

# 欧美杨新无性系—中保28、中保115 和中保95的选育\*

朱湘渝 王瑞玲 向玉英 黄东森

(中国林业科学研究院林业研究所)

谭绪元 刘宾 安学惠

(河北省保定地区林业局)

(河北省保定地区林科所)

## 摘 要

当前世界各国的杨树人工林中欧美杨占有重要位置。到目前为止,我国栽培的欧美杨品种全部从欧洲引进。为此,从1979年起,用速生的鲁克斯杨(I-69/55)为母本,以抗寒、窄冠的欧洲黑杨及其变种为父本,经过杂交、选择和无性系测试林比较,选出了中保28、中保115和中保95三个欧美杨优良无性系。共同具有速生、优质、抗性强的特点:主干通直、圆满、侧枝细、顶端优势明显、易于繁殖;木材气干密度和基本密度都高于本地推广良种I-214(母本因气候条件不适而死亡),平均材积超过I-214杨52.2—33.5%;其遗传增益分别为38.6%、31.1%和24.8%;耐寒性高于母本,对病虫害尤其对溃疡病有高度抗性。为我国培育了第一代欧美杨新无性系。现已在河南、山东、山西等地进行区域化试验。

**关键词** 杂交;选择;无性系;欧美杨

欧美杨具有速生、优质、繁殖易、适应性广等优良经济性状。自十八世纪以来,欧美杨栽培品种经历了一系列演替过程。目前,具有代表性的欧美杨标准品种是I-214,在世界各地广为栽培<sup>[1]</sup>。国外在欧美杨遗传育种方面已有大量研究<sup>[2,3]</sup>,而国内至今未见报道。自1979年以来,我们采取地理远距离和具不同生态特性的欧美杨种间杂交,选育出适应我国华北地区气候条件的欧美杨优良无性系。

本文于1988年2月收到。

\* 本文承蒙徐伟英研究员审阅,王建国同志提供材性鉴定数据,谨此致谢。

## 一、亲本及杂种一代的选择

### (一) 杂交亲本

1. 母本 鲁克斯杨(*Populus deltoides* cv. "Lux" I-69/55)简称69杨,是意大利杨树研究所从美国伊利诺斯州引进的种子中选择出来的良种,虽有速生的优良特性,但在我国华北有不抗寒、扦插成活率低、树冠大等缺点,邯郸以北不宜栽培。母树种植在江苏泗阳苗圃内。

2. 父本 (1) 欧洲黑杨(*P. nigra*): 具有抗寒、耐大气干旱特性。花枝采自山西天镇县,北京昌平区大东流苗圃、顺义县和天津市生长的四旁树。

(2) 美杨(*P. nigra* var. *italica*): 耐大气干旱,窄冠。花枝采自北京。

(3) 加龙杨(*P. nigra* cv. "Blanc de garonne"): 花枝采自江苏泗阳苗圃。

(4) 箭黑杨(*P. nigra* var. *thevestina* × *P. nigra*): 抗寒性较强,窄冠。花枝采自中国林科院、内蒙赤峰和吉林白城。

(5) 小黑杨(*P. simonii* × *P. nigra*): 抗寒性强,适生性广。花枝采自中国林科院。

(6) 俄罗斯杨(*P. pyramidalis* × *P. nigra*): 越冬性好,抗旱,窄冠。花枝采自内蒙赤峰。

用以上六个父本,共做了七个杂交组合。其中六个组合为单交组合,一个组合是用上述所有父本的花粉混合杂交授粉,目的在于利用植物受精的选择性。

由于美洲黑杨花枝水培杂交,有果实发育期长,种子难以正常成熟,易造成杂交失败的缺点,所以采取在立木上人工授粉,每个组合选一株树授粉。同时在温室进行切枝水培杂交试验。

### (二) 杂种一代的选择

5月中旬,收集各授粉枝条上的种子,经培育得到上万株实生苗。当年秋天淘汰有病虫害和生长矮小的苗木。次年春将2231株初选苗定植在河北保定地区林科所作对比试验。各杂交组合的杂种一代,表现出很大的多样性。对这批 $F_1$ 代苗进行了选择:首先观测各家系苗木的抗病性、干型优劣、分枝特性、落叶早晚。性状较好的组合有I-69×混合花粉、I-69×箭黑、I-69×美杨和I-69×欧黑。再将入选的组合进行单株选择,同样先淘汰有病虫、受冻的个体,选出生长突出、干直、分枝少的223个单株,并与I-214杨、I-69杨、山海关杨等10个品种和由意大利引进的其它新品种共742株,随机定植于原种圃内(6×6m),进行选种性观察记载。第二年秋,用综合指标对入选杂交苗再次选择,最后从223株中选出48株表现突出的欧美杨杂种优树,选择率为2.2%(表1)。母本I-69杨栽植后不久,因不适应当地气候,陆续死亡,只剩下两株平茬苗,也无法用作对照。而父本欧洲黑杨及箭黑杨等生长量小,作为对照也意义不大,所以采用世界栽植最广,同时又是当地推广的良种——著名欧美杨品种I-214,作为欧美杨育种试验的赶超目标,因此用I-214杨作对照是合理的。

表 1 杂种一代苗木生长变异及单株选择结果

杂交组合	实生苗数 (株)	平均苗高 (二根一干) (m)	标准差	变异系数 <sup>①</sup> (%)	第一次选择		第二次选择	
					中选数 (株)	选择率 (%)	中选数 (株)	选择率 (%)
69×欧黑	638	2.78	0.60	21.6	31	4.9	3	0.47
69×美杨	316	2.65	0.69	26.0	51	16.1	6	1.90
69×箭黑	367	2.83	0.44	15.5	31	8.4	4	1.09
69×加龙杨	60	3.16	0.39	12.3	6	10.0	0	0
69×小黑杨	120	2.56	0.65	25.4	8	6.7	3	2.5
69×俄罗斯杨	28	2.64	0.60	22.7	0	0	0	0
69×混合花粉	702	2.85	0.58	20.4	96	13.7	32	4.56

① 在北京苗圃已淘汰了部分生长矮小的植株，所以变异系数较小。

## 二、无性系选择

仅以苗期和原种圃的单株选择，无法判定表型优劣的遗传本质，很可能误选。因此，从1982年起，按选种程序，开始了入选株的无性系测验。

### (一) 无性系苗期测定

1982年春将入选的48株优树，分别繁殖成无性系。年末进行生长测定，大约有60%的无性系苗高超过对照。但其中有15个无性系不同程度地染有褐斑病、黄锈病、白粉病。各无性系的株型结构和干的通直度也不一样，因此，有必要再次进行淘汰，从中选出23个无性系。

### (二) 无性系测试林的比较试验

1983年春，将上述23个无性系在保定地区林科所营造了一片无性系测试林。试验地位于保定市西南，冬季寒冷干旱，春末夏初多干风，夏秋雨量较充足，但近两年降雨量少于常年，因而生长季节气候温暖，土壤为潮褐土，肥力中等，地下水位8 m以下，有灌溉条件。

试验按完全随机区组设计，六次重复，5株小区，单行排列，株行距6×6 m，定植穴规格1×1×1 m，栽苗为一年生扦插苗。常年观测物候、生长指标、病虫害等。最后从5年生时(林龄)23个无性系中，选出中保28(I-69×欧洲黑杨)、中保115(I-69×欧洲黑杨及其变种的混合花粉)和中保95(I-69×箭黑杨)三个优良无性系。

## 三、新无性系遗传表现

### (一) 生长特性

1. 原种圃内原株生长比较 各入选无性系定植后，当年由于速生而引人注目，尤其是中保28生长最快，中保115和中保95次之。七年生时，单株材积为0.7639—0.5657 m<sup>3</sup>，分别超过本组合初选群体材积的129.1—51.4%，超过I-214杨材积71.1—26.7%，超过山海关杨材积的62.8—20.6%(表2)。

2. 5年生无性系测试林生长比较 3个无性系树高、胸径、材积生长比较接近(图1,2)。

表 2 原种株及其组合和对照株七年生长量

组 合 无 性 系	无性系 数 量 (株)	树 高			胸 径			材 积	
		平均树高 (m)	标准差	超过本组合 (%)	平均胸径 (cm)	标准差	超过本组合 (%)	平均材积 (m <sup>3</sup> )	超过本组合 (%)
I-69×欧黑 中保28	27	16.69 21.2	2.50	27.0	25.06 34.9	4.68	39.3	0.3334 0.7639	129.1
I-69×简黑 中保95	28	16.78 17.8	2.18	6.1	24.84 32.1	4.72	29.2	0.3305 0.5657	71.2
69×混合花粉 中保115	92	17.4 20.6	1.74	18.4	26.4 30.5	4.03	15.5	0.3787 0.5732	51.4
对照 I-214 山海关杨		17.8 17.0			29.4 29.1			0.4691 0.4464	

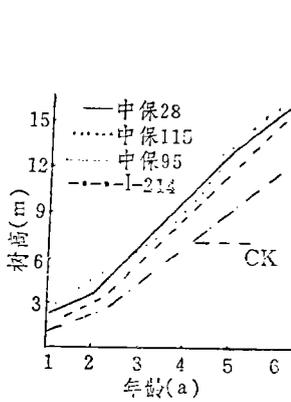


图 1 优良无性系树高生长曲线图

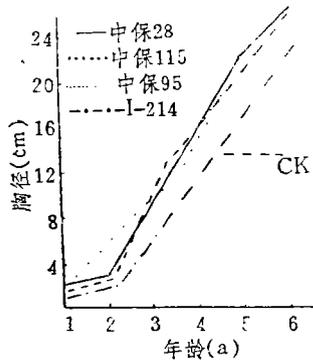


图 2 优良无性系胸径生长曲线图

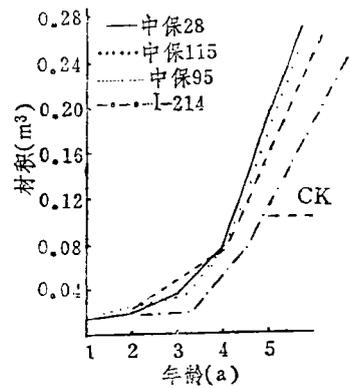


图 3 优良无性系材积生长曲线图

生长曲线皆比对照 I-214 高；中保28、中保115 和中保95 的材积比对照分别增长 52.2%、42.0% 和 33.5%。以无性系为变量的树高、胸径及材积方差分析，生长量差异都极显著，F 值分别为 10.76\*\*、21.60\*\*、和 18.27\*\* (df20, 100)，材积经 LSD 检验 (表 3)，这 3 个无性系都极显著优于 I-214。

表 3 材积 LSD<sub>0.05</sub> 检验结果

无性系	5 年材积 生长量 (m <sup>3</sup> )	中保28	中保115	中保95	I-214 杨
		0.2835	0.2645	0.2488	0.1863
中保28	0.2835	—	0.019	0.0347*	0.0972**
中保115	0.2645		—	0.0157	0.0782**
中保95	0.2488			—	0.0625**
I-214 杨	0.1863				—

① LSD<sub>(0.05)</sub> = 0.0343    LSD<sub>(0.01)</sub> = 0.0458

未见有较严重的杆部和叶部病虫害发生。而 I-214、I-72 和山海关杨七年生中，天牛和褐斑病年年都有发生；I-72 杨的干部溃疡增多，第四年还发生冻裂。

(二) 抗病虫性

欧美杨新无性系病虫害抗性试验是从 1981 年栽植后开始的，每年逐株观测记载。试验观测到，中保28、中保115 和中保95 在抗病虫方面均比 I-214 强。尤其对溃疡病有高度的抗性，对天牛和褐斑病随着植株长大，抗病虫能力增强 (表 4)。在原种圃内七年中除中保115 在栽植后 1—2 年内有少量天牛危害

表 4

5年生无性系测试林病虫发生株率

(单位: %)

无性系	年 代	1984			1985			1986			1987		
		天牛	溃疡	褐斑	天牛	溃疡	褐斑	天牛	溃疡	褐斑	天牛	溃疡	褐斑
中保28		3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中保95		13.3	0	+2.1	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0
中保115		13.3	0	+1.2	1.2	0	+2.0	0	0	0	0	0	0
I-214杨		22.4	0	++12.0	18.4	0	+10.2 ++15.0	6.7	0	+6.8 ++3.5	0	0	0

注: +表示一级(个别叶片有病斑)

++表示二级(植株25%的叶片有病斑)

### (三) 材 性

木材密度和纤维长度是衡量木材性质优劣的两个基本性状。木材密度直接影响木材的强度和利用, 纤维长度则直接影响纤维强度, 进而影响纸浆性质和纸张的强度, 尤其是纸张的撕裂强度。故此, 本文应用胸高锥心技术, 测定三个优良无性系和对照的木材气干密度、基本密度和纤维长度。具体方法是在试验地内, 随机选取二个区组, 从中对4个无性系(包括对照)取样。每个无性系小区选取3株树木。二个区组每个无性系共取6株。采用Smith<sup>[4]</sup>方法测定木材基本密度。纤维长度的测定采用Taylor<sup>[6]</sup>法。

表 5 4个无性系木材密度及纤维长度

无性系号	气干密度 (g/cm <sup>3</sup> )	基本密度 (g/cm <sup>3</sup> )	纤维长度 (mm)	纤维长度 变化范围 (mm)
中保28	0.392	0.348	1.03	0.98—1.07
中保115	0.372	0.339	1.04	0.99—1.08
中保95	0.348	0.319	1.02	0.97—1.05
I-214杨	0.326	0.291	1.07	1.03—1.11

表5数据表明, 3个无性系的木材气干密度和基本密度都大于对照, 其中以中保28号最高。而纤维长度稍低于I-214杨, 但都属于杨木纤维长度正常范围。

### (四) 形态特征

中保28号杨: 雌株, 主干圆满通直, 尖削度小, 皮粗具浅纵裂, 侧枝细, 五年生冠幅5.3×5.6 m。一年生幼苗生长旺盛, 有少量分枝, 苗茎具棱, 叶基有两个不明显的腺点, 叶芽贴近枝条。

中保115号杨: 雌株, 主干圆满通直, 尖削度小, 粗皮具浅纵裂, 侧枝细, 分枝角度较小, 树冠浓密, 五年生冠幅4.3×4.8 m, 一年生苗生长旺盛, 有少量分枝, 苗茎有棱角和细沟槽, 叶基部有两个不明显的腺点, 叶芽贴近枝条。

中保95号杨: 雄株, 主干通直圆满, 侧枝细小, 枝冠窄, 具有父本特点, 五年生冠幅4.2×4.7 m。当年苗生长旺盛, 苗茎具棱, 很少有分枝, 叶基部有两个不明显的腺点, 叶芽贴近枝条。

### (五) 新无性系的遗传增益

新无性系生长量的遗传估测由材积测定, 遗传力(广义)<sup>[9]</sup>由方差分析估算出。

$$h^2\% = \frac{MS_A - MS_E}{MS_A + (b-1)MS_E} \times 100 = \frac{\hat{\delta}_G^2}{\hat{\delta}_G^2 + \hat{\delta}^2} \times 100$$

$$= \frac{0.00262}{0.00262 + 0.0009} \times 100 = 74.4\%$$

则遗传增益为：

$$\Delta G\% = h^2 \cdot S = \frac{1}{\bar{x}_{CK}} (S \text{ 代表 } i \text{ 无性系与对照之差})$$

中保28、中保115和中保95的材积生长量与 I-214 杨相比，遗传增益分别为 38.6%、31.1% 和 24.8%。

#### 四、结 论

1. 我国杨树造林长期引种外国选育的欧美杨，而欧美杨育种的研究一直进展不大。本研究为我国培育了第一代欧美杨新无性系，目前已开始在河南、山东、山西等地进行区域化试验。

2. 新无性系具有以下显著的经济性状：

(1) 生长迅速：生长期较 I-214 杨长约 10d，中保28、中保115和中保95的树高、胸径和材积分别超过 I-214 杨的 52.2%、42.0%、33.5%。

(2) 干形优良、材质好、出材率高：新无性系主干通直、圆满，干形优良，顶端优势明显，侧枝细，出材率高；木材气干密度和基本密度高于 I-214 杨。中保95树冠较小，适合农田防护林的营造，由于它是雄株树，所以又是很好的城市绿化树种。

(3) 易于繁殖：育苗和造林成活率高，在一般条件下成活率可达 90%，与 I-69 杨和 I-72 杨比较是一个突出的优点。

(4) 抗性较强：新无性系比 I-214 杨和 I-72 杨有显著的抗病虫害能力。尤其对溃疡病有高度的抗性；随着植株的长大对天牛和褐斑病抗性增强。抗寒性高于母本 I-69 杨，也高于 I-72 杨，在河北平原均不发生冻害。

鉴于以上优点，预计这三个无性系将成为适宜在华北地区广为栽培的良种。

#### 参 考 文 献

- [1] 王明麻, 1981, 黑杨派的基因资源及良种选育的展望, 沙兰杨学术会议论文集, 中国林业出版社。
- [2] Nancy p. Cain et al., 1984, Hybrid vigour as indicated by early growth characteristics of *Populus deltoides*, *P. nigra* and *P. X. euramericana*, Спм. J. Bot., 62(1-8).
- [3] Иванников С. П., 1980, Тополь, Москва издательство Лесная промышленность.
- [4] Smith D. M., 1954, Maximum moisture content method for determining specific growth of small wood samples, U. S. D. A. Forest Service, Forest Pro. Lab. Rept.
- [5] Taylor F. W., 1975, Fiber length measurements- an accurate inexpensive thchnique, Таппи, 56(12):126-127.
- [6] 涂忠虞编著, 1982, 柳树育种与栽培, 江苏科学技术出版社, 211-215。

THE SELECTION AND BREEDING NEW *POPULUS*  
*EURAMERICANA* CLONES — ZHONGBAO NO.28,  
ZHONGBAO NO. 115, ZHONGBAO NO. 95

Zhu Xiangyu Wang Ruiling Xiang Yuying Huang Dongsen

(The Research Institute of Forestry CAF)

Tan Xuyuan

(The Forestry Bureau of Baoding Prefecture, Hebei Province)

Liu Bin An Xuehui

(The Forestry Research Institute of Baoding Prefecture)

**Abstract**

The purpose is to breed Chinese own fast-growing *P. euramericana* cultivars. The program began from 1979, *P. deltoides* Bartr. cv. 'Lux' (ex. I-69/55) as the mother tree, *P. nigra* and its variety with the characteristics of resistance to frigidity and narrow crown as the father tree. Based on the selection, hybridization and the comparison of clones test plantation, the three improved clones were finally selected. The common main characteristics of which are: fast-growing high quality, straight and round trunk, thin branch, obvious top dominance, easy regeneration, wood air dry density and specific gravity and higher than that of *P. euramericana* (Dode) Guinier CL I-214. It is representative cultivar of *P. euramericana* and cultivated widely in the world, the mother tree died owing to severe climate in central north of China, the average volume is 52.2-33.5% higher than that of I-214, the average genetic gains are 38.6%, 31.1% and 24.8% respectively. Resistance to frigidity is higher than mother tree and strongly resistant to canker (*Dophiorella gregaria*), which is the first generation of improved *P. euramericana*'s clone bred in China. And now the regional trails are carried out in Henan, Shandong, Shanxi provinces ect.

**Key words:** hybridization; selection; clone; *Populus euramericana*