

不同个体(基因型)差异在杨树 杂交育种中的效应研究*

苏晓华 张绮纹

姜兴林

(中国林业科学研究院林业研究所)

(黑龙江大兴安岭营林科研站)

关键词 杨树; 亲合力; 杂交效应

目前世界上有些国家利用经种源选择的亲本进行杨树杂交育种^[1,2]。而利用经选择的亲本个体进行杂交的国家不多,这方面研究较系统的国家是意大利,他们对黑杨派树种已有一整套的亲本选择程序^[3]。我国杨树杂交育种目前在选用亲本时仍还停留在“种”级水平,未考虑种内不同个体间的差异可能对杂交效果的影响^[4],从而不能提高杂交育种效果。因此,于1987年进行了群体内不同个体差异对杨树杂交效果影响的研究,以便为大兴安岭高寒地区创造优良新品种。本项试验以一个种源为对象,探索同一种源内不同个体的差异、遗传异质性对杂交育种效果的影响及利用的可能性和方法。

一、材料和方法

(一) 材料

大青杨(*Populus ussuriensis*)、甜杨(*P. suaveolens*)、山海关杨(*P. deltoides* Shan Hai Guan)和I-63杨(*P. deltoides* cl. Harvard),详见表1。

表1 试验材料

编号	亲本	树 种	产 地	采集时间 (年·月)	编号	亲本	树 种	产 地	采集时间 (年·月)				
I	母	大青杨	大兴安岭加格达奇	1987·1	I	母本	山海关杨	河北北戴河	1988·1				
II		大青杨	大兴安岭加格达奇	1987·1									
III		大青杨	大兴安岭加格达奇	1987·1									
IV		大青杨	大兴安岭加格达奇	1987·1									
V		大青杨	大兴安岭加格达奇	1987·1									
1	父	山海关杨	河北北戴河	1986·12	父	本	甜 杨	大兴安岭加格达奇	1987·12				
2		I-63杨	山东临沂	1986·12									
I	母本	山海关杨	河北北戴河	1988·1						1	甜 杨	大兴安岭加格达奇	1987·12
										2	甜 杨	大兴安岭加格达奇	1987·12
										3	甜 杨	大兴安岭加格达奇	1987·12
										4	甜 杨	大兴安岭加格达奇	1987·12
										5	甜 杨	大兴安岭加格达奇	1987·12
6	甜 杨	大兴安岭加格达奇	1987·12										
7	甜 杨	大兴安岭加格达奇	1987·12										

注: 5株大青杨及7株甜杨分别从同一种源天然林中随机抽取。

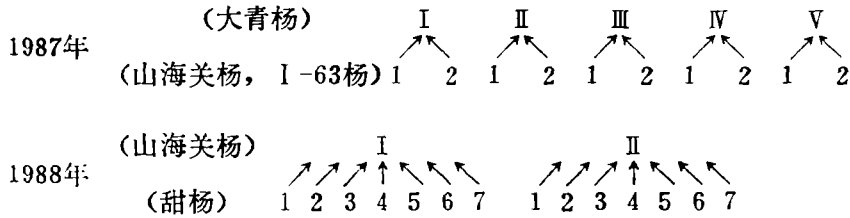
本文于1989年10月20日收到。

*本项试验属于“七五”攻关“欧美杨良种选育及区域化试验”中的国外杨树引种及基因资源研究内容的一部分。本试验是在马常耕先生指导下进行的。

(二) 方法

在温室内进行有性杂交, 严格控制授粉, 用塑料营养杯播种, 幼苗长到3片真叶随土坨一同移植到中国林业科学研究院圃地, 在同一立地条件下进行苗期试验(株行距 30 cm × 30 cm)。

1. 杂交组合方式:



2. 用扫描电镜观测花粉粒形态和授粉24 h 花粉粒在柱头表面的行为。电镜样片的制备: FAA 固定, 各级浓度乙醇脱水, 醋酸乙戊酯置, 临界点干燥, 碳合金喷镀。

3. 采用垂直板状聚丙烯酰胺凝胶电泳法(浓缩胶浓度2.5%, 分离胶浓度7.5%)测定过氧化物同工酶。

二、结果与分析

(一) 种内不同个体的差异

1. 形态特征 种内形态变异是十分复杂的, 不但存在着形态类型间的差异, 也存在形态类型内个体间的差异。经观察表明(表2), 大青杨及甜杨个体间形态变异较大。大青杨个体间变异主要表现在花芽、苞片、柱头和花序小花数上(见表2)。甜杨个体间变异主要表现在花芽、苞片及花序的颜色上。但在花粉粒大小及表面雕纹上均无差异(见图版 I-1~4)。

表2 大青杨及甜杨各单株形态特征

编号	花芽		苞片		片		柱头颜色	每花序小花数	花序颜色
	长(cm)	颜色	长(mm)	宽(mm)	长/宽	颜色			
I	1.2	棕黄色	5.1	5.7	0.89	暗黄色	浅绿色	43	
II	1.5	深褐略绿	6.0	7.0	0.86	暗黄色	浅绿色	50	
III	1.5	深褐略绿	4.3	4.1	1.05	暗黄色	浅绿色	49	
IV	1.0	深褐色	4.6	4.7	0.98	棕黄色	浅绿色	55	
V	1.0	深褐色	5.4	5.8	0.92	棕黑色	花序先端粉红色	56	
1	1.5	棕黄色	6.2	5.2	1.19	棕黄色			粉红色
2	1.4	黄褐色	5.8	5.8	1.00	暗黄色			粉红色
3	1.4	黄褐色	6.4	5.4	1.19	棕黑色			深红色
4	1.1	褐色	5.8	5.0	1.16	棕黑色			粉红色
5	1.4	褐色	5.0	3.6	1.39	暗黄色			深红色
6	1.2	黄褐色	1.8	4.2	1.14	棕黄色			深红色
7	1.5	黄褐色	4.0	4.3	1.14	棕黄色			粉红色

2. 生物学特性 5株大青杨母本花芽发育期相差1~4天, 7株甜杨父本花芽发育期相差1~5天(见表3)。

3. 过氧化物同工酶 为了解天然大青杨种内不同个体基因型变异, 对5株大青杨母本

表3 不同个体花芽发育期的差异

树种	编号	花枝采期 (年·月·日)	入室日期 (年·月·日)	开花日期 (年·月·日)	入室到开花所需 时间(d)
大青杨	I	87·1·12	87·2·25	3·8~3·9	11~12
	II	87·1·12	87·2·25	3·8~3·9	11~12
	III	87·1·12	87·2·25	3·7~3·9	10~12
	IV	87·1·12	87·2·25	3·6~3·8	9~11
	V	87·1·12	87·2·25	3·7~3·8	10~11
甜杨	1	87·12	88·1·15	1·20~1·22	5~7
	2	87·12	88·1·15	1·19~1·22	4~7
	3	87·12	88·1·15	1·22~1·24	7~9
	4	87·12	88·1·15	1·20~1·22	5~7
	5	87·12	88·1·15	1·22~1·24	7~9
	6	87·12	88·1·15	1·24~1·25	9~10
	7	87·12	88·1·15	1·22~1·24	7~9

进行过氧化物同工酶分析, 结果表明, 5株大青杨表现出3种酶谱。大青杨I有6条带, 大青杨III、IV和V有5条带, 并且各株谱带分布一致, 但酶的活性差异很大, 大青杨V活性最强, III最弱, IV居中(图版I-7)。

在一个较小地域内大青杨种内不同个体在形态特征、生物学特性及遗传基础上都存在着差异, 说明该种内个体变异较大, 可在种内进行个体选择, 以便确定优良亲本。

(二) 种内不同个体的杂交效应

1. 不同母本个体的影响 现仅以山海关杨1作父本, 大青杨作母本, 说明母本个体的差异。

(1) 果实发育期 青杨派及黑杨派树种果实发育期长, 约需2个月。大青杨III、IV和V分别与山海关杨杂交所得的果实成熟约需73天, 大青杨II约需57天, 大青杨I授粉后子房未膨大, 说明存在着不亲和障碍(见表4)。

表4 杂交结果统计

组合	授粉穗数	成熟穗数	成熟穗率(%)	果实成熟天数(d)	每朔果平均粒数(粒)	每果序期数(个)	千粒重(mg)	发芽率(%)	成苗株数
I	12	4	33.3	57	6	38	186	0	0
II	12	3	25.0	57	7	44	324	0	0
III ^① × 山海关杨	12	4	33.3	76	4	41	384	39	54
IV	12	5	41.7	73	2	53	654	69	80
V	12	7	58.3	73	3	55	1137	74	168

① 种子多数无胚根。

(2) 种子品质 大青杨不同雌株与同一父本株(山海关杨)杂交所获种子千粒重及每朔果平均种子粒数差异很大, 变幅分别为186~1137 mg、2~7粒。IV、V的每朔果平均种子粒少, 但粒大饱满, 发芽率高, 分别为75%、69%, 成苗较多; II的种子数多, 但种子粒小干瘪, 根本不发芽, 说明存在杂交障碍。III的多数种子发芽没胚根, 成苗较少, 可能是杂交不亲和所致。因此大青杨有的单株与山海关杨杂交存在着严重的杂交障碍(表4)。

(3) 亲合性 有人曾报道过青杨派树种与美洲黑杨杂交亲和性极差^[6]。但本项研究表明, 大青杨IV、V与山海关杨杂交亲合性很强, 大青杨I、II则很差。经观察得出山海关杨花粉粒能在不同大青杨柱头上正常萌发, 伸出花粉管径直伸入柱头, 显然, 不亲和障碍是在花粉管进入柱头之后(图版I-5, 6)。

(4) F₁代的表现 方差分析表明, 各大青杨所得后代当年实生苗高和地径在家系间差异都很显著(见表5)。封顶最早的V和最晚的IV子代的物候期平均相差约半月, III的居中。各单株子代叶形是很相似的, 多数杂种表现为融合遗传。

表5 大青杨各单株与山海关杨I杂交F₁代生长量方差分析结果

变因	自由度	苗高			地径		
		平方和	均方	F值	平方和	均方	F值
家系间	2	5 429.73	2 714.87	2.78*	0.51	0.26	6.50**
误差	27	26 415.24	978.34		1.18	0.04	
总的	29	31 844.97			1.69		

表6 未成熟种子离体培养结果

授粉天数(d)	组 合	30		35		40	
		盒数	花序数	盒数	花序数	盒数	花序数
	甜杨 1	5	256	5	215	5	207
	甜杨 2	5	273	5	2166	5	201
	甜杨 3	5	270	5	2158	5	212
	山海关杨 I × 甜杨 4	5	244	5	2150	5	2193
	甜杨 5	5	244	5	2141	5	2202
	甜杨 6	5	251	5	2101	5	2196
	甜杨 7	5	255	5	2111	5	2207

状对9个亲本进行一般配合力效应和特殊配合力效应估算^[6]。从表7和表8可以看出,7个父本中甜杨2一般配合力最高,2株母本中山海关杨I最好。特殊配合力最好的组合是山海关杨II × 甜杨6。显然一般配合力高的单株其特殊配合力不一定就高。因此,通过具体组合杂交,才能确定亲本的好坏。在杨树育种中更应重视特殊配合力高的亲本植株的选择,而不能停留在一般配合力选择上。

表7 各亲本一般配合力

♀ (山海关杨)	♂ (甜杨)							x̄	一般配合力
	1	2	3	4	5	6	7		
I	69.3	81.8	35.6	63.1	68.4	32.3	71.5	60.3	4.8
II	58.2	74.6	20.5	53.4	56.8	40.7	50.8	50.7	-4.8
x̄	63.8	78.2	28.1	58.3	62.6	36.5	61.2	55.5	
一般配合力	8.3	22.7	-22.4	2.8	7.1	-19	5.7		

表8 各亲本特殊配合力

♀ (山海关杨)	♂ (甜杨)						
	1	2	3	4	5	6	7
I	0.7	-1.2	2.7	0	1.0	-9.0	5.5
II	-0.8	1.2	-2.8	-0.1	-1.0	9.0	-5.6

2. 不同父本个体的影响 美洲黑杨与青杨派树种杂交受果实发育期长、枝条营养不良及亲合力低的影响,常出现种子未熟果序提前脱落。为此,1988年进行离体培养试验,将山海关杨授甜杨花粉后不同时期(10、20、30天)的果序取下,经常规消毒,剥开朔果,取出未成熟种子接种在培养基上(1/2MS+蔗糖2.5%+琼脂),各时期各甜杨均获大量杂种苗,但成功率随胚的发育而增长(表6)。

(1) F₁代的表现 山海关杨分别与甜杨不同个体杂交所得杂种苗,都得到了母本早放叶及父本晚落叶的各自优良性状,与甜杨相比,生长期加长了,但各子代间物候期无变异。杂种苗叶形相似,杂种形态多数表现为融合遗传型。

(2) 配合力 在各甜杨单株 F₁代中随机选20株苗木按随机区组、三次重复进行各组合无性系对比试验。根据14个组合苗高性

在本项研究中对大青杨及甜杨各单株进行了实地考察,发现甜杨1、3干型好,生长量大,但从本项试验结果看其子代生长差,而甜杨2主干弯曲生长量小,其子代生长量却大。是否与亲本和子代在不同立地有关有待进一步研究。

三、结果与讨论

1. 经试验证明同种不同个体间不仅存在表型及基因型的差异, 而且杂交效应差异也很明显, 主要表现在杂交的亲和对子代的影响上。

2. 表型优良的植株做亲本其杂交后代并不一定优良, 而表型不特别好的植株做亲本有时却可能得到优良后代。因此, 要提高杂交育种水平, 最好通过个体配合力测定来选择亲本, 仅靠表型选择是不够的。

3. 青杨派某树种有的个体与美洲黑杨杂交其亲和性很强。

4. 离体培养法可克服果实发育期长, 枝条营养供应不足, 造成果序提前脱落及远缘杂交亲和力低, 胚在发育过程中败育的现象, 得到杂种苗。

参 考 文 献

- [1] Krzan, Z., 1976, Resistance of *Populus deltoides* clones to *Melampsora larici-populina* in Poland, Proceeding symposium on eastern cottonwood and related species, 199~204.
- [2] Cellerino, G. P., 1976, Reaction of 52 families of *P. deltoides* Bartr. to several disease and to cold in north Italy, Proceedings symposium on eastern cottonwood and related species, 205~213.
- [3] 张绮纹, 1987, 黑杨派内杨树的遗传改良, 林业科学, 23(2), 174~181.
- [4] 马常耕, 1984, 总结经验开创我国杨树育种新局面, 山东林业科学, (2), 1~12.
- [5] 符毓秦等, 1983, 美洲黑杨与青杨派树种的有性杂交及性状遗传分析, 陕西林业科技, (2), 2~23.
- [6] 徐伟英, 1988, 杨树, 黑龙江人民出版社, 271.

STUDIES ON THE RESPONSE OF INDIVIDUAL DIFFERENCE (GENOTYPE) IN POPLAR HYBRIDIZATION

Su Xiaohua Zhang Qiwen

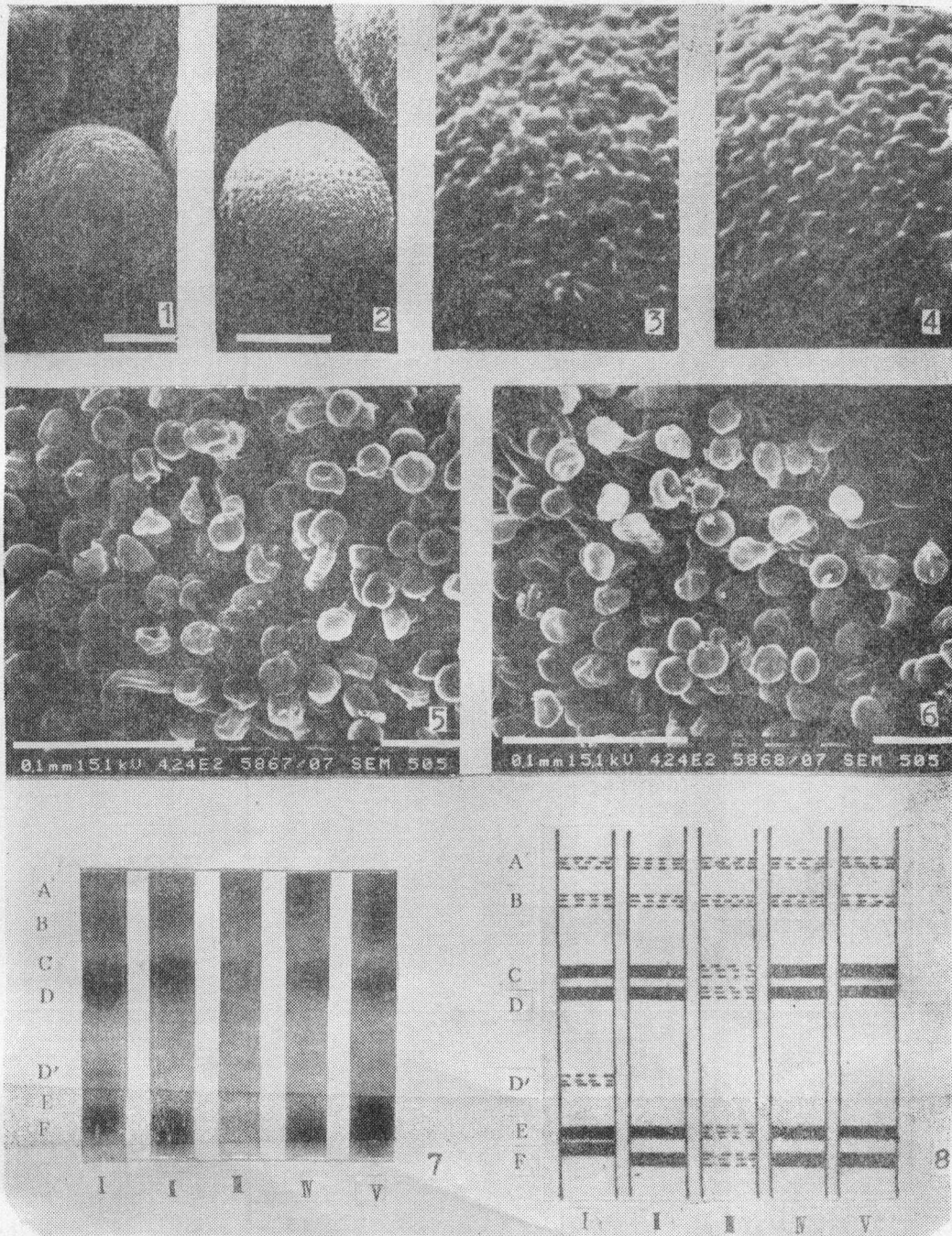
(The Research Institute of Forestry CAF)

Jiang Xinglin

(Forest Research Station in Daxinganling, Heilongjiang)

Abstract This paper analysed the response of hybridization of individual trees of *Populus ussuriensis* and *P. suaveolens* collected randomly from the same provenance. The results showed that there were significant variation among individual trees within *P. ussuriensis* or *P. suaveolens* in morphology, biology and genotype. There were significant differences in the compatibility, growth and phenology of F_1 of individual trees within *P. ussuriensis* or *P. suaveolens* and the same male hybridization. In this study, satisfactory results were achieved from the immature seeds in vitro culture.

Key words poplar; compatibility; response of hybridization



1~4. 花粉粒形态及外壁纹饰: 1.甜杨1,2200×; 2.甜杨4,2200×; 3.甜杨1,8800×; 4.甜杨4,8800×。

5~6. 花粉粒在柱头表面行为: 5.大青杨 I × 山海关杨 1; 6.大青杨 IV × 山海关杨 1。

7~8. 5株大青杨雌株酶谱及简谱。