

北美香柏全光喷雾扦插繁殖技术研究

王 玲¹, 董胜君¹, 刘明国¹, 王 威¹, 梁明哲²

(1. 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 国营新民市机械林场, 辽宁 新民 110300)

摘 要: 在全光喷雾条件下, 研究了基质、蔗糖处理、激素处理和插穗年龄对北美香柏插穗生根的影响。结果表明: 以蛭石为基质扦插香柏的生根效果最好。蔗糖处理可以显著提高生根率, 浓度为 5% 的蔗糖处理效果最佳。激素对促进生根也有显著效果, 以 2 000 mg/L ABT2 速蘸 30 s 处理效果最好, 生根率达到 92.9%。随着插穗年龄的增加, 生根率下降, 1 a 生枝条扦插生根效果最好。

关键词: 北美香柏; 扦插生根率; 基质; 蔗糖; 激素; 插穗年龄

中图分类号: S 791.38 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)11-0112-04

北美香柏 (*Thuja occidentalis* L.) 属柏科崖柏属乔木, 原产北美。北美香柏树冠塔形, 老树卵形至广卵形。在原产地高达 15~20 m, 树干直立, 胸径 90~180 cm^[1]。北美香柏生长速度较快, 寿命长, 耐修剪, 抗烟尘和有毒

气体的能力强。其树冠优美整齐, 常用于园林作观赏或密植作为绿篱材料。材质优良, 具香气, 可做家具等。在沈阳地区, 若加以简单防护, 北美香柏可以正常越冬^[2]。北美香柏生产上以扦插繁殖为主, 为了更有效地促进北美香柏无性系苗在生产实际中的广泛使用, 该试验研究了扦插基质、营养处理、激素处理以及插穗年龄和扦插生根的关系, 以便找到更好的插穗插前处理技术, 为北美香柏快速繁殖提供技术支持。

1 试验地概况

试验地设于辽宁省沈阳农业大学植物园内。地理位置东经 123°18'~123°31', 北纬 41°45'~41°53', 属北温

第一作者简介: 王玲(1984), 女, 硕士, 研究方向为森林营造。

E-mail: zero723@sina.com.

通讯作者: 董胜君(1974), 男, 硕士, 讲师, 现从事森林培育研究。

E-mail: dsj928@163.com.

收稿日期: 2010-03-16

139-144.

[10] 郭飞波, 成灿土, 许馥华. 氮素营养对短季棉生理代谢和产量的影响[J]. 浙江农业大学学报, 1998, 24(3): 241-247.

[11] 何萍, 金继运, 林葆. 氮肥用量对春玉米叶片衰老的影响及其机理研究[J]. 中国农业科学, 1998 31(3): 1-4.

[12] 肖凯, 张荣铨, 钱维朴. 小麦生育后期根叶生理功能衰退特性研究[J]. 中国农业科学, 1998, 31(6): 1-5.

[13] 李向东, 王晓云, 张高英, 等. 花生衰老的氮素调控[J]. 中国农业科学, 2000 33(5): 1-7.

Effect of Nitrogen Nutrition on Physiological Index of *Salvia splendens* Leaves Senescence

JIANG Shan

(Graduate School, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: An experiment was carried out to study the effects of nitrogen nutrition on *Salvia splendens* leaves senescence under five different N levels. The results showed that chlorophyll content, protein content, superoxide dismutase (SOD) increased at the early growth period of *Salvia splendens*, but decreased stably later. The peroxidase (POD) activities increased within the whole growth period. In this experiment, the effect of treatment with Ca(NO₃)₂ · 4H₂O (N) 70 mg/100 gH₂O (N70) was optimal, it can delay the senescence of salvia splendens leaves efficiently, furthermore, promote its growth.

Key words: *Salvia splendens*; nitrogen; senescence; physiological index

带半湿润季风型大陆性气候, 四季分明。年平均气温为 7.4℃, 1 月平均气温为-12.6℃, 7 月平均气温为 27.5℃, 极端最高气温为 38.3℃, 极端最低气温为-33.3℃。年平均降水量为 755.4 mm, 集中在 6~8 月, 占全年的 64.4%。无霜期为 150 d^[3]。

2 材料与方法

2.1 插穗来源

插穗采自沈阳农业大学植物园内引种的 20 a 生母树。取其健壮、无病虫害的 1、2 a 生和多年生枝条作为试验材料。

2.2 试验设计

该试验采用完全随机区组设计, 每处理 3 次重复, 每重复 20 株。

表 1 激素试验设计因素和水平

处理	NAA(A ₁)					ABT2(A ₂)					ABT3(A ₃)				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
浓度/mg·L ⁻¹	100	300	500	1 000	2 000	100	300	500	1 000	2 000	100	300	500	1 000	2 000
处理时间	2 h	2 h	2 h	30 s	30 s	2 h	2 h	2 h	30 s	30 s	2 h	2 h	2 h	30 s	30 s

注: 设置清水为对照处理(CK)。

GGR6(中国林业科学研究院)。浓度为 100、300、500、1 000、2 000 mg/L。另设清水为对照组。插穗采用 1 a 生枝条, 扦插基质为河沙(见表 1)。

2.2.4 插穗年龄试验 从母树上分别剪取 1、2 a 生和多年生插穗。用浓度为 500 mg/L 的 NAA 处理 2 h。扦插基质为河沙。

2.3 试验方法

2.3.1 插床准备 在沈阳农业大学植物园内, 设有半径为 6 m 的圆形插床, 以细河沙为扦插基质, 厚度为 20 cm。按东西走向将插床划分为小区, 每小区宽 1.2 m, 相邻小区间隔 0.5 m。插床上设有间歇喷雾装置, 每隔 1.5 m 设有 1 个喷头。扦插前 1 d 用 800 倍多菌灵对插床进行消毒, 扦插当日浇透水。

2.3.2 插穗制备与处理 将插穗剪成 5~10 cm 长, 减去基部 3 cm 侧枝, 保留上部枝叶。用 2%高锰酸钾浸泡插穗形态学下端 2~3 cm 处理 5 min 后, 按试验设计进行分组的激素处理, 将插穗下端置于不同生长调节剂、不同浓度中浸泡。

2.3.3 扦插与管理 于 2009 年 6 月 25 日进行扦插试验。插穗的行距为 10 cm, 株距为 5 cm。扦插时采用玻璃棒引洞, 插穗的扦插深度为 2~3 cm, 插后将插穗周围土稍加压实并浇透水。扦插后采用间歇喷雾装置, 前期每隔 2 min 喷雾 8 s, 做到勤喷少量, 保持空气湿度在 90%左右^[3]。当插穗开始大量生根时, 延长喷雾间隔时间, 每 10~15 min 喷雾 20 s。后期随着根系的不断生长, 喷雾间隔时间不断加大。每隔 1 周于傍晚给插穗喷

2.2.1 基质试验 共设 5 种基质: 河沙、蛭石、蛭石:珍珠岩=1:1、蛭石:草炭=1:1、珍珠岩:草炭=1:1。插穗采用 1 a 生枝条, 用浓度为 500 mg/L 的 NAA 处理 2 h。

2.2.2 蔗糖处理试验 用浓度为 2%、5%、10%的蔗糖溶液浸泡插穗 6 h^[3-4], 同时插穗用浓度为 500 mg/L 的 NAA 处理 2 h。以清水浸泡 6 h, 同时用浓度为 500 mg/L 的 NAA 处理 2 h 的插穗为对照。插穗采用 1 a 生枝条, 扦插基质为河沙。

2.2.3 激素处理试验 该试验设定 2 个影响因素, 生长调节剂种类和浓度^[3,4]。生长调节剂种类为萘乙酸(NAA, 北京奥博星生物激素有限责任公司)、ABT2 和

多菌灵 1 次。扦插 2 周后, 叶面喷洒 2 g/L 的尿素和 3 g/L 的磷酸二氢钾混合液, 每周 1 次, 于傍晚停水后喷洒。

2.3.4 试验结果观测 扦插 50 d 后对插穗进行全面调查, 观测统计生根率、根系数量、根系长度、根系效果指数。

3 结果与分析

不同处理方差分析结果见表 2。方差分析过程中百分率数据经反正弦转换, 根系数量和长度经平方根转换, 数据处理与分析采用 SPSS 统计软件。

表 2 香柏扦插生根性状方差分析结果

试验处理	生根率	根系数量	根系长度	根系效果指数
基质试验	129.289 **	77.076 **	249.18 **	138.196 **
蔗糖处理	37.897 **	23.351 **	38.638 **	19.525 **
激素种类	15.128 **	8.138 **	11.99 **	7.701 **
激素浓度	6.681 **	3.802 *	0.343	2.52
插穗年龄	15.726 **	32.692 **	3.208	17.32 **

注: *表示在 0.01<P<0.05 水平上差异显著; **表示在 P<0.01 水平上差异显著。

3.1 不同基质对扦插生根的影响

不同基质扦插后各生根性状的方差分析结果见表 2。不同扦插基质间生根率、根系数量、根系长度、根系效果指数均存在极显著差异(P<0.01)。LSD 多重比较结果表明(见表 3), 蛭石的生根效果最好, 平均生根率达到 87.5%, 其次是蛭石和珍珠岩混合, 平均生根率为 63.6%。河沙的扦插生根率处于第 3 位。以蛭石和草炭混合、草炭和珍珠岩混合为基质的插穗生根率较低, 效

果较差。根系数量和根系长度为每个处理的单株平均不定根系数量和长度,蛭石的生根质量都极显著好于其它基质,平均根系数量为 6.2 条/株,平均根长 8.1 cm,最长根长达到 18 cm。排在其次的是蛭石和珍珠岩混合为基质的处理,河沙和蛭石草炭的生根质量没有显著差异,草炭珍珠岩混合的生根质量最差。综合比较,蛭石的根系效果指数极显著高于其它基质。该试验将朱湘渝的根系效果指数^[9]简化为:根系效果指数=平均根长×根系数量/扦插插穗总数^[7]。可见,以蛭石为基质进行北美香柏扦插的生根率高,生根质量好。

表 3 不同扦插基质扦插生根结果多重比较

基质	生根率/%	根系数量/条	根系长度/cm	根系效果指数
蛭石	69.5Aa	2.7Aa	3.0Aa	49.94Aa
蛭石+珍珠岩	52.9Bb	2.4Bb	2.5Bb	26.80Bb
蛭石+草炭	37.7Dd	2.1Cc	2.1Cc	11.00Cc
草炭+珍珠岩	29.1Ee	1.8Dd	1.7Dd	4.12Dd
河沙	46.4Cc	2.4Bb	2.1Cc	15.78Cc

注:生根率经反正弦转换,根系数量和长度经平方根转换;数据后标注大写字母表示在 0.01 水平上差异显著,小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。表 4~7 同。

3.2 蔗糖处理对扦插生根的影响

不同浓度蔗糖处理方差分析结果见表 2。结果表明,不同蔗糖浓度间插穗生根率、根系数量、根系长度、根系效果指数差异均达到极显著水平。从表 4 可以看出,5%和 10%的蔗糖处理效果显著好于 2%蔗糖和对照,2%蔗糖和对照无显著差异,这说明 5%和 10%的蔗糖处理对生根有显著的促进作用。从生根质量上看,蔗糖处理对根系数量没有显著促进效果,5%、10%蔗糖与对照之间没有显著差异,2%蔗糖处理的根系数量显著低于其它处理。这可能是由于一方面低浓度蔗糖处理对生根质量起不到促进作用,另一方面蔗糖处理时插穗污染细菌,反而不利于根系生长。蔗糖处理对根系长度的影响显著,5%、10%蔗糖处理的根系长度显著高于对照和 2%蔗糖,这说明 5%、10%蔗糖处理有助于根系的生长。综合比较,5%蔗糖的根系效果指数极显著高于对照,说明用 5%的蔗糖处理,可以显著提高扦插效果。

表 4 不同蔗糖浓度处理扦插生根结果多重比较

蔗糖浓度/%	生根率/%	根系数量/条	根系长度/cm	根系效果指数
2	42.7Bb	2.1Bb	2.0Bb	9.52Cc
5	60.4Aa	2.5Aa	2.4Aa	24.12Aa
10	60.4Aa	2.4Aa	2.3Aa	21.06ABa
对照	46.4Bb	2.4Aa	2.1Bb	15.78CBb

3.3 激素处理对扦插生根的影响

不同激素处理扦插生根试验结果表明,激素对插穗生根均有一定的促进作用,其中以 2 000 mg/L 的 ABT2 处理的插穗生根效果最好,其生根率达到 92.9%,根系数量 15.1 条/株,根系效果指数高达 74.63。通过方差分析(见表 2),激素种类对生根性状影响均达到极显著

水平。激素浓度对生根率的影响达到极显著水平,对根系数量影响达到一般显著水平(0.01<P<0.05)。

进一步对激素种类间作用进行多重比较(见表 5),结果表明,激素种类间对生根的影响存在极显著差异,ABT2 处理对促进生根的效果最佳。ABT2 处理的生根率极显著高于 NAA,ABT2 与 GGR6 之间、GGR6 与 NAA 之间达到一般显著差异。在生根质量上,ABT2 与 GGR6 之间存在极显著差异,ABT2 在根系数量和根系长度都极显著高于 GGR6。NAA 与其二者没有极显著差异,但在根系长度上与 ABT2 存在一般显著差异。根系效果指数上,ABT2 与 GGR6 达到极显著水平,ABT2 与 NAA 达到一般显著水平,NAA 与 GGR6 之间没有显著差异。综上所述,ABT2 对北美香柏扦插生根的综合效果最好。

对激素浓度间作用进行多重比较(见表 6)结果表明,在生根率上,2 000 mg/L 和 300 mg/L 处理极显著高于 1 000 mg/L 和清水,100 mg/L 和 500 mg/L 与其它处理没有显著差异,这说明高浓度激素处理时,随着浓度升高,生根率呈上升趋势。在根系数量上,除 1 000 mg/L 与清水无显著差异外,其它水平都显著高于清水。2 000 mg/L 和 500 mg/L 处理显著高于 1 000 mg/L,100 mg/L 和 300 mg/L 处理显著低于 2 000 mg/L。根系长度上,浓度对根系长度没有显著影响。综合上看,各浓度水平根系效果指数无显著差异,但仍有差别。2 000 mg/L 根系效果指数最高,其次是 500 mg/L 处理,清水的根系效果指数最低。通过分析可知,在高浓度处理时选用 2 000 mg/L 对生根效果最好,在低浓度处理时选用 500 mg/L 对生根效果最好。但由于低浓度处理时间相对较长,且效果不如高浓度理想,所以选择高浓度激素处理最佳。

表 5 不同激素种类扦插生根结果多重比较

激素种类	生根率/%	根系数量/条	根系长度/cm	根系效果指数
ABT2	66.3Aa	2.7Aa	2.4Aa	32.20Aa
GGR6	56.8ABb	1.6Bb	1.7Bb	3.83Bb
NAA	47.0Bc	2.1ABab	2.0ABb	11.31ABb

表 6 不同激素浓度扦插生根结果多重比较

激素浓度 /mg·L ⁻¹	生根率/%	根系数量/条	根系长度/cm	根系效果指数
0	43.4Bb	1.6c	1.89	1.60
100	54.2ABbc	1.8bc	2.03	8.7
300	62.5Aab	1.9bc	2.03	10.54
500	54.9ABbc	2.5ab	2.17	18.93
1 000	45.2Bcd	1.7c	1.99	7.25
2 000	66.6Aa	2.8a	1.96	33.44

3.4 插穗年龄对扦插生根的影响

不同插穗年龄扦插生根结果方差分析和多重比较可见表 2.7。结果表明,1 a 生与 2 a 生、多年生在生根

率、根系数量、根系效果指数上均存在极显著差异, 2 a 生与多年生二者间没有显著差异。生根率随着插穗年龄的增加而降低。1 a 生插穗的扦插效果明显好于 2 a 生和多年生, 这可能是因为 1 a 生插穗内源生长素含量高、细胞分生能力旺盛, 促进了不定根的形成。

表 7 不同插穗年龄扦插生根结果多重比较

插穗年龄	生根率/%	根系数量/条	根系长度/cm	根系效果指数
1 a 生	53.3Aa	2.6Aa	2.5	30.90Aa
2 a 生	46.1Bb	2.4Bb	2.4	23.81Bb
多年生	44.6Bb	2.4Bb	2.5	23.98Bb

4 结论与讨论

不同基质之间扦插效果存在极显著差异。选用蛭石扦插生根效果最好, 生根率达到 87.5%。主要是因为蛭石有较好的保水、透气和保温性能。该结论与戴启金等^[8]对香柏不同基质扦插生根研究结果一致。

营养处理可以显著提高北美香柏的生根率。随着蔗糖溶液浓度增加, 生根率上升。综合来看, 5%蔗糖处理对扦插生根的效果最好。由于对崖柏属树种相关研究极少, 从柏科范围来看, 祁连圆柏^[10]通过 2%蔗糖处理成活率显著提高。虽然不同树种适用的蔗糖浓度不同, 但可以肯定蔗糖处理对生根的促进作用。蔗糖处理的浓度和浸泡时间之间的关系还有待进一步研究。

外源激素处理对插穗生根有显著的影响。2 000 mg/L ABT2 速蘸 30 s 对促进生根效果最好。激素种类以 ABT2 的效果最佳, 这与对沙地柏^[11]、河南桧柏、祁连圆柏的扦插试验所得结果相同。浓度以 2 000 mg/L 的效果最好^[9], 低浓度以 300 mg/L 生根率最高, 500 mg/L 生根效果最好。河南桧柏、祁连圆柏^[11]和臭柏^[12]进行激素浸泡处理时, 最佳浓度均小于北美香柏。可见不同

品种间, 对生根起促进作用的最佳浓度水平存在差异。在激素的处理时间上还需要通过试验进一步研究。插穗年龄不同也显著影响扦插生根效果。1 a 生枝条的扦插效果最好, 2 a 生枝和多年生枝之间没有显著差异。随着年龄的增长, 插穗的生根能力下降。这与丹东桧柏^[13]扦插生根试验结果相同。

参考文献

[1] 陈友民. 园林树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 269-275.
[2] 赵明晶, 崔文山. 渗透胁迫下北美香柏抗旱动态特征的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2009, 40(1): 30-33.
[3] 祝岩林. 林木扦插繁殖技术研究进展及其应用概述[J]. 福建林业科技, 2007, 34(4): 270-274.
[4] 郭素娟. 林木扦插生根的解剖学及生理研究进展[J]. 北京林业大学学报, 1997, 19(4): 64-69.
[5] 赵晓敏, 霍常富. 影响林木插条生根的内部及环境因子研究综述[J]. 世界林业研究, 2007, 20(5): 12-16.
[6] 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.
[7] 王军辉, 张建国. 青海云杉硬枝扦插的激素、年龄、和位置效应研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2006, 34(7): 65-71.
[8] 戴启金, 施新程. 不同基质对美国侧柏扦插生根的影响[J]. 林业科技, 2004, 29(1): 53-54.
[9] 郭世贤, 郑起超, 褚鹏飞. 美国香柏引种栽培技术[J]. 中国林副特产, 2008(5): 55.
[10] 李得庆, 高国雄. ABT2 号生根粉处理祁连圆柏嫩枝扦插育苗技术的研究[J]. 河北林业科技, 2008(6): 31, 37.
[11] 周应杰, 张国华. 河南桧柏等 4 个树种扦插育苗试验初报[J]. 甘肃林业科技, 2003, 28(4): 47-49.
[12] 王敏, 张国盛. 4 种插穗预处理方法对臭柏硬枝扦插的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2007, 28(4): 106-111.
[13] 曲哲峰, 侯集瑞, 张凤英, 等. 丹东桧柏扦插繁殖技术的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(4): 38-40.

Study on Cutting Propagation Techniques of *Thuja occidentalis* L. with Full-sunlight Spraying

WANG Ling¹, DONG Sheng-jun¹, LIU Ming-guo¹, WANG Wei¹, LIANG Ming-zhe²

(1. College of Forest, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161; 2. Xinmin Machinery Forest Farm, Xinmin, Liaoning 110300)

Abstract: The effects of matrix, sucrose, auxin treatments and branch ages on rooting ability were studied under the condition of full-sunlight paraying, in order to improve the rooting rate of *Thuja occidentalis* L.. The results indicated that cutting in vermiculite had a better rooting effect than in other substrates. The rooting rate was increasæd by sucrose treatment, especially treated by 5 percent sucrose concentrations. Auxin also significantly promoted the cuttings rooting, especially treated by 2 000 mg/L ABT2 30 seconds, which rooting rate reached 92.9%. With the increase of branch ages, the rooting rate declined. The rooting ability of 1-year-old branches was the best.

Key words: *Thuja occidentalis* L.; rooting rate of cutting; matrix; sucrose; auxin; branch age