

母株年龄和插穗基部切削方式对 日本落叶松生根的影响*

王笑山 胡新生 王有才 聂军 刘素梅

摘要 在无激素处理的条件下, 1.5年生幼龄母株的插穗易于生根, 平均生根率达96.0%以上, 且发根量大, 偏根率低; 4.5年生时, 插穗生根率极显著低于1.5年生母株, 而与8.5年生母株无显著差异; 12.5年生母株插穗生根率又极显著低于8.5年生母株。母株年龄与插穗生根率和偏根率分别呈显著的负相关($r = -0.9652$)和极显著正相关($r = 0.9993$), 但与生根量和平均最长根长度无显著相关。插穗基部切削方式不同, 偏根率有显著差异, 但切削方式不同对生根率无明显的影响。单面切、双面切的插穗, 不定根多发生在基部未经切削部位的最下端。基部平切省工省时有利于减少偏根率和提高根系质量, 适于日本落叶松半木质化插穗大批量扦插育苗时采用。

关键词 日本落叶松、母株年龄、基部切削方式、插穗生根率

无性繁殖在林木育种和造林实践中有着重要的作用。扦插育苗是公认的廉价、易行的无性繁殖方法。但许多树种, 特别是针叶树种插穗生根困难。母株年龄, 即母株的个体发育阶段对插穗生根效果和扦插苗生长有巨大的影响^[1]。研究表明, 北美落叶松 (*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch) 随着采穗母株年龄增加, 插穗生根能力有下降的趋势^[2]。为改善一些难生根树种插穗生根状况, Donald^[3]研究了插穗基部切削方式对海岸松 (*Pinus pinaster* Ait) 扦插效果的影响, 发现插穗生根情况因基部切削方式不同而不同。为揭示日本落叶松 (*L. leptolepis* (Sieb. et Zucc) Gordon) 不同发育阶段的母株插穗与生根率和根系发育优劣的关系, 以及基部切削方式不同对插穗生根及根系发育状况的影响, 特立题研究。为今后日本落叶松扦插育苗提供科学依据。

1 试材及试验方法

1.1 试材采集处理及试验设计

1992年7月上旬, 分别从辽宁省清原县大孤家林场子代测定林和苗圃换床苗中, 按1.5、4.5、5.5、8.5和12.5五个年龄组, 分别采10~15株(1.5年生的100株以上)日本落叶松实生

1993—07—05收稿。

王笑山副研究员, 胡新生(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091); 王有才, 聂军, 刘素梅(辽宁省清原县大孤家林场)。

*本研究为世界银行贷款国家造林项目“落叶松丰产栽培技术与推广”课题内容之一。参加工作的还有中国林科院林研所王建华, 辽宁省清原县林业局造林项目办公室崔振李等。在试验过程中得到马常耕研究员悉心指导, 特此致谢。

母株,再从各母株上采2~21根带有顶芽的半木质化枝条,经充分混合后剪成10 cm长的插穗。放入盛有水的容器中备用。4.5、8.5、12.5和部分1.5年生母株的插穗用于生根试验,另一部分1.5年生和5.5年生母株的插穗用于基部不同切削方式试验,包括:平切;单面切(从基部0.5 cm处向下斜切一刀,深达木质部);双面切(基部0.5 cm处两侧对称各斜切一刀,深达木质部)三种。试验采用随机区组设计,各处理含25根插穗,重复4~8次。7月6日扦插。插壤河沙。扦插深度3 cm,密度1 000根/m²。插穗不经任何生长素处理。

1.2 插床管理

采用全光照自动喷雾扦插育苗技术。扦插完成后,全面喷500倍多菌灵药液进行插穗灭菌。以后每隔10 d复喷一次直至试验结束时止。插后1~20 d,晴天10~17时每隔2~3 min喷雾一次。10时前和17时后,每隔5~7 min喷雾一次。每次喷雾量以臂杆旋转二周为宜。此后相应地减少喷雾次数。插后20 d起至9月下旬,每隔7~10 d喷0.2%尿素和0.3%的磷酸二氢钾混合液,进行根外追肥。傍晚停止喷雾时进行插穗灭菌和根外追肥(详见林业科技通讯1993/5)^[4]。

1.3 生根情况调查与数据处理

10月底各小区随机取20根插穗调查各处理插穗生根情况,记载每个插穗的生根数,最长根长度以及是否有偏根现象等,并计算生根率、偏根率。以小区平均值进行方差分析。生根率、偏根率均经反正弦变换($\arcsin\sqrt{p}$)后进行分析。用LSR法对各年龄组进行多重比较和相关分析。采用二因素方差分析和多重比较,研究了年龄与基部切削方式对插穗生根的影响。

2 结果与分析

2.1 不同年龄对插穗生根率及根系发育的影响

方差分析结果表明,不同年龄日本落叶松母株的插穗生根率、平均生根量、平均最长根长度和偏根率差异极显著(见表1)。从总的趋势看,虽然是随着母株年龄增大插穗生根率和根系发育质量下降,但不同年龄阶段插穗生根率和根系发育质量下降的幅度明显不同。1.5年生的母株插穗生根率最高。与其它各年龄组相比,生根率的差异均达到了极显著的程度。4.5和8.5年生母株的插穗生根率无显著差异,但均显著地大于12.5年生的母株。如母株1.5年生时插穗平均生根率高达96.9%,4.5年生时下降为78.1%,下降了18.8%;8.5年生母株插穗

表1 不同年龄日本落叶松插穗生根率和根系发育状况

母株年龄 (a)	生根率		根 系 发 育 状 况					
	(%)		平均生根量(条/株)	平均最大根长(cm)	平均偏根率(%)			
1.5	96.9	a A	4.47	a A	9.78	a A	27.11	a A
4.5	78.1	b B	4.27	a A	3.96	b B	44.62	b B
8.5	72.1	b B	1.91	b B	3.00	b B	63.35	c C
12.5	41.3	c C	0.93	b B	3.46	b B	83.96	d D
方差分析F值	24.1**		13.75**		23.98**		27.21**	

注:表中英文字母大小写依次表示1%、5%水平上有显著差异。

的平均生根率为72.1%,比4.5年生母株仅下降了6%;12.5年生时,插穗平均生根率大幅度下降,比8.5年生母株减少了30.8%。显然,8.5~12.5年生时为日本落叶松生根率陡然降低的树龄,而8.5年生以前为逐渐降低时期。

日本落叶松1.5年生母株的插穗生根量与4.5年生母株无显著差异,平均生根量均达4条以上。8.5年生母株的插穗平均生根量急剧减少,与1.5年生和4.5年生时相比差异均极显著,但与12.5年生母株相比则无显著差异(见表1)。母株年龄增大,平均最长根长度和偏根率也发生急剧变化。如4.5年生时,平均最长根长度比1.5年生时减少近1.5倍,而偏根率增加60%以上。偏根率随着母株年龄增大,逐级显著增加,各年龄组间的差异依次均达到了极显著的水平。但平均最长根长度与此不同,4.5年生以后变化不大。尽管日本落叶松4.5年生母株的插穗生根率仍然能令人满意(78.1%),但从根系发育状况看,这个年龄阶段的插穗在无生长素处理的条件下,已不能发育成高质量的苗木。

插穗生根量、根长又与生根速度有关。落叶松属生根缓慢树种,母株年龄越大生根过程越长。幼龄母株插穗发根速度快,所以生根量多,根系发达。偏根与每个插穗生根数量的多少也有关系。发根量少的扦插苗多出现偏根现象。观察还发现,1.5年生母株的穗条插后25~30 d开始生根,而年龄较大的母株插穗生根需要40 d或40 d以上的时间。

2.2 母株年龄与插穗生根特征之间的相关分析

上述研究表明,日本落叶松插穗生根效果随母株年龄的增大而劣化。年龄与生根率及根系发育状况的各项指标间的相关分析结果如表2所示。可以看出,母株年龄与生根率间存在极显著的负相关($r = -0.9652^*$),与偏根率间存在着极显著的正相关($r = 0.9993^{**}$)。即年龄越大,生根率越低、偏根率越高。虽然观察到平均生根量和平均最长根长度随着母株年龄增加有减少趋势,但其相关关系尚达不到显著程度。

鉴于母株年龄与插穗生根率、偏根率间存在显著或极显著的相关性,推导出了预测这两项生根指标的经验回归式(见表2)。可用来预测日本落叶松一定年龄范围内的(1.5至12.5年生)母株半木质化插穗的生根率和偏根率。

表2 插穗生根指标与母株年龄相关分析

项 目	相 关 系 数	回 归 方 程
生根率(y)与母株年龄(x)	-0.9652*	$y = 103.6364 - 4.6591x$
生根量(y)与母株年龄(x)	-0.8089	—
最长根长(y)与母株年龄(x)	-0.7704	—
偏根率(y)与母株年龄(x)	0.9993**	$y = 20.3077 + 5.1040x$

注:*, ** 依次示5%, 1%水平上有显著差异。

2.3 母株年龄和基部切削方式对插穗生根及根系发育的影响

为改善难生根树种插穗的生根效果,以往大多数研究者都把注意力集中于研究激素的应用和扦插环境条件的改善方面^[5~7]。但海岸松插穗基部切成“V”形后,偏根率比平切显著减少。难生根的榆树(*Ulmus wallichiana* L.)插穗基部削成双斜面后生根效果有了明显的改善^[8]。说明了基部切削方式不同,对插穗生根及根系发育有着重要的影响。与海岸松等不同,日本落叶松插穗基部双面切生根效果并未得到明显改善。年龄、基部切削方式对插穗生根率、偏根率影响的双因素方差分析表明,年龄仍然是影响日本落叶松插穗生根率和偏根的

重要因素(表3)。切削方式不同对插穗生根率无显著影响,但不同切削方式间偏根率的差异达到了极显著的程度($F=12.2362^{**}$)。年龄和插穗基部不同切削方式对生根率、偏根率的互作效应也不明显,表明了基部切削方式不同对插穗生根率、偏根率的影响,并不因为母株年龄不同而发生变化。

表3 日本落叶松插穗生根率、偏根率方差分析

变异来源	生根率			偏根率		
	df	MS	F	df	MS	F
区组	3	129.4245	1.8666	3	57.3203	2.0950
处理	5			5		
年龄(A)	1	6952.6170	100.2744 ^{**}	1	189.8516	6.9414 [*]
切削方式(B)	2	185.0039	2.6680	2	234.6660	12.2362 ^{**}
A × B	2	82.0703	1.1836	2	46.9824	1.7178
误差	15	69.3359		15	27.3505	

注: $F_{(1,15)0.01}=8.68$, $F_{(1,15)0.05}=4.54$; $F_{(2,15)0.01}=6.36$, $F_{(2,15)0.05}=3.68$ 。

不同年龄、切削方式对偏根率影响的多重比较表明,基部平切、双面切的偏根率显著低于单面切,但两者间无显著差异(见表4)。

表4 不同年龄、切削方式对偏根率影响

(单位:%)

切削方式	母株年龄
单面切 59.55 a A	5.5年生 51.70 a A
双面切 42.55 b B	1.5年生 42.90 b A
平切 38.72 b B	

注:英文字母大小写依次表示1%,5%水平上有显著差异。



图1 5.5年生母株不同切削方式插穗基部生根情况
左:单面切;中:平切;右:双面切;(箭头示切口)

日本落叶松半木质化插穗不定根多发生基部切口的最下端。茎部直接生根的现象不多见。基部平切时,根多沿圆形切口均匀分布(图1)。单面切时根多集中发生在插穗基部未经切削一侧的最下端,而切口愈伤面没有或仅有少量不定根生出,因此,导致偏根率增加。双面切时,不定根多集中发生在基部两侧未经切削部分的最下端。与单面切相比,双面切偏根率明显减少,但终不如平切时根系分布均匀。

母株年龄、切削方式及其互作效应对生根量无明显的影响(分析结果未列出)。单面切和双面切时,发根部位相对集中,但数量增减不显著。

3 结论与讨论

(1) 在无激素处理情况下,不同年龄的日本落叶松插穗生根及根系发育情况差异显著。

母株年龄增大生根能力和根系质量下降, 反映出老龄化(年龄效应)对日本落叶松插穗生根能力的影响。但不同年龄阶段插穗生根率和根系质量下降的程度明显不同。1.5年生至4.5年生期间, 生根率下降明显(从96.9%降至78.1%)。1.5至8.5年生期间, 生根率下降幅度小, 仅6.0%。可以认为这个年龄阶段是日本落叶松生根能力相对稳定时期。至12.5年生时生根能力急剧大幅度下降至41.3%, 在相同的时间间隔期内, 生根率减少了30.8%。三上进曾报道^[9], 日本落叶松从6~9年生时, 生根能力无明显的下降趋势。杨书文等^[10]观察到长白落叶松(*Olgensis henry* L.)10年生以上母株生根力急剧下降。这与本文结果大致吻合。由此可以认为, 10年生左右是日本落叶松扦插生根能力大幅度下降的转折时期。4.5~8.5年生时, 日本落叶松半木质化插穗虽然有较高的生根能力(平均生根率为72.1%~78.1%), 但偏根率显著增加(达44.62%~63.35%), 根系质量下降。从这个年龄阶段的母株上采插穗扦插时, 需要用生长素(IBA、IAA等)处理, 以提高扦插苗根系质量。

有关随着母株年龄增大, 生根能力下降的内在生理机制报道尚少。但一些研究者认为与内源激素含量及其变化有关^[5, 11, 12]。巨桉(*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden)成年组织中因含生根抑制物质插穗生根困难, 幼年期因不含这种抑制物质生根容易。

(2) 日本落叶松幼年母株插穗易于生根, 扦插繁殖方法容易。因此用优良家系(全同胞、半同胞)播种实生苗建采穗园, 并对母株进行修剪等措施加以经营管理以延缓老龄化进程, 是今后大规模生产良种扦插苗不可缺少的环节。但近期内为解决日本落叶松种植材料不足的问题, 在一些日本落叶松种子材料缺乏的新发展区如河南、湖北、四川等省, 可采用以苗繁苗的方法从种子园, 优良种源, 优良林分的1.5年生播种换床苗采条(每株只采1~2根)混系扦插育苗, 以提高繁殖系数, 弥补种植材料的不足。由于每株苗木采条极少, 不会对其生长造成危害, 仍可按期出圃造林。

(3) 日本落叶松半木质化插穗采用双面切生根效果并未得到明显改善。这可能与日本落叶松半木质化插穗生根特性与海岸松等不同有关。日本落叶松半木质化插穗不定根主要从穗条最下端形成层部位生出, 切口愈伤组织面生根很少。所以单面切和双面切虽然增大了愈伤面, 对生根情况却没有明显改善。基部平切省时省工简便易行, 与单面切相比, 显著地降低了偏根率, 适于日本落叶松半木质插穗大批量扦插育苗时采用。

(4) 有关日本落叶松母株年龄和基部切削方式对插穗生根影响的机理问题有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 Thompson D G. Clonal reforestation: Forests of the future? Duryea M L, Brown G N (eds.), Seedlings physiology and reforestation succes. Dordrecht Boston/London. ISBN 90-247-2949-1, 1984. 3~21.
- 2 Morgenstern E K. Methods for rooting of larch cuttings and application in clonal selection. The Forestry Chronicle. 1987, 63(3): 174~178.
- 3 Donald D C M. Vegetative propagation of pines using cuttings. South African Forestry Journal, 1987, No. 140, March: 16~23.
- 4 王笑山, 黄钦才, 马常耕, 等. 日本落叶松扦插育苗配套实用技术. 林业科技通讯, 1993, (5): 13~16.
- 5 张颂云, 王青林, 王力华, 等. 日本落叶松嫩枝扦插繁殖技术的研究. 见: 张颂云主编. 主要针叶树应用遗传改良

- 论文集. 北京: 中国林业出版社, 1993. 89~99.
- 6 王景章, 丁振芳. 日本落叶松、杂种落叶松嫩枝扦插技术的研究. 见: 张颂云主编. 主要针叶树应用遗传改良论文集. 北京: 中国林业出版社, 1990. 107~111.
 - 7 赵士杰, 杨明俊, 李文治, 等. 华北落叶松全光自控喷雾扦插技术的研究. 见: 张颂云主编. 主要针叶树应用遗传改良论文集. 北京: 中国林业出版社, 1990. 100~106.
 - 8 Sharma D P. Propagation of elm (*Ulmus wallichiana* L.) by cuttings. *Indian For.* 1991, 117(8): 664~666.
 - 9 三上 进. カラマツの材質育種に関する研究——旋回木理の遺伝的改良. Ibaraki: 林木育种场研究报告第6号别刷. 1988. 149~152.
 - 10 杨书文, 邵顺流, 张培果, 等. 长白落叶松扦插繁殖技术的研究. 东北林业大学学报, 1991, (19), 3~7.
 - 11 哈特曼 H T, 凯斯特 D E (郑开文, 吴应祥, 李嘉乐, 等译). 植物繁殖原理和技术. 北京: 中国林业出版社, 1985. 253~312.
 - 12 Paton D M, Willing R H, Pryor I. D. Root-shoot gradients in *Eucalyptus* Ontogeny. *Ann. Bot.*, 1981, 47: 835~838.

The Effect of Age and Basal-cut Shapes of Cutting on Rooting of Larix leptolepis

Wang Xiaoshan Hu Xinsheng Wang Youcai Nie Jun Liu Sumei

Abstract Age effect of the stock plants and the effect of the basal-cut shapes in cuttings of *L. leptolepis* on rooting ability were studied by using softwood cutting in the absence of growth hormones. Rooting rate was particular high (96.9%) for cuttings taken from 1.5-year-old stock plants. Better rooting rate were obtained when cuttings taken from 4.5 to 8.5 years old stock plants (72.1%~78.1%). Average number of root per cutting decreased significantly for cuttings taken from 8.5 years old stock plants when comparing with 1.5~4.5 year old plants. Rooting rate was negatively related with the age of stock plants ($r = -0.9652^*$) and one-side rooting rate, however, was positive related with the age ($r = 0.9993^{**}$). Number of roots per rooting cutting and maximum root length on average were not related with the age of stock plants. There was obvious difference in one-side rooting rate between different shapes of basal cut ($F = 12.3362^{**}$), but no difference could be found for rooting rate. Adventitious roots developed only at the end (which has not been cut) of cuttings for one-side cut and V-shaped cut. Flat-cut at the base of cuttings reduced the one-side rooting rate which is helpful to improve the root quality of the rooting cuttings.

Key words *Larix leptolepis*, age effect of the stock plant, basal-cut shape, rooting rate

Wang Xiaoshan, Associate Professor, Hu Xinsheng (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Wang Youcai, Nie Jun, Liu Sumei (Daguja Forest Farm of Qingyuan County, Liaoning Province).