

文章编号: 100F 1498(2002) 0F 0076 07

美洲黑杨与不同种源青杨杂种苗叶片和生长性状多水平变异研究*

李金花¹, 张绮纹¹, 苏晓华¹, 高建设², 卢宝明³

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2. 西北农林科技大学林业科学研究所, 陕西 咸阳 710021;

3. 北京市林木种子管理总站, 北京 100011)

摘要: 利用美洲黑杨 50 号为母本和青杨 5 个种源(各 10 个单株)为父本杂交, 获得杂种 F_1 代无性系, 对此多水平杂交育种体系叶片和生长遗传变异进行了研究。结果表明, 父本青杨种源间及种源内单株间均达到极显著差异, F_1 代无性系的种源间、种源内家系间和家系内无性系间存在不同差异。杂种 F_1 代无性系扦插苗父本种源不同的杂交组合间和组合内家系间成活率差异不显著, 1、2、3 年生苗的生长性状在不同层次变异水平上差异显著或极显著, 表明父本青杨种源间和种源内变异对 F_1 代生长有显著影响, F_1 代无性系存在丰富的遗传变异, 具有选择潜力。杂种 F_1 代叶片形态与苗期生长性状间未发现有较大相关性。

关键词: 青杨; 美洲黑杨; 多水平变异; F_1 杂种; 叶片性状; 生长

中图分类号: S718.46

文献标识码: A

林木种内遗传变异是广泛、多水平的, 即产地间的、群体间的、个体间的和个体内的等^[1], 不同性状在不同水平上的变异程度不同^[2]。随着育种技术水平的提高, 人们逐渐认识到应把这几种水平的变异应用于杂交育种, 而利用杂交育种手段创造新品种成败的关键之一是正确选择交配亲本。目前, 世界上有些国家的杨树杂交育种工作的程序模式已从传统的“杂交—选择”向“选择—杂交—选择”转变, 即把亲本选择放在优先地位来考虑, 把种源和个体变异研究作为亲本选择的基础, 把亲本性状的选作作为提高育种效率的基础, 以增加杂交的预见性^[2,3]。国内尚处于传统杂交育种阶段, 在亲本选择时很少考虑种源间与种源内个体间遗传差异, 从而极大地限制了杂交育种效率的提高^[1]。从 1992 年开始, 以美洲黑杨 50 号(*Populus deltoides* Marsh. '55/65')为母本, 青杨(*P. cathayana* Rehd.)的 5 个不同种源(各 10 个单株)为父本, 进行了多水平杂交育种体系研究。本文以多水平育种体系的亲本和杂种 F_1 代为材料, 对亲子代叶片和杂种 F_1 代苗期生长的种间、种内种源间、种源内单株(或家系)间等多水平遗传变异进行研究, 以探索父本青杨种源间及种源内变异对 F_1 代的影响, 为育种中对各层次变异的利用提供依据, 对今后的杨树改良具有指导意义。

收稿日期: 2000-01-17

基金项目: 国家“九五”科技攻关“杨树纸浆材用材林树种良种选育及培育技术研究”专题

作者简介: 李金花(1970), 女, 新疆石河子人, 助研, 林木遗传育种学硕士。

* 参加人员还有中国林科院的徐红和关世英、北京市林木种子管理总站的李华和姜英淑等。

1 材料与方法

1.1 美洲黑杨和 5 个种源青杨的杂交

1981 年将母本美洲黑杨 50 号从南斯拉夫引入我国, 该无性系枝叶茂盛, 树干通直圆满, 树皮粗糙, 叶片很大^[4]。用于杂交的花枝采自河南省武陟县(36°14' N, 113°15' E) 北郭乡小司马村的国外杨引种试验林。父本青杨来自青杨的主要天然分布区, 其自然条件和地理位置见表 1, 每个种源各随机选出 10 个单株。1992 年于北京中国林科院(河北省青龙县和山西省五台县 2 个种源) 和陕西林科所(陕西省 3 个种源) 进行了美洲黑杨与青杨的有性杂交^[5]。

表 1 青杨各种源地理位置和气候条件

种 源	N°	E°	海拔/ m	年均气温/ °C	年降水量/mm
河北省青龙县	40. 40	118. 97	335	8. 80	735. 00
山西省五台县	39. 03	113. 53	1 400	6. 10	913. 30
陕西省长安县	34. 16	108. 88	1 345	12. 00	834. 24
陕西省周至县	34. 18	108. 22	1 505	12. 30	870. 00
陕西省洛南县	34. 09	110. 14	1 100	14. 00	912. 00

1.2 田间试验设计

在陕西和北京将 F₁ 杂种播种育苗, 利用实生苗扦插无性系化后建立试验林。1997 年在两地试验林中, 以各无性系生长为主要依据, 结合冠型、抗性等指标, 从每个杂交的家系中选择 10 个优良无性系, 于 1998 年春季在北京市黄垆苗圃建立 F₁ 杂种无性系对比试验林 15 hm², 共计 5 个种源的 26 个家系、125 个无性系, 完全随机区组试验设计, 5 次重复, 单株小区, 株行距 3 m × 4 m。

1.3 性状测定和统计分析

1998 年 9 月采集亲子代叶片, 每株选取枝条顶端起第 6 个至第 10 个叶片中的一片(重复 5 次), 测定叶长、叶宽、叶柄长、叶片主脉与第 2 个侧脉之间的夹角、叶片基部形状, 计算叶长宽比、叶柄长与主脉长比^[6]。1998 年 5 月测定 F₁ 代无性系扦插苗定植后(1 年生) 的成活率和生长量(树高和胸径), 于 1998 年 12 月和 1999 年 12 月测定 2 年生和 3 年生长量。

F₁ 代无性系扦插成活率的变异范围为 0—1.0, 不遵从正态分布, 故对其原始数据按公式 $Y = \arcsin \sqrt{X}$ 作统计变换^[7], 其中 X 为成活率(0—1.0), Y 为变换后的角度值。应用 SAS 6. 2 版软件和 Excel 97 软件对观测数据和成活率变化后的数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 美洲黑杨与 5 个种源青杨的可配性

以美洲黑杨作母本, 青杨派乡土树种作父本, 杂交可配性强^[5]。本研究中美洲黑杨与青杨 5 个种源(各 10 个单株) 杂交组合所得子代实生苗的数量存在一定差异, 50 个杂交组合中 34 个获得了实生苗, 各种源的组合数见表 2。杂交结果表明, 以不同种源青杨为父本, 由于种源地理位置及环境的影响, 与美洲黑杨为同一母本进行杂交, 其杂交的可配性表现出明显的差异。其中陕西洛南种源(位于青杨分布区中部) 与美洲黑杨的杂交可配性最高, 河北青龙种源(位于青杨分布区东部) 与美洲黑杨的杂交可配性最差。

2.2 亲本叶片性状多水平变异

2.2.1 母本美洲黑杨与父本青杨的种间变异 美洲黑杨和青杨为杨树两个不同派的种,存在较大种间变异。美洲黑杨的生长速度比青杨快,开芽期和封顶期较青杨晚。在叶片性状上,美洲黑杨叶大、三角形、叶柄长,叶长、叶宽和叶片主脉与第2侧脉夹角都明显比青杨大,且叶基形状为心形;而青杨的叶小,卵状披针形,叶柄短,叶基形状为窄楔形、圆楔形和波状心形(表2)。

表2 母本美洲黑杨与父本各种源青杨叶片性状

亲本种源	杂交子代组合数量/个	叶长/cm	叶宽/cm	叶长宽比	叶柄长/cm	叶柄长与主脉长之比	主脉与第2侧脉的夹角/(°)	叶基形状	
美洲黑杨		18.8	18.8	1.00	12.0	0.64	80-89	心形	
青杨	河北青龙	3	9.7	8.4	1.16	6.7	0.69	45	波状心形
	山西五台	6	10.0	5.7	1.70	2.3	0.23	37	圆楔形
	陕西洛南	10	7.3	3.6	2.02	2.1	0.29	36	窄楔形、宽楔形、圆楔形
	陕西长安	7	7.1	3.6	2.02	2.0	0.27	34	窄楔形、宽楔形
	陕西周至	8	6.1	3.5	1.79	2.5	0.40	40	窄楔形、宽楔形

2.2.2 父本青杨种内种源间和种源内单株间变异 王建园^[7]对25个种源青杨进行了苗期种源变异研究,发现不同种源的青杨在叶片性状与木材性质方面存在显著的差异。本研究发现,由于父本青杨种源自然条件和地理位置的不同(表1),其种源间和种源内单株间7个叶片性状均存在不同程度的差异(表2)。青龙种源的叶宽、叶柄长和叶柄长与主脉长之比大于五台、洛南和长安3个种源,但叶长宽比小于这3个种源。从叶基形状来看,种源内单株间差异较小,种源间差异较大,大致可分为3种类型:青龙的叶基形状为波状心形,五台的为圆楔形,洛南、长安和周至的基本相似,为窄楔形,少数个体为宽楔形或圆楔形。方差分析结果(表3)表明,其他6个叶片性状在种源间和种源内单株间差异均达到了极显著水平。

表3 父本青杨叶片性状方差分析结果

性状	变异来源	自由度	方差和	均方	F值
叶长	种源	4	195.812 2	48.953 0	89.42 ^{***}
	种源内单株间	31	86.109 9	2.777 7	5.07 ^{***}
叶宽	种源	4	104.715 3	26.178 8	151.32 ^{***}
	种源内单株间	31	46.08	1.490 0	8.59 ^{***}
叶长宽比	种源	4	3.097 5	0.774 3	20.98 ^{***}
	种源内单株间	31	3.044 4	0.098 2	2.66 ^{***}
叶柄长	种源	4	46.323 2	11.580 8	63.18 ^{***}
	种源内单株间	31	45.338 6	1.462 5	7.98 ^{***}
叶柄长/主脉长	种源	4	0.862 4	0.215 6	72.07 ^{***}
	种源内单株间	31	0.569 5	0.018 4	6.14 ^{***}
主脉长与第2侧脉长之比	种源	4	1 527.531 9	376.883 0	16.37 ^{***}
	种源内单株间	31	2 175.797 9	70.187 0	3.10 ^{***}

注:***, $\alpha = 0.001$

2.3 杂种F₁代叶片性状多水平变异

F₁代无性系7个叶片性状均存在一定的差异(表4)。综合比较亲子代叶片性状差异(表2、

表 4), 可以推测杂种 F_1 代叶片性状受母本美洲黑杨的影响较大。例如, 母本叶长和叶宽值比父本大, 杂种 F_1 代均大于父本; 母本叶基形状为心形, 父本大多为窄楔形、圆楔形等, 杂种 F_1 代叶基形状多为截形、微心形或心形; 母本叶片的主脉与第 2 侧脉夹角为 $80 \sim 89^\circ$, 父本多为 $30 \sim 58^\circ$, 而杂种 F_1 大多为 $50 \sim 70^\circ$, 表现出受母本的影响较大。此外, 父本青杨种源内不同单株的叶基形状基本一致, 但杂种 F_1 代表现出很大的变异, 例如陕西洛南种源的杂种 F_1 代 8 个家系的叶基形状多为截形、波状心形、微心形、心形等。苏晓华^[8] 的杂交效应研究证明, 同一种源不同个体的大青杨和甜杨的杂交效应差异明显, 主要表现在杂交的亲和对子代的影响上。

表 4 不同组合家系的杂种 F_1 代叶片性状均值

种 源	家系编号	叶长/ cm	叶宽/ cm	叶长宽比	叶柄长/ cm	叶柄长/ 主脉长	主脉与第 2 侧脉夹角/ ($^\circ$)	叶基形状
河北	[10+]	15.6	13.1	120	7.2	47	64	心形
青龙	[6+]	13.6	11.7	117	6.1	45	56	微心形
山西 五台	[3]	13.9	15.1	112	8.4	59	56	截形
	[5]	14.8	12.6	118	7.2	49	56	波状心形
	[6]	16.3	14.6	113	6.2	39	66	心形
	[8]	14.2	11.6	123	5.8	41	57	微心形
	[9]	14.8	12.7	118	5.8	40	60	微心形
陕西 周至	50* 3- 10	14.9	11.8	126	7.3	49	55	微心形
	50* 3- 11	12.9	11.9	109	7.1	55	60	心形
	50* 3- 12	12.9	10.9	119	6.7	52	54	微心形
	50* 3- 14	11.6	10.1	115	6.3	54	58	波状心形
	50* 3- 16	12.6	11.1	114	7.0	55	57	微心形
	50* 3- 3	12.8	11.9	108	5.2	40	59	波状心形
	50* 3- 9	12.9	11.5	111	7.3	57	50	微心形
	50* 4- 10	12.1	11.6	104	5.5	45	60	心形
陕西 洛南	50* 4- 2	12.9	11.0	120	5.7	45	55	波状心形
	50* 4- 3	12.5	9.6	131	6.2	50	48	截形
	50* 4- 4	13.8	10.4	132	6.0	44	57	截形
	50* 4- 5	13.1	11.5	115	5.9	45	51	波状心形
	50* 4- 6	15.1	12.4	122	8.0	53	57	心形
	50* 4- 8	13.9	11.2	125	6.8	49	55	圆楔形
	50* 4- 9	14.9	9.5	156	6.8	46	49	圆楔形
陕西 长安	92- 11	12.7	11.7	113	6.2	49	55	波状心形
	92- 20	13.4	12.2	110	7.1	54	52	截形
	92- 12	14.2	12.3	116	5.4	38	58	心形
	92- 14	14.4	12.3	117	7.7	53	57	圆楔形

表 5 表明, 5 个种源 F_1 代无性系间叶长宽比差异极显著, 叶宽和叶柄长差异显著, 主脉与第 2 侧脉夹角差异显著, 叶柄长与主脉长之比差异不显著; 种源内家系间叶柄长差异显著, 叶长宽比、叶柄长与主脉长比和主脉与第 2 侧脉夹角的差异不显著。家系内无性系间叶宽和叶柄长差异极显著, 叶长差异显著, 叶长宽比、叶柄长与主脉长比和主脉与第二侧脉夹角差异不显著。

表5 杂种 F₁ 代叶片性状方差分析结果

性状	变异来源	自由度	方差和	均方	F 值	P 值
叶长	种源	4	6 792.584 7	1 698.146 2	3.35*	0.011 9
	种源内家系间	21	15 138.127 7	720.863 2	1.42	0.118 3
	家系内单株间	96	82 682.048 6	861.271 3	1.70**	0.002 4
叶宽	种源	4	56.977 8	14.244 5	4.07**	0.003 9
	种源内家系间	21	109.857 8	5.231 3	1.49	0.090 3
	家系内单株间	96	689.656 8	7.183 9	2.05***	0.000 1
叶长宽比	种源	4	39 241.406 4	9 810.351 6	7.04***	0.000 1
	种源内家系间	21	12 906.616 7	614.600 8	0.44NS	0.985 1
	家系内单株间	97	56 941.679 9	587.027 6	0.42NS	0.999 9
叶柄长	种源	4	1 344.044 4	336.011 1	3.49**	0.008 6
	种源内家系间	21	4 148.394 1	197.542 6	2.05**	0.005 4
	家系内单株间	97	27 863.112 6	287.248 6	2.99***	0.000 1
叶柄长/主脉长	种源	4	2 201.185 0	550.296 3	0.57NS	0.685 0
	种源内家系间	21	8 618.298 7	410.395 2	0.42NS	0.988 3
	家系内单株间	97	44 832.737 2	462.193 2	0.48NS	1.000 0
主脉与第2侧脉夹角	种源	4	268.836 5	652.209 1	2.65*	0.036 0
	种源内家系间	21	3 033.930 1	144.472 9	0.59NS	0.922 5
	家系内单株间	93	18 272.833 4	196.482 1	0.80NS	0.879 5

注:***, $\alpha = 0.001$, 差异极显著; **, $\alpha = 0.01$, 差异显著; *, $\alpha = 0.05$, 差异显著; NS, 无显著差异。

表6 F₁ 代扦插苗成活率和生长量(胸径和树高)方差分析结果

性状	变异来源	自由度	方差和	均方	F 值	P 值	
成活率/%	种源间 ¹⁾	4	0.071 5	0.267 9	2.06NS	0.091 8	
	种源内家系间 ²⁾	19	2.787 7	0.146 7	1.13NS	0.335 9	
1 年生	树高/m	种源间	4	1.941 0	0.485 2	9.01***	0.000 4
		种源内家系间	20	5.574 7	0.278 7	5.17****	< 0.000 1
		家系内无性系间	90	33.306 6	0.370 1	6.87****	< 0.000 1
1 年生	胸径/m	种源间	4	1.429 1	0.357 2	13.64****	< 0.000 1
		种源内家系间	20	2.815 1	0.140 8	5.37****	< 0.000 1
		家系内无性系间	90	15.265 6	0.169 6	6.47****	< 0.000 1
2 年生	树高/m	种源间	4	7.732 6	1.933 1	5.04***	0.000 6
		种源内家系间	20	6.913 5	0.345 7	0.90NS	0.586 9
		家系内无性系间	90	43.859 1	0.487 3	1.27NS	0.072 7
2 年生	胸径/m	种源间	4	3.667 0	0.916 7	3.45**	0.009 0
		种源内家系间	20	9.093 7	0.454 7	1.71*	0.030 9
		家系内无性系间	90	41.066 0	0.456 3	1.72***	0.000 4
3 年生	树高/m	种源间	4	1.387 2	7.846 8	17.09***	< 0.000 1
		种源内家系间	20	75.752 5	3.787 6	8.25****	< 0.000 1
		家系内无性系间	90	115.798 8	1.286 6	2.80****	< 0.000 1
3 年生	胸径/m	种源间	4	39.845 9	9.961 5	15.76****	< 0.000 1
		种源内家系间	20	151.021 6	7.551 1	11.94****	< 0.000 1
		家系内无性系间	90	200.829 9	2.231 4	3.53****	< 0.000 1

注: 1) 为父本种源不同的杂交组合间, 2) 为父本种源不同的杂交组合内家系间。

****, $\alpha = 0.000 1$; ***, $\alpha = 0.001$; **, $\alpha = 0.01$; *, $\alpha = 0.05$; NS, 差异不显著。

2.4 杂种 F₁ 代扦插苗成活率和生长性状的多水平变异

表6表明,种源间和种源内家系间成活率差异不显著,表明在父本为不同种源的组合间和种源内家系间不必进行成活率选择。F₁代无性系扦插苗1~3年生生长性状的方差分析结果表明,2年生胸径在种源间、种源内家系间及家系内单株间和3年生树高在家系内单株间的差异均不显著;1年生树高和胸径、2年生树高和3年生胸径在不同变异水平上均达到了 $\alpha=0.0001$ 水平的显著性差异,3年生树高在种源间($\alpha=0.001$)和种源内家系间($\alpha=0.01$)差异显著,表明父本青杨不同种源和种源内不同单株对F₁代不同年龄扦插苗生长性状产生了不同影响。

2.5 杂种 F₁ 代苗期生长性状与叶片性状的相关性分析

杂种F₁代苗期生长性状与叶片性状的相关性分析结果表明,1年生树高和胸径与叶长存在弱相关,其它生长性状与叶片性状间相关性不显著,而不同年龄扦插苗生长性状间相关极显著,不同的叶片性状间存在一定相关性。

3 小结

父本青杨叶片形态在种源间和种源内均存在显著差异,F₁代叶片和生长性状的种源间、种源内家系间和家系内无性系间变异大,表明父本青杨变异对杂交效应产生了影响。这些结果为杨树改良提供具有丰富遗传多样性的育种材料,有利于杂交育种中多水平遗传变异的利用。

杂交F₁代扦插苗1年生生长量在种源间、种源内家系间和家系内无性系间差异极显著,这与符毓秦等^[5]用1年生实生苗材料所得的研究结果有些不同。本研究是用F₁代实生苗繁殖成的无性系材料,消除了因实生苗的当年种子成熟时间和播种时间不一致所带来的生长量调查误差。

大量的生理学研究已经证明了树木叶片的大小、形状、结构及着生方向对生长量有重要的影响^[9-12],且大叶常常可预示有较高的生长量^[13-14]。虽然杂种F₁代无性系的叶片形态和苗期生长量间未发现具有较大相关性,但F₁代扦插苗1~3年生苗期生长量在种源间、种源内家系间和家系内无性系间存在丰富变异,具有较大的选择潜力。

参考文献:

- [1] 马常耕. 总结经验开创我国杨树育种新局面[J]. 山东林业科学, 1982, (2): 1-12
- [2] 苏晓华, 张绮纹. 杨树杂交育种亲本利用的现状 & 育种策略[A]. 见: 中国林业科学研究院林业研究所育种二室. 杨树遗传改良[C]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991. 139-144
- [3] 马常耕. 从世界杨树杂交育种的发展和成就看我国杨树育种研究[J]. 世界林业研究, 1994, 7(3): 23-30
- [4] 张绮纹, 苏晓华. 国外杨树引种及区域化试验的研究[A]. 见: 中国林业科学研究院林业研究所育种二室. 杨树遗传改良[C]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991. 167-176
- [5] 符毓秦, 刘玉媛, 李均安. 美洲黑杨与青杨派树种的有性杂交及性状遗传分析[J]. 陕西林业科技, 1983, (2): 7-14
- [6] Pourtet J, Mayer Wegelin H, Van der Meiden H, et al. 国际杨树委员会执行委员会文件关于杨树名称注册的报告. 陈炳浩译. 见: 意大利全国林业无性系登记册中的杨树无性系[J]. 北京: 中国林业科学研究院林业所, 1981. 3-12
- [7] 王建园, 韩一凡, 李玲. 青杨苗期种源变异[A]. 见: 中国林业科学研究院林业研究所育种二室. 杨树遗传改良[C]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991. 235-242
- [8] 苏晓华, 张绮纹, 姜兴林. 不同个体(基因型)差异在杨树杂交育种中的效应研究[J]. 林业科学研究, 1990, 3(6): 21-24

- [9] Hinckley T M, Ceulemans R, Dunlap J M, et al. Physiological, morphological, and anatomical components of hybrid vigor in *Populus* [A]. In: Kreeb K H, Richer H, Hinckley T M (eds.), Structural and functional responses to environmental stresses [M]. Netherlands: SPB Academic Publ, 1989, 199: 217
- [10] Hinckley T M, Braatne J, Ceulemans R, et al. Growth dynamics and canopy structure [A]. Mitchell C P, Fort Robertson J B, Hinckley T, et al. (eds.), Ecophysiology of short rotation crops [M]. London: Elsevier Applied Science, 1992. 1: 34
- [11] Dunlap J M, Heilman P E, Stettler R F. Genetic variation in natural populations of *Populus trichocarpa* Torr. & Gray and its hybrids: Leaf and crown morphology of native black cottonwood clones from four river valleys in Washington [J]. Canadian Journal of Forest Research, 1995, 25(10): 1710-1724
- [12] Ridge C, Hinckley T M, Stettler R F, et al. Leaf growth characteristics of fast growing poplar hybrids *Populus trichocarpa* × *P. deltoides* [J]. Tree Physiol, 1986, 1(2): 209-216
- [13] Pereira J S, Landsberg J J. Biomass production by fast growing trees [A]. In: NATO ASI Series. Series E: Applied science [C]. Vol. 166. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publ, 1989
- [14] Leverenz J W, Hinckley T M. Shoot structure, leaf area index and productivity of evergreen conifer stands [J]. Tree Physiol, 1990, 6(1): 135-149

Multi-level Genetic Variation in Leaf and Growth of Hybrid System between *Populus deltoides* and *P. cathayana*

LI Jir-hua¹, ZHANG Qi-wen¹, SU Xiao-hua¹, GAO Jian-she², LU Bao-ming³

(1. Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091, China; 2. Research Institute of Forestry, Northwest Ser-tech University of Agriculture and Forestry, Shaanxi Province, Xianyang 712100, Shaanxi, China; 3. Beijing Management Bureau of Forest Seed and Seedling, Beijing 100091, China)

Abstract: The controlled hybridization between a female *Populus deltoides* Marsh, '55/65' and 5 provenance (10 individuals each provenance) of the male *P. cathayana* Rehd. produced the hybridization system with multi-level variations for breeding. The 7 leaf traits, including leaf length, leaf width, ratio of leaf length to width, petiole length, ratio of petiole length to main vein, angle between main and the second leaf vein, leaf base of the parents and F₁ hybrid were analyzed. The analysis of variance showed that significant difference of leaf traits existed among provenances and among individuals within provenances of *P. cathayana*. Several leaf traits of F₁ hybrid also showed significant difference among provenances, among families within provenances and among clones within families. Comparison between leaf traits of parent and those of F₁ hybrid suggested that the male parent has more effects on leaf traits of F₁ hybrid than of female parent. No significant difference of plant surviving existed among F₁ clones. The significant difference of 1, 2, 3 year-old growth among F₁ clones showed that the variation of male parents brought notable effect on growth of F₁ clones. Correlation between leaf and growth of F₁ clones was not significant. These results of analysis will provide more base information about multiple-level variations on such traits as growth and wood properties for poplar breeding in future.

Key words: *Populus cathayana*; *Populus deltoides*; multi-level variation; F₁ hybrid; leaf traits; growth