

火炬松建园无性系球果产量研究^{*}

钟伟华¹ 周 达¹ 何昭珩¹ 邬香辉² 陈卡尔² 曾永胜²

(1 华南农业大学林学院, 广州, 510642; 2 广东省英德市火炬松种子园)

摘要 对火炬松 8 ~ 12 年生的 227 个无性系的球果结实量, 连续作了 3 年观察分析, 结果表明, 无性系间、年度间差异显著或极显著; 多数无性系结果量偏低; 对无性系产果量再选择建成的高一级种子园与供选群体相比, 增产达 85% ~ 137%, 甚至更高。按球果丰歉波动状态可划为 6 种类型, 其中以“V”字类型居多。

关键词 火炬松; 种子园; 无性系; 球果产量
中图分类号 S 722. 83

研究建园无性系的产果能力, 对于种子园的去劣疏伐、产量预测、成本估算, 对于优质高产无性系的强化管理, 进行再选择建立高一级种子园, 对于调整无性系产果量的贡献比率, 达到调控种子遗传质量等方面都有指导作用。所以, 许多研究者都从不同侧面研究了油松(沈熙环, 1992)、樟子松(沈熙环, 1994)、杉木(胡德活, 1990)等建园树种无性系的球果产量问题。在国外, 对火炬松(*Pinus taeda* L.)无性系球果产量的研究较多。Byram 等(1986)认为, 不同年龄种子园中的无性系供种比例不同, 提出盛产期(9 ~ 10 年生)为 90/60 规则, 也有人提出 80/20 规则(Zobel, 1984)。本文针对英德火炬松初级种子园面临去劣疏伐, 以及经再选择建立第一代改良无性系种子园(1.5 代园)的需要, 开展建园(含基因库)无性系产果能力研究, 以促进该种子园经营管理水平的提高。

1 英德火炬松种子园自然状况

该种子园位于广东省英德市东北部, 离市区约 60 km, 113°E, 24°15'N, 海拔高 50 m, 年平均降雨量 1 917.7 mm, 年平均温度 20.7℃, 相对湿度 78%, 土壤为赤红壤, 肥力较差。1979 年筹建, 1987 年建成部、省级联营单位。

2 材料与方法

2.1 材料

选择种子园分别嫁接于 1983 年与 1985 年的 D、G 两大区, 21 个小区为试区。每小区栽 100 个分株, 由 10 ~ 14 个无性系组成, 无性系按维列辛法配置。试区包括的栽植密度有: (1) (8+4)m×8 m, 参测无性系 73 个; (2) 10 m×5 m, 81 个系; (3) 6 m×6 m, 73 个系。1992 年至 1994 年连续 3 年秋季在试区分系分单株采果称鲜果重, 3 年累计采集 5 625 个分株的球果。

1996-04-19 收稿

^{*} “八五”国家重点科技攻关《火炬松种子园疏伐研究》内容之一
©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://w>

2.2 统计方法

数据分年度与无性系统计单株平均产果量,并作年度与无性系双因素方差分析,其数学模型为:

$$X_{ij}=\mu+A_i+Y_i+e_{ij}$$

此外,由于参测无性系分株数目年度间略有变动,故取加权平均数参予各项统计分析。

3 试验结果

3.1 平均产果量

在(8+4) m×8 m 密度,10~12 年生,无性系平均株产球果最高 16.6 kg,平均 3.78 kg,每公顷可产 15 kg 种子;在 10 m×5 m 与 6 m×6 m,8~10 年生,平均株产球果最大 9.33 kg 和 6.43 kg,平均 3.08 kg 和 1.49 kg。每公顷分别可产 14 kg 和 9.6 kg 种子。密度(1)产种量/hm²比原产地美国低,密度(2)则与原产地接近。1992 年至 1994 年的 3 个年度里,年平均株产球果是变化的,两头高中间低,呈马鞍形状态,且明显看出受母树年龄和栽植密度的影响,详见表 1。

表 1 3 个试区无性系不同年度平均单株产果量 kg

试区	1992	1993	1994	平均
(1)	4.04	3.40	3.95	3.78
(2)	3.43	2.04	3.78	3.08
(3)	1.31	0.82	2.48	1.49

3.2 无性系间和年度间产果量的差异

为了测定无性系的产果能力,在系间与年度间的差别是否达到统计上的显著差异,按年度与无性系作双因素方差分析,结果列入表 2。从表 2 可见参试 197 个无性系,在产果能力与年度结实量上均存在显著或极显著差异。从中选择高产无性系能大大提高种子园球果产量,而且也说明在研究和确定无性系产果能力大小时,应注意年度的变化,才能比较准确地判断无性系产果力的优劣。

表 2 3 个试区无性系平均单株产果量方差分析¹⁾

试区	变异来源	自由度	均方	均方比	F _{0.05}	F _{0.01}
(1)	无性系间	66	84.985 8	2 601.9 **	1.40	1.36
	年度间	2	144.491 2	4 423.7 *	3.07	4.77
	机 误	132	32.663 3			
(2)	无性系间	73	42.254 1	3 044.5 **	1.38	1.59
	年度间	2	258.549 1	18 629.3 **	3.06	4.75
	机 误	146				
(3)	无性系间	55	22.887 7	3 597.2 *	1.45	1.69
	年度间	2	185.133 4	29 096.9 **	3.08	4.80
	机 误	110				

1) 仅取 3 个年度数据齐全的系参加双因素方差分析

3.3 产果力均值的多重检验与分类

在 F 检验的基础上,作无性系平均单株产果量的 LSD 多重检验,结果列入表 3。为简明和节省篇幅,将检验结果分为两大类。第一类为表中均值旁画线部份,线内的系两两间没有显著的差异,属低产或极低产的一类;第二类,即表中没有画线的系,它们与前一类

中最差的系存在显著性差异。这一类又可分为两个亚类, 即记有和不记有“*”号的两亚类, 前者是与群体平均(表 3 中的横线)存在显著或极显著差异, 属高产类; 后者与记有“*”号的末位系号无显著差异, 属较高产的亚类。

表 3 无性系 3 年株产均值差异显著性检验及其分类¹⁾

试区	无性系	均值	无性系	均值	无性系	均值	无性系	均值	无性系	均值
(1)	81-24	16.60**	82-2	6.05	81-5	4.26	82-98	3.24	85-41	2.42
	82-75	16.25**	82-57	6.02	82-77	4.18	81-9	3.22	81-12	2.41
	81-61	11.69**	82-78	5.92	82-12	4.15	81-7	3.04	82-73	2.38
	81-31	10.44**	82-48	5.46	82-95	4.15	81-10	2.96	82-39	2.33
	81-21	8.21	81-51	5.40	82-19	4.04	81-44	2.94	52-40	2.27
	82-63	7.80	81-33	5.34	81-30	3.98	82-61	2.86	81-50	2.18
	82-1	7.53	82-88	5.22	82-79	3.87	82-87	2.83	82-50	2.13
	82-68	7.50	81-13	5.05	82-51	3.84	81-23	2.80	81-58	2.12
	82-74	6.80	82-52	4.93	82-62	3.82	82-91	2.79	81-45	2.06
	81-37	6.78	85-56	4.91	81-4	3.79	82-90	2.77	81-34	1.64
	82-97	6.63	82-32	4.89	82-49	3.55	82-43	2.68	81-59	1.57
	82-89	6.29	81-49	4.84	82-44	3.53	82-80	2.63	52-06	1.46
	81-60	6.27	81-11	4.84	82-14	3.35	82-83	2.62	85-25	0.99
	82-59	6.13	81-39	4.41	82-81	3.30	81-17	2.55		
	81-36	6.09	81-26	4.37	81-46	3.28	81-6	2.50		
	83-41	9.33*	83-34	4.23	85-27	2.56	85-5	1.73	83-52	1.16
(2)	85-33	7.37*	83-46	4.00	85-10	2.48	85-2	1.69	85-28	1.14
	83-35	7.10*	85-1	3.99	83-33	2.44	85-7	1.64	85-17	1.12
	85-26	7.07*	85-12	3.93	83-54	2.39	85-36	1.63	84-49	1.11
	83-37	6.60*	85-8	3.79	83-63	2.38	85-19	1.61	83-47	1.10
	83-65	5.92	85-22	3.70	83-59	2.36	84-39	1.57	84-89	0.98
	85-37	5.39	83-40	3.54	85-24	2.28	85-14	1.55	84-1	0.89
	84-90	5.33	85-25	3.43	84-10	2.28	83-62	1.47	83-53	0.85
	83-43	5.31	84-23	3.42	85-9	2.27	85-13	1.45	84-46	0.83
	83-61	5.31	83-55	3.39	84-83	2.17	83-44	1.41	85-20	0.82
	83-39	5.22	83-56	3.39	83-84	2.14	85-29	1.35	85-18	0.82
	85-41	5.19	85-3	3.34	83-57	2.11	85-31	1.33	84-10	0.51
	83-38	5.18	83-66	3.12	84-85	2.04	85-35	1.32	85-30	0.13
	83-58	4.75	85-6	2.93	84-84	2.01	85-4	1.30		
	83-36	4.58	85-21	2.85	84-28	1.86	85-16	1.29		
	85-11	4.42	84-52	2.79	83-49	1.82	84-80	1.20		
	85-34	4.33	84-105	2.73	85-15	1.75	83-50	1.17		
(3)	84-82	6.43**	84-41	2.28	83-76	1.37	84-72	0.87	84-21	0.43
	83-82	5.40**	84-32	2.26	84-103	1.37	84-105	0.85	84-1	0.39
	84-34	4.66*	84-40	1.95	84-86	1.32	83-79	0.83	84-73	0.38
	84-81	4.14*	84-62	1.86	83-84	1.29	84-23	0.81	84-13	0.37
	84-19	3.96*	84-65	1.72	84-88	1.28	84-61	0.78	83-71	0.36
	83-86	3.40	84-75	1.69	84-51	1.24	83-87	0.75	83-72	0.33
	84-36	3.39	84-48	1.68	84-74	1.13	84-55	0.71	84-99	0.28
	84-66	3.23	84-91	1.62	84-9	1.09	84-52	0.66	84-25	0.21
	84-39	3.13	83-81	1.59	83-80	1.02	83-75	0.64	84-93	0.20
	84-64	2.99	84-53	1.53	84-29	1.00	83-74	0.60	83-78	0.20
	85-58	2.96	84-25	1.51	84-22	0.99	84-77	0.60	84-83	0.13
	84-54	2.91	83-83	1.50	84-89	0.94	84-84	0.59	84-101	0.08
	84-68	2.77	84-15	1.44	84-78	0.91	83-77	0.51	84-28	0.07
	84-12	2.62	84-47	1.44	84-30	0.90	84-96	0.46		
	83-85	2.59	84-90	1.39	83-73	0.90	84-27	0.43		

1) 表中横线为均值线; 纵线为分类线; 试区(1) LSD_{0.05} = 4.573 1, LSD_{0.01} = 6.019 7; (2) LSD_{0.05} = 2.981 0, LSD_{0.01} = 3.923 9; (3) LSD_{0.05} = 2.031 0, LSD_{0.01} = 2.718 2.

3.4 选择与利用

检验无性系产果力的差异在于应用。为此,对所研究的无性系作选择时,主要依据应用目的、产果量大小以及年度间和系内分株间变幅大小定界。对种子园施行疏伐而言,选择系号范围可以宽些,选留界线可定在参测系总数的 2/3 处,线上为保留系,线下为疏伐淘汰系。平均株产值分别为(1) 3.0 kg, (2) 1.2 kg, (3) 0.8 kg, 或淘汰线相应在(1) $\bar{x}-0.5 S$, (2) $\bar{x}-1 S$, (3) $\bar{x}-0.5 S$ 以下;对再选择优系建立第一代无性系种子园而言,选择线可定在 LSD 法多重检验中达到显著差异的系上,即定在上一节所述的第二类上。按上述目的不同的选择标准其选择结果列在表 4。

表 4 无性系选择利用与增产潜力

目的	范 围 (依表 3)	无性系 数 目	平均株产/kg		选择后增长率/(%)
			选择前	选择后	
疏伐中 留 优	(1)81—24 至 81—10	49	3.78	4.53	19.8
	(2)83—41 至 85—7	53	3.09	3.97	28.9
	(3)84—82 至 84—23	49	1.49	1.99	33.6
选优 建园	(1)81—24 至 82—78	18	3.87	6.98	84.7
	(2)83—41 至 83—66	30	3.08	5.16	67.5
	(3)84—82 至 84—40	18	1.49	3.53	136.9

3.5 变异度与选择

研究表明,无性系的产果量在年度间和系内分株间的变异系数大小差别甚远。显然,在无性系再选择中同时注意这两个层次的信息,能选出产果量更为高产稳产的优良无性系。表 5 表明在选择利用时注意这种选择的重要性。

表 5 无性系产果量年度间与分株间变异度与选择¹⁾

试区	无性系	均值/kg	年度间变异系数/(%)	株间变异系数/(%)
(1)	81—24	16.60 ^{**}	60.00	94.56
	82—75	16.25 ^{**}	28.90 ²⁾	60.90 ²⁾
	81—61	11.69 ^{**}	87.77 ²⁾	28.90 ²⁾
	81—31	10.40 [*]	84.53	87.77
	83—41	9.33 [*]	14.48 ²⁾	31.40 ²⁾
(2)	85—33	7.37 [*]	47.39	79.11
	83—35	7.10 [*]	70.29	81.31
	82—26	7.07 [*]	33.99 ²⁾	75.34 ²⁾
	83—37	6.06 [*]	32.62	78.07
	84—82	6.43 [*]	26.27 ²⁾	58.71 ²⁾
(3)	83—82	5.40 [*]	28.87 ²⁾	47.86 ²⁾
	84—34	4.66 [*]	86.19	77.83
	84—81	4.14 [*]	73.88	75.87
	84—19	3.96 [*]	99.10	83.21

1) 表中仅列出各组试验与群体均值有显著差异的系号; 2) 含对不同产量等级选择, 应优先选择的系号

3.6 产果量年度波动类型与选择

3 年的产果量研究表明, 1992 年与 1994 年是球果丰年, 1993 年小年, 呈马鞍形(表 1)。进一步分析试验(1)与(2)大于均值的 70 个系的平均株产的年度变化发现, 两试验参试系组成虽不同但表现类型则相一致, 即有 1, “V”字型——高低高、2, 倒“V”字型——低高低、3, 顺斜坡“/”型——低低高、4, 反斜坡“\”型——高低低、5, “厂”字型——低高高和 6, 反“厂”字型——高高低等 6 类。各类的比例、入选数目、各类的平均株产列入表 6。表中显示(1)丰产性年度变动类型多样、分散, 是丰产年不够高产的内因;(2)要获丰年高产, 应选同一类型经营;(3)连续两年高产的类型有产量较大的趋势, 但其频率较少。

表 6 无性系平均株产年度变动类型分布¹⁾

项目	1	2	3	4	5	6	Σ
	HLH	LHL	LLH	HLL	LHH	HHL	
无性系/个	28	9	10	10	7	6	70
数目/(%)	40.00	12.86	14.29	14.29	10.00	8.57	100
平均/kg	12.28	13.57	9.69	11.39	12.50	13.35	—
株产(比例)	100	132.0	94.3	110.8	121.6	129.9	—
入选数目/个	8	3	4	3	2	2	22
入选系号	82—63、82—74、82—97、83—41、83—35、83—65、83—39、83—61; 81—24、82—21、85—26、82—68、85—37、84—90、83—43、81—31、 82—1、83—37、81—61、81—33、82—25、85—33						

1) 入选数目栏是按均值大于 $\bar{x}+2S$ 选择

4 结论与讨论

受测的 227 个无性系平均产果量在系间与年度间有显著差异或极显著差异, 这为无性系的再选择提供了可能。从总的看, 高产球果系偏少, 尤其是与群体平均值有显著差异的则更少, 这可能与用材树种选择目的与经营种子目的各异有关(游应天等, 1992)。

文中所提的两种平均株产值均有意义。3 年平均株产值更能表达无性系产果力的潜能, 适用于无性系再选择建园和种子园疏伐; 而各年度平均株产值则分别适用于丰歉年估产。试验(1)与(2)的 1994 年均产值相近, 是由于单株营养面积相近(48 m²与 50 m²), 1992 年均值两者相差较大, 是年龄不同所致。试验(3)两丰产年(1992 与 1994 年)均值相差较大, 是与栽植密度较大(36 m²/株)及与年龄增大有关。

利用目的不同, 选择强度不同, 对疏伐去劣而言, 淘汰线定在各参试组 2/3 之下是恰当的(Zhong, 1995)。此时试验(1)、(2)、(3)实际伐除的劣系数与分株数, 与理论数据相差仅 1.1%至 3.2%之间; 试验(3)按伐除 1/3 劣系后, 每公顷保留 185 株左右, 密度仍然偏大。此时, 可在该组位处平均值以下的系号中, 按密度需要, 伐去结实量较低的系号和分株; 对选择优系建园而言, 应在 LSD 检验中达到差异显著的无性系中作再选择, 其结果与选择前原群体的球果产量相比, 可提高 85%至 137%。

本试验选出的高产球果无性系, 绝大多数可引种到我国长江中下游建园, 因为它们的原株(优树)多选自这些地区; 同样, 这些结果可指导曾在英德火炬松种子园引入穗条建园的单位的去劣疏伐工作。值得一提的是本文所指的优良无性系, 仅涉及产果量性状, 未涉及当代与子代的生长表现(另文论述)。有迹象表明, 无性系的产果量与生长量不相关, 意

味着可单独作产果量选择。

无性系球果产量有丰歉年之分,无性系多数隔年有一次高产,少数两年一次,也有连续2年高产的。在3个年度中,按丰歉年平均值波动状态,可分为6种类型:“V”字型、“^”字型、顺斜坡型、反斜坡型、“厂”字型与“丿”字型等6类。以“V”字型占的百分率最高。在划分类型中发现试验(1)与(2)的类型分布规律一致,试验(3)则有些特殊,仅有“^”字型及顺反斜坡型等3类,而且顺斜坡型居多,这可能与试验(3)密度偏大,植株养分不足有关。

参 考 文 献

- 沈熙环主编. 1992 种子园技术. 北京: 科学技术出版社, 169~197
- 沈熙环主编. 1994 种子园优质高产技术. 北京: 中国林业出版社, 55~69
- 胡德活. 1990 杉木种子园无性系结实遗传与变异. 林业科学研究, 5: 606~610
- 游应天, 薛申伯, 管长岭, 等主编. 1992. 林木良种繁育策略. 成都: 四川科学技术出版社, 7~14
- Byram, T D, Lowe W J, McGriff J A. 1986. Clonal and annual variation in cone production in loblolly pine seed orchards. For. Sci, 32(4): 1067~1073
- Zhong Weihua, Chen Bingquan, He Zhaozheng. 1995. Roguing in seed orchard of loblolly pine. In: Shen Xihuan, ed. Forest tree improvement in the Asia—pacific Region. Beijing: China Forestry Publishing House, 208~216
- Zobel B J, Talbert J T. 1984. Applied forest tree improvement. New York: Jong wiley & Sons. Inc. 505

STUDIES ON CLONAL CONE YIELD OF ESTABLISHMENT SEED ORCHARD IN LOBLOLLY PINE

Zhong Weihua¹ Zhou Da¹ He Zhaozheng¹ Wu Xianghui² Chen Kaer² Zeng Yongsheng²
(1 forestry College, South China Agr. Univ., 510642; 2 Yinde Loblolly Pine Seed Orchard, Guangdong)

Abstract

Two hundred and twenty seven 8 to 12 years old clones of loblolly pine were three years continuously for their cone yield. The results showed that there were significant differences between clones and between years at 5% or 1% level. Most of the clone observed produced low cone yield. Re—selection by cone yield provided high gain. When the high cone yield clones were re—selected to establish advanced seed orchard, the gain of cone yield could be 85%~137% or higher. The clones could be grouped into six types according to bumper or few seed year during these three years. Clones of type “v” accounted for the largest proportion.

Key words loblolly pine; seed orchard; clone; cone yield