

油松优良家系多性状选择方法研究^{*}

刘永红¹, 杨培华¹, 樊军锋¹, 韩创举¹, 庾西敏², 李安平²

(1 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100;

2 陕西洛南县 古城林场, 陕西 洛南 726100)

[摘 要] 以20年生油松子代测定林为研究对象, 对生长量、结实量和干形等性状指标进行了遗传主成分分析、遗传距离聚类分析、指数选择法分析及育种值综合评分法分析, 比较了4种选择方法的特点。结果表明, 利用遗传主成分分析可以综合评价油松家系遗传性状的优劣, 为优良家系选择提供参考; 遗传距离聚类分析可将主成分值上具有相似特征的家系进行归类, 根据选育目标选择相关类群; 育种值综合评分法, 能够反映家系的遗传本质差别, 选择方法简单、直观; 指数选择法选择效率高, 被认为是评价多性状优良家系较理想的方法。将4种方法有机结合, 能更全面地评价优良家系的综合表现, 为优良家系的多性状选择提供科学依据。

[关键词] 油松; 子代测定; 多性状选择; 选择方法; 选拉指数

[中图分类号] S791.254

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)12-0115-06

在林木遗传改良过程中, 对于育种材料的选择, 特别是高世代育种材料的选择, 要从生长、材性、抗性等多方面考虑。而选择方法应用的合理与否, 直接影响到选择的结果。对油松优良家系的选择, 过去多采用单性状选择方法, 而对多性状综合选择研究较少^[1-3]。张华新等^[4]、李悦等^[5]采用选择指数法对油松种子园无性系进行了多性状选择研究; 吕志华等^[6]利用聚类分析法对油松种子园无性系及优良家系进行过多性状综合评价。本研究采用主成分遗传分析法、遗传聚类分析法、选择指数法和育种值综合评分法对油松优良家系进行了选择, 并对4种方法进行比较, 以探讨油松多性状综合选择方法的特点, 为更合理地选择优良家系材料提供科学的技术方法。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料来自陕西洛南古城林场油松优树半同胞子代测定林(20年生)。试验林建于1986年, 包括20个家系, 每个家系按4株小区定植, 6次重复, 种子为陕西蓝田、宁陕、铜川和洛南等地天然林分中树上的自由授粉种子。2005年秋对测定林进行树高、胸径、结实量和干形等指标调查, 并按LY208-77标

准 $V = 0.000\ 066\ 492\ 455 \cdot D^{1.865\ 561\ 7} \cdot H^{0.937\ 688\ 79}$ 计算材积, 其中 D 为胸径(cm); H 为树高(m)。

1.2 统计分析方法

各家系性状方差分析采用线性固定模型:

$$Y_{ij} = u + B_i + F_j + E_{ij}$$

式中, Y_{ij} 为第 i 个重复第 j 个家系的观测值; u 为总体平均值; B_i 为重复效应值; F_j 为家系效应值; E_{ij} 为环境误差。

家系遗传力采用如下公式^[7]计算:

$$H^2 = (V_1 - V_2) / V_1$$

式中, H^2 为家系遗传力; V_1 为家系间方差; V_2 为家系内方差。

遗传主成分分析采用Jacobi法计算遗传相关矩阵的特征根和特征向量, 并求出累计贡献率在80%以上的主成分值。根据主成分值, 计算主成分遗传距离, 根据家系间遗传距离的大小进行聚类分析^[8]。

第 i 个家系和第 j 个家系之间主成分遗传距离(D_{ij}^2)计算公式如下:

$$D_{ij}^2 = \sum_{k=1}^n (g_{ik} - g_{jk})^2$$

式中, g_{ik} 和 g_{jk} 分别为第 i 个家系和第 j 个家系的第 k 个主成分向量。

利用(Smith-Hazel)综合选择指数^[9]进行优良

^{*} [收稿日期] 2005-12-12

[基金项目] 国家林业局重点项目(2003-023-L-23)

[作者简介] 刘永红(1970-), 男, 陕西扶风人, 助理研究员, 主要从事林木遗传育种研究。

[通讯作者] 樊军锋(1962-), 男, 陕西扶风人, 副研究员, 硕士生导师, 主要从事林木遗传改良研究。

家系评选,各性状的经济权重(w)采用等权法^[10]估算,指数估计准确度(r_I)、指数遗传力(H^2_I)、指数的期望遗传进展(ΔI)和各性状的期望遗传进展(ΔA)计算公式^[11]如下:

$$r_I = \sqrt{\frac{bAw}{AwAw}}; H^2_I = \frac{bAb}{bpb};$$

$$\Delta I = i \cdot \sqrt{bpb}; \Delta A = i \cdot \frac{bA}{\sqrt{bAw}}$$

式中, b 为选择性状的指数系数向量, A 为遗传协方差阵, w 为经济权重向量, b 为选择性状的指数系数, P 为性状间的表型协方差阵, i 为选择强度。

个体单性状育种值采用表型观测值估算,个体育种值(C)计算公式^[12]如下:

$$C = \bar{Y} + H^2(Y - \bar{Y})$$

表1 油松优良家系各性状方差分析结果与遗传参数

Table 1 Variance analysis and genetic parameters of characteristics of superior families of *P. tabulaeformis*

性状 Character	树高 Height	胸径 DBH	材积 Volume	结实量 Cone quantity	干形 Trunk shape
均方差 Variance	1.103	5.270	0.0004	0.314	0.114
F 值 F value	2.458**	4.451**	4.357**	1.802*	1.737*
方差分量/% Variance component	18.75	36.62	36.00	8.64	10.38
遗传变异系数/% Genetic variation coefficients	4.556	7.175	17.945	10.067	5.187
家系遗传力/% Family heritability	19.5	36.5	35.9	11.8	10.9

注: ** 表示 $P < 0.01$ 差异极显著; * 表示 $P < 0.05$ 差异显著。

Note: ** express $P < 0.01$ extremely significant difference; * express $P < 0.05$ significant difference

2.2 油松优良家系的遗传主成分分析法选择结果

表1表明,5个性状在油松优良家系间的差异显著。对油松优良家系的树高、胸径等5个性状的基因型相关矩阵进行主分量分析,求其特征根和特征向量。从表2累积贡献率可以看出,第1主成分贡献率达到76.7%,前2个主成分的累积贡献率已经达到97.4%,所以仅取前2个主成分即可。分别用 Y_1 和 Y_2 表示主成分值,前2个主成分的表达式为: $Y_1 = 0.498X_1 + 0.512X_2 + 0.514X_3 + 0.475X_4 - 0.01X_5$,

式中, $\bar{Y}$ 为性状群体总平均值, Y 为个体性状表型值, H^2 为家系遗传力。

2 结果与分析

2.1 油松优良家系性状间的遗传变异

对20个油松优良家系5个性状的方差分析结果(表1)表明,树高、胸径和材积差异极显著,结实量和干形差异显著;树高、胸径和材积的方差分量和家系遗传力均较大,表明生长性状受遗传因素控制较强,通过家系选择可获得良好效果。遗传变异系数反映性状在群体中遗传变异幅度,本研究中材积和结实量的遗传变异系数最大,树高和干形的遗传变异系数较小。

$Y_2 = 0.164X_1 - 0.07X_2 - 0.04X_3 - 0.032X_4 + 0.983X_5$, 式中, $X_1 \sim X_5$ 分别为树高、胸径、材积、结实量和干形。从第1主成分来看, X_1, X_2, X_3 和 X_4 的系数比较大,为生长结实因子,第1主成分较大时,生长量较大,结实也好;第2主成分 X_5 系数较大,说明第2主成分较大时家系干形较好。这表明在进行良种选育时,如果选育目标只强调生长和结实,根据第1主成分进行选择,若对干形有要求时,则根据前2个主成分进行综合选择。

表2 油松优良家系基因型相关矩阵的特征根及特征向量

Table 2 Characteristic root of genetically correlated matrix and characteristic vector of superior families of *P. tabulaeformis*

序号 No.	特征根 Characteristic root	累积贡献率/% Accumulate contributing ratio	性状 Character	特征向量 Characteristic vector		
1	3.836	76.7	树高 Height	0.498	0.164	-0.511
2	1.035	97.4	胸径 DBH	0.512	-0.070	-0.242
3	0.208	98.4	材积 Volume	0.514	-0.040	-0.019
4	-0.008	99.9	结实量 Cone quantity	0.475	-0.032	0.819
5	-0.071	100.0	干形 Trunk shape	-0.010	0.983	0.095

根据前2个主成分向量计算各家系主成分值,结果见表3。由表3可知, Y_1 值排列在前6位的家系

分别是1(83-307), 3(30114), 4(30109), 5(8201), 6(L-M SL)和8(N-S-08)号; Y_2 值排列前6位的分别

是 3 (30114), 4 (30109), 5 (8201), 12 (NS-10), 16(LT-01) 和 19(TC-25) 号, 综合比较可以看出, 30114, 30109 和 8201 号是生长、结实和干形均较好的家系, 而 83-307, LMSL 和 NS-08 号为较速生家系, NS-10, LT-01 和 TC-25 号为干形较好的家系。

表 3 20 个油松优良家系的主成分值和选择指数值

Table 3 Principal component values and selection index values of 20 superior families of <i>P. tabulaeformis</i>											
家系 Family		主成分值 Principal component values		选择指数值及排列顺序 Selection index value and order							
				<i>I</i> ₁		<i>I</i> ₂		<i>I</i> ₃		<i>I</i> ₄	
编号 No.	家系名称 Name	<i>Y</i> ₁	<i>Y</i> ₂	指数值 Index value	排序 Order	指数值 Index value	排序 Order	指数值 Index value	排序 Order	指数值 Index value	排序 Order
1	83-307	15 223	18 677	12 585	2	10 559	1	9 723	2	6 020	2
2	8404	12 420	20 339	10 259	13	8 830	14	8 105	14	4 977	13
3	30114	14 002	22 273	11 571	4	9 651	5	9 001	4	5 526	5
4	30109	15 225	22 347	12 764	1	10 516	2	9 847	1	6 128	1
5	8201	13 670	21 817	11 352	6	9 543	6	8 872	6	5 454	6
6	LMSL	13 645	18 749	11 386	5	9 757	4	8 936	5	5 534	4
7	30415	12 900	21 466	10 630	11	9 018	11	8 343	11	5 085	11
8	NS-08	14 163	18 248	11 764	3	10 042	3	9 194	3	5 677	3
9	TC-01	12 897	20 486	10 812	9	9 260	8	8 529	9	5 276	8
10	TC-23	12 188	19 503	10 036	16	8 716	16	7 955	16	4 847	16
11	NS-04	13 341	20 789	11 084	7	9 413	7	8 696	7	5 338	7
12	NS-10	13 535	23 041	11 059	8	9 229	9	8 625	8	5 190	9
13	30 412	11 660	19 893	9 692	19	8 464	17	7 723	18	4 720	18
14	TC-14	11 311	21 181	9 455	20	8 205	20	7 529	20	4 607	20
15	TC-18	12 35	20 834	10 367	12	8 915	13	8 207	12	5 050	12
16	LT-01	13 046	23 357	10 808	10	9 056	10	8 467	10	5 137	10
17	30413	11 754	20 350	9 701	18	8 428	19	7 711	19	4 669	19
18	30110	12 292	20 570	10 142	15	8 737	15	8 025	15	4 862	15
19	TC-25	11 846	21 537	9 815	17	8 450	18	7 788	17	4 723	17
20	TC-24	12 355	18 032	10 256	14	8 996	12	8 158	13	4 968	14

2.3 油松优良家系遗传距离聚类分析法选择结果

根据第 1 主成分和前 2 个主成分值对 20 个油松优良家系分别聚类, 结果见表 4。根据第 1 主成分遗传聚类分析结果, 将所有家系分为 3 类。由表 4 可以看出, 类群 I 的 *Y*₁ 主成分最大, 其中的 4 个家系为生长结实较好的家系, 宜作为选择育种材料; 类群 II 和

III 中的家系次之。根据前 2 个主成分的聚类分析结果可知, 类群 i 中各家系的第 1 (*Y*₁) 和第 2 (*Y*₂) 主成分的平均值均最大, 表明其各方面综合表现较好; 类群 ii 第 1 主成分最小, 表明其中的家系生长、结实较差; 类群 iii 第 2 主成分最小, 表明其中的家系干形表现最差。

表 4 油松优良家系各类群的主成分平均值

Table 4 Mean value of the principal component of each cluster of superior families of <i>P. tabulaeformis</i>						
第1主成分 The first principal component			前2个主成分 The first two principal components			
类群 Cluster	家系号 No. of family	Y ₁ 平均值 Mean value of Y ₁	类群 Cluster	家系 Families	Y ₁ 平均值 Mean value of Y ₁	Y ₂ 平均值 Mean value of Y ₂
I	1, 4, 3, 8	14.65	i	3, 5, 4, 12, 16	13.95	22.57
II	5, 6, 12, 11, 7, 9, 16	13.27	ii	2, 18, 15, 7, 9, 11, 10, 13, 17, 14, 19	12.27	20.64
III	2, 15, 20, 18, 10, 13, 17, 19, 14	12.02	iii	1, 6, 8, 20	13.85	18.42

2.4 油松优良家系数值选择分析法选择结果

利用树高、胸径、材积、结实和干形等 5 个性状的配合选择指数, 按等权法计算经济权重。5 个性状的经济权重分别为 1.339, 0.732, 80.251, 2.251 和

3.692。若按 20% 的入选率, 选择强度为 1.4, 则各家系不同性状配合的指数方程、指数遗传进展、指数遗传力、指数准确度和指数选择效率计算结果见表 5。

表5 油松优良家系不同性状配合的选择指数

Table 5 Selection indices of different characteristics' combinations of superior families of *P. tabulaeformis*

性状配合 Characteristic combination	指数方程式 Index equation	指数遗传 进展 Genetic progress	指数 遗传力 Index heredity	指数 准确度 Index accuracy	指数 选择效率 Index efficiency
X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	$I_1 = 0.304X_1 + 0.485X_2 + 0.23899X_3 + 0.153X_4 + 0.147X_5$	1.776	0.4237	0.6408	18.05
X_1, X_2, X_4, X_5	$I_2 = 0.290X_1 + 0.452X_2 + 0.783X_4 + 0.263X_5$	1.221	0.4134	0.6256	17.15
X_1, X_2, X_4	$I_3 = 0.235X_1 + 0.485X_2 + 0.784X_4$	1.240	0.4248	0.6527	18.75
X_2, X_4	$I_4 = 0.382X_2 + 0.530X_4$	0.840	0.4213	0.6474	17.66

从表5可以看出,不同性状配合的指数方程中, I_1 方程配合指数的遗传进展最大, I_3 方程配合指数中指数遗传力、指数估计准确度和指数选择效率均最高,而遗传进展略低于指数 I_1 方程。从表3各家系在指数方程中的指数值可以看出, I_1 方程各家系指数得分值与 I_3 方程各家系指数得分值排列前6位的

相同,分别为30109, 83-307, NS-08, 30114, LMSL和8201。而从表6不同指数方程中各性状的期望遗传进展可以看出, I_3 方程树高和胸径的遗传进展均比其他方程的大,并且方程性状数较少,因此作为选择指数方程较为合适。

表6 指数方程中油松优良家系各性状期望遗传进展

Table 6 Expected genetic progress on the traits of all selection indices of superior families of *P. tabulaeformis*

编号 No.	树高 Height	胸径 DBH	材积 Volume	结实量 Cone quantity	干形 Trunk shape
I_1	0.2962	0.7501	0.0068	0.1299	-0.0030
I_2	0.2957	0.7410		0.1266	-0.0007
I_3	0.2978	0.7527		0.1287	
I_4		0.7469		0.1300	

2.5 油松优良家系性状育种值综合评分法选择结果

利用各性状的方差剖分估算家系遗传力,推算各家系不同性状的育种值,然后按照育种值大小分别排序,每性状排列第1位赋予20分,第2位赋予19

分,依此类推,最后一位1分,然后将每一家系各性状得分值加起来排序,各性状得分排列见表7。由表7可知,总计得分排序前6位的家系为:30109, 30114, 83-307, 8201, NS-10和NS-08,这些家系为各性状综合表现较好的家系。

表7 油松优良家系5项指标得分排序

Table 7 Ranking of the five indices of each family of *P. tabulaeformis*

家系号 No. of families	树高 Height		胸径 DBH		材积 Volume		结实量 Cone quantity		干形 Trunk shape		总计得分 Total ranking	排序 Order
	育种值 Breeding value	得分 Ranking	育种值 Breeding value	得分 Ranking	育种值 Breeding value	得分 Ranking	育种值 Breeding value	得分 Ranking	育种值 Breeding value	得分 Ranking		
30109	7.633	19	13.120	20	0.0559	20	1.635	17	1.794	18	94	1
30114	7.415	15	11.843	15	0.0450	16	1.657	18	1.790	17	81	2
83-307	7.626	18	12.758	19	0.0542	19	1.694	20	1.649	3	79	3
8201	7.364	14	11.861	16	0.0443	14	1.588	16	1.773	16	76	4
NS-10	7.661	20	11.608	11	0.0445	15	1.471	9	1.808	19	74	5
NS-08	7.483	17	12.404	18	0.0494	18	1.551	13	1.631	2	68	6
LT-01	7.464	16	11.636	13	0.0435	12	1.416	5	1.826	20	66	7
LMSL	7.285	11	12.083	17	0.0456	17	1.564	15	1.655	4	64	8
NS-04	7.328	13	11.775	14	0.0436	13	1.527	10	1.732	11	61	9
30415	7.230	9	11.180	8	0.0395	8	1.560	14	1.758	14	53	10
TC-01	7.099	8	11.619	12	0.0408	10	1.539	12	1.726	10	52	11
TC-18	7.076	6	11.414	9	0.0396	9	1.434	6	1.737	12	42	12
8404	6.912	3	10.709	4	0.0340	3	1.664	19	1.723	9	38	13
TC-25	7.085	7	10.808	6	0.0357	6	1.410	3	1.761	15	37	14
30110	7.236	10	11.091	7	0.0385	7	1.410	3	1.719	8	35	15
TC-24	7.287	12	11.515	10	0.0411	11	1.323	1	1.619	1	35	16
TC-23	7.030	4	10.754	5	0.0351	4	1.536	11	1.684	5	29	17
TC-14	6.781	1	10.485	1	0.0326	1	1.446	7	1.755	13	23	18
30413	7.064	5	10.699	3	0.0351	5	1.410	3	1.714	7	23	19
30412	6.896	2	10.668	2	0.0337	2	1.465	8	1.702	6	20	20

3 结论与讨论

从以上选择结果可以看出, 采用不同的选择方法, 选择出的优良家系大体相似但并不完全相同, 4种方法各有利弊。

主成分遗传分析法是以遗传相关阵为基础, 将许多具有一定相关性的家系数量性状以相互无关的主成分来表达, 主成分是家系综合指标的反映, 依主成分值可评价各个家系综合性状的优劣。这种方法的特点, 是把对多性状的选择转化为对主成分的选择, 减少了变量的数目又抓住了主要矛盾, 有利于家系选择。

遗传距离聚类分析方法是根据遗传主成分的大小, 选定所要考虑的有关性状及对应的主成分数据, 以确定家系之间的相似程度, 并通过主成分遗传距离大小将家系分为不同的类别。可根据选育目标的不同来选择所需的类别。

育种值综合评选法与观测值的简单对比法相比, 是从家系遗传本质上分析家系间育种值的差别, 所以比表型选择的结果更可靠。根据选育目标的不同, 各性状的重要性应该是不同的, 但育种值综合评

分法却给各性状以均等的重要性, 虽然方法简单、直观, 但结果可能会有偏差。

选择指数法是根据选育目标将所要选择的家系性状按其相对重要性、遗传力、经济价值和相互之间的遗传相关关系进行适当加权, 由此合并成一个总的指数, 然后再把其与各性状都有关系的指数作为单项指标进行选择, 简化了选择方法, 而且选择效率较高。Hazel 和 Lush (1942 年) 已经从理论上证明了指数选择效率 > 性状独立选择效率 > 逐项选择效率, 而且当这些性状彼此相关、而经济价值和变异性不同时, 这个结论可推广到更普遍的情况^[13]。所以, 指数选择方法被认为是评价多性状家系较为理想的方法。

从选择的结果来看, 30114, 30109 和 8201 号家系是几种方法共同选出的优良家系, 是真正综合表现良好的家系。而用不同选择方法选择的家系, 应再根据确定的选育目标, 以及不同选择方法的特点进行酌情选择。主成分分析法、聚类分析法、育种值综合评分法和指数选择法 4 种方法的有机结合, 可以更加全面地评价优良家系的综合表现, 选择出生长和结实兼优的育种材料。

[参考文献]

- [1] 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
- [2] 杨培华, 王亚峰, 郭俊荣, 等. 油松优良家系及单株选择研究[J]. 西北林学院学报, 1996, 11(1): 70-74
- [3] 李 军, 李 悦, 李国锋, 等. 油松优树子代遗传变异与选择的初步研究[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(3): 19-24
- [4] 张华新, 江国奎, 何玉方, 等. 油松种子园无性系球果性状选择指数的研究[J]. 东北林业大学学报, 1995, 23(4): 33-41
- [5] 李 悦, 续九如, 郑怀兵, 等. 油松无性系生长和主枝特性相关分析和选择[J]. 内蒙古林学院学报: 自然科学版, 1995, 17(1): 1-7
- [6] 吕志华, 王生军, 樊程远, 等. 油松种子园无性系再选择及优良家系的评价[J]. 内蒙古农业大学学报, 2004, 25(4): 62-66
- [7] 沈熙环. 林木育种学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993
- [8] 郭仲平. 数量遗传分析[M]. 北京: 北京师范学院出版社, 1985
- [9] Cotterill P P, Dean C A. Successful tree breeding with index selection[M]. Melbourne: Print Advisory Service, 1990
- [10] Cotterill P P, Fackson N. On index selection I: Methods of determining economic weight[J]. Silvae Genetica, 1985, 34(2/3): 56-63
- [11] 盛志廉, 陈瑶生. 数量遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 1999
- [12] 毛盛贤, 黄远璋. 群体遗传及其程序设计[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1991
- [13] Bulmer M G. 数量遗传学数学理论[M]. 兰 斌, 袁志发, 译. 北京: 农业出版社, 1991

Multi-characteristic selection methods of superior families of *Pinus tabulaeformis* Carr.

LIU Yong-hong¹, YANG Pei-hua¹, FAN Jun-feng¹, HAN Chuang-ju¹, YU Xin-min², LI An-ping²

(1 College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Forestry Farm of Gucheng, Luonan, Shaanxi 726100, China)

Abstract: The methods of multi-characteristic selection were studied with the data of progeny test forest of *P. tabulaeformis* Carr. which had been growing for 20 years. The characteristics of growth, quantity

of cone and trunk shape were analyzed with the methods of principal component analysis (PCA), cluster analysis of genetic distance, index selection and comparison of integrated characteristics of breeding value based on ranking (CICR) selection of the superior families through comparison of the methods mentioned above. The results of study show that the PCA can evaluate genetic characteristics of families of *P. tabulaeformis*, and offer the opportunity to select the superior families; the cluster analysis can group the family materials into different categories according to their own principal component values, and then the similar families are clustered together. The correlated groups will be selected according to the breeding goal; The CICR can reflect the differences of genetic essentials among families and it is a much simpler and direct method; the index selection method is a relatively ideal method to evaluate superior families with multi-characteristics, because the selection efficiency is better than that of other methods. The synthetic representation of families can be evaluated and the superior families be selected accurately when the four methods are applied together.

Key words: *Pinus tabulaeformis* Carr.; progeny test; multi-characteristic selection; selection method; selection index

(上接第114页)

Abstract ID: 1671-9387(2006)12-0110-EA

Studies on adventitious buds induction *in vitro* leaf of *Populus hopeiensis* Hu et Chow and *Populus alba* L. var. *pyramidalis*

JIA Xiao-ming, FAN Jun-feng, WANG Juan-juan

(College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Studies on adventitious buds induction *in vitro* leaf of *Populus hopeiensis* Hu et Chow and *P. alba* L. var. *pyramidalis* were carried out. The systematic experiment showed that $1/2 MS + 0.25 \text{ mg/L } 6\text{-BA} + 0.01 \text{ mg/L TDZ} + 0.25 \text{ mg/L IAA}$ was the optimal system to induce adventitious buds of *Populus hopeiensis* Hu et Chow and *P. alba* L. var. *pyramidalis* *in vitro* leaves. In this medium, 70% leaves of *P. hopeiensis* Hu et Chow and 50% leaves of *P. alba* L. var. *pyramidalis* produced adventitious buds and the average numbers of each were 6.48 and 5.32 respectively. The study also showed that only 6-BA had no influence on the induction of adventitious buds. NAA had a little effect on the formation of adventitious buds. The means of cutting leaves had remarkable effect on the formation of adventitious buds, and the numbers of adventitious buds describing the leaves' middle ventrations were three times more than disposing the leaves' edge. Illumination would influence the time of leaves to induce adventitious buds but had no effect on the differentiation rate and average numbers of the adventitious buds. The adventitious buds were induced 15 days earlier with 3-5 days' dark culture and then 16 hours' illumination per day than with 16 hours' illumination per day.

Key words: *Populus hopeiensis* Hu et Chow; *P. alba* L. var. *pyramidalis*; leaf regeneration; tissue culture