

杉木良种种子品质遗传改良初步研究*

孙鸿有

傅秋华

(浙江林学院科研处, 临安 311300) (浙江省遂昌县林业局)

程育民

王宇熙

丰晓阳

(浙江省临安市昌化林业站) (浙江林学院基础部) (浙江省淳安县姥山林场)

摘要 对杉木优良种源、1代种子园、1.5代种子园、2代种子园和优良家系的种子千粒重、涩粒率、发芽率、发芽指数、活力指数等品质的遗传改良进行了系统研究,并估算了遗传力和遗传增益。结果表明,约有60%以上良种的种子品质有不同程度的提高,其中涩粒率和千粒重改良程度较大。良种种子品质的差异和遗传增益的变化,在选育层次之间,没有一定的变化趋势,并不随选育层次的提高而提高。不同种子园之间同一家系的种子品质差异极显著。种子性状遗传力大小次序是:千粒重>涩粒率>发芽率>发芽指数>活力指数。对杉木良种种子品质评价,不应以选育层次的高低论“优良”,而应以遗传改良实际进展为依据。对优良家系选择,要考虑其所在的不同种子园之间的差异。

关键词 杉木; 优良品种; 种子品质; 遗传改良

中图分类号 S722

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 良种选育已从种源选择、家系选择,发展到无性系选择,从建立1代种子园、1.5代种子园,发展到2代种子园,有的2代种子园也已开始投产。杉木造林已基本实现良种化。本文旨在研究杉木良种在种子品质上的遗传改良程度及其演变趋势,并作出评价,为进一步开展杉木良种选育提供科学依据。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

为了全面评价和研究杉木良种种子品质,根据浙江省杉木良种选育多年研究成果,分别

收稿日期: 1996-10-09; 修回日期: 1997-01-21

* 浙江省自然科学基金资助项目

第1作者简介: 孙鸿有,男,1935年生,教授

从优良种源、1代种子园、1.5代种子园、2代种子园和优良家系等5个选育层次中,各择其最优良的良种3~4个参试。其中优良种源3个,经浙江省林木良种审定委员会审定的优良家系3个,优良的1代和1.5代种子园各4个,建园最早、已结实投产的2代种子园3个,并以浙江南部庆元、中部淳安和北部临安3地的普通种作为对照。同时,为了研究同一家系在不同种子园种子品质的影响,对参试的3个优良家系分别从8个种子园中采种。参试材料共40个(表1)。试验从1994年开始,连续2a采集种子进行品质测定。种子采收方法均用采摘球果法。在采收(脱粒)、处理过程中未受特殊影响。

1.2 测定内容

主要是测定种子千粒重、涩粒率、发芽率、发芽指数和活力指数等5个指标。其中,发芽率是反映种子生活力指标,发芽指数和活力指数是反映种子活力的主要指标。

1.3 测定方法

种子千粒重采用800粒法,发芽率和发芽指数采用400粒法,用培养皿发芽,从中进行种子涩粒率调查。活力指数采用300粒法,用垂直玻板发芽^[1]。测定技术操作按林木种子品质检验方法国家标准执行^[2]。

表1 参试良种一览表

Table 1 Fine varieties tested

选育层次	良种名称	简称	选育层次	良种名称	简称
优良种源	广西那坡种源	那坡	优良家系 (续)	龙泉15号	龙15
	福建南平种源	南平		庆元1代种子园龙15	庆1代龙15
	福建浦城种源	浦城		龙泉1代种子园龙15	龙1代龙15
1代种子园	庆元1代种子园	庆1代	姥山1代种子园龙15	姥1代龙15	
	龙泉1代种子园	龙1代	长乐1代种子园龙15	长1代龙15	
	姥山1代种子园	姥1代	庆元1.5代种子园龙15	庆1.5代龙15	
	长乐1代种子园	长1代	龙泉1.5代种子园龙15	龙1.5代龙15	
1.5代种子园	庆元1.5代种子园	庆1.5代	姥山1.5代种子园龙15	姥1.5代龙15	
	龙泉1.5代种子园	龙1.5代	长乐1.5代种子园龙15	长1.5代龙15	
	姥山1.5代种子园	姥1.5代	开化0号	开0	
	长乐1.5代种子园	长1.5代	庆元1代种子园开0	庆1代开0	
2代种子园	龙泉2代种子园	龙2代	龙泉1代种子园开0	龙1代开0	
	溪口2代种子园	溪2代	姥山1代种子园开0	姥1代开0	
	横畈2代种子园	横2代	庆元1.5代种子园开0	庆1.5代开0	
优良家系	龙泉5号	龙5	龙泉1.5代种子园开0	龙1.5代开0	
	庆元1代种子园龙5	庆1代龙5	姥山1.5代种子园开0	姥1.5代开0	
	龙泉1代种子园龙5	龙1代龙5	长乐1.5代种子园开0	长1.5代开0	
	姥山1代种子园龙5	姥1代龙5	普通种	庆元普通种	庆普
	长乐1代种子园龙5	长1代龙5	(对照)	淳安普通种	淳普
	庆元1.5代种子园龙5	庆1.5代龙5		临安普通种	临普
	龙泉1.5代种子园龙5	龙1.5代龙5			
	姥山1.5代种子园龙5	姥1.5代龙5			
长乐1.5代种子园龙5	长1.5代龙5				

1.4 统计分析

各项测定结果都进行了方差分析,发芽率和涩粒率在方差分析前进行反正弦转换。

2 结果分析

2.1 良种种子品质测定结果

方差分析表明(表 2),不同良种之间和不同选育层次之间的种子在千粒重、涩粒率、生

表 2 种子品质方差分析

Table 2 Variance analysis of seed quality

变 因	df	千粒重		涩粒率		发芽率		发芽指数		活力指数	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
层次间	5	0.025 7	58.95 *	117.80	32.36 *	407.38	41.60 *	5.908 9	24.91 *	697.40	15.73 *
良种间(层次内)	14	0.071 54	164.09 *	128.04	35.18 *	254.72	21.93 *	12.817 5	54.04 *	622.87	14.05 *
年代间	1	8.658 0	198.6 *	581.49	159.75 *	130.18	13.29 *	2.964 5	12.50 *	41.47	0.94
年代×层次	5	0.033 34	76.47 *	158.98	43.68 *	373.61	38.15 *	23.814 9	100.40 * 1	246.94	28.12 *
年代×良种	14	5.357 × 10 ⁻³	12.29 *	78.81	21.65 *	196.10	20.03 *	10.579 5	44.602 *	382.20	8.62 *
机误	104	4.36 × 10 ⁻⁴		3.64		9.79		0.237 2		44.34	
总的	143										

说明:千粒重总自由度为 287,机误自由度 248;活力指数总自由度为 107,机误自由度 68

活力(发芽率)、活力(发芽指数与活力指数)方面都存在极显著差异;不同年代之间以及年代×层次、年代×良种(层次内)的 F 值也大都达到极显著水平。这说明,种子品质既受遗传基础控制,也很易受环境条件等非遗传因素的影响。

2.1.1 种子千粒重 参试种子平均千粒重 7.617 g,最大 9.129 g,最小 6.615 g,大小相差 0.38 倍。其中,良种千粒重平均为 7.668 g,对照(普通种)千粒重平均为 7.247 g,良种比对照大 5.8%。有 11 个良种的种子千粒重大于对照,占参试良种数 64.7%。各选育层次的种子千粒重平均值都大于对照。如以对照平均值为 100,则 2 代种子园、优良家系、1.5 代种子园、优良种源和 1 代种子园依次为 110.4, 109.6, 104.6, 103.8 和 102.2。这表明,从总体上来说,良种的籽粒质量得到了一定程度的改良,而且随着选育层次的提高而增长。

2.1.2 种子涩粒率 杉木种子由于授粉、受精,种子在球果上着生部位以及发育过程中环境条件等多种因素的综合影响,有一部分种子败育而变成涩粒。参试种子的涩粒率平均为 41.0%,最大为 52.3%,最小为 24.6%,大小相差 1.12 倍。良种种子涩粒率平均为 40.2%,对照平均为 48.3%,良种比对照小 16.8%,有 14 个良种的涩粒率小于对照,占参试良种数 82.4%。各选育层次的平均涩粒率都小于对照平均值。如以对照涩粒率为 100,则 1 代种子园、优良家系、2 代种子园、1.5 代种子园和优良种源依次为 76.4, 81.0, 82.8, 84.3 和 93.6。除种源外,各选育层次的涩粒率有较大程度的改良,但良种涩粒率的降低并不随选育层次的提高而相应降低,在 1 代、1.5 代和 2 代 3 个层次种子园中,反以 1 代种子园平均涩粒率最低。

2.1.3 种子发芽率 参试种子绝对发芽率平均为 79.5%,最大 89.6%,最小 58.1%,大小相差 0.54 倍。良种平均发芽率 79.1%,对照 81.4%,良种平均值略低于对照。有 9 个良种发芽率高于对照平均值,占参试良种数 52.9%。所以,从总体上看,杉木良种种子绝对发芽

率并未得到改良,但从选育层次看,2代种子园和优良家系的绝对发芽率得到一定改良,其平均值显著高于对照,分别为对照的 105.9% 和 104.9%; 而 1.5代、1代种子园和优良种源的发芽率并未得到改良,其中,1.5代种子园种子平均发芽率与对照基本相同,1代种子园、优良种源发芽率显著小于对照,分别为对照的 91.2% 和 86.4%。由此看来,良种在种子生活力方面的改良,不及千粒重和涩粒率上的改良。

2.1.4 种子发芽指数 发芽指数是反映种子活力的一项重要指标,表示种子迅速而整齐发芽的能力。发芽指数越高,种子发芽越整齐越迅速。参试种子平均发芽指数为 6.36,最大 8.80,最小 3.73,大小相差 1.35倍。良种平均发芽指数为 6.40,对照平均值为 5.90,良种比对照大 8.5%。有 9个良种发芽指数大于对照平均值,占参试良种数 52.9%。从选育层次看,除种源外,其他各选育层次发芽指数均大于对照。如以对照发芽指数为 100,则优良家系、1.5代种子园、1代种子园、2代种子园和优良种源,依次为 114.2, 112.7, 112.6, 109.3和 91.2,层次之间没有一定的变化趋势。

2.1.5 种子活力指数 活力指数是反映种子活力的最重要指标,表示种子生长潜力和生产潜力。参试种子活力指数平均为 51.6,最大 74.0,最小 27.9,大小相差 1.65倍。良种种子活力指数平均为 51.7,对照平均为 47.7,良种大于对照 8.4%。有 10个良种活力指数大于对照平均值,占参试良种数 58.8%。从选育层次看,除优良种源平均活力指数小于对照平均值外,其他选育层次均大于对照。如以对照为 100,则 1.5代、优良家系、1代、2代和优良种源依次为 121.6, 111.5, 109.9, 109.2和 85.5。活力指数与选育层次之间没有平行变化关系。

2.2 不同种子园之间同一家系的种子品质分析

经过子代测定,浙江省已经选出一批优良家系,其中有 5个家系被浙江省林木良种审定委员会审定。为了深入研究优良家系种子品质及所在种子园对优良家系种子品质的影响,试

表 3 同一家系不同种子园之间的种子品质差异分析

Table 3 Seed quality difference of same family in different seed orchards

家系	项目	千粒重	涩粒率 %	发芽率 %	发芽指数	活力指数
龙 5	最大	7.816	45.2	96.4	10.55	82.3
	最小	6.256	18.5	76.4	5.80	38.9
	相差%	24.9	144.3	26.2	81.9	111.6
	<i>F</i>	71.35*	78.86*	42.55*	85.26*	29.13*
	<i>r</i>	0.107	0.598	0.817	0.767	0.777
龙 15	最大	10.088	49.7	93.4	10.40	86.2
	最小	7.926	6.9	73.5	5.05	41.4
	相差%	27.3	620.3	27.1	105.9	108.2
	<i>F</i>	98.14	121.77*	31.63*	93.63*	13.58*
	<i>r</i>	0.656	0.019	0.641	0.491	0.402
开 0	最大	8.731	69.6	95.0	8.35	61.5
	最小	7.278	23.1	78.3	3.53	32.9
	相差%	20.0	201.3	21.3	136.5	86.9
	<i>F</i>	82.79*	132.55**	29.62*	64.91*	10.57*
	<i>r</i>	-0.098	0.360	0.671	0.823	-0.030

说明: 表内 *F* 值, 为方差分析的 *F* 值; *r* 值为不同种子园同一家系的种子品质与种子园群体种子品质的相关系数

验从浙江省林木良种审定委员已审定的 5 个优良家系中,选择遗传增益最大的龙 5 龙 15 和开 0 共 3 个优良家系作为研究对象,分别从庆元、龙泉、姥山和长乐等 1 代、1.5 代种子园中采种,进行种子品质测定。结果表明,不同种子园同一家系的种子在千粒重、涩粒率、发芽率、发芽指数和活力指数等方面的差异,都达到极显著水平。其中,千粒重大小相差 0.20~0.27 倍,涩粒率大小相差 1.44~6.20 倍,发芽率相差 0.21~0.27 倍,发芽指数相差 0.82~1.37 倍,活力指数相差 0.87~1.12 倍,差异幅度之大,甚至超过了不同层次良种之间的差异。同一家系来自不同种子园种子品质的差异,与其所在的各种子园群体种子品质的相关性,一般只有中等程度或轻度相关,甚至没有相关关系(表 3)。上述差异表明,对单亲本家系种子品质评价和家系选择,应注意不同种子园的影响。

2.3 良种种子品质遗传增益与综合评价

2.3.1 种子性状遗传力估算与分析 种子在发育和采收处理过程中,由于环境条件影响,很容易使种子品质发生变化,种子园的无性系组成、随机交配状况以及无性系本身的遗传基础等都会影响种子品质。为了分析良种种子品质遗传改良进展,以良种间、年代间和机误的方差分析模式,估算了良种种子性状遗传力,估算结果列于表 4。

表 4 种子性状遗传力

Table 4 Heritabilities of seed quality characters

项 目	千粒重	涩粒率	发芽率	发芽指数	活力指数
表传方差 e_g^2	0.004 04	14.837 6	30.504 6	1.198 1	87.901 0
环境方差 e_e^2	0.001 31	18.510 6	45.787 1	2.372 8	167.823 1
遗传力 $h^2(\text{良种})$	0.978	0.852	0.827	0.784	0.739
$h^2(\text{重复})$	0.755	0.445	0.400	0.336	0.344

根据遗传力的估值,可以看出,种子品质虽然易受环境条件的影响,但在相当大的程度上是受遗传控制的。其中,以千粒重遗传力最大,活力指数遗传力最小。其大小排列次序是:千粒重>涩粒率>发芽率>发芽指数>活力指数。应该说,上述种子性状遗传力大小排列次序是符合客观实际的。因为越是排在后面的性状,受环境影响的因素越多。所以,要提高良种种子品质,除了加强种子园管理外,更要注意其遗传基础的改良。

2.3.2 良种种子品质遗传增益及综合评价 根据遗传力的估算,以庆元、淳安和临安 3 地普通种(对照)的平均值为基础,估算了良种种子品质改良的遗传增益(表 5)。从表中可以看出,长乐 1 代、姥山 1.5 代、横畈 2 代种子园和龙 15 家系的种子品质遗传改良较大,各个性状的遗传增益均为正值,表明这些良种种子与普通种相比,千粒重大,涩粒率低,生活力和活力强。南平种源和龙 5 家系次之,除千粒重遗传增益为负值外,涩粒率、发芽率、发芽指数和活力指数的遗传增益都为正值。

这些良种分别属于不同选育层次,可见,高选育层次的良种,其种子品质不一定比低选育层次的良种好。同样,也不是所有“良种”的种子品质都比普通种好。对良种种子品质评价,应以其遗传改良进展大小为依据,实事求是地作出科学评价。

表 5 良种种子品质遗传增益

Table 5 Genetic gains of seed quality for fine varieties

%

选育层次	良 种	千粒重	涩粒率	发芽率	发芽指数	活力指数
优良种源	那坡种源	10.25	4.29	-15.95	-10.97	-14.35
	南平种源	-2.59	10.63	5.69	7.15	3.48
	浦城种源	-2.27	-12.30	-23.67	-32.40	-41.48
	平 均	1.80	0.87	-11.31	-12.07	-17.45
1代种子园	庆元 1代	0.43	10.36	-5.69	5.42	1.16
	龙泉 1代	-2.68	-4.85	-19.91	-22.44	-17.39
	姥山 1代	-1.39	9.88	-10.46	0.49	4.20
	长乐 1代	7.67	38.96	6.81	30.08	19.85
	平 均	1.01	13.59	-7.31	3.39	1.96
1.5代种子园	庆元 1.5代	5.66	17.90	-2.03	8.51	17.68
	龙泉 1.5代	2.27	-2.26	-5.99	-6.78	3.77
	姥山 1.5代	2.72	4.29	3.66	8.63	23.18
	长乐 1.5代	2.77	16.41	1.83	3.94	-4.35
	平 均	3.36	9.09	-0.63	3.58	10.07
2代种子园	龙泉 2代	24.00	1.31	7.11	-7.77	-11.45
	溪口 2代	-9.55	-8.76	-0.91	-18.24	-17.10
	横畈 2代	12.34	39.34	8.33	29.22	33.27
	平 均	8.93	10.63	4.84	1.07	1.57
优良家系	龙 5	-4.67	14.91	3.96	11.96	6.52
	龙 15	20.82	18.64	4.98	9.49	13.91
	开 0	8.42	3.54	3.15	-7.15	-10.72
	平均	8.19	12.36	4.03	4.77	3.24

说明: 涩粒率遗传增益正值, 表明该良种涩粒率比对照小; 负值, 则比对照大

3 结论与讨论

3.1 约有 60% 参试杉木良种的种子, 在千粒重、涩粒率、发芽率、发芽指数和活力指数等品质上, 优于普通种。其中, 涩粒率和千粒重改良程度较大。

3.2 杉木良种种子品质差异及遗传增益在不同选育层次之间没有一定的变化趋势, 并不随选育层次的提高而提高。因此, 对良种种子品质评价, 不应以选育层次的高低论“优良”, 而应以遗传增益实际进展为依据。

3.3 不同种子园之间同一家系的种子品质有极显著差异。这种情况可能意味着, 它们在以后子代生长上也许会有较大差异。因此, 在家系选择上, 还应考虑同一家系在不同种子园之间的差异。

3.4 杉木良种种子品质是受遗传基础和环境条件共同影响的, 其品质性状遗传力的大小次序是: 千粒重 > 涩粒率 > 发芽率 > 发芽指数 > 活力指数。

3.5 由于种子品质在不同年代之间, 年代 × 良种之间有极显著差异, 因而文中对某些具体良种的评价, 尚需进一步观测补充与修正。

致谢 参加本研究工作的还有蔡克孝老师, 特此致谢

参 考 文 献

- 1 蔡克孝, 孙鸿有. 改良型垂直玻板发芽器. 林业科技通讯, 1984, (11): 8~ 9
- 2 GB2772-81 林木种子检验方法. 北京: 技术标准出版社, 1982
- 3 蔡克孝, 孙鸿有. 用发芽法测定种子活力指标的研究. 林业科技通讯, 1987, (6): 29~ 30

Sun Hongyou (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Fu Qihua, Cheng Yumin, Wang Yuxi, and Feng Xiaoyang. **A Primary Study on Genetic Improvement of Chinese Fir Seed Quality.** *J Zhejiang For Coll*, 1997, **14** (2): 120~ 126

Abstract The genetic improvement of 1 000-seed weight, woody seed rate, germination percent, germination index and vigor index were systematically studied for the good provenance of Chinese fir, F1 seed orchard, F1.5 seed orchard, F2 seed orchard and fine family. The results showed that the seed qualities of above 60% fine varieties were improved in varying degrees, especially woody seed rate and 1000-seed weight. There was no fixed rule in the seed quality differences of fine varieties and the change of genetic gains, with no increasing as selective classes rise. The seed quality of same family in different seed orchards had a extreme difference. The heritabilities of seed quality, from great to small order, were as follows: 1 000-seed weight, woody seed rate, germination percent, germination index and vigor index. Evaluating seed quality should take practical advance of genetic improvement as basis, not selective classes. Selecting fine family should notice difference among the seed orchards.

Key words Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); fine varieties; seed quality; genetic improvement