

毛白杨多功能新品种选育研究*

顾万春 归复 于志民 穆吕钦 孙翠玲 张继华

摘要 观测北京、河北、河南 3 地点的 13 年生毛白杨无性系试验林, 无性系间的树高、胸径、木材密度、纤维长度等性状的差异均极显著; 无性系的遗传稳定性、生长适应性、主干通直系数、树体形态系数、抗病虫指数等性状存在一定差别。材积生长量无性系 × 地点交互作用极显著, 无性系间生长型不同(“广适型”、“高产型”、“低产型”)。无性系的材积生长量、木材密度、主干通直系数、树体系数和抗病虫指数的重复率分别为 0.580、0.536、0.390、0.411 和 0.500, 性状经济权重分别为 0.35、0.25、0.10、0.10 和 0.20, 建立多功能型无性系的选择指数, 其综合育种增益比对照品种 15% 为中选优良无性系新品种。为北京、河北、河南分别选育出 8 个、7 个和 6 个优良无性系, 平均综合增益分别提高 23.9%、24.9% 和 21.0%; 3 个地点都中选的 37、351、9832 和 1012 等优良无性系的平均综合育种增益提高 25.1%。所选无性系皆为雄性, 显著提高了城乡绿化效应。

关键词 无性系 遗传稳定性 适应性 指数选择

毛白杨(*Populus tomentosa* Carr.) 多功能型新品种选育, 以优质、抗逆、稳定为目的, 兼顾高产和材质性状改良, 直接为环境绿化和工业原料林建设服务。70 年代初期, 在毛白杨中心分布区的河北、河南、山东、陕西、甘肃、北京选择毛白杨优树, 1978 年至 1980 年将所选择的 156 株优树集中在河北漳河林场, 经过汰劣后有 118 个无性系重复 3 a 苗期测定, 初选生长好、抗叶部病害和繁殖率高的 84 个无性系^[1]。1980 年至 1983 年, 分别在 5 省市的 8 个地点营造两批无性系测定林, 第一批 81 个无性系参试, 第二批为复选的 34 个无性系参试, 8 地点共有的无性系 28 个。1988 年根据 8 地点无性系测定林的 7~9 a 观测及生产力、适应性及抗逆性评价, 为不同栽培区选育出毛白杨 39、9803、90、38、001 等优良无性系^[1], 6 a 来在毛白杨栽培区推广表现优良。

本研究是继 1988 年之后, 在原有无性系多点试验林中, 根据 8 块试验林中保存完整的 3 块试验林 13~15 年生观测数据, 包括生长、抗逆性、材质等 22 个性状的定量评价, 为适应城乡绿化兼顾工业用材的事业需求, 进行多功能新型品种选育。

1 材料和方法

1.1 试材与设计

毛白杨无性系测定林分别设在北京大兴县黄垓苗圃(13 年生), 河北临漳县漳河林场(15 年生) 和河南西华县西华林场(13 年生)。试验林生态条件有所差异(表 1), 统一采用随机区组

1997—06—09 收稿。

顾万春研究员(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091); 孙翠玲(中国林业科学研究院森林生态环境研究所); 归复, 穆吕钦, 于志民(北京市林业局); 张继华(北京市林果研究所)。本项研究的主要成员还有: 田奇凡, 周凤池, 孙三虎, 刘金星, 孙宏玲, 吴理安, 乔宏治, 杨令杰, 高福颖, 魏军, 蔡宝军等。

* 本研究属北京市自然科学基金 1994~1998 年“北京地区主要木本植物遗传资源保存与利用研究”课题内容; 也是林业部 1980 年重点课题“毛白杨无性系选育”研究内容。

设计, 4株单行小区, 6次重复, 造林密度 $4\text{ m} \times 4\text{ m}^{[1]}$ 。各试验林观测数据随机抽取4次重复, 统一采用13年生观测数据进行统计分析。

表1 毛白杨无性系试验林基本生态条件

试验地点	纬度 (°N)	经度 (°E)	海拔高 (m)	年均温 (°C)	年降水 (mm)	无霜期 (d)	立地条件下栽培措施
北京市大兴县	39.1	116.7	6.4	12.5	566.2	200.3	沙壤土, 地下水12 m以下, 每年灌水1~2次
河北省磁县	36.3	114.4	75.5	13.6	604.6	197.5	漳河冲积细沙土, 地下水8 m, 每年灌水2~4次
河南省西华县	33.8	114.5	52.6	14.2	751.3	216.1	细沙土, 地下水6 m左右, 无灌水条件

注: 1960年至1995年气象资料的平均值。

试验林采用多个对照: 毛白杨001号为1988年选择的在北京地区表现优良的无性系; 50号为河北易县毛白杨(雌性)无性系, 是在河北、河南早期速生的无性系。CK_(X)为参试无性系均值; CK_(G)为1988年鉴定的5个优良无性系(39、9803、90、001、38)平均值。

1.2 选择性状的测定

(1) 按常规外业测定要求, 每年年终调查树高、胸径、冠幅、材积, 按无性系、重复(小区)统计。

(2) 主干通直系数是指主干通直圆满程度, 树体形态系数是指冠形圆满, 或分枝浓密, 或特殊美观等绿化价值高的模糊性状。主干通直性和树体形态系数采用打分法评价, 分优秀、良好、中等、较差、差, 各计5、4、3、2、1分。为统一规范, 减少误差, 于树龄8 a和12 a时, 同时由3位科技人员打分, 4个重复求算均值, 得到各个无性系观测值。

(3) 抗病虫害性状调查, 主要对毛白杨容易感染和危害的煤污病和桑天牛危害等级和程度进行3 a重复测定。煤污病在造林后1、2、3 a的夏季进行调查; 桑天牛危害于8 a、11 a和13 a进行调查。病虫害发生等级分为5级: 0级(不危害)、1级(危害率: 0.01~0.25)、2级(危害率: 0.26~0.50)、3级(危害率: 0.51~0.75)、4级(危害率: 0.76~1.00), 依据发生等级和危害率估算出病害危害指数 P_i 与虫害发生指数 $q_i^{[2]}$ 。根据抗病指数 $A_i = (1 - p_i) / (1 - p_{ck})$ 和抗虫指数 $B_i = (1 - q_i) / (1 - q_{ck})$ 得抗病虫指数: $M_i = (A_i + B_i) / 2$ 。

(4) 木材密度的测定方法见参考文献[7]。

1.3 统计分析模型

设: i 个无性系, $i = 1, 2, \dots, c$; j 个地点, $j = 1, 2, \dots, b$; k 个重复, $k = 1, 2, \dots, r$ 。观测值 X_{ijk} , 混合模型: $X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + J_{jk} + \epsilon_{jk}$ 。在方差分析基础上估算遗传参数^[1], 采用以下模型: (1) 重复率 R 的含义及计算式^[2]; (2) 无性系生产力用 $X_{i.}$ 表示^[1], (3) 评价遗传稳定性和生长适应性的结构分析模型系数 α 与 λ , 采用 Tai 公式^[3,4]; (4) $G \times E$ 互作效应值 $(GE)_{ij}$ 评价用表列方式^[3,5,6]; (5) 选择指数采用Namkoong等的计算模型^[4,6,7]。

2 结果与分析

2.1 无性系生长量 $G \times E$ 交互作用显著

28个无性系在3个地点13年生的树高、胸径生长量, 地点间、无性系间以及交互作用差异都极显著(表2)。毛白杨无性系对不同栽植环境条件反应敏感, 地点间方差分量为40.6%~

49.6%;无性系方差分量占14.2%~9.7%,这与以往研究结果相仿^[4-6];G×E交互作用方差分量8.4%~8.2%,也占有较大的分值。河北省磁县和河南西华的环境指数较高,比北京大兴的树高高4.6~4.7 m,胸径大4.0~5.2 cm,单株材积大0.18~0.22 m³(表3、4)。表明不同无性系在不同地点生长量序位不同,只有根据不同地点选择适宜的优良无性系(组),才能做到适地适无性系。

2.2 无性系高生长动态的变异

3 地点试验林 13 a 生长量、不同无性系的年生长进程存在较大差别。以反映立地指数的树高生长量为例,无性系生长型可分为 4 类:(1) 早期速生型,1~5 a 相对生长率高,5 a 以后逐渐下降,如 50 号无性系;(2) 中前期速生型,6~10 a 相对生长率提高,具有优势,此后逐渐下降,但绝对生长量仍较高,如在试验林 8 年生时选择的 39、9803、90、001、38 等优良无性系,图 1 中用 CK_(G) 表示;(3) 中期速生型,对于毛白杨育林目标而言也可称为“后期”速生型,8~10 a 起相对生长率迅速提高,跃居“上位”,如本次考虑选择的 37、351、1012、34、9807、2012、304 等优良无性系;(4) 缓生型,在全生长期始终处于“下位”,如图 1 中 CK_(X) 所包含生长量差的 12 个无性系。毛白杨无性系存在不同的生长型,对于根据不同育种目标,如胶合板材、造纸材以及城

表 2 毛白杨无性系 G×E 互作方差分析

变 因	自由度	方 差	树高方差比	方差分量(%)	方 差	胸径方差比	方差分量(%)
地 点	2	401.160 8	40.639 0 ^{**}	44.58	502.989 3	32.895 3	49.58
地点内重复	8	9.871 5	4.296 8 ^{**}	4.10	15.290 6	5.649 8	5.11
无性系	27	18.250 1	3.710 9 ^{**}	14.19	15.837 5	2.735 1	9.74
无性系×地点	54	4.912 7	2.140 7 ^{**}	8.37	5.571 1	2.058 4	8.15
误 差	216	2.297 4		29.34	2.406 4		27.40
重复率 $R_H = 0.73$				重复率 $R_D = 0.63$			

表 3 3 地点毛白杨优良无性系生长量比较

无性系	北京大兴				河北磁县				河南西华				\bar{X}_i			
	H (m)	D _{1.3} (cm)	V (m ³)	秩 次	H (m)	D _{1.3} (cm)	V (m ³)	秩 次	H (m)	D _{1.3} (cm)	V (m ³)	秩 次	H (m)	D _{1.3} (cm)	V (m ³)	秩 次
351	17.8	24.7	0.358 0	1	21.2	25.4	0.451 2	6	21.1	29.0	0.585 4	3	20.0	26.4	0.460 4	3
9807	16.0	22.5	0.267 1	3	22.5	30.9	0.708 1	1	19.3	26.8	0.457 3	7	19.3	26.7	0.459 3	4
37	16.9	24.6	0.337 6	2	21.9	30.2	0.658 5	2	20.8	31.1	0.663 6	2	19.9	28.6	0.536 9	1
34	15.7	22.6	0.264 5	5	20.2	26.0	0.445 6	8	22.3	27.4	0.552 3	4	19.3	25.3	0.407 5	5
9832	15.3	20.2	0.205 9	8	20.3	27.1	0.491 5	4	20.3	28.8	0.555 4	5	18.6	25.4	0.395 8	6
1011	14.8	19.1	0.178 1	11	19.7	26.8	0.166 5	7	21.0	27.3	0.516 3	6	18.5	24.4	0.363 3	7
2012	14.9	22.2	0.242 2	7	21.6	24.0	0.410 2	10	19.9	25.7	0.433 6	8	18.8	24.0	0.357 2	9
301	15.4	19.8	0.199 2	9	19.3	22.4	0.319 4	13	20.5	25.2	0.429 4	9	18.4	22.4	0.304 5	11
304	15.8	21.7	0.245 4	6	20.8	26.8	0.492 5	5	19.7	24.2	0.380 6	11	18.7	24.2	0.361 3	8
1012	16.2	21.5	0.247 0	4	21.5	27.9	0.551 7	3	22.0	30.8	0.688 4	1	19.9	26.7	0.468 0	2
001	15.0	17.4	0.149 7	13	18.8	25.5	0.403 0	11	17.7	19.2	0.215 2	13	16.8	20.4	0.230 6	12
50	14.7	18.3	0.162 4	12	17.6	24.6	0.351 3	12	17.4	18.5	0.196 4	14	16.6	20.4	0.227 9	13
CK _(X)	13.9	15.8	0.114 4	14	16.0	23.4	0.299 8	14	17.6	19.9	0.229 9	12	15.7	19.4	0.194 9	14
CK _(G)	15.0	20.0	0.197 9	10	19.5	25.4	0.415 0	9	20.1	26.8	0.476 2	10	18.2	24.1	0.348 7	10
X _j	15.4	20.6	0.215 5		20.1	24.6	0.401 2		20.0	25.8	0.439 1		18.5	24.2	0.357 4	

注:无性系秩次依单株材积排序,材积计算形数 $f = 0.42$;CK_(X) 为试验林平均值;CK_(G) 为试验林 8 年生时第一批选育的优良无性系(39、9803、90、001、39)的均值。

表 4 毛白杨无性系树高(H)、胸径($D_{1.3}$)、单株材积(V)的 $G \times E$ 互作效应值比较

性状	无性系	34	304	37	301	351	1011	1012	2012	9807	9832	001	50	CK _(X)	CK _(G)	e_j
H	北京	0.87	-0.2	0.1	-0.5	-0.2	-0.6	-0.8	0.1	0.2	-0.6	0.3	1.2	0.3	-0.1	-3.1
	河北	0.43	1.6	0.4	-0.9	0.1	-0.4	1.2	-0.7	0.5	0	0.4	0.6	-0.7	-0.3	1.6
	河南	-0.43	-1.5	-0.6	1.5	0.2	1	-0.4	0.6	-0.5	0.6	-0.6	-0.7	0.4	0.4	1.5
		1.53	0.8	1.4	0.8	0.1	0	0.3	-0.1	0.2	1.4	-1.7	-1.9	-2.8	-0.3	
		$Si = -0.27$							$ej = 0$							
$D_{1.3}$	北京	1.9	-0.6	-0.4	0.9	-1.6	-1.7	1.8	1	1.1	-1.6	-0.4	1.5	-1	-0.5	-3.6
	河北	1.4	3.8	1.2	0.3	1.3	2	-0.4	-0.4	2.2	0.8	4.7	3.8	3.6	0.9	0.4
	河南	1	-1.5	0.9	0.5	1.8	1.3	0.1	1.2	-1.6	2.5	-2.8	-3.5	-1.1	1.1	1.6
		2.2	2.5	4.4	1.1	1.2	0.2	-0.2	-1.8	0	2.5	-3.8	-3.8	-4.8	-0.1	
		$Si = -0.40$							$ej = -1.60$							
V	北京	0.0397	0.1049	-0.0577	-0.0011	-0.048	-0.433	-0.0269	0.0296	0.026	-0.0791	-0.0355	0.0764	0.0402	-0.0089	-0.1419
	河北	0.053	0.211	0.0782	-0.0053	0.0522	0.596	0.0004	-0.0289	0.1327	0.0403	0.1289	0.0796	0.0611	0.0225	0.0438
	河南	0.0433	-0.0783	0.045	0.0631	0.0779	0.0713	-0.0053	0.0432	-0.0624	0.1459	-0.0971	-0.1132	-0.0467	0.0368	0.0817
		0.103	0.0965	0.1795	0.0501	0.0024	0.0059	-0.0002	-0.0529	0.0039	0.1106	-0.1268	-0.1295	-0.1625	-0.0087	
		$Si = -0.0713$							$ei = -0.0164$							

乡绿化树种的定向选育具有重要意义。图 1 反映出 13 年生时 3 地点树高生长量动态, 不仅进一步证明毛白杨无性系 $G \times E$ 交互作用存在, 而且为 3 地点及相应地区分别选择优良无性系提供了直观依据。

2.3 无性系遗传稳定性与重复率的年变化

无性系遗传稳定性采用 Tai 的 $G \times E$ 互作结构系数 λ_i 和 $\alpha^{[3]}$ 。 λ 值越小遗传稳定性越高(表 5), 如 37、351、34 号等无性系, 能在多种生态环境中表现出稳定性。Tai 的结构分析模型系数 a_i 是描述基因型随环境变化的生长适应性的线性程度, 也称生态回归反映, 揭示生态适应性, $\alpha = 0$ 时, 为(多地点)广泛适应, $\alpha > 0$ 为趋于适应良好环境条件, $\alpha < 0$ 为趋于适应较差条件。由表 5 看到 37、9832、351 及 34 号等无性系对环境条件不怎么敏感, 属于广适型品种, 304、9807 号无性系趋于适应较差的环境条件, 1011、351、9807 号等无性系倾向适应较好的环境条件。

毛白杨无性系 1 年生苗高具有较高重复率(0.73); 胸径重复率较低(0.37)。造林当年(2 年生)高、径的重复率都下降, 分别为 0.35 和 0.31。2~8 年生, 是重复率上升期, 其中高生长重复率 6 年生时达到稳定值, 为 0.62, 而径生长重复率 8 年生时趋于稳定(图 2)。遗传参数重复率达到稳定值时期是选择评价重要依据。从稳定值来看, 毛白杨无性系早期选择时期宜于 6~8 a 起始, 这一结论与以前研究一致^[1]。根据 13 a 生长动态分析, 参照畜牧育种做法, 将毛白杨无性系 8~13 年生定为遗传参数稳定期比较适合。毛白杨稳定期的树高平均重复率为 0.62,

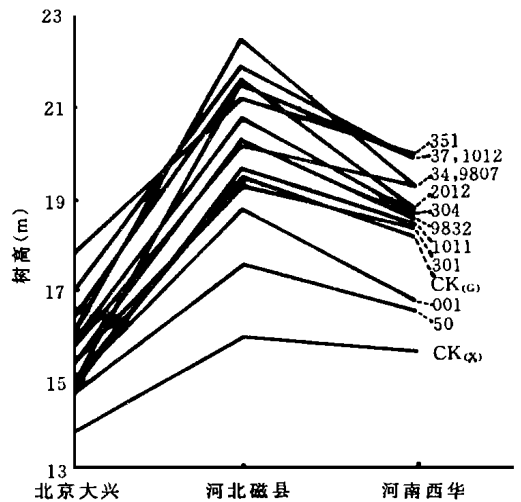


图 1 毛白杨 3 地点测定林 13 年生树高位次图

表5 毛白杨无性系性状评价汇总

无性系	遗传稳定性		生长适应性		选择的材积相对值(%)				主干通直系数	树体形态(分)	平均抗病虫指数	
	λ	评价	α	评价	北京	河北	河南	平均				
351	0.456	0 稳定性较高	0.413	5 较广泛适应	147	105	113	118	4.95	4.65	1.051	
9807	1.557	9 稳定性较差	-0.793	1 适应较差条件	120	141	98	117	4.60	4.50	1.063	
37	0.005	6 稳定性高	0.267	8 广泛适应	141	134	129	131	4.50	4.95	1.082	
34	0.394	9 稳定性较高	0.123	7 广泛适应	120	104	109	110	4.85	4.35	1.034	
9832	0.876	2 稳定性较高	0.376	1 广泛适应	103	111	110	108	5.00	4.70	1.053	
1011	3.209	0 稳定性较差	0.992	5 适应好的条件	94	107	105	102	4.45	4.65	1.031	
2012	5.068	1 稳定性差	-0.972	4 适应差的条件	113	99	95	101	4.70	4.45	1.075	
301	6.827	5 稳定性差	-0.789	2 适应差的条件	110	87	104	96	4.90	4.75	1.036	
304	2.211	9 稳定性较差	-0.652	8 适应较差条件	114	111	89	102	5.00	4.40	1.037	
1012	0.476	6 稳定性较高	0.263	3 广泛适应	115	119	106	120	4.95	4.85	1.084	
001	1.008	9 稳定性较高	-0.412	7 适应较差条件	86	98	69	89	5.00	4.70	1.083	
50	2.427	3 稳定性较差	-0.594	6 适应较差条件	90	91	66	81	3.95	4.25	1.038	
CK _(X)	0.772	4	0.080	5	76	84	71	80	4.15	4.15	0.865	
CK _(G)	0.813	5	0.112	6	100	100	100	100	4.45	4.30	1.000	
R									0.580	0.390	0.411	0.500
gcv									0.372	0.295	0.385	0.338

注: CK_(X)为试验林平均值; CK_(G)为试验林8年生时第一批选育的优良无性系(39、9803、90、001、38)的均值。

胸径平均重复率约 0.54, 单株材积重复率为 0.58, 其估算结果与两因素方差分析估算的胸径重复率(表 2)稍有差异。

2.4 优良无性系(新品种)的指数选择

毛白杨优良无性系选择, 是考虑毛白杨栽培区实际需求, 立足于对城乡绿化性状和用材性状的综合改良。本研究属于兼有绿化型和工业用材的多功能型新品种选育。

无性系的变量选择包括影响主干

生物质(生物量)产量和影响生态绿化效应的因子, 由标准化复回归分析获得^[2,4,7], 它们是材积生长量、木材密度、主干通直系数、树体形态系数、抗病虫害指数(表 5)。构成选择指数的每个变量的因素包括: (1) 重复率, 依次为 0.580、0.536、0.390、0.411 和 0.500; (2) 变量标准化值, $X_i = X_i/S_i$; (3) 各变量的经济权重, 根据标准复回归系数稍加调整, 5 个变量的权重系数依次为 0.35、0.25、0.10、0.10、0.20。对以上数据电算分析求出各无性系选择指数, 并用第 I 批选择的 5 个无性系选择指数作对照, 求算选择指数的综合育种增益(表 6)。凡综合育种增益 15% 的雄性无性系为中选的优良无性系。选择结果: 北京中选 37、34、304、351、9807、9832、1012 和 2012 等无性系, 平均综合育种增益为 23.9%; 河北中选 37、304、351、9807、9832、1011 和 1012 等无性系, 平均综合育种增益 24.9%; 河南中选 34、37、301、351、9832、1012 等无性系, 平均综合育种增益 21.0%。3 地点都被中选的“广适型”优良无性系 37、351、9832 和 1012, 平均综合育种增益 25.1%。所选无性系皆为雄性, 主干通直系数提高 7.2%, 树体形态系数提高 8.4%, 抗病虫害指数提高 6.9%, 显著地提高了城乡绿化效应。

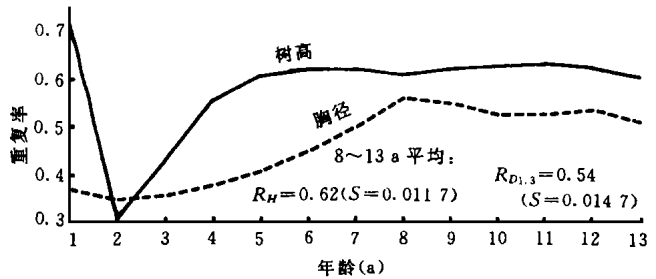


图2 3地点毛白杨无性系($n=28$)树高、胸径重复率(R)随年龄的变化

表6 毛白杨多功能型优良无性系选择指数及增益评价

无性系	多功能毛白杨无性系指数选择								工业用材型毛白杨优良无性系			
	指数选择				选择指数的综合增益(%)				选择指数的综合增益(%)			
	北京	河北	河南	平均	北京	河北	河南	平均	北京	河北	河南	平均
351	0.595	0.497	0.516	0.527	39.3	17.2	20.3	23.5	26.2	7.0	18.8	17.5
9807	0.522	0.566	0.471	0.515	22.2	34.1	9.8	20.3	17.7	26.4	14.3	19.1
37	0.576	0.560	0.549	0.553	34.9	32.7	27.9	29.2	24.0	23.7	26.5	25.4
34	0.506	0.478	0.519	0.482	18.5	14.6	20.9	12.3	19.6	11.5	22.2	18.7
9832	0.499	0.517	0.515	0.511	16.9	22.5	20.2	19.4	17.0	17.6	22.5	25.1
1011	0.438	0.499	0.464	0.457	2.6	18.2	8.2	6.8	7.4	12.4	14.6	12.3
2012	0.492	0.460	0.451	0.465	15.2	9.0	5.1	8.7	18.4	6.7	12.9	18.1
301	0.485	0.448	0.499	0.460	13.5	6.2	16.3	7.5	7.6	4.1	20.7	10.7
304	0.504	0.497	0.446	0.476	18.1	17.8	3.9	11.2	20.3	17.2	11.1	19.6
1012	0.537	0.547	0.517	0.549	25.8	29.6	20.5	28.3	18.2	16.9	21.3	24.3
001	0.464	0.471	0.425	0.470	8.7	11.6	0	9.8	0	0	0	0
50	0.377	0.379	0.321	0.356	-21.2	-10.1	-25.1	-16.8	5.5	0.9	0.1	1.5
CK _(X)	0.281	0.343	0.312	0.290	-34.2	-18.7	-27.3	-32.3				
CK _(G)	0.427	0.424	0.429	0.428	0	0	0	0				
	中选无性系数(个)				8	7	6		8	5	6	
	综合选择增益				23.9	24.9	21.0		20.2	20.4	22.0	

注: CK_(X)为试验林平均值,作一般参照;CK_(G)为试验林8年生时第一批选育优良无性系(39、9803、90、001、38)的均值。

3 结论与讨论

(1) 毛白杨无性系13年生3地点试验林观测结果表明,无性系间的树高、胸径、木材密度、纤维长度等性状差异极显著,主干通直系数、树体形态系数、抗病虫害指数等性状存在一定差别。不同无性系生长型可分为4类,即早期速生型、中前期速生型、中期速生型和缓生型,可以根据定向培育目标选育为不同地方适宜的无性系(新品种)。

(2) 毛白杨无性系与环境交互作用极显著,存在“广适型”优良无性系,如37、351、9832和1012;同时存在“低产型”优良无性系,如301、1011等优良无性系。

(3) 毛白杨无性系随树龄增加,树高、胸径重复率2~8a呈上升趋势,8a后趋于稳定略呈波动,13年生的树高重复率0.62~0.73,胸径重复率0.62~0.63,材积重复率0.58~0.59。结合无性系生长型宜将无性系早期选择年龄定在8年生。多功能型无性系早期选择宜定在10~12a。

(4) 通过22个性状或参数的测定评价,依据材积生长量、木材密度、主干通直系数、树体形态系数和抗病虫害指数等5个综合变量,为北京、河北、河南试验地点分别选育出8个、7个、6个多功能型优良无性系,平均增益为23.9%、24.9%和21.0%。3个地点都中选的无性系为37、351、9832和1012,平均育种增益25.1%。

(5) 毛白杨多功能型无性系选择及其综合增益,与以工业用材型为目的的无性系选择及其增益^[7]有所不同,多功能选择指数所选择出来的优良无性系综合增益比后者稍高。两种选择结果说明不同选种目标与选择变量之间的相关性的变化。

(6) 在无性系评价研究中,由生长性状所得到的遗传稳定性和生长适应性两参数,反映了

生长性状(遗传)与环境交互作用的回归关系;而多功能无性系选择与工业用材型无性系选择的指数值反映了多个性状与环境的交互作用的相关。两类结果既有内在联系,又有差别,本项研究表现出更多的一致性,表明生长性状(表现)占有重要的位置。

参 考 文 献

- 1 顾万春.毛白杨优良无性系选育——生产力、遗传稳定性和适应性评价.林业科学研究,1990,3(3):222~228.
- 2 大庭喜八郎,腾田征.林木育种学.东京:文永堂出版社,1991.98~105.
- 3 Tai G C C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop. Sci., 1971,(11):184~190.
- 4 Nam koong G. Introduction to quantitative genetic in forestry. London: Castle House Pub., 1981. 104~135.
- 5 王明麻,黄敏仁,吕士行,等.黑杨新无性系研究().生长适应性和遗传稳定性分析.南京林业大学学报,1987,34(4):1~14.
- 6 顾万春,王全元,张英脱,等.刺槐次生种源遗传差异及选择评价.林业科学研究,1990,3(3):70~75.
- 7 顾万春,归复,于志民,等.毛白杨优良无性系(新品种)材性测定研究.林业科学研究,1998,11(2):186~191.

Study on Selection and Breeding for Multi-function of New Variety of *Populus tomentosa*

Gu Wanchun Gui Fu Yu Zhimin Mu Luqin Sun Cuiling Zhang Jihua

Abstract 13-year poplar clonal stand in the 3 sites of Beijing, Hebei, Henan are observed and surveyed for properties of heights, *DBH*, timber density, timber length. Remarkable variance is shown among the observed traits. The genetic stability, growth adaptability, stem straightness coefficient, form shape coefficient, anti-blight index exhibited certain difference. The interactive variation of site \times clone is extremely remarkable. The observed clones can be categorized into 3 types as "general adaptive", "high yielding" and "low yielding". The volume increment, timber density, stem straightness coefficient, form shape coefficient and anti-blight index and repeatability are estimated as 0.580, 0.536, 0.390, 0.411 and 0.500 respectively. The economical trait weight is 0.35, 0.25, 0.10, 0.10 and 0.20 respectively. A multi-functional clonal selective index is developed, the breeding gain of the clones which exhibits 15% more than that of CK can be selected as excellent clones. Respectively 8, 7 and 6 excellent clones are selected for the 3 sites mentioned above and the average comprehensive gain is 23.9%, 24.9% and 21.0% respectively. In respect to clones No. 37, 351, 9832 and 1012 which are commonly selected as excellent clones, the average comprehensive gain can be as high as 25.1%. The clones selected are all of male sex, the greening effect can be enhanced greatly.

Key words clone heredity stability adaptability index selection

Gu Wanchun, Professor (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Sun Cuiling (The Institute of Forest Ecology and Environment, CAF); Gui Fu, Mu Luqin, Yu Zhimin (Beijing Bureau of Forestry); Zhang Jihua (Beijing Forestry and Fruit Institute).