

杨树对杨干象抗性选择的研究

高瑞桐 杨自湘 汪太振 郝宏 康中信

(中国林业科学研究院林业研究所)

(黑龙江省防护林研究所)

摘要 在杨干象危害80%以上的人工杨树林内,以抗杨干象、速生等综合指标,选出了抗虫优树。对3年生优树后代室内外人工接种和自然感染的结果表明:106号优树比周围3株优势木平均胸径高9%,树高高7%,材积高61%;室内接种其诱虫数、取食孔数都低;野外接种,虫株率低40%以上,危害指数低69%;自然感染的虫株率低54%,危害指数低50%以上。优树生长量较对照原种中东杨(*Populus berolinensis*)高得多,但低于小黑杨(*P. × xiaohei*)。其抗虫性与树皮内含物果糖和酚酸含量有关。

关键词 杨树;杨干象;抗性选择;优树

杨树(*Populus* spp.)是重要速生树种之一,近年来随着在世界范围内广泛栽植,受杨干象(*Cryptorrhynchus lapathi* Linne)的危害也日见严重^[1~8]。据不完全统计,全国发生面积达358万多亩,涉及11个省、区的50多个市、县,已危及我国“三北”防护林建设和大面积人工林的安全。在自然界,杨干象对不同品种或同一品种的杨树个体危害有很大差异^[9,10],为寻找对杨干象具有一定抗性的杨树品种,做到既能有效控制虫害又不污染环境,为此进行了本研究。

1 优树选择

1.1 选优材料、标准和方法

在黑龙江省林甸县长青林场、龙江县海洋林场及富裕县林场,在10万亩60年代繁殖的小叶杨(*P. simonii* Carr.)、小青杨(*P. pseudo-simonii* Kitag.)和中东杨(*P. berolinensis* Dipp.)杂种实生林〔混有黑杨派(*Aigeiros* Duby)树种〕中,杨干象危害严重地段进行了选优。

选优原则是,抗杨干象为主,速生为辅,其标准为:①优树树干和枝条都无杨干象幼虫危害痕迹。②优树的生长量大于周围3株优势木,平均胸径大15%,树高大5%,材积大40%,干形圆满通直,侧枝细,冠形窄。③优树树龄在10年以上。④优树所在林分杨干象危害株率在80%以上,重复危害史5年以上;优树所处位置无特殊环境影响,被害机会与其它树木相同。

选优时,先用望远镜观察候选树,看有无被杨干象幼虫危害痕迹;再对优树周围50株树木被害情况进行调查,其标准为:0级——无虫孔;I级——1~10个虫孔,II级——11~30个虫孔,III级——31个虫孔以上。然后对优树和周围3株优势木进行检尺。

1.2 选择结果

通过选择,初步选出优树9株,优树所在林分的虫害情况及生长量见表1、2。其中除102

号优树生长量低于规定标准外,其余8株优树均超过原要求的标准。

表1 优树林分内虫害情况调查

优树号	树种类型	优树年龄 (a)	调查株数	虫害级别				被害率 (%)	被害指数
				0	I	II	III		
101	中东杨	17	50	1	9	20	20	98	72.6
102	中东杨	17	50	0	8	7	35	100	83.3
103	中东杨	17	50	1	7	5	37	98	85.3
104	中东杨	18	50	1	17	12	20	98	67.3
105	中东杨	16	50	1	17	12	20	98	67.3
106	中东杨	16	50	1	7	12	20	98	80.7
114	中东杨	18	50	1	7	17	25	98	77.3
115	中东杨	18	50	8	5	14	23	84	68.0
116	中东杨	20	50	7	10	6	27	86	68.7

表2 杨树优树生长情况

优树号	优树形率 (%)	树高 (m)		胸径 (cm)		材积 (m ³)	
		优树	与优势木 比 (%)	优树	与优势木 比 (%)	优树	与优势木 比 (%)
101	0.565	14.84	119	17.00	123	0.107	209
102	0.562	15.82	-1	18.50	-17	0.134	-7
103	0.605	16.50	107	17.50	108	0.146	152
104	0.607	16.40	108	15.50	103	0.114	129
105	0.576	18.32	118	20.50	125	0.200	244
106	0.629	16.20	107	17.80	109	0.159	161
114	0.560	14.68	119	17.50	127	0.111	171
115	0.697	15.68	122	17.50	128	0.183	305
116	0.570	10.62	142	16.60	162	0.074	326

2 优树后代抗性鉴定

选出的优树以无性繁殖法培育出苗木,然后对3年生幼树进行了抗性鉴定。

2.1 鉴定方法与步骤

2.1.1 室内接种 1988年7月采集幼树主干,截成长50 cm的木段,每个优树10根,置于50 cm×50 cm×55 cm的铁纱笼内,笼底垫10 cm潮湿沙土,每笼插入每种优树及中东杨、小黑杨(*P. × xiaohei* T. S. Hwang. et Liang)两对照各1根,成拉丁方排列,重复10次。每笼接入杨干象雌雄成虫各10头。为保持笼内湿度,每天喷清水1次。15天后按上述方法更换主干1次。逐日观察记录每根主干上栖息的成虫数,试验结束时统计每根主干的取食孔及落卵数。

2.1.2 野外人工接种 1988年7月下旬至9月上旬,在鉴定圃内对9个优树和两对照种3年生幼树人工接种。其方法是,各选6株健壮植株,每株基部套一塑料纱笼(高1 m,直径17 cm),每笼放入杨干象雌雄成虫各2头,上、下口扎紧。观察幼虫发育、成虫出孔等。

2.1.3 野外自然感染 共设3块标准地,让其自然感染,虫源木中东杨和小黑杨的被害株率均在90%以上。另设优树对比林及对照,以30株为一小区,重复8次。

2.2 鉴定结果与分析

2.2.1 室内接种 两次接种, 选出的优树在诱虫数、取食孔数和落卵数上多数均低于对照种。为便于分析, 用两次接种平均数, 以最小距离法选平均数低的106号、中等的114号和高中的中东杨为3个凝聚点进行聚类分析, 结果101、104、106、116为1类, 3项指标都低, 其抗性强; 103、105、114和115为2类, 抗性中等; 102、中东杨和小黑杨为3类, 抗性差(表3)。

表3 室内、外接种和野外、优树对比林自然感染分类

优树号	室内接种				野外接种				野外自然感染			优树对比林自然感染			
	平均诱虫 (头/枝)	平均取食孔 (个/枝)	平均落卵 (粒/枝)	所属类别	有虫株率 (%)	危害指数	成虫重 (mg)	所属类别	平均有虫株率 (%)	平均危害指数	所属类别	缺株率 (%)	有虫株率 (%)	平均虫数 (头/枝)	所属类别
101	3.25	5.45	0.05	G ₁	83.3	41.7	17.89	G ₂	36.13	18.77	G ₃	26.7	36.48	2.07	G ₁
102	1.95	9.80	0.20	G ₃	66.7	45.8	17.24	G ₂	27.80	12.53	G ₃	20.8	37.54	2.09	G ₁
103	3.85	9.00	0.10	G ₂	66.7	62.5	18.15	G ₂	50.00	19.43	G ₃	31.7	41.91	2.90	G ₂
104	2.30	5.65	0.05	G ₁	83.3	54.2	18.62	G ₃	38.90	18.97	G ₃	26.3	40.03	2.71	G ₂
105	5.50	5.55	0.10	G ₂	100.0	75.0	17.64	G ₃	16.67	6.27	G ₂	31.7	39.23	1.92	G ₂
106	2.40	4.95	0	G ₁	50.0	16.7	17.53	G ₁	6.67	1.67	G ₁	18.8	35.67	2.10	G ₁
114	4.10	5.85	0.05	G ₂	66.7	37.5	17.63	G ₂	20.97	6.90	G ₂	17.9	44.55	2.11	G ₂
115	5.50	7.90	0.20	G ₂	66.7	33.3	19.70	G ₂	30.47	10.00	G ₃	29.6	35.71	2.27	G ₁
116	2.85	5.25	0.15	G ₁	66.7	50.0	17.70	G ₂	37.50	20.83	G ₃	22.1	36.23	1.99	G ₁
中东	5.10	12.25	0.35	G ₃	100.0	70.0	17.61	G ₃	30.00	15.00	G ₃	68.8	36.49	1.08	G ₁
小黑	5.45	12.45	0.05	G ₃	83.3	54.2	19.66	G ₃	31.47	15.63	G ₃	10.4	76.73	4.29	G ₃

2.2.2 野外人工接种

2.2.2.1 幼虫成活和发育速度 试验表明, 仅101号上的幼虫成活率为94.1%, 其余均达100%, 与对照无差异。其发育速度, 106号7月份出孔成虫占全年的40%(表4), 说明幼虫发育较慢。

表4 各优树上人工接种幼虫成活和成虫出孔情况

优树号	5月17日 活幼虫 (头)	7月成虫出孔数(个)				8月出孔数(个)				全年总 计出孔 数(个)	幼虫 成活率 (%)	致死 株率 (%)	有虫 株率 (%)	危害 指数	
		23日前	24~25日	26~31日	合计	占全年 (%)	1~5日	6~10日	11~13日						合计
101	17	10	0	1	11	68.8	5	0	0	5	16	94.1	0	83.3	41.7
102	20	12	4	1	16	55.2	7	5	1	13	29	100.0	0	66.7	45.8
103	49	11	8	10	29	59.2	10	8	2	20	49	100.0	0	66.7	62.5
104	29	4	2	10	16	53.3	10	3	1	14	30	100.0	0	83.3	54.2
105	43	19	6	10	35	79.5	4	4	1	9	44	100.0	0	100.0	75.0
106	2	2	0	0	2	40.0	2	1	0	3	5	100.0	0	50.0	16.7
114	8	6	4	0	10	66.7	2	3	0	5	15	100.0	0	66.7	37.5
115	2	7	2	1	10	90.9	1	0	0	1	11	100.0	0	66.7	33.3
116	16	9	6	5	20	83.3	2	0	2	4	24	100.0	0	66.7	50.0
中东	45	37	5	1	43	91.5	1	2	1	4	47	100.0	50.0	100.0	70.0
小黑	15	5	1	1	7	31.8	7	5	3	15	22	100.0	0	83.3	54.2

2.2.2.2 危害情况 人工接种的各优树都不同程度地受到幼虫危害,对每株上的虫孔数用5级分类:0级,无虫孔;I级,1虫孔;II级,2~4虫孔;III级,5~9虫孔;IV级,10个虫孔以上,计算有虫株率和危害指数,结果106、114和115号优树的被害都较低(表4)。

2.2.2.3 成虫干重及个体大小 把各优树上出孔的成虫收集,烘干称重并度量其大小,结果表明,102、106号上发育的成虫干重与个体都较其它树上的小(表5)。凝聚点进行分类的结果,106号为1类,101、102等为2类,104、中东杨等为3类(表3),3个类的抗性依次为1类>2类>3类。

表5 各幼树上出孔的成虫重量及个体大小

优树号	头数	每头干重量 (mg)			体 长 (cm)			体 宽 (cm)		
		最重	最轻	平 均	最大	最小	平 均	最大	最小	平 均
101	6	24.95	11.40	17.89±4.32	0.844	0.716	0.769±0.049	0.420	0.340	0.363±0.029
102	18	22.85	10.45	17.24±3.29	0.870	0.706	0.788±0.051	0.422	0.334	0.370±0.029
103	38	25.05	11.95	18.15±3.02	0.850	0.700	0.800±0.040	0.424	0.336	0.378±0.024
104	26	23.20	14.00	18.62±2.84	0.842	0.726	0.797±0.042	0.410	0.330	0.384±0.023
105	25	23.60	11.00	17.64±3.33	0.850	0.718	0.789±0.040	0.416	0.314	0.377±0.024
106	3	19.30	16.25	17.53±1.58	0.800	0.774	0.785±0.014	0.387	0.374	0.375±0.002
114	9	22.05	10.85	17.63±3.44	0.842	0.676	0.783±0.049	0.408	0.300	0.374±0.033
115	4	24.05	14.95	19.70±3.72	0.870	0.720	0.803±0.063	0.412	0.334	0.373±0.037
116	15	24.35	13.10	17.70±3.75	0.880	0.720	0.792±0.047	0.420	0.314	0.376±0.029
中东	10	24.50	12.40	17.61±3.85	0.848	0.714	0.787±0.047	0.410	0.350	0.376±0.023
小黑	17	25.70	10.45	19.66±3.58	0.910	0.632	0.817±0.064	0.430	0.358	0.392±0.033

2.2.3 野外自然感染

2.2.3.1 三块标准地的被害调查 调查结果用同样方法以有虫株率和危害指数两项指标进行聚类,结果只有106号为1类,105、114号为2类,其余都在3类中(表3)。

2.2.3.2 优树对比林被害调查 以有虫株率及平均每株幼虫数两项指标,用同样方法聚类的结果见表3,1类中有106、115号等6个种,2类有105、114号等4个种,3类只有小黑杨。在优树对比林中,虽然中东杨也被分在抗性的一类中,则是因中东杨径级太小,未能达到杨干象成虫产卵的要求引起的。

通过强制危害及自然感染系列测试,106号优树一直列在抗性最强的一类中。再以106与中东和小黑杨进行方差分析,结果室内接种的,其取食孔/枝、优树对比林内平均有虫株率都在0.10水平上有差异;室内接种诱虫数/枝,野外接种平均虫孔数/枝,自然感染平均危害指数,优树对比林内平均幼虫数/株都在0.05水平上有显著差异,说明106号优树抗性稳定。

3 优树后代生长量测定

在鉴定圃、标准地和优树对比林内,对3年生优树后代生长量的测定结果,除102和101号胸径生长分别低于和平于中东杨外,其它优树均超过原种中东杨,但还略低于良种小黑杨。经方差分析比较,这些种在0.05或0.10水平上有差异(表6)。106号优树与中东杨比较,其胸径在鉴定圃内超17.5%,在标准地内超12.6%,在优树对比林内超122.0%,高生长超48.4%。

表 6 优树后代生长情况调查

优树号	平均胸径生长量 (cm)			对比林 平均高 生长量 (m)
	鉴定圃	三块 标准地	对比林	
101	2.48	2.07	1.02	2.19
102	2.75	2.03	1.10	2.39
103	2.58	2.53	1.13	2.50
104	2.45	2.13	1.10	2.44
105	2.27	2.17	1.08	2.43
106	2.62	2.33	1.11	2.39
114	2.37	2.20	1.05	2.29
115	2.43	2.23	0.99	2.22
116	2.82	2.43	1.06	2.45
中东	2.23	2.07	0.50	1.61
小黑	2.75	2.50	2.12	3.33

危害程度呈负相关, 含量高诱到的成虫少, 幼虫危害也轻。

(3) 氨基酸和糖总含量与抗性关系不明显。

表 7 树皮内含物含量分析

(单位: mg/100g)

杨树	总糖	果糖	葡萄糖	总酚酸	总氨基酸
106	2371.60	337.30	415.00	68.498	0.903
中东	2869.72	485.50	765.00	50.785	0.781
小黑	1569.96	404.86	415.10	38.415	1.048

4 树皮有机化学物质分析

害虫对某种植物的喜食程度, 除与其本身习性有关外, 也与植物体有很大关系, 尤其是与植物体被害部位某些化学物质的含量有关^[11,12]。经过对106号优树、中东和小黑杨树树皮内含物含量(表7)与抗性相关分析(表8), 其结果为:

(1) 果糖和葡萄糖含量与成虫趋性、取食及幼虫的危害程度呈正相关, 这两种糖含量高, 诱到的成虫多, 成虫喜食, 幼虫危害也重。

(2) 酚酸含量与成虫趋性、取食及幼虫

表 8 树皮内含物与抗性指标相关分析

抗性指标	总糖	果糖	葡萄糖	总酚酸	总氨基酸
诱虫数	0.20	0.97	0.75	-0.89	-0.27
取食孔数	-0.10	0.86	0.54	-0.73	0.01
危害指数	-0.20	0.96	0.73	-0.76	-0.72

5 结语与讨论

目前黑龙江省杨干象发生面积约223万亩。可利用106号优树直接进行无性繁殖, 也可作抗性杂交亲本应用于生产。采用抗虫品种可起到省工、安全、无污染和对有益生物无害的作用, 对维持生态平衡有重要意义。

但是抗虫品种的生长量有时还不十分理想。根据国家木材检验规定^[13], 直接用原木如电杆等, 不许有虫孔; 加工用原木任何1 m内, 一等材不许有虫孔, 二等材有5个虫孔, 三等材有6个以上。其木材等级差价为: 一等与二等约29%, 一等与三等约46%。因此尽管抗虫品种的生长量较低, 但木材质量提高挽回的经济价值远超过生长量低所造成的损失。今后培育既抗虫又速生的品种仍是育种的目标。

参 考 文 献

- [1] 姜巍等, 1983, 杨干象化学防治技术的研究, 东北林学院学报, 11(2):50~57。
- [2] 沈刚, 1983, 杨干象甲发生规律和防治试验初报, 内蒙古林业科技, (1):37~41。
- [3] 牛洪鑫, 1984, 河北省林木检疫害虫——杨干象, 河北林业科技, (4):28~29。
- [4] 任公捷, 1986, 杨干象防治研究报告, 陕西林业科技, (1):40~43。
- [5] 张端玲, 1988, 杨干象的初步观察, 山西林业科技, (3):19~20。
- [6] 潘成良等, 1987, 辽宁省杨树蛀干害虫的发生与防治, 辽宁林业科技, (4):38~40。

- [7] Browne, F. G., 1968, Pests and Diseases of Forest Plantation Trees, Clarendon Press Oxford, 205~206.
- [8] U. S. Department of Agriculture Forest Service Miscellaneous Publication, 1985, Insects of Eastern Forests, 334~337.
- [9] 高瑞桐等, 1987, 杨刺对杨干象敏感性的初步研究, 森林病虫通讯, (3), 16~18.
- [10] 郑荣华等, 1986, 抗杨干象甲选种及抗性机理的研究, 防护林科技, (4), 40~48.
- [11] Young, C. E. et al., 1986, Factors Influencing Suitability of Elm Leaf Beetle, *Xanthogaleruca luteola*, *Environ. Entomol.*, 15(4): 843~849.
- [12] Schowalter, T. D., 1986, Herbivory in Forested Ecosystems, *Ann. Rev. Entomol.*, (31), 177~196.
- [13] 李景林, 1989, 木材商品知识手册, 中国林业出版社, 176~451.

*Study on the Selection of Poplar Resistance
to Cryptorrhynchus lapathi*

Gao Ruitong Yang Zixiang

(The Research Institute of Forestry CAF)

Wang Taizhen Hao Hong Kang Zhongxin

(The Research Institute of Shelterbelt of Heilongjiang Province)

Abstract In artificial seedling wood of poplar, *Cryptorrhynchus lapathi* Linne is a serious insect pest. Study was conducted in the plantation, where the damaged plant rate was over 80%. The aim was to select fine trees which were mainly resistant to *C. lapathi* and combined with the comprehensive target of fast-growing and high-yield. In laboratory, artificial inoculation and natural infection were carried out for the 3-year-old generation of the fine trees. The results showed that the diameter, height and volume of the selected fine tree No. 106 was 9%, 7% and 61% bigger or higher than the average of those of the 3 surrounding trees respectively. As to the artificial inoculation for the 3-year-old generation, the attracted no. of insects and feeding holes in the branches of No. 106 were lesser. As to the artificial inoculation in the field, the tree-with-insect rate of No. 106 was 40% lower than that of the check, and the damage index 69% lower than that of the check. As to the natural infection, the tree-with-insect rate of No. 106 was 54% lower than that of the check, and damage index over 50% lower than that of the check. The volume-growth of No. 106 was much more than that of its original species, *Populus berolinensis* Dipp., but lower than that of *P. xiaohai* T. S. Hwang. et Liang. According to the analysis of its bark, it's considered that the resistance of the tree was related to the amount of the content of fructose and phenolic acid.

Key words poplar; *Cryptorrhynchus lapathi*; selection of resistance; fine tree