

马尾松无性系种子园球果产量的遗传变异*

金国庆 秦国峰 周志春 黄辉 丰晓阳 储德裕

摘要 对马尾松一代无性系种子园投产后连续 6 a 不同产地和产地内无性系的球果产量进行了统计分析。研究表明,产地和无性系是球果产量的重要变异来源,但产地内无性系的方差分量是产地的 5 倍;产地和无性系平均遗传力都较高,分别为 0.73~0.79 和 0.70~0.85。种子园在不同年份间的球果产量变化很大,在群体总变异中所占的方差分量比例最大(材料 为 37.04%,材料 为 48.96%),具有明显的大小年。种子园内无性系对球果总产量的贡献率因组成的无性系不同而有较大差异,年份间也有差异。由不同产地无性系组成的种子园中球果产量的基因型×年份互作效应极为显著,方差分量占总变异的 14.17%,应予以重视。最后对该种子园无性系按产量高低和稳定性分成五种类型。

关键词 马尾松 无性系种子园 球果产量 遗传变异

建立林木种子园在于大量生产遗传品质优良的种子,一个理想种子园应力求其建园亲本无性系具有同等的开花结实能力。事实上,不同林木种子园无性系间的开花结实是不平衡的^[1~3],即使是在同一个种子园内,种子的遗传组成在年份间也有很大差异^[3,4]。种子园内亲本(无性系)开花结实的不平衡,直接影响种子园种子的产量和品质。马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)是我国主要的乡土造林树种,国内已营建了近 1 000 hm² 的初级种子园,虽对种子园无性系开花习性研究较多,而对结实规律的研究较少。为了探索影响马尾松种子园高产稳产的主要内在因素,有效制订提高种子产量和品质的管理措施,必须掌握种子园无性系开花结实的遗传变异规律。本文对种子园无性系球果产量进行了连续 6 a 的调查和统计,分析比较种子园在不同年份的球果产量及遗传变异规律,为种子园营建及经营管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 种子园概况

浙江省淳安县姥山林场马尾松一代无性系种子园建于 1985~1989 年,面积 21.3 hm²。无性系配置以不同生态区的无性系随机或顺序错位排列在不同的生产小区,同一无性系分株间距在 30 m 以上。该种子园位于 119°03' E, 29°37' N,海拔 200~250 m,年平均气温 17℃,日平均气温 10℃ 的年积温为 5 410℃,年降水量 1 430 mm,年日照 1 951 h。调查样地为 -1、-2、-3、-4、及 -4 五个生产小区,面积 3.3 hm²,坡向为东南向,坡度 15~20°,土层深厚。调查小区于 1986 年嫁接,未成活植株次年补接。

1.2 数据收集和统计分析方法

1997—10—27 收稿。

金国庆工程师,秦国峰,周志春(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);黄辉,丰晓阳,储德裕(浙江省淳安县姥山林场)。

* 本研究是林业部、浙江省“八五”攻关项目子专题“马尾松一代无性系种子园营建技术”研究内容的一部分。参加本项研究工作的还有吴天林、洪苏州、汪长平等。

1991~1996年,连续6a对样地内所有无性系按单株采种,记载球果产量。在统计分析时,将调查样地内的300多个无性系分成两组材料。材料 包括了安徽、浙江、江西、广西、贵州和四川6个不同生态区(产地)的无性系,每产地内各10个无性系;材料 为浙江省60个无性系(同一产地)。每无性系随机选取年龄相等、树体大小比较一致的3个分株(材料)或4个分株(材料)进行统计分析。

对球果数按 $x = (x + 1)^{1/2}$ 转换后进行方差分析及广义遗传力计算^[5,6],无性系球果产量贡献率用Griffin(1982)的方法表达^[7]。根据健康球果数用Grow和Kimura(1970)的方法估算亲本有效群体大小 N_e ^[8]。

2 结果与分析

2.1 球果产量的产地和无性系效应

2.1.1 产地效应 从表1可见,样地内各小区的球果产量每年都相差很大,最高小区单株平均球果数为最低小区的1.98(1992年)~4.77倍(1996年),平均2.61倍。历年平均单株球果产量 -3、-4小区最高,分别为107.6个和101.4个,而 -2小区最低,仅为最高小区(-3)的38.3%。由此可见,在处于马尾松分布区的中北部地区建立种子园,浙江、安徽、贵州三省无性系的生殖环境非常适合,江西、四川无性系次之,广西无性系较不适应。

表1 种子园各生产小区历年球果产量

小区(无性系产地)	项目	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	平均
-1 (四川)	株数(株)	150	150	150	150	150	150	150
	果数(个)	1 033	4 233	12 272	9 934	22 042	14 571	10 680.8
	果数/株	6.9	28.2	81.8	66.2	146.9	97.1	71.6
-2 (广西)	株数(株)	129	129	129	129	129	129	129
	果数(个)	1 870	4 021	6 918	3 193	11 430	4 454	5 314.3
	果数/株	14.5	31.2	53.6	24.8	88.6	34.5	41.2
-3 (浙江和安徽)	株数(株)	237	237	237	237	237	237	237
	果数(个)	2 999	8 173	39 887	18 195	45 160	38 661	25 512.5
	果数/株	12.7	34.5	168.3	76.8	190.5	163.1	107.6
-4 (贵州)	株数(株)	145	145	145	145	145	145	145
	果数(个)	1 631	5 721	15 622	10 416	31 139	23 652	14 696.8
	果数/株	11.2	39.5	107.7	71.8	214.8	163.1	101.4
-4 (浙江和江西)	株数(株)	360	360	360	360	360	360	360
	果数(个)	1 750	7 190	47 621	23 014	51 592	59 282	31 741.5
	果数/株	4.9	20.0	132.3	63.9	143.3	164.7	88.2
合计	株数(株)	1 021	1 021	1 021	1 021	1 021	1 021	1 021
	果数(个)	9 283	29 338	122 320	64 752	161 363	140 620	87 946
	果数/株	9.1	28.7	118.0	63.4	158.0	137.7	86.1

表2方差分析表明,产地间除头2a由于各无性系结果量都很少,差异不显著外,后4a都有极显著差异。6a联合分析结果达10%差异显著水平,但其方差分量只占总变异的4.57%,仅为产地内无性系方差分量的1/5。

2.1.2 产地内无性系效应 单年度和多年度联合方差分析表明,两种材料的球果产量在无性

系间具有极显著遗传差异(表 2、3), 其变异占总变异的 22.71%(材料) 和 17.61%(材料)。球果产量的无性系平均遗传力(h_c^2) 较高, 两种材料的 h_c^2 变化在 0.70 ~ 0.85 之间, 受极强的遗传控制, 选择高产无性系营建种子园能大大提高其种子产量。表 2 还发现, 球果产量的产地平均遗传力(h_q^2) 在不同年份间变化在 0.73 ~ 0.79 之间(1991、1992 年除外, 因种子园刚投产, 结实不稳定), 属中度至高度遗传。因此, 在选择高产亲本时, 不仅要考虑无性系间的差异, 同时也要兼顾不同产地间的差异。

表 2 球果产量单年度和多年度联合方差分析及无性系、产地广义遗传力(材料)

		单 年 度 分 析						
变异来源	自由度	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
均方	产地	5	6.19 ^{ns}	11.40 ^{ns}	193.44 ^{**}	145.20 ^{**}	259.00 ^{**}	285.60 ^{**}
	无性系	54	6.71 ^{**}	14.13 ^{**}	49.65 ^{**}	30.34 ^{**}	69.99 ^{**}	77.83 ^{**}
	机误	120	2.04	3.31	10.11	5.94	13.05	11.78
方差分量	产地		0	0	4.79	3.83	6.30	6.93
	无性系		1.56	3.61	13.18	8.23	18.98	22.02
	机误		2.04	3.31	10.11	5.94	13.05	11.78
广义遗传力	产地		0	0	0.74	0.79	0.73	0.73
	无性系		0.70	0.77	0.80	0.81	0.81	0.85
		年 份 联 合 分 析						
变异来源	自由度	均方	方差分量(%)	广义遗传力				
年份	5	2 466.4 ^{**}	37.04					
产地	5	518.92 ⁺	4.57	$h_q^2 = 0.570$				
产地×年份	25	76.38 ^{**}	5.52					
无性系	54	163.62 ^{**}	22.71	$h_c^2 = 0.896$				
无性系×年份	270	17.0 ^{**}	8.65					
机误	720	7.71	21.51					

注: ns——差异不显著, + ——10%显著水平, * ——5%显著水平, ** ——1%显著水平。表 3 同。

表 3 球果产量单年度和多年度联合方差分析及无性系、产地广义遗传力(材料)

		单 年 度 分 析						
变异来源	自由度	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
均方	无性系	59	6.65 ^{**}	16.47 ^{**}	47.63 ^{**}	34.89 ^{**}	51.96 ^{**}	65.28 ^{**}
	机误	180	1.92	4.01	12.89	8.48	15.09	13.55
方差分量	无性系		1.58	4.16	11.58	8.80	12.29	17.24
	机误		1.92	4.01	12.89	8.48	15.09	13.55
广义遗传力	无性系		0.71	0.76	0.73	0.76	0.71	0.79
		年 份 联 合 分 析						
变异来源	自由度	均方	方差分量(%)	广义遗传力				
年份	5	4 300.20 ^{**}	48.96					
无性系	59	133.37 ^{**}	17.61	$h_c^2 = 0.866$				
无性系×年份	295	17.90 ^{**}	7.85					
机误	1 080	9.32	25.58					

2.1.3 无性系结实遗传差异对种子园遗传多样性的影响 为反映种子园内各无性系在不同年度球果生产中的贡献,这里以无性系数为横坐标,无性系平均单株球果累积产量为纵坐标,绘制图1。图中直线表示各无性系球果产量对种子园产量的贡献率相等。在6个生产年度中,材料和 中产量最高的20%无性系提供了总产量的41.4%~53.0%和36.9%~60.9%;50%的无性系贡献了种子园产量的77.2%~86.0%和70.1%~86.8%。这一比例较接近欧洲黑松^[9]和欧洲赤松种子园^[10]。亲本更不平衡的有火炬松种子园^[11]和美国西加云杉种子园^[12],20%的无性系生产80%的球果产量。研究发现,要得到同样比例的球果产量,与材料 相比材料 只需较少的无性系数(头2a除外),说明材料 较材料 的无性系产量更不平衡,生产的种子园种子遗传基础较窄。同时发现丰年(如1995年)生产的种子园种子遗传组成比歉年(1994年)宽。由于马尾松结实存在大小年现象,种子园种子的遗传组成在年份间存在着很大差异^[4],若把两年收获的种子混合使用,可明显增加种子的遗传多样性,如果按单系采种、育苗,那么种子和苗木的遗传增益及多样性是最大的。

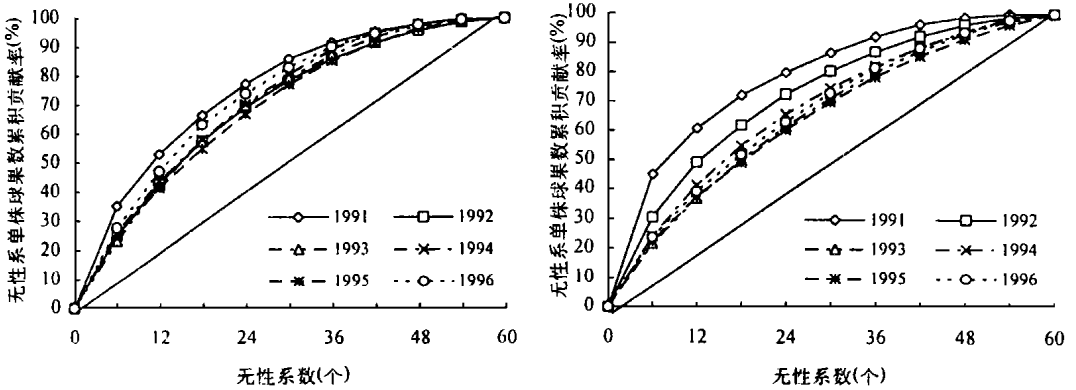


图1 无性系平均单株球果产量累积曲线

(左:材料 ,右:材料)

2.1.4 种子园有效群体大小 有效群体相对大小(N_e/N) 同样反映了种子园内无性系间的平衡程度。在理想的群体中,有效群体大小 N_e 等于外观个体数 N ,即设想为全部个体参与繁殖,雌雄数相等,个体传给下一代的配子数按平均数为2的泊松分布。但实际上,在林木种子园中这些条件不能全部满足, N_e 一般小于 N 。从表4看出,两材料的有效群

表4 依据亲本球果数估算的有效群体大小

年份	材料			材料		
	N	N_e	N_e/N	N	N_e	N_e/N
1991	180	64.4	0.358	240	54.7	0.228
1992	180	99.7	0.554	240	106.6	0.444
1993	180	103.1	0.573	240	156.2	0.651
1994	180	97.8	0.543	240	133.9	0.558
1995	180	106.4	0.591	240	159.4	0.664
1996	180	92.2	0.512	240	144.7	0.603

体相对大小除1991年较小分别为35.8%、22.8%外,后5a分别在51.2%~59.1%和44.4%~66.4%之间,而后4a的 N_e/N 材料 平均比材料 大6.4%。如种子园无性系来源于不同的产地,在正常投产年份,其有效群体大小较小,而种子园无性系来源于同一(或相似)产地,其有效群体大小较大,此结论与上面所述完全一致。经相关分析,材料 每年的 N_e/N 同种子园球果产量具有显著的正相关。材料 虽相关不显著,但也有这种倾向。说明在丰产年份,种子园有效群体大小较大,遗传多样性较为丰富。据研究,不同树种的种子园 N_e/N 相差很大,El-

Kassaby 等^[12]报道, 根据球果和饱满种子数估算 20 年生花旗松种子园的 N_e/N 分别为 25.7% 和 27.1%; Muona 等^[13]依据配子数估算, 树龄分别为 31 和 27 年生的两个欧洲赤松种子园的有效群体大小分别为 93% 和 66%。

2.2 球果产量的年份效应

方差分析表明种子园各小区在年份间的球果产量差异极显著。所研究的不同小区虽有不同生态区的无性系组成, 但在年份间的变化规律非常一致, 即球果产量随年龄增大呈波浪式增加, 产量有明显的大小年, 小年产量只有大年的一半左右, 且各小区大小年规律一致。

在无性系球果产量总的变异分量中, 年份间的变异是最大的, 其方差分量分别占总变异的 37.04% (材料) 和 48.96% (材料) (见表 2、3)。在种子园投产后, 无性系单株平均球果产量随着树龄的增大呈波浪式增加。每年最少结果单株产量均为零, 说明总有少数几个无性系分株不结球果。结实地查对, 每年不结果者均为雄株或偏雄株。在 1991~1996 年进入投产期的 6 a 年中, 最初 2 a 不结实株数较多, 后 4 a 较少, 例如 1991 年两材料不结果的分株数分别为 17.2% (材料) 和 30.8% (材料), 变异系数也较大, 分别为 137.0% 和 187.4%, 而从 1993 至 1996 年, 两材料不结果的株数仅分别在 2.2%~5.6% (材料) 和 0.4%~1.3% (材料) 之间, 不结果者前者比后者平均多 2.5 个百分点。两者比较发现, 不结果的无性系分株数在产地间存在着较大差异, 而且它的变化趋势正好同种子园产量的大小年相反, 即丰年不结果株数少, 歉年较多。详见表 5。

表 5 两类无性系材料历年单株球果产量(球果数)统计分析 (单位: 个)

年 份	年龄 (a)	材 料					材 料				
		\bar{x}	s. d.	c. v. (%)	Min. (株数%)	Max.	\bar{x}	s. d.	c. v. (%)	Min. (株数%)	Max.
1991	5	11.98	16.42	137.0	0(17.2%)	121	7.99	14.97	187.4	0(30.8%)	89
1992	6	36.94	33.72	91.3	0(1.1%)	193	27.04	30.70	113.5	0(8.3%)	171
1993	7	132.91	115.36	86.8	0(2.2%)	651	150.72	111.03	73.7	0(0.4%)	670
1994	8	76.07	70.31	92.4	0(5.6%)	354	83.53	74.90	89.7	0(1.3%)	429
1995	9	200.61	167.44	83.5	0(2.2%)	825	181.57	129.85	71.5	0(0.4%)	644
1996	10	165.04	161.55	97.9	0(2.8%)	835	170.38	138.83	81.5	0(0.8%)	835

2.3 球果产量的基因型 × 年份互作

方差分析表明(表 2、3), 两类材料中球果产量的基因型 × 年份互作效应都达极显著水平。在材料 中, 产地 × 年份和无性系/产地 × 年份互作分别占群体总变异的 5.52% 和 8.65%, 两者之和为 14.17%, 可见由不同产地的无性系组成的种子园, 其球果产量的基因型 × 年份互作效应较大, 因此在建立产地种子园时不应忽略基因型 × 年份互作效应。但由同一产地内的无性系营建的种子园(材料) 中, 球果产量的无性系 × 年份互作效应仅占群体总变异的 7.85%, 与巨大的年份效应和无性系效应相比, 互作效应相对较小。

利用材料 , 计算球果产量在年份间的简单相关和秩次相关系数, 进一步说明由同一产地无性系组成的种子园其球果产量在年份间的稳定性。由表 6 可知, 除 1991 年与 1996 年间的秩次显著正相关外, 其余年份间的球果产量相关和秩次相关均呈极显著的正相关, 表明各无性系平均球果产量及其秩次在年份间的变化比较一致。即产量高、秩次前的无性系, 在各年份中大多数是相同的; 同样产量低、秩次后的无性系在每年中多数也是一样的。球果产量年份间的这

种变化规律,为马尾松种子园高产无性系的选择提供了方便。

表6 无性系平均球果产量和秩次的年份间相关系数(材料)

年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1991		0.608 98* *	0.546 07* *	0.560 97* *	0.583 22* *	0.451 37* *
1992	0.676 74* *		0.537 42* *	0.634 65* *	0.818 73* *	0.696 00* *
1993	0.587 05* *	0.533 70* *		0.583 22* *	0.363 49* *	0.516 10* *
1994	0.497 86* *	0.494 80* *	0.552 26* *		0.699 60* *	0.544 53* *
1995	0.485 08* *	0.666 57* *	0.359 43* *	0.578 38* *		0.677 45* *
1996	0.323 37*	0.515 62* *	0.393 49* *	0.510 14* *	0.614 27* *	

注:上三角为球果产量相关系数,下三角为秩次相关系数。

为了有效地对种子园无性系进行管理,根据连续6a各无性系的球果总产量和年度变化程度,把种子园无性系分成五类:()高产稳产型,()高产不稳产型,()平产稳产型,()平产不稳产型,()低产型。分类

表7 种子园五类无性系分类标准

类型	历年总平均球果产量	每年球果产量
	在无性系平均产量的150%以上	不低于前一年的2/3
	在无性系平均产量的150%以上	有低于前一年2/3的年份
	无性系平均产量的50%~150%	不低于前一年的2/3
	无性系平均产量的50%~150%	有低于前一年2/3的年份
	在无性系平均产量的50%以下	

标准列于表7。由此计算了种子园中各类无性系的相对比例。材料 和 的高产()、中产()、低产()无性系百分比分别为25.0%、45.0%、30.0%及16.7%、73.3%、10.0%,材料

的高产和低产无性系数比材料 分别多8.3%和20.0%,而平产无性系少28.3%;材料 、的稳产型和不稳产型无性系分别占11.7%、20.0%及58.3%、70.0%,材料 比 分别少8.3和11.7个百分点。材料 和 的每年高、中、低球果产量的百分比分别为45.0%(1991年)~54.4%(1996年)、29.6%(1991年)~47.7%(1994年)、6.2%(1994年)~25.4%(1991年)及26.7%(1992年)~44.2%(1991年)、53.0%(1991年)~69.1%(1992年)、2.8%(1991年)~4.8%(1994年);材料 和 的年份联合分析的高、中、低球果产量分别占48.6%、42.5%、8.9%及46.9%、51.4%、1.7%。两种材料的历年所有无性系单株球果产量总平均值及各类代表无性系平均单株球果产量见图2。

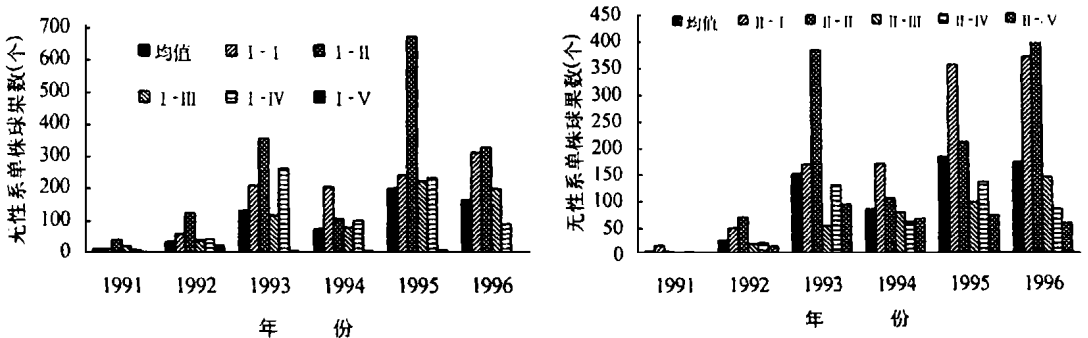


图2 平均单株球果产量及五种无性系产量类型

(左:材料 ,右:材料)

3 结论与讨论

(1) 根据球果产量的高低及年份间产量变化情况, 分成高产稳产、高产不稳产、平产稳产、平产不稳产和低产五类无性系。通过淘汰第 类无性系, 材料 (6 个不同产地的无性系) 和材料 (浙江产地的无性系) 可分别提高 30.2% 和 6.8% 产量; 若选择 、 、 类无性系, 种子园可望比现有的产量提高 77.1% (材料) 和 48.5% (材料); 若只采用高产型无性系(、 类) 则可提高 94.2% (材料) 和 92.6% (材料) 的产量。

(2) 种子园内各无性系对总球果产量的贡献率因研究材料不同而有较大差异, 同一种子园在不同年份间也有较大的差别。种子园内亲本间的球果产量材料 较材料 平衡, 丰年比歉年平衡。这就是说, 材料 比材料 , 丰年比歉年的种子具有更大的遗传多样性, 这一规律通过对种子园有效群体大小的估算, 同样得到了证实。

(3) 在马尾松无性系种子园中, 年份、产地、无性系间的球果产量均有显著至极显著的差异, 其中年份间的差异是最大的, 其次是无性系变异和产地间的变异。球果产量的产地和无性系平均遗传力都较高, 因此, 通过产地和无性系选择, 可大大提高种子园的产量。球果产量的基因型 \times 年份互作效应极显著, 表明各无性系对不同年份的反应有所不同, 也就是说基因型对每年的园地光照, 土壤肥力、气温、花期雨水等生态环境的综合反应不同。特别是由不同产地无性系组成的种子园, 球果产量的基因型 \times 环境互作较大, 值得注意, 但由同一产地无性系组成的种子园, 其基因型 \times 环境互作的实际意义较小。

(4) 对材料 1991~1996 年各年的球果产量相关分析得知, 无性系平均单株球果产量的简单相关和秩次相关在年份间呈显著至极显著的正相关, 这为马尾松无性系种子园中去劣疏伐及重建种子园高产无性系的选择提供了科学依据。

参 考 文 献

- 1 Reynolds S, El-Kassaby Y A. Parental balance in Douglas fir seed orchards- cone crop vs. seed crop. *Silvae Genetica*, 1990, 39(1): 40~42.
- 2 El-Kassaby Y A, Cook C. Female reproductive energy and reproductive success in a Douglas-fir seed orchard and its impact on genetic diversity. *Silvae Genetica*, 1994, 43(4): 243~246.
- 3 胡德活, 阮梓材, 陈仲, 等. 杉木种子园无性系结实遗传与变异研究. *林业科学研究*, 1992, 5(5): 606~610.
- 4 El-Kassaby Y A, Fashler A M K, Crown M. Variation in fruitfulness in a Douglas-fir seed orchard and its effect on crop management decisions. *Silvae Genetica*, 1989, 38: 113~121.
- 5 Anderson R L. Uses of variance component analysis in the interpretation of biological experiments. *Bulletin of the International Statistical Institute*, 1960, 31st Session, vol. 37.
- 6 Cockerham C. Estimation of genetic variances. *Statistical Genetics and Plant Breeding*. NAS-NRC, 1963, 982: 53~94.
- 7 Griffin A R. Clonal variation in radiata pine seed orchards: I. Some flowering, cone and seed production traits. *Aust. J. For. Res.*, 1982, 12: 295~302.
- 8 Grow J F, Kimura M. An introduction to population genetic theory. New York, Happer and Row Publishers, 1970. 345~361.
- 9 Matziris D. Variation in cone productica in a clonal seed orchard of black pine. *Silvae Genetica*, 1993, 42(2~3): 136~141.
- 10 Bhumibhanon S. Studies on Scots pine seed orchards in Finland with special emphasis on the genetic composition of

the seed. Commun. Inst. For. Fenn., 1978, 94(4): 1 ~ 118.

- 11 Schmidtling R C. Genetic variation in fruitfulness in a loblolly pine seed orchard. *Silvae Genetica*, 1983, 32: 76 ~ 80.
- 12 El-Kassaby Y A, Reynolds S. Reproductive phenology, parental balance and supplemental mass pollination in a Sitka spruce seed orchard. *For. Ecol. Manage.*, 1990, 31: 45 ~ 54.
- 13 Muona O, Harju A. Effective population sizes, genetic variability, and mating system in natural stands and seed orchards of *Pinus sylvestris*. *Silvae Genetica*, 1989, 38(5 ~ 6): 221 ~ 228.

Genetic Variation of Cone Production in Clonal Seed Orchard of Masson Pine

*Jin Guoqing Qin Guofeng Zhou Zhichun
Huang Hui Feng Xiaoyan Chu Deyu*

Abstract This paper deals with the genetic variation between different seed sources and between clones within the seed sources for cone yields for 6 years successively after the first-generation clonal seed orchard of masson pine putting into production. The results show that the differences between seed sources and clones are important variation sources, and the latter effect surpasses those of the former ones. The heritabilities based on seed source and clone mean are found to be high. There exists great fluctuation of cone production between different years (i. e. possessing marked bumper and lean year). 37% ~ 49% of the total variation can be attributed to year effect. The contributions of clones to total cone production are related to the genetic composition of clonal seed orchards and production years. In the seed orchards composed of clones from different seed sources, the significant genotype by year interaction of cone yield is found and should be paid attention to. If clones of seed orchards are from the same seed sources, the genotype by year interaction is smaller and meaningless in practice. In order to manage the seed orchards well, all clones could be divided into 5 types, according to the cone outputs and genetic stabilities.

Key words masson pine clonal seed orchard cone output genetic variation

Jin Guoqing, Engineer, Qin Guofeng, Zhou Zhichun (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Huang Hui, Feng Xiaoyan, Chu Deyu (Laoshan Forest Farm of Chunan County, Zhejiang Province).