

文章编号: 1000-5692(2006)03-0259-06

柏木无性系种子园遗传增益及优良家系评选

骆文坚¹, 金国庆², 徐高福³, 丰炳财³, 冯建民¹, 罗小华³

(1. 浙江省林业种苗管理总站, 浙江 杭州 310020; 2. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 3. 浙江省淳安县新安江开发总公司, 浙江 淳安 311700)

摘要: 对15年生柏木 *Cupressus funebris* 种子园自由授粉家系子代测定林的研究表明, 种子园子代树高、胸径和材积平均生长量分别比对照大13.12%, 13.69%和30.85%, 平均遗传增益分别为7.82%, 7.69%和17.03%。采用ISR法、性状表现水平分析法、一般配合力相对效应值分析法和育种值评定法等4种方法进行优良家系评选, 以材积性状作为选优指标, 评选出11个优良家系, 其现实增益达46.35%~108.65%, 平均为64.21%, 遗传增益达25.58%~59.96%, 平均为35.44%。表3参22

关键词: 林木遗传育种学; 柏木; 无性系种子园; 遗传增益; 优良家系

中图分类号: S722.3 **文献标识码:** A

柏木 *Cupressus funebris* 是我国特有的珍贵树种, 适应性强, 材质优良, 生长较快, 综合利用价值高, 在我国林业发展中占有十分显要的地位^[1]。目前有关柏木的研究, 多侧重于生产经营与生态效益评价, 而种源选择与选优建园等遗传改良的工作甚少^[2,3]。林木遗传改良是提高森林生产力的主要手段之一。国内外对于林木遗传改良的常规方法, 是通过选择优树, 建立种子园, 再进行子代测定评选优良家系, 并将其付诸生产实践以获取巨大的经济效益^[4]。子代测定是种子园建立中非常重要的环节, 不仅可以为现有种子园评价和留优去劣及优良家系评选提供依据, 而且对探明性状的遗传控制机理和预测性状的改良效果及制定林木育种方案等都是不可缺少的^[5~8]。大量研究表明, 林木家系遗传变异丰富, 家系选择在选择育种方案中具有独特的重要地位^[9~13]。该文通过对柏木无性系种子园自由授粉家系子代测定结果的研究, 旨在了解性状遗传变异, 评价种子园优树无性系表型选择的效果, 估算性状的遗传参数, 筛选一批优良家系, 为柏木遗传改良方案的进一步完善和种子园种子遗传品质的进一步提高提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

研究材料来源于浙江省淳安县姥山林场柏木1代无性系种子园及种子园无性系自由授粉家系子代测定林。淳安县姥山林场地理位置为29°37'N, 119°03'E, 海拔150~250 m, 年平均气温17℃, ≥10℃的年积温5410℃, 年平均降水量1430 mm, 年日照1951 h。种子园建于1982年, 面积为3.8 hm²。建园亲本选自浙江省淳安、开化、临海、黄岩和仙居等5个柏木主产县(市)的柏木优良林分, 共计

收稿日期: 2005-10-13; 修回日期: 2005-12-29

基金项目: 浙江省科学技术攻关项目(2005D70031)

作者简介: 骆文坚, 高级工程师, 从事林业种苗研究。E-mail: wjluczj@sina.com

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

45 个优树无性系。无性系配置以随机或顺序错位排列在同一生产小区，同一无性系分株间距在 30 m 以上。柏木 1 代无性系种子园进入正常开花结实期以后，于 1988 年对种子园 45 个无性系分单系采种，1989—1990 年另加当地普通种子(ck₁)与种子园混系种子(ck₂)的 47 个处理参加育苗与造林试验。造林采用随机区组设计，每小区栽植 6 株，重复 5 次。

1.2 数据收集和统计分析

2004 年 10 月对柏木 1 代种子园无性系分株及其子代林进行生长量全面测定。种子园 45 个无性系各观测 10 株分株，测定性状包括树高、胸径、材积、冠幅、枝下高和冠高等；子代林 45 个家系，另加 2 个对照，每木调查树高、胸径、材积和冠幅等性状。

数据用 Excel (2003) 和 SAS/STAT 软件^[14] 进行方差分析^[15]、相关分析^[16]、性状表现水平分析^[17]、一般配合力相对效应值分析^[18]、育种值估算^[19,20] 以及遗传力和遗传增益等遗传参数的估算^[21,22]。

2 结果与分析

2.1 柏木子代生长性状遗传变异及亲子相关

2.1.1 子代生长性状遗传变异 15 年生柏木子代测定林数据分析结果显示(表 1)，单株树高、胸径、材积和冠幅平均值分别为 8.5 m，9.7 cm，0.043 41 m³ 和 1.7 m，其变幅分别为 7.4~10.1 m，7.7~11.5 cm，0.024 49~0.069 23 m³ 和 1.5~2.0 m，变异系数分别为 5.93%，8.34%，18.98%和 6.29%。方差分析表明，子代树高、胸径和材积各性状在家系间均存在极显著差异，并且这些性状均有较高的家系遗传力，其估算值为 0.551 9~0.595 8，性状属于强度遗传范围；冠幅在家系间无显著差异。所以对树高、胸径和材积这 3 个性状在家系间进行选择，可获得较大遗传增益。

2.1.2 亲-子生长性状的关系 为了解种子园子代生长是否受采种母树生长状况的影响，对亲子生长性状进行相关分析和秩次相关分析(表 2)。结果表明，柏木种子园子代家系树高、胸径、材积和冠幅等生长性状与其采种母树无性系的树高、胸径、材积、冠幅、枝下高、冠高、平均枝条结实量及目测结实量等生长、结实性状间均无显著表性相关或秩次相关，说明子代生长好坏与种子园采种母树的生长和结实性状无关。这主要是因嫁接母树受砧木及立地条件影响较大，同一无性系内不同分株间生长量差异太大所致。

表 1 柏木种子园单亲子代生长情况及家系遗传力

Table 1 Growth situation and families heritability in progenies

性状	平均值	变幅	变异系数/ %	F 值	比 ck ₁ 增加率/ %	家系遗传力
树高/ m	8.5	7.4~10.1	5.93	2.47 **	13.12	0.595 8
胸径/ cm	9.7	7.7~11.5	8.34	2.28 **	13.69	0.561 6
材积/ m ³	4.341E-02	2.449E-02~6.923E-02	18.98	2.23 **	30.85	0.551 9
冠幅/ m	1.7	1.5~2.0	6.29	1.19	-4.45	0.157 9

说明：表中 ** 表示方差分析差异达 0.01 水平显著。

2.2 种子园遗传增益评价

子代测定结果表明，子代 15 年生时树高、胸径和材积平均生长量分别比淳安当地普通柏木(ck₁) 大 13.12%，13.69% 和 30.85%，平均遗传增益分别为 7.82%，7.69% 和 17.03%，而冠幅小于 ck₁4.45%。可见该种子园良种水平明显高于本地普通种(表 1)。

参试的 45 个家系中，有 41 个材积大于 ck₁，占参试总数的 91.11%，有 38 个家系的材积大于 ck₁10%以上，有 31 个家系的材积大于 ck₁20%以上，有 21 个家系的材积大于 ck₁30%以上，有 11 个家系的材积大于 ck₁40%以上，有 10 个家系的材积大于 ck₁50%以上，有 7 个家系的材积大于 ck₁60%以上，有 2 个家系的材积大于 ck₁70%以上，最优家系的材积现实增益达 108.65%，仅有 4 个家系材积生长不如 ck₁(表 3)。由此可见，开展柏木表型选择是极其有效的，但表型选择的优树必须进行子代遗传测定，才能真正评价选择效果。

表 2 柏木种子园母树亲子性状及秩次相关系数

Table 2 Correlation analysis about traits of progenies and maternal plant in clonal seed orchards of *Cupressus funebris*

家系性状		无性系性状							
		树高	胸径	材积	冠幅	枝下高	冠高	枝结实	目测结实
树高	r_1	0.117	0.020	0.066	-0.107	0.038	0.121	0.171	0.069
	r_2	-0.171	-0.061	-0.087	0.115	0.011	-0.194	-0.212	-0.065
胸径	r_1	0.048	-0.013	0.017	-0.186	0.083	0.039	0.118	-0.041
	r_2	-0.090	0.002	-0.035	0.186	-0.031	-0.093	-0.129	0.049
材积	r_1	0.152	0.069	0.102	-0.098	0.047	0.152	0.202	0.049
	r_2	-0.188	-0.087	-0.119	0.093	-0.019	-0.214	-0.209	-0.043
冠幅	r_1	0.051	0.011	0.004	-0.130	0.028	0.050	-0.115	-0.191
	r_2	-0.118	0.001	-0.014	0.121	0.038	-0.121	0.129	0.203

说明: 表中 r_1 为性状间表型相关系数, r_2 为性状间秩次相关系数。

2.3 优良家系的评定

评选优良家系的方法很多, 这里采用 Duncan 新复全距测验法 (LSR 法)、性状表现水平分析法、一般配合力相对效应值分析法和育种值评定法等 4 种常用的方法进行优良家系评定。

2.3.1 LSR 法 用子代测定中材积生长量进行家系间多重比较, 把材积显著大于 ck_1 ($\alpha=0.05$) 的家系评为优良家系。多重比较结果显示 (表 3), 在 45 个参试家系中, 有 11 个优良家系的材积生长量显著大于 ck_1 , 入选率为 24.44%。被选家系与 ck_1 和 ck_2 相比较, 材积的现实增益分别达 46.35%~108.65%和 26.56%~80.43%, 平均为 64.21%和 42.00%。

表 3 15 年生柏木子代家系生长表现

Table 3 Growth situations about progenies families of *Cupressus funebris* in 15-year old

家系号	树高/ m	胸径/ cm	材积平均 值/ m^3	比 ck_1 增 加率/%	比 ck_2 增 加率/%	性状表现 水平/%	一般配合力相对 效应值/%	材积育 种值
19	19.09	11.53	0.069 23	108.65	80.43	129.48	60.74	0.057 51
29	9.10	11.03	0.056 41	70.01	47.02	90.53	30.97	0.050 43
20	9.04	10.63	0.055 55	67.42	44.77	87.92	28.98	0.049 96
3	8.96	10.75	0.054 54	64.38	42.14	84.85	26.63	0.049 40
21	9.43	10.67	0.054 10	63.05	41.00	83.51	25.61	0.049 16
2	8.96	10.89	0.054 04	62.87	40.84	83.33	25.47	0.049 12
16	8.80	10.87	0.053 09	60.01	38.36	80.44	23.26	0.048 60
11	8.83	10.50	0.052 80	59.13	37.61	79.56	22.59	0.048 44
10	8.17	10.25	0.051 10	54.01	33.18	74.40	18.64	0.047 50
22	8.81	10.53	0.049 92	50.45	30.10	70.81	15.90	0.046 85
13	8.62	9.85	0.048 56	46.35	26.56	66.68	12.75	0.046 10
31	8.76	10.44	0.046 24	39.36	20.51	59.63	7.36	0.044 82
32	8.94	10.44	0.046 23	39.33	20.48	59.60	7.34	0.044 81
7	8.45	9.95	0.046 14	39.06	20.25	59.33	7.13	0.044 76
36	9.15	10.08	0.046 12	39.00	20.20	59.27	7.08	0.044 75
33	8.85	10.37	0.045 42	36.89	18.37	57.14	5.46	0.044 37
8	8.19	9.69	0.045 09	35.90	17.51	56.14	4.69	0.044 18
18	8.66	9.28	0.044 61	34.45	16.26	54.68	3.58	0.043 92
23	8.48	10.07	0.044 57	34.33	16.16	54.56	3.48	0.043 90
17	8.35	9.39	0.044 18	33.15	15.14	53.37	2.58	0.043 68
28	8.48	9.61	0.043 47	31.01	13.29	51.22	0.93	0.043 29

续表 3

家系号	树高/ m	胸径/ cm	材积平均 值/m ³	比 ck ₁ 增 加率/%	比 ck ₂ 增 加率/%	性状表现 水平/%	一般配合力相对 效应值/%	材积育 种值
45	8.57	9.42	0.042 24	27.31	10.09	47.48	-1.93	0.042 61
9	8.15	9.87	0.041 94	26.40	9.30	46.57	-2.62	0.042 44
26	8.49	9.52	0.041 68	25.62	8.63	45.78	-3.23	0.042 30
25	8.32	9.49	0.041 46	24.95	8.05	45.11	-3.74	0.042 18
35	8.48	9.70	0.041 35	24.62	7.77	44.77	-3.99	0.042 12
44	8.19	9.13	0.041 29	24.44	7.61	44.59	-4.13	0.042 09
14	8.67	9.16	0.040 95	23.42	6.72	43.56	-4.92	0.041 90
1	8.83	9.37	0.040 85	23.12	6.46	43.25	-5.15	0.041 84
30	8.33	9.86	0.040 71	22.69	6.10	42.83	-5.48	0.041 77
12	8.25	9.29	0.040 00	20.55	4.25	40.67	-7.13	0.041 37
24	8.16	9.61	0.039 79	19.92	3.70	40.03	-7.62	0.041 26
42	7.92	9.07	0.039 51	19.08	2.97	39.18	-8.27	0.041 10
5	8.07	9.69	0.039 26	18.32	2.32	38.42	-8.85	0.040 97
6	7.93	9.21	0.038 37	15.64	0.00	35.72	-10.91	0.040 47
ck ₂	7.74	8.75	0.038 37	15.64	0.00	35.72	-10.91	0.040 47
37	7.88	9.21	0.038 36	15.61	-0.03	35.69	-10.94	0.040 47
27	7.78	9.21	0.038 19	15.10	-0.47	35.17	-11.33	0.040 37
34	8.23	9.29	0.037 32	12.48	-2.74	32.53	-13.35	0.039 89
41	8.15	8.86	0.033 73	1.66	-12.09	21.62	-21.69	0.037 91
15	8.25	8.77	0.033 32	0.42	-13.16	20.38	-22.64	0.037 69
38	7.87	8.44	0.033 26	0.24	-13.32	20.19	-22.78	0.037 65
ck ₁	7.48	8.53	0.033 18	0.00	-13.53	19.95	-22.96	0.037 61
4	8.33	8.95	0.032 15	-3.10	-16.21	16.82	-25.35	0.037 04
39	7.66	8.18	0.031 08	-6.33	-19.00	13.57	-27.84	0.036 45
40	7.44	8.47	0.030 86	-6.99	-19.57	12.90	-28.35	0.036 33
43	7.84	7.65	0.024 49	-26.19	-36.17	-6.45	-43.14	0.032 81

2.3.2 性状表现水平分析法 从性状表现水平上看，45 个家系子代的材积表现水平值为-6.45%~129.48%。在中等水平以上(> 50%)的家系有 21 个，占参试家系的 46.67%；在 60%以上的家系有 11 个，占参试家系的 24.44%；在 70%以上的家系有 10 个，占参试家系的 22.22%；在 80%以上的家系有 7 个，占参试家系的 15.56%；在 90%以上的家系有 2 个，占参试家系的 4.44%。

2.3.3 一般配合力相对效应值分析法 一般配合力相对效应值分析结果得知，45 个家系的材积一般配合力相对效应值为-43.14%~60.74%，其中具有正效应的家系有 21 个，占参试家系的 46.67%；材积一般配合力相对效应值大于 5%的家系有 16 个，占参试家系的 35.56%；大于 10%的家系有 11 个，占 24.44%；大于 15%的家系有 10 个，占 22.22%；大于 20%的家系有 8 个，占 17.78%；大于 25%的家系有 6 个，占 13.33%；大于 30%的家系有 2 个，占 4.44%。

2.3.4 育种值评定法 育种值是在原始群体平均数的基础上加上了选择差与遗传力的积。从表 3 柏木子代家系材积育种值数据分析得知，育种值大于 ck₁10%的家系有 30 个，占参试家系的 66.67%；大于 ck₁ 20%的家系有 11 个，占参试家系的 24.44%；大于 30%的家系有 6 个，占参试家系的 13.33%；大于 40%的家系仅有 1 个，占参试家系的 2.22%。

综合以上 4 种优良家系评定方法，以材积性状作为选优指标，选出相同的最优家系 11 个，其家系编号分别为 19 (仙居 3 号)、29 (仙居 15 号)、20 (仙居 5 号)、3 (淳安 4 号)、21 (仙居 6 号)、2 (淳安 2 号)、16 (黄岩 1 号)、11 (开化 4 号)、10 (开化 3 号)、22 (仙居 7 号) 和 13 (开化 6 号)。

3 结论与讨论

15 年生柏木自由授粉家系子代树高、胸径和材积等主要生长性状方差分析表明，家系间的方差均达到极显著的水平。一方面表明从参试家系中进一步选择，可望选出生产力更高的优良家系，另一

方面也说明根据表型选择得到的优树后代仍分化明显, 表型优良并不意味着基因型一定优良, 必须经过遗传测定, 选出优良基因型, 才能取得更大的效益。

柏木种子园 45 个家系子代树高、胸径和材积普遍高于对照(ck_1), 平均生长量分别大 13.12%, 13.69%和 30.85%, 平均遗传增益分别高 7.82%, 7.69%和 17.03%, 说明采用表型选择的优树所建立种子园的种子造林, 能取得一定的改良效果。虽然有 91.11%的参试家系材积生长大于 ck_1 , 但还有 4 个占 8.89%的家系生长不如 ck_1 , 因此对现有种子园无性系的优良度进行再选择十分重要, 种子园采取去劣疏伐的改良措施, 可大幅度提高种子园的遗传增益。

初级种子园内家系子代林的花粉都来源于表型选择的优树, 其子代具有比初选优树自由授粉子代更高的遗传增益, 采用种子园内自由授粉子代测定所得出的母本遗传基础的可靠性也更高。同时, 所测定的家系遗传增益值也更接近于实际良种生产使用价值。通过种子园内自由授粉子代测定结果选择的优良家系, 是经过了 2 次选择, 再建立的种子园, 可获得更高的遗传增益。

经亲子生长性状进行相关分析和秩次相关分析得知, 柏木种子园子代生长好坏与采种母树无性系内不同分株间的生长结实性状无关, 因此采种时只要分清无性系, 至于无性系内分株生长情况不必考虑。由于子代家系间树高、胸径和材积等生长量均有极显著差异, 因此, 对优良家系的亲本或无性系分别采种育苗造林, 可大大提高遗传增益。

用 LSR 法进行家系选择, 将显著大于对照的家系入选, 此法会受对照生长情况的影响。为此, 在试验中选用的对照要合适, 同时在造林试验设计中, 重复内家系数不宜过多, 试验小区内株数也不能过多, 重复内面积不能太大, 尽量控制重复内试验环境的一致性, 并适当增加重复次数, 以提高试验精度。

育种值评定法虽是对某一性状的独立淘汰选择, 未从多性状角度来综合评判, 但与观测值的简单对比法相比, 却是从家系遗传本质上来进行分析的。家系间育种值的差别, 反映了遗传本质上的差别, 其优势能从亲本遗传给子代。

采用 LSR 法、性状表现水平分析法、一般配合力相对效应值分析法和育种值评定法等 4 种常用的选优方法进行优良家系评选, 4 种方法以材积性状作为选优标准而评出的 11 个最优家系完全一致, 说明这 4 种评选优良家系的方法都是可行的。一致评定的 11 个优良家系 15 年生时材积现实增益达 46.35%~108.65%, 平均为 64.21%, 材积遗传增益达 25.58%~59.96%, 平均 35.44%, 材积性状表现水平为 66.68%~129.48%, 平均 84.68%, 比 ck_1 高出 64.63 个百分点, 比 ck_2 高出 48.96 个百分点, 材积一般配合力相对效应值在 12.75%~60.74%, 平均 26.50%, 比 ck_1 高出 49.46 个百分点, 比 ck_2 高出 37.41 个百分点, 材积育种值为 $0.046\ 10\ m^3 \sim 0.575\ 10\ m^3$, 平均 $0.049\ 37\ m^3$, 比 ck_1 高 31.27%, 比 ck_2 高 21.99%。

参考文献:

- [1] 张正香, 罗小龙, 宋红, 等. 柏树综合利用研究概况[J]. 林产化工通讯, 1999, 33(2): 29—31.
- [2] 程瑞梅, 肖文发, 李新新, 等. 三峡库区柏木林研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(3): 382—386.
- [3] 杨洪国, 胡贵泉. 柏木水土保持林凋落量的研究[J]. 四川林勘设计, 1998(1): 22—26.
- [4] 沈熙环. 种子园技术[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1992.
- [5] 郑仁华, 邹绍荣, 杨宗武, 等. 光皮桦优树子代性状遗传变异及选择[J]. 植物资源与环境学报, 2004, 13(2): 44—48.
- [6] 江瑞荣. 马尾松优树子代测定及其选择的研究[J]. 福建林学院学报, 2003, 23(3): 266—269.
- [7] 蔡武华. 杉木第二代种子园子代测定效果分析[J]. 福建林业科技, 2002, 29(3): 56—58.
- [8] 杨培华, 樊军锋, 刘永红, 等. 油松第 2 代无性系种子园营建技术[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(2): 157—160.
- [9] 张新华. 福建柏优树家系苗期生长性状遗传变异和选择研究[J]. 湖南林业科技, 2003, 30(4): 19—21.
- [10] 郑天汉. 马尾松种子园优良家系选择研究[J]. 福建林学院学报, 2003, 23(2): 150—154.

- [11] 龙光生, 李午平, 葛宜和, 等. 马尾松半同胞优良家系选择研究[J]. 中南林学院学报, 2002, 22(1): 17—22.
- [12] 郑仁华, 陈国金, 傅忠华, 等. 马尾松优树子代遗传评价及选择[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(2): 144—149.
- [13] 于德湘, 刘仁科, 孙波, 等. 岫岩青凉山日本落叶松种子园优良家系的选择[J]. 辽宁林业科技, 1998(1): 1—3.
- [14] 高惠璇, 耿直, 李贵斌, 等. SAS系统SAS/STAT软件使用手册[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997.
- [15] 洪永辉. 马尾松种子园单亲本子代测定[J]. 福建林学院学报, 2003, 23(1): 70—74.
- [16] 盛志廉, 陈瑶生. 数量遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 24—41.
- [17] 李寿茂. 杉木第二代种子园自由授粉家系的评选[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(4): 67—70.
- [18] 周全连, 杨章旗, 覃开展. 马尾松自由授粉子代测定及优良家系选择[J]. 广西科学, 2001, 8(1): 63—65.
- [19] 范林元, 赖焕林, 季孔庶, 等. 马尾松实生种子园建园家系遗传值估算与优良家系评选[J]. 东北林业大学学报, 2004, 32(4): 3—5.
- [20] 秦国峰, 周志春, 金国庆, 等. 马尾松遗传参数估算和优良家系评选[J]. 林业科学研究, 1992, 5(2): 127—133.
- [21] 王明庥. 林木遗传育种学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 156—179.
- [22] SLUDER E R. Gains from first-cycle selection in slash and longleaf pines[J]. *Silv Geneti*, 1985, 35(4): 155—159.

Genetic gain and superior families selection from clonal seed orchards of *Cupressus funebris*

LUO Wen-jian¹, JIN Guo-qing², XU Gao-fu³, FENG Bing-cai³, FENG Jian-min¹, LUO Xiao-hua³

(1. Zhejiang Forest Seed and Seedling Administration, Hangzhou 310020, Zhejiang, China; 2. Research Institute of Subtropical Forestry, the Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 3. Xin'anjiang Development Corporation of Chun'an County, Chun'an 311700, Zhejiang, China)

Abstract: The research was on progenies of open-pollinated families from clonal seed orchards of *Cupressus funebris* at age of 15. It is showed that the average growth of the height, diameter at breast height and stem volume of offspring in clonal seed orchards were 13.12%, 13.69% and 30.85% higher than the control group respectively, and their average genetic gains were 7.82%, 7.69% and 17.03% higher than the control group respectively. Eleven superior families were selected according to their timber traits with the methods of the Least Significant Range, the trait performance analysis and the estimation of breeding value. Their real gains were between 46.35% and 108.65% with the average value of 64.21%; their genetic gains were between 25.58% and 59.96% with the average value of 35.44%. Good breeding benefits could be acquired from the application of the superior families in the production. [Ch, 3 tab. 22 ref.]

Key words: forest tree breeding; *Cupressus funebris*; clonal seed orchards; genetic gain; superior families