

山东农学院科研资料选编

(林业专辑)

1

1979

山东农学院科技情报室

目 录

林 木 育 种

白杨派树种杂交育种初步总结.....	林学系林木育种组	庞金瑄	孙仲序	1
榆树杂交育种初步总结.....	林学系林木育种组	庞金瑄	孙仲序	9
刺槐优树(类型)无性系测定初报.....	林学系林木育种组	庞金瑄	孙仲序	17
油松超级苗选择数量的确定.....	山东农学院	科技情报室	梁立兴	23

毛 竹 引 种

山东省毛竹林生长状况及其森林分子结构规律的调查分析	林学系	梁玉堂	吴全清	倪国祥	24
日照县巨峰二村大队毛竹迅速成林成材的经验调查	林学系	梁玉堂	倪国祥	吴全清	36
毛竹抗寒性与越冬性调查.....	林学系	林木栽培教研室	梁玉堂		40

经 营 管 理

欧美杨生长情况分析和经营意见.....	林学系林业调查教研室	许慕农	44
山地刺槐人工林的扶育间伐技术及主伐龄的确定	山东农学院	科技情报室	梁立兴
	山东社会主义劳动大学三分校	盛瑞发	55
泡桐低干变高干初步试验.....	林学系泡桐研究组		62

病 虫 防 治

松树腐烂病的研究初报.....	山东农学院林学系	泰安地区泰山林场	68
泡桐丛枝病防治试验.....	林学系泡桐研究组		77
核桃炭疽病研究初报.....	林学系林果病虫害教研室		81
赤松毛虫生物防治的初步试验	山东农学院林学系病虫害教研组	泰安地区徂徕山林场	84

杨尺蠖的初步观察及防治.....林学系昆虫教研组 87

育 苗 造 林

泡桐播种育苗.....林学系泡桐研究组 90

干旱石质山区油松造林技术.....山东农学院 科技情报室 梁立兴 97

栎树直播造林.....山东农学院 科技情报室 梁立兴 100

树 木 分 类

山东省泡桐分类的研究.....林学系泡桐研究组 102

森 林 测 量

林地平整测量.....林学系林业调查教研室 李世光 115



白杨派树种杂交育种初步总结^{*}

林学系林木育种组 庞金宣 孙仲序

前 言

杨属树种繁多，分类学上一般把它分为五个派。白杨派中的毛白杨，是我省的重要乡土树种，具有材质好、寿命长、能长成大材等优点，据调查寿命可达百年以上，胸径可达1米以上，木材细密，经久不腐，可供家俱、建筑等用，远比黑杨派、青杨派各种的木材为好，是长期以来深受群众欢迎的重要四旁绿化树种。毛白杨的缺点是初期生长较慢，不易扦插繁殖；耐盐硷的能力较差，树冠宽大，作为农田林网树种，胁地较重。因此通过杂交育种的手段，创造比毛白杨更为速生优质的新种，就成了树木育种工作的当务之急。

在过去的杂交育种工作中，我们也曾试图通过材质优良、寿命长的白杨派种与速生的黑杨派种杂交创造速生优质的新种，但结果都很不理想，以黑杨派种为母本，白杨派种为父本，如加杨×毛白杨，德国杨×毛白杨等组合，虽曾获得部分杂种苗，但干形不良，没有推广价值，以白杨派种为母本，如白毛杨×加杨，毛白杨×健杨等组合，很少获得有生命力的种子，偶尔获得个别杂种苗，也生长很弱。因此为要综合这两个派不同种之间的优点，创造杂种新类型，还需要作很多工作。同时它也促使我们探讨通过另外的途径来创造优良杂种新类型。

白杨派的树种，在我国除毛白杨之外，尚有新疆杨、响叶杨、楸杨、山杨、银白杨等，原南京林学院及我院都曾做过银×毛、山×毛等组合，结果在我省的条件，杂种优势表现不明显。为了创造优势明显的杂种，从74年开始我们进行了白杨派种间或种间杂种的再杂交（复合杂交），取得了初步的结果。

南京林学院叶培忠教授，早在四十年代就开始进行白杨派树种的种间杂交，1958年从（楸×毛）×响这一组合中选出了优良单株，定名为南林杨。中国林业科学院，也曾作过毛×新，选出了毛新杂种。我们认为白杨派的各个种，具有各不相同的生态学及林学特性，例如毛白杨材质好、寿命长；楸杨能耐干瘠；新疆杨较耐盐硷、侧枝直立、树冠窄小等，因此通过多次杂种之间的再杂交，就可能把各品种的优良特性组合在一起，选出一个比较理想的杂种新类型。我们的工作正是根据这一设想进行的。

^{*} 先后参加工作的还有胶南县林科所、薛家岛苗圃、邹平县肖镇大队林科队等单位。中国林业科学院，南京林产工业学院等单位曾给予大力支持，特此致谢。

杂交亲本及工作方法

(一)、所用的杂交亲本主要有:

- 1.南林杨:原南京林学院选育的人工杂交种(檉杨×毛白杨)×响叶杨,雌株。
- 2.毛新杨:中国林业科学院选育的人工杂交种毛白杨×新疆杨,分别采用了宽冠、窄冠类型的雌雄花枝。
- 3.毛白杨*Populus tomentosa* Carr.: 采自山东当地,雄株。
- 4.抱头毛白杨:夏津县选出的毛白杨窄冠类型,雄株。
- 5.新疆杨*P. bolleana* Lavche: 采自新疆、北京等地,雄株。窄冠类型
- 6.塔形小叶杨*P. simonii* Carr. Var. *fastigiata*: 小叶杨的窄冠类型,雄株。
- 7.苏维埃塔形杨:人工杂种银白杨×新疆杨,雌株。窄冠类型
- 8.响叶杨*P. adenopoda* Maxim 采自南京,雌株。
- 9.檉杨(河北杨)*P. hopeiensis* Huet Chow: 采自北京,雌株。
- 10.银×(山)小:人工杂种,雄株。
- 11.银白杨*P. alba* L.: 采自北京,雌株。
- 12.山杨*P. davidiana* Dode: 采自胶南县,雌株及雄株。
- 13.健杨*P. xeuramericana* cr "Robusta": 雄株,采自本院。
- 14.山海关杨:初步鉴定为美洲黑杨,采自山海关林场,雌、雄均有。

(二)工作方法 首先在室内进行切枝杂交,种子成熟后室内盆播或室外畦播,长至3—4厘米时带土移栽,在苗圃精心培育。

秋季停止生长后进行第一次评选,根据当年的高生长、分枝特性、抗病性等性状,将全部苗木分为四级:一级苗高生长最高,分枝较细较少,或枝角较小,主干端直,叶部病害轻微;二级苗高生长略低,其余同一级苗;三级苗在高生长、抗病性、分枝特性等几个方面,仅一方面表现良好,当选很不理想,弃之又觉可惜;四级苗是应该淘汰的病弱苗。

一、二级苗是以后进一步筛选良种的物质基础,第二年春分别单株采集其侧枝及主梢,进行株行嫁接试验,即每一单株的接穗嫁接一个短行,并以当地白毛杨优树接穗嫁接作为对照,进行苗期对比观察。同时一级苗的主干集中定植观察,以便与株行嫁接试验及以后的造林对比试验相互验证。二级苗的主干作为一般苗木用于造林。三级苗不进入株行嫁接对比试验,但也不立即淘汰,与二级苗主干一起,作为一般苗木用于造林,以免万一有好的单株被淘汰。四级苗当年全部淘汰。

第二年秋,根据株行嫁接对比试验各无性系苗木生长情况,并参考定植苗的生长情况,进行第二次选择,当选的系号于第三年春建立对比筛选试验林。

杂交结果初步分析

由于我们的工作时间尚短,不可能全面地总结,下面仅就几个问题作些初步分析,有些认识还有待时间的进一步检验。

(一) 各组合的亲合能力:

获得有生命力的种子是杂交育种工作的第一步, 一个组合亲合力的大小 (即两个种的可配性), 又是能否大量获得杂种种子的先决条件, 因此查明各组合的亲合力, 是杂交育种的首要工作。

几年来先后进行的杂交组合获得的杂种苗株数, 见表 1。

表 1 历年各组合杂交结果一览表

株 数 ♀	♂	银 × (山) 小	包 头 毛 白 杨	响 叶 杨	毛 新 杨	宙 山 杨	健 杨	波 15 A	小 叶 杨	塔 形 小 叶 杨	毛 白 杨	巴 氏 杨	新 江 杨	山 杨	山 海 关 杨
毛 新 杨		237	155	16		35	×					3			
南 林 杨			432	234	1034		18	12	1	300	355	382	1788		50
毛 白 杨					15										
山 杨				63	29						102		12		
银 白 杨			17		422						249			215	
响 叶 杨		100	375		377						136			114	
椴 杨				74	101								65	42	
苏维埃塔形杨			149											26	
山 海 关 杨										150			150		
I—214											×				
德 国 杨					×							×			

注: 表内数字是历年获得杂种苗总株数。“×”表示未得到种子。

从表 1 的资料可以看出:

1. 父、母本均属白杨派的组合, 无论是白杨派的杂种还是纯种或古老杂种, 除各别的因母本花枝数较少外, 绝大多数组合都获得了较多的杂种苗, 这样的组合, 一般每个蒴果都有 1—2 粒种子, 甚至有的三粒, 一个果穗即可获得近百粒种子, 种子也较饱满, 因此比较容易获得杂种苗, 杂种苗及幼树也表现了一定程度的优势, 是一批值得重复的组合。

2. 以黑杨派的种为母本, 白杨派的种为父本的组合, 60—74 年我们也曾进行过, 如加 × 毛、德 × 毛、美 × 毛等, 结果每年只能获得少量种子, 种子生命力较低, 因而获得的杂种苗就更少。近几年的结果与过去相似, 有的组合完全未获得种子 (如德 × 巴氏杨、德 × 毛新、I—214 × 毛), 有的组合获得了较多的杂种苗, 如山海关杨 × 新疆杨, 但苗子在当年就出现明显的分化, 有 85% 左右的苗子, 其形态特征基本上与山海关杨相似, 这一类型的苗子生长旺盛, 当年苗高均在 2 米左右, 另有 10% 左右的苗子, 具有较明显的新疆杨性状, 但全部生长矮小病弱, 一般高生长不过 1 米。根据以上情况, 我们认为以黑杨派种为母本、白杨派种为父本的组合, 是否值得继续进行, 是值得考虑的。

3. 以白杨派的种为母本, 黑杨派的种为父本的组合, 过去我们也曾进行过, 如毛 ×

加、毛×美、毛×健等，但极少获得有生命力的种子，更未获得苗子，因此曾认为进行这类组合是没有价值的。但近年来以白杨派内幼龄杂种南林杨为母本，以山海关杨、健杨、波15A等为父本，获得了较多的苗子，这就再一次证明利用幼令杂种作母本，是克服远缘杂交不育的有力措施。同时这些苗子也多生长较好，特别是南×山海关杨的优良单株，当年高达2.2米，超过同时播种育苗的毛白杨优良单株50%，说明进行这类组合是完全可能的，也是有前途的。

在讨论各组合的亲合力时，应当特别指出，由于树种多处于未经人为改良的野生状态，遗传组成的杂合性决定了种内不同个体之间遗传组成的异质性，因而即使同一组合，用这一单株的花枝能成功，用另一单株的花枝就可能不成功，也就是单株之间的亲合力有着明显的不同。如我们在进行山海关杨×新疆杨、山海关杨×塔形小叶杨这两个组合时，父本新疆杨、塔形小叶杨都是一个单株的花枝，母本则是不同的单株，完全一样管理和授粉，甚至是在一个花瓶里培养，结果有的花枝上每个蒴果都有种子，有的花枝上则一粒种子不结，这就告诉我们，在探讨各组合的亲合性时，必须使用较多的亲本植株，才能得出正确的结论。

(二) 各组合的选种价值

我们进行白杨派树种杂交育种的主要目标是速生，同时兼顾树形和抗性。因此，其后代的生长情况，是判定一个组合优劣的主要标准。

同时杨树主要是靠无性繁殖，在生产中推广优良无性系，因此评定一个组合的优劣，主要不是依据杂种苗的平均高，而是根据选出的优良单株的多少。我们正是根据这一点评价各组合的。

1975年南×毛新等五个组合，共获得杂种苗1858株，选出一、二级苗255株，于1976年春采集侧枝进行株行嫁接对比试验，同时一级苗主干集中定植观察，77年春从255个株行对比系号中选取76个系号的嫁接苗进行造林对比试验，同时根据株行试验和一级苗主干定植观察结果，又采集60个系号的侧枝进行嫁接造林试验，78年根据两片对比试验林两年生长情况，选出9个优良系号，拟少量扩大繁殖，进一步进行对比试验。各组合选择结果见表2。

表2 1975年杂种苗初选结果统计表

组 合 名 称	一年生苗 总 株 数	最高单株 (米)	平 均 高 (米)	一、二级苗 株 数	选出优良 系 号 数
南×毛新	650	3.45	2.05	94	6
南×新	388	3.10	2.00	56	1
南×毛	355	2.5	1.44	31	1
南×巴	382	2.66	1.77	46	
山×毛	83	1.55	0.98	28	1

1976年共产生杂种苗4134株，选出一、二级苗335株，用“炮捻”嫁接法于77年进行株行对比试验，共有301个系号获得了嫁接苗，78年春选取247个系号进入造林对比试验，根据生长情况、分枝特点、抗病能力等初选出22个优良系号。各组合初选结果见表3。

表3 1976年杂种苗初选结果统计表

组 合 名 称	一 年 生 苗 总 株 数	最 高 单 株 (米)	平 均 高 (米)	一、二 级 苗 株 数	初 选 优 良 系 号 数
毛新×包头毛白杨	155	2.20	1.45	16	1
毛新×(银(山)小)	237	2.65	1.50	26	
毛新×响	31	2.20	1.39	4	1
毛新×宙山杨	35	2.25	1.59	6	1
响×包头毛白杨	375	2.00	1.26	36	2
响×山	114	1.96	1.20	2	
响×毛	136	2.05	1.18	4	
响×毛新	112	2.20	1.65	13	6
响×(银(山)小)	100	2.03	1.03	9	
响×?	265	2.65	1.65	56	1
椴×响	74	1.90	1.33	1	
椴×山	42	1.85	1.12	1	
椴×毛新	101	2.30	1.27	17	
椴×新	65	1.75	0.97	1	
南×包头毛白杨	432	1.97	0.87	12	1
南×健	17	1.27	0.60	1	
南×毛新	384	2.55	1.66	49	7
南×小	1	1.10		1	
苏×包头毛白杨	149	2.30	1.21	9	1
银×山	215	2.25	1.52	4	
银×毛新	422	2.20	1.21	11	
银×毛	249	2.00	1.22	13	
山×响	63	1.45	0.67	2	
山×毛	19	1.10	0.60	1	
山×毛新	29	1.58	1.27	1	
毛(夏)×毛新	15	1.85	1.36	2	1

从以上两年杂种苗的初选结果可以看出,南林杨×毛新杨选出优良单株的机率最大,其次是响×毛新,南×新等,多数优良单株是从这几个组合内选出来的,因而认为是比较好的组合。

(三) 杨树的杂交育种程序

产生杂种苗仅是杂交育种的开始,获得速生优质的优良品系,是杂交育种的最终目的,但是如果把大量杂种苗都定植下去,等到成材之后再去评定优劣,选出良种,那就需要大量的土地,很长的时间,实际上是办不到的,如何才能更快更准地选出优良系号用于造林,根据我们的工作情况,认为:

1、杂交的当年,苗木生长的好坏,受种子饱满程度的影响很大,同时移栽时带根

的多少也对生长有很大影响，因此第一年的生长情况不能完全反映它的遗传品质。1975年南×毛新为例，杂种苗总株数650株，选出一级苗21株，二级苗73株，经株行嫁接对比试验及定植后两年的观察，初步评选出6个优良系号，其中三个是原一级苗的系号，三个是原二级苗的系号，而且较突出的两个，都是原二级苗的系号，这就说明第一年的选择不宜过严，以免好的单株被淘汰。

由表2.3可知，山×毛的一年生苗，生长总是很差，高、粗生长均比同年的南×毛新、南×新杂种苗小一倍，但经定植观察，却初选出一个优良系号，而毛新×（银×（山）小）这一组合的一年生杂种苗，无论是最优单株，还是组合的平均高，在同年的杂种苗中都是最高的，但却一个优良系号也未选出。

再如76年的杂种苗，经株行嫁接对比试验后选出的247个系号，定植观察一年初选出的23个系号中，原来是一级苗的仅有三个，原来是二级苗的系号就有20个。这就再一次说明，不能根据第一年的生长情况进行严格地选举。第一年的中选率一般控制在 $1/10$ —— $1/15$ 左右。

2、根据株行嫁接对比试验选择的可靠性。根据我们的试验，按株行嫁接对比试验结果进行选择，可靠性是比较大的。假设年产3000株杂种苗，按10—15:1的机率选择，可选一、二级苗200—300株，平均每株嫁接10株，大约一亩地即可够用，面积不大条件比较容易控制一致，试验结果基本上可以反映遗传品质的好坏，例如75年的杂种苗经株行嫁接对比试验，发现南×毛新中31、中27、西69、西68、中21等几个号比较突出，经两年的定植观察，仍是这几个号表现优良。说明根据株行嫁接对比试验的结果进行评选，还是比较可靠的。

3、杨树是速生树种，一般轮伐期10年左右，因此定植观察2—3年后，优良系号即可逐步繁殖，并扩大试验范围，再经2—3年，有推广价值的优良系号基本选定，这时该系号已有相当数量的苗木，即可开始在生产中逐步推广应用。采用这样的程序，即能较快地选出良种，又能保证质量。这一程序的全过程，可用下表（表4）说明。

表4 杨树杂交育种程序表

工 作 内 容 \ 年 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
获得杂种苗	—												
株行嫁接试验		—											
对比试验林			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
初选优良系号繁殖				—	—								
区域栽培试验					—	—	—	—	—	—	—	—	—
生产中推广良种						—	—	—	—	—	—	—	—

（四）杨树分枝习性的遗传

分枝习性对冠形、主干高度、主干圆满度等影响很大，因此它是一个重要的经济性状，一般侧枝粗，特别是侧枝近于轮生，容易出现拮据现象，造成主干低矮，尖削度大；枝角过大则树冠宽大，需要营养面积大，不适于密植，用于农田林网则遮光严重，影响农作物生长，同时，枝角大，一旦主干受到损伤，就很难再接出通直的主干。由于分枝

习性对材积生长量和材质都有很大影响，所以选择侧枝细、枝角小的窄冠类型，已成为当前杨树选种工作普遍注意的问题，因而分枝习性的遗传，也成为大家所关心的问题。

由于杨树杂交育种所用的亲本均系杂合体，同时杨树又是雌雄异株，因此采用农作物上常用的方法研究其性状的遗传规律，事实上是不可能的，因而只能通过观察，大体了解其性状的遗传规律。为了研究杨树分枝习性的遗传，我们对几个组合的一年生杂种苗进行了观察，结果见表5。

表5 各组合杂种苗分枝特性统计表

组 合 名 称	观 察 株 数	窄 冠 型 株 数	窄 冠 型 %
南×毛新	111	43	37
南×包头毛白杨	56	14	29
银×毛新	74	49	66
毛新(窄冠)×包头毛白杨	80	61	76
苏×包头毛白杨	22	16	70
毛新(18)×包头毛白杨	21	11	52
毛新(窄冠)×响	9	3	33
南×新	112	65	58
山海关杨×塔形小叶杨	163	63	40
南×塔形小叶杨	156	80	52
毛白杨自由授粉	33	4	12
南林杨自由授粉	75	14	18

由表5得知，除去个别的例外，一般两个亲本之一是窄冠的，则杂种苗中窄冠型约占1/3左右，如山海关杨×塔形小叶杨、南×新、南×毛新、毛新(窄)×响、南×抱头毛白杨等。两个亲本都是窄冠的，则杂种苗中约有2/3左右是窄冠的，如毛新(18)×抱头毛白杨、毛新(窄)×抱头毛白杨、苏×抱头毛白杨等。

事实上在同一组合中，典型的宽冠、窄冠之间存在着一系列中间类型，说明分枝习性(分枝粗细及枝角大小)是一个复杂遗传现象，即有部分显性基因的作用，又有累加效应基因的影响。

几个优良无性系简介

1975年产生的杂种苗，根据株行嫁接对比试验和定植后两年的生长情况，初步选出几个优良系号，简介于后。

1、南毛新(中31)

主干通直园满，干皮灰绿色，分枝角度小(30—40°)树冠窄，树形美观，叶部抗锈病及褐斑病能力强，抗霉污病。生长快，1977年春定植一年生嫁接苗，78年秋高5.5米，超过对照(毛白杨优树，下同)24%，胸径6.5厘米，超过对照40%，与同类型的抱头毛白杨(窄冠型，全国试行推广良种)相比，全高超过41%，胸径超过101%。77年春嫁接造林区(随定植砧木，随嫁接造林)成活三株，78年春风折二株，保留一株最小的，

77年秋比其相邻的对照低65厘米，胸径小0.4厘米，至78年秋，高4.5米，赶上了与其相邻的对照，胸径6.0厘米，反而超过对照0.8厘米，按78年生长量，高度与胸径分别超过对照25%与44%，足见其生长远比对照为快。

2、南毛新（中27）

主干通直，分枝角小（30°左右）树冠窄，树形美观，抗病力强，生长快，77年春定植一年生嫁接苗二株，因浮尘子危害严重，77年冬地上部死去一株，所余一株，78年停止生长后全高5.4米，超过对照23%，胸径5.5厘米，超过对照20%，与抱头毛白杨相比，高超过40%，胸径超过77%。77年嫁接造林区成活11株，平均高5.24米，超过对照30%，胸径4.2厘米，超过对照34%，78年定植区成活7株，初植时平均高1.4米，比对照低0.6米，平均胸径0.89厘米，比对照小0.29厘米，经过一年的生长，平均高3.29米，反而超过对照10%，平均胸径2.23厘米，超过对照6%。初植时平均高比抱头毛白杨略小，平均胸径小0.29厘米，经一年生长高超过12%，胸径超过26%。78年全年高、径生长量分别超过抱头白31%与134%。上列数据说明南毛新中27，无论与毛白杨优树无性系相比，还是与同类型的全国推广种相比，均表现了明显的优势。

3、南毛新（西69）

主干通直，分枝角小、树冠窄，树形美观、抗病力强，生长快，1977年定植3株，平均高5.0米，平均胸径5.7厘米，分别超过对照17%和23%，超过抱头毛白杨30%与80%，嫁接造林区成活13株，平均高4.6米，平均胸径4.34厘米，超过对照15%与35%，78年定植区成活10株，平均高4米，胸径2.27厘米，分别超过对照28%和30%，78年高、经年生长量超过抱头毛白杨10%与120%，说明南毛新西69具有明显的优势。

4、南新（4—4）

形态特征与南毛新西69相似，该系号仅嫁接造林区有25株，二年生平均高4.72米，胸径4.0厘米，分别超过对照20%与25%，按78年年生长量则分别超过36%与40%。

5、山×毛（东7、）

主干通直、新稍粗壮、分枝少，粗壮，枝角50°左右，抗病力强，77年定植区3株，平均高4.2米，平均胸径4.2厘米，均略低于对照，这是由于初植时苗子比对照小，如按78年的高生产量，则超过对照60%，胸径生长量也略大于对照。77年嫁接造林区有6株，二年生平均高4.4米，平均胸径5.2厘米，分别超过对照10%和60%，78年年生长量分别超过36%与93%。78年定植区有8株，平均高3.5米，胸径2.77厘米，分别超过对照15%与30%，说明山×毛（东7）具有明显的优势。

小 结

用白杨派的种或杂种进行杂交育种，是创造速生优质杨树良种的重要手段。经过几年来的工作，查明了各亲本种之间的亲合能力（可配性），证明以南林杨、响叶杨等为母本，以毛新杨、新疆杨等为父本的组合，选出优良单株的机率大，是较好的组合。通过白杨派种与黑杨派种之间的杂交，证明用幼龄杂种作母本，是克服远缘杂交不孕的重要手段。根据几年的工作情况，认为不能在一年生杂种苗中进行严格选择，根据株行嫁接对比试验选择是比较可靠的。通过几年的对比观察，初步选出了南毛新中31等几个生长快、抗性强、树冠窄、适合农田林网栽植的优良系号。

榆树杂交育种初步总结*

林学系林木育种组 庞金宣 孙仲序

前 言

榆属 (*Ulmus*) 树种约有四十种以上, 我国约有二十五种, 几乎遍布全国各地。其中白榆分布最广, 栽培利用较多, 适应性较强, 能耐轻度盐硷, 木材坚韧耐腐, 适用于车辆、农具及建筑, 叶子是良好的猪饲料, 种子可以榨油, 所以群众说: “榆树浑身都是宝”, 长期以来深受群众欢迎, 是华北平原四旁绿化的主要树种。但白榆生长较慢, 多数侧枝粗大, 主干低矮, 木材纹理扭曲, 因此选育生长快、干形好的优良榆树新品种, 对当前我省林业生产是十分迫切需要的。

榆属各种, 长期适应不同地理区域土壤和气候条件的结果, 形成了各不相同的生物学特性, 具有不同的经济价值, 这就给杂交育种工作提供了丰富的原始材料。因此在选择优良单株建立种子园的同时, 通过杂交育种选育一批更优良的杂种新类型, 是完全可能的, 这也是实现榆树生产良种化的一条重要途径。

我们从1972年开始进行榆树杂交育种工作, 1975—1976两年, 又与胶南县林科所协作进行杂交工作, 1977年将部分杂种苗无性系在邹平县肖镇大队林科队进行造林对比试验。本文打算把几年来的工作做一初步总结, 以便广泛听取意见, 更好地开展此项工作。在工作进行过程中, 曾得到中国科学院北京植物园、南京林产工业学院、新疆八一农学院等很多兄弟单位协助, 特此致谢。

杂交亲本及工作方法

榆属树种, 除榔榆 (*U. Parvifolia Jacq.*) 秋季开花外, 均为春季开花, 两性花, 从开花到种子成熟仅40天左右, 由于种子成熟期短, 适于室内切枝杂交, 不但操作方便, 而且还可以远距离寄运花枝, 实现异地树种杂交, 给广泛的进行种间杂交育种工作提供了十分方便的条件。

室内切枝杂交, 是早春花芽膨大时, 采集粗1—2厘米, 长60厘米左右带有花芽的枝条, 在温度20°C左右明亮的室内, 将枝条下部插入清水中进行水培, 每天或隔天换水一次, 用作母本的花枝, 待雄蕊花丝伸长、花药即将撒粉时, 用尖头镊子拔除花药 (多脉榆、美洲榆等自花不孕的树种, 可不去雄)。用作父本的花枝, 在撒粉时用干净的白有

* 先后参加工作的还有胶南县林科所、薛家岛苗圃, 邹平县肖镇林科队。

光纸收集花粉，筛除杂质，放入有氯化钙或硅胶的密闭瓶中，存放在干燥冷凉处，待到母本雌蕊柱头明亮、似有汁液分泌时，授以父本花粉，每天一次，连授三次，受精后三、四天即可见到子房膨大，30天左右种子成熟，即可播种育苗。

当年苗木生长结束后，根据生长势、抗性、分枝特性等，将杂种苗分为四级，优良单株（一、二级）采集其侧枝用袋接法嫁接繁殖，进行株行比较试验（即每一单株的接穗嫁接一个短行），经去劣留优再进入造林对比试验。

我们在杂交育种中选用的亲本有：

白榆 (*Ulmus pumila* L.)：在我国是榆属中栽培历史最久、分布最广的一种，在华北平原广泛栽培，适应性较强，喜石灰性肥沃湿润的冲积土，但又较耐干瘠和盐硷，在土壤含盐量0.3%以下能正常生长。木材坚韧耐腐，用途广。

春榆 (*U. propinqua* KoidZ)：乔木，高可达30米，主要分布于大兴安岭、长白山区，河北等省亦有分布，多自生于山麓土层深厚湿润的阔叶混交林内。

青榆（裂叶榆）(*U. Laciniata* Mayr)：乔木，高可达25米，主产我国东北小兴安岭、长白山及河北省东北部，喜湿润肥沃土壤，但也较能耐干瘠。

琅琊榆 (*Ulmus chonmoui* Cheng.) 乔木，高可达19米，原产安徽省滁县琅琊山，材质坚韧，可供家具、建筑等用。

毛榆 (*U. wironiana* Sche)：乔木，高可达20米，产湖北、河南、四川等省。

欧洲白榆 (*U. Laevis* Pall)：乔木，高可达30米，原产苏联西部及我国新疆地区，干形通直，适应性强，在当地是深受欢迎的用材及“四旁”绿化树种。

毛果旱榆 (*U. glaucescens* Var. *lasiocarpa* Rehd) 乔木，高可达18米，产甘肃、内蒙古等地，能耐干旱瘠薄。

此外还有美洲榆 (*U. americana* Linn)、多脉榆 (*U. multinervis* Cheng.)、黑榆 (*Ulmus davidiana* Plance.)、黄榆（大果榆）(*U. macrocarpa* Hance) 沙泡榆 (*Ulmus* sp.) 等。

杂交结果初步分析

（一）几种榆树的受精生物学特性

榆属树种均为两性花，了解其自花授粉的可孕性，直接关系到杂交育种技术，关系到杂交育种的成果。

白榆：在严格隔离的情况下，能自花受精产生饱满种子。因此，以白榆为母本时，去雄工作必须及时彻底。

多脉榆：我院实习苗圃仅一株多脉榆，每年均能大量开花结果，但几乎全部是空粒，72年未获一粒饱满种子，73年又将全部果实采下逐个检查，只获得一粒饱满种子。这就说明多脉榆自花授粉是不孕的。用它的花粉给白榆授粉，能正常结实，证明花粉是有生命力的，自花不孕与花粉的发育无关，据观察多脉榆的自花不育，与雌雄异熟有关，我们所见到的一株为雌先型，雌蕊的可授期比雄蕊撒粉期早4天左右。

美洲榆：青岛中山公园有一株30多年生的美洲榆，每年都能开花，但不结实。美洲榆的自花不孕，情况较为复杂，一方面与雌雄异熟有关（中山公园的那株美洲榆，雌蕊

可授期比雄蕊撒粉期早两天左右)，但同时也与细胞学特性有关，据资料介绍，美洲榆为四倍体，我们在杂交育种工作中，几次用美洲榆作亲本，极少获得种子，这就说明由于染色体加倍的结果，很少形成正常的雌雄配子，而这极少数正常的雌雄配子，在雌雄异熟的情况下相遇的机会就更少，因而造成了自花不孕，所以用美洲榆作亲本进行杂交育种时，必须进行大量的工作，才有可能获得杂种种苗。

春榆、黄榆等，据初步观察，是自花授粉可孕的。

(二) 榆树种间杂交的可孕性

几年来所进行的杂交组合，结果见表 1。

表 1 杂交结果分析表

父 母	本	白 榆	春 榆	醉 翁 榆	混 合 花 粉	琅 琊 榆	黄 榆	毛 榆	黑 榆	欧 洲 白 榆	沙 泡 榆	美 洲 榆	多 脉 榆	青 榆	毛 果 旱 榆
白	榆		○	△		○	○	○	○	○	△	△	○	○	△
春	榆	○													
醉	翁	○													
琅	琊	○	○				△								
毛	榆	△	△												
黑	榆	△		△											
欧	洲	○	○		○										
美	洲	×													
多	脉	△													
青	榆	△													
黄	榆	△													

注：○——容易获得种子；△——仅获得少量种子；×——未获得种子。混合花粉包括美洲榆、白榆、春榆、黄榆。

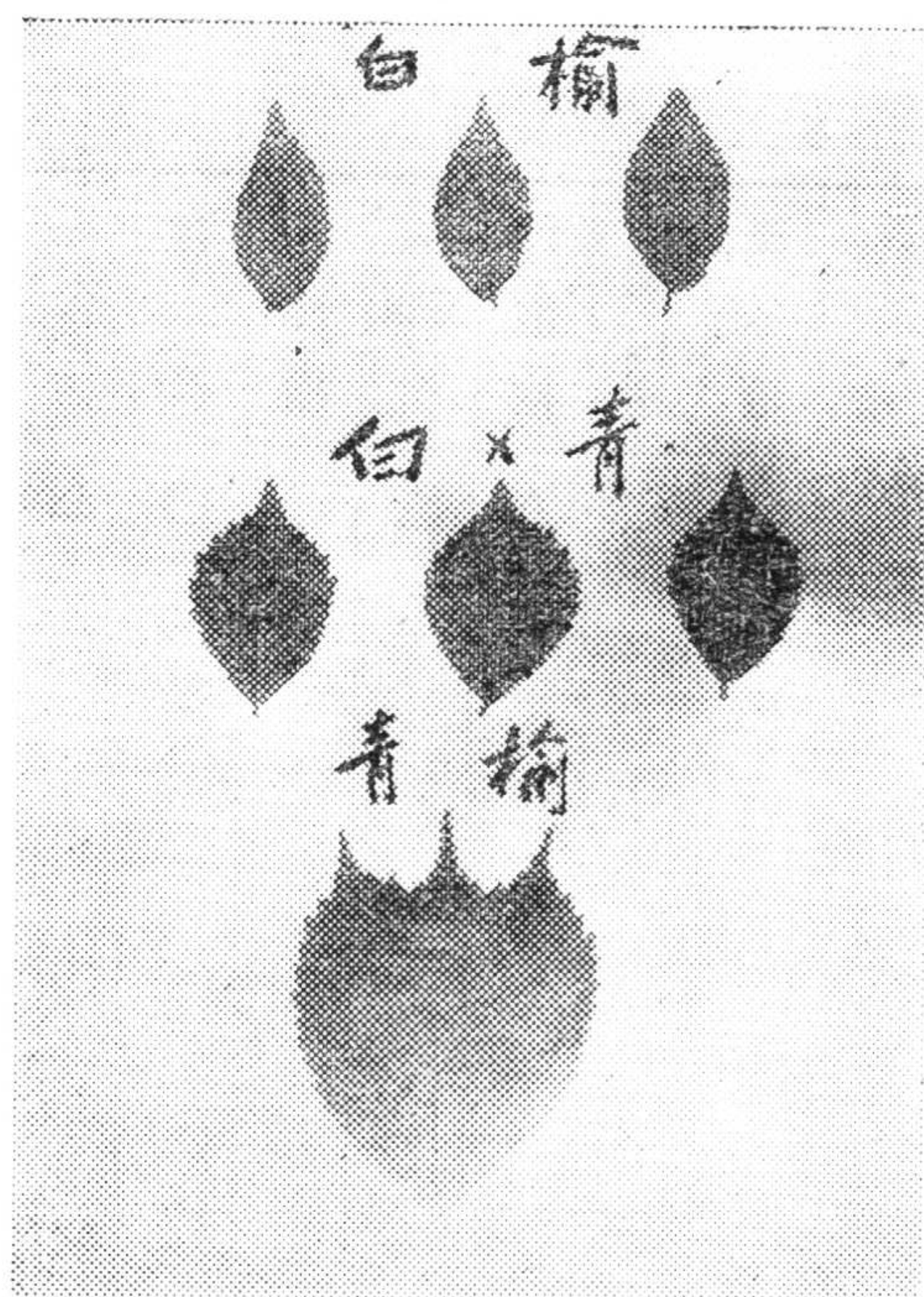
由表 1 可知，美洲榆×白榆这一组合，连续四年未得种子，其余组合都多少不等的获得了杂种种苗，其中有些组合获得种子较容易，特别是以白榆为母本，多数都较容易获得种子，而有些组合则较困难，如黄榆×白榆、青榆×白榆，都很少获得种子。

(三) 榆树性状遗传规律的初步观察

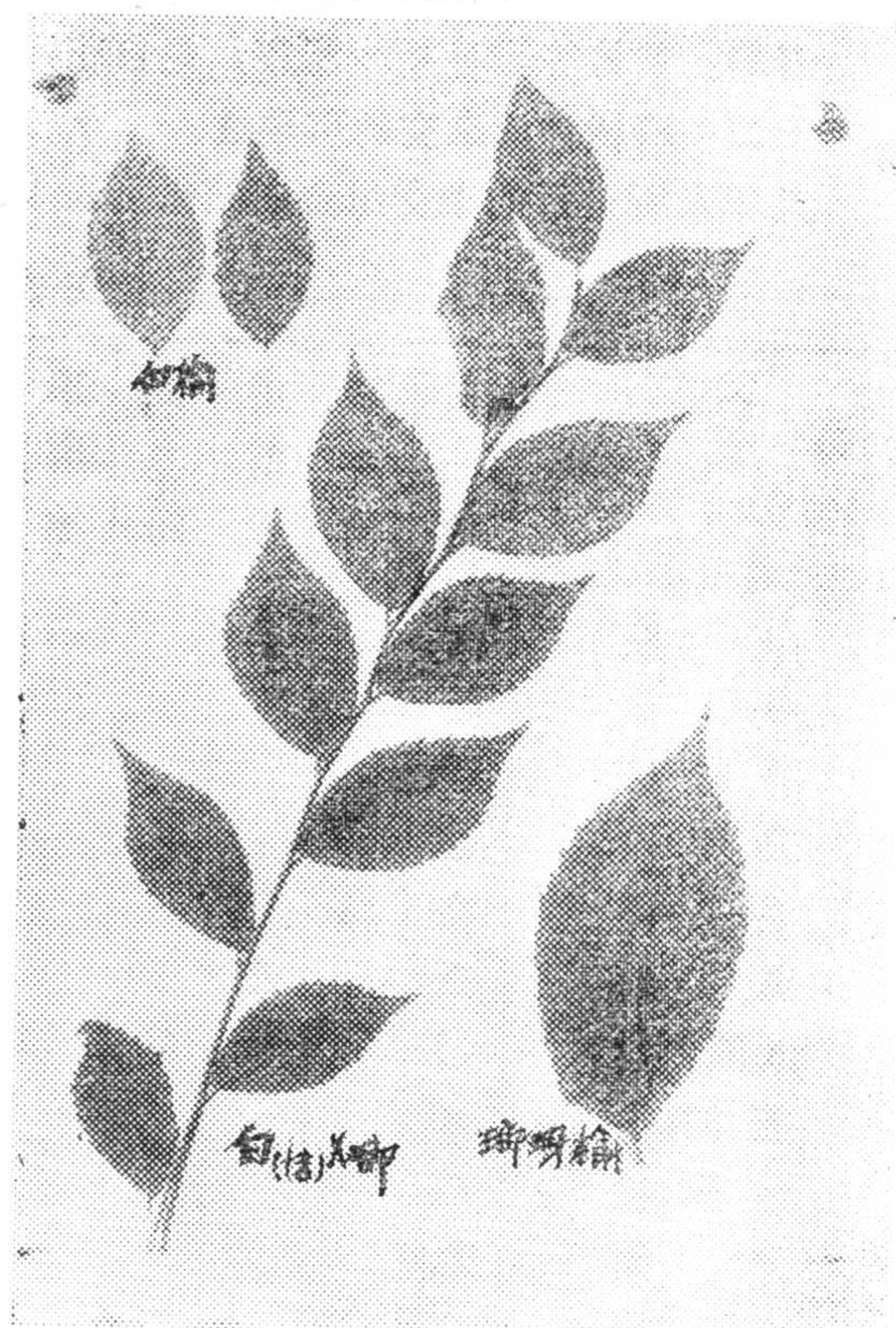
榆树为风媒异花授粉树种，因而所用的杂交亲本具有高度的杂合性，致使各组合苗木的性状表现是很复杂的，F₁代即表现明显的分离，但总的看来有两大类，即部分苗木基本表现母本的性状，部分苗木为不同程度地接近母本的中间性状，父本性状为显性的很少。例如白榆叶片较小，中间最宽，先端渐尖，青榆叶大，上部最宽，先端三裂或短尖，白榆×青榆的杂种苗，一部分与白榆相似，另一部分苗木，叶子的大小似白榆，但上部最宽，先端近于短突尖，表现为接近白榆的中间性状（见附照¹）。白榆×琅琊榆的杂种苗也有类似的表现（见附照²）。

再如白榆叶片表面光滑，小枝光滑无毛，黄榆叶片较大，表面粗糙，小枝有柔毛，

老枝有木栓翅，白榆×黄榆的杂种苗，同样是部分苗木表现为接近白榆的中间性状，如小枝有毛，苗干基部有较厚的木栓层，叶片较白榆大，表面略粗糙，这些苗木，粗看与白榆相似，但仔细观察，都不同程度地具有父本的特征。又如春榆的叶片，上下两面均密生长毛，叶沿有毛状突起，白榆叶片表面光滑无毛，背面脉腋有簇生短毛，而杂种白榆×春榆，多数苗木不同程度的叶表面疏生长毛，背面叶脉上更多。



附照 1 白×青及其亲本的叶形



附照 2 白×琅及其亲本的叶形

从分枝特性上看，白榆一年生苗即大量分枝，并且一次枝上再抽生二次枝。一般分枝较细，而春榆、欧洲白榆一年生苗很少分枝，更少有二次枝，白榆×春榆或白榆×欧洲白榆的杂种苗，一般分枝比白榆少，但又比春榆、欧洲白榆多，其反交组合（欧洲白榆×白榆、春榆×白榆），即以分枝少的种作母本的杂交组合，杂种苗的分枝数比正交组合还要少，这就表明杂种苗的分枝特性，同样多是接近母本的中间类型。

从以上分析可以看出，用前述几个种作为原始材料进行榆树杂交育种时，杂种苗的性状表现，具有较强的母本遗传优势，即部分苗木表现母本的性状，部分苗木则表现为接近母本的中间类型，在选配杂交组合时必须考虑到这一点。

（四）杂种苗的生长与组合选配

榆属树种在我省广泛栽培的仅白榆一种，因此评价一个杂交组合的好坏，主要应是以自由授粉的白榆为对照，生长量或其它性状显著优于白榆的，将来在生产中就有推广价值，否则就不能在生产中应用。

榆树容易无性繁殖，遗传学的理论及林业生产的实践表明，在无性繁殖的情况下，遗传性状一般稳定不变，因而一旦选出一个优良单株，就可以反复无性繁殖形成一个无

性系用于生产，所以评价一个组合的好坏，主要地不是看它的平均值，而是看它的少数优良单株是否显著优于自由授粉的白榆。

根据以上两点，将几年来杂种苗的生长情况，分别整理为表 2、3，以资比较各组合的优劣。

表 2 1972年杂种苗生长状况表

组合名称	株数	1972年		1972年			
		平均高 (米)	最高 (米)	平均高 (米)	最高 (米)	平均基径 (厘米)	最大基径 (厘米)
白榆×黄榆	139	1.38	1.86	2.92	3.88	2.88	5.0
白榆	35	1.67	1.98	2.97	3.72	2.92	3.9
白榆×醉	6	1.21	1.59	3.36	3.80	3.40	4.7
醉×白	19	0.88	1.32	2.23	2.71	2.58	3.7

由表二看出，在七二年的苗木中，以白榆（自由授粉）苗木生长最好，无论平均高还是最高单株，均优于其它组合，例如平均高超过白×黄近30厘米，超过白×醉40厘米，这是由于七二年杂交时授粉后室温太低，种实发育不良，种子的播种品质不及树上的种子所造成的。但是这种优势到了苗木生长的第二年发生了很大的变化，按平均高来说，白×黄赶上了白榆，白×醉则相反超过白榆39厘米，两个组合的最高单株均超过了白榆苗木，最大根际直径也都大于白榆苗木，就是说白×黄和白×醉这两个组合，特别是这两个组合的最优单株，均表现了一定程度的杂种优势。

由表 2、3 可以看出白×春、白×毛果旱榆、白×琅、白×青、白×多等组合的平均高，特别是最优单株的高度，均显著超过白榆对照，在这些组合中选出优良单株的机率也就大。各组合最优单株超过对照最优单株30—60厘米，即超过20—50%，这些优良单株经株行嫁接试验，中选系号再进入造林试验。根据造林后两年的生长情况选出的优良系号，也都是属于这几个组合，说明这些是值得重复的优良组合。

白榆×沙泡榆虽高生长突出，但主干细软下垂，无进一步选择的价值。欧洲白榆×混合花粉，高生长突出，但主干亦较细软，定植后表现不好，有待进一步观察。春×白这一组合苗木生长比较好，但产生的杂种苗很少，今后需进一步试验。其余如多×白、琅×春、黄×白等以中小乔木为母本的组合，都未获得好的结果，杂种苗的高生长甚至低于白榆。

从上述分析可以看出，由于榆属种间杂交时具有较强的母本遗传优势，所以以速生为主要目标进行杂交育种时，尽可能以速生的高大乔木树种作母本（例如白榆、春榆等）、才有可能获得较好的结果。

（五）亲本植株对杂种后代的影响

由于杂交工作中所用的树种基本上都是杂合体，所以种内个体之间的遗传组成是不同的，因而尽管是同一组合，但采用不同的植株作亲本，其结果会是完全不同的，也就是说各个单株的配合力（特殊配合力）是不同的。例如我们曾用两株不同的白榆优树（白太）与（白辛）与同一父本春榆杂交，杂种苗同时播种和移栽在相邻的畦子里，当

年生长结果如下表（表四）：

表 3 1973—1976年杂种苗生长情况表

单位：米

组 合	1 9 7 3			1 9 7 4			1 9 7 5			1 9 7 6		
	株数	平均	最高	株数	平均	最高	株数	平均	最高	株数	平均	最高
春榆	40	0.8	1.16	22	1.04	1.72						
白×春	29	1.05	1.67	194	1.46	2.30	11	1.75	2.20	71	1.17	1.9
白榆	38	0.95	1.36	49	1.08	1.74				30	0.84	1.15
白×多	52	1.13	1.74	40	1.12	1.40	18	1.70	2.05	31	1.19	1.70
白×毛	14	1.20	1.60	162	1.31	2.16						
毛榆	2	0.72	0.88									
毛×白	5	1.25	1.40									
春×白				25	1.20	2.20	1		2.30	19	0.80	1.30
白×琅				77	1.20	1.98						
琅×白				62	0.79	1.78				13	1.06	1.50
白×青				38	1.12	2.32				189	1.52	2.28
白×欧洲白榆				117	0.97	1.50				107	1.24	1.85
琅×春				37	1.08	1.51						
白×黄				30	0.97	1.40	164	1.67	2.25			
白×黑										64	1.19	1.73
白×毛果旱榆							4	1.84	2.10			
白×沙泡榆							9	1.87	2.38			
毛×美+欧洲白榆							3	1.28	1.60			
欧洲白榆×混合花粉							66	1.51	2.32	87	1.39	1.85
白榆(优树控制授粉)							22	1.58	1.90			

表 4 不同亲本植株，杂种苗生长情况

组 合 名 称	杂种苗总株数	一级苗株数	二级苗株数	平均高(米)	最高(米)
白(太)×春	35	—	3	0.87	1.40
白(辛)×春	19	3	6	1.52	1.90

以上两个组合中选出的一、二级苗，与其它组合一起进行嫁接繁殖，经两年观察比较，白(辛)×春有三个系号表现突出，白(太)×春则均表现一般。

再如白×青，由于都是选择表现优良的白榆作母本，所以杂种苗表现更为突出，共获得杂种苗189株，一、二级苗就有64株，当年最高单株2.3米，经嫁接繁殖对比观察，有7个系号表现突出。

这些事实说明，选用优良单株作亲本，是创造杂种优势的主要条件，必须给予高度重视。