

马尾松造林区优良种源选择*

荣文琛 岳水林 赵世远 廖明 赖天碧 戴唯娜

摘要 利用1976年开始的全国马尾松种源试验13省(区)6批种源试验林(含局部、全分布区种源试验及中试)材料,对幼林高径、材积生长,干形,结实,抗性,保存率等性状间遗传、表型相关和年度间相关分析,结果表明对马尾松种源作早期选择是可行的。据两次全分布区试验多点材积资料分析,种源与造林区、种源与试验点间均存在明显的交互作用,种源材积在地点间相关密切;用Wright模型衡量两次试验各参试种源稳定性并划分类型;据保存率和抗寒性分析种源适应性差异。运用指数法为不同造林区和立地类型综合评选优良种源,发现我国马尾松优良种源区集中于南岭山地、云开大山及大娄山、武夷山地。不同造林区种源选择效果明显,材积增益平均达46.2%,其中尤以北带和中带东、中区高达60%~110%。

关键词 马尾松、GE交互、稳定—适应性、综合选择、优良种源

马尾松(*Pinus massoniana* (Lamb.) Hook.)是我国亚热带地区主要造林树种,产木材、纸浆及松脂等,适应性广,其分布遍及南方15省(区)(跨越20°E、12°N)。由于分布区内气候、土壤等条件的巨大差异,长期自然选择的结果,形成了生长、形态等各异的不同种源和地理小种,呈现明显的纬向倾群变异模式¹⁾,其主要经济性状具有极大的选择潜力。

本研究在了解群体的地理变异规律及种源区划基础上,进一步分析种源性状的遗传及表型相关、成一幼相关、GE交互、种源的遗传稳定性与适应性,进而为不同生态造林区确定优良适生种源。以合理调拨良种,大规模推广造林,在短期内以较低的成本获得较大幅度的增产效益。

对马尾松种源材性、产脂和抗性研究,已作报道^{1,2)},本文着重介绍马尾松多性状综合选择和抗寒性选择的结果。

1 材料和方法

1.1 供试材料^[3]

种子采自马尾松自然分布区13个省(区)。1976~1978年局部试验各含13、24、21个产地,1976、1982年全分布区试验采集126个产地种子,1984年中试采集15个产地种子。采种点水平分布为21°54'~33°19'N,103°20'~121°59'E,垂直分布为海拔50~1050m。

1.2 试验设计

按气候带、造林区,全分布区试验共设30个试验点。局部试验与中试造林采用完全随机区

1993-10-23 收稿。

荣文琛助理研究员,岳水林(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);赵世远(四川省林业科学研究院);廖明(贵州省林业厅);赖天碧(安徽省林业科学研究所);戴唯娜(广西壮族自治区林业厅)。

* 本研究属国家“七五”攻关专题,由中国林科院亚林所主持,河南、广西、江苏、湖北、福建、江西、四川、贵州、安徽、湖南、陕西汉中、广东韶关、云南红河州林科所和中国林科院亚林中心共同完成。

1)荣文琛,徐晓春,吴天林,等. 马尾松造林区种源变异及区划(待发表)。

组,全分布区试验采用平衡不完全区组设计,6~10株小区,6~8次重复。中试小区面积大于400 m²。

1.3 观测性状

包括造林成活率、每年高径生长,1989年统一观测高径、树干通直度、虫害和保存率,求算高径比和单株材积。

1.4 统计分析方法

(1)两次全分布区试验各用3个造林区、9个试验点、22与36个共同种源材积生长资料,分析种源与环境互动、试验点间相关。

(2)分析种源高径、材积生长,干形,虫害,结实率和保存率等性状间遗传、表型相关,高径生长年度间相关。结实率、保存率数据作 $\text{Sin}^{-1}\sqrt{P}$ 转换。

(3)种源稳定性评价采用Wright模型计算环境指数(I)、联合回归系数(K)与离差(D),以 $K=1$ 和 $D=0$ 作为稳定性种源的标准^[4]。

(4)综合评选优良种源采用指数选择式^[5]: $I_i = \sum_j C_j X_{ij} = \sum_j (W_j h_j^2 X_{ij} / S_j)$,式中 I_i 为第 i 个种源的综合选择指数, C_j 为第 j 个性状的选择系数, W_j 为权重, h_j^2 为遗传力, S_j 为标准离差, X_{ij} 为第 i 个种源第 j 个性状的表型值。

(5)抗寒性选择:1988、1989年在分布区北缘的皖、苏、豫三省育苗(5个种源),分五级观测苗木冻害程度并统计分析,以5年生幼树顶生叶为材料,分析13个种源(5重复)经0~-25℃6种低温处理24h后电导率差异,计算式为:

$$\text{样品相对电导率}(\%) = \frac{\text{浸提液电导率}}{\text{总电导率}} \times 100\%$$

2 结果和分析

2.1 种源性状变异与相关

据6批种源试验林多点多年度资料分析,高径、材积生长的种源差异显著(多点试验 F 值 >6),干形、结实、抗性、保存率等种源差异亦较大(F 值多达3~6),遗传力估值均达中、强度¹⁾,说明据上述性状作种源选择是可行的,可望取得较大的遗传增益。

据幼林性状相关分析,遗传与表型相关系数数值极其接近,处于同一显著水准(表1),其中高径、材积与其它性状间相关较紧密,高径比与结实率略呈正相关,与虫害率、树干通直度略呈负相关。这说明各性状间有一定关联,但相对独立,可作种源选择因子。

2.2 种源适应性分析

2.2.1 种源与环境互动 两次全分布区试验单株平均材积的种源×造林区、种源×试验点差异显著(表2),分量各占1.4%~6.6%和2.9%~3.5%,反映遗传型与环境间存在互动效应,但其小于种源效应、造林区及造林区内试验点的效应。各种源对不同造林区和立地类型具不同适应性,推广造林应注意适地适种源。

在不同造林区、试验点间,相同种源的单株材积存在显著正相关(表3),其中1981年林(9年生)相关达显著水准的占61.1%(达1%和5%显著水准的各占50%和11.1%),1984年林(6年生)相关显著的占83.3%(达1%和5%显著水准的各占61.1%和22.2%)。说明材积的

种源变异在不同试验点表现出相似的变化趋势,而地点间的异质性则构成造林区差异。

表1 种源性状遗传(G)和表型(P)相关系数

性状		树高	胸径	材积	保存率	结实率	虫害率	树干通直度
胸径	G	0.964**						
	P	0.967**						
材积	G	0.963**	0.980**					
	P	0.964**	0.980**					
保存率	G	-0.194*	-0.183*	-0.186*				
	P	-0.221*	-0.214*	-0.218*				
结实率	G	-0.240**	-0.232**	-0.213*	0.074			
	P	-0.241**	-0.242**	-0.223*	0.083			
虫害率	G	0.302**	0.334**	0.323**	-0.031	-0.105		
	P	0.244**	0.261**	0.260**	-0.140	-0.115		
树干通直度	G	0.393**	0.361**	0.400**	-0.057	-0.107	0.144	
	P	0.456**	0.418**	0.453**	-0.173	-0.107	0.090	
高径比	G	-0.705**	-0.842**	-0.753**	0.160	0.180*	-0.215*	-0.216*
	P	-0.709**	-0.842**	-0.753**	0.128	0.190*	-0.206*	-0.213*

注:中国林科院亚热带林业实验中心9年生林,处理数121;*,**示0.05和0.01显著水准。

表2 材积交互作用方差分析

变 因	9 年 生 林			6 年 生 林			
	自由度	方 差	F 值	变 因	自由度	方 差	F 值
种 源	21	9.2	23.04**	种 源	35	2.5	20.01**
造林区(带)	2	17.4	44.00**	造林区(带)	2	22.7	185.64**
造林区内试验点	8	69.0	174.56**	造林区内试验点	8	74.1	604.92**
种源×造林区	42	2.6	6.58**	种源×造林区	70	0.2	1.42**
种源×造林区内 试验点	168	1.4	3.54**	种源×造林区内 试验点	280	0.4	2.93**
种源×试验点内 重复	792	0.4		种源×试验点内 重复	2 268	0.1	

表3 单株材积试验点间相关分析

试验点	9年生林(1981年造,22个种源)									
	城固	六安	临海	涪陵	安福	郴州	韶关	邵武	贵阳	
6 年 生 林 (36 个 种 源) 1984 年 造	城固	1	0.091	0.187	0.225	0.249	0.143	0.031	-0.040	0.569**
	六安	0.137	1	-0.084	0.031	-0.364	-0.249	-0.327	-0.273	-0.213
	临海	0.559**	0.422*	1	0.577**	0.492**	0.826**	0.642**	0.726*	0.676**
	涪陵	0.746**	0.343	0.556**	1	0.460*	0.560**	0.429*	0.487*	0.556**
	安福	0.773**	0.263	0.618**	0.728**	1	0.798**	0.779**	0.823**	0.704**
	郴州	0.808**	0.229	0.467**	0.725**	0.703**	1	0.891**	0.940**	0.766**
	韶关	0.440*	0.491**	0.347*	0.238	0.386*	0.382*	1	0.865**	0.596**
	邵武	0.779**	0.184	0.617*	0.675**	0.669**	0.763**	0.364*	1	0.640**
	贵阳	0.656*	0.354*	0.418*	0.500**	0.699**	0.540**	0.449**	0.568**	1

2.2.2 种源稳定性分析 稳定性常用以衡量品种遗传型与环境互动程度。用 Wright 模型分析两次全分布区试验的种源稳定性,结果表现出极为一致的趋势,结合 GE 互动效应及种源效应分析,可将参试种源大体分为 4 个类型(见图 1):

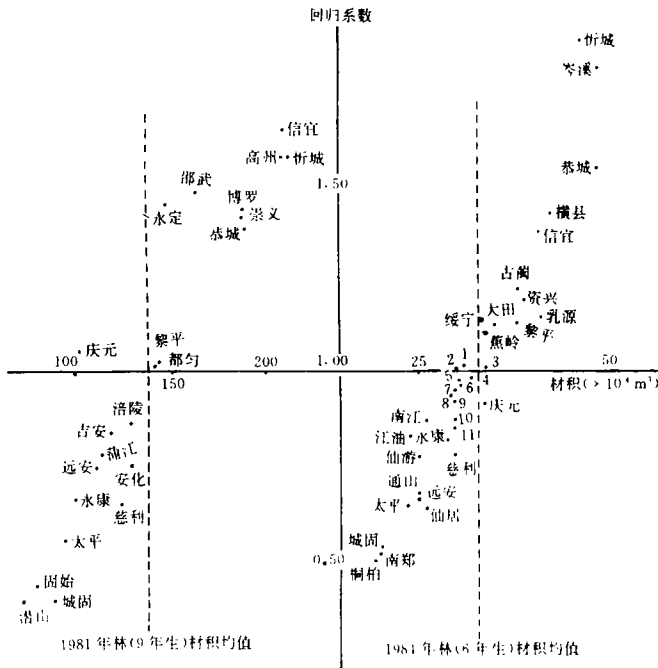


图 1 两次全分布区试验材积生长及其与环境指数的回归系数二向排序
(图内阿拉伯字标示的各种源为:1. 博罗;2. 安化;3. 永定;4. 邵武;5. 都匀;6. 黄平;7. 蒲江;8. 德江;9. 南靖;10. 乐安;11. 乐平)

0.642**),说明高纬度种源的适应、抗逆性较强。

2.2.4 抗寒性选择 据安徽六安点连续两年田间观测,不同种源冻害程度差异大,南带高州及中带江永种源苗期有冻害(冻害率为 14.5%与 2.1%),其余种源未受冻。

不同种源针叶样品的相对电导率均随温度降低而递增,但变化速率不同,线性回归模拟结果见表 4(其中 Y 为电导率, X 为温度, B 为回归系数)。从表 4 可见,南带种源 |B| 值较大(> 2),北带种源 |B| 值较小(1.776~1.828),中带种源则介于其间(1.884~1.970)。|B| 值的大小反映抗寒性强弱,可作为快速测定种源抗寒性的指标。

田间观测与室内分析结果极其吻合。从表型冻害看来,南带种源生长期长,封顶率低,木质化程度差,易受冻害;而室内分析则表明其与温度的回归系数绝对值较大,即对冻害较敏感,低温下相对电导率下降较快;北带种源则与之相反。由此观之,马尾松种源抗寒性随产地纬度升高而增强,用电导率 |B| 值衡量则随纬度升高而减小。在北亚热带造林区调用中亚热带优良种源较稳妥,引进南亚热带种源需防苗期冻害。

(1)高产稳定型。主要为贵州、湖南和福建种源,生长较好且稳定,平均材积增益为 47.4%~53.8%。此类型种源占参试种源的 30.6%~36.4%。

(2)高产不稳定型。主要为两广种源,在较好立地表现好,能充分发挥本身及环境优势。此类型种源占总数的 16.7%~27.3%。

(3)低产稳定型。主要为湖北及部分四川种源,能适应较差立地但生长一般。此类型种源占总数的 18.2%~36.1%。

(4)低产不稳定型。主要为河南、安徽种源,在较差立地生长尚可,但在较好立地生长一般,约占总数的 16.7%~18.2%。

2.2.3 保存率 不同种源保存率有较大差异,这与造林成活率差异有关,亦可衡量种源对造林后极端气候因子的适应性差异。据多点相关分析,保存率与纬度呈正相关($r = 0.391^{**} \sim$

表4 不同种源相对电导率线性模拟

种源	回归方程 $Y=A+BX$		相关系数 r 值	种源	回归方程 $Y=A+BX$		相关系数 r 值
	A	B			A	B	
桐柏	24.231	-1.776	0.966	资兴	25.236	-1.940	0.969
远安	24.814	-1.800	0.962	乳源	25.657	-2.040	0.972
城固	23.522	-1.828	0.966	横县	27.688	-2.076	0.987
邵武	23.954	-1.844	0.979	大田	21.570	-2.142	0.976
将乐	25.469	-1.780	0.977	蒲江	23.547	-2.115	0.961
太平	24.178	-1.991	0.970	博罗	21.659	-2.317	0.988
都匀	25.693	-1.970	0.982				

注: r 值均达 1% 显著水准。

2.3 优良种源综合评选

2.3.1 确定因子及权重 据以上分析,选择树高、胸径、单株材积、保存率、虫害率、树干通直度和高径比等 7 项主要经济性性状作为马尾松优良种源评选因子(表 5),各性状权重主要由其经济价值决定。

表5 指数法评选因子

性状	专业含义	权重	评分标准及量纲	种源遗传力	标准差
树高	连年生长量	0.15	实测值(cm)	0.371 0~0.955 3	42.03~72.23
胸径	连年生长量	0.15	实测值(cm)	0.508 1~0.945 6	0.851 0~1.894 5
单株材积	影响蓄积量	0.30	实测值(cm)	0.317 6~0.940 7	0.012 9~0.062 9
保存率	适应、抗逆性	0.1	实测转换值	0.164 1~0.937 6	3.644 2~39.975 4
虫害率	对虫害拮抗、敏感程度	0.1	分四级:主侧梢无当年虫蛀 4 分,主梢未受害 3 分,主侧梢虫害轻 2 分,主侧梢严重蛀梢 1 分	0.116 7~0.291 7	0.061 0~0.363 0
树干通直度	干形,影响出材率、出材等级	0.1	分四级:无明显弯曲 4 分,弯曲 1 处 3 分,2 处 2 分,3 处以上 1 分	0.112 9~0.872 9	0.093 0~4.712 0
高径比	形数,影响出材率	0.1	实测转换值	0.143 9~0.841 4	7.358 0~15.172 9

2.3.2 分区评选 本地种源对本地区气候极端因子及多发性病虫害具较强适应能力,因此在相似生态条件下为本造林区评选优良种源较为合理。即先评选出各试验点的优良种源,再据造林区内各试验点的中试种源名次、频数总评,筛选出各造林区的优良种源。

2.3.3 指数法评选结果 综合考虑评选性状的遗传变异幅度、经济价值及性状间相关,分造林区作多性状综合评定。

据第一次全分布区试验 9 年生试验林评选结果,北带东、西区优良种源主要为福建、江西和浙江种源,中带东、中区主要为福建、湖南和广西种源,中带西区和四川区则以湖南、贵州种源为主,南带东、西区则以两广本地种源为主。前 10 名中选种源平均材积超过本地对照幅度,最大为中带中区(111.8%)和东区(61.6%),最小为南带西区(14.4%)和中带四川区(11.6%),平均为 46.2%。

第二次全分布区试验 6 年生林评选结果与第一次相当接近,但两广及福建种源占各造林区评出优良种源的比例有所增加,按名次和频数看,优良种源所在省(区)重要性按下列顺序递

减:广西、广东、福建、湖南、贵州、江西、四川和浙江。

三次局部试验(10~12年生)及中间试验(4年生幼林)单株材积多点评选结果,亦与两次全分布区试验结果接近,尤以中试林种源排序与后两者相关尤为显著。三次局部试验因试验点与参试种源均以南带、中带为主,故中选优良种源主要为两广、福建、贵州和江西种源。中试林分别为试验点所在造林区评选出经中试验证的优良种源,以广西、广东、湖南、四川和福建种源为主。

表 6 各造林区优良种源综合评选结果

造林区	立地类型	优良种源	参考利用种源
北带	东区	好 恭城、长汀、高州、安化 差 德江、资兴、江水	英德、黄平、都匀、邵武 绥宁、龙泉、永康、长汀
	西区	好 忻城、乳源、邵武、黄平 差 广宁、永定、岑溪	石城、漳平、博罗、资兴 闽清、黄平、都匀、邵武
中带	东区	好 百色、崇义、罗定、恭城 差 邵武、德江、博罗	柳州、常宁、英德、贵县 平南、仙居、永康、余江
	中区	好 宁明、古蔺、永定、岑溪 差 资兴、江水、崇义	信宜、英德、忻城、安远 恭城、崇仁、凯里、黄平
南带	西区	好 都匀、安远、恭城、岑溪 差 汝城、罗定、资兴	高州、宁明、广宁、博罗 三门、古田、万载、凯里
	四川区	好 英德、江水、恭城、崇义 差 南雄、黎平、涪陵	宁明、南溪、忻城、蒲江 贵县、信宜、百色、清江
北带	东区	好 宁明、岑溪、广宁、恭城 差 信宜、江水、三明	高州、英德、信宜、博罗 乳源、罗定、邵武、永定
	西区	好 岑溪、容县、高州、忻城 差 古蔺、贵县、信宜	宁明、罗定、桂平、恭城 汝城、资兴、博罗、贺县

区、四川和贵州种源在四川区均占较大优势;而南带东、西区优良种源则以两广本地和福建种源为主。(3)即使在同一造林区内,为不同立地类型选择的优良种源也有一定差别,最明显的是湖南和江西种源在中带中、西区及四川种源在中带四川区较差立地表现较好,均属于该造林区“乡土”种源,适应性强。(4)参考利用种源以福建、江西、湖南、贵州和四川种源为主,说明中带种源具有较大的生长优势和较强的适应性。

2.3.4 种源选择效益 三次局部试验生长最好的3个种源单株材积超过对照48%以上,超过最差3个种源均值169%以上。据两次全分布区试验高径和材积的种源选择效益分析,北带和中带东、中部造林区因当地种源本身生产力低,种源选择的群体增益相当高,选用其它造林区的优良种源可望取得较大的增产效果。在南带及中带西部造林区作种源选择,效果也较显著(表7)。

3 结论和讨论

(1)马尾松种源选择具有极大的增产效益,优劣种源间9年生材积相差6倍,个体间相差13.1倍,种源选择的平均材积增益达46.2%,以中带中区和东区及北带东区尤为突出,高达60%~110%。各造林区种源选择的增产效果顺序为:中带中区>中带东区>北带东区>北带

综合两次全分布区试验指数选择结果,结合种源与环境互作及稳定性分析,参照局部、中间试验结果,分别按不同造林区和立地类型列出优良种源及参考利用种源(表6)。从表6可看出:(1)南、中带种源普遍表现较好,且主要集中于南岭山地(以忻城、恭城、江水、资兴、崇义、永定和安远等种源为代表)和云开大山(含高州、信宜、岑溪和容县等种源),是我国马尾松主要的优良种源区,大娄山(涪陵、古蔺和德江)和武夷山地(邵武、资溪和崇仁)也为重要的优良种源区。(2)不同造林区评出的优良种源有较大差别,越向南,两广种源所占比例越大。北带优良种源中,湖南种源在东区、福建种源在西区占一定比例;中带优良种源中,广西种源在东区、湖南种源在中区和西

西区>中带西区>中带四川区>南带东区>南带西区。

表7 各造林区种源选择增益

(单位:%)

试材	项目	北带		中带			南带		
		东区	西区	东区	中区	西区	四川区	东区	西区
9年生林 (1981年造)	树高	15.8	18.3	26.4	28.1	13.8	14.5	17.5	16.4
	胸径	27.3	34.6	45.3	39.6	22.9	20.3	37.4	34.2
	材积	67.0	82.2	103.6	105.6	59.8	58.6	47.9	41.3
6年生林 (1984年造)	树高	20.0	25.4	20.0	17.1	13.7	14.2	17.4	16.6
	胸径	37.2	33.8	37.2	29.1	22.5	23.1	29.9	25.9
	材积	79.4	77.7	79.4	65.4	53.8	55.4	62.2	60.9

注:选择率均为0.05。

(2)南岭山地和云开大山是我国马尾松主要的优良种源区,大娄山地和武夷山地也是重要的优良种源区,其种源生产力高,有一定适应性,建议在上述优良种源区选择优良林分改建母树林,建立采种基地,以满足推广造林用种之需,扭转盲目调种的混乱局面,推动良种化进程。

(3)马尾松优良种源区恰与生态最适区重合,而最差种源集中于分布区北缘的生态不适宜区,长期“驯化”作用导致种源间巨大的遗传分化。马尾松长期处于中心产区良好水热条件下,霜期短,生长期长,强阳性树种的优势得以充分发挥;而在水热条件恶劣、生长期短的分布区北缘,长期负向选择导致生长性状变异性衰退,而耐寒、耐旱、早实多实等抗逆适应性增强。

(4)选择枝干生物量高的马尾松种源造林,10年生时每公顷可产枝叶薪材25.5t(以密度3000株/hm²计),茎干薪材10.2t,平均增产率达93.9%和85.2%,预计每公顷可增收3000余元。在我国南方广大缺柴山区因地制宜推广马尾松高生物量种源,有助于解决薪炭来源,取得明显收益。

(5)Yeiser指出,对于任何树种或种源及其生长环境的适应性和交互作用作评定,是绝对必要的^[6]。马尾松种源与造林区、立地类型间均存在交互作用,说明不同造林区、试验点的生态因子总体对马尾松不同种源遗传适应性的符合程度不同。而抗寒性正是引起马尾松种源与环境交互作用的重要遗传因素,种源遗传分化以对低温的反应最明显。抗寒性变异具有与生长性状一致的相关性和纬向渐变性,且与产地气温年较差有关,说明该性状为马尾松种源遗传分化的主导选择压构成因子。因此不同造林区应选择适于本地区的优良种源造林,引进该区南侧或西侧(一般经纬度跨度不超过4度)的优良种源时,需采用配套营林技术(如菌根化容器育苗,低密度培育富根壮苗,切根,培育半年苗或百日苗等),提高造林成活率。

参 考 文 献

- 1 荣文琛,吴天林,岳水林,等.马尾松造纸材种源选择.林业科学研究,1992,5(1):7~13.
- 2 葛振华,陆琴华.马尾松抗蚧种源的皮型和内含物分析.林业科学研究,1991,5(4):483~486.
- 3 全国马尾松种源试验协作组.马尾松种源变异及种源区划分的研究.亚热带林业科技,1987,(1):81~89.
- 4 兰巨生.作物遗传参数统计法.石家庄:河北人民出版社,1982.243~245.
- 5 杨纪珂.数量遗传学基本知识.北京:科学出版社,1979.134~135.
- 6 Yeiser J L, Bujitenen J P, Lowe W. Genotype environment interactions and seed movement for loblolly pine in the Western Gulf Region. Silvae Genetica, 1981, 30(6):196~200.

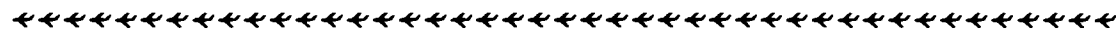
Selection of Fine Provenance of Masson Pine for Afforestation Regions

Rong Wenchen Yue Shuilin Zhao Shiyuan Liao Ming Lai Tianbi Dai Weina

Abstract Analysis study on genotype and phenotype correlation of tree height, DBH, volume growth, stem form, bearing, resistance and survival rate of six groups of the national masson pine provenance trial stands was conducted in 13 provinces since 1976, and the results suggested that fine provenances could be selected on these traits. The volume data from two all-distribution trails in three afforestation regions' nine sites indicated that there were evident interaction between provenances and afforestation regions or site types within afforestation regions, and significant provenances' correlation among sites. Provenances' stability and adaptability were studied with Wright's model and divided into different types. Provenances' survival rate and hard-resistance were studied and their correlations with latitude were analysed. In the integrated provenance selection by index for above-mentioned traits for the afforestation regions and site types, Nanling, Yunkaidashan, Daloushan and Wuyishan mountain areas were found as our country's main fine provenance regions. The provenance selection effects for different afforestation regions were very significant, while volume gains averaged 46.2% (the heighest 60%~110%) in both northern zone and eastern and central regions of central zone.

Key words masson pine, GE interaction, stability and adaptability, integrated selection, fine provenance

Rong Wenchen, Assistant Professor, Yue Shuilin (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Zhao Shiyuan, Liao Ming, Lai Tianbi, Dai Weina (The Forestry Research Institute of Sichuan Province, Guizhou Province, Anhui Province and Guangxi Zhuang Autonomous Region).



中国农业科学院主办 《农业科技通讯》月刊征订启事

《农业科技通讯》为中央级农牧业综合性科技期刊,面向全国、面向基层、面向生产,报道农牧业新成果、新产品,传播最新致富技术和信息。

读者对象:农牧业科技人员、推广人员、各级领导、科技户、专业户、农村知青、院校师生和与农业有关人员。

《农业科技通讯》每期订价 2.50 元,全年定价 30 元。全国各地邮局(所)自 10 月下旬办理订阅手续。

邮发代号:2-602

编辑部地址:100081 北京白石桥路 30 号中国农科院院内

广告部电话:8314433-2837