

文章编号: 1001-1498(2000) 05-0469-08

落叶松杂种大规模繁殖配套技术研究

王笑山¹, 马浩¹, 王建华¹, 王有才², 吴泽民³, 姚殿国³

(1. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091; 2. 辽宁省国营清原满族自治县大孤家林场, 辽宁 清原 113305;
3. 吉林铁路分局土地林业办公室, 吉林 吉林 132001)

摘要: 研究了日本落叶松 × 长白落叶松不同杂交组合的授粉可配性、可育性, 杂种苗生长、杂种采穗园母株插穗产量和全光雾插条件下不同组合、单株插穗经不同浓度激素处理的生根以及大田生根插穗移植成活、生长情况。日本落叶松 × 长白落叶松种间易于杂交, 不同组合间授粉可配性和杂种苗生长差异十分明显。尽管组合间插穗生根存在着明显差异, 但幼年母株插穗一般生根容易, 不经任何激素处理生根率也能达到 90% 以上。采穗园 2.5 ~ 3.5 年生杂种母株, 平均可繁殖 13 ~ 27 株 · 株⁻¹、级 2 年生扦插苗。基于目前的研究结果组装各环节最佳方案, 用人工控制授粉的方法配制优良组合(一般、特殊配合力高)的杂种种子, 播种育苗后建采穗园进行扦插繁殖, 即能在短期内大量增殖这些珍稀的遗传改良杂种。

关键词: 日本落叶松; 长白落叶松; 人工控制授粉; 杂种采穗园; 全光雾插生根技术

中图分类号: S722.3 **文献标识码:** A

落叶松结实量低、大小年现象明显且间隔期长, 杂种种子生产费时、费工成本高, 已取得的研究结果^[1~6]无法用于造林实践。中国林业科学研究院林研所 1994 ~ 1998 年在辽宁省清原县大孤家林场等地, 开展了日本落叶松 [*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr., 简称日落]、长白落叶松 (*L. olgensis* Henry, 简称长落) 种间杂交制种试验, 建立了落叶松杂种采穗园并进行了杂种插穗生根和育苗技术研究。组装各环节最佳研究结果初步形成了以人工控制授粉为核心、扦插繁殖利用为手段的落叶松杂种大规模繁殖配套技术。

1 材料与方法

1.1 杂交制种

人工控制授粉在大孤家林场 60 年代建立的日本落叶松初级无性系种子园和 80 年代建立的 1.5 代种子园中进行。父本花粉采自哈达长白落叶松种子园。授粉包括单系和多父本(4 ~ 8 个无性系花粉等量混合)混合授粉 2 种方式。

1.2 播种育苗和建杂种采穗园

杂种种子经播种育苗后, 按 1.0 m × 1(0.5) m 的行株距在苗圃或其附近的山坡地建杂种采穗园。母株按照日本落叶松采穗园中、高柱式整形修剪方法整形修剪^[7]。

1.3 杂种插穗生根试验和 2 年生扦插苗培育

收稿日期: 1999-03-25

基金项目: 世行贷款国家造林项目“落叶松丰产培育技术与推广”、国家“九五”攻关项目“落叶松纸浆材树种良种选育及培育技术研究”和“中英合作项目‘落叶松遗传改良和早期育林研究’”的部分内容

作者简介: 王笑山(1936-), 男, 山东单县人, 研究员。

1.3.1 插穗生根技术 采用全光雾插技术^[8]分组合、单株培育1年生扦插苗,基质为纯净河沙或鲜锯末。5月初进行春插,用长12~13 cm的木质化枝作插穗。6月下旬~7月初进行夏插,用长10 cm或15~20 cm当年生半木质化枝作插穗。插穗分别经质量浓度为100~800 mg·kg⁻¹ IBA溶液处理20~30 min后扦插,密度800穗·m⁻²,深度3 cm。插穗生根试验采用随机区组设计,10~20株小区、3~4次重复,并设对照。插床水、肥管理和病虫害防治与日本落叶松扦插相同^[8]。

1.3.2 2年生扦插苗培育 10月下旬将春插生根插穗起出,按组合(单株)每50~100株扎成捆,在冷室中贮藏越冬,夏插穗浇防冻水后留床越冬。第2年4月上旬剔除未生根或根系发育不良的苗木分组合(单株)移植到苗圃中,覆土深度约4~5 cm。圃地整地、施肥、作垅(床)方法与1年生播种苗移植相同。栽后随即浇1次透水,以后仍需及时浇水保持圃地土壤湿润,苗木成活后即转入常规大田管理。

1.4 调查与资料整理

称量不同杂交组合杂种种子质量、千粒质量,计算球果平均出种量和每克杂种种子的成苗量。调查各杂交组合播种苗和2年生扦插苗苗高、地径生长情况和不同组合、不同年龄的母株插穗在不同激素处理和基质条件下的生根情况。方差分析时,百分率经过反正弦变换。

2 结果与分析

2.1 杂交制种

2.1.1 母本相同父本无性系不同对日本落叶松×长白落叶松杂种种子及苗木产量的影响 以同一日落母本无性系分别与不同长落父本无性系杂交结果见表1。组合间球果平均质量、出种量、千粒质量和每克种子成苗量间均存在较大差异,幅度分别为2.05~3.57 g,0.11~0.20 g,2.40~3.70 g,0~40株·g⁻¹。一般说来球果质量大的组合出种量较多,但球果大小与千粒质量以及千粒质量与每克种子成苗量间相关关系不明显。以长4_c无性系为父本授粉时球果质量、平均出种量、千粒质量等3项指标均低于各组合的平均值,但每克种子成苗量(34株·g⁻¹)比各组合平均值大67.5%。长14无性系作父本的杂种种子的千粒质量最大(比各组合平均值大14.2%),但每克种子成苗量却不到各组合平均值的一半。更有甚者,父本为长8无性

表1 不同组合杂种种子及苗木产量

母本	父本	球果/个	平均质量/ (g·果 ⁻¹)	平均出种量/ (g·果 ⁻¹)	千粒质量/g	平均成苗量/ (株·g ⁻¹)
日永85	长3	70	3.57	0.20	3.40	21
日永85	长4 _c	131	2.29	0.15	3.18	34
日永85	长6	34	2.94	0.19	3.15	2
日永85	长8	39	2.56	0.18	3.45	0
日永85	长10	73	2.05	0.11	2.40	8
日永85	长11	56	2.68	0.16	3.25	32
日永85	长12	66	2.65	0.18	3.20	39
日永85	长13	24	2.08	0.16	3.30	17
日永85	长14	32	2.34	0.19	3.70	10
日永85	长27	27	2.78	0.19	3.40	40
日永85	平均		2.59	0.17	3.24	20.3

注:日永——日本落叶松永陵;长——长白落叶松,下同。

系时杂种种子的千粒质量虽然大于各组合的平均值,但不出苗或出苗后死亡,这表明日永 85 作母本与上述长白落叶松无性系杂交,虽然各组合均能获得发育成熟的种子,但有的组合杂种种子失去潜在发芽能力,或虽能发芽但长势弱幼苗期即夭亡、可育性差。因此以日永 85 为母本配制日 × 长杂种时,应选用长 27、长 4c、长 12、长 11 无性系作父本。

2.1.2 多父本混合花粉对日本落叶松 × 长白落叶松杂种种子产量和品质的影响 采用多父本混合花粉授粉来改善杂交可配性,提高 F_1 代遗传多样性、稳定性,是林木遗传改良常用的一种方法。从表 2 可以看出,以日落为母本与多父本长落杂交,组合间结实情况也不相同,差异幅度分别为:球果平均出种量 0.12 ~ 0.28 g,种子饱满度 20% ~ 80%,千粒质量 3.30 ~ 6.50 g。除日永 2 × 长混的千粒质量略高外,各无性系自由授粉的千粒质量均比长落多父本混合授粉的大。同一无性系(日草 302)3 种授粉方式相比,球果出种量、种子饱满度和千粒质量由大到小的顺序大体为:自由授粉,长落多父本混合授粉,自交。在种子园条件下自由授粉为母本授粉提供了较多的选择机会,因此,一个无性系自由授粉的结果可以作为标准来评价其与其它亲本交配的授粉可配性。日永 2、日永 10 无性系作母本与多父本长落杂交,种子饱满度、千粒质量与自由授粉相比差值最小或略大于自由授粉,可配性较高。而长落多父本花粉与日永 13 杂交的可配性最差。

表 2 多父本混合授粉对日 × 长杂种种子产量及品质影响

授粉方式	母本	父本	采收球果/个	平均质量/g	平均出种量/g	与同系自由授粉比差	种子饱满度/%	与同系自由授粉比差	千粒质量/g	与同系自由授粉比差
自交	日草 302		49	2.04	0.11	- 0.17	20	- 48	2.90	- 1.3
自由授粉	日草 302		260	4.13	0.28		68		4.20	
多父本控制授粉	日草 302	长落混合花粉	43	3.25	0.24	- 0.04	45	- 23	3.75	- 0.45
自由授粉	日永 8		739	2.23	0.24		77		3.95	
多父本控制授粉	日永 8	长落混合花粉	399	2.07	0.18	- 0.06	65	- 12	3.30	- 0.65
自由授粉	日永 13		239	4.39	0.29		69		4.67	
多父本控制授粉	日永 13	长落混合花粉	109	3.67	0.12	- 0.17	20	- 49	3.70	- 0.97
自由授粉	日永 10		265	4.34	0.25		86		4.85	
多父本控制授粉	日永 10	长落混合花粉	94	2.66	0.24	- 0.01	80	- 6	4.50	- 0.35
自由授粉	日永 2		340	5.73	0.39		78		6.36	
多父本控制授粉	日永 2	长落混合花粉	118	3.39	0.28	- 0.11	75	- 3	6.50	0.14

注:日草——日本落叶松草河口;长落——长白落叶松,下同。

2.2 杂种苗生长及幼年杂种母株穗材产量

2.2.1 不同组合杂种苗生长比较 从不同组合杂种苗生长情况(表 3)可以看出,日落同一无性系为母本与不同长落无性系为父本进行杂交, F_1 代杂种苗期生长表现不同。除日永 85 × 长 6 外,其它组合 1 年生苗平均高度均大于母本自由授粉后代,超亲优势幅度为 11.3% ~ 52.2%。日永 85 × 长 4c 等 3 个杂交组合的超亲优势均大于 50%,属杂交优势强的组合。日本落叶松引入我国北方地区后虽然生长表现良好,但苗期往往由于顶芽发育不充分易遭受冻害,长白落叶松苗期顶芽发育充实,一般不发生冻害。二者杂交后不同组合杂种苗与日本落叶松自由授粉子代苗相比,顶芽发育状况都有不同程度的改善,有 5 个组合杂种苗 10 月中旬封顶率达 97% 以上。多父本花粉混合授粉时日落不同无性系杂种 F_1 代生长也不同,3 年生杂种苗平均高和当年高生长量差异幅度分别为 81.1 ~ 87.7 cm、49.3 ~ 58.3 cm(表 4)。日永 8 × 长混杂

种苗高和当年高生长量分别比母本自由授粉子代大 18.2% 和 15.2%。日草 302 × 长混杂种苗 3 年生高生长量比其单亲(长 23) 授粉大 9.5%。无论是种间单亲授粉、多父本花粉混合授粉或种内自由授粉, 子代高生长差异幅度和变异系数都较大。这是由于交配双亲本身就是杂合体的缘故。因此, 对有性繁殖后代进行汰劣留优, 是落叶松遗传改良必不可少的步骤。

表 3 日永 85 及其 9 个杂交组合 1 年生苗生长情况

组 合	平均高/cm	相对值/%	<i>c. v.</i> /%	超亲优势/%	10 月中旬封顶苗比例/%
日永 85 半同胞	20.3	100	30.2		89.6
日永 85 × 长 6	20.2	99.5	33.6	- 0.5	100
日永 85 × 长 10	22.6	111.3	30.0	11.3	91.8
日永 85 × 长 14	27.4	135.0	26.8	35.0	94.3
日永 85 × 长 11	28.9	142.4	22.5	42.4	94.5
日永 85 × 长 3	30.0	148.0	19.8	48.0	99.6
日永 85 × 长 13	30.2	148.8	20.8	48.8	95.1
日永 85 × 长 4c	30.8	151.7	17.6	51.7	99.0
日永 85 × 长 27	30.8	151.7	18.0	51.7	98.6
日永 85 × 长 12	30.9	152.2	18.9	52.2	97.5

表 4 多父本混合授粉等 3 年生杂种苗生长情况

组 合	苗 高			当年高生长量		
	平均/cm	相对值%	<i>c. v.</i> /%	平均/cm	相对值%	<i>c. v.</i> /%
日永 8 半同胞	74.2	100.0	33.47	50.6	100	33.12
日永 8 × 长混	87.7	118.2	31.81	58.3	115.2	33.25
日草 302 × 长混	82.9	111.7	30.33	55.7	110.1	34.12
日永 2 × 长混	81.1	109.3	25.03	49.3	97.4	41.39
日草 302 × 长 23	75.7	102.0	25.18	51.5	101.8	32.36

注: 1 年生时这批苗用于在山坡地建采穗园, 因林地干旱和管理不便 1 a 后又移植至苗圃旁定植, 故生长受到影响。

2.2.2 杂种采穗园幼年母株插穗产量 1.5 年生日落 × 长落杂种母株夏插繁殖可产插穗 1~2 根 · 株⁻¹, 2.5 年生时插穗平均产量增加到 19.0 根 · 株⁻¹。3.5~4.0 年生中柱式母株可年产半木质化插穗 41 根 · 株⁻¹, 木质化插穗 44 根 · 株⁻¹ (因高柱式整形修剪尚未完成, 未进行产量统计)。这个年龄阶段 0.1 hm² 采穗园可产半木质化插穗 8.2 万根 · a⁻¹, 木质化插穗 8.8 万根 · a⁻¹, 今后随着母株年龄增长插穗产量还会逐年增加。

2.3 落叶松杂种插穗生根

2.3.1 半木质化插穗 1.5~2.5 年生日 × 长混合母株插穗和日永 8 × 长混插穗生根情况良好, 即使不经激素处理生根率也可达到或超过 90% (表 5、6)。1.5 年生日永 8 自由授粉后代与日永 8 × 长混杂种 F₁ 代相比, 在激素处理相同的条件下, 插穗生根率显著地高于后者, 且偏根率低 (表 5)。激素处理对提高日永 8 × 长混 2.5 年生母株插穗生根率虽无明显影响但却显著地促进了插穗根系发育。激素处理浓度相同日永 8 × 长混和日草 302 × 长混杂种母株插穗生根率差异不明显, 但前者插穗的平均生根量、偏根率显著地优于后者。2.5~3.5 年生日 2019 × 长混杂种母株插穗不经激素处理扦插, 2 a 的生根率平均仅 70%, 经 $\rho(\text{IBA}) = 200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 处理后生根率提高到 95%, 且生根量和平均最长根长都有明显的增加。

表 5 不同年龄组合杂种母株插穗生根情况

组 合	IBA 质量浓度/ (mg·kg ⁻¹)	1.5年生				组 合	IBA 质量浓度/ (mg·kg ⁻¹)	2.5年生			
		生根 率/%	生根量/ (条·穗 ⁻¹)	最长根 长/cm	偏根 率/%			生根率/ %	生根量/ (条·穗 ⁻¹)	最长根 长/cm	偏根率/ %
日永8半同胞	100	100.0 _a	6.9 _a	9.0	5.0 _a		200	95.0 _a	5.0 _a	6.0 _a	29.9
日永8×长混	100	93.8 _b	5.9 _{ab}	8.2	20.0 _b	日2019×长混	100	75.0 _b	4.6 _a	4.5 _b	35.8
日落×长落(混)	100	92.5 _b	5.4 _b	7.9	21.8 _b		CK	60.0 _b	2.2 _b	2.7 _c	50.0
日落×长落(混)	CK	90.0 _b	4.9 _b	8.2	14.9 _b						
平 均		94.1	5.8	8.3	15.4	平 均		76.7	3.7	4.4	38.6

注: 1. 日落×长落(混)为日落×长落不同组合的混合插穗; 2. 纵行内不同的英文字母表示0.05水平上差异显著, 以下同; 扦插日期: 1997-07-09。

表 6 不同年龄组合杂种母株插穗生根情况

组 合	IBA 质量浓度/ (mg·kg ⁻¹)	2.5年生				组 合	IBA 质量浓度/ (mg·kg ⁻¹)	3.5年生			
		生根 率/%	生根量/ (条·穗 ⁻¹)	最长根 长/cm	偏根 率/%			生根 率/%	生根量/ (条·穗 ⁻¹)	最长根 长/cm	偏根 率/%
日永8×长混	300	98.8	7.9 _a	10.5	6.3 _a		200	95.0	6.0 _a	10.3 _a	21.1
日永8×长混	200	100.0	6.6 _b	10.5	13.8 _{ab}	日2019×长混	100	87.5	4.6 _b	8.9 _{ab}	47.3
日永8×长混	100	96.3	5.2 _c	10.4	23.7 _b		CK	80.0	4.1 _b	7.8 _b	36.7
日永8×长混	CK	98.8	4.1 _d	10.9	47.1 _c						
日草302×长混	100	91.2	3.2 _d	9.7	62.0 _c						
平 均		97.0	5.4	10.4	30.6	平 均		87.5	4.9	9.0	35.0

注: 扦插日期: 1998-06-24。

比较2 a 的扦插试验结果可以看出, 1998 年各处理插穗生根情况优于 1997 年, 其原因除气象因子不同外, 主要与 1998 年扦插时间较早有关。

同一杂交组合 F₁ 代不同单株间插穗生根情况

如图 1 所示。由于母株年幼(3.5 年生)多数生根率较高, 生根率低于 85% 的母株只占极少数(8.3%)。其它插穗生根参数统计分析结果表明, 母株间每穗平均生根量, 平均最长根长度和偏根率均差异显著, 幅度分别为 2.9~7.8 条·穗⁻¹、5.4~13.0 cm, 7.5%~63.1%。显示出落叶松同一杂交组合不同的基因型间生根能力存在着显著的遗传变异。

2.3.2 木质化插穗 从表 7 可以看出基质和激素处理的质量浓度相同时, 杂交组合 H₆、H₃ 木质化插穗的生根率分别为 90.0%、81.3%, 显著高于 H₁。H₃

不仅生根率较高, 而且根系发育好, 平均最长根长显著大于其它 2 个组合, 且偏根率低。基质相同(河沙)、激素处理质量浓度由 400 mg·kg⁻¹ 提高到 800 mg·kg⁻¹, H₁ 插穗生根率、生根量和最长根长等并未得到明显改善。基质不同, H₂、H₁ 插穗生根情况不同, 处理质量浓度为 500 mg·kg⁻¹ 时, H₂ 插穗在河沙基质中的生根率达 81.3%, 显著大于 H₁, 而在锯末基质中的生根率却没有明显差异。根系发育情况与此相反。IBA 质量浓度由 500 mg·kg⁻¹ 增加到 800 mg·kg⁻¹, H₂ 插穗在锯末基质中的生根率和生根量也无明显变化。

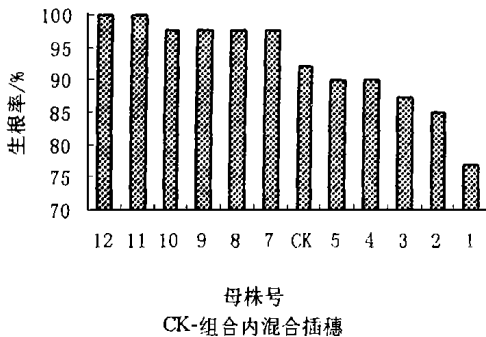


图 1 日 2019×长混母株间生根率差异

不仅生根率较高, 而且根系发育好, 平均最长根长显著大于其它 2 个组合, 且偏根率低。基质相同(河沙)、激素处理质量浓度由 400 mg·kg⁻¹ 提高到 800 mg·kg⁻¹, H₁ 插穗生根率、生根量和最长根长等并未得到明显改善。基质不同, H₂、H₁ 插穗生根情况不同, 处理质量浓度为 500 mg·kg⁻¹ 时, H₂ 插穗在河沙基质中的生根率达 81.3%, 显著大于 H₁, 而在锯末基质中的生根率却没有明显差异。根系发育情况与此相反。IBA 质量浓度由 500 mg·kg⁻¹ 增加到 800 mg·kg⁻¹, H₂ 插穗在锯末基质中的生根率和生根量也无明显变化。

表 7 5 年生杂种母株木质化插穗生根情况

组合	基质	IBA 质量浓度/ (mg · kg ⁻¹)	生根率/ %	生根量/ (条 · 根 ⁻¹)	平均最长根长/ cm	偏根率/ %
H ₆	河沙	400	90.0 a	5.4 abc	9.4 cdef	34.8
H ₃	河沙	400	81.3 a	6.5 ab	13.2 ab	12.1
H ₁	河沙	400	56.3 b	5.4 abc	7.2 ef	31.5
H ₂	河沙	500	81.3 a	6.2 ab	10.1 cd	18.0
H ₁	河沙	500	62.5 b	7.1 a	9.9 cde	21.5
H ₂	锯末	500	57.5 b	6.6 ab	15.1 a	12.7
H ₁	锯末	500	51.3 b	3.6 b	6.9 f	35.4
H ₁	河沙	800	47.5 b	5.4 abc	8.4 def	35.0
H ₂	锯末	800	58.5 b	4.5 bcd	12.0 bc	38.2
H ₁	锯末	800	47.5 b	4.1 bcd	10.3 cd	46.4

注: H₁——HL93(NT20), H₂——EL1103 × JL087A, H₃——EL81 × JLp087A, H₆——EL1040 × JLp087A。调查日期: 1997-10。

2.4 2 年生杂种苗生长情况

从表 8 可知, 半木质化生根插穗平均移植成活率为 75.6%, 2 年生杂种扦插苗平均高 44.8 cm, 地径 0.54 cm; 最高苗高达 84 cm, 地径 1.0 cm。其中 57.0% 和 40.9% 的苗高、22.6% 和 69.1% 的地径分别达到了 2 年生日本落叶松、级苗国家标准^[9]。木质化生根插穗移植苗生长略差, 成活率仅 58.1%, 苗高和地径达到、级苗标准的分别只有 79.6%、89.8%。移植成活率偏低, 主要与春旱、水分管理不合理和部分插穗根系发育差有关。

表 8 大田培育的 2 年生落叶松杂种扦插苗生长情况

组合	插穗类型	移植成活率/%	苗高生长			地径生长		
			\bar{H} /cm	H > 40 cm 苗的比例/%	H = 25~40 cm 苗的比例/%	\bar{D} /cm	D > 0.6 cm 苗的比例/%	D = 0.4~0.6 cm 苗的比例/%
日落 × 长落(混)	半木质化	79.1	45.2	62.3	35.8	0.52	20.8	67.9
日永 8 × 长混	半木质化	76.5	41.1	40.6	55.6	0.51	13.3	75.6
日 2019 × 长混	半木质化	71.3	48.0	68.8	31.3	0.59	33.8	63.8
平均		75.6	44.8	57.0	40.9	0.54	22.6	69.1
H ₁	木质化	58.1	32.4	21.4	58.2	0.57	37.8	52.0

3 杂种采穗园母株繁殖系数

用半木质化插穗扦插繁殖, 2.5 年生杂种采穗园母株繁殖系数为 1/13, 即 1 株母株可繁育 13 株 2 年生扦插苗(表 9), 3.5 年生时繁殖系数高到 1/27。0.1 hm² 杂种采穗园(株行距 1.0 m × 0.5 m) 所产插穗, 可分别培育 2 年生、级扦插苗 2.6 万株和 5.4 万株。木质化插穗

表 9 杂种采穗园母株繁殖系数

母株年 龄/a	插穗 类型	平均产量/ (根 · 株 ⁻¹)	插穗生根及繁殖 1 年 生扦插苗数		移植成活及繁殖 2 年生扦插苗数		、级苗 成苗率/%	繁殖系数/ (株 · 株 ⁻¹)	0.1 hm ² 采穗园 培育、级 2 年生 扦插苗数量/ (万株 · a ⁻¹)
			平均生 根率/%	株均繁殖 量/株	平均成 活率/%	株均繁殖 量/株			
2.5	半木质化	19	95	18	75.6	14	92	13/1	2.6
3.5	半木质化	41	95	39	75.6	29	92	27/1	5.4
4.0	木质化	44	75	33	58.1	19	80	15/1	3.0

注: 木质化插穗生根率系 H₁、H₃、H₆ 三组合插穗经质量浓度为 400 mg · kg⁻¹ IBA 处理, 河沙基质扦插生根率的平均值。

因生根、移植成活率低,4年生母株的繁殖系数只有1/15,相同面积的杂种采穗园只能培育2年生、一级扦插苗3.0万株。

4 小结与讨论

(1) 根据以往研究^[1~5]和本项试验结果可知,落叶松种间杂交不同组合间不仅在子代生长、抗逆性等方面存在着明显差异,杂交授粉可配性和可育性也不相同。选择杂交亲本除应考虑获得生长性状优异的子代外,亲本间需具备较高的授粉可配性和可育性。在不确知单亲交配效果的情况下,采用多父本混合授粉有助于提高杂种种子品质、产量和杂种子代的稳定性。

(2) 建采穗园生产杂种扦插繁殖材料不受地区限制,简单易行,见效快,并且随着母株年龄增长产穗量将逐年增加。只要水肥管理得当,可连年大量生产穗材,不存在产量丰歉不均现象。

(3) 采用全光雾插生根技术,2.5~3.5年生杂种母株半木质化插穗经质量浓度为 $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ IBA溶液处理生根率可达95%~100%。木质化插穗生根相当困难。经 $400\sim 500\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ IBA质量浓度部分组合的生根率也只有81.3%~90.0%。IBA质量浓度由 $400\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 提高到 $500\sim 800\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,H₁、H₂木质化插穗的生根状况并未得到明显改善。木质化插穗生根困难的组合(母株)应改用半木质化插穗扦插繁殖。

(4) 杂种组合、单株间插穗生根能力差异显著。在测定生根性状的基础上淘汰生根能力差的组合(单株)可提高杂交组合(单株)的生根能力,或通过选择生长、生根性状优良单株,为发展无性系林业选育原始材料。

(5) 在我国北方春季干旱条件下,只要灌水及时,半木质化生根插穗移植成活率可达75.6%,2年生扦插、一级苗所占的比例达90%以上。根据本项研究目前取得结果,组装各个环节的最佳实施方案,一个林场建 0.1 hm^2 采穗园,2~3a后即具备年产2.6~5.4万株2年生杂种扦插苗的生产能力,满足营造 $13\sim 27\text{ hm}^2$ 杂种落叶松林需要。

(6) 无性繁殖后代能保持原株优良基因组成,巩固杂种优势。在解决了落叶松杂种制种、插穗生产和扦插繁殖技术之后,采用有性制种、无性增殖利用的策略,把落叶松组合育种和优势育种相结合,可在短期内提高落叶松遗传改良水平,增加杂种落叶松在造林中所占的比重。

参考文献:

- [1] 杨书文,王秋玉,夏得安.落叶松遗传改良[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1994.165~180.
- [2] 辽宁本溪林科所.落叶松杂交试验初报[J].林业科技通讯,1974,(10):15~17.
- [3] 杨书文,鞠方贵,张世英,等.落叶松杂种优势研究[J].东北林学院学报,1985,13(1):30~36.
- [4] 王景章,丛培艳.落叶松杂交育种及F₁性状遗传[J].林业科学,1980,16(1):49~52.
- [5] 潘本力,艾正明,韩承伟,等.落叶松杂交方法及杂种优势的研究[J].林业科学,1981,17(3):325~331.
- [6] 王有才,王笑山,马浩,等.日本落叶松种子园种子产量及结实规律研究[J].林业科学,2000,36(2):53~59.
- [7] 王笑山,马常耕,寇金堂,等.日本落叶松整形修剪对插穗产量及生根率的影响[J].林业科学,1995,31(2):116~124.
- [8] 黄钦才,王笑山,鲁国林,等.日本落叶松硬枝插穗育苗技术[J].林业科学研究,1993,6(1):7~11.
- [9] GB 6000-85,主要造林树种苗木[S].

Study on a Complete Set of Larch Hybrid Mass Propagation

WANG Xiao-shan¹, MA Hao¹, WANG Jian-hua¹, WANG You-cai²,
WU Ze-min³, YAO Dian-guo³

(1. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China;

2. Dagujia Forest Farm, Qingyuan 113306, Liaoning, China;

3 The Land and Forestry Administration of the Railway Bureau of Jilin, Jilin 132001, Jilin, China)

Abstract: Cross compatibility, fertility, growth performance of hybrid seedlings, cutting production of ortet in scion plucking nursery rooting ability of hybrid cuttings treated with various concentration of IBA in sand and wood dust media under full light mist irrigation condition of different cross combinations between *Larix kaempferi* and *L. olgensis* were studied in Liaoning and Jilin provinces from 1994 to 1998. Survivor percentage and growth of rooted cuttings after being transplanted in nursery of different combinations were also studied. In general, there is no difficulty to get larch hybrid, yet cross compatibility and growth behavior of hybrid of different combinations differed for different combinations. Though there were obviously difference in rooting ability among cross combinations and ortets but cuttings taken from young hybrid ortets were easy to root. Each of 2.5 ~ 3.5 year-old ortet might derive 13 ~ 27 two-year-old plantlets (ramet) on average for planting. Based on the results obtained, a new strategy is proposed for mass production of genetically improved hybrid larch: i. e. is to produce hybrid seeds of best general or special combinations by artificial pollination and to multiply the scarce improved hybrid by vegetative propagation.

Key words: *Larix kaempferi*; *Larix olgensis*; artificial pollination; scion plucking nursery of hybrid larch; rooting technique under full light mist irrigation