

# 引种欧洲黑杨无性系苗期生长测定与选择\*

周永学<sup>1</sup>, 苏晓华<sup>2</sup>, 樊军锋<sup>1</sup>, 刘永红<sup>1</sup>, 高建社<sup>1</sup>

(1 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2 中国林业科学院 林研所, 北京 100091)

**[摘要]** 对引进的 59 个欧洲黑杨无性系苗期生长性状进行了测定。结果表明, 无性系间苗高和地径表现出极显著差异, 具有较丰富的遗传变异基础。无性系苗高广义遗传力为 84.79%, 遗传变异系数为 10.55%; 地径广义遗传力为 79.22%, 遗传变异系数为 11.8%。以苗高、地径年生长量为指标, 应用多性状综合评价法, 选出表现好的欧洲黑杨无性系 13 个, 其苗高遗传增益为 12.3%, 地径遗传增益为 12.2%, 其中的 N8, N51, N48 表现特别突出, 综合评比超过或接近参照种欧美杨 107 号, 如果选择这 3 个无性系, 则苗高遗传增益可达 18.5%, 地径遗传增益可达 23.5%。

**[关键词]** 欧洲黑杨; 苗期选择; 苗高; 地径; 遗传参数

**[中图分类号]** S792.119.04

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2004)10-0102-05

欧洲黑杨(*Populus nigre* L.) 是黑杨派树种的原始种之一, 广泛分布于欧洲南部山区, 尤以意大利的欧洲黑杨基因资源最为丰富<sup>[1]</sup>。欧洲黑杨适应性强, 在贫瘠或过湿、过干的土壤上均能生长, 但其生长速度较慢, 树冠参差不齐、材质不好<sup>[1]</sup>。因此, 对欧洲黑杨树种的改良主要是通过与美洲黑杨的有性杂交, 培育具有繁殖容易、生长好、适应性强的欧美杨杂种无性系<sup>[1]</sup>。

钻天杨(*Populus nigre* cv. *italica*)、箭杆杨(*Populus nigre* var. *thevestina* cv. *hamoui*) 都是欧洲黑杨的栽培种, 在我国早有引种<sup>[1]</sup>。但真正在生产上表现良好, 大面积推广的欧洲黑杨品种或无性系几乎没有, 而以欧洲黑杨为亲本的杂种无性系很多, 如 107 杨(*P. xeuram ericana* C1 74/76)。为了丰富黑杨派树种资源, 为杂交选育提供亲本, 20 世纪末, 中国林科院林研所从意大利等欧洲国家引进 200 多个欧洲黑杨无性系, 开展了引种试验。本研究为引种试验的部分内容, 目的是通过苗期测定, 选出生长较快的欧洲黑杨无性系, 为后续工作奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料为 1 年生欧洲黑杨无性系扦插苗。参试的欧洲黑杨无性系有 106 个, 经过初选淘汰, 选择保留 59 个生长较好的作为测定材料, 以欧美杨 107

号作参照品种(CK)。

### 1.2 试验设计

试验地设在位于陕西周至境内的西北农林科技大学渭河试验站。该地区年平均气温 13.3, 极端最低气温 -18.1, 极端最高气温 42.4; 年平均降水量 715 mm, 多集中在 7~9 月份; 土壤为沙质壤土。试验采用随机区组设计, 3 次重复, 10~20 株小区, 扦插株行距 30 cm × 40 cm, 03-15 扦插育苗。苗木生长停止后测量苗高度和地径总生长量, 翌年春观察苗木越冬情况。

### 1.3 统计分析

广义遗传力:  $H^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma^2)$ ; 式中的  $\sigma_g^2$  为遗传方差值,  $\sigma^2$  为环境方差值。

遗传变异系数:  $C = S/X$ ; 式中  $S$  为标准差,  $X$  为某一性状的群体平均值。

综合评价采用布雷金多性状综合评定法, 公式为:

$$Q_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n ai}, \quad ai = \frac{X_{ij}}{X_{jmax}}$$

式中,  $Q_i$  为综合评价值,  $X_{ij}$  为某一性状平均值,  $X_{jmax}$  为某一性状最优值。

评定标准:  $N = Q_i \pm \frac{2}{3}S$ ; 式中  $S$  为标准差。

遗传增益估算:  $\Delta G = H^2 S/X$ ; 式中  $S$  为选择差,  $H^2$  为性状的广义遗传力,  $X$  为某一性状的群体

\* [收稿日期] 2003-09-03

[基金项目] 国家林业局“948”技术引进项目(99-4-22)

[作者简介] 周永学(1964-), 男, 陕西榆林人, 工程师, 主要从事杨树、泡桐良种选育及国外松引种研究。

平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 苗期生长性状及遗传分析

2.1.1 苗期生长性状 性状调查统计结果见表 1。由表 1 可以看出, 欧洲黑杨各无性系苗高生长速度以 N51 最快, 年生长量为 3.88 m, 比群体均值和参照品种 107 号分别高出 24.76% 和 8.68%, 无性系 N8, N48, N52, N128 和 N31 的生长速度均大于参照种 107 号, 苗高在 3.58~3.76 m, 分别超过群体平均值 15.11%~20.9%; 此外, 有 N117 等 19 个无性系的苗高生长量在群体均值以上。地径生长量以

N8 最大, N51, N48, N116 次之, 年均生长量均在 2.20 cm 以上, 分别大于群体平均地径的 21.43%~36.26%, 但都小于参照种 107 号; N13 等 20 个无性系地径生长量在群体均值以上。标准差和变异系数可以直接或间接地反映苗木生长的整齐程度。从表 1 可以看出, N51, N48, N128, N5, N32 等无性系的苗高和地径的标准差及变异系数均较小, 说明这些无性系苗木生长比较均匀一致。

表 2 的方差分析结果表明, 无性系之间的苗高、地径的差异均达到极显著水平。苗高和地径变异主要来源于无性系, 即遗传因素。

表 1 欧洲黑杨各无性系苗期生长性状

Table 1 Growth character investigation of *Populus nigre* clones

苗高 Seedling height				地径 Collar diameter				综合评价结果 Average values of jurisdiction	
无性系 Clones	平均值/m Mean	标准差 Stdev	变异系数 Variation coefficient	无性系 Clones	平均值/cm Mean	标准差 Stdev	变异系数 Variation coefficient	无性系 Clones	评价指数 Index Q <sub>i</sub>
N51	3.88	0.278	0.072	CK	2.51	0.292	0.116	N8	1.399
N8	3.76	0.366	0.097	N8	2.48	0.290	0.117	N51	1.389
N48	3.72	0.274	0.074	N51	2.33	0.220	0.094	CK	1.386
N52	3.67	0.386	0.105	N48	2.28	0.193	0.084	N48	1.366
N128	3.60	0.273	0.076	N116	2.21	0.291	0.132	N52	1.328
N31	3.58	0.325	0.091	N13	2.11	0.292	0.138	N116	1.325
CK	3.57	0.269	0.074	N128	2.08	0.226	0.109	N128	1.325
N117	3.57	0.315	0.088	N100	2.08	0.248	0.119	N100	1.320
N100	3.54	0.297	0.084	N52	2.05	0.312	0.152	N23	1.299
N36	3.51	0.346	0.099	N56	2.03	0.317	0.156	N31	1.296
N23	3.46	0.362	0.105	N23	2.00	0.332	0.166	N13	1.296
N26	3.43	0.408	0.119	N19	2.00	0.352	0.176	N20	1.290
N38	3.41	0.351	0.103	N20	1.98	0.245	0.124	N117	1.286
N116	3.40	0.344	0.101	N54	1.95	0.280	0.144	N54	1.286
N54	3.40	0.407	0.120	N33	1.92	0.264	0.137	N33	1.278
N20	3.40	0.409	0.120	N31	1.90	0.223	0.117	N19	1.277
N33	3.37	0.315	0.094	N112	1.90	0.289	0.152	N56	1.276
N5	3.31	0.170	0.051	N55	1.89	0.356	0.188	N36	1.275
N32	3.29	0.290	0.088	N38	1.87	0.192	0.103	N38	1.274
N55	3.27	0.529	0.162	N35	1.87	0.261	0.139	N55	1.263
N50	3.27	0.436	0.133	N50	1.85	0.306	0.165	N50	1.257
N13	3.25	0.372	0.114	N10	1.85	0.321	0.173	N5	1.255
N19	3.24	0.452	0.140	N117	1.84	0.241	0.131	N26	1.253
N40	3.22	0.425	0.132	N45	1.84	0.353	0.192	N10	1.245
N56	3.18	0.388	0.122	N15	1.84	0.338	0.184	N112	1.240
N10	3.15	0.368	0.117	N18	1.82	0.275	0.151	N40	1.237
N120	3.09	0.428	0.139	N36	1.81	0.216	0.119	N32	1.237
N112	3.03	0.352	0.116	N5	1.81	0.143	0.079	N120	1.232
N45	3.02	0.397	0.131	N120	1.81	0.332	0.183	N45	1.229
N119	3.00	0.448	0.149	N42	1.79	0.205	0.114	N35	1.229
N39	3.00	0.421	0.140	N1	1.79	0.288	0.161	N119	1.213
N30	3.00	0.410	0.137	N4	1.77	0.262	0.148	N15	1.210
N49	2.98	0.390	0.131	N40	1.76	0.271	0.154	N42	1.209
N35	2.97	0.305	0.103	N58	1.76	0.379	0.216	N4	1.207

续表 1 Continued Table 1

苗高 Seedling height				地径 Collar diameter				综合评价结果 Average values of jurisdiction	
无性系 Clones	平均值/m Mean	标准差 Stdev	变异系数 Variation coefficient	无性系 Clones	平均值/cm Mean	标准差 Stdev	变异系数 Variation coefficient	无性系 Clones	评价指数 Index Q <sub>i</sub>
N 115	2.96	0.396	0.134	N 46	1.76	0.274	0.156	N 58	1.207
N 25	2.95	0.417	0.141	N 119	1.75	0.331	0.189	N 46	1.205
N 124	2.95	0.334	0.113	N 14	1.75	0.288	0.164	N 49	1.201
N 58	2.93	0.436	0.149	N 57	1.73	0.248	0.143	N 14	1.199
N 4	2.92	0.379	0.130	N 127	1.73	0.163	0.094	N 115	1.197
N 46	2.91	0.375	0.129	N 26	1.72	0.204	0.119	N 25	1.196
N 24	2.90	0.454	0.157	N 32	1.71	0.214	0.125	N 57	1.194
N 2	2.90	0.374	0.129	N 49	1.69	0.363	0.215	N 18	1.194
N 42	2.90	0.282	0.097	N 9	1.69	0.191	0.113	N 127	1.192
N 44	2.89	0.367	0.127	N 115	1.68	0.384	0.229	N 39	1.188
N 34	2.89	0.371	0.128	N 25	1.68	0.313	0.186	N 30	1.186
N 14	2.87	0.388	0.135	N 11	1.64	0.221	0.135	N 1	1.186
N 57	2.86	0.390	0.136	N 44	1.63	0.281	0.172	N 124	1.186
N 15	2.84	0.379	0.133	N 27	1.63	0.249	0.153	N 44	1.181
N 127	2.84	0.203	0.071	N 124	1.62	0.228	0.140	N 9	1.180
N 27	2.82	0.338	0.120	N 24	1.61	0.313	0.194	N 24	1.179
N 37	2.81	0.353	0.126	N 2	1.61	0.257	0.159	N 2	1.179
N 43	2.80	0.337	0.120	N 39	1.60	0.260	0.163	N 34	1.174
N 12	2.80	0.409	0.146	N 43	1.60	0.255	0.159	N 27	1.173
N 9	2.79	0.268	0.096	N 30	1.59	0.315	0.198	N 43	1.166
N 18	2.72	0.350	0.129	N 34	1.59	0.266	0.167	N 12	1.159
N 1	2.69	0.291	0.108	N 12	1.56	0.309	0.198	N 11	1.158
N 11	2.67	0.307	0.115	N 125	1.56	0.233	0.149	N 37	1.143
N 125	2.60	0.384	0.148	N 60	1.55	0.257	0.166	N 125	1.137
N 59	2.50	0.370	0.148	N 59	1.54	0.251	0.163	N 59	1.122

表 2 苗高和地径的方差分析

Table 2 Variance analysis of seedling height and collar diameter

变异来源 Variance source	苗高 Height		地径 Collar diameter	
	无性系 Clones	无性系内 Within clones	无性系 Clones	无性系内 Within clones
自由度 DF	59	120	59	120
平方和 Sum of square	20.176	2.317	8.880	1.456
均方 Mean square	0.342	0.019	0.151	0.012
F 值 F value	17.71**		12.41**	

2.1.2 遗传参数分析<sup>[2]</sup> 苗高和地径的遗传参数计算结果表明,无性系苗高总体平均值为 3.11 m,苗高变幅为 2.50~ 3.88 m;地径总体平均值为 1.82 cm,地径变幅为 1.54~ 2.48 cm。群体中存在的这些差异,为选择优良基因型提供了可能。但是,要提高选择效果,就必须了解被选择群体的遗传变异动态,即遗传组成或遗传力<sup>[2,3]</sup>。

遗传力( $H^2$ )是指表型变异受遗传因素影响的比值。由苗高和地径的遗传参数(表 3)可以看出,无性系苗高和地径的广义遗传力分别为 84.79% 和 79.22%,前者大于后者。遗传力大,说明该性状受

遗传控制较强,受环境影响较弱,对其进行性状选择比较可靠,选择所能获得的遗传增益也大。就遗传方差而言,在苗高和地径的表型方差(遗传方差+环境方差)中,遗传方差所占的比例均大于环境方差,其比值分别是 5.58 1 和 3.81 1。遗传方差大,表明生长性状主要受遗传控制,在苗期进行选择可获得良好的效果。遗传变异系数(GCV)是遗传型标准差与总平均值的比值,遗传变异系数大,说明该群体遗传潜力大。由表 3 知,无性系苗高和地径的遗传变异系数分别为 10.55% 和 11.80%。

综上所述,欧洲黑杨无性系苗高和地径的广义

遗传力和遗传变异系数均较高, 从中进行选择能获得较大的遗传增益<sup>[4]</sup>。

表 3 苗高和地径的遗传参数

Table 3 Genetic parameters of seedling height and collar diameter

生长因素 Growth factors	平均值 Means	变幅 Ranges	标准差 Stdev	遗传方差 Genetic variance	环境方差 Environment variance	广义遗传力/% Heritability $H^2 \pm S(H^2)$	遗传变异系数/% Genetic variation coefficient	表型变异系数/% Phenotypic variation coefficient
苗高/m Height	3.11	2.35~3.88	0.3367	0.1076	0.0193	84.79 ± 3.08	10.55	11.45
地径/cm Collar diameter	1.82	1.46~2.48	0.2243	0.0461	0.0121	79.22 ± 4.04	11.80	13.26

## 2.2 综合选择及遗传增益

2.2.1 无性系综合评价 对苗高和地径的方差分析结果表明, 无性系间差异极显著, 其广义遗传力高, 遗传变异幅度较大, 因而进行苗期选择是可行的。根据苗高、地径生长性状表现, 采用布雷金多性状综合评定法对欧洲黑杨各无性系的生长表现进行综合评价<sup>[5]</sup>。对综合评价值  $Q_i$  的计算结果见表 1。

评价标准值(分界值)计算结果为:  $N_1 = 1.279$ ,  $N_2 = 1.190$ ,  $Q$  ( $Q_i$  的平均值) = 1.235。

根据以上标准将欧洲黑杨 59 个无性系划分为 4 类<sup>[6]</sup>:  $Q_i > N_1$  为优, 包含 N 8, N 51, N 48, N 52, N 116, N 128, N 100, N 23, N 31, N 13, N 20, N 117 和 N 54 共 13 个无性系, 平均苗高 3.56 m, 平均地径 2.10 cm, 占参评无性系的 22%, 其中 N 8 和 N 51 综合分值大于参照品种 107 号;  $Q_i < N_1$  为良好, 包含 N 33, N 19, N 56, N 36, N 38 等 13 个无性系, 平均苗高 3.28 m, 平均地径 1.86 cm, 占参评无性系的

22%;  $N_2 < Q_i < Q$  为中等, 含 N 120, N 45, N 35 等 16 个无性系, 平均苗高和地径分别为 2.92 m 和 1.77 cm;  $Q_i < N_2$  为差, 含 N 39, N 30, N 1 等 17 个无性系, 平均苗高和地径分别为 2.79 m 和 1.60 cm。中等和差级合计占参评无性系的 56%。综合评价结果将 59 个欧洲黑杨无性系划分为 4 个生长表现不同的等级, 这为选择无性系提供了初步依据。

2.2.2 遗传增益估算 遗传增益计算结果见表 4。在入选无性系数中, 3 为综合评价值  $Q_i$  位于前 3 位的 3 个无性系, 即 N 8, N 51, N 48; 7 为综合评价值  $Q_i$  位于前 7 位的 7 个无性系, 13 为综合评定为优的 13 个无性系; 26 为综合评定为优和良好的 26 个无性系; 42 为综合评定为优、良好和中等的 42 个无性系。从表 4 可以看出, 选择的群体不同, 其增益各不相同, 随着选择群体和入选率的增大, 选择差和选择响应变小, 其遗传增益也相应变小, 所选群体的平均值愈接近总体均值。

表 4 遗传增益估算

Table 4 Evaluation of Genetic Gain

入选无性系数 Numbers of selected clones	入选率/% Selection rate	苗高 Seedling height			地径 Collar diameter		
		选择差/m Selection deviation	选择响应 Selection effect	遗传增益/% Genetic gain	选择差/m Selection deviation	选择响应 Selection effect	遗传增益/% Genetic gain
3	5.08	0.68	0.58	18.5	0.54	0.43	23.5
7	11.9	0.54	0.46	14.7	0.40	0.32	17.4
13	22.0	0.45	0.35	12.3	0.28	0.22	12.2
26	44.1	0.31	0.26	8.46	0.16	0.13	6.97
42	71.2	0.42	0.12	3.82	0.09	0.07	3.92
59	100.0	0	0	0	0	0	0

经综合评价选择, 选出生长表现好的欧洲黑杨无性系 13 个, 其中的 N 8, N 51, N 48 等 3 个无性系生长表现特别突出, 平均苗高年生长量为 3.79 m, 高出参照品种欧美杨 107 号 0.22 m。选择这 3 个无性系或生长好的 13 个无性系进行区域化试验, 其所获得的苗高、地径的遗传增益分别为 18.5%, 23.5% 和 12.3%, 12.2%。由表 4 可知, 若选择前 26 个无性系进行造林试验, 其所获得的苗高和地径的

遗传增益分别为 8.46% 和 6.97%, 若选择前 42 个无性系进行试验, 其所获得的苗高和地径的遗传增益分别为 3.82% 和 3.92%。因此, 随着选择群体的增大, 增益逐渐变小, 从而也就失去了选择意义。

## 3 小结与讨论

苗期生长测定结果表明, 欧洲黑杨无性系间在苗高和地径生长方面存在极显著差异, 表型值苗高变幅 2.35~3.88 m, 地径变幅 1.46~2.48 cm。对无

性系数数量性状遗传参数的估计结果表明,无性系苗高广义遗传力( $H^2$ )为 84.79%,遗传变异系数为 10.55%;地径广义遗传力( $H^2$ )为 79.22%,遗传变异系数为 11.8%,广义遗传力和遗传变异系数都较高,从中进行选择,会取得较大的遗传改良效果。

苗高和地径是反映苗木生长量的 2 个重要指标。按照苗高、地径进行综合选择,选出表现好的欧洲黑杨无性系 13 个,编号为 N 8, N 51, N 48, N 52, N 116, N 128, N 100, N 23, N 31, N 13, N 20, N 117 和 N 54, 其苗高遗传增益为 12.3%,地径遗传增益为 12.2%,其中的 N 8, N 51, N 48 表现特别突出,综合评比超过或接近参照种欧美杨 107 号,如果选择这 3 个无性系,苗高遗传增益可达 18.5%,地径遗传增益可达 23.5%。

本试验的参照品种 107 号杨为美洲黑杨 × 欧洲黑杨的杂交后代<sup>[5]</sup>,是全国推广良种,早期速生,之

所以称之为参照品种,而不叫做对照,一方面因为它不是欧洲黑杨纯种,另一方面因为它特别速生,如果以 107 为对照作为衡量标准,将会淘汰绝大多数欧洲黑杨无性系,从而失去引种的意义。

生长量是苗期选择的重要指标,但绝非唯一指标。本研究仅从苗高和地径 2 个生长性状对欧洲黑杨无性系进行分析选择是不全面的。但如果单以营造速生丰产林为育种目标,那么该试验结果可提供一定的依据<sup>[1]</sup>。

我国没有欧洲黑杨资源,引进这一批材料并非易事。因此,苗期不宜做太严格的选择,把生长最差的无性系淘汰即可。将保留的无性系定植于基因库,进一步观察其生长特性、抗性和适应性,以储备育种材料。同时,应将选出的优良无性系直接用于区域造林试验,尽快选出可向生产推广的优良品种。

#### [参考文献]

- [1] 朱湘玉,张杰. 杨树遗传改良[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991. 53-60;130-133;174
- [2] 马育华. 植物育种的量变遗传学基础[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1982
- [3] 陈岳武. 树木良种选育方法[M]. 北京:中国林业出版社,1984
- [4] 顾万春. 林业试验统计[M]. 南宁:广西南宁地区出版社,1990. 102-124
- [5] 徐化成. 油松地理变异和种源选择[M]. 北京:中国林业出版社,1991. 218-225
- [6] 吴德军,张可群,高鹏. 欧美杨纸浆材新无性系苗期测定报告[J]. 山东林业科技,1998,(5):17-20

## Growth determination and selection of introduced *Populus nigre* clones in seedling stage

ZHOU Yong-xue<sup>1</sup>, SU Xiao-hua<sup>2</sup>, FAN Jun-feng<sup>1</sup>, LIU Yong-hong<sup>1</sup>, GAO Jian-she<sup>1</sup>

(1 College of Forestry, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry Science, Beijing 100091, China)

**Abstract:** Growth character of 59 *Populus nigre* clone in seedling stage is determined. Results show that seedling height and collar diameter among clones has significant correlation, and plentiful base of genetic variation. Parameter estimation of quantitative inheritance showed, broad heritability of seedling height of clones is 84.79%, genetic variation coefficient is 10.55%, broad heritability of collar diameter is 79.22%, genetic variation coefficient is 11.8%. 13 Clones of PN is selected by method of comprehensive multi-character evaluation, when seedling height and growth quantity of collar diameter are viewed as index. The genetic gain of seedling height is 12.3%, and 12.2% of collar diameter. The behaviors of N 8, N 51, and N 48 are prominent and their synthetic determination exceeds or approaches the reference species, *P. euramericana*. If the above 3 clones are selected the genetic gain of seedling height will reach 18.5%, and 23.5% of collar diameter.

**Key words:** *Populus nigre*; selection in seedling stage; seedling-height; collar-diameter; genetic parameters