

新疆不同杨树品种对叶锈病的抗病性

岳朝阳¹, 刘爱华¹, 张新平¹, 马沛沛², 焦淑萍¹

(1. 新疆林业科学院 森林生态研究所, 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 广东省茂名市林业科学研究所, 广东 茂名 525000)

摘要: 随着杨树 *Populus* spp. 育种工作的发展, 出现许多新的品种和无性系。为进一步研究其抗病性, 采用相对抗病指数针对 57 个杨树种、品种(无性系)对叶锈病 *Melampsora rostrupii* 抗性进行了调查和分析。结果表明: 供试的 57 个树种、品种(无性系)对杨树叶锈病的抗性表现出很大的差异, 发病率为 0 ~ 100%, 病情指数为 0 ~ 82.1, 相对抗性指数为 0 ~ 100; 18 个种、品种(无性系)表现为高抗, 占供试总数的 31.58%; 6 个种、品种(无性系)表现为中抗, 占供试总数的 10.53%; 15 个种、品种(无性系)表现为低抗, 占供试总数的 26.32%; 10 个中度感病种、品种(无性系), 占供试总数的 17.54%; 8 个高度感病种、品种(无性系), 占供试总数的 14.04%。不同杂交组合的相对抗性指数差异显著, 同一杂交组合的不同种、品种(无性系)间抗性出现明显的分化。表 4 参 18

关键词: 森林保护学; 杨树; 叶锈病; 抗病性

中图分类号: S763.15 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2011)02-0262-07

Poplar resistance to *Melampsora rostrupii* rust in Xinjiang

YUE Chao-yang¹, LIU Ai-hua¹, ZHANG Xin-ping¹, MA Pei-pei², JIAO Shu-ping¹

(1. Institute of Forest Ecosystem, Xinjiang Academy of Forestry, Urumqi 830000, Xinjiang, China; 2. Maoming Institute of Forestry, Maoming 525000, Guangdong, China)

Abstract: Many new cultivars and clones followed stock breeding of poplar. Here, resistance to a leaf rust *Melampsora rostrupii* with 57 poplar species or cultivars was studied using a pathogenic index and a confrontational index. Results revealed strong differences among the 57 hybrid poplars for resistance to the leaf rust. The incidence rate was 0 - 100% with a disease index of 0 - 82.1 and a confrontational phase index of 0 - 100. For poplar species or cultivars (clones) 18 (31.6%) showed high resistance to the rust, 6 (10.5%) showed mid-resistance, 15 (26.3%) showed low resistance, 10 (17.5%) showed mid-susceptibility, and 8 (14.0%) showed high susceptibility. Thus, different poplar hybrid combinations from the same cross showed diversity in resistance to this leaf rust. [Ch, 4 tab. 18 ref.]

Key words: forest protection; poplar; *Melampsora rostrupii*; resistance

杨树 *Populus* spp. 是中国主要的造林用材树种。中国已成为世界上杨树人工林面积最大的国家^[1-4]。杨树叶锈病 *Melampsora rostrupii* 是一种危害杨树叶片、芽和嫩枝的病害, 广泛分布于中国东北、华北、西北、中南的多数省区^[5]。杨树叶锈病是影响杨树栽培与生产最严重的病害之一^[6-7]。栅锈菌属 *Melampsora* spp. 导致的叶锈病, 在美国中部的人工林感病品系中, 可使干质量减轻 29% ~ 32%, 材积减少 31% ~ 42%, 生长量下降 65%, 受害严重的叶片较正常叶片提前 1 ~ 2 个月脱落, 并且易受其他病虫害侵袭而导致死亡^[8]。有关杨树叶锈病的研究, 国内外主要集中在对杨树锈病的发生规律、病原菌种类及其致病性分化、杨树抗锈性的鉴定、抗锈病基因分子标记及其遗传图谱的构建、抗病品种选育等方面^[9]。刘莉丽等^[10]对陕西引进的 26 个杨树种(品种)松杨叶锈病 *Melampsora larici-populina* 进行了抗病性研究。

收稿日期: 2010-05-16; 修回日期: 2010-06-29

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(006CB705809-1); 科学技术部基础研究平台建设项目(2005DKA21207-8); 国家林业局行业标准项目(2008-LY-144)

作者简介: 岳朝阳, 副研究员, 从事林木有害生物及防治研究。E-mail: yzhy.ok@163.com

随着杨树育种工作的发展, 出现许多新的品种和无性系。本研究针对杨树不同品种对叶锈病的抗性进行研究, 以期利用杨树抗病品种, 控制叶锈病提供科学依据。

1 研究区概况

研究区地处准噶尔盆地西北缘克拉玛依市农业开发区, 北靠扎依尔山区, 南接玛纳斯河下游冲积、湖积平原, 地势西南高东北低, 西南部海拔高程为 273 ~ 280 m, 东北部海拔为 258 ~ 260 m。土壤类型主要有水成土纲的残余沼泽土(relic bog soils), 盐碱土纲的残余盐土(relic solonchaks), 初育土纲的荒漠风沙土(desert aeolian soils)^[11]。属典型的大陆性干旱荒漠气候, 冬季严寒, 夏季高温炎热, 年平均气温为 8.0 ℃, 年平均降水量 105.3 mm, 冬季无稳定积雪, 年平均蒸发量达 3 545.0 mm, 约为年降水量的 34 倍, 春夏季多大风^[12]。

2 材料与方法

2.1 材料

2002 - 2004 年, 选取克拉玛依市农业开发区杨树品种园的 57 个种、品种(无性系)作为供试对象。造林时间为 1999 - 2000 年, 面积为 13 320 m²。环境土壤条件均匀一致。

2.2 调查方法

在克拉玛依市农业开发区, 针对叶锈病对杨树品种园内所有杨树进行调查, 调查总株数为 1 773 株, 分别记载不同种和品种(无性系)发病情况。根据调查结果, 计算出每个种和品种的发病率和感病指数(表 1)。以发病最严重欧洲黑杨作为对照, 计算各杨树种、品种(无性系)的相对抗性指数, 为了更直观地看出各种、品种(无性系)对叶锈病的抗性, 将相对抗性指数转换成抗病性(表 2)。感病指数 = \sum (病级代表值×该病级株数) × 100/(调查总株数 × 最高病级代表值)。相对抗性指数 = (欧洲黑杨病情指数 - 某种(品种)病情指数) × 100/欧洲黑杨病情指数^[8]。

表 1 杨树叶锈病分级标准

Table 1 Severity grade of *Melampsora rostrupii*

病级	分级标准	代表值
I	叶部无症状	0
II	叶背夏孢子堆很少, 呈零星分布, 占面积 1/4 以下	1
III	夏孢子堆小而稀, 少数连片, 稍呈黄色, 占面积 1/4~1/2	2
IV	夏孢子堆大, 叶背多呈片状分布, 呈黄色, 占面积 1/2~3/4	3
V	夏孢子堆明显大, 密布叶背(叶面亦散布), 橘黄色粉末状物丰厚, 叶面出现局部或全部坏死	4

3 结果与分析

3.1 不同种、品种(无性系)对叶锈病的抗性差异较大

57 个杨树种、品种(无性系)对叶锈病的抗性表现出了较大的差异性。经计算分析病情指数和相对抗性指数, 有 18 个种、品种(无性系)表现为高抗, 占供试总数的 31.58%; 6 个种、品种(无性系)表现为中度抗, 占供试总数的 10.53%; 15 个种、品种(无性系)表现为低抗, 占供试总数的 26.32%; 10 个中度感病种、品种(无性系), 占供试总数的 17.54%; 8 个高度感病种、品种(无性系), 占供试总数的 14.04%。有超过一半以上的杨树种、品种(无性系)具有对叶锈病不同程度的抗性, 但仍然存在 1/3 以上的杨树种、品种(无性系)对叶锈病抗

表 2 杨树对叶锈病抗性分级

Table 2 Grade of poplar resistance to *Melampsora rostrupii*

相对抗性指数	抗病性	代表符号
87.1 ~ 100.0	高抗	++
72.1 ~ 87.0	中抗	+
52.1 ~ 72.0	低抗或低感	0
27.1 ~ 52.0	中感	-
0.0 ~ 27.0	高感	--

性较差。在同一杂交组合内部,除银白杨 *Populus alba* × 密叶杨 *Populus talassica* 杂交组合外,其余均出现了叶锈病的抗性分化现象,即同一杂交组合内部的不同品种(无性系)相互间抗性表现存在较大差异(表3)。

表3 杨树品种或无性系对叶锈病的抗病性
Table 3 Resistance of poplar cultivars to *Melampsora rostrupii*

杨树	调查数/株	发病率/%	病情指数	相对抗性指数	总体评价	符号
银 <i>Populus alba</i> × 新 <i>P. bolleana</i>	20	0.0	0.00	100.00	高抗	++
准噶尔4号19	21	63.6	21.21	74.17	中抗	+
准噶尔1号20	24	29.2	9.72	88.16	高抗	++
准噶尔3号	39	74.4	24.80	69.79	低抗	0
准噶尔2号	35	97.1	60.00	26.92	高感	--
银 × 密新疆杨	44	2.3	0.76	99.07	高抗	++
抗锈1号	40	0.0	0.00	100.00	高抗	++
108杨 <i>Populus</i> × <i>euramericana</i> 108	31	100.0	45.20	44.95	中感	-
天演杨 <i>Populus</i> × <i>euramericana</i>	34	100.0	33.30	59.44	低抗	0
107杨 <i>Populus</i> × <i>euramericana</i> 107	24	100.0	33.30	59.44	低抗	0
南林4142	26	3.9	1.28	98.44	高抗	++
南林2144	26	92.3	60.26	56.60	高感	--
南林106-王105	61	88.5	19.67	76.04	中抗	+
南林2141	20	50.0	16.70	79.66	中抗	+
南林2143	20	100.0	50.00	39.10	中感	-
南林50-197	18	100.0	37.03	54.90	低抗	0
南林4332	27	100.0	33.30	59.44	低抗	0
南林895	17	100.0	33.30	59.44	低抗	0
28号杨 <i>Populus</i> × <i>Populus deltoides</i> 'Lux'(I-69/55)	31	93.5	40.90	50.18	中感	-
I-45	18	61.1	20.40	75.15	中抗	+
小叶黑杨 <i>Populus nigra</i> × <i>P. simonii</i>	40	95.0	40.00	51.28	中感	-
额河杨 <i>Populus</i> × <i>jrtyshensis</i>	15	100.0	73.30	10.72	高感	--
创新杨 <i>Populus deltoides</i> × <i>P. deltoides</i>	24	95.8	55.60	32.28	中感	-
群众杨 <i>Populus</i> 'Popularis'	25	84.0	45.30	44.82	中感	-
抗虫北京杨 <i>Populus pyramidalis</i> × <i>P. cathayana</i>	30	50.0	16.70	79.66	中抗	+
赞钻杨 <i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i> × <i>P. sp.</i>	18	100.0	33.30	59.44	低抗	0
银灰杨 <i>Populus</i> × <i>canescens</i>	26	0.0	0.00	100.00	高抗	++
84K杨 <i>Populus alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	38	100.0	34.20	58.34	低抗	0
84K抗1银密111 <i>Populus alba</i> × <i>P. talassica</i>	23	0.0	0.00	100.00	高抗	++
毛新杨 K1 <i>Populus tomentosa</i> × <i>P. bolleana</i>	22	13.6	4.94	93.98	高抗	++
741-9 + 076-28	82	100.0	56.10	31.67	中感	-
虫153 + 抗虫172	101	22.8	7.60	90.74	高抗	++
新疆杨 <i>Populus bolleana</i>	37	13.5	12.61	84.64	中抗	+
银白杨 <i>Populus alba</i>	16	0.0	0.00	100.00	高抗	++
苦杨 <i>Populus laurifolia</i>	24	100.0	69.04	15.91	高抗	--
欧洲黑杨 <i>Populus nigra</i>	28	100.0	82.10	0.00	高感	--

续表 3

杨树	调查数/株	发病率/%	病情指数	相对抗性指数	总体评价	符号
2025C4	29	100.0	51.70	37.03	中感	-
沙兰杨	20	80.0	26.70	67.48	低抗	0
111C10	37	89.2	32.43	60.50	低抗	0
96 号杨 K15	24	75.0	25.00	69.55	低抗	0
陕林 3 号	32	0.0	0.00	100.00	高抗	++
109K2	41	97.6	45.50	44.58	中感	-
箭杆杨 C2 <i>Populus nigra</i> var. <i>thevestina</i>	25	100.0	50.70	38.25	中感	-
俄罗斯杨 <i>Populus russkii</i>	30	90.0	70.00	14.74	高感	--
三角叶杨 <i>Populus</i> spp.	21	61.9	23.80	71.01	低抗	0
90-II C15	31	100.0	34.40	58.10	低抗	0
胡杂杨	30	100.0	74.40	9.38	高感	--
杂合杨	43	100.0	38.00	53.71	低抗	0
胡杨 <i>Populus euphratica</i>	18	100.0	62.50	23.87	高感	--
91 号杨	45	60.0	24.40	70.28	低抗	0
853-3H2	22	16.7	5.56	93.23	高抗	++
陕林 4 号	17	0.0	0.00	100.00	高抗	++
抗虫转基因	37	0.0	0.00	100.00	高抗	++
三倍体毛白杨 <i>Populus tomentosa</i>	35	0.0	0.00	100.00	高抗	++
抗锈 2 号	20	0.0	0.00	100.00	高抗	++
银新选 1 号	20	0.0	0.00	100.00	高抗	++
新杨大皮孔	21	0.0	0.00	100.00	高抗	++

3.2 不同杂交组合间的抗病性程度差异

57 个杨树种、品种(无性系)可分为 43 个类型, 分别为纯种和种间杂交组合。利用相对抗性指数进行不同杂交组合对叶锈病抗性的显著性检验。从表 4 可以看出: 不同杂交组合间对叶锈病的抗性存在显著或极显著差异。银白杨×密叶杨、银白杨×灰杨、银白杨×银腺杨、银白杨、陕林 3 号、陕林 4 号、抗虫转基因、三倍体毛白杨、抗锈 2 号、银新选 1 号和新杨大皮孔等 11 个具有高度抗性的杂交组合相互间差异不显著(表 4)。

3.3 同一杂交组合不同品种间的抗病性程度差异

57 个杨树种、品种(无性系), 同一杂交组合的不同品种抗病性大部分存在显著或极显著差异。银×密新疆杨、抗锈 1 号、南林 2144、银灰杨、84K 抗 1 银密 111、银白杨、陕林 3 号、陕林 4 号、抗虫转基因、三倍体毛白杨、抗锈 2 号、银新选 1 号和新杨大皮孔等这 13 个具有高度抗性的种、品种相互间差异不显著(表 4)。

4 结论与讨论

多数杨树种、品种(无性系)对叶锈病具有较好的抗性, 如银×新、准噶尔 1 号 20、银×密新疆杨、抗锈 1 号、抗锈 2 号、南林 4142、陕林 3 号、陕林 4 号和三倍体毛白杨等, 但也存在不少种、品种(无性系)的抗性较差。在同一杂交组合内, 抗病性出现明显的分化, 在生产实践中应注意这一现象, 选择抗病性好的品种, 为速生丰产打下良好基础。

杨树对锈病的抗性及其病原菌对寄主的致病性都存在较大的遗传变异。利用纯化的单一生理小种进行的接种实验表明, 寄主对单一生理小种的抗性是由单基因或寡基因控制的, 表现为垂直抗性^[13-14]。

表4 不同品种、不同杂交组合相对抗性指数方差分析

Table 4 Variance analysis of confrontational indices among poplar cultivars and hybrid combinations

杨树	杂交组合(父×母)	品种显著性		杂交组合显著性	
		0.05	0.01	0.05	0.01
银 <i>Populus alba</i> × 新 <i>P. bolleana</i>	银白杨 × 新疆杨	H	g	A	a
准噶尔4号19	银白杨 × 新疆杨	K	kst		
准噶尔1号20	银白杨 × 新疆杨	M	mw		
准噶尔3号	银白杨 × 新疆杨	LU	n		
准噶尔2号	银白杨 × 新疆杨	N	l		
银 × 密新疆杨	银白杨 × 密叶杨	H	g	B	b
抗锈1号	银白杨 × 密叶杨	H	g		
108杨 <i>Populus</i> × <i>euramericana</i> 108	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	F	e	C	cfls
天演杨 <i>Populus</i> × <i>euramericana</i>	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	B	px		
107杨 <i>Populus</i> × <i>euramericana</i> 107	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	B	px		
南林4142	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	h	g	DEK	dekls
南林2144	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	N	l		
南林106-王105	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	K	tu		
南林2141	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	G	u		
南林2143	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	R	r		
南林50-197	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	S	vx		
南林4332	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	B	bipx		
南林895	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	B	bipx		
28号杨 <i>Populus</i> × <i>Populus deltoides</i> 'Lux' (I-69/55)	欧洲黑杨 × 美洲黑杨 I-69 杨	P	h	E	ek
I-45		K	st		
小叶黑杨 <i>Populus nigra</i> × <i>P. simonii</i>	欧洲黑杨 × 小叶杨	IP	hv	F	f
额河杨 <i>Populus</i> × <i>jrtyshensis</i>	欧洲黑杨 × 河杨	J	jj	G	g
创新杨 <i>Populus deltoids</i> × <i>P. deltoids</i>	欧洲黑杨 × 美洲黑杨	A	a	H	h
群众杨 <i>Populus</i> 'Popularis'	青杨 × 欧洲黑杨	F	e	I	i
抗虫北京杨 <i>Populus pyramidalis</i> × <i>P. cathayana</i>	青杨 × 钻天杨	G	ftu	J	j
赞钻杨 <i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i> × <i>P. sp.</i>	钻天杨 × 赞美杨	B	bipx	KL	klks
银灰杨 <i>Populus</i> × <i>canescens</i>	银白杨 × 灰杨	H	g	B	b
84K 杨 <i>Populus alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	银白杨 × 腺毛杨	B	ipvx	L	ls
84K 抗1银密111 <i>Populus alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	银白杨 × 银腺杨	H	g	B	b
毛新杨 K1 <i>Populus tomentosa</i> × <i>P. bolleana</i>	银白杨 × 新疆杨	D	d	M	m
741-9 + 076-28	076-28 × 741-9	A	a	H	h
虫153 + 抗虫172	虫153 × 抗虫172	CM	cdm	N	m
新疆杨 <i>Populus bolleana</i>		T	w	O	n
银白杨 <i>Populus alba</i>		H	g	B	b
苦杨 <i>Populus laurifolia</i>		O	o	P	o
欧洲黑杨 <i>Populus nigra</i>		Q	q	Q	p
2025C4		R	r	R	q
沙兰杨		U	n	S	r

续表 4

杨树	杂交组合(父 × 母)	品种显著性		杂交组合显著性	
		0.05	0.01	0.05	0.01
111C10		B	bipx	DEKL	dekl
96 号杨 K15		LU	n	AS	ar
陕林 3 号		H	g	B	b
109K2		F	e	I	i
箭杆杨 C2 <i>Populus nigra</i> vav. <i>thevestina</i>		R	r	R	q
俄罗斯杨 <i>Populus russkii</i>		O	jo	P	o
三角叶杨 <i>Populus</i> sp.		L	kn	A	ar
90-II C15		B	x	KL	s
胡杂杨		J	y	G	g
杂合杨		IS	hv	CF	cf
胡杨 <i>Populus euphratica</i>		N	l	T	t
91 号杨		LU	kn	AS	ar
853-3H2		CD	cd	MN	m
陕林 4 号		H	g	B	b
抗虫转基因		H	g	B	b
三倍体毛白杨 <i>Populus tomentosa</i>		H	g	B	b
抗锈 2 号		H	g	B	b
银新选 1 号		H	g	B	b
新杨大皮孔		H	g	B	b

说明：不同大写字母表示差异显著($\alpha = 0.05$)，不同小写字母表示差异极显著($\alpha = 0.01$)。

但有许多证据表明杨树对多个混合生理小种的抗性呈数量变化，表现为水平抗性^[15-18]。水平抗性比垂直抗性更具有持久性，因此水平抗性是抗病育种研究努力的目标。生产中，对杨树一般采用无性繁殖，随着抗锈病基因克隆研究及基因工程技术的发展，垂直抗性在杨树抗病育种中也将得到广泛研究。

参考文献：

- [1] 郑世锴, 高瑞桐. 杨树丰产栽培与病虫害防治[M]. 北京: 金盾出版社, 1996: 109 - 113.
- [2] 赵天锡, 陈章水. 中国杨树集约栽培[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 278 - 279.
- [3] SHAM L. Etiology, epidemiology, and control of *Melampsora* rust of cottonwood [C]// THIELGES B A, LAND S B, Jr. *Symposium on Eastern Cottonwood and Related Species*. Greenville: Louisiana State University, 1976: 189 - 198.
- [4] PINON J. Variability in the genus *Populus* in sensitivity to *Melampsora* rusts [J]. *Silv Gen*, 1992, **41**: 25 - 34.
- [5] 李淑娴, 黄敏仁, 王明麻. 杨树锈病抗性遗传特性及基因克隆策略研究进展[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2008, **32** (6): 133 - 137.
LI Shuxian, HUANG Minren, WANG Mingxiu. Genetic resistance and gene clone for leaf rusts in poplars [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2008, **32** (6): 133 - 137.
- [6] THIELGES B A, ADAMS J C. Genetic variation and heritability of *Melampsora* leaf rust resistance in eastern Cottonwood [J]. *For Sci*, 1975, **21**: 278 - 282.
- [7] PRAKASH C S, THIELGES B A. Pathogenic variation in *Melampsora medusae* leaf rust of poplars [J]. *Euphytica*, 1987, **36**: 563 - 570.
- [8] WIDIN K D, SEHIPPER A L. Effect of *Melampsora medusae* leaf rust infection of yield of hybrid poplars in the north-central united states [J]. *European J For Path*, 1981, **7**: 438 - 448.

- [9] 肖婷, 邝海菊, 何香杨, 等. 杨树叶锈病研究[J]. 生物技术, 2009, **19** (5): 94 - 96.
XIAO Ting, KUANG Haiju, HE Xiangyang, *et al.* Research on poplar leaf rust [J]. *Biol Technol*, 2009, **19** (5): 94 - 96.
- [10] 刘莉丽, 曹支敏, 樊军锋, 等. 杨树品种叶锈病抗病性研究[J]. 西北林学院学报, 2008, **23** (6): 132 - 134.
LIU Lili, CAO Zhimin, FAN Junfeng, *et al.* A study of poplar resistance to *Melampsora larici-populina* [J]. *J Northwest For Univ*, 2008, **23** (6): 132 - 134.
- [11] 钱亦兵, 周华荣, 徐曼, 等. 克拉玛依农业开发区水土性状与荒漠植物多样性的关系[J]. 水土保持学报, 2004, **18** (2): 186 - 189.
QIAN Yibing, ZHOU Huarong, XU Man, *et al.* Relationship between water-soil properties and desert plant diversities in agricultural development area of Kelamayi [J]. *J Soil Water Conserv*, 2004, **18** (2): 186 - 189.
- [12] 张丽华, 陈亚宁, 李卫红, 等. 准噶尔盆地两种荒漠群落土壤呼吸速率对人工降水的响应[J]. 生态学报, 2009, **26** (6): 2819 - 2826.
ZHANG Lihua, CHEN Yaning, LI Weihong, *et al.* Responses of soil respiration to artificial rainfall in two desert communities in Junngar Basin [J]. *Acta Ecol Sin*, 2009, **26** (6): 2819 - 2826.
- [13] 王孟昌, 梁军, 樊军锋, 等. 主要杨树生产品种对溃疡病田间抗性的调查[J]. 西北林学院学报, 2008, **23** (5): 122 - 123, 132.
WANG Mengchang, LIANG Jun, FAN Junfeng, *et al.* Field investigation on resistance to canker of poplar variety [J]. *J Northwest For Univ*, 2008, **23** (5): 122 - 123, 132.
- [14] NEWCOMBE G, BRADSHAW H D. Quantitative trait loci conferring resistance in hybrid poplar to *Septoria populicola*, the cause of leaf spot [J]. *Can J For Res*, 1996, **26**: 1943 - 1950
- [15] NEWCOMBE G. Association of *Mmd1*, a major gene for resistance of *Melampsora medusae* f. sp. *dehoidae*, with quantitative traits in poplar rust [J]. *Phytopathology*, 1998, **88**: 114 - 121.
- [16] 曾大鹏. 我国杨树病害的研究现状与防治[J]. 中国森林病虫, 2002, **21** (1): 20 - 26.
ZENG Dapeng. Review of current situation of research and control on poplar diseases in China [J]. *For Pest Dis*, 2002, **21** (1): 20 - 26.
- [17] 刘美青, 李淑玲. 杨树抗性研究的现状及展望[J]. 河南农业大学学报, 1998, **32** (3): 251 - 257, 267.
LIU Meiqing, LI Shuling. The present situation and the prospect for study on poplar resistance [J]. *Acta Agric Univ Henan*, 1998, **32** (3): 253 - 257, 267.
- [18] 苏晓华, 黄秦军, 张冰玉, 等. 中国杨树良种选育成就及发展对策[J]. 世界林业研究, 2004, **17** (1): 46 - 49.
SU Xiaohua, HUANG Qinjun, ZHANG Bingyu, *et al.* The achievement and developing strategy on variety selection and breeding of poplar in China [J]. *World For Res*, 2004, **17** (1): 46 - 49.