

科尔沁沙地优良杨树无性系特性

张卫东 吕文 付贵生 中国三北009项目办公室

1.概述

干旱少雨、土地贫瘠沙化、低温冻害是科尔沁沙地林业发展的重要自然限制因素。多年来，为了克服这些限制因素，加快发展沙地林业资源，有效的增加科尔沁沙地林木资源种类和数量，中国三北009项目全面开展了“沙地杨树无性系引种、造林和综合评价研究”。

自1990年以来，009项目先后从国内外引进了650多个杨树无性系，并开展了无性系育苗和造林对比试验。这些无性系经过10年选育和造林对比试验，其生长特性和抗性表现不一，差异较大，从中涌现出一大批各种性状表现优良的无性系。为了进一步科学的选择和确定适宜在科尔沁沙地发展的杨树无性系，1999年10月开始对引进的无性系进行综合评价。首先，根据科尔沁沙地对种植杨树品种实际要求，制定了综合评价选择的标准，然后，对无性系育苗和造林后的表现进行调查，最后，对每一个无性系逐一进行分析和评价。

经过1999年10月的综合评价，初步选择了21个不仅速生，而且有较强的抗寒、抗旱，树木干型好的优良无性系，被定位1级无性系。同时，对这些无性系又进行了进一步的扩大造林和扩繁对比试验。2001年10月，对那些初步选择确定为1级的杨树无性系又进行了再评价工作。经过再次综合评价，为科尔沁沙地地区筛选出7个抗旱、抗寒、生长快、干型好的优良无性系，值得在同类地区推广应用。它们是：黑林1#（*P. xiaohei* x *P. p15A cl.*），建10#（*P. x euramericana cv'* ND182），白林2#（*P. nigra* x *P. nigra pyramidalis-2*），法库1#（*P. xiao-zhuannica cv.* Faku-1），小黑8401（*P. simonii* “Baicheng” x *P. nigra* “Aertai 8401”），拟青x山海（*P. nigra* x *P. deltooides cv.* “Shanhaiguan”），哲林4#杨（*P. Zheyin3#* x *P. canadensis cv. Zhelin4#*）。

通过开展“沙地杨树无性系引种、造林和综合评价研究”，对调整科尔沁沙地杨树品种结构和数量有重要意义，为最终改变科尔沁沙地生态环境，加快发展沙地林业资源，以解决沙地日益严重的风沙危害、草原退化沙化、水土流失和林木资源短缺问题，具有积极作用。当然，该项综合评价研究并不全面，还缺乏对无性系材性研究，还未能完成1个轮伐期以上的综合评价，这些工作有待今后继续研究。

2.杨树无性系综合评价选择方法

2.1.综合评价选择步骤

对杨树无性系选育和综合评价的方法较多，如主要成分分析、遗传距离聚类分析、选择指数分析和综合性状分析法。中国三北009项目以无性系在不同立地类型造林后的成活保存率、径生长量、抗冻性、蛀干害虫危害、感病、主干干型等主要因素指标和高生长量、侧枝强弱两项次要因素指标进行评价排序。

2.2. 综合评价定级标准

根据科尔沁沙地发展杨树资源的实际需要和引进的杨树无性系在造林后的表现，在1999年综合评价的基础上，对经受了2000年冬季罕见的低温（-35—-40℃低温）冻害考验后的杨树表现，进行再评价。修改后的《沙地杨树优良无性系造林综合评价标准》详见表1。每项因素按优劣将分别定为A、B、C三个级别。而综合评价定级是根据无性系的各因素指标达到A、B、C三个级别数的多少来确定无性系综合评价的级别，1级最好，2级次之，3级最差。生长量按每木检尺的常规调查办法，冻害主要调查主干有无冻裂现象，虫害主要调查蛀干害虫，如光肩星天牛(*A.glabripennis* Motsch)等，病害主要调查杨树细菌溃疡病(*Dothiorella gregaria* Sacc)和杨树烂皮病(*Valsa sordida*)等。

2.3.综合评价定级方法 根据各无性系的各项因素表现，进行综合评价：

1级无性系：保存率大于85%，5项主因素指标中有4个A级+1个B级；

2级无性系：保存率在40-84%之间，5项主因素指标中有3个A级+2个B级；

5项主因素指标中有2个A级+3个B级，

3级无性系：保存率在39%以下,2级以下的无性系

注：凡5项主要因素中有1个以上因素为C级的无性系，不能为1级。

表1. 科尔沁沙地杨树无性系造林综合评价标准 (2001年修定.)

Table1. Multivariate Scoring standard for of Poplar Clones in plantation

因素 Factors		级别 Classification	A级 grade A	B级 grade B	C级 grade C
主因素 Main Factors	径生长(树高1.3 m处胸径) Diameter	树龄小于5年 <5 year age of tree	大于对照平均胸径1.5厘米以上 *over 1.5cm	平均胸径在A、C级之间 Between A and C	小于对照平均胸径1.5厘米以上**worse 1.5cm
		树龄5-10年 from 5 to 10 age year of tree	大于对照平均胸径1.0厘米以上 *over 1.0cm	平均胸径在A、C级之间 Between A and C	小于对照平均胸径1.0厘米以上 **worse 1.0cm
	冻害 Freezing	主干 stem	无 no crack	干微冻裂/冻害率低于20% there is crack	干冻裂严重/冻害率大于20% serious crack
	虫害 Insect pest	蛀干害虫 damage stem	无 no	主干无, 侧枝有, 虫害率低于40% only on branches	主干和侧枝均有, 虫害率大于40% both on trunk and branches
	病害 Disease	溃疡、腐烂病 canker	无 no	有, 病害率低于20%, 不影响生长 less	严重, 病害率大于20% serious
	干型 Form	主干 stem	通直 very straight	小于1/3弯曲 slightly curved, worse 1/3	大于1/3弯 Curved over 1/3
次因素 General factors	高生长 Height	树龄小于5年 <5 year age of tree	大于对照平均高0.6米以上 *over 0.6m	平均高在A、C级之间 Between A and C	小于对照平均高0.6米以下**worse 0.6m
		树龄5-10年 from 5 to 10 age year of tree	大于对照平均高0.5米以上 *over 0.5m	平均高在A、C级之间 Between A and C	小于对照平均高0.5米以下**worse 0.5cm
	侧枝 Branch	侧枝分支角度 Branch	弱 less	中, 小于45度 medium	强, 大于45度more,
造林3年的保存率%			大于85%	在A、C级之间 (40-84%)	40%以下

1级: 保存率大于85%, 5个主要因素中有4个以上A级, 没有C级;

2级: 保存率在40-84%之间, 2个B级+3个A级, 或3个B级+2个A级; 3级: 保存率在39%以下, 1-2级以外的。

Grade1: more than 4 main factors belong to A grade, no C grade; Grade2: 2 B + 3 A or 3B + 2 A grade ;

Grade3: except grade 1 and grade 2 . * means the clonal diameter is better than ck. with over xx cm/m. ** the clonal diameter is worse than ck. with over xx cm/m.

2.3.综合评价结果

1999年10月, 首次对项目区引进的600多个杨树无性系苗木和经过6年以上造林的无性系进行了综合评价, 并从中选出了21个表现优良的1级无性系, 进行了扩繁(详见《林业科学》2001 No.1 Vol.37 P:72-82)。但是连续干旱和冬季的低温冻害, 使其中的一些无性系在抗旱和抗寒方面暴露出一定问题, 或是影响了生长, 或是树干有不同程度的冻害发生, 并导致病虫害发生。特别是, 2000年, 东北遭遇了几十年罕见的低温冻害, 持续1周以上的-35—

40°C的低温, 使一些无性系受到不同程度的冻伤, 还有一些被冻死。对此, 2001年, 009项目对这些无性系开始了第二轮综合评价和筛选。经过2001年的再次

综合评价，仅有7个杨树无性系综合指标表现达到1级标准在连续干旱，年降雨量在150—200mm，仅为该地区年平均降雨量一半的情况下，生长正常，表现出较强的抗旱性。同时，在当地主栽树种白城冻害率达到32%的情况下，这些无性系也承受了持续1周以上的-35—40⁰C的低温考验，几乎无冻害发生。而当地主栽杨树品种白城41#杨（*P. simonii* x *P. pyramidalis* “Baicheng-41”）冻害率超过40%。

经再次综合评价看到：在1999年选出的21个属于1级的无性系，有5个无性系遭受严重冻害整株死亡，有10个无性系的各项指标未能再次达到1级标准，只有6个无性系，各项指标仍表现优良，被最终确定为1级无性系，适宜在科尔沁沙地和同类地区有选择的推广种植。在新一轮评价中，仅有1个原属于2级的无性系哲林4#杨，在经过特殊考验后，其生长良好，各项指标达到了1级标准，成为新评价的7个1级无性系中的一个成员，它们经受了连续干旱和低温的考验，综合指标表现达到1级标准。1999年和2001年杨树无性系评价结果对比情况详见表2。从中看到，1999年的评价和筛选工作基本合理，对属于2级的无性系进行继续观察和选择保证了一些有前途的无性系不被漏选。选择推广一个品种是需要经过一定时间和一些特殊因素考验后才能确定的。

表2. 优良杨树无性系造林1999年(仅限 1级的杨树无性系)与2001年综合评价对比表
Multivariate Scoring of Superior Poplar Clones in 1999(only first rank scoring is being considered)

and 2001

序号 No.	009 项目 引种 编号 No.	无性系名录 Clone name	1999年综合评价属于1级 无性系特性 Multivariate Scoring in 1999. (first rank only)					2001年再评价属于1级 无性系特性 Multivariate Scoring in 2001. (first rank only)					造林 年Pla nt-ing year/ 树龄A ge year	综合 评价 分级* Final Rank- ing
			树径 分级 Diameter grade	冻害 分级 Frost grade	虫害 分级In sect grade	病害 分级Di sease grade	干型 分级Fo rm grade	树径 分级 Diameter grade	冻害 分级 Frost grade	虫害 分级In sect grade	病害 分级Dis ease grade	干型 分级F orm grade		
1	C044	黑林1# <i>P.xiaohei x Pp15A cl.</i>	15.4a -	a a	b a	a a	b a	18.4a 21.2a	a a	b a	a a	a a	8/9 8/9	1
2	C365	建10# <i>P.x euramericana cv'ND182</i>	18.5a	a	b	a	a	22.2a	a	a	a	a	8/9	1
3	C041	白林2# <i>P.nigra x P.pyramidalis-2</i>	14.4b 15.5b	a a	a a	a a	a a	16.5b 18.4a	a b	a a	a a	a a	8/9 9/10	1
4	C005	法库1# <i>P.xiaozhuannica cv'Faku-1</i>	— 17.5a	— b	— a	— a	— a	19.1a 19.6a	a b	a a	a a	a a	8/9 9/10	1
5	C373	小黑8401 <i>P.simonii-Baicheng x P.nigra-Aertai 8401</i>	15.8a	a	a	a	a	20.7a	a	a	a	b	8/9	1
6	C198	拟青x山海关 <i>P.nigra x P. deltoides cv."Shanhaiguan"</i>	12.2a	a	a	a	b	16.6b	a	a a	a	a	8/9	1
7*	C047	哲林4# <i>P.Zheyin3# x P.canadensis cv.Zhelin4#</i>	— 15.4b	— b	— a	— a	— a	19.5a 16.6b	a a	a b	a a	a a	8/9 9/10	1
8	C008	兴城 <i>P.xiaozhuannica cv'Xingcheng</i>	— 16.6a	— a	— a	— a	— b	17.1b 18.1b	a a	a a	b a	a a	8/9 9/10	2
9	C364	建3# <i>P.x euramericana cv'ND3</i>	13.1a	a	b	a	a	19.1a	a	b	a	b	8/9	2
10	C022	鞍杂 <i>P.xiaozhuannica cv'Anza</i>	16.6a	a	b	a	a	18.4a	b	a	a	b	9/10	2
11	C152	大同112/86 <i>P.deltoides Doda 112/86</i>	13.6a	a	b	a	a	17.7b	a	b	a	a	8/9	2
12	C015	昭林36# <i>P.xiaozhuannica cv."Chifeng 36"</i>	12.9a 14.4	a a	b b	a a	a b	17.1b 17.4b	b b	a a	a a	a a	8/9 8/9	2
13	C036	辽杂2# <i>P.x iaozhuannica cv.Liaoza-2</i>	13.1a 12.4a	a a	a b	a a	a a	14.9c 15.7c	b a	a b	a b	b a	8/9 8/9	3
14	C072	中赤黑小 <i>P.nigra x P.simonii cv Zhongchi'</i>	12.6a 14.8a	a a	a a	a a	B b	14.3c 17.8b	b b	a a	a a	b b	8/9 8/9	3
15	C035	富锦4# <i>P.xiaozhuannica cv'Fujin 4</i>	13.1a	a	a	a	b	15.4c	a	a	a	b	8/9	3
16	C075	小叶x欧黑B6 <i>P.simonii x Pnigra B6</i>	12.0a 13.0a	a a	a a	a a	a b	16.0c 15.3c	a a	a a	a a	b b	8/9 8/9	3
17	C032	富锦1# <i>P.xiaozhuannica cv'Fujin1</i>	11.4a	a	a	b	a	15.1c	a	a	b	a	8/9	3
18	C239	大凌河 220# <i>P.deltoides x P.cathayana cl.78-220</i>	12.5a	a	a	a	a	15.1c	a	a	a	b	8/9	3
19	C010	宽甸 <i>P.xiaozhuannica cv.'kuandian'</i>	12.1a 15.3b	a	a	a	a	17.0b	b	a	a	a	a	2 X
20	C267	美黑X五台青 <i>P.deltoides"50/55" x P.cath.var."Wutai"cl.No.568</i>	11.2a	a	a	a	a							X
21	C098	欧美1-M <i>P.euramericana cl."I-M</i>	13.5a	b	a	a	a							X
22	C344	中林86-22 <i>P.zhonglin 86-22</i>	11.7a	a	a	a	a							X
23	C323	欧黑x辽杨5/113-85 <i>Pnigra x Pmaximowiczii Max5</i>	12.3a	a	a	a	b							X
ck	C048	白城41# <i>P.simonii x P. pyramidalis Pbaicheng-41</i>	14.8 15.6	b b	a a	b a	b b	17.2 17.5	b b	a a	c b	b b	8/9 9/10	

* 经2001年综合评价新进入1级的无性系。

2.4. 杨树无性系选择和推广建议

经综合评价选择，上述7个属于1级的杨树无性系在科尔沁沙地有良好的发展前景，在需要进一步扩繁和扩大示范林营造工作的基础上，仍然需要对这些优良无性系进行继续和深入的研究。如：需要对已被确定是1级的无性系进行材性分析和生长势的研究，需要对它们的生长期和轮伐期进行逐项研究，同时需要营造一定规模的示范林，观察无性系林分的质量和产量，以便准确提出推广无性系的理论依据。显然，这项研究工作的成果还需要经过一定时期的验证和考验，而且，引种和选育工作应该结合国内外新品种的不断推出，在已有工作的基础上，不断开展进行下去。对此，提出以下建议供参考。

A. 优良品种的选育是一项长期和复杂的工作，一个品种的推出是需要各种环境因素的变化中得到验证才能确定，特别是要经过极端条件的考验，否则在正常年份选育的优良品种，在遇到特出灾害时，便会造成严重经济损失，甚至“全军覆没”，这种历史的教训。优良无性系的种植范围不是无限的，也不是没有缺点的，在引用中一定要根据被选入的7个无性系的特性，进行适宜的扩大种植区域。从现有对比试验结果看，这些无性系抗旱，但也仅限于降雨量在250mm以上，地下水位高于4m的“2和3类造林立地类型区推广种植（009项目立地类型划分标准）”。在抗寒方面，这些无性系只经受了持续1周的-35—-40⁰C低温考验，更严酷的低温条件需慎重引用。

B. 综合指标达到了1级标准的无性系，但其特性仍差异大。如：建10、黑林1#和小黑8401杨的抗旱性更强一些，在近3年连续干旱，年降雨量不足200mm的情况下，其年径生长量仍在2.2cm以上，速生性较强，而法库1#、拟青x山海关、白林2#和哲林4#杨，综合对抗病、虫、寒方面略强，而在连续干旱的情况下，其年径生长量不足2cm，生长受到一定影响。

C. 对一些在1999年评价中属于1级，而在2001年再次评价中，只因其抗寒性略差而未能被选入的无性系，仍有一定引用前景，可以在温度适宜的地区引种。如中林86-22（*P.zhonglin* 86-22）、欧美I-M（*P. euramericana* cl."I-M）、鞍杂（*P. xiaozhuannica* cv`Anza）和宽甸（*P. xiaozhuannica* cv.kuandian'）杨等，可以在科尔沁沙地南部引种。特别是兴城小钻杨（*P. xiaozhuannica* cv.`Xingcheng）各项指标突出，但在干旱影响下，其生长量与对照白城41杨基本相同，也有待于继续观察和评价选择。另一无性系建3#杨（*P. x euramericana* cv`ND3）具有抗旱、抗寒和速生性但干型和抗虫方面略差一些，同样需要今后进一步观察和评价。

3. 优良杨树无性系的特性

3.1 黑林1号杨 (*P. xiaohei* x *P. p15. cv Heilin 1#.*)

该品种是黑龙江省“七五”杨树杂交育种的一项科研成果，为小黑杨的杂交种。该品种具有速生、干型通直，抗盐硷、抗冻、抗旱性强，扦插育苗易成活，造林成活率高等优点。1990年，“中国三北009项目”，率先将黑林1号杨引入科尔沁沙地种植，通过十年育苗、造林对比试验和推广造林，现已取得了良好的生态和经济效果。

黑林1#杨根系特别发达，尤其是插条愈伤组织根系形成迅速，并向下伸展生长成为主根系，优势十分明显，故有较强的抗旱特性，扦插育苗生根快，生长量大。苗期，叶片为桃形，叶缘浅锯齿，微有波浪。叶基微心形，叶宽大于长（宽20 cm，长15 cm），叶柄扁红。当年扦插苗高生长超过3 m，地径2 cm以上。在无灌溉条件下育苗，黑林1#杨的生长量是当地主栽树种的1.5倍，三年生苗高达到4.9m，胸径3.5 cm，而群众杨苗高仅为2.1 m，胸径为1.8 cm（见表3）和图1）。从苗木的根系分布看到，黑林1#杨三年生苗木的根系发达，其中0.5 cm粗侧根11条。主根十分发达，粗2.8 cm，长度超过2 m，而群众杨苗无主根。同样，在旱作造林条件下，黑林1#杨经受了连续三年大旱和2000年冬季历史罕见的-40℃低温考验后，其生长量良好，尤其是粗生长超群，而其他众多杨树品种成龄树则被旱死和冻伤。在吉林省通榆县瘠薄沙地，造林7年后，其平均树高达16.4m，平均胸径为18.4 cm，年均径生长量在2.6 cm，比当地主栽树种白城小黑杨平均胸径15.7 cm多2.7 cm。在通辽市沙地造林7年，其胸径达到21.2 cm，年均径生长量超过3 cm，最粗胸径在25.6 cm。其树干通直，单株材积生长量明显高于当地主栽树种和其他无性系，是良好的用材树种，特别是培育大径材和纸浆材潜力大。

经综合评价，该品种是009项目引进的600多个无性系中表现最突出的杨树品种。目前，该品种已成为内蒙古通辽和吉林白城地区主要推广树种，并适宜在三北广大地区推广种植。该品种缺点：侧枝发达，分枝角度大。育苗1年生侧枝（芽）稀少，但也要及时抹芽打杈，幼林要求及时修枝。

表3 通辽市林研所树木园——黑林1#杨育苗调查 2001.8.27

分类	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	均值	对照
苗高(m)	4.8	4.5	4.2	4.8	5	5.5	6.6	4.9	4.5	4.5	4.9	2.1
胸径(cm)	3.8	3.1	2.7	4.4	3.5	4.4	4.1	3.1	2.9	3	3.5	1.8
根系分布描述	0.5cm粗侧根11条。主根粗2.8cm，长度超过2m。											0.5cm粗侧根5条，无主根。

注：三年生树苗，第二年未浇水和施肥。其他无性系几乎早死。对照为群众杨。

3.2. 建10#杨 (*P. xiaozhuannica* x *P. x euramericana* cv'ND182)

建10#杨是由辽宁省建平县粮农组织援助的041项目培育的优良杨树新品种。是建平小钻杨与欧美杨的杂交种，该无性系具有父母本的速生和抗逆特性。

三北009项目在1990年将该无性系引入科尔沁沙地，在吉林省白城地区造林6年后，其平均树高达11.9m，平均胸径为18.5 cm，白城2#和白城41#杨的胸径生长量仅不到10cm。造林8年后，其胸径最高达4.2 cm，平均胸径为22.2 cm，年均径生长量在2.8 cm，生长特别快，比当地主栽树种白城小黑杨平均胸径15.7 cm多6.5 cm。该品种其树干通直，尖削度小，树冠为长卵圆形，比新疆杨树冠略大一些，单株材积生长量明显高于当地主栽树种和其他无性系，是良好的用材树种，特别是培育大径材和纸浆材潜力大。

该品种耐瘠薄、耐旱，适宜在三北地区造林其耐盐碱性，适宜在轻度盐碱地上造林。建10#杨树皮粗糙硬，耐畜啃，适宜在农牧区种植。同时其抗冻性强，在新疆杨、白城杨、小黑杨均发生冻害的情况下，建10#杨安然无恙，是当前难得的高抗速生优良品种。

3.3. 白林2号杨 (*P. nigra* x *P. pyramidalis* cv.Bailin-2)

白林2号杨是“中国三北009项目”1990年从吉林省白城市引种到科尔沁沙地的优良杨树品种。这是吉林白城地区林业研究所在60年代末以阿尔泰黑杨x钻天杨（美杨）杂交培育的杨树新品种，具有远源杂交优势。

该品种树干通直，树冠圆锥形，树皮纵裂、灰褐色。叶宽16 cm，长13 cm，叶缘浅锯齿微有波，叶柄扁红，叶基直线形。白林2#杨为雄性，花序5-7cm长每序有小花40多朵。

白林2#杨抗病性强，而且耐寒，特别是在干旱瘠薄的沙地和丘陵山地，不仅生长快，而且表现出良好的抗逆性和速生性。在土壤水分和养分条件好的平原其

单株材积是小黑杨和群众杨的2-3倍。三北009项目引种白林2#杨在科尔沁沙地造林7年，平均胸径可达到18.4cm，造林8年可达到20.5cm，年均径生长量达2.5cm以上，是当地主栽杨树品种粗生长量的2.3倍。同时，该品种有较强的抗性，苗期根系发达，3年生苗木，05cm以上的主侧根多达13条，并有明显的垂直根系。其在抗冻、抗蛀干害虫和抗腐烂病等方面表现突出，比新疆杨、白城杨、小黑杨、群众杨等略强一筹。特别是，该品种树干通直，尖削度小，侧枝细弱，分枝角度小，是当前十分难得的高抗速生用材品种，适宜在三北广大地区推广种植，其发展前途广阔。

育苗造林技术要求：同一般杨树常规育苗，但扦插育苗插条以愈伤组织分化根为主，故生根较慢，进行催根，或用生根促进剂处理效果更好。

3.4. 法库1号杨(*P. xiaozhuannica* cv. **Faku 1**)

法库1号杨是“中国三北009项目”1990年从辽宁省锦州市引进的天然小钻杨的品种。该无性系是小叶杨和钻天杨的杂交种，选自辽宁省法库县。

经多年造林试验表明，法库1号杨生长特别快，并具有树冠窄，侧枝不发达，分支角度小等优良特性，是引进的众多速生小钻杨中的杰出代表。苗期叶宽15 cm，长12cm，叶缘浅锯齿。叶柄扁红，叶基微心形。

引种在内蒙古奈曼旗造林6年，树高达11.5 m，平均胸径可达17.5厘米，是白城41#杨的123%，最粗可达18.6cm。特别是，在有灌溉条件，或地下水位大于3米的立地条件类型区，生长十分快，年均胸径生长量超过3厘米，是理想的速生丰产优良品种。如在内蒙古通辽市造林7年，平均胸径可达21.3厘米，是当地主栽杨树品种胸径生长量的130%，是群众杨的118%，是新疆杨胸径生长量的1.5倍。在吉林省白城地区造林，同样表现出较快的生长速度。

该品种适宜在地下水位高的沙地，河滩地，或有灌溉条件、或降雨量大于400mm的地区推广种植，是营造速生丰产林和用于钻孔造林的速生优良品种。该品种主侧根均发达，浅根系，抗旱性不如黑林1#和白城41#杨，抗寒性比新疆杨、白城杨强。

育苗造林技术要求同一般杨树，扦插生根快，成活率高，当年扦插苗高生长在2.5m以上，苗径为2 cm以上，可连续多年平茬采条，或培育钻孔造林苗干。造林地水肥条件好，该品系生长十分旺盛，成材快。

3.5. 拟青X山海关杨 (*P. pseudo-cathayana* x *P. deltoides* Barry cv. “Shanhaiguan”)

拟青x

山海关杨是“中国三北009项目”1990年从黑龙江省齐齐哈尔市引种到科尔沁沙地的优良杨树品种。这是黑龙江省防护林研究所在1981年以内蒙古扎兰屯的拟青杨为母本，以采自北京的山海关杨为父本，在室内水培受粉获得的杂交苗。

该品种具有生长快、材性好、耐旱，有较高的抗病虫害特性。在黑龙江省造林对比试验表明，18年生的拟青x

山海关杨，材积生长量比当地主栽树种白城41#杨和小黑杨提高30%以上。在内蒙古、吉林省的科尔沁沙地，引种拟青x

山海关杨造林，表现出较强的抗旱和抗寒能力。在科尔沁流动沙地造林表现出较强的抗风沙和抗干旱能力。在降雨低于300mm的地区，7年生平均树高达9.7m，是当地主栽树种白城小黑杨树高的133.5%，平均胸径为16.7 cm，材积生长量比当地主栽树种白城41#杨和小黑杨提高30%以上。在这些地区无冻害和病虫害发生，特别是在2000年冬季，经受了-40⁰C的罕见低温考验。

该品种苗期高生长优势明显，苗干浅绿色略有弯曲，腋芽长，叶为长桃形，叶宽19 cm，叶长23 cm，叶缘浅锯齿，叶基微心形。成龄树干通直，侧枝细弱，但分枝开张角度大大于45度，是培育大径材的优良品种。加上其纤维质量好，是优良纸浆、造纸工业原料材。同时，该品种为雄株无性系，成熟后不飞絮，而且树皮绿泛白、光滑美观，非常适宜用于城市绿化美化造林。该品种耐盐碱，适宜在轻度盐碱地上造林，是营造速生丰产林的优良品种。由于其分枝角度大，造林初期要适时修剪，以确保苗木的正常生长。采用钻孔造林，该品系有更好的生长表现。

作为青杨派与黑杨派的杂交种，其扦插繁殖和造林生根能力强，成活率高。育苗要求选择土质肥沃，土层较厚的沙壤土作育苗基地，土壤PH值不宜太高（PH<7.2）；选用一年生苗条，插穗长15cm。抚育管理技术同一般的杨树扦插育苗。

3.6. 小黑 8401杨 (*P.simonii* “Baicheng” x *P. nigra* “Aertai 8401”)

小黑

8401杨是白城林业研究所在八十年代用白城小叶杨与欧洲黑杨杂交培育的小黑杂种，经过多年育苗和造林选育，在众多无性系中，选出了该无性系。

1990年，三北009项目从白城引进该无性系，开展沙地杨树无性系育苗和造林选育工作。经1999年综合评价被确定为009项目1级无性系，在2001年的再次综合评价中，小黑

8401杨经受了冻害的严重考验，而且年胸径生长量超过了2.5cm，明显高于对照白城41#杨，成为众多小黑杨中，抗性最强和生长最快的无性系。

该无性系具有速生、抗旱、抗寒，干型通直等优良特性,尤其是在抗旱方面表现突出。在地下水位大于3m，连续数年降雨量不足200mm，仅是正常年份降雨量的一半的沙地，用小黑8401杨无性系造林6年后，其胸径超过15.8cm，树高达11.8m。同时，在冻害、害虫、病害、干型分级方面和造林保存率等主要因素的表现都达到了1级无性系标准。在造林8年后，其胸径达到20.7cm，年生长量在2.5cm以上。见图8。

该无性系叶片小于白城杨，侧枝较发达，开张角度大于45度，树冠为卵圆形，在科尔沁沙地适宜用于营造旱做速生用材林。

3.7. 哲林4# (*P. Zheyin3#* x *P. canadensis* cv.*Zhelin4#*)

哲林4号杨是通辽市林业科学研究所1975年以哲引3号杨 (*P.pseudo-simonii* x *P.nigra*

var.lica) 为母本，加拿大杨 (*P.canadensis*) 为父本，通过室内切枝水培人工控制授粉方法获得的杂交种，子代经圃地选择，无性系化，区域化造林对比试验示范推广等程序培育出的优良无性系，1991年通过科技成果鉴定，认定此项研究成果达到我国“三北”地区杨树育种的先进水平,现已在科尔沁沙地广泛推广。

该无性系为雌株，花絮极少，树干通直圆满，尖削度小，侧枝开张角度小于36度，冠形较窄；生长迅速，扦插、造林易成活；抗干旱、耐瘠薄土壤，对白杨透翅蛾等病虫害有较强的抗性。实践证明，‘哲林4号杨’对我国北方干旱地区的气候和土壤条件适应性较强。据对生长在瘠薄沙壤土和粗放管理条件下的9年生林分进行调查（初植密度1 x

6m，5年以后按50%的株数间伐一次），结果显示：9年生平均树高16.5m，平均

胸径19.4m，平均单株材积0.1560m³，与当地推广的小黑杨相比，树高增长13.7%，胸径增长33.9%，材积增长74.38%。该品种在通辽及相邻地区推广，均表现出良好的生长速生、丰产、优质的特性。009项目引种该品种造林8年，胸径为19.5cm，最大胸径为23.3cm。而其母本哲引3号（*P. pseudo-simonii* x *P. nigra* var. *italica*）杨胸径为16cm。与其父本加杨相比，哲林4号杨除保持了干形美观，生长迅速的优良特性外，其抗逆性有明显增强。该无性系不但水平根系发达，而且垂直根系能穿透沙层1m以下厚达80cm的淀积层，根系最深可达270 cm。