

## 影响油松种子园产量的因素及提高对策

谢 斌<sup>1</sup>, 郭俊荣<sup>2</sup>, 杨培华<sup>3</sup>, 张伟兵<sup>1</sup>, 王锁民<sup>2</sup>

(1. 陕西省林业厅, 陕西 西安 710082; 2. 陕西省林业勘察设计院, 陕西 西安 710082; 3. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**根据调查,提出了影响油松无性系种子园良种产量的主要因素,即无性系个体间开花结实的差异、球果害虫危害、雌花授粉不良和栽植密度过大等。通过无性系再选择、留优去劣疏伐和截顶等修剪试验,提高了花期温度,改善了通风透光条件,加强了花粉的传播,促进了油松母树开花结实;进行人工辅助授粉和病虫害防治,能够提高座果率和种子品质,减少球果在其生长发育过程中的损失;提出了促进油松种子园种子丰产的综合技术,使良种产量由原来的  $11.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  提高到  $26.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

**关键词:**油松; 种子园; 种子产量

**中图分类号:**S791.254.06 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2007)06-0074-04

### Factors Affecting the Seed Yield of *Pinus tabulaeformis* Seed Orchard and Countermeasures

XIE Bin<sup>1</sup>, GUO Jun-rong<sup>2</sup>, YANG Pei-hua<sup>3</sup>, ZHANG Wei-bing<sup>1</sup>, WANG Suo-min<sup>2</sup>

(1. Forestry Department of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710082, China; 2. Shaanxi Forestry Inventory and Design Institute, Xi'an, Shaanxi 710082, China; 3. Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Through many years' survey and study, factors which affect the seed yield of *Pinus tabulaeformis* clonal seed orchard were found out, such as difference of flowering and fruiting among individual clones, cone damage by insect, poor pollination of female flowers, poor ventilation and sunlight in seed orchard due to heavy dense stand, etc. Through re-selection of *P. tabulaeformis* clones, keeping fine and removing inferior trees in thinning, and topping of mother-trees, to increase temperature in flowering period in orchard, improve ventilation and sunlight penetration, help spread of pollens and promote flowering and fruiting of *P. tabulaeformis* mother-trees. Man-assisting pollination and control of pest and disease could improve fruit set percentage and seed quality and decrease cone loss during its growth and development. This paper also brought forward a set of comprehensive technique for improving seed yield of seed orchard, which could increase the seed yield to  $26.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  from averaged  $11.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ .

**Key words:** *Pinus tabulaeformis*; seed orchard; seed yield

陕西拥有大面积的油松天然林,其遗传基因资源十分丰富<sup>[1]</sup>。由于长期以来不合理的采伐利用,优良育种资源不断遭受破坏,遗传品质劣化,出现了大面积油松低产林,给国民经济造成了巨大损失<sup>[2]</sup>。因此,从20世纪60年代开始,国家林业局和陕西省政府共同开展了油松良种基地建设工作,在陕西省共建成油松良种基地200多 $\text{hm}^2$ <sup>[3]</sup>,良种遗传增益在15%左右,增产效果十分显著<sup>[4]</sup>。但全国范围内影响油松良种使用规模的主要制约因素是种子园产量不

稳定,严重影响到造林良种化进程<sup>[5]</sup>。针对油松育种资源不断损失和种子园产量低的问题,经过多年的研究,分析了油松无性系种子园良种产量低的原因,通过试验,提出提高良种产量的技术和措施。

### 1 研究地概况

试验地设在陕西省陇县八渡油松无性系种子园( $34^{\circ}33'N$ ,  $106^{\circ}21'E$ ),该地区属暖温带大陆性季风气候区,年平均气温  $8.6^{\circ}\text{C}$ ,年降水量  $672 \text{ mm}$ ,无

收稿日期:2007-04-16 修回日期:2007-06-27

基金项目:陕西省科技攻关项目(K95-G5)

作者简介:谢斌(1964-),女,陕西三原人,副研究员,主要从事树木育种研究。

霜期 184 d。坡度 15~25°,坡向东南或西南,土壤为褐土。该种子园始建于 1977 年,面积 33.6 hm<sup>2</sup>,母树生长、开花、结实状况良好<sup>[6-8]</sup>。

2 研究方法

2.1 油松无性系开花结实观测

分别无性系固定观测样株,并标记被观测的花和果。从开花到第 2 年球果成熟期间,定期观测花、果性状的变化。

2.2 种子园花粉飞散规律调查及人工辅助授粉技术

在种子园内分别设置 4 个花粉接收盘,其中 1 个作为对照,设置在未疏伐的林地内。盘上按不同方向固定花粉接收板,板上涂抹凡士林,定时换回接收板,在显微镜下统计花粉数量。同时定时观测放在花粉接收盘旁的空气温度、湿度。选择有代表性的无性系 20 个,每个无性系确定 2 株,一株为人工辅助授粉;另一株为自由授粉,作为对照。

2.3 种子园疏伐效果观测

定时观测疏伐后园内花期的温度、湿度和花粉量,母树生长发育和开花结实的变化;每年分别无性系采收球果,实测产量,每个无性系取出 0.5~1.0 kg 球果,自然风干,测定出种率、千粒重、发芽率等。分别在疏伐前和疏伐后第 2 年开花期以及第 3 年球

果成熟期,调查雌、雄球花量和单株结实量。

2.4 害虫危害情况调查

分别在油松球果害虫防治区和非防治区设立固定观测样株,并标记油松球果。从开花到第 2 年球果成熟期间,定期观测害虫对油松球果的危害。

3 结果与分析

3.1 不同无性系个体之间开花结实的差异

在正常情况下,油松嫁接后第 3 年即有少量无性系开始结实,第 4、5 年分别有 30%和 55%的无性系挂果,当嫁接龄达 10 a 时,各无性系普遍结实,能形成一定产量,种子园进入产种利用期。但不同无性系结实量相差较大,有的无性系结实能力较强,有的则较弱,无性系效应非常明显,例如,无性系 G31 单株结实量 26.56 kg,是 H26 结实量(3.24 kg)的 8.19 倍,是各无性系平均结实量(11.26 kg)的 2.36 倍。这主要是由无性系自身遗传特性所决定。因此,无性系的再选择潜力很大。同时,对不同无性系间和无性系内的球果、种子性状进行测定和分析(表 1),结果表明,除种子长度外,无性系间球果、种子性状存在极显著差异,表明在种子园内可进行无性系再选择。

表 1 无性系球果、种子性状

Table 1 Variance analysis of clone cone and seed characters

变异来源	单果鲜重	果长	果重	果形指数	种子长	种子宽	出种率	饱满度	千粒重
无性系间	23.4**	20.4**	13.5**	16.0**	1.03	23.8**	16.4**	7.96**	8.4**
无性系内	4.4**	4.9**	5.3**	1.46**	0.82**	0.80	0.59	1.31	

\* 差异显著( $P<0.05$ ); \*\* 差异极显著( $P<0.01$ )。

3.2 密度对种子园良种产量和质量的影响

从表 2 看出,种子园不同密度对油松母树结实环境影响较大,其平均温度、相对湿度和空气中的花

粉量在每天不同时段变化较大。特别在花粉散飞的最主要时段,即 10:00—16:00,空气温度越高,花粉量越多,而这时空气湿度较低,有利于传播花粉。

表 2 不同密度对油松母树结实环境的影响

Table 2 Effects of different stand densities on the surrounding condition of *P. tabulaeformis* mother-trees fruiting

调查时间	平均温度/℃		相对湿度/%		花粉量/粒	
	270 株/hm <sup>2</sup>	405 株/hm <sup>2</sup>	270 株/hm <sup>2</sup>	405 株/hm <sup>2</sup>	270 株/hm <sup>2</sup>	405 株/hm <sup>2</sup>
4:00	9.8	9.6	90.0	90.3	40	34
6:00	8.6	8.5	91.4	91.3	71	56
8:00	10.5	10.2	84.8	85.3	88	67
10:00	13.5	12.7	60.7	68.0	507	468
12:00	16.9	15.5	42.2	49.8	649	489
14:00	18.0	17.1	47.7	51.3	581	451
16:00	18.8	17.9	50.9	56.0	542	479
18:00	17.1	16.2	50.0	52.0	495	390
20:00	13.8	12.4	70.2	79.0	97	106

从表 3 中看出,密度为每公顷 270 株时,油松结实母树平均单株雌、雄球花量分别是每公顷 405 株

的 3.26 和 2.12 倍;其单株结实量比每公顷 405 株高 1.66 倍。

表 3 不同密度对油松母树开花结实量的影响

Table 3 Effects of different stand densities on mother-tree fruiting

处 理	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	雌花量/ (个·株 <sup>-1</sup> )	雄花量/ (个·株 <sup>-1</sup> )	结实量/ (kg·株 <sup>-1</sup> )
试验 1	270	104.9	1 400.8	2.48
试验 2	405	32.2	661.4	1.49

连续 3 a 在秋季采种时,分别 3 次在不同密度的种子园中随机(不分无性系)采集球果各 100 个,分别统计出种率、千粒重,并进行发芽试验。结果表

表 4 辅助授粉增加良种产量

Table 4 Man-assisting pollination can increase yield of good seed

无性系	辅助授粉			自由授粉			辅助授粉	
	球果重 /g	种子重 /g	出籽率 /%	球果重 /g	种子重 /g	出籽率 /%	出籽率增幅 /%	增产效益 /%
J10	1 870	59.84	3.2	1 150	27.6	2.4	0.8	53.88
Yn4	1 350	66.20	4.9	765	32.89	4.3	0.6	50.3
J42	795	17.48	2.2	1 805	45.12	2.5	-0.3	-158.0
J8	1 205	45.80	3.8	415	10.30	2.6	1.2	77.5
J22	640	29.40	4.6	550	18.70	3.4	1.2	42.9
J26	840	43.70	5.2	1 035	21.70	2.1	3.1	50.3
J33	125	5.97	4.8	590	23.05	3.9	0.9	-286.0
J29	1 580	63.04	4.0	2 410	83.63	3.5	0.5	-32.7
J4	1 750	64.58	3.7	435	11.74	2.7	1.0	81.8
J13	1 570	61.80	3.9	2 625	84.70	3.2	0.7	-37.1
J14	745	33.25	4.3	655	21.10	3.1	1.2	36.5
J24	1 240	40.67	3.3	595	16.00	2.7	0.6	60.7
J4	3 030	79.08	2.6	2 135	60.84	2.9	-0.3	23.1
J39	2 645	97.80	3.7	2 115	61.55	2.9	0.8	37.1
J35	1 300	50.80	3.9	805	19.56	2.4	1.5	61.5
J32	380	10.86	2.9	610	17.30	2.9	0	-59.3
平均			3.8			3.0	0.8	26.8

万方数据

3.4 害虫对油松球果产量的影响

根据连续 5 a 的观测,正常防治情况下,即每年 5 月初,当雌球花初露时喷药。药剂是 40%氧化乐果 750 倍;2.5%溴氰菊脂 2 000 倍;2.5%速灭杀丁 2 000 倍等,防治效果都很好。在冬季和初春,摘除残存在油松母树上的雄花并烧掉。但仍然因球果害虫危害造成 26.4%~33.7%的油松球果损失;在没有进行任何防治情况下,害虫可以导致油松球果 100%的损失;而且全年不进行球果害虫防治,可连续影响 3 a 的种子产量。在油松球果生长过程中,遭受油松球果害虫危害具有明显的阶段性,即在传粉授精期(5 月中旬至翌年 4 月),球果损失率为 26.7%;在球果成长期(4 月中旬至 7 月中旬),球果

明,密度为每公顷 270 株的油松种子园良种的出种率和发芽率分别比每公顷 405 株的大 0.46%和 3.1%;良种的千粒重也较大。说明密度不仅直接影响母树单株产种量,而且影响良种的品质。

3.3 授粉不良对种子园良种产量和质量的影响

研究表明,油松雌花授粉不良影响种子园良种产量。进行人工辅助授粉可使座果率提高 15.9%,球果出种率提高 0.8%,即在种子园球果产量相同的情况下,可使种子产量提高 26.8%(表 4)。

损失率为 54.4%;在球果成熟期(7 月下旬至 10 月上旬),球果损失率为 18.9%。了解并掌握油松球果在其生长发育过程遭受球果害虫危害情况,对于适时施肥和病虫害防治、实施有效的管理措施、促进果实发育和保存更多的球果具有重要的意义。

4 结论与讨论

油松无性系 G31 的单株结实量为 26.56 kg,是无性系 H26 结实量(3.24 kg)的 8.19 倍,是各无性系平均结实量(11.26 kg)的 2.35 倍。不同无性系结实量差异较大,充分说明无性系效应是影响种子园球果产量的主要因素。由于优树选育标准和目的是尽可能选择主干通直、尖削度小、生长快、单株材积

量大、材质好的优良单株,而无性系种子园建园目的是生产尽可能多的良种,二者集中在一株树上,本身是一对矛盾。因为营养生长好的单株,其生殖生长较差,也就是说,生长好、结实多的优良单株是相对而言,无性系效应为其再选择提供了空间。根据子代生长性状测定结果和种子园无性系的结实状况,综合评选出优良无性系和单株,作为种子园无性系留优去劣疏伐的依据<sup>[9,10]</sup>。

种子园不同密度对油松母树结实环境影响较大,密度为 270 株·hm<sup>-2</sup>的油松结实母树平均单株雌、雄球花量分别是密度 405 株·hm<sup>-2</sup>的 3.26 倍和 2.12 倍;其单株结实量比密度 405 株·hm<sup>-2</sup>高 1.66 倍。而且密度直接影响种子园良种产量和质量。在种子园经营管理中,密度与结实之间是一种动态平衡关系,密度过小,单位面积产种量少,浪费土地;密度过大,又造成园内通风和光照不足而影响结实。这就要求对油松种子园及时进行科学管理,通过油松无性系再选择和留优去劣疏伐,保持合理的密度,才能改善其通风透光条件,加强花粉传播,有效地增大结实面积,达到提高良种产量的目的。

授粉不足和球果害虫危害是造成良种减产的主要原因之一。人工辅助授粉和适时科学的虫害防治是种子园管理中的重要工作<sup>[11]</sup>。人工辅助授粉能够提高油松球果的座果率和种子品质,虫害防治能有

效地减少球果在其生长发育过程中的损失<sup>[12]</sup>,其中全年不进行球果害虫防治,将会影响连续 3 a 的良种产量。

#### 参考文献:

- [1] 张仰渠主编. 陕西森林[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 1986.
- [2] 沈熙环. 种子园技术[M]. 北京:北京科技出版社, 1992.
- [3] 何发理,郭俊荣. 陕西油松良种基地生产能力分析[J]. 陕西林业科技, 1992(3): 7-9.
- [4] 郭俊荣,杨培华,谢斌,等. 油松育种资源选择及促进结实技术研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 14(4): 23-25.
- [5] 罗伟祥,章树文,韩思贤,等. 陕西主要树种造林技术[M]. 西安:陕西科技出版社, 1992.
- [6] 郭俊荣,王亚峰,杨培华,等. 油松种子园无性系生长习性的研究[J]. 陕西林业科技, 1991(2): 5-8.
- [7] 杨培华,王亚峰,郭俊荣,等. 油松种子园无性系开花习性的研究[J]. 陕西林业科技, 1991(3): 22-24.
- [8] 郭俊荣,王亚峰,杨培华,等. 油松种子园无性系结实习性的研究[J]. 陕西林业科技, 1991(4): 2-5.
- [9] 谢斌,郭俊荣,杨培华,等. 油松种子园无性系疏伐技术研究[J]. 西北林学院学报, 1999, 14(1): 46-49.
- [10] 杨培华,郭俊荣,谢斌,等. 油松生长早期选择的研究[J]. 西北林学院学报, 1997, 12(1): 17-22.
- [11] 谢斌,郭俊荣,杨培华,等. 油松种子园球果产量近期预测方法的研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(3): 12-14.
- [12] 郭俊荣,王亚峰,杨培华,等. 对球果损失造成油松种子园减产的分析[J]. 陕西林业科技, 1995(3): 19-21.

## 欢迎订阅 2008 年《北京林业大学学报》

(美国工程索引(Ei)收录期刊)

《北京林业大学学报》是教育部主管、国内外公开发行的全国性林学与森林生物学学术期刊。本刊拥有以北京林业大学、中国科学院、中国林业科学研究院、国内其他重点综合性大学、农林院校、工科院校以及国外有关科研机构和大学等单位的研究人员为主体的作者队伍。

《北京林业大学学报》是中文核心期刊、中国自然科学核心期刊、科技部“中国科技论文统计源期刊”和中国科学院“中国科学引文数据库统计源期刊”,曾荣获第三届国家期刊奖百种重点期刊等多项全国性优秀期刊奖。

连续收录《北京林业大学学报》的著名检索期刊和数据库有:美国工程索引(Ei)、美国《化学文摘》(CA)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、英国“国际农业与生物科学研究中心”数据库(CABI)、英国《动物学记录》(ZR)、中国科技论文引文数据库(CSTPCD)、中国科学引文数据库、《中国学术期刊文摘》、《中国生物学文摘》、中国林业科技文献数据库等。

《北京林业大学学报》为双月刊,大 16 开本,150 页左右,单月月底出版。国内外公开发行,国内统一刊号:CN11-1932/S,邮发代号:82-304。如当地邮局订阅不便或错过征订时间,也可直接汇款向本刊编辑部订阅。每期定价 50 元,连续订阅本刊 1 年以上者将得到大幅度优惠,详情请见本刊订单。