

# 湿地松育苗密度的研究\*

姜景民 胡世才 夏锡凤

**摘要** 研究了不同育苗密度水平下培育1年生湿地松裸根苗的苗木质量和经济效益。在其它培育措施不变的情况下,育苗密度是决定苗木质量的主要因素。随着育苗密度的增大,苗木的总体质量下降;不同密度下的一级苗质量也有差异,以低密度时为佳。一级苗产量在111株/m<sup>2</sup>时最高,二、三级苗产量随密度而增加,167株/m<sup>2</sup>时三级苗百分率接近国家标准15%的许可界限。如只允许一级苗用于造林,则69株/m<sup>2</sup>时产出投入比最高,如一、二级苗分别定价种植,产出投入比以111株/m<sup>2</sup>最高。如只去除不合格苗(三级苗),其余均按合格苗不分级定价造林,则在试验范围内密度越高,效益越好,而质量越差,这种做法不可取。若综合对苗木质量、优质苗产量和苗木生产经济效益的分析,适宜的湿地松育苗密度应为70~110株/m<sup>2</sup>。

**关键词** 湿地松、育苗密度、苗木质量、苗木生产效益

湿地松(*Pinus elliottii* Engelm.)在我国引种几十余年,现已成为亚热带地区的重要造林树种。对湿地松的栽培、经营已积累了丰富的经验<sup>[1]</sup>。许多研究证实,高质量的苗木不仅会提高造林成活率,而且还会产生长期的经济效益。育苗密度对苗木质量影响很大<sup>[2~4]</sup>。我国对湿地松的苗木质量标准已有明确规定<sup>[5]</sup>,要求尽可能用一级苗造林。但由于大多数苗圃往往以生产尽可能多的苗木来获取高经济效益为其主要经营目标,而用苗单位或由于对苗木质量的长期影响认识不足,或由于造林规模大,国内种子生产滞后,高质量苗木不敷需求,因而对造林苗木的质量要求不严。所以以较高密度培育裸根苗已是较普遍的现象。为了对国内此类做法的效果进行评价,本研究探讨了以不同密度水平培育1年生湿地松裸根苗的苗木质量,并对苗木产量和经济进行了分析,以确定培育高质量苗木的适宜密度。

## 1 试验和研究方法

### 1.1 试验地概况

试验设置在江西省景德镇市枫树山林场苗圃,29°24' N,117°11' E,年均温17.1℃,全年积温5323℃,平均降雨量1700mm左右,无霜期247d。育苗地为多年育苗的老圃地,菌根丰富,经营水平较高。

### 1.2 试验设计

育苗采用当前生产上推广的芽苗移栽育苗技术,因此试验按移苗的株行距设计。6种密度水平,小区2m<sup>2</sup>,按完全随机区组布置,4次重复(表1)。

1994—07—26 收稿。

姜景民助理研究员(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);胡世才,夏锡凤(江西省景德镇市枫树山林场)。

\* 本项工作属国家造林项目科研与推广课题“湿地松、火炬松速生丰产林培育技术科研与推广”的内容之一。试验中得到枫树山林场苗圃工作人员的支持和配合;本文承刘昭息先生审阅与修改,在此一并致谢。

表1 育苗密度及理论产苗量

行距×株距 (cm)	密 度		产苗量 (万株/hm <sup>2</sup> )
	(株/m <sup>2</sup> )	(万株/hm <sup>2</sup> )	
12×12	69	69	37.95
12×9	93	93	51.15
10×9	111	111	61.05
12×6	139	139	76.45
10×6	167	167	91.85
8×6	208	208	114.40

注:产苗量按55%土地利用计算。

#### 1.4 苗木形态指标测定

由于芽苗移栽育苗的成苗率很高,故对最终密度未作调整。

生长停止后在各小区中央量测50株苗木的苗高和地径。在三个区组中每小区分别随机挖取10株苗木,尽量保持植株完整,洗净晾干后量测茎、根形态指标,称量根、茎、叶鲜重,在室内将样品烘干至恒重后称量干重。按国家苗木标准将苗木分为三级,统计各小区中三个等级苗木的百分率。

#### 1.5 数据分析

对各处理的形态指标进行方差分析和相关分析,对各处理中一级苗的形态指标进行比较。

分析各处理与各等级苗木产量的关系,建立回归方程,计算各等级苗产量的理论值,进行成本和效益分析。

根据苗木质量和育苗的经济效益确定适宜的育苗密度。

## 2 结果分析

### 2.1 育苗密度对苗木形态质量的影响

2.1.1 不同密度下苗木形态指标的差异 从方差分析结果看,不同密度对苗高、地径、高径比、全苗干重、地上部干重、叶干重、根干重等指标都有极显著影响,对根冠比的影响显著。几种密度间苗木的形态指标,都存在极显著或显著差异(表2)。表明在其它经营措施相同的前提下,育苗密度对苗木的质量起决定性作用。

表2 不同育苗密度的苗木形态指标差异

密 度 (株/m <sup>2</sup> )	苗高 <i>H</i> (cm)	地径 <i>D</i> (cm)	高径比 <i>H/D</i>	全苗干重 <i>W</i> (g)	苗地上重 <i>W<sub>s</sub></i> (g)	苗根干重 <i>W<sub>r</sub></i> (g)	叶干重 <i>W<sub>l</sub></i> (g)	根冠比 ( <i>W<sub>r</sub></i> / <i>W<sub>s</sub></i> )
69	29.99 C	0.75 A	40.16 C	14.42 A	12.03 A	2.39 A	8.31 A	0.198 a
93	31.08 BC	0.71 AB	44.09 C	11.89 AB	9.99 AB	1.90 AB	6.91 AB	0.191 abc
111	32.43 AB	0.66 BC	49.07 B	10.62 BC	8.96 BC	1.66 BC	6.26 ABC	0.185 bcd
139	32.96 A	0.62 CD	43.27 AB	9.78 BC	8.43 BC	1.36 BC	5.64 BC	0.168 cde
167	31.27 BC	0.59 DE	53.49 AB	8.22 C	7.04 C	1.19 C	4.84 BC	0.167 de
208	30.06 C	0.55 E	54.87 A	7.31 C	6.27 C	1.04 C	4.24 C	0.161 e
<i>F</i> 值	15.378**	33.714**	34.208**	13.751**	13.313**	11.968**	8.980**	5.811*

注: $F_{0.01(5,15)}=4.56$ ,  $F_{0.05(5,10)}=4.10$ ,  $F_{0.01(5,10)}=7.56$ 。

据相关分析,苗木地径和各生物量指标均随密度增加而呈递减趋势,表现为极显著的直线负相关关系。高径比则随密度增加呈极显著的直线正相关。苗高与密度的直线相关不显著(表3),从表2中的苗高数据来看,似为抛物线关系,低密度和高密度水平的苗高较低,而中等密度

### 1.3 育苗

育苗用种来自广东台山湿地松种子园。种子品质为2.8万粒/kg,出苗率2万株/kg。1993年3月21日浸种催芽,22日撒播在沙床上。一个月后将芽苗按设计株行距移栽到苗床上。在生长期,按常规生产措施合理施肥,适时灌溉,防治病虫害,10月底喷撒硼砂。1994年3月初起苗。

的苗高较高。可以推测,在低密度时,苗木间竞争小,苗木各器官生长均衡,随密度增加,竞争加强,苗木趋向于向高生长,而密度过大,苗木的光合作用面积小,生长势弱,高生长也减小。

表 3 苗木形态指标与育苗密度的直线相关关系

苗高	$H=29.7781+0.0116D$	$r=0.4884$	$F=1.2533$
地径	$\bar{D}=0.8304-0.0014D$	$r=-0.9833$	$F=120.8889^{**}$
高径比	$\bar{H}/\bar{D}=35.2018+0.1064D$	$r=0.9164$	$F=23.0427^{**}$
全苗干重	$\bar{W}=16.7644-0.0049D$	$r=-0.9636$	$F=51.5966^{**}$
苗地上重	$\bar{W}_s=13.9486-0.0393D$	$r=-0.9649$	$F=54.0747^{**}$
苗根干重	$\bar{W}_r=2.8197-0.0093D$	$r=-0.9536$	$F=40.1729^{**}$
叶干重	$\bar{W}_l=9.7053-0.0280D$	$r=-0.9702$	$F=64.2400^{**}$
根冠比	$\bar{W}_r/\bar{W}_s=0.2153-0.000282D$	$r=-0.9569$	$F=43.396^{**}$

2.1.2 不同密度水平下的一级苗质量 所谓的一级苗( $D \geq 0.7$  cm,  $H \geq 30$  cm),其形态指标在不同密度水平下其实是有所差异的。表 4 列出了各处理所挖取的苗木中按高、径指标归类为一级苗的苗木的一些指标的平均值。可以看出,一级苗的高径比随密度增加而增大,全苗干重,及地上部干重与根系干重均呈递减趋势,即密度增加,质量下降。根冠比随密度增加而下降,而后又有所增加,这可认为是由于少数突出的一级苗受竞争影响较小所致。

表 4 不同密度下的一级苗质量比较

密度 (株/m <sup>2</sup> )	$\bar{W}$ (g)	$\bar{W}_s$ (g)	$\bar{W}_r$ (g)	$\bar{W}_r/\bar{W}_s$	$\bar{H}/\bar{D}$
69	14.413	12.006	2.387	0.1951	39.31
93	12.689	10.748	1.941	0.1918	42.06
111	13.58	11.58	2.00	0.1674	43.76
139	12.428	10.668	1.76	0.1652	44.96
167	11.55	9.66	1.89	0.1954	47.21
208	10.75	9.037	1.713	0.1927	48.61

2.2 各等级苗产量与密度的关系

各等级苗所占百分率随育苗密度的变化符合以下方程:

$$\text{一级苗: } G_1\% = 136.92 \times 10^{-0.003662D}, \quad r = -0.987, F = 151.15^{**}$$

$$\text{二级苗: } G_2\% = 100 - (G_1\% + G_3\%)$$

$$\text{三级苗: } G_3\% = 0.44 \times 10^{0.00878D}, \quad r = 0.9565, F = 43.05^{**}$$

一级苗百分率随密度增加而降低,三级苗百分率则随之增加,分别呈负的和正的幂函数关系。二级苗百分率在试验密度范围内基本上呈增加趋势,在最高密度时则有所下降(表 5)。

表 5 不同密度水平的各级苗百分率和产量的理论值

密度 (株/m <sup>2</sup> )	一级苗 G <sub>1</sub>		二级苗 G <sub>2</sub>		三级苗 G <sub>3</sub>	
	占总数(%)	(株/hm <sup>2</sup> )	占总数(%)	(株/hm <sup>2</sup> )	占总数(%)	(株/hm <sup>2</sup> )
69	76.52	290393	21.70	82352	1.78	6755
93	62.50	319688	34.62	177081	2.88	14731
111	53.70	327839	42.15	257325	4.15	25336
139	42.77	326977	50.07	382785	7.16	54738
167	33.49	307606	53.64	492683	12.87	118211
208	23.70	271128	46.81	535506	29.49	337366

由于总产苗量和各级苗百分率变化的共同作用,各级苗的产量则表现为一级苗产量在 111 株/m<sup>2</sup> 时最高,二、三级苗产量随密度而增加。在 139 株/m<sup>2</sup> 时,二级苗产量已超过一级苗

量,167株/m<sup>2</sup>时,三级苗百分率接近国标15%的界限,208株/m<sup>2</sup>时,三级苗产量超过一级苗产量。当三级苗以至二级苗都作为不合格苗遭淘汰时,这对于遗传材料和土地、劳动力都是极大的浪费。

### 2.3 不同密度水平育苗的经济分析

由于在试验中对各种处理均按常规水平实施做床、施肥、防治病虫害、灌溉等,这些措施的经济投入是一个固定值,这里按该苗圃的常规生产投入总计为4500元/hm<sup>2</sup>。所不同的是随密度的不同,用种量、移植苗用工、起苗用工的变化所带来的成本的不同。

在造林中,三级苗是淘汰对象。对合格苗木的要求有三种情况:一是将一、二级苗分别论价用于生产,二是在近年的国家造林项目中要求只采用一级苗造林,三是只剔除不合格苗(三级苗),其余均为合格苗,不分级定价,统一种植。因此在经济分析中对三种情况进行分析。根据表6,有三种情况:

(1)只以一级苗为生产对象,则93株/m<sup>2</sup>的净收入最大,69株/m<sup>2</sup>的产出投入比最高。

(2)一、二级苗分级定价,净收入以167株/m<sup>2</sup>为大,产出投入比以111株/m<sup>2</sup>为最。

(3)除去不合格苗后,苗木不分级,统以合格苗计,无论净收入或产出投入比,均以208株/m<sup>2</sup>为高。

表6 不同育苗密度育苗经济分析

密度 (株/m <sup>2</sup> )	产苗量 (万株/hm <sup>2</sup> )	种子		移苗		起苗		总投入 (元)
		用量 (kg)	成本 (元)	用工 (工)	成本 (元)	用工 (工)	成本 (元)	
69	37.95	18.975	2846	162.7	1627	86.7	867	9906
93	51.15	25.575	3836	219.2	2192	116.9	1169	11786
111	61.05	30.525	4579	261.7	2617	139.5	1395	13197
139	76.45	38.225	5734	327.7	3277	174.7	1747	15390
167	91.85	45.925	6889	393.7	3937	209.9	2099	17584
208	114.40	57.2	8580	490.4	4904	261.5	2615	20797

  

I级苗		I+II级苗				合格苗		
产出 (元)	净收入 (元)	产出/ 投入	产出 (元)	净收入 (元)	产出/ 投入	产出 (元)	净收入 (元)	产出/ 投入
43359	33653	4.43	50147	40241	5.06	37950	28044	3.83
47953	36167	4.07	62120	50334	5.27	51150	39364	4.34
49176	35979	3.72	69762	56565	5.29	61050	47853	4.63
49046	33656	3.19	79669	64279	5.18	76450	61060	4.97
46141	28557	2.62	85556	67922	4.87	91850	74266	5.22
40669	19872	1.96	83509	62712	4.02	114400	93603	5.50

注:①种子出苗率:2万株/kg;②种子价格:150元/kg;③移苗2333株/工;④工本:10元/工;⑤起苗:4375株/工;⑥种子、移苗投入按林业贷款14.688%年息计算;⑦苗价:I级苗0.15元/株,II级苗0.08元/株,合格苗0.10元/株。

### 2.4 适宜育苗密度的确定

适宜的育苗密度应根据生产苗木的质量、可种植苗木的数量和生产效益权衡来确定。当然,按林业生产全过程,还应考虑苗木质量对长期造林效益的影响,这里未计算在内。

据前分析,苗木质量与育苗密度呈负相关,自然密度越小,苗木质量越高。从效益看若仅考虑一级苗用于造林,适宜的密度应为69~93株/m<sup>2</sup>;若一、二级苗分级造林,111~139株/m<sup>2</sup>

为好;若以合格苗计,208 株/m<sup>2</sup> 时效益最好,质量最差,这表明第三种做法是不合适的。因此,我们认为较好的育苗密度为 70~110 株/m<sup>2</sup>。

仅从生产效益看,按生产上普遍的一、二级苗混合应用的做法,存在密度越高,效益越高的趋势,这可能就是在当前育苗中部分单位采用高密度的原因,这表明现行的合格苗(二级苗以上)的标准存在偏低的问题。其它研究也有类似的想法<sup>[6]</sup>。

### 3 结论

(1)苗木的形态质量与育苗密度有着极为密切的关系。育苗密度增加,苗木的总体质量下降。虽然随着密度的增加,达到一级苗标准的苗木绝对数量在一定范围内可以增多,但在不同密度时所培育的一级苗其质量是不同的,以低密度的为佳。

2)对于一个苗木生产单位来讲,经济效益是衡量技术措施效果的主要指标。从本项研究看,如果在苗木的销售和造林中严格苗木的等级标准要求,并切实做到按质论价,无论是净收入或产出投入比,均以较低密度时较高。适宜的育苗密度当为 70~110 株/m<sup>2</sup>。

3)结合对苗木质量的评价和生产经济效益的全面分析,如严格要求一级苗,适宜密度为 93 株/m<sup>2</sup> 以下,这与国家苗木标准中的规定是一致的。如果要求不严格,生产效益以较高密度时高,这对指导培育高质量苗木有不利的导向,从一个方面说明苗木标准有一定问题。

计算了将二级苗的最低标准提高到地径 0.55 mm 后的生产效益。标准提高后,对一级苗产量没有影响,二级苗百分率以 139 株/m<sup>2</sup> 时最高,三级苗增加速度提高( $G_3\% = 3.1924 \times 10^{0.006207D}$ )。一、二级苗分级销售时净收入以 139 株/m<sup>2</sup> 时最高,产出投入比以 93 株/m<sup>2</sup> 最大。不分级时净收入以 139 株/m<sup>2</sup> 最高,产出投入比以 111 株/m<sup>2</sup> 最大。适宜的育苗密度为 111 株/m<sup>2</sup> 以下。

4)苗木的质量对造林成活率和林分长期的生产力都有影响。因此从经营效果来讲,仅仅局限于对一个苗圃的效益评价是不够的,而应从整个生产过程的效果来综合评价适宜的技术措施标准。将苗木的生产和造林过程从经济上割裂开来是不恰当的。

### 参 考 文 献

- 1 潘志刚主编. 湿地松火炬松速生丰产林培育技术(国家造林项目科技丛书). 北京:中国科学技术出版社,1993.
- 2 South D B, Boyer J N, Bosch L. Survival and growth of loblolly pines as influenced by seedling grade; 13-year results. *South J. Appl. For.*, 1985, 9(2): 74~78.
- 3 Caulfield J P, South D B, Boyer J N. Nursery seedbed density is determined by short-term or long-term objectives. *South J. Appl. For.*, 1987, (11): 9~14.
- 4 South D B. Rationale for growing southern pine seedlings at low seedbed densities. *New Forests*, 1993, 7: 63~92.
- 5 国家标准局. 中华人民共和国国家标准 GB6000-85, 主要造林树种苗木. 北京:技术标准出版社, 1986.
- 6 黄宝龙, 刘成林. 湿地松苗木品质指标的选择与分级. *南京林业大学学报*, 1988, (3): 15~23.

## Study on the Seedbed Density of Growing Slash Pine Seedling

*Jiang Jingmin Hu Shicai Xia Xifeng*

**Abstract** The bareroot seedling quality of slash pine (1~0) grew at different nursery density levels was studied, and their economic benefits analyzed. It shows that seedbed density is a decisive factor to seedling quality which decreases with the increase of density. The yield of grade 1 seedling are the highest at 111/m<sup>2</sup>, and the number of grade 2 and 3 seedlings increase by larger density, the percentage of the grade 3 seedling reach 15% of the permissive limit of the national seedling production standard at 167/m<sup>2</sup>. If only grade 1 seedling in qualified, the output/input is the highest at 69/m<sup>2</sup>; when grade 1 and 2 seedlings are used for plantation and give different prices, the output/input is highest at 111/m<sup>2</sup>. The practice of outplanting the ungraded seedlings (grade 3) which leads to higher density, at which the benefit of production is highest but the seedling quality is worst. A comprehensive survey of seedling quality, yield of qualified seedling and the economic benefit has been made, and the rational seedbed density would be 70~110/m<sup>2</sup>.

**Key words** slash pine, seedbed density, seedling quality, economic benefit of seedling production

---

Jiang Jingmin, Assistant Professor (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Hu Shicai, Xia Xifeng (Fengshushan Forest Farm, Jingdezhen, Jiangxi).