

湿地松种子分级育苗的研究*

姜景民 虞沫奎 胡世才 罗训志 唐金娣 曹志荣

摘要 将湿地松混系种子筛分为大、中、小三个粒度级进行发芽和播种育苗。据此进行的两地点两年度的试验结果表明,分级改变了种子的大小和重量分布,影响种子的发芽速度,进而影响到苗木的早期生长。在芽苗时期和苗木生长早期,各粒度级种子所育苗木有差异,但在生长后期已基本消失,混系种子分级未能达到改进苗木质量和一致性的目的。在育苗时首先要考虑种批的遗传构成,其次才是按种子大小或重量分级。

关键词 湿地松、种子分级、发芽速度、苗木质量

苗木质量直接影响造林的成活和林分的生长,培育高质量苗木是营林过程中最有效的投资,而保证种子迅速整齐地发芽和及早成苗是生产均匀高质苗木的基础^[1]。种子分级在美国作为达到此目的的一项措施,已在南方松苗木的生产中被广泛采用。近年来,我国一些林木种苗生产单位也主张在松类树种育苗中推广应用这项技术。但是有关种子大小对发芽、苗木生长和造林成效影响方面的报道是冲突的^{[2~5],1)},尚需进一步探讨。本研究将湿地松种子(*Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*)分级进行育苗,探讨、评估了种子分级育苗对苗木生长和质量作用的效果,以便为生产上应用这项技术提供依据。

1 试验材料与方法

试验于1994年和1995年分别在安徽泾县马头林场和江西景德镇枫树山林场实施。

1.1 1994年度

马头林场试验种子来自于该场湿地松母树林。种子处理后取纯净种子1 018.58 g,逐粒测量其横宽,按大、中、小三个标准分级,分捡结果如表1。取各粒度级等重种子混合作为对照。除留取少量种子用于实验室发芽外,其余在该场苗圃经催芽后育苗。

1.1.1 发芽测定 每个粒度级各取三个50粒种子作为室内测定样品,逐粒称重后摆放在有位置编号的培养皿中催芽作发芽测定,逐日观测记载种子发芽情况。发芽种子即移入有相应位置编号的沙盘中,保持适宜的湿度,试验开始1个月后测量芽苗高度。发芽结束(15 d)后计算各样品的发芽率、发芽势和发芽值等指标。

1.1.2 圃地试验 在苗圃中,三个粒度级和对照种子经过催芽后,沙床播种,4月中下旬将芽

1995-06-12 收稿。

姜景民副研究员(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);虞沫奎(安徽省林业科学研究所);胡世才,曹志荣(江西省景德镇市枫树山林场);罗训志,唐金娣(安徽省泾县马头林场)。

* 本研究系世界银行贷款国家造林项目“国外松速生丰产林培育科研推广”课题的内容之一。枫树山林场夏锡凤、陈彬、李爱英,马头林场周红,本所李霞等同志参加试验,谨致感谢。

1) 秦国峰,吴天林,黄开泽. 马尾松大田优质苗培育技术. 见:洪菊生主编. 世行贷款国家造林项目速生丰产林培育研究报告选编(第一集). 1994,10~25.

苗移栽至苗床上。设计 4 次重复,小区面积 1 m^2 ,栽植密度 $83 \text{ 株}/\text{m}^2$ ($12 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$),按常规育苗技术管理。在小区中央固定 10 株苗木,自 8 月初起每月测量一次苗高和地径。翌年 2 月底起苗前,按小区各测量内部 50 株苗木高、径。

1.1.3 根生长潜势与生物量测定 苗木调查后,分别三个重复,在各小区随机挖取 5 株 II 级以上的苗木,栽植于温室内沙床上,用地加热装置保持基质温度维持在 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右,气温在 $27 \text{ }^\circ\text{C}$ 上下,28 d 后将苗木起出,漂洗根系后,查数新生根数作为苗木根生长潜势指标^[6]。然后将去除新生根的苗木分割,用排水法测量根系总体积,侧须根体积^[7],并称量根、茎、叶的绝干重。

1.1.4 造林 1995 年 3 月初进行造林。试验三个重复,按原小区随机排列,50 株小区,株行距 $2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ 。造林地属第四纪黄红壤丘陵区,坡度 15° ,土层厚度 $60 \sim 80 \text{ cm}$ 。穴状整地,植穴规格为 $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ 。年终观测造林保存率和生长指标。

枫树山林场取用广东台山湿地松种子园混系种子,按三个筛孔直径分级(大粒 $> 0.45 \text{ cm}$,千粒重 36.12 g ;中粒 $0.36 \sim 0.45 \text{ cm}$,千粒重 28.31 g ;小粒 $< 0.36 \text{ cm}$,千粒重 20.75 g),原种批种子作对照。4 个处理的种子催芽后,芽苗经切根移栽于苗床上,株行距 $12 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$,随机排列四次重复。观测内容与方法同前。次年 3 月初分小区起苗造林,按育苗时原区组重复 4 次。造林地属紫色粉砂岩残积坡积母质黄红壤,土层厚度 $30 \sim 80 \text{ cm}$,坡度 $5 \sim 10^\circ$,全垦整地,植穴 $60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ 。年终调查造林保存率和生长情况。

1.2 1995 年度

试验用种两地点同前。马头林场种子筛分标准和结果为:大粒 $\geq 0.5 \text{ cm}$,占 9.43% ;中粒 $0.4 \sim 0.49 \text{ cm}$,占 84.91% ;小粒 $< 0.4 \text{ cm}$,占 5.66% 。各粒度级同重量种子混合作为对照。3 月底沙床播种,4 月 20 日芽苗移栽至苗床上,4 个区组,小区 1.5 m^2 ,植距 $12 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ 。枫树山林场筛分种子标准及育苗方法同前。自 8 月份起在各小区内固定 30 株苗木逐月量测,12 月份各小区量测 50 株苗木的高、径指标,并各挖取 10 株苗木作生物量测定。

各项观测结果均进行方差分析,百分率数据用 $\sin^{-1} \sqrt{x}$ 转换统计。

2 结果与分析

2.1 种子分级结果

从表 1 中看出将纯净种子分级后,三个粒度级种子数在混系种子中的分配呈正态分布,中粒种子占总数(重量或粒度)的 $2/3$ 强,大粒和小粒种子占总粒数的百分率相近,但大粒种子所占重量比率几为小粒种子的 2 倍,1 kg 小粒种子比同重量大粒种子多出近 1.4 万粒,比中粒种子多出近 8 600 粒。另外,在试验中还发现种子的饱满粒度并不与种子大小有关,大、小粒级种子的空粒种子百分率相近,高出中粒级种子近 10% 以上,导致此现象的原因尚不清楚,可能与发育过程中某个环节受制有关。

表 1 马头林场种子分级标准和结果

粒 度 级 (横宽 cm)	重量 (g)	占总量 (%)	粒数	占总粒数 (%)	千粒重 (g)	粒数/kg	饱满种子 (%)
大粒 ≥ 0.5	137.230 1	13.47	2 565	13.2	53.511 4 \pm 1.460 3	18 688	84.0
中粒 $0.4 \sim 0.49$	812.725 7	79.49	19 625	74.8	41.412 6 \pm 1.389 5	24 147	93.3
小粒 < 0.4	68.626 2	6.72	2 249	12.0	30.513 0 \pm 0.821 7	32 773	77.3

2.2 各粒度级种子发芽情况

经过 15 d 发芽后,其测定结果见表 2。大、中粒种子平均发芽率达到 80% 以上,小粒种子仅为 70%,但差异尚未达到显著水平。如以饱满种子发芽率计,大、中、小粒种子发芽率分别为 97.6%、92.5%、91.5%。三者按实际发芽高峰天数计算的发芽势之间也无差异。

表 2 三种粒度级种子的发芽测定结果和芽苗高生长

粒度级	发芽率(%)	发芽势(%)	7 d 发芽率(%)	发芽值 ^①	1 月芽苗高(cm)
大	82.0 ab	46	66 a	7.313 7 a	8.687 a
中	86.7 a	57	57 a	6.573 3 a	8.115 b
小	70.7 b	47	40 b	4.851 9 b	7.587 c
F 值	$>F_{\alpha=0.10}$	NS	$>F_{\alpha=0.01}$	$>F_{\alpha=0.05}$	$>F_{\alpha=0.01}$

①发芽值 = $\sqrt{\sin^{-1}\text{发芽势}} \times \sqrt{\sin^{-1}\text{发芽率}} / \text{发芽势天数}$, 参见文献[8]。

但是三个粒度级之间,种子的 7 d 发芽率和发芽值存在着极显著的差异,这反映出实际发芽势天数和种子发芽速度的差异。大粒种子在第 3 天即启动发芽,到第 5 天达到高峰,第 10 天即接近发芽结束。中、小粒种子第 3 天仅有少数萌动,到第 7 天达到高峰,完成发芽时间也较长(图 1)。大粒种子平均发芽天数为 5.943 d,中粒种子为 6.824 d,小粒种子 7.267 d。

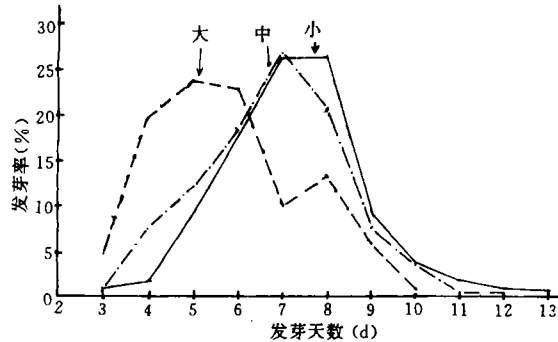


图 1 三种粒度级种子的日发芽进程

种子重量对发芽快慢亦有影响。将各粒度级种子发芽日数按其重量级统计发现,在同一粒度级内,随种子重量的增加,其发芽天数缩短;同等重量级中的较大粒度种子发芽时间比较小粒度级种子发芽时间要短(表 3)。

表 3 各粒度级种子按重量统计的发芽日数

重量级 (g)	大粒			中粒			小粒		
	占总粒数(%)	占总发芽数(%)	发芽天数 (d)	占总粒数(%)	占总发芽数(%)	发芽天数 (d)	占总粒数(%)	占总发芽数(%)	发芽天数 (d)
<0.02	—	—	—	—	—	—	14.6	—	—
0.02~0.03	12.7	—	—	10.0	2.4	9±0	22.7	25.7	8.296±1.696
0.03~0.04	4.0	—	—	22.7	20.8	7.69±1.531	54.7	62.9	7.179±1.371
0.04~0.05	17.3	19.5	6.458±1.607	50.0	56.8	6.751±1.409	8.0	11.4	5.75±1.299
0.05~0.06	35.3	43.1	6.283±1.497	17.3	20.0	5.56±1.061	—	—	—
0.06~0.07	21.3	26.0	5.25±1.299	—	—	—	—	—	—
>0.07	9.4	11.4	4±0.845	—	—	—	—	—	—
平均发芽天数(d)	5.943±1.483			6.824±1.59			7.267±1.629		

因此种子的发芽格局不仅与种子的大小有关,也与其重量有一定的联系,它们主要影响到种子发芽的速度,进而影响芽苗的生长。据对开始发芽后 28 d 各粒度级种子的芽苗高度方差分析,三者间有极显著的差异,芽苗高度与种子粒度级呈正相关。

2.3 各粒度级种子所育苗木的生长进程

两地点两年度试验逐月调查结果(表 4)表明,大、中、小粒种子所育苗木在苗高和地径指标上都表现出随种子由大到小相应递减的趋势,而这种差异的显著程度在年度和地点上的表现亦不同。在马头林场,两年度的结果都呈现差异由极显著到微弱或不显著的趋势,苗高的差异逐渐减小早于地径差异;在枫树山林场,1994 年度三种粒度级所育苗木大小虽具有规律性的差异,但自 8 月初这种差异已不显著,而在 1995 年度,这种差异到生长停止时依然保持着。

表 4 各粒度级种子所育苗木的生长进程

地点	年份	调查日期 (年-月-日)	苗 高(cm)					地 径(mm)				
			大粒	中粒	小粒	CK	F 值	大粒	中粒	小粒	CK	F 值
马 头 林 场	1994	08-01	18.60 a	16.35 ab	14.69 b	16.64 ab	$>F_{\alpha=0.01}$	3.47 a	3.25 ab	2.82 c	3.10 bc	$>F_{\alpha=0.01}$
		09-01	22.40	19.8	18.13	20.3	NS	4.65 a	4.46 a	3.92 b	4.49 a	$>F_{\alpha=0.01}$
		10-01	26.15	23.1	21.65	23.58	NS	5.64 ab	5.33 ab	5.79 a	5.10 b	$>F_{\alpha=0.05}$
		11-01	27.23	23.58	21.8	24.63	NS	7.06	6.41	6.31	7.04	NS
		1955-03-05	28.04	27.02	24.35	26.22	$>F_{\alpha=0.10}$	9.27	9.08	8.83	9.2	NS
1995	08-17	22.48 a	20.33 b	19.78 b	21.25 ab	$>F_{\alpha=0.01}$	3.55 a	3.45 a	3.12 b	3.43	$>F_{\alpha=0.01}$	
	09-20	24.84 a	22.24 bc	21.63 c	23.58 ab	$>F_{\alpha=0.01}$	4.49 a	4.32 ab	4.25 b	4.42 ab	$>F_{\alpha=0.05}$	
	12-25	25.32	24.03	23.70	24.88	$>F_{\alpha=0.10}$	6.45	6.30	6.29	6.17	NS	
枫 树 山 林 场	1994	08-06	17.43	15.69	15.50	16.39	NS	3.58	3.33	3.18	3.52	NS
		10-05	24.35	24.50	25.25	23.00	NS	7.10	6.70	6.85	6.63	NS
		1995-02-07	28.42	26.5	26.06	26.5	NS	8.9	8.76	8.46	8.4	NS
1995	07-31	14.38 a	12.78 b	10.95 c	13.90 a	$>F_{\alpha=0.01}$	2.60 a	2.55 a	2.08 b	2.65 a	$>F_{\alpha=0.05}$	
	08-29	19.08 a	16.88 a	14.80 b	17.88 a	$>F_{\alpha=0.01}$	4.64 a	4.39 a	3.71 b	4.30 a	$>F_{\alpha=0.01}$	
	09-27	20.92 a	18.83 a	16.56 b	19.35 a	$>F_{\alpha=0.01}$	5.35 a	5.08 a	4.55 b	5.05 a	$>F_{\alpha=0.05}$	
	10-27	22.98 a	21.20 b	18.98 c	21.68 b	$>F_{\alpha=0.01}$	6.78 a	6.58 a	5.63 b	6.40 a	$>F_{\alpha=0.01}$	
	12-14	21.03 a	19.95 a	17.18 b	20.45 a	$>F_{\alpha=0.01}$	7.11 a	6.90 a	6.03 b	6.78 a	$>F_{\alpha=0.01}$	

对各月次生长量的分析表明,各粒度级苗木的高、径生长量均无显著差异。从而说明粒度级间的苗木差异不是生长势优劣的结果,而是种子发芽早晚的效应,随苗木生长,这种效应逐渐消失。同时,这种趋势还受苗圃管理措施和气候条件的影响,1994 年度后期严重干旱是枫树山林场所育苗木差异得以保持的原因之一。

2.4 各粒度级种子所育苗木的质量

据对苗高和径、根系、生物量以及根生长潜势和苗木质量指数等数据的统计分析(表 4, 5),除枫树山林场 1995 年度结果外,其余各试验 4 种苗木的各项指标均无显著差异,说明苗木的质量并未随种子粒度级变化而有异,与混合种子所育苗木也无明显区别。枫树山林场 1995 年度试验中,全苗干重和 I 级苗率表现出 5% 显著性差异,苗木质量指数呈 10% 以上显著性差异。同样,各粒度级其苗木的均匀性未因种子分级育苗而得到改善,分级育苗的苗木高、径变异系数与混合种子所育苗木相近,所产 I 级苗和全部合格苗数量也无大的差异。

2.5 种子分级育苗的造林效果

枫树山林场采用全垦整地,大穴植苗,加之造林前后雨水充沛,土壤湿润,成活率达 98% 以上,年终调查各种处理间苗木保存率无差异。幼树高与地径随种子粒度级减小,呈递减趋势,与苗期结果相似。幼树高之间达 95% 以上显著性差异。马头林场造林标准低,穴垦整地,小穴种植,造林前近两个月无雨,造林后降雨量也不足,加之抚育不及时,保存率仅为 29%~41%,

以大粒种子的较高,但差异不显著,树高和地径也无差异。两试验点在1995年下半年雨水均稀少,严重影响林分生长,因此,种子分级育苗造林的效果还有待进一步观察、试验。

表5 各粒度级种子所育苗木的质量比较

育苗地点	育苗年度 ^②	粒度级	苗高变异 (%)	地径变异 (%)	I级苗率 (%)	全苗干重 (g)	茎根之比	根系体积 (cm ³)	侧主根 体积之比	根生长 潜势	苗木质 ^① 量指数 QI	
马头林	1994	大	22.17	16.43	77.3	15.812	4.383	9.696	0.549		2.174	
		中	21.29	17.55	71.8	16.363	4.430	10.082	0.505		2.226	
		小	19.29	17.23	65.0	16.137	3.230	11.760	0.532		2.511	
		CK	21.22	19.36	72.8	13.977	4.416	8.516	0.666		1.876	
	1995	大	13.77	13.67	37.5							
		中	14.38	18.86	34.17							
		小	15.83	15.61	34.17							
		CK	11.87	16.5	25.00							
枫山林	1994	大	16.51	18.40	78.5	15.341	3.352	10.642	0.295	20	2.429	
		中	18.36	16.54	72.0	14.920	3.166	10.897	0.314	29	2.364	
		小	17.26	17.30	69.5	13.229	3.234	10.372	0.278	26	2.204	
		CK	16.38	17.12	65.5	13.320	3.248	9.626	0.319	21	2.134	
	1995	大	19.43	15.76	55.8 a	10.563 a	3.759					1.575
		中	21.48	16.02	42.5 ab	9.193 a	3.933					1.361
		小	19.91	19.19	23.3 b	6.650 b	4.142					0.948
		CK	19.16	15.83	45.0 ab	9.522 a	4.353					1.295

①QI=苗干重(g)/[苗高(cm)/地径(cm)+地上部重(g)/根系重(g)],参见文献[9];②两年度苗木调查时间为1995年2月和1995年12月。

3 结论与讨论

(1)播种时合理的分级可使种子的大小和重量比较均匀一致,但分级对种子的发芽率影响不大。分级主要使各粒度级种子的发芽速度产生差异。

(2)决定苗木早期生长差异的关键因素是种子的发芽速度,而种子的大小和重量直接影响种子发芽的早晚,进而影响到苗木的早期生长。然而,这种影响仅对芽苗和生长前期产生效应,到生长后期,这种差异基本消失。尽管各粒度级种子所育苗木的质量随种粒大小呈正相关的趋势,但差异大多不显著,苗木的均匀性也未因分级而改善。因此,种子的物理品质只是在苗木生长前期阶段起作用,这与一些研究结论相同^[2,4],有关依据种子品质作为早期选择指标的一些研究结果也表明了这种趋势^[10,11]。可能在相对一致条件下这种差异能保持较长的时期,因此国外高度集约经营苗圃和容器育苗倾向于种子分级。

(3)种子分级育苗的研究结论因树种而异,也与所使用的材料有极密切的关系。本试验采用的是母树林种子和种子园混系种子。前人的研究有些是采用混系种子^[2,4],有的是单系种子^[3,8],前者的结论多是否定的,后者则是肯定的。不同家系的种子大小差异是稳定的,家系间的生长模式也是不同的,应施以不同的育苗培育措施。混系种子的分级不仅是将固有种子大小不同的家系分开,部分也把不同家系相近大小的种子合在一起,不考虑家系即不考虑遗传品质,是造成混系种子分级育苗,达不到改善苗木均匀性目的的主要原因^[12]。

(4)两地点育苗均采用了芽苗移栽育苗技术,各苗床小区移栽用苗的发芽日期大致相近,这无形中也消除了各粒度级种子所育苗木间的质量差异,是使本试验分级效果不明显的致因之一。

综上所述,欲对育苗材料进行改善以达到苗木的高质量 and 一致性,首先应是考虑种子的遗传品质,分别家系或基因型相近的家系组育苗,其次才是按物理质量性状分级。

参 考 文 献

- 1 Barnett J P. Seed, cultural practices, and seedling uniformity. *Forestry*, 1989, 62(Suppl.): 95~105.
- 2 Barnett J P, Dunlap J R. Sorting loblolly pine orchard seeds by size for containerized seedling production. *South. J. Appl. For.*, 1982, 6(2): 112~115.
- 3 Dunlap J R, Barnett J P. Influence of seed size on germination and early development of loblolly pine germinants. *Can. J. For. Res.*, 1983, 13(1): 40~44.
- 4 Shoulders Eu. Effect of seed size on germination, growth, and survival of slash pine. *J. For.*, 1961, 59(5): 363~365.
- 5 Ghosh R C, Singh B, Sharma K K. Effect of seed grading by size on germination and growth of pine seedling. *Indian For.*, 1976, 102: 850~858.
- 6 Ritchie G A, Dunlap J R. Root growth potential; its development and expression in forest tree seedlings. *N. Z. J. For. Sci.*, 1980, 10(1): 218~248.
- 7 Rose R, Atkinson M, Gleason J, et al. Root volume as grading criterion to improve field performance of Douglas-fir seedlings. *New For.*, 1991, 5(3): 195~209.
- 8 Barnett J P, Mclemore B F. Germination speed as a prediction of nursery seedling performance. *South. J. Appl. For.*, 1984, 8(3): 157~162.
- 9 Lantz C W. *Southern Pine Nursery Handbook*. USDA Forest Service, Southern Region, Atlanta, GA. Chapter 9, 3.
- 10 谭碧霞, 钟伟华. 火炬松早期性状鉴定技术的研究. *林业科学研究*, 1992, 5(3): 304~310.
- 11 Robinson J F. Traits measured on seedling can be used to select for later volume of loblolly pine. *South. J. Appl. For.*, 1984, 8(1): 59~64.
- 12 马常耕. 世界形态改良苗木生产技术的发展现状和趋势. *世界林业研究*, 1994, 7(4): 21~28.

Effect of Seed Sorting on Germination and Seedling Quality of Slash Pine

Jiang Jingmin Yu Muokui Hu Shicai Luo Xunzhi Tang Jindi Cao Zhirong

Abstract Germination tests were conducted in two nurseries for two successive years by using slash pine seeds of 3 different size classes. The results show that seed sorting has changed the seed size and weight distribution of seed lots, which influenced the speed of seed germination, and then the early growth of the seedlings. In the germination stage and early growing period, there were significant differences between the seedlings from different seed size classes, but there was no difference in the late growing period. Using different size of seed lot could not achieve the objective of increasing the seedling quality and uniformity. In nursery practices, the genetic makeup of seed lot would be of the first factor considered, then the seed size or weight.

Key words Slash pine, seed sorting by size, germination, seedling quality

Jiang Jingmin, Associate Professor (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Yu Muokui (The Forestry Institute of Anhui Province); Hu Shicai, Cao Zhirong (Fengshushan Forest Farm, Jiangxi Province); Luo Xunzhi, Tang Jindi (Matou Forest Farm, Anhui Province).