做了一些研究^[6~9], 总体认为 IBA 在促进云杉生根上具有较好的效果。为更有效的促进青海云杉插穗生根, 探讨 IBA 不同浓度和不同处理时间对插条生根的影响, 本研究对青海云杉插条进行了 IBA 不同处理, 旨在找出 IBA 浓度和处理时间的最佳组合, 同时研究了青海云杉单株插穗生根能力的差异, 以便为云杉无性系林业的发展开拓道路。

1 材料和方法

1.1 插穗来源及插穗处理

试验所用插穗由甘肃天祝县华藏寺林场提供, 插穗是从该林场同一苗圃中 6、8、10 年生苗剪取的 1 年生硬枝。平均插穗长度 12.3 cm, 平均插穗直径 3.9 mm。插穗从采穗母株上剪取后, 迅速用利刃刀将基部削成楔形, 每 20 根捆成 1 捆, 然后将其基部浸入不同浓度的 IBA 溶液中。插穗所做处理见表

1。随机完全区组设计, 3 次重复, 每一重复 15 ~ 20 株。单株试验采用 6 年生 20 个单株的 1 年生硬枝, IBA $200\ mg \cdot kg^{-1}$ 处理 3 h。

1.2 扦插网袋容器的制作及激素来源

该试验所用的网袋基质是泥炭和珍珠岩, 将这两种物质按 1:1 的比例放入搅拌机中搅拌均匀再倒入灌装机中生成成 2 m 长的基质肠。扦插前, 基质先用质量分数 0.5% 的高锰酸钾溶液浸泡消毒后再用全自动切割机将其切成长 14 ~ 15 cm 的短肠段, 摆放于大小为 58 cm × 23 cm 的托盘中放置于苗床上, 等待扦插。试剂是采用北京耀北生物技术有限公司销售的吡啶-3 丁酸。

1.3 温室试验的插床及生根条件设置

扦插工作于 2004 年 4 月下旬, 在甘肃天祝华藏寺示范园区配有地热线扦插床的温棚内和北京林科院温室内(无地热线加热设施)进行。甘肃天祝县扦插床离地面高为 90 cm, 宽度 × 长度为 2 m × 5 m, 用钢丝网做成的钢架固定苗床。北京扦插床的大小、型号和质地与甘肃基本相同, 但苗床可在滚轴上自由移动。苗床上用竹批搭成高为 1.5 m 的小拱棚, 再用聚乙烯塑料薄膜覆盖。棚内采用直径为 1.5 mm 粗的地热线来回环绕于插床上面, 其上用沙土覆盖, 用于对基质进行加温。扦插后, 棚内每隔 1 周喷施 1 次质量分数 30% ~ 40% 的多菌灵。基质温度平均保持在 17 °C 左右; 用全自动间歇喷雾来保持棚内的湿度, 棚内湿度保持在 89% 左右; 棚内平均温度白天为 22 °C, 日最高气温不超过 28 °C; 夜晚温度平均为 14 °C, 最低温度也不低于 10 °C。北京温室采用强电力风扇排风或空调设备降低温室气温; 而在甘肃除通风外还采用自动喷雾来达到降低棚内温度的目的。

1.4 生根性状及调查统计方法

插后 3 个月调查并计算每插穗的生根性状, 包括根系效果指数、平均生根数、平均根长、根长总和、偏根率、基部腐烂率、枯死率、萌芽率和生根率等 9 个指标。

按照方差分析要求, 百分率数据用反正弦转换, 按统计随机模型进行方差分析, 线性统计模型为:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + E_{ij}$$

式中: Y_{ij} 为 j 区组 i 处理的性状测定值; μ 为总体平均值; A_i 表示 i 处理效应; B_j 表示区组效应; E_{ij} 表

示随机误差。

数据处理与分析采用 SAS 统计软件^[10]。

各类插穗生根性状评价采用根系效果指数,根

据朱湘渝^[11]的根系效果指数简化为:

根系效果指数 = 平均根长 × 根系数量 / 扦插穗条总数

表1 青海云杉母株年龄及插穗的不同处理方法

甘肃处理 编号	母株年龄/ a	扦插株数/ 株	IBA 浓度/ (mg · kg ⁻¹)	处理时间/ h	北京处理 编号	母株年龄/ a	扦插株数/ 株	IBA 浓度/ (mg · kg ⁻¹)	处理时间/ h
B11	6	60	250	速蘸	B11	8	60	200	1.0
B21	6	60	200	1.0	B12	8	60	200	2.0
B51	6	60	250	5.0	B13	8	60	200	4.0
B61	6	60	250	12.0	B14	8	60	200	6.0
B12	6	60	500	速蘸	B21	10	60	200	1.0
B32	6	60	500	1.0	B22	10	60	200	2.0
B52	6	60	500	5.0	B23	10	60	200	4.0
B13	6	60	1 000	速蘸	B24	10	60	200	6.0
B23	6	60	1 000	0.5					
B43	6	60	1 000	2.0					
B00	6	60	清水	12.0					

注:速蘸为插穗基部在溶液中浸泡 30 s。

2 结果与分析

2.1 青海云杉硬枝插穗生根特点

青海云杉硬枝插穗处理后扦插入网袋基质中, 55 d 后开始生根, 89 d 后撕开网袋调查, 扦插成活

株最长根长可达 20 cm, 90% 以上未生根插穗整株枯死或顶梢枯死。青海云杉硬枝插穗生根类型有 3 种(图 1): 愈伤组织生根, 占 95% 以上; 皮部生根; 愈伤组织和皮部双向生根。

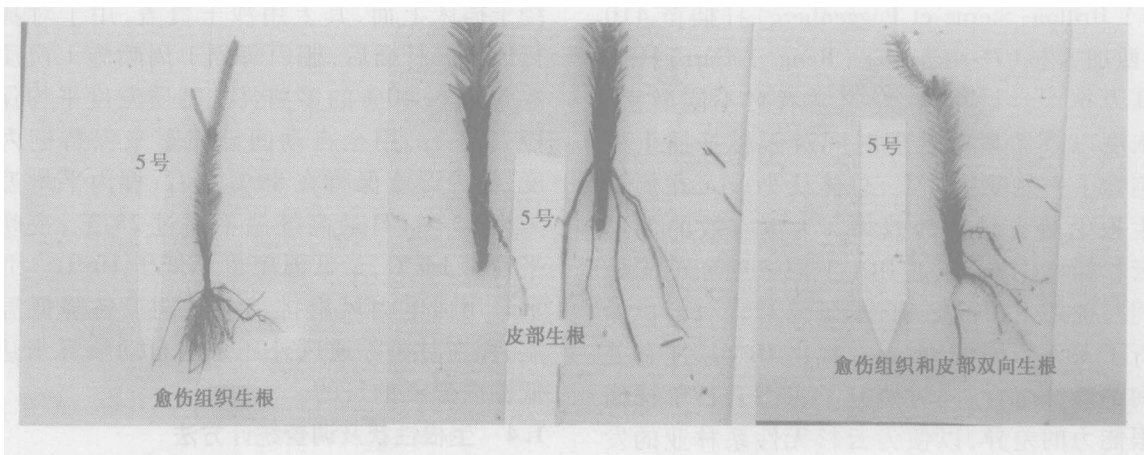


图1 青海云杉硬枝插穗生根类型

2.2 青海云杉硬枝扦插的激素效应

在甘肃实验地, 用 IBA 的不同浓度以及不同处理时间对 6 年生母株上采下的枝条进行扦插处理, 用清水浸泡 12 h 作为对照。对照根系效果指数、生根率、平均生根数和根长总和平均值分别为 0.31、5%、0.3、22 cm, 均显著低于经 IBA 浸泡过的处理。用 IBA 浸泡插穗基部的各处理间方差分析结果见表 2。从表 2 可以看出, 各处理间根系效果指数、根长

总和与生根率、萌芽率、平均生根数、基部腐烂率分别在 0.01 和 0.05 水平上差异显著, 偏根率的差异极显著, 而平均根长和枯死率在各处理之间差异不显著, 这表明不同 IBA 浓度和处理时间对青海云杉硬枝插穗生根质量的影响显著不同, 因此, 对 IBA 浓度和处理时间的最有效组合做进一步研究极有必要。插穗枯死率在各处理之间差别不明显, 表明青海云杉硬枝插穗的枯死很可能主要由插穗本身属性

所决定,与激素关系不大。IBA 对插穗上部芽的萌发有显著的影响,表明不同的处理对扦插苗扦插当年的高生长也有明显的影响,找出扦插生根良好且在扦插的当年高生长量也较大的最佳处理,对青海

云杉扦插繁殖来说具有很大的研究意义和实践价值。不同处理下插穗基部腐烂率差异显著,表明不适合的 IBA 浓度或处理时间有可能引起插条基部腐烂,进而影响插穗的生根和成活。

表2 青海云杉 IBA 不同处理插穗生根性状方差分析

差异来源	自由度	F 值								
		根系效果指数	生根率	偏根率	萌芽率	平均生根数	平均根长	根长总和	基部腐烂率	枯死率
处理间	7	5.22**	2.73*	7.01***	3.8*	3.91*	1.57 ^{NS}	5.78**	3.13*	1.66 ^{NS}
区组间	2	0.4 ^{NS}	3.54 ^{NS}	1.39 ^{NS}	0.68 ^{NS}	1.1 ^{NS}	2.22 ^{NS}	0.34 ^{NS}	0.65 ^{NS}	0.31 ^{NS}

注:表中*表示在 $0.01 < P < 0.05$ 水平上差异显著;**表示在 $0.001 < P < 0.01$ 水平上差异显著;***表示在 $P < 0.001$ 水平上差异极显著;NS:表示差异不显著。

IBA 浓度和处理时间显著影响青海云杉硬枝扦插生根的根系效果指数、偏根率、萌芽率和根长总和。根系效果指数是对扦插生根进行综合评价的指标。通过进一步进行多重比较(表3),找出了促进插穗生根、产生更多更发达根系的 IBA 最佳处理是 IBA 250 mg · kg⁻¹ 12 h,该处理的生根效果指数最高,平均值为 25.21,与其它处理之间均存在显著差异;生根率也与其它 5 种处理存在显著差异,生根率达 76%,比生根率为 54%的最差处理 IBA 500 mg · kg⁻¹ 5 h 高 22%。IBA 250 mg · kg⁻¹ 12 h 生根穗条平均根长总和、生根数和根长分别为 499.07 cm、

4.79根和 5.33 cm,这 4 项指标均是整个实验最高值;而 B52 生根率平均值仅为 54%,平均生根数为 2.05 根,还不到 IBA 250 mg · kg⁻¹ 12 h 处理的 1/3。表 3 表明:处理 IBA 250 mg · kg⁻¹ 12 h 的生根效果指数、生根率、单株平均生根数、平均根长和总根长在所有处理中均最好,插穗上部芽的萌发率为 71%,在该实验中虽不是最高,但与最高的 79% 相比差异并不显著;而偏根率、基部腐烂率和枯死率又都显示较其它处理更低。因此,用 IBA 促进青海云杉生根实验所有处理之中,以 IBA 250 mg · kg⁻¹ 12 h 处理最有效。

表3 青海云杉不同处理插穗生根性状的多重比较

处理号	激素浓度/ (mg · kg ⁻¹)	处理 时间/h	根系效果 指数/cm	生根率/ %	偏根率/ %	萌芽率/ %	生根数/ 根	根长/ cm	根长总和/ cm	基部腐烂 率/%	枯死率/ %
B61	250	12.0	25.21 a	76 a	39 b	71 ab	4.79 a	5.33 a	499.07 a	37 d	22 ab
B51	250	5.0	17.08 ab	63 ab	28 b	65 ab	3.42 ab	5.07 a	341.67 ab	61 abc	38 ab
B32	500	1.0	15.46 b	64 ab	42 b	72 ab	3.29 ab	4.74 ab	305.23 b	43 bcd	0 b
B43	1 000	2.0	14.88 bc	60 b	47 b	62 ab	3.28 ab	4.46 ab	291.47 bc	59 abcd	45 a
B23	1 000	0.5	11.09 bcd	57 b	73 a	76 ab	2.52 bc	4.41 ab	216.47 bcd	47 abcd	21 ab
B52	500	5.0	9.53 bcd	54 b	47 b	43 c	2.05 bc	4.60 ab	186.83 bcd	66 ab	36 ab
B13	1 000	速蘸	5.33 cd	59 b	74 a	58 bd	1.76 bc	2.92 b	103.60 cd	70 a	45 a
B11	250	速蘸	4.40 d	54 b	84 a	79 a	1.17 c	4.86 ab	44.30 d	42 cd	26 ab

注:表中数字表示 Duncan 比较过程中的平均值;小写字母不相同表示差异显著。

2.3 IBA 不同浓度和不同处理时间对青海云杉硬枝扦插的影响

在速蘸(插穗基部在 IBA 溶液中浸泡 30 s)条件下,云杉硬枝插穗根系效果指数和生根率随浓度的加大而提高,但当 IBA 的浓度过大时,其值又会降低;而对插穗基部进行长时间浸泡的结果却有所不同,长时间浸泡处理下,插穗的生根率随 IBA 浓度的增加而一直下降(图2、3)。本实验速蘸处理中根系效果指数

和生根率分别从 250 mg · kg⁻¹ 的 4.4 和 25% 增加到 500 mg · kg⁻¹ 的 5.59 和 70%;当 IBA 浓度为 1 000 mg · kg⁻¹ 时,其值又降至 5.33 和 35.2% (表3、图2、3)。3 条折线的趋势表明:当 IBA 溶液浓度较高时,不宜对青海云杉硬枝插条进行长时间的浸泡,而且,高浓度长时间浸泡插穗基部还会导致药害而使插穗枯死率提高,如处理 IBA 500 mg · kg⁻¹ 5 h 的插穗枯死率达到 36%。

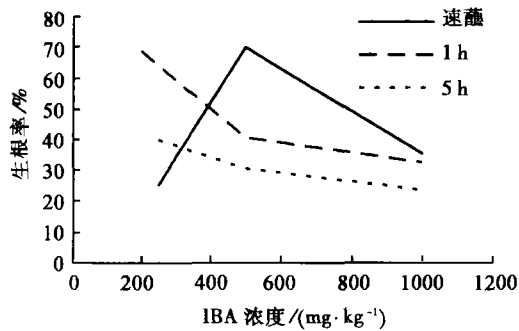


图2 IBA浓度对生根率的影响

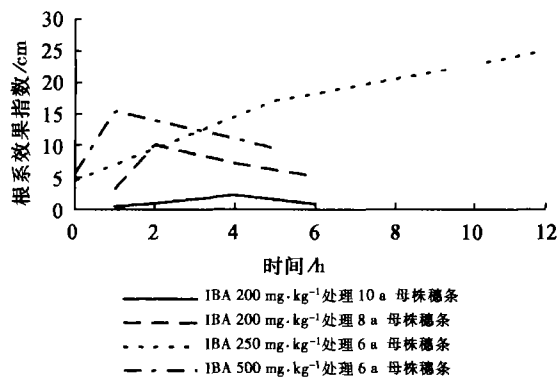


图3 IBA不同处理时间对根系效果指数的影响

IBA 浸泡青海云杉硬枝插穗时,同一浓度不同处理时间下插穗的根系效果指数的变化趋势基本相同(图3), $250 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 处理6 a母株插穗在1~5 h之间虽然没有降低,但其增长的速率随处理时间的加长而减小。4条曲线的不同之处在于根系效果指数最大值所处的时间点不同。 $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 处理10 a母株插穗和处理8 a母株插穗的差别表明:根系效果指数的大小与母株年龄有一定的关系,8 a母株1年生硬枝插穗根系效果指数较10 a的好;在插穗年龄一致的情况下,用较低浓度的IBA溶液处

理插穗较长时间,所得扦插苗的根系效果亦较好。

2.4 青海云杉插穗生根性状间的相关性分析

表4表明:生根率与根系效果指数($r=0.589$)、单株平均生根数($r=0.625$)以及总根长($r=0.572$)均呈极显著的正相关,生根率与平均根长($r=0.064$)相关不显著,表明生根率好的处理,根系质量的综合水平也较好,这与易生根的杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook)有异^[12],和难生根的马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)生根情况相同^[13]。生根率较高而平均根长却较短,仅表明插穗在容器中生根较晚且较慢,但生根的插穗数多,每根插穗所生的根相对较多且短,插穗根系分布较好,偏根率低,若延长扦插苗的培育期,也能达到较高的根系效果指数,如 $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 1 h生根率较高,生根的插条数多,每根插穗生根数也较多,根长度不超过4 cm的小根占多数,很少偏根。若在容器中继续培养一段时间,等其小根充分生长后再进行调查,扦插苗根系效果指数将会提高。

青海云杉硬枝枝条上部芽是否萌发与生根率($r=0.110$)之间没有明显的相关性,这一结果与Bngt Bentzer^[14]研究的结果一致,在24 h光照条件下长出的枝条不经寒冷诱导放到生根室中不会萌芽,但生根正常这个结果说明在青海云杉插穗生根的过程中,插穗上部芽的萌发和生根可能是两个相对独立的过程;而插穗上部芽萌发率与插穗基部腐烂率($r=-0.599$)和枯死率($r=-0.486$)均存在着显著的负相关,对上部芽已经萌发但基部尚未腐烂的插穗进一步栽培发现,80%以上均能继续生根而成活下来,说明萌芽后的插穗,上部新生的嫩梢在一定程度上有助于插穗的生根。

表4 青海云杉硬枝插穗生根性状的相关分析

性状	根系效果指数	生根率	偏根率	萌芽率	生根数	根长	根长总和	基部腐烂率
生根率	0.589**	1.000						
偏根率	-0.729***	-0.435*	1.000					
萌芽率	0.101	0.110	0.103	1.000				
生根数	0.965***	0.625**	-0.723***	0.143	1.000			
根长	0.49**	0.064	-0.316	-0.025	0.332	1.000		
根长总和	0.991***	0.572**	-0.738***	0.054	0.962***	0.474*	1.000	
基部腐烂率	-0.242	-0.221	0.077	-0.599**	-0.28	-0.271	-0.191	1.000
枯死率	-0.249	-0.146	0.145	-0.486*	-0.198	-0.459*	-0.220	0.682***

注:表中数据为两两相关系数;*表示在 $0.01 < P < 0.05$ 水平上显著相关;**表示在 $0.001 < P < 0.01$ 水平上显著相关;***表示在 $P < 0.001$ 水平上极显著相关。

2.5 青海云杉 20 棵单株硬枝插穗生根能力比较

各单株插穗生根性状调查统计(表5)表明:按已成活插穗统计,不同单株间插穗平均生根数最高者达 12.3 根,最低 3.0 根;平均根长最长 5.25 cm,最短 0.26 cm;根长总和最长 170.70 cm,最短 1.80 cm,表明青海云杉不同基因型间扦插生根性状变异较大,其生根能力存在较大差异。从生根能力这一

性状的选育,不可忽视采穗母株的选择。表5表明:青海云杉不同单株间生根率存在较大差异,其中 9、14、20 号树插穗生根率最高(45%),20 号树插穗根系效果指数最高(11.40);而生根最差的单株,其各生根指标均为零,表明开展无性系母株选择具有一定潜力。

表5 不同单株间的生根性状比较

单株编号	根系效果指数/cm	生根率/%	平均生根数/根	平均根长/cm	根总长/cm
I ₁	0.12	36	3.50	0.26	1.80
I ₇	0.78	26	3.00	3.90	11.70
I ₉	6.70	45	9.33	3.59	100.50
I ₁₁	1.40	29	4.00	5.25	21.00
I ₁₃	0.38	26	8.00	1.16	5.80
I ₁₄	6.37	45	6.33	5.03	95.50
I ₂₀	11.40	45	12.30	4.61	170.70
I ₁ →I ₂₀ 中其余编号	0.00	0	0.00	0.00	0.00

3 结论与讨论

(1)用清水浸泡 12 h 作为对照的根系效果指数、生根率、平均生根数和根长总和 4 个指标的平均值均显著低于用 IBA 浸泡过的处理,在 IBA 不同浓度和不同处理时间实验中,250 mg·kg⁻¹ IBA 12 h 处理的生根率达到 76%;生根效果指数达 25.21;根长总和达 499.07 cm。短时间处理时,青海云杉硬枝插条生根率随 IBA 浓度的增加而增加,但当 IBA 的浓度增加到一定程度后,其生根率却随浓度的增加而下降;而长时间浸泡处理却是以较低浓度最为合适,长时间浸泡环境下,插穗生根率随浓度的增加而明显下降。低浓度处理时,青海云杉硬枝插穗生根的根系效果指数随处理时间的加长而增加;而高浓度扦插环境下,插穗生根的根系效果指数随处理时间的加长而减少。

(2)青海云杉插穗 9 个生根性状之间存在一定的相关性,其中生根率与根系效果指数、单株平均生根数以及总根长均呈显著的正相关,而与平均根长的相关不显著;并且 IBA 不同处理条件下青海云杉硬枝插穗上部芽的萌发率与生根率之间没有显著的相关性,说明在青海云杉插穗生根的过程中,插穗上部芽的萌发和生根可能是两个相对独立的过程;但萌芽后的插穗,上部新生的嫩梢有可能在一定程度上有助于插穗的生根。在选育过程中必须确定以哪

些性状作为选择目标,从而避免盲目性。

(3)青海云杉不同单株插穗生根能力存在较大差异,因此在开展青海云杉无性系造林过程中,要注重母株的选择,同时还应强调生根性状与其它经济性状的相关联合选择,以减少可能带来的风险。

青海云杉的生根情况与其枝条本身的健康状况、枝条本身的属性有很大的关系。Skroppa 等^[15]发现云杉在插穗生根方面的变异 41%~50% 是由基因引起的,欧洲云杉的一级侧枝生根明显好于二级侧枝。欧洲云杉随着年龄的增加生根力下降^[16,17];红皮云杉(*Picea koraiensis* Naki)树冠下部的插穗具有较高的生根能力^[8];青海云杉母株年龄越大生根率越低^[7]等等。因此,青海云杉插穗的生根情况也会因其来自不同年龄的母株、不同的枝条种类或位于母株树体上不同位置而受到影响。

参考文献:

- [1] 刘兴聪. 青海云杉[M]. 兰州:兰州大学出版社,1992
- [2] 马常耕. 世界云杉无性系林业发展现状[J]. 世界林业研究,1993(6):24~31
- [3] Mats H, Curt A, Inger E. Rooting success of cutting from young *Picea abies* in transition to flowering competent phase[J]. Scand J For Res, 1999, 14:498~504
- [4] Bengt G B. Rooting and early shoot characteristics of *Picea abies* (L.) Karst. cutting originating from shoots with enforced vertical growth[J]. Scand J For Res, 1988, 3:481~491

- [5] 郭素娟. 林木扦插生根的解剖学及生理学研究进展[J]. 北京林业大学学报, 1997, 19(4): 64 ~ 69
- [6] 周显昌, 张含国, 潘本立. 红皮云杉嫩枝扦插繁殖技术的研究[J]. 林业科技, 1995, 20(5): 1 ~ 4
- [7] 师晨娟, 刘勇, 胡长寿, 等. 青海云杉硬枝扦插繁殖研究[J]. 江西农业大学学报, 2002, 24(2): 259 ~ 263
- [8] 赵丽惠, 张兴祥, 彭冬梅, 等. 红皮云杉扦插繁殖技术[J]. 东北林业大学学报, 1997, 25(1): 15 ~ 18
- [9] 任建中, 赵健康, 郑智礼. 云杉扦插试验研究[J]. 东北林业大学学报, 1997, 25(3): 68 ~ 70
- [10] 高惠旋. SAS 系统 SAS/STAT 软件使用手册(编译)[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997
- [11] 朱湘渝, 王瑞玲, 欧美杨. 新无性系生根性研究[J]. 林业科学, 1991, 27(2): 163 ~ 167
- [12] 施季森, 何桢祥, 叶志宏, 等. 杉木无性系扦插生根能力遗传变异的研究[J]. 南京林业大学学报, 1993, 17(4): 9 ~ 14
- [13] 季孔庶, 王章荣, 陈天华, 等. 马尾松插穗生根能力变异的研究[J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(3): 66 ~ 70
- [14] Bengt B. Large scale propagation of norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) by cuttings[R]. In: Symposium on Clonal Forestry, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Res Notes 32, 1981: 33 ~ 56
- [15] Skroppa T, Dietrichson J. Genetic variation and ortet/ramet relationship in clonal test with *Picea abies*[J]. Sacn J For Res, 1986, 1: 323 ~ 332
- [16] Dormling I, Kellerstram H. Rooting and rejuvenation in propagation Norway spruce cutting [R]. In: Symposium on Clonal Forestry, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Res Notes 32, 1981: 65 ~ 72
- [17] Kleinschmit J, Schmidt J. Experiences with *Picea abies* cutting propagation in germany and problems connected with large scale application[J]. Silvae Genetica, 1997, 26: 5 ~ 6

《现代园艺》2006 年征订启示

《现代园艺》杂志, 1978 年创刊, 是《中国核心期刊数据库》收录期刊, 《中国期刊网》全文收录期刊。《现代园艺》荟萃当代果树、蔬菜、瓜类、种子、种苗、花卉、园林、肥料、农药、园林机械等当前先进科技信息, 预测市场发展, 生产、营销并重; 突出新技术、新成果、新产品、新情况、新观点、新经验, 交流致富信息, 传播成功范例, 引导广大农民发家致富。

《现代园艺》2006 年为月刊, 大 16 开本, 每期定价 4.00 元, 全年 12 期共 48 元。国内统一刊号 CN36—1238/S; 邮发代号: 44—114。

凡订阅者邮购本刊服务部代理的产品, 可按九折汇款。

全国各地邮局均可订阅, 也可随时直接汇款至本刊发行部陈秀英 收。本刊免费邮寄, 有意建立工作站请致电: 0791—2930233 8181294(传真) 13870670693

地址: 江西省南昌市青山湖南大道 1160 号(原 284 号) 邮编: 330029