

文章编号: 1001-1498(2003)01-0058-05

杉木双系种子园性别分化的化学调控试验

齐明¹, 王始平², 翁春梅²

(1. 中国林业科学院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江省遂昌县林业局, 浙江 遂昌 323300)

摘要: 对遂昌县 11 年生的杉木双系种子园中的若干无性系, 进行了 2 组共 9 种化学混合物质的性别分化调控试验, 目的是为杉木双系种子园的经营管理提供科学依据。试验 I: 于 1999 年 6 月 20 日到 8 月 20 日进行, 采用叶部喷布方式, 共喷布 3 次或 6 次。其中以处理 2 ($40 \text{ mg L}^{-1} \text{NAA} + 200 \text{ mg L}^{-1} \text{GA}_3 + 100 \text{ mg L}^{-1} \text{H}_3\text{BO}_3$) 诱导产生雌球花较好, 而以处理 5 ($400 \text{ mg L}^{-1} \text{GA}_3 + 100 \text{ mg L}^{-1} \text{H}_3\text{BO}_3$) 和处理 6 ($3.8 \text{ g L}^{-1} \text{TDS}$) 诱导产生雄球花比较理想。试验 II: 在 2000 年 6 月 20 日到 7 月 25 日进行, 采用茎干注射的方式, 共注射 5 次。不论是在诱导产生雌球花, 还是在诱导产生雄球花, 均以处理 3 ($5 \text{ g L}^{-1} \text{GA}_3 + 2 \text{ g L}^{-1} \text{NAA} + 10 \text{ g L}^{-1} \text{P} + 5 \text{ g L}^{-1} \text{Bo}$) 为好。

关键词: 杉木; 性别分化; 化学调控; 雄球花; 雌球花

中图分类号: S791.27

文献标识码: A

在杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 双系种子园的研建过程中, 最理想的办法就是选择在自然状态下, 其母本偏雌, 而其父本偏雄那些建园材料。可是这样的情形少而又少。如能找到一种办法, 促成双系种子园中母本偏雌, 其父本偏雄, 那么就不必担忧双系种子园中的近交及其引起的衰退效应问题, 并能生产大量品质优良的种子。

国内外已有不少人在许多树种中展开改变性比, 促进早花早实和多花多实等方面进行了大量研究^[1-8]。国内王沙生 1990 年研究过促进油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr.) 开花的措施和机理^[8]; 1989 年迟健报道了使用 GA_3 改变杉木的性比试验结果: 高质量浓度的 GA_3 (10 mg mL^{-1}) 可以诱导雌球花的产生, 而低质量浓度的 GA_3 (1 mg mL^{-1}) 可以诱导雄球花的产生^[3]。众多的研究表明: 极性小的 $\text{GA}_{4/7}$ 可以诱导松科 (Pinaceae) 树种的花芽形成, 而极性大的 GA_3 则可以诱导杉科 (Taxodiaceae) 和柏科 (Cupressaceae) 树种的花芽形成^[4-6]。

为了经营管理好现有的杉木双系种子园, 自 1996 年以来, 亚林所杉木课题组先后进行了一系列的试验研究, 目的是针对杉木双系种子园中的无性系, 改变其性比, 降低近交, 生产优质种子, 为此研究了生物激素, 微量元素, 不同肥种以及不同配合, 浓度大小, 处理方式 (皮部包埋, 茎干注射及叶部喷布), 处理次数等因素的作用, 其中有的获得了肯定的结果。现对试验设计严密, 整个试验保存完好的两组试验加以总结, 以便为生产应用提供科学依据。现将结果报道如下。

收稿日期: 2002-04-17

基金项目: 2000—2002 年浙江省自然科学基金项目“杉木双系种子园的近交及其控制研究”和浙江省“九五”攻关课题“杉木杂交新品种选育及利用”

作者简介: 齐明(1962—), 男, 湖北新洲人, 副研究员。

1 材料与方法

1.1 枝叶喷布 6 种生物激素混合剂(试验 I)

研究地点为浙江省遂昌县 11 年生的杉木双系种子园,参试的 3 个无性系为第 4 区的龙 15 及第 6 区的阳 11 和阳 15。在双系种子园中,分别抽取生长正常,树冠通直且圆满的植株作为样株。在每个样株中下部抽取 3 个样枝,其中的 2 个样枝喷布药液;另外 1 个样枝作为对照,喷洒清水。试验设计为随机区组试验,同一区组设置在同一水平带上。用无性系重复 3 次。

为了查明每种药液合适的处理次数,在设计试验方案时,抽取 2 株样树进行试验,其中 1 株为每周喷布 1 次,另 1 株为每周喷布 2 次。喷布 12 h 以内遇下雨,要补喷 1 次。计划共喷布 6 次或 3 次,试验实施时间为 1999 年 6 月 20 日至 8 月 20 日。试验开始前,调查参试材料的开花背景信息。

参试药物的种类及配比如下:

(1) $120 \text{ mg L}^{-1} \text{NAA} + 50 \text{ mg L}^{-1} \text{GA}_3 + 100 \text{ mg L}^{-1} \text{H}_3\text{BO}_3$; (2) $40 \text{ mg L}^{-1} \text{NAA} + 200 \text{ mg L}^{-1} \text{GA}_3 + 100 \text{ mg L}^{-1} \text{H}_3\text{BO}_3$; (3) $40 \text{ mg L}^{-1} \text{NAA} + 300 \text{ mg L}^{-1} \text{GA}_3 + 100 \text{ mg L}^{-1} \text{H}_3\text{BO}_3$; (4) $100 \text{ mg L}^{-1} \text{GA}_3 + 100 \text{ mg L}^{-1} \text{H}_3\text{BO}_3$; (5) $400 \text{ mg L}^{-1} \text{GA}_3 + 100 \text{ mg L}^{-1} \text{H}_3\text{BO}_3$; (6) $3.8 \text{ g L}^{-1} \text{TDS}$ 。

2000 年春,对试验 I 样枝上的雄球花和雌球花数进行了观测调查,由于球花数太少,为了改善观察性状的正常性,资料进行统计分析前,数据一律按公式 $X + 1$ 进行转化。

1.2 茎干注射 3 种生物激素混合剂(试验 II)

参试无性系为杉木双系种子园第 19 小区的龙 15 和闽 33。抽取 3 个水平带,每个水平带实施 1 个处理,每个无性系参试样株为 4 株,两个无性系共 8 株。要求每个参试无性系要生长发育正常,如遇不符合要求者要剔除。处理方式为茎干注射。实施时间从 2000 年 6 月 20 日到 7 月 25 日。前后共注射药物 5 次,每周 1 次,每次 1 mL。3 种药物及其配比如下:

(1) $15 \text{ g L}^{-1} \text{GA}_3 + 0.5 \text{ g L}^{-1} \text{NAA} + 10 \text{ g L}^{-1} \text{P} + 5 \text{ g L}^{-1} \text{Bo}$; (2) $1 \text{ g L}^{-1} \text{GA}_3 + 5 \text{ g L}^{-1} \text{NAA} + 10 \text{ g L}^{-1} \text{P} + 5 \text{ g L}^{-1} \text{Bo}$; (3) $5 \text{ g L}^{-1} \text{GA}_3 + 2.0 \text{ g L}^{-1} \text{NAA} + 10 \text{ g L}^{-1} \text{P} + 5 \text{ g L}^{-1} \text{Bo}$ 。

其中 Bo 为硼酸;P 为 KH_2PO_4 ;每处理共配制 50 mL 的药液。

试验设计亦为随机区组试验,3 个处理,2 个参试无性系,重复 4 次。每个处理每个无性系设空白对照 1 个,注射清水,每个处理共 2 个对照。2001 年春对本试验的结果进行抽样调查,每株样树分上中下 3 个层次,每层分东南西北 4 个方位调查了雌雄球花数,以其总和代表该样树的雌雄球花数。由于数据具有良好的正态性,因而数据不进行转换,直接用于统计分析。

2 结果与分析

2.1 试验 I 的分析结果

2.1.1 喷布化学混合物在诱导雌雄球花方面的作用 对试验 I 的参试枝条上的雌雄球花进行调查,统计分析,结果列于表 1。由表 1 可见:(1)参试的无性系间雌球花和雄球花差异不明显,或不同的重复间差异不明显,试验有较好的重复性;

表 1 药物处理诱导雌雄球花的方差分析结果(固定模型)

变因	DF	雄球花		雌球花	
		MS	F 值	MS	F 值
无性系	2	1.904 8	1.513 1 ^{ns}	0.003 9	0.007 2 ^{ns}
处理	5	3.084 2	2.449 9 ^{**}	0.208 6	0.392 1 ^{ns}
喷布	1	0.560 0	0.444 8 ^{ns}	0.091 7	0.172 4 ^{ns}
无性系 × 处理	10	1.358 2	1.078 9 ^{ns}	0.447 4	0.840 9 ^{ns}
机误	53	1.258 9		0.532 0	
总变异	71				

注: **表示差异极显著; ns 表示差异不显著,下同。

(2) 这些药物处理在诱导雄球花的数量产生时彼此间差异明显,但对增加雌球花的数量,处理间没有明显的差异;(3) 不同的喷布次数(6次或3次)对诱导雌雄球花的产生没有明显的影响;(4) 无性系与处理的交互作用的影响亦不明显。

2.1.2 药物处理对增加雌雄球花效应大小的比较

表2 药物处理对增加雌雄球花的总效应大小

项目	处理1	处理2	处理3	处理4	处理5	处理6
雄效应和	20.73	34.10	28.00	34.47	35.05	36.91
雄对照	13.23	15.74	14.52	14.06	16.80	15.12
雌效应和	18.34	21.31	19.90	17.38	18.11	17.27
雌对照	7.65	9.60	7.65	9.48	8.41	6.73

注:表中单位为雌雄球花个数的开方。

由表2可见:(1) 在增加雄球花数量方面,以处理1和3最差;而以处理5和6最佳;处理2和4之间没有质的差异。(2) T检验结果却表明,所有的这些处理的结果与对照间有明显的差异,因而其效果真实有效,它们都能明显地增加雌球花数量,其中以处理2最佳,处理3次之。

2.1.3 对照部位雌雄球花差异分析 要证明这些处理对增加雌球花数(或雄球花)有明显的作用,增加雌雄球花的效果确是由药物处理引起的,还必须有对照处理方面的信息。表3是36个对照方差分析的结果。

表3 对照雌雄球花方差分析结果(固定模型)

变因	雌球花				雄球花			
	SS	DF	MS	F值	SS	DF	MS	F值
无性系	1.897 2	2	0.948 6	2.228 8 ^{ns}	1.344 9	2	0.672 5	0.892 8 ^{ns}
部位	1.065 2	5	0.213 0	0.500 6 ^{ns}	1.333 7	5	0.266 7	0.354 1 ^{ns}
机误	11.917 1	28	0.425 6		21.089 7	28	0.753 2	
总变异	14.879 5	35			23.768 3	35		

由表3可见,对照的参试无性系因子间以及其不同部位因子间没有统计水平上的差异。

2.1.4 对应相关分析 为了论证药物处理效应的真实性,还研究了处理效应与对照之间的相关性,结果如下。

$$Y = 3.304 5 + 0.231 2 X \quad (1)$$

式中:Y是参试部位的雌球花数;X是对照部位的雌球花数。

两者间的相关系数 $R = 0.195 0$ 。相关不显著。这表明,参试部位的雌球花数与对照之间不相关。处理的效果真正是由药物引起。

$$Y = 6.269 6 + 1.425 2 X \quad (2)$$

式中:Y是参试部位的雄球花数;X是对照部位的雄球花数。

两者间的相关系数 $R = 0.550 6 > R_{0.01} = 0.515 5$,即相关明显。由于药物处理结果与对照之间存在显著相关,这表明在诱导增加雄球花方面,除了有药物的作用之外,还有无性系自身的协同作用。

2.2 试验II的分析结果

2.2.1 注射化学混合物在诱导雌雄球花方面的作用 对试验II获得的数据资料进行统计分析,其结果列于表4。由表4可见:(1) 对于雌球花而言,除了无性系间差异显著外,其它的参试因子间均未达到统计上的显著性,药物处理对于诱导产生雌球花数目有一定的作用;(2) 对

于雄球花而言,处理间,无性系间,以及处理与无性系两者互作均达到统计上的显著性,重复间差异不显著,即试验具有较好的重复性。

表 4 茎干注射药物诱导雌雄球花的方差分析结果(固定模型)

变因	自由度	雌球花数		雄球花数	
		MS	F 值	MS	F 值
处理间	2	1 297.166 7	2.48 ^{ns}	4 027.791 7	5.35 ^{**}
无性系	1	7 420.166 7	14.20 ^{**}	84 253.500	111.96 ^{**}
处理 × 无性系	2	146.166 7	0.28 ^{ns}	3 467.625 0	4.61 ^{**}
重复间	3	619.388 9	1.18 ^{ns}	678.500 0	0.90 ^{ns}
机误	15	522.456		752.533 3	

注:处理 × 无性系表示处理与无性系互作。F_{0.05}(2,15) = 3.68; F_{0.01}(1,15) = 8.68。

2.2.2 不同性状处理间的效应值比较 试验 II 中不同药物诱导雌雄球花其效应大小值列于表 5。由表 5 可见,对于增加雌球花而言,处理 3 是最佳选择,处理 1 次之;而对于诱导雄球花而言,亦为处理 3 最佳,处理 2 次之。

表 5 不同药物处理诱导雌雄球花平均效应值的大小

性状	项目	处理		
		处理 1	处理 2	处理 3
雌球花	效应值/个	70.25	50.00	73.50
	名次	2	3	1
雄球花	效应值/个	117.75	139.88	162.63
	名次	3	2	1

由于试验 II 与试验 I 的实施方式不同,在野外调查时,仅对试验 II 的对照进行定性测量(龙 15 通常偏雄;而闽 33 的性比则比较富于变化:有时为雌少雄多,有时为雌雄各半),这样就无法分析药物处理与对照间的真实差异效果。考虑到逻辑的严密性,用了 19 区(龙 15 + 闽 33) 1999 年花量调查资料,即用群体水平的平均值作对照,用 T 检验分析药物处理与对照间的差异性,并以此结果作为衡量药物处理效果的参考依据,结果列于表 6。

由表 6 可见,在诱导增加雄球花时,处理 3 和处理 2 真实有效;而在诱导增加雌球花时,则处理 1 和处理 3 真实有效。由此认为:采用茎干注射来诱导产生雌雄球花时,以处理 3 最佳。

表 6 不同药物处理效果的 T 检验

项目	雄球花	雌球花
处理 1	0.598 3 ^{ns}	1.983 1 [*]
处理 2	1.770 7 [*]	0.449 0 ^{ns}
处理 3	2.101 0 ^{**}	1.841 9 [*]

注:自由度 = 23 时, T_{0.10} = 1.714; T_{0.05} = 2.069

3 结论与讨论

(1) 由试验 I 可知:不同化学混合物处理间在诱导产生雄球花数时差异明显,其中以处理 5 (400 mg L⁻¹GA₃ + 100 mg L⁻¹H₃BO₃) 和处理 6 (3.8 g L⁻¹TDS) 为最佳,但这种结果中包含了无性系因子的作用。而这些处理间在诱导雌球花数时差异不明显,但它们都有效,其中以处理 2 (40 mg L⁻¹NAA + 200 mg L⁻¹GA₃ + 100 mg L⁻¹H₃BO₃) 最佳。

(2) 由试验 II 可以得出,不同药物处理彼此之间诱导产生雌球花有一定的差异,虽然尚未达到统计水平上的显著性,但与对照相比都有效。不同处理间诱导产生雄球花数差异显著,两者均以处理 3 为最佳,即:5 g L⁻¹GA₃ + 2.0 g L⁻¹NAA + 10 g L⁻¹P + 5 g L⁻¹Bo 最好。

(3) 本试验研究揭示出,采用生物激素混合物来改变杉木无性系的雌雄球花性比,试验有一定的效果,但无法显著改变无性系本身开花结实(即性比)习性,见表 7。

由表 7 可见,不同的研究材料对不同的药物处理的反应有些差异。与对照相比,药物处理通常降低闽 33 的雄花数,略增加其雌球花数,使其偏雌;虽然药物处理使龙 15 的雌球花有所增加,但与此同时却更明显地增加了雄球花数,因而无法改变龙 15 偏雄这一特性。针对这一

现象,笔者认为:开花结实习性是杉木育种材料的遗传特性,与其它数量性状一样,是受内在的遗传因子控制,外在的环境条件对该性状的表达只能起一定作用。如果不是采用非常方法(如转基因这类方法)来改变育种材料的遗传基础,而使用激素,微量元素或肥料等来改变性比时,我们的期望值不能过高,否则是不现实的。

表7 根据对照信息评价药物处理改变性比的实际效果

项目	龙 15			闽 33		
	雄球花数	雌球花数	雄/雌比	雄球花数	雌球花数	雄/雌比
处理 1	167.5	55.5	3.02	68.0	85.0	0.80
处理 2	184.8	34.5	5.36	95.0	65.5	1.45
处理 3	245.8	51.0	4.82	79.0	96	0.82
1999 年对照信息	179.3	46.0	3.98	125.7	76.3	1.65

参考文献:

- [1] 苏梦云. TDS 调节剂对板栗营养状况的影响[J]. 林业科学研究, 1994, 17(4): 443-448
- [2] 黄众, 陈天华, 王章荣, 等. 植物生长调节剂对马尾松种子园植株雄球花成花的作用[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(3): 86-88
- [3] 迟健, 傅金和. 赤霉素促进杉木开花结实试验初报[J]. 浙江林学院学报, 1989, 6(3): 333-335
- [4] Siregar I Z, Sweet G B. Optimal timing of GA_{4/7} application to increase female strobilus number in *Pinus radiata* orchard[J]. New Zealand Journal of Forestry Science, 1996, 26(3): 339-347
- [5] Sheng C X. Effect of applied growth regulators and cultural treatment on flowering and shoot growth of *Pinus tabulaeformis* [J]. Can J For Res, 1990, 20(6): 679-685
- [6] Bonnet M M. Effect of growth regulator, girdling and mulching on flowering of young Japanese larches under field conditions [J]. Can J For Res, 1982, 12(2): 270-279
- [7] 王赵民. GA₃ 等 3 种植物生长调节剂对杉木结实和种子品质的影响[J]. 林业科技通讯, 1993(9): 27-29
- [8] 王沙生. 促进油松球花形成的措施和机理研究[A]. 见: 沈熙环. 种子园技术[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1990. 152-168

Study on Chemically Regulating the Sex Differentiation in Twin Seed Orchard of Chinese Fir

QI Ming¹, WANG Shi-ping², WENG Chun-mei²

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Forestry Bureau of Suichang County Zhejiang Province, Suichang 323300, Zhejiang, China)

Abstract: A series of chemical regulation experiments about sex differentiation were carried out in twin seed orchard of 11-year-old Chinese fir. The main objective is to provide scientific guidances for production and management of twin seed orchard. The results of two section experiments are as follows. Experiment I: it was conducted from June 20 to August 20, 1999. Branches and leaves spraying was used, 3 or 6 times. The results showed that: treatment 2 (40 mg L⁻¹NAA + 200 mg L⁻¹GA₃ + 100 mg L⁻¹H₃BO₃) can induce to produce more female cones. But treatment 5 (400 mg L⁻¹GA₃ + 100 mg L⁻¹H₃BO₃) and treatment 6 (3.8 g L⁻¹TDS) can induce to produce more male cones. Experiment II: it was conducted from June 20 to July 25, 2000. Stem injection method was used up to 5 times. Treatment 3 (5 mg mL⁻¹GA₃ + 2.0 mg mL⁻¹NAA + 10g L⁻¹P + 5g L⁻¹Bo) was the best for inducing to produce not only female cones but also male cones.

Key words: Chinese fir; sex differentiation; chemical regulation; male cone; female cone