

# 美洲黑杨×甜杨亲子无性系遗传参数估算\*

苏晓华 张绮纹 徐红 张祝山 邢亚杰

**摘要** 利用甜杨种源内7个雄性个体分别同一雌性美洲黑杨杂交,对其杂种苗进行生长、分枝和物候特性等多个性状的遗传行为研究,同时,估测了亲本、家系和无性系各性状的遗传参数。结果表明,各种性状在亲本、家系(除分枝角外)和全同胞无性系间差异明显;亲本间的差异比家系间的大。各性状的广义遗传力均高而显著。生长性状间、物候性状间、物候期和生长性状间都存在着高度的遗传相关。在家系间,分枝角这一性状与其它性状是相互独立的,遗传相关程度很弱。在预见性育种时,可以在很大程度上根据亲本性状的遗传行为作为选择亲本的主要依据。

**关键词** 甜杨、遗传参数、预见性育种

世界杨树杂交育种策略已从CS(杂交和选择)、SCS(选择、杂交和选择)发展到BSCS(育种,选择、杂交和选择)时代。把亲本的改良放在杂交育种的优先位置上,不但重视利用群体多层次变异和多世代改良,而且越来越重视育种性状的遗传控制机理、行为和遗传参数等遗传规律研究<sup>[1~3]</sup>,以提高育种的预见性和继承性,从而使育种过程系统化、多世代化、高效化<sup>[4]</sup>。我国杨树杂交育种虽已取得了很大的成绩,但在研究水平上却依然仍停留在欧洲国家50年代的水平,育种策略仍以F<sub>1</sub>无性系选择为主,缺少主要性状的遗传控制行为和亲本对杂交后代影响的报道。

文章在探讨了同一种源不同个体(基因型)亲本杂交效应<sup>[5]</sup>基础上,对亲本和子代无性系化的人工群体进行了若干性状重要遗传参数估算,以便为杨树遗传改良制订正确选配亲本提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 杂交设计和苗期试验

为我国东北地区创造杨树更新换代优良新品种,选择甜杨(*Populus suaveolens* Fisch.)和山海关杨(*P. deltoides* 'Shan Hai Guan')为试验材料。1988年按双因素巢式设计(NCI)进行了2♀和7♂的杂交试验。设计方式如下:

雄性亲本(♂)	1	2	3	4	5	6	7
(甜杨)	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧
雌性亲本(♀)	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
(山海关杨)							
交配组合记号	1.1 1.2	2.1 2.2	3.1 3.2	4.1 4.2	5.1 5.2	6.1 6.2	7.1 7.2

1995-06-21 收稿。

苏晓华副研究员,张绮纹,徐红(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);张祝山,邢亚杰(辽宁省锦县大凌河林场)。

\* 本研究属中国林业科学研究院1991~1994年科学基金项目。本试验曾得到马常耕先生指导,特此致感谢。

7个甜杨雄株是从黑龙江大兴安岭加格达奇同一种源天然林中随机采来的。2个山海关杨雌株采自河北北戴河。1989年从7个甜杨雄株与山海关雌株1号所得到的7个杂交组合中分别随机抽取单株,并与7个甜杨父本株同时无性系化。1990年在同一圃地进行苗期试验,随机完全区组设计,3次重复,每次重复中包括:每个组合15个全同胞无性系,7个甜杨父本株。每个无性系2个分生株,不幸的是7个父本中的2个无性系,在试验中失去了。

### 1.2 观测项目

(1)物候 4月12到5月8日观测5次开芽情况,按开芽0~9级标准记载<sup>[6]</sup>。另在第一、第二年进行封顶观测,用8~10月顶端茎伸长量与10月茎伸长量比率统计;落叶用8月底已落叶茎段长与总株高的比率表示。

(2)生长 观测1、2年生高生长及2年生苗1 m处高的粗生长。

(3)分枝 测量苗高中部分枝的角度。

### 1.3 统计分析方法

分析的线性模型为:

(1) $X_{ijk} = \mu + a_i + \beta_j + e_{ijk}$ <sup>[7]</sup>  $X_{ijk}$ :第*i*父本第*j*母本交配后第*k*个后代表现; $\mu$ :群体平均数; $a_i$ :第*i*个父本效应; $\beta_j$ :第*j*个母本效应; $e_{ijk}$ :不能控制的环境效应。

(2) $X_{ij} = \mu + g_i + e_{ij}$ <sup>[8]</sup>  $X_{ij}$ :第*i*个亲本第*j*个单株的某性状观察值; $\mu$ :总体平均值; $g_i$ :品种效应; $e_{ij}$ :环境误差。

性状遗传力和遗传相关的估算方法见文献[7]。

## 2 结果与分析

### 2.1 亲本无性系间的遗传变异

7个甜杨父本各性状变异幅度值列于表1。方差分析表明,父本无性系间差异显著,各性状变异系数和显著水平分析结果见表2。在物候特性中,开芽、当年封顶和当年落叶表现出显著的变异。在生长特性中,二年生比一年生总高度的变异要小些,这是由于二年生新梢生长的无性系间变异大所致。在分枝性状中,分枝角度变异也较大。

表1 各性状的变异

性 状	5个亲本			7个全同胞家系		
	最小	平均	最大	最小	平均	最大
开 芽	2.8	3.4	4.3	3.2	4.9	6.9
一年生封顶(%)	1.0	7.7	26.8	1.0	17.5	33.8
一年生落叶(%)	0.1	0.3	0.5	0.2	0.3	0.8
一年生树高(m)	0.26	0.2	0.64	0.5	1.73	2.95
二年生树高(m)	0.36	0.55	0.62	1.10	2.23	3.52
二年生径生长(cm)	0.20	0.37	0.52	0.20	1.03	2.80
分枝角(°)	34.2	35.6	36.50	10.1	37.4	57.5

### 2.2 家系(组合)间遗传变异

在物候特性中,开芽、当年封顶和落叶都有很大的变异,分别为7%、14%和16%。在生长特性中,一年生树高、二年生树高、二年生径生长变异也非常大,遗传变异系数分别为16%和

表2 性状变异系数( $\sigma/\mu$ )和  $F$  值显著性检验

性 状	亲 本		家 系		无性系	
	F(4)	$\sigma/\mu$	F(6)	$\sigma/\mu$	F(98)	$\sigma/\mu$
开 芽	**	0.13	**	0.07	**	0.18
一年生封顶(%)	**	0.19	**	0.14	**	0.41
一年生落叶(%)	**	0.54	**	0.16	**	0.34
一年生树高(m)	**	0.20	**	0.16	**	0.16
二年生树高(m)	**	0.18	**	0.10	**	0.25
二年生径生长(cm)	**	0.32	*	0.15	**	0.40
分枝角(°)	**	0.02	NS	—	**	0.23

注: \*\*、\*、.NS 分别为 1%、5% 方差分析  $F$  值显著和不显著。

15%。在分枝性状中,分枝角度变异很小。从物候和生长特性看,甜杨具有丰富的家系间遗传变异,家系选择具有很大的潜力。从亲本与家系变异系数的比较表明,所有性状均比亲本值低,这大概是由于 7 个家系都有同一亲本的 1/2 成分,而且反映出共亲有较低的显性效应。法国 Pichot 等<sup>[6]</sup>对美洲黑杨遗传参数估算时也曾得到,亲本与子代变异系数除分枝角外,所有特性显示出亲本与家系有较大的表现型变异,认为大部分是由于地点效应所致。但也发现基因型变异也具有相似趋势,变异性从一个世代到另一世代减少了。对此他们提出了二种假设:

(1) 某些亲本是强显性作用的结果,因此它们并不代表对应特性的平均遗传变异。

(2) 亲本大部分是纯合的,而子代是杂合的,失去了部分遗传变异。

### 2.3 组合内全同胞无性系间遗传变异

表 2 最后一项给出了全同胞无性系变异信息。所有性状基本都比家系变动系数大。除一年生落叶外,其它性状都比亲本具有较高的变动系数。

### 2.4 广义遗传力

性状遗传力的大小,对我们决策一项育种方案或考虑遗传改良的程度具有重要的指导意义,但遗传力的大小皆因参试的遗传材料、立地条件和树龄不同而有变化,它与特定环境条件下(包括立地、气候和年分等)群体的遗传结构有关。

由于单点试验,环境互作效应的分量无法从中区分开来;区组内环境条件容易控制,环境方差较小,所以统计出的遗传力较高。从单点分析结果(表 3)来看,除家系间分枝角外,其它各性状全同胞无性系和家系遗传力都较高,其中,全同胞无性系开芽和分枝角受遗传控制最强,家系间一年生落叶略低。据此,通过一定强度的选择可望获得较大的遗传增益。

### 2.5 性状间的遗传相关

表 4 列出了 7 个杂交组合的子代无性系 7 个物候、生长和分枝性状间的表型和遗传相关系数。在全同胞无性系间,生长性状间存在着高度的遗传相关,开芽和二年生高生长以及封顶和径生长间也存在着显著的遗传相关,并表明生长期越长,径和高生长就越大。在家系间,生长性状间遗传相关很强,物候性状也是相关的,开芽与最终生长具有显著的负相关,这意味着开

表3 性状遗传力估算值

性 状	亲本	家系	无性系
开 芽	0.89	0.92	0.99
一年生封顶(%)	0.97	0.98	0.98
一年生落叶(%)	0.99	0.81	0.95
一年生树高(m)	0.83	0.88	0.85
二年生树高(m)	0.97	0.82	0.97
二年生径生长(cm)	0.99	0.98	0.98
分枝角(°)	0.98	—	0.99

芽早,封顶也早。分枝角这一性状与其它性状是相互独立的,遗传相关程度很弱( $r_p = -0.02 \sim 0.11$ ),这为选择高径生长迅速、分枝角理想品系提供了可能。

表 4 性状的表型和遗传相关系数

性 状	无 性 系 间							家 系 间						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
开 芽		-0.08	0.04	0.05	0.31**	0.10	0.05		-0.04	0.04	0.32	0.48	0.34	-
一年生封顶(%)	-0.08		-0.16	0.16	0.09	0.20*	0.11	-0.04		-0.75*	0.48	0.31	0.59	-
一年生落叶(%)	0.04	-0.16		-0.06	-0.05	-0.02	0.08	-0.04	-0.75*		-0.37	-0.07	0.10	-
一年生树高(m)	0.05	0.15	-0.05		0.49**	0.42**	-0.02	0.03	0.47	-0.37		0.91**	0.71*	-
二年生树高(m)	0.31**	0.09	-0.05	0.46**		0.70**	0.06	0.47	0.31	-0.06	0.90**		0.76	-
二年生径生长(cm)	0.01	0.20*	-0.02	0.40**	0.70**		0.11	0.36	0.59	-0.10	0.71*	0.75*		-
分枝角(°)	0.05	0.07	0.06	-0.02	0.04	0.08		-	-	-	-	-	-	-

## 2.6 亲(父)—子相关

国外对于杨树一些性状的遗传行为研究表明:物候特性选择效率最高,生长特性居中,材质特性最低<sup>[6]</sup>。日本千叶茂<sup>[1]</sup>用不同种源马氏杨分组的混合花粉与 20 个不同母本杂交,研究了物候等多个性状的遗传行为。结果表明,封顶期的亲—子间遗传相关为 0.948。

为了研究甜杨父本与其子代遗传相关,用亲—子回归的方差和协方差计算了遗传相关系数  $r_g$ 。结果表明,一年生高生长亲—子间遗传相关达显著水平( $r = 0.852$ ),而其它性状亲—子间未达显著相关(见表 5)。

表 5 亲(父)—子相关系数

性 状	表现型相关	遗传相关
开 芽	0.299	0.310
一年生封顶(%)	0.371	0.403
一年生落叶(%)	-0.419	-0.421
一年生树高(m)	0.842	0.852
二年生树高(m)	0.317	0.549
二年生径生长(cm)	0.516	0.618
分枝角(°)	0.250	0.250

## 3 结 论

(1)甜杨种源内不同个体子代间除分枝角外,其它性状均存在显著的遗传差异。说明甜杨这一物种具有丰富的遗传变异,在种源内进行个体亲本选择具有意义。同时这也将为我国高寒地区杨树遗传改良合理选择亲本提供充分的物质基础。

(2)甜杨各性状亲本间的差异比家系间的大。表明这是亲本所在天然林中存在大量复等位基因的结果。

(3)正确进行亲本选择才能实现有预见性育种。只从亲本是否具备目的性状考虑是不够的,必须认识其性状的遗传规律。杨树重要育种性状的遗传机理、行为和遗传参数研究亟待广泛开展和深入研究。

## 参 考 文 献

- 1 马常耕. 我国杨树杂交育种的现状和发展对策. 林业科学, 1995, 31(1):60~68.
- 2 斯塔罗娃 II B(马常耕译). 杨柳科的育种. 北京:科学技术文献出版社, 1984.
- 3 Olson J R, Jourdain C J, Rousseau R J. Selection for cellulose content, specific gravity and volume in young *Populus del.* clones. Can. J. For., 1985, 15:393~396.

- 4 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. 世界林业研究, 1994, (7)3:23~30.
- 5 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. 林业科学研究, 1990, 3(6):613~617.
- 6 Pichot C, Teissier E. Estimation of genetic parameters in eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.). consequence for the breeding strategy. Ann. Sci. For., 1989, 46:307~324.
- 7 马育华. 植物育种的量遗传学基础. 南京: 江苏科学技术出版社, 1984, 251~341.
- 8 黄龙龙, 孙其信, 张爱民, 等. 电子计算机在遗传育种中的应用. 北京: 农业出版社, 1991. 14~18.

## Estimation on the Genetic Parameters of Parent-offspring Clone (*Populus deltoides* 'Shan Hai Guan' × *P. suaveolens* Fisch.)

Su Xiaohua Zhang Qiwen Xu Hong Zhang Zhushan Xing Yajie

**Abstract** A factorial crossing design with 7 males (*P. suaveolens* Fisch. of the same provenance) and 1 female (*P. deltoides* 'Shan Hai Guan') was made. Observations are concerned with phenology, growth and branch angle. The results showed there was a significant variability among most of the traits of the parents, families or cloned full-sides; but this variability was greater among parents than among families. In a broad sense, heritabilities were generally high and significant for all types of traits. Significant values were found among phenology traits, growth traits and between phenology and growth traits.

**Key words** *Populus suaveolens* Fisch., genetic parameters, breeding prediction

---

Su Xiaohua, Associate Professor, Zhang Qiwen, Xu Hong (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Zhang Zhushan, Xing Yajie (Daling Forest Farm of Jin County, Liaoning Province).