

文章编号:1001-1498(2011)06-0768-06

粤北西南桦种源试验林星天牛危害 分析与早期综合评价*

赵志刚¹, 张朝斌², 丘英华², 郭俊杰¹, 何永佳², 翁启杰¹, 曾杰^{1**}

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520; 2. 国营韶关林场, 广东 韶关 512023)

关键词: 西南桦; 星天牛; 早期选择

中图分类号: S763 S722.3+6

文献标识码: A

Hazard Analysis of *Anoplophora chinensis* and Early Comprehensive Selection of *Betula alnoides* Provenances in Northern Guangdong Province

ZHAO Zhi-gang¹, ZHANG Chao-bin², QIU Ying-hua², GUO Jun-jie¹, HE Yong-jia², WENG Qi-jie¹, ZENG Jie¹

(1. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, Guangdong, China;
2. Shaoguan State-owned Forest Farm, Shaoguan 512023, Guangdong, China)

Abstract: *Betula alnoides* Buch.-Ham. Ex D. Don is a fast-growing and precious tree species in tropical and warm subtropical regions. The wood borer damage has recently been one of key factors limiting the large-scale expansion of *B. alnoides* plantations. A trial including 26 provenances and 322 families were established at Shaoguan State-owned Forest Farm in northern Guangdong Province, which were suffered from heavy damage of wood borers within two years after planted. The growth performance and resistances to wood borers of *B. alnoides* were investigated for the purpose of early selection of germplasm. The results showed that there were significant differences among provenances in height and base diameter ($P < 0.05$), which was on average about 4.3 m and 6.5 cm, respectively for two-year-old *B. alnoides*. *Anoplophora chinensis* (Förster) was the principal species of wood borer, which damaged trunk within the height of 20 cm above stem base. 1-5 larva of this species were found on each tree attacked, and the attack rate by *A. chinensis* was significantly and positively related to the diameter growth ($P < 0.05$). The attack rate showed no significant difference among provenances ($P > 0.05$), and the mean attack rates for one-year-old and two-year-old *B. alnoides* trees were 48.21% and 36.27%, respectively. Early selection of *B. alnoides* provenance was carried out based on its growth performance and the attack rate by the wood borers. These findings could be contributive to understand the occurrence of *A. chinensis*, protect from its damage, and provide evidences to select germplasm of *B. alnoides* with good growth performance and strong resistance to *A. chinensis* in northern Guangdong and surrounding areas with similar environment.

Key words: *Betula alnoides* Buch.-Ham. Ex D. Don; *Anoplophora chinensis* (Förster); early selection; provenance selection

收稿日期: 2010-12-20

基金项目: 国家林业局重点项目“西南桦良种选育与蛀干害虫营林控制技术研究”(2006-02); 国家“十一五”科技支撑专题“西南桦用材林高效培育技术”(2006BAD24B09-02C)

作者简介: 赵志刚(1979—),男,汉族,内蒙古赤峰人,助理研究员,主要从事南方乡土阔叶树种培育研究。

* 顾茂彬研究员帮助鉴定昆虫标本,沙二、林开勤参与试验林调查工作,特致谢忱!

** 通讯作者: 曾杰, 博士, 研究员, 主要从事森林培育与生态遗传研究, E-mail: zengj69@ritf.ac.cn.

西南桦(*Betula alnoides* Buch.-Ham. Ex D. Don)是我国热带南亚热带地区的一个优良乡土阔叶树种^[1-2],在云南、广西、广东等地被广泛应用于珍贵用材林基地建设,是该区域造林面积最大的乡土阔叶树种之一^[2]。西南桦木材可用于制作木地板、高档家具以及室内装饰等^[3],而且人工林具维持生物多样性、涵养水源、保持地力以及较高的固碳能力等优良生态特性^[2],在用材林、生态公益林等建设中具有重要的地位和发展潜力。经过二十多年的研究,西南桦的良种选育和栽培技术已取得显著成果,促进了人工林的发展,但在西南桦推广种植过程中,尤其是近几年来,蛀干害虫的发生已影响到人工林的经营管理和造林面积的进一步扩大。

蛀干害虫的危害一直是林业部门十分重视的问题^[4-5],已知蛀干害虫的种类多,危害的树种也多^[6-8]。蛀干害虫危害不仅造成重大经济损失,也影响到森林其它多种效益的发挥^[4-6,9]。西南桦人工林的经营目标以培育珍贵大径材为主,兼顾发挥多种效益,蛀干害虫危害不仅影响到林分生长和稳定性,而且会降低木材质量,已成为其种植业发展过程中的主要限制因素之一。以往关于西南桦虫害方面的研究报道较少,有关蛀干害虫危害方面的研究则更少。有学者初步总结了蛀干害虫的发生规律,即在造林后第2年可发生,并提出通过营林措施和抗虫选择育种相结合的防治思路^[2]。赵丽芳等^[10]调查了云南省西南桦人工林的害虫种类和危害程度,福建省对桦树人工林星天牛幼虫空间分布格局

进行了研究^[11-12],但尚未见有关西南桦种质材料与虫害发生关系等的研究报道。2007年作者在广东韶关营建了种源家系选择试验林,造林后第2年即发现蛀干害虫为害,以星天牛(*Anoplophora chinensis* (Förster))为主,且为害严重。为了揭示星天牛为害对西南桦人工林的影响,探究不同西南桦种质材料在抗虫性上的差异,作者调查、总结了韶关试点2年生种源试验林虫害发生和生长情况,并进行了种质材料的早期选择,为进一步开展抗虫育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验所在地国营韶关林场位于广东省韶关市(113°55'~114°10'E,24°26'~24°43'N),属亚热带季风气候,年平均气温20.2℃,极端最低气温-4.3℃,最高气温41℃;年平均降水量1600~1800mm,降雨主要集中在3—6月份。试验地位于韶关市郊区,紧邻公路和居民区,其土壤为砂页岩发育而成的赤红壤。

1.2 试验材料

参试西南桦材料包括1999—2005年在云南、贵州、广西三省区收集的30个种源634个家系,于2006年8月进行播种育苗,经过淘汰劣质种质,实际参与分析的材料共计26个种源322个家系(表1)。

表1 参试的西南桦种源、家系

种源	代码	收集家系数	实际家系数	种源	代码	收集家系数	实际家系数	种源	代码	收集家系数	实际家系数
云南勐腊	1	47	23	云南凤庆	10	22	11	广西田阳	23	17	13
云南元阳	2	6	4	云南江城	12	20	16	广西靖西	24	51	23
云南墨江	3	22	14	云南双江	13	22	17	广西那坡	25	18	12
云南景洪	4	21	10	云南澜沧	14	21	13	贵州册亨	26	25	19
云南西畴	5	31	17	广西凌云	15	41	14	云南勐海	27	30	17
云南镇沅	6	21	11	广西凭祥	16	26	6	云南南涧	28	6	6
云南腾冲	7	23	6	广西田林	18	19	11	云南云县	29	26	8
云南景谷	8	23	7	广西平果	21	23	14	云南昌宁	30	32	12
云南瑞丽	9	20	4	广西百色	22	21	14	总计	26	634	322

1.3 研究方法

试验采用随机区组设计,单株小区,20次重复,株行距2m×3m。2007年4月造林,2008年和2009年的7月进行生长和虫害情况调查。调查指标包括树高、地径、胸径、虫口数量、成活情况。调查发现,该西南桦幼林内有2种蛀干害虫:星天牛、云

斑白条天牛(*Batocera horsfieldi* Hope),后者为害较轻数量极少,因此重点调查星天牛的为害状况。由于蛀干害虫调查一般很难直接确定具体虫口数量,试验采用以排粪孔数目代替虫口数量^[11],调查每株树的排粪孔数量,同时记录受害植株成活情况。造林当年该地区遭遇1个多月的严重干旱,严重影响

了植株生长和成活,尽管进行了补植,考虑到年龄的一致性,本文主要针对1年生时尚成活的植株进行分析,其中,5个区组由于保存率较低而未参与分析。

数据分析采用EXCEL和SPSS软件进行,主要包括方差分析、多重比较、相关分析、聚类分析等。

2 结果与分析

2.1 西南桦星天牛为害

2.1.1 单株虫口及植株成活 西南桦幼林在造林

后第2年开始发生星天牛为害,感虫树木虫口数量为1~5个·株⁻¹,其中,以1~2个·株⁻¹为主,约占感虫个体总数的90%。1年生幼林感虫率约为48%,单株虫口为(1.46±0.12)个;2年生时下降至36%左右,单株虫口为(1.37±0.24)个(表2),2年内未曾感虫的个体比例约17%。不同年龄树木成活率均随虫口增加而显著下降,虫口数量为1个·株⁻¹时,树木的成活率约50%;虫口为2~3个·株⁻¹时,树木成活率为3%~13%;虫口超过3个·株⁻¹时,成活率平均不到1%。

表2 西南桦各种源的星天牛发生情况

种源	1年生				2年生			
	成活株数/株	感虫株数/株	平均虫口/(个·株 ⁻¹)	感虫率/%	成活株数/株	感虫株数/株	平均虫口/(个·株 ⁻¹)	感虫率/%
1	157	52	1.38	33.12	59	7	1.39	32.63
2	9	6	1.67	66.67	4	1	1.35	34.92
3	79	40	1.50	51.28	43	16	1.31	37.21
4	74	33	1.39	44.59	35	20	1.70	57.14
5	119	49	1.51	41.18	57	15	1.20	26.32
6	72	40	1.40	55.56	44	17	1.53	38.64
7	32	16	1.31	50.00	17	5	1.40	29.41
8	45	20	1.25	44.44	29	15	1.27	51.72
9	30	17	1.41	56.67	12	8	1.63	66.67
10	63	31	1.42	49.21	27	14	2.00	51.85
12	113	56	1.39	49.56	26	13	1.55	33.90
13	92	41	1.61	44.57	46	16	1.13	34.78
14	96	41	1.66	42.71	56	26	1.50	46.43
15	105	46	1.59	43.81	72	23	1.26	31.94
16	41	18	1.61	43.90	26	9	1.11	34.62
18	86	41	1.41	47.67	45	13	1.62	28.89
21	92	44	1.55	47.83	40	10	1.60	25.00
22	102	45	1.42	44.12	60	20	1.40	33.33
23	89	40	1.50	44.94	45	12	1.25	26.67
24	184	82	1.29	44.57	101	27	1.33	26.73
25	92	52	1.38	56.52	52	21	1.14	40.38
26	124	57	1.60	45.97	56	16	1.00	27.27
27	84	35	1.40	41.67	41	15	1.47	36.59
28	43	19	1.62	56.52	12	3	1.00	25.00
29	43	19	1.32	44.19	18	5	1.20	27.78
30	67	41	1.37	62.12	35	13	1.23	37.14
总体	2 133	981	1.46	48.21	1 058	360	1.37	36.27

2.1.2 星天牛为害规律 调查发现:西南桦幼树感染蛀干害虫的部位主要在树干基部至20 cm高度范围内,感虫率随地径增大而上升,即地径越大的单株感虫率越高。1年生时,随地径增加感虫率相应增加,而2年生时,地径6 cm以下,随地径增加感虫率呈明显的上升趋势,6 cm以上的单株感虫率高,但变化幅度较小。相关分析表明:1年生和2年生幼林的虫害发生与地径的大小均呈显著的对数函数关系(图1)。

2.1.3 感虫率变异分析 各种源感虫率经反正切转换后进行方差分析,结果显示:1年和2年生时种源间感虫率差异均不显著。1年生时,感虫率的变动幅度为33.12%(1号种源)~66.67%(2号种源),而且感虫率低于50%的种源占73%左右;2年生时感虫率整体上明显降低,变动幅度为25%(28号种源)~66.67%(9号种源),感虫率低于50%的种源约占85%(表2)。

2.2 西南桦幼林生长变异

西南桦在粤北地区生长表现良好,1年生时平均树高和地径分别约为1.7 m和2.6 cm,2年生时为4.3 m和6.5 cm(表3);造林后第2年树高和地径净生长量分别约为2.6 m和4.0 cm,生长速率较第1年明显提高。方差分析结果显示:1年生时,树高和地径在种源间和家系间的差异均达显著水平

($P < 0.05$);2年生时,树高、地径和胸径在种源间的差异均达显著水平($P < 0.05$),而家系间差异不显著,可能与虫害致死植株较多导致每个家系的保留株数差异较大,从而降低了统计分析精度有关。1年生树高和地径在种源间和种源内的变异均高于2年生,总体上地径的变异高于树高。

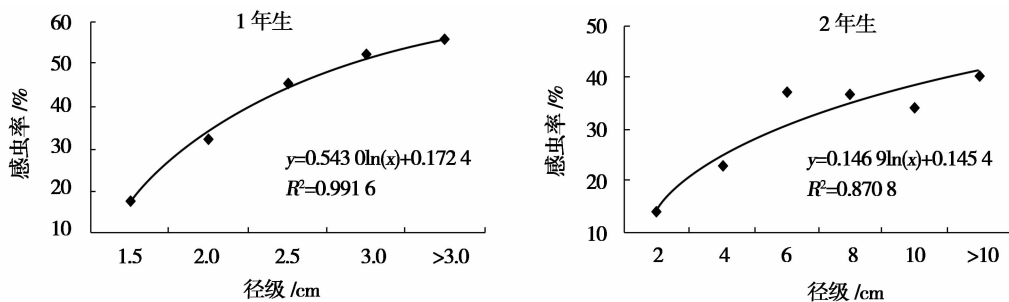


图1 西南桦径级对感虫率的影响

表3 西南桦各种源的早期生长表现

种源	1年生						2年生								
	树高		地径		树高		地径		胸径						
	均值/m	变异系数/%	均值/m	变异系数/%	均值/m	变异系数/%	均值/m	变异系数/%	均值/m	变异系数/%					
1	1.68	abcd	25.36	2.62	ab	31.11	4.35	abcde	19.89	6.51	abcde	22.88	4.69	abcd	27.05
2	1.82	a	33.47	2.62	ab	35.25	4.83	a	14.20	7.25	ab	28.49	4.74	abcd	22.77
3	1.68	abcd	25.44	2.69	ab	30.04	4.18	bede	20.78	6.34	abcde	22.25	4.63	abcd	26.78
4	1.71	abcd	21.21	2.67	ab	29.42	4.06	cde	23.44	6.38	abcde	15.26	4.36	abcd	25.98
5	1.52	d	26.71	2.45	ab	29.17	3.98	de	25.24	6.06	cde	25.19	4.23	bcd	33.76
6	1.60	bcd	25.53	2.48	ab	33.29	4.18	bede	20.21	6.43	abcde	23.64	4.48	abcd	33.51
7	1.81	a	18.51	2.81	a	28.02	4.74	ab	17.93	6.74	abcd	19.39	4.97	abc	25.41
8	1.64	abcd	24.25	2.72	ab	29.44	4.65	abc	14.88	7.11	abc	17.78	5.08	ab	23.66
9	1.79	ab	20.97	2.72	ab	24.49	4.43	abcde	25.23	6.67	abcd	23.57	4.90	abc	33.65
10	1.80	ab	22.30	2.75	ab	28.47	4.60	abcd	17.82	7.31	a	22.76	5.14	a	21.65
12	1.71	abcd	25.13	2.65	ab	28.38	4.37	abcde	20.13	6.59	abcde	18.98	4.74	abcd	26.92
13	1.66	abcd	25.61	2.51	ab	27.04	4.11	bede	19.00	6.44	abcde	22.38	4.43	abcd	26.83
14	1.71	abcd	24.93	2.58	ab	32.35	4.17	bede	20.00	6.60	abcde	24.29	4.64	abcd	31.76
15	1.65	abcd	23.39	2.62	ab	27.64	4.31	abcde	18.76	6.66	abcd	20.04	4.67	abcd	24.61
16	1.65	abcd	24.83	2.52	ab	32.00	4.21	abcde	18.47	6.49	abcde	21.84	4.76	abcd	27.90
18	1.71	abcd	25.70	2.61	ab	30.09	4.46	abcde	18.09	6.84	abcd	21.65	5.02	abc	28.20
21	1.63	abcd	27.26	2.62	ab	28.77	4.29	abcde	21.38	6.79	abcd	22.88	4.92	abc	31.21
22	1.60	bcd	24.53	2.48	ab	27.79	4.17	bede	19.77	6.50	abcde	25.08	4.55	abcd	28.06
23	1.64	abcd	26.08	2.62	ab	28.35	4.27	abcde	20.02	6.75	abcd	21.71	4.83	abc	29.65
24	1.65	abcd	27.92	2.59	ab	28.56	4.28	abcde	23.64	6.31	abcde	22.24	4.54	abcd	29.44
25	1.73	abc	21.94	2.66	ab	28.12	4.40	abcde	20.13	6.98	abc	21.69	4.91	abc	25.56
26	1.68	abcd	26.61	2.68	ab	29.83	4.48	abcde	17.12	6.89	abc	20.62	5.11	ab	25.11
27	1.55	cd	24.80	2.45	ab	29.63	3.89	e	23.85	5.80	de	26.48	3.83	d	35.72
28	1.62	abcd	23.33	2.40	b	27.13	3.99	de	23.93	6.36	abcde	22.44	4.15	bcd	32.61
29	1.58	cd	24.68	2.40	b	32.03	3.98	de	24.24	6.10	cde	23.07	4.21	bcd	29.14
30	1.68	abcd	23.49	2.66	ab	24.22	3.93	e	23.05	6.22	bede	25.88	4.15	bcd	32.75
平均	1.67		24.67	2.60		29.11	4.27		20.40	6.54		22.56	4.62		28.53
种源间			25.19			29.21			20.78			22.60			28.84

注:两两群体间无相同字母表示其在0.05水平上差异显著,有相同字母表示差异不显著。

各种源生长指标综合比较分析显示:8和10号种源生长最好,2年生时其树高、地径和胸径分别超

过4.6 m、7.1 cm和5.0 cm;7、9、18、25和26号种源较好,2年生时树高、地径和胸径在4.4 m、6.6 cm和4.9 cm以上;5、27、29和30号生长最差,其树高、地径和胸径均在4.0 m、6.3 cm和4.3 cm以下。

2.3 西南桦种源早期选择

由上述可知:西南桦星天牛为害较为严重,进行抗虫早期选择十分必要,选择时主要考虑生长和感虫率等因素^[13]。根据2年生时树高、地径和感虫率进行聚类分析,结果显示:26个种源可分为3类(表

表4 以2年生时生长表现与感虫率为指标的西南桦种源聚类分析

类群	种源	树高/m		地径/cm		感虫率/%	
		均值	变幅	均值	变幅	均值	变幅
I	1、2、3、6、12、13、15、16、22、25、27、30	4.24	3.89~4.83	6.52	5.80~7.25	35.51b	31.94~40.38
II	5、7、18、21、23、24、26、28、29	4.27	3.98~4.74	6.54	6.06~6.89	27.01c	25.00~29.41
III	4、8、9、10、14	4.38	4.06~4.65	6.81	6.38~7.31	54.76a	46.43~66.67

注:两类群间无相同字母表示其在0.05水平上差异显著,有相同字母表示差异不显著。

由于本试验中西南桦虫害较为严重,因此对未遭受蛀干害虫为害的幼树进行单株选择,根据2年生时的胸径及1年生和2年生时的树高等生长指标进行选优,初步选择出30个单株,分别来自15个种源的28个家系,其中24号种源5个家系,1号种源4个家系,12号种源3个家系,23、25、18、5号种源各2个家系,3、4、9、13、15、16、21、26号种源各1个家系,其1年生时树高和地径分别较总体水平提高15.57%和26.54%,2年生时分别提高26.54%、29.16%,胸径提高53.78%。

3 结论与讨论

热带南亚热带地区星天牛对人工林的危害较大,1年生至2年生木麻黄林分受害株死亡率达66%左右^[8],对光皮桦的为害率因家系及地点而异,为6.67%~75.00%^[11]。本研究中,西南桦1年生幼林感虫率约48%,2年生时感虫率下降至36%左右。根据多年的经验,西南桦幼林在其他地区和年份均很少发生严重的星天牛为害,本试验中西南桦感虫率如此之高,可能与其造林后遭受了严重干旱有关,高温干旱条件有利于害虫的种群增长^[14]。

西南桦感虫单株星天牛虫口数量为1~5个,约90%为1~2个,1年生时单株虫口平均为(1.46±0.12)个,2年生时单株虫口平均为(1.37±0.24)个。这与黄金水等^[15]对木麻黄及李志真等^[11]对光皮桦的调查结果较为一致:星天牛在福建沿海木麻黄的单株虫口为1~7个,1~2个约占90%;福建

4),各类群间生长表现差异不显著($P > 0.05$),而感虫率差异显著($P < 0.05$),类群III的感虫率最高,其平均树高和地径略高于其它两类,属于生长表现较好但感虫严重类群;类群I和II的生长指标接近且略低于类群III,但其感虫率差异较大,分别为35.51%和27.01,远低于类群III。由此可见,生长快的类群感虫率高,与前文分析一致。总体而言,从抗虫角度进行选择的范围比较大,综合考虑生长指标和感虫率,初步认为7、18、23号种源表现较好。

光皮桦人工林单株虫口为(1.21±0.57)个。西南桦个体死亡率与星天牛虫口数量密切相关,随虫口数量增加,死亡率显著上升。虽然,所调查的株数随着虫口密度的增加而逐渐减少会产生抽样误差^[12],但总体的变化趋势基本一致。西南桦蛀干害虫危害以树干基部至20 cm范围内为主,少量升高至40 cm,与光皮桦^[11]、木麻黄^[15]星天牛危害树干的高度类似(多数在40 cm以下)。

星天牛为害与树木长势有关^[15],从西南桦受害部位来看,尤其与地径大小密切相关,1、2年生时,虫害发生与地径级别均呈显著的对数函数关系,随着径级上升,感虫率明显增加。木麻黄人工林内星天牛单株虫口密度和胸径亦呈显著正相关^[15]。由此可见,星天牛为害与树木的直径生长关系极为密切,这主要与该虫的生物学特性有关,其大多发生在树干基部,地径大的单株适合产卵的位置相对较多,而且可为幼虫生长发育提供充足的营养和空间^[15],这使得生长表现好的种源或类群发生虫害的几率增加。因此,对于西南桦抗虫选择来说,目前可以先从感虫率较低的类群选择出生长较好的种源,长期则需要从种源、家系、单株水平进行生长和抗虫的综合选择,尤其是单株水平的选择有助于开发抗虫性强和生长快的优良无性系。胡建军等^[16]对美洲黑杨(*Populus deltoides* Marsh)抗桑天牛(*Apriona germari* Hope)的研究表明,自然条件下天牛的产卵具有选择性,杂交后代感虫率存在显著差异,因此,亦可利用抗虫单株通过杂交育种途径培育西南桦抗天牛新

品种。

西南桦具有较强的适应性,适宜在粤北地区种植,而且生长比较迅速,颇具推广前景。根据抗虫性和生长表现初步选择出7、18和23号等3个种源,其生长指标处于中等水平,但感虫率较低。另外从2年内未曾感虫的单株中进一步选择出30个优良单株。当然,这仅是基于1、2年生时的生长和虫害发生情况得出的初步结论,尚需进一步观测研究予以验证。

参考文献:

- [1] 曾杰,郑海水,翁启杰. 我国西南桦的地理分布与适生条件[J]. 林业科学研究, 1999, 12(5): 479-484
- [2] 曾杰,郭文福,赵志刚,等. 我国西南桦研究的回顾与展望[J]. 林业科学研究, 2006, 19(3): 379-384
- [3] 江京辉,吕建雄. 红锥和西南桦人工林木材应用于家具装饰材的初步研究[J]. 林业科学, 2008, 44(7): 136-140
- [4] 张星耀,骆有庆,叶建仁,等. 国家林业新时期的森林生物灾害研究[J]. 中国森林病虫, 2004, 23(6): 8-12
- [5] 张星耀,骆有庆. 中国森林重大生物灾害[M]. 北京:中国林业出版社, 2003
- [6] 骆有庆,黄竞芳,李建光. 我国杨树天牛研究的主要成就、问题及展望[J]. 昆虫知识, 2000, 37(2): 116-122
- [7] 陈佩珍,顾茂彬. 我国桉树害虫种类调查[J]. 林业科学研究, 2000, 13(1): 51-56
- [8] 何学友. 木麻黄虫害研究概述[J]. 防护林科技, 2007(3): 48-51
- [9] 王健敏,刘娟,陈晓鸣,等. 蛀干昆虫的寄主选择及其在森林健康评价中的应用[J]. 林业科学研究, 2010, 23(1): 125-133
- [10] 赵丽芳,陈鹏,李巧. 云南6种热带珍贵阔叶树主要害虫调查[J]. 西南林学院学报, 2008, 28(3): 30-35
- [11] 李志真,蔡守平,何学友,等. 光皮桦不同家系对星天牛抗性的初步研究[J]. 华东昆虫学报, 2008, 17(2): 92-97
- [12] 刘建波,何学友,李志真,等. 桦树星天牛幼虫种群空间分布格局分析[J]. 福建林学院学报, 2008, 35(6): 91-96
- [13] 王建园,秦锡祥,韩一凡. 杨树抗云斑天牛新品种选育[J]. 林业科学, 1992, 28(2): 170-174
- [14] 王娟,姬兰柱, Khomutova M. 黑龙江大兴安岭地区森林害虫发生面积与气象因子关系[J]. 生态学杂志, 2007, 26(5): 673-677
- [15] 黄金水,何学友,叶剑雄,等. 星天牛行为及控制技术研究 I. 星天牛行为及危害木麻黄规律的研究[J]. 福建林业科技, 2003, 30(1): 1-6
- [16] 胡建军,韩一凡,尹伟伦,等. 在人工接种和自然感虫情况下美洲黑杨后代对桑天牛抗性的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(1): 164-167