

白杨杂种优势的初步分析及白杨 杂种优良无性系741号杨选育

姜 惠 明

(河北林业专科学校)

白杨派树种具有速生、品质优良、适生性强等优点,在林业生产中起着重要作用。如能通过杂交育种育出更为优良的白杨杂种品系,使它们具有较高的杂种优势,在产量上超过其他杨树优良品种,这将对林业生产的提高起重要作用。为此目的,我们进行了白杨派各种杨树的种间杂交及白杨派与黑杨派、青杨派的派间杂交,通过这些远缘杂交选育出了在产量上超过优良品种毛白杨、银白杨的优良无性系原株741号303号106号。这些无性系具有较高的杂种优势。本文拟对白杨种间派间杂交的杂种优势现象进行初步分析。

一、试验材料和方法

杂交亲本: 1、选用国内的白杨派品种山东毛白杨,河南小叶毛白杨、河南圆叶毛白杨、河南曲叶毛白杨、河南箭杆毛白杨、陕西截叶毛白杨、北京银白杨、新疆银白杨、新疆杨、河北山杨、南京毛白杨、南京响叶杨等; 2、选用国内的一些白杨杂种: 南林杨、赛山杨、楸杨 \times 响叶杨、响叶杨 \times (楸杨 \times 响叶杨),毛白杨 \times 新疆杨、银白杨 \times (山杨 \times 小叶杨)等; 3、选用国外引进的黑杨派品种: 晚花杨、健杨、念珠杨作派间杂交的亲本; 4、选用国内的青杨派品种小叶杨等作派间杂交亲本。

采用人工控制授粉进行有性杂交,室内水培花枝获得杂交种子,培育杂种苗。在苗圃中对一年生平茬杂种苗进行高生长测定,按其高度所表现出来的杂种优势进行单株选择。对中选的苗木,定植为选育试验林,进行大田对比试验,大田试验采用株行距为 3×4 米,在3—7年中进行观测、对比、选择,选出具有较高杂种优势的单株,作为无性系的原株。从原株采取枝条,以无性方法繁殖苗木形成无性系。无性系的苗木与对照品种一起栽植为品种试验林。品种试验林的地块土壤条件力求一致,地块连在一起。采取对比设计,三次重复。栽植距离为 5×6 米。毛白杨作对照。田间管理一致。

二、试验结果及分析

1、亲合力。我们在杂交试验中对白杨种间杂交及派间杂交的亲合力进行了观察记载,列入表1。由表中可以看出,白杨派内的种间杂交有较好的亲合力,得到种子的组合数及得到苗木的组合数占进行杂交组合数的一半。在派间杂交中,山杨、河北杨与黑杨派杂交时亲合力很低,银白杨和黑杨派杂交亲合力也低,毛白杨和黑杨派杂交亲合力较好。响叶杨与黑杨派杂交,与青杨派杂交,与白杨其它种的种间杂交都有很好亲合力,

邢秀岩、吴玉根、杨孟冬同志参加本项研究的测定工作

表.1 各种杂交组合数及所得种子组合数和苗木组合数

亲 缘 关 系	杂交的 组合数	得种子 组合数	百分比	得苗木 组合数	百分比
白杨派和黑杨派	20	15	75	8	40
的派间杂交:					
银白杨和黑派杨	5	1	20	1	20
响叶杨和黑杨派	4	4	100	4	100
山杨 和 黑 杨 派	3	0	0	0	0
河北杨和黑杨派	2	0	0	0	0
白杨派和青杨派	9	5	55	3	30
的派间杂交:					
毛白杨和青杨派	5	2	40	2	40
响叶杨和青杨派	3	2	66	2	66
山 杨 和 青 杨 派	4	0	0	0	0
白杨派种间杂交	66	34	51	31	46

银白杨毛白杨和青杨派杂交也有较好的亲合力。总起来看,除响叶杨毛白杨外,派间亲合力是较低的。白杨派种间杂交以及白杨派与黑杨派与青杨派之间的派间杂交有不少组合有较好的亲合力,这就为创造白杨派的种间杂种及派间杂种提供了条件。

2、白杨杂交育种中杂种优势的初步分析。我们计算了一部分杂种后代植株树高和直径生长量的均值,见表2。

由表2可以看到,以树高均值及以胸径均值表示的各组合杂种植株群体的杂种优势是不同的,以树高均值表示的杂种优势,就四年生而论,复合杂种中以毛白杨×赛山杨杂种优势最高,其次为银白杨×〔银白杨×(山杨×小叶杨)〕,〔银白杨(山杨×小叶杨)〕×新疆杨最低。种间杂种中以响叶杨×山杨和响叶杨×新疆杨杂种优势最高,以银白杨×新疆杨最低。派间杂种以响叶杨×健杨杂种优势较高,响叶杨×晚花杨较低。如以胸径均值表示杂种优势,仍就四年生而论,复合杂种中以〔银×(山×小)〕×新疆杨及银白杨×〔银×(山×小)〕杂种优势最高,以〔响叶杨×(楸杨×响叶杨)〕×新疆杨最低。种间杂种中以银白杨×山杨及响叶杨×山杨杂种优势最高,以山杨×新疆杨最低。派间杂种中以响叶杨×晚花杨比响叶杨×健杨杂种优势为高。统观复合杂种、种间杂种及派间杂种的杂种优势,以种间杂种的杂种优势为高,其次为派间杂种,再次为复合杂种。

按照遗传学理论,两个纯种杂交产生杂种 F_1 ,个体基因型一致,个体之间表现型值的差异主要由环境效应造成的,这时群体均值可以表示其杂种优势。另外,尚需考虑,杨属各种均为风媒花异花传粉,天然杂种也有产生,故同种杨树各个植株之间可能有遗传型的差异。控制数量性状(如树高、直径)的是微效多基因,纯种个体也可能产生杂合基因型。复合杂种所用亲本为杂种,更可产生基因重组,使得同一杂交组合的个体也可以有不同的基因型。其中可以产生加性基因多的个体,它的杂种优势高。也可以产生加性基因少的个体,它的杂种优势低。这样,同组合杂种个体基因型有不同,杂种优势也有不同。同组合杂种个体,如果极值个体与平均值个体相距甚大,即树高(或胸径)

表2 各组合杂种（4年生）树高及胸径生长量的均值及极大值

组 合	树 高 (米)		胸 径 (厘米)	
	均 值	极大值	均 值	极大值
复合杂种:				
银白杨×〔银×(山×小)〕	4.7	5.1	4.6	5.7
〔银×(山×小)〕×新疆杨	4.0	6.3	4.8	5.9
毛白杨×赛山杨	4.9	6.2	4.0	6.3
(椴×响)×新疆杨	4.4	4.8	3.5	4.7
〔响×(椴×响)〕×新疆杨	4.3	5.1	3.7	4.6
种间杂种:				
山杨×新疆杨	4.9	5.6	3.7	4.3
响叶杨×新疆杨	5.9	6.4	4.3	5.5
银白杨×山杨	5.3	6.2	5.8	6.5
银白杨×新疆杨	4.6	6.0	4.3	5.6
山杨×响叶杨	5.3	5.4	5.0	6.0
响叶杨×山杨	6.0	6.9	5.6	6.3
派间杂种				
响叶杨×晚花杨	4.8	5.6	4.8	6.5
响叶杨×健杨	5.0	6.7	4.3	5.9

的极值与均值相差很大,这种差异不完全看成是环境效应所造成,而应有基因型效应的作用,即极大值个体有较好的基因型而使该株杂种的杂种优势较高。

表2标出了各组合杂种4年生树高均值及极大值。如复合杂交种中的银白杨×〔银×(山×小)〕,树高均值为4.7米,极大值为5.1米,(椴×响)×新疆杨树高均值为4.4米,极大值为4.8米,均值与极值相差不大。这种杂种群体、个体的基因型基本一致或相差甚微,表型值的差异主要由环境效应造成,这种情况可以群体均值作为杂种优势的指标,进行家系选择。当此家系均值超过对照品种群体均值时,即可中选。种间杂种中的山杨×响叶杨也属这种情况,其树高均值5.3米,极大值5.4米,变差也甚小。另外一种情况是变差甚大,如复合杂种中的〔银×(山×小)〕×新疆杨,杂种群体树高均值为4.0米,极大值为6.3米,种间杂种中的银白杨×新疆杨杂种群体树高均值为4.6米,极大值为6.0米,派间杂种中的响叶杨×健杨,杂种群体树高均为5.0米极大值为6.7米。这种变异甚大的情况,除去环境效应外,还有遗传型效应,即群体中个体之间有遗传的差异。加性基因多的个体成为群体中极大值个体或接近于极大值个体,它们表现为高的杂种优势。这时,该个体杂种优势可以其树高表型值作为指标,对表型值高的个体可以进行单株选择,作为无性系原株,当其产量超过对照品种最优单株时,可以认为它是优良无性系原株。同样,这种无性系原株采用无性繁殖时,不发生优良基因型的解体,故可保持遗传型稳定不变,无性系后代可以保持其较高的杂种优势。

表2还标出了各组合四年生胸高直径均值及极大值,同样可做上述分析。

3、优良无性系原株的选择。白杨杂交育种中优良无性系原株的选择十分重要,中选的原株是无性系后代的原种。如果选择无性系原株,按照上述杂种优势的分析,我们采用下列的方法。

(1) 杂种植株的群体定植为选育试验林,经过3—7年的观测,如果杂种植体均值和极值变差不太大,个体表型值不太分散,可以把群体均值作为杂种优势的指标。有些杂交组合如山杨×响叶杨等,我们采用了这种方法,但它们的均值不高,没有超过对照品种均值,因而全部淘汰,没有选出优良无性系的原株。

(2) 杂种植株的群体定植为选育试验林,经过3—7年的观察,如果群体均值和极值变差很大,个体表型值分散程度大,这时可以把极大值(或偏大值)个体作为选择原株的对象,把它们个体表型值视为杂种优势的指标。把它们与对照品种植株中最优单株进行比较,这在一定程度上是对环境效应进行了校正。如果杂种植体中最优单株表型值明显地超过了对照品种中最优单株的表型值,可以认为该杂种的优良单株具有较高的杂种优势,这个植株即可被选为优良无性系的原株。如果杂种植体中有一至数株优良单株它们的表型值都超过对照品种中最优单株表型值,则它们皆可分别被选为优良无性系的原株。原株除产量高以外,也要具备干型、冠型、分枝型特性的优点,抗性及其适应性也应较好。用这种方法我们选出了优良无性系原株741号、106号、303号。

(3) 优良无性系原株选择的年龄何时为好。选择原株都是从幼年开始的。但是,幼年期生长势较高的原株到成熟期是否还有较高的生长势呢?树木育种中数量性状(产量)早期鉴定问题目前的研究报道很少。国外有些研究者认为白杨杂种第一代(F_1),在苗圃中对一年生苗木以苗高为指标进行选择是不可靠的。但是,单株杂种苗(F_1)的生长潜势不同,在定植后的一、二年几乎就可以区分。有的学者(Sekawin)研究白杨派杂种幼株直径有高的生长势,在12年后还存在充分相关。这样看来,早期选择似乎有效。Bartkowiak和Bialobok认为,可以把5—7年作为选择的最早年龄。西德学者O.mohrdiek对杨树杂种幼年期到成年期特性相关进行了研究,结论是白杨派杂种用8年的试验期较为合适,这对于20—30年轮伐期都是可靠的。

我们的试验证明,白杨杂种在苗圃中表现的生长优势多不稳定,这可能是表型值中环境效应很大。表型值高的基因型值不一定高,表型值稍低的也可能有较高的基因型值。所以苗圃中杂种苗的初选,标准不必太高,使选中植株增多,待定植后,使其有充分发育机会,再进行选择为好。定植后1—3年内,杂种单株表现出来的生长优势,有些是可靠的,在以后的年份中仍有生长优势,有些单株1—3年的生长优势并不稳定,在以后的年份中生长势可以变高也可以变低如表3。

由表3可以看出上述分析的情况,如106号在1—3年生未表现较高的生长势,从第4年开始表现出较高的生长势,7年生时树高超过对照6%,直径超过对照16%,于是106被选为优良无性系原株。303号也属这种情况,1—2年生其生长势表现不高,低于对照,3—4年开始有较高的生长势,4年生时树高超过对照6%,胸径超过对照10%,它也被选为优良无性系原株。302号是1—2年生时生长势较高,超过对照,3—4年生时生长势变弱,所以未被中选。741号在1—7年生时始终表现出较高生长势,7年生时

表 3

几个无性系原株树高及胸径生长过程

年 龄	无性系	树高（米）						胸径（厘米）							
		302	303	毛白杨 （对照）	106	银毛杨 （对照）	741	毛白杨 （对照）	302	303	毛白杨 （对照）	106	银毛杨 （对照）	741	毛白杨 （对照）
1		4.0	2.3	4.3			4.8	4.0	2.4	1.7	2.0			4.2	2.2
2		6.0	4.1	4.5			7.5	5.0	4.0	2.7	3.0			5.1	3.2
3		7.5	6.6	5.9	4.0	6.5	9.8	7.1	5.7	5.2	4.7	2.2	3.0	9.5	5.8
4		8.5	8.5	8.0	6.6	7.7	13.0		6.1	6.6	6.0	6.0	4.5	13.5	
5					8.6	8.4	14.4					9.0	7.0	17.0	
6					12.1	11.3	15.5	12.0				11.1	9.5	22.0	12.5
7					12.3	11.5	18.5	13.2				14.2	12.2	25.7	13.5

树高超过对照40%，胸径超过对照90%，741被选为优良无性系原株。

综上所述，我们认为白杨杂种优良无性系原株的选择，主要在定植以后进行为妥，选择的年龄以3—7年为好。早期选择是有效的，比如3—4年生时具有明显杂种优势的单株可被选为优良无性系原株，这样可以提早进行苗木繁殖，提早进行品种试验，加速育种过程。早期年龄阶段杂种优势不明显的单株，可以多观察几年，晚到7—8年也可以了。所以我们认为以3—7年作为优良无性系原株选择的年龄是适宜的。

三、白杨杂种优良无性741号杨的主要特性

1、741的生长特性：（1）741原株在7年生时树高18.5米，胸径25.7厘米，对照品种毛白杨树高13.2米，胸径13.5厘米。741树高生长超过对照40%，胸径生长超过对照90%。741平均生长量、连年生长量均超过对照品种毛白杨。（2）从741原株取得无性繁殖材料培育苗木形成741无性系植株群体。进行大田品种试验，在三年生时741平均树高7.68米，平均胸径6.06厘米。对照品种毛白杨平均树高6.00米，平均胸径5.15厘米。741平均树高超过对照毛白杨28%，平均胸径超过对照毛白杨17%。741的树高和直径平均生长量、连年生长量也超过对照品种毛白杨。

2、741形态特征：741原株形态特征主要是继承了毛白杨特点，也有银白杨特点。741树冠卵形，枝条稀疏，分布均匀，分枝角度较大，树冠中下部枝条为70°左右，上部枝条分枝角度较小。树干挺拔通直。树皮青绿色，光滑，树型美观，具备毛白杨一些特点。树干皮孔菱形，紫褐色。与银白杨皮孔相似。叶片大小形状似毛白杨，但边缘有不规则浅缺裂，尤以长枝叶和苗木叶片为明显，这是继承了银白杨叶缘特点。741还具备一些亲本没有的新性状，如苗木的茎稍折曲，稍呈“之”字形。另外，茎枝节间较长，其节间长度约为毛白杨的二倍。

3、741的物候特性：741在物候方面也表现有新的特性，它展叶较早，落叶较迟。展叶期比毛白杨早3—5天，落叶期比毛白杨晚5—7天左右。在幼年期有的叶片于初冬时干枯在枝上，经久不落，这也是与毛白杨、银白杨不同的特点。

4、741 的无性繁殖特性。741 的无性繁殖较为困难,插条繁殖成活率很低,种条横埋繁殖可以得一部分苗木。它的亲本中毛白杨、山杨无性繁殖均难,银白杨无性繁殖较易,所以 741 在无性繁殖特性上是受了毛白杨及山杨遗传基因的影响。

5、741 的抗性 & 适应特性,741 的原株品种试验林植株,经过 7 年观测,未见严重病虫害,植株生长健壮,叶片有时有蚜虫及煤污病,与毛白杨情况相似,对本试验地区(河北易县)气候条件是适应的。741 原株生长在较粘重的土壤上,品种试验地为川地,是河流冲积的砂质土壤,20—30 厘米以下为粗砂及卵石,栽植时曾换土一方(黄粘土)。估计 741 的适生条件可能与毛白杨相似,这有待区域试验后再作结论。

四、结 论

1、白杨的种间派间杂交皆可产生杂种,并具有杂种优势,从其复合杂种可以选出杂种优势高的优良无性系原株。

2、优良无性系原株的选择以定植后进行为宜,选择原株的年龄以 3—7 年为适宜。

3、741 原株及初步的无性系品种试验证明它有较强的杂种优势,它在树高及直径生长方面都超过对照品种毛白杨,且干型、分枝形、冠型、适应性均较优良,可以初步确定 741 号是优良的白杨杂种无性系。

参 考 文 献

1、《植物遗传育种学》 华北农业大学等编 科学出版社 1976

2、《数量遗传学概论》 D.S 法尔康纳著 杨纪柯等译 科学出版社 1965

3、《统计遗传学》 吴仲贤著 科学出版社 1979

4、А.П.ЦАРЕВ: минимальный Возраст для оценки быстроты роста тополей при сортоиспытании. ЛЕСОВЕДЕНИЕ 1977. № 3

5、O. MOHRDIEK: Juvenile—Mature and Trait correlations in some Aspen and poplar Trials. Silvae genetica 1979 Heft 2—3

(上接第 69 页)

(四) 蛀果期: 蛀果始期在 7 月上旬、蛀果盛期在 8 月中旬至 9 月上旬、末期在 9 月下旬。1973、1974 两年的产卵期比较, 1973 年产卵高峰期在 8 月 31 日, 1974 年在 8 月 20 日, 提早一句。从蛀果期看, 1973 年蛀孔高峰期在 9 月上旬, 是在产卵高峰后一句。1974 年蛀孔高峰期在 8 月中旬, 出现在卵高峰之前, 比 1973 年提早约 25 天。

(五) 幼虫脱果期: 1972—1974 年在北水峪大队田间树下和院内设观察箱, 每日上午 7—8 时、下午 5—6 时检查脱出幼虫数量、结果: 1973 年第一代脱果最早在 7 月 26 日, 一、二代有重叠现象, 全年脱果高峰期在 9 月中下旬 (1974 年在 9 月上旬), 末期在 10 中下旬, 历经 70 多天。