

# 长乐林场湿地松种子园 种子丰产技术研究\*

韩宁林 赵锦年 刘昭息 俞建新 董耀卿 曾文胜

**摘要** 为改变长乐林场湿地松种子园低产现状,1991~1995年间对此进行了全面调查,并布置了多项试验。在分批将种子园密度由每公顷270株,减少到135株的基础上,找到了确保种子增产的相应配套技术:(1)选择对积温要求不高的优良无性系,筛选出以I-33, N-60为代表、当地能正常开花结实的16个无性系,普遍具有开花较早的特点;(2)施肥,特别是施磷钾肥,可增产种子1倍多。施用锌肥和磷肥,能提高球果出籽率1倍左右;(3)5~6月份开甲,能使不容易形成雌球花的无性系结果,球果增产率30.4%。与环割等同类措施相比,开甲不会造成树干粗度的上下畸变,适于生产中应用;(4)散粉期采用机动喷粉器吹风,帮助花粉飞散,球果出籽率提高47.6%;(5)开花初期喷施满果粉,球果出籽率提高51.2%;(6)通过清除虫源,诱杀成虫,烟雾剂防治等综合措施,使球果受害率由32.3%降低到5.0%以下。综合应用各项措施,使球果出籽率由0.59%提高到2.05%。种子产量由每公顷不足3kg提高到18.0kg以上。

**关键词** 湿地松种子园 丰产技术 密度调整 无性系选择 施肥

长乐林场地处119°50' E, 30° 20' N,年平均温度15.8℃,绝对最高气温40.5℃,绝对最低气温-13.7℃,年降水量1390mm,年蒸发量1200mm,年相对湿度81.0%,无霜期240d,属北亚热带季风气候,湿地松(*Pinus elliottii* Engel.)能正常生长。

种子园始建于1980年。土壤养分含量偏低,全氮0.66~0.97g/kg,其中速效氮43.1~152.0mg/kg;全磷0.53~0.67g/kg,其中速效磷0.19~2.49mg/kg;土壤速效钾39.9~49.8mg/kg。1982年嫁接,搜集有来自全国的优株300多个,总面积20hm<sup>2</sup>,初植株行距6m×6m。嫁接后第三年见到开花,1986年起少量产籽,因积温不高,产种量极低。1992年起进入结实盛期,当年总产球果10669.0kg,但出籽率仅0.59%,每公顷的种子产量不到3.0kg。

湿地松种子园的低产局面无法满足当地造林良种化的供种需要,因此,研究湿地松种子园增产技术,实现高产稳产,对缓解种子供需矛盾,提高林分生产率,具有重要意义。

## 1 试验方法及设计

试验在浙江省余杭市长乐林场湿地松种子园内进行。为保证试验的正确性,各单项处理尽量以无性系为基础安排试验。根据试验要求,通过成对设计或随机区组设计以减少试验误差。每项处理至少重复3次。考虑到湿地松的开花结实特点,试验作了连续多年处理和验产,并跨

1996-01-31收稿。

韩宁林研究员,赵锦年,刘昭息,曾文胜(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);俞建新,董耀卿(浙江省余杭市长乐林场)。

\* 本项研究是国家“八五”科技攻关项目“湿地松、火炬松建筑、纸浆材良种选育”的专题研究内容之一。参加过试验的人员还有岳水林、罗国茂、陈孝英、张建忠等人。

越两个结实大年,施肥试验等以 3~4 年的累计产量作比较分析。

为了取得明显的经济效益,对于可以作出明确结论的试验,还及时在整个种子园乃至省内多处湿地松种子园、母树林内作了推广。各项试验的具体安排,必要时在讨论该项试验的文本内另作说明。

## 2 试验结果和分析

### 2.1 结实规律性调查和高产无性系筛选

为摸清在余杭长乐林场湿地松种子园结实的一般规律,从 1991 年起,按调查所见果数为 0、小于 10、11~30、31~100、大于 100 分为五个等级,连续五年在 6~8 区内作了结实等级调查(见表 1)。区内 1 163 株树,五年内 398 株不结果,占 34.2%。只有 183 株(15.7%)每年少量结果,其中 21 株产量较高,占 1.8%。

6~8 区内共有 150 个无性系,结实等级五年累加平均,39 个无性系为 0;95 个无性系小于 1;只有 2 个无性系大于 2,共 2 株树。即使包括平均值大于 1 的,也只有 16 个无性系,共 49 株树,分别占区内无性系数的 10.6%和总株数的 9.2%。结实无性系数和结实总株数,明显低于南方各湿地松种子园<sup>[1~3]</sup>。按结实等级的次序排列,依次为 I-33, IV-60, 2-33, 11-23, 4-26, VI-146, 4-33, VI-60, 2-9, 2-28, 8-142, 1-4, 0-196, 6-10, 4-1, 5-7。最高株产球果 61.0 kg(VI-60 无性系,1995 年)。

花期调查结果表明,在浙江余杭,凡具有稳定丰产性状的无性系,雌球花一般显露较早,如 1-4 无性系,1992 年其雌球花苞鳞于 3 月中旬展开,3 月下旬盛展,4 月初全部闭合。其它能连续丰产的无性系,3 月 20 日左右也已见苞鳞展开,4 月 7 日前全部闭合。丰产年份能结实,一般年份不见果的无性系,3 月底才见苞鳞展开。胚珠显露较早的无性系,花量也大,球花发育、开放对温度的要求也较低。换句话说,只有雌球花形成和发育对积温要求不高的那些无性系,才能在引种的偏北地段正常结实。

### 2.2 种子丰产配套技术研究

2.2.1 合理调整密度,提高结实株比例 国外湿地松种子园常用的密度是每公顷 120 株。过于密集的园内,调整密度是一切增产措施发挥作用的基础<sup>[1,5]</sup>。长乐林场湿地松种子园,采用 6 m×6 m 的株行距,建国后六七年,树冠相接,下部枝条枯死,冠层迅速上抬,结实面小,单株产量和单位面积产量都低。所以,必须调整密度。

试验中对种子园按以下 4 项标准作了疏伐:(1)生长是否正常;(2)无性系号码是否清楚;(3)同一无性系是否相连或过近;(4)能否正常结实。通过两次疏伐,使种子园的密度由每公顷 270 株减少到了 135 株左右。疏伐在大幅度改善光照条件的同时,使不结实株比例由 34.2%下降到 17.3%,结实株比例由 17.5%提高到 22.6%(见表 1)。

表 1 调整密度前后的结实等级分布比较

项 目	总株数	0 级		1~4 级		5~9 级		10~13 级	
		株数	(%)	株数	(%)	株数	(%)	株数	(%)
调整前	1 163	398	34.2	561	48.3	183	15.7	21	1.8
调整后	619	107	17.3	372	60.1	119	19.2	21	3.4

注:表内结实等级是 1991~1995 年五年内结实等级的累加值。

2.2.2 适度开甲,促进花芽分化 根据树干环割能够促进树木开花结实的事实<sup>[3,6]</sup>,1993 年 6

月,选择两个无性系及同一地段结实性能相近的6株树为小区组成5个对子,作开甲成对比较试验。开甲的具体做法是:6月中旬,在接口以上部位,用锤子轻打皮部,敲打以木栓质外皮脱落,见到浆汁,内皮层不脱落为度,宽约2.0cm。敲打后立即涂刷杀虫药液以防招引虫害。结果证明,开甲促进了植株的花芽分化并提高了产量(见表2,表3)。总体平均,开甲比对照增产30.4%(见表3)。经 $t$ 检验( $t=3.63, t_{0.05,4}=2.78$ ),差异达到显著性水平。

表2 开甲与植株的开花结实

处 理	调查株数	开花结实株数	占调查株(%)
开 甲	33	33	100.0
对 照	22	18	81.8

对于难于见花的4-24无性系,开甲效果特别明显。1993年开甲的5株树,1994年4月调查时都见到了雌球花。对照树则无一见花。即使将施肥试验中的所有4-24植株统计,1995年经实际采收,没有开甲的32株树,有10株颗粒无收。结实株比例和球果产量均以开甲为高。

国外曾采用环割或锯断皮层等方法促进林木结实,这类措施,往往造成树干上粗下细<sup>[7,8]</sup>。开甲虽然会使当年敲打部位有松脂外溢,但第二年即基本消失。敲打过度,虽能使开甲部位略有膨大,但从总体上讲,没有造成树干上下粗度的明显改变。因此,同类措施中,开甲最为实用。它可作为树木促花的常用手段<sup>1)</sup>。

表3 开甲处理后球果产量

(单位:kg)

编号	无性系	处理	株数	球果总产量	平均株产量
1	4-24	开甲	5	10.25	2.05
		对照	4	7.00	1.75
2	8-16	开甲	4	64.00	16.00
		对照	5	54.00	10.80
3	1区	开甲	6	53.50	8.92
		对照	6	37.50	6.25
4	2区	开甲	6	94.00	15.67
		对照	6	76.00	12.67
5	3区	开甲	6	68.00	11.33
		对照	6	47.50	7.92
合 计		开甲	27	289.75	11.58
		对照	27	220.00	8.88

2.2.3 合理配合施肥,确保增产增收 广东省林科所等在台山湿地松种子园的试验已经证明,施用磷钾肥能明显增产。但试验的肥料种类有限,其它地方试验时一直无法予以肯定<sup>[9,10]</sup>。1993年起,选择有代表性的8-16,4-23,4-24无性系,共96个单株,安排了湿地松种子园施肥试验,施肥种类有氮、磷、钾、硼、锌、氮磷、全施七项,再加对照,共八种处理。按株计的肥料用量是:氮:尿素500g;磷:过磷酸钙250g;钾:氯化钾250g;硼:硼砂100g;锌:无水硫酸锌100g。1994年单株采收,取样测定每果种子数、出籽率、种子千粒重、饱满度等。

试验证实,施肥是湿地松种子园增产的重要措施。以球果产量分析,施用磷肥、钾肥,或者

1) 曾文胜,韩宁林,俞建新.湿地松“开甲”试验效果分析.见:韩宁林主编.湿地松种子园种子丰产技术研究.1995.23~26.

氮磷及多种肥料混施,效果相似,增产明显。施硼肥、锌肥,或单施氮肥,球果产量与对照差异不显著。但以种子产量分析,各种施肥措施,都有明显增产作用。其中以施磷肥最好,钾肥次之,锌肥第三(见表4)。

锌肥和磷肥能明显地提高球果出籽率。对于容易分化花芽、胚珠发育状况不良,平均出籽率不足0.5%的8-16无性系,施锌肥后,1994年球果内种子数由平均6.8粒增加到了19.5粒,出籽率由0.47%提高到1.52%,种子千粒重也由平均32.8g分别提高到了36.1g。1995年,锌肥组的平均出籽率为2.45%,略低于施磷肥组,而最高出籽率超过3.0%。两年平均,仍以施锌肥效果最好,施磷肥次之。单施氮肥,有增加空瘪粒的趋势。

表4 施肥与单株种子产量

(单位:g/株)

无性系	N	P	K	B	Zn	NP	全施	CK	平均
	71.4	68.3	41.5	67.6	58.7	34.7	57.2	23.5	
4 23	41.3	51.7	49.0	26.7	30.3	35.8	40.5	27.0	44.7 a
	40.9	59.7	42.1	32.0	39.6	49.0	50.1	35.1	
平均	51.2	59.9	44.2	42.1	42.9	39.8	49.3	28.5	
	0	3.9	6.3	1.1	13.5	5.7	7.0	0	
4 24	0.9	0	3.0	14.2	2.7	1.2	6.2	4.6	6.7 c
	6.5	0.7	33.7	5.2	6.8	36.1	0	0.8	
平均	2.5	1.5	14.3	6.8	7.7	14.3	4.4	1.8	
	25.0	37.7	35.6	26.0	46.4	30.9	34.7	15.9	
8 16	40.3	34.6	30.4	40.4	35.7	33.4	25.5	18.6	33.0 b
	16.7	61.2	54.0	24.0	40.2	33.7	36.2	15.7	
平均	27.3	44.5	40.0	30.1	40.8	32.7	32.1	16.7	
总平均	27.0 b	35.3 ab	32.8 ab	26.3 b	30.5 ab	28.9 ab	28.6 ab	15.7 c	

注:种子产量由1993~1995年的球果产量和1994、1995年的平均出籽率相乘而得。最小显著差:处理间=7.26。

2.2.4 采用多种方法,提高球果出籽率 为了提高球果出籽率,国内外还采用过人工辅助授粉、喷施激素、喷施果粉等措施<sup>[7,11,12]</sup>。经试验,花期用机动喷粉器或吹风式灭机鼓风促进花粉飞散和喷施亚林所科研人员研制的新型种实增产剂——满果粉等多项措施,确实能大幅度提高球果出籽率(见表5,表6)。以全国平均球果出籽率为例,采取措施前,只有0.59%(1992年),1994年提高到1.13%,1995年又提高到2.05%。有些无性系单株的出籽率甚至已超过3.00%。1995年全国的平均种子产量已经超过18.0kg/hm<sup>2</sup>。

表5 喷施满果粉与球果大小和出籽率

无性系	单果重(g)		出籽率(%)	
	喷施部位	中上部位	喷施部位	中上部位
2 81	66.8	58.2	2.79	2.31
5 6	95.0	89.0	2.92	1.93
M 9	79.3	71.7	1.04	0.93
* 8 16	104.2	86.7	1.94	1.39
* 1 33	100.9	82.0	2.80	2.80
* 10 1	48.0	42.5	3.63	3.51
平均	82.4	71.7	2.52	2.15
增产率(%)	14.9		17.2	
t值	4.10*		3.36*	

注:每无性系标树3株,在基部枝条对花喷施,以其未喷施的上部枝条果作对照。标有\*号的参试无性系,位于全区喷施满果粉的11区和12区内。

表6 几项措施对提高球果出籽率的作用

(单位:%)

试验年份	开甲	辅助授粉	喷MG粉	施用Zn肥	施用P肥	施用K肥	对照
1994	0.71	0.34	0.53	0.96	0.50	0.43	0.24
1995	1.53	2.07	1.94	2.45	2.67	2.10	1.39
平均	1.12	1.21	1.24	1.71	1.59	1.27	0.82
增长率(%)	36.3	47.6	51.2	108.5	93.9	54.9	

注:试验对象:无性系8-16,每年每处理的出籽率是3~4株树的平均值。

2.2.5 适时防治球果害虫,保证种子丰产丰收 1988年以来,通过连续七年调查,已掌握对湿地松种实生产能造成严重危害的包括15个科24个属的26种害虫。其中,危害最为严重的有松实小卷蛾(*Retinia cristata* Walsingham)、微红梢斑螟(*Dioryctria rubella* Hampson)和芽梢斑螟(*Dioryctria yiai* Mutuura et Munroe,国内新发现)等多种。它们直接蛀食球果,使种子严重发育不良。据查,长乐林场球果平均受害率高达32.3%,受害球果明显变小,种子千粒重由平均42.39g下降到29.31g,种子平均发芽率由45.0%下降到12.8%。能够导致植株全株死亡的松墨天牛(*Monochamus alternatus* Hope),特别是果着生部位枝梢遭受松纵坑切梢小蠹(*Jomicus piniperda* Linnaeus)的钻蛀,也会影响到种子园种实的产量。

在搞清害虫生物学习性的同时,开展了大面积防治。采用黑光灯诱杀,清除虫源,打孔注射和喷烟防治等,使主梢被害率由26.5%降低到4.5%,使球果被害率降低到5.0%以下<sup>2)</sup>。

### 3 结 论

(1)经五年系统观察,筛选出适于当地营建湿地松种子园的16个早花型湿地松优良无性系。

(2)试验证明,适当调整湿地松种子园密度,能明显提高种实产量。

(3)试验确认,长乐林场湿地松种子园内施肥增产效果明显。以施用磷钾肥效果最好;锌肥、磷肥能大幅度提高球果出籽率。试验肯定开甲、喷施满果粉、吹风授粉都是种子园增产的有效措施。各种措施提高湿地松球果出籽率的作用次序是:施锌肥>施磷肥>施钾肥>喷满果粉>人工吹风授粉>开甲。

(4)调查掌握了湿地松种子园内主要害虫的生活史及其防治技术,其中,芽梢斑螟为国内新发现种。

(5)5a内,在提出种实增产配套技术的同时,通过试验、推广,在浙江省内共增产国外松良种种子300多kg。

### 参 考 文 献

- 1 朱志松,丁衍畴.湿地松.广州:广东科技出版社,1993.125~154.
- 2 龙应忠,吴际友,胡蝶梦,等.湿地松种子园无性系开花习性遗传变异的研究.湖南林业科技,1992,19(2):11~15.
- 3 省林科所国外松组(胡蝶梦执笔).湿地松种子园无性系开花结实研究.湖南林业科技,1991,18(3):22~24.
- 4 湖南省林业科学研究所国外松组(吴际友执笔).湿地松种子园疏伐试验及效果分析.广西林业科技,1992,21(1):17~19.
- 5 廖筋林,龙应忠,吴际友,等.湿地松种子园水肥渗灌试验研究.湖南林业科技,1992,19(3):16~18.

2) 赵锦年,俞建新,董耀卿.国外松种子园主要害虫研究.见:韩宁林主编.湿地松种子园种子丰产技术研究.1995.48~56.

- 6 湖南省林科所国外松组(胡蝶梦执笔). 影响湿地松种子园产量因子的分析. 湖南林业科技, 1991, 18(3): 22~24.
- 7 Owens J N. The relative importance of initiation and early development on cone production in douglas fir. Can. J. Bot., 1969, 47: 1039~1049.
- 8 Jett J B. Reaching full production: A review of seed orchard management in the Southeastern United States. Proc. of IUFREO Conference on Breeding Theory Progeny Testing, Seed Orchard, Williamsburg Virginia USA. 1987. 34~58.
- 9 李瑞琼. 湿地松种子园施肥试验小结. 广东林业科技, 1988, (1): 14~18.
- 10 朱志松, 黄德根, 邱松, 等. 台山红岭种子园的营建和经营管理技术阶段总结. 广东林业科技, 1990, (3): 1~4.
- 11 樟树市试验林场满果粉中试课题组. 湿地松林喷施满果粉中试报告. 江西林业科技, 1992, (5): 24~26.
- 12 Sheng C, Wang S. Effect of applied growth regulators and cultural treatments on flowering and shoot growth of *Pinus tabulaeformis*. Can. J. For. Res., 1990, 20: 679~685.

## The High Seed Yield Tests in Slash Pine (*Pinus elliottii* Engel.) Orchard in Changle Forest Farm

*Han Ninglin Zhao Jinnian Liu Zhaoxi  
Yu Jianxin Dong Yueqing Zeng Wensheng*

**Abstract** During 1991 to 1995, a series of high seed yield tests were conducted in the Slash Pine Orchard in Changle Forest Farm. After knowing the cause for lower seed yield, the density was reduced from 270 to 135 tree/ha. Several clones, such as II-33, VI-60 which could produce more seeds than the others were found. These clones possess the characteristic of earlier flowering. It means their cones could be developed normally in a lower temperature condition. Fertilizing, especially P, K could increase seed production with a rate over 100%, the Zn and P could double increase the rate of seed from the cone. A slight beat on the bark of tree trunk called "kei-jia" in Chinese could promote flowering and increase cone production over 30.0%. Three years after the treatment, the tree trunk is still normal, it means the slight beat at the bark could be used in the production. It is useful to pollen or spray MG-powder, a special powder for seed production, during flowering period, which could increase the seeds from the cone with a rate of 47.6%, 51.2%, respectively. The cone pests should be controlled. Application of all these methods made the rate of the seed out of cone increase from 0.59% to 2.05%, the seed yield increased from lower 3 kg/hm<sup>2</sup> in 1992 to over 18 kg/hm<sup>2</sup> in 1995 in the whole orchard with an area of 20 hm<sup>2</sup>.

**Key words** slash pine seed orchard techniques for high yield density adjusting clonal selection fertilization

---

Han Ninglin, Professor, Zhao Jinnian, Liu Zhaoxi, Zeng Wensheng (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311100); Yu Jianxin, Dong Yueqing (Changle Forest Farm of Yuhang County, Zhejiang Province).