

# 花曲柳窄吉丁的寄主植物范围、危害和防治对策

赵同海<sup>1</sup>, 高瑞桐<sup>1</sup>, Houping LIU<sup>2,3</sup>, Leah S. BAUER<sup>3</sup>, 孙龙强<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所 北京 100091;

2. Department of Entomology, Michigan State University, East Lansing, MI 48824, USA;

3. USDA Forest Service, North Central Research Station, East Lansing, MI 48823, USA)

**摘要:**花曲柳窄吉丁(emerald ash borer, EAB) *Agrilus planipennis* Fairmaire 是木犀科(Oleaceae) 桤属 *Fraxinus* 植物树木的毁灭性蛀干害虫, 目前发现其主要危害欧桤亚属 Subgen. *Fraxinus* 欧桤组(Section *Fraxinus*) 和象蜡树组(Section *Meliodes*) 的一些树木种类, 如美国白蜡 *Fraxinus americana*、洋白蜡 *F. pennsylvanica* var. *subintegerrima*、绒毛白蜡 *F. velutina*、黑白蜡 *F. nigra* 和水曲柳 *F. mandshurica* 等。与早期文献上的记载不同, 很少发现花曲柳窄吉丁对苦枥木亚属 Subgen. *Ornus* 白蜡树组(Section *Ornaster*) 的白蜡树 *F. chinensis* Roxb 和花曲柳 *F. rhynchophylla* 造成危害。不同寄主白蜡树对花曲柳窄吉丁的敏感性不同, 洋白蜡、绒毛白蜡等北美白蜡树种受其危害重于亚洲的水曲柳。这可能是由于长期的适应进化, 分布在亚洲地区的桤属寄主树木发展了对花曲柳窄吉丁的抗虫性。中国部分地区发生的花曲柳窄吉丁灾害应该归属于引进的北美白蜡树种对本地害虫敏感所致。在天津、黑龙江、吉林、辽宁、河北、山东、四川、台湾、内蒙古和新疆等省市和自治区, 都曾发现花曲柳窄吉丁的危害或分布。白蜡属树木广泛分布于我国除了青藏地区和海南省之外的大部分地区, 其中大面积引种北美白蜡树种的北方和西北地区, 以及近年来种植发展水曲柳的东北地区都是花曲柳窄吉丁这种毁灭性蛀干害虫的潜在发生地。花曲柳窄吉丁在我国部分地区为检疫性林业害虫, 做好检疫是杜绝其扩散蔓延的首要方法。我国局部地区出现花曲柳窄吉丁灾害说明, 北美白蜡树种在我国的适应性还需要进行更进一步科学的全面的风险评估, 在我国生态建设中应重视利用我国本地的白蜡树种。在花曲柳窄吉丁灾害的治理中, 可采用营造混交林以降低蔓延的速度和发挥自然控制能力, 加强肥水管理以增强树木的抗虫能力, 清除被害木消灭虫源, 以及幼虫期树干注射、成虫期喷洒化学农药等防治措施。

**关键词:** 花曲柳窄吉丁; 寄主植物范围; 危害; 防治对策

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2005)04-0594-06

## Host range of emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire, its damage and the countermeasures

ZHAO Tong-Hai<sup>1</sup>, GAO Rui-Tong<sup>1</sup>, Houping LIU<sup>2</sup>, Leah S. BAUER<sup>2,3</sup>, SUN Long-Qiang<sup>1</sup> (1. Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Department of Entomology, Michian State University, East Lansing, MI 48824, USA; 3. USDA Forest Service, North Central Research Station, East Lansing, MI 48823, USA)

**Abstract:** The host range of emerald ash borer (EAB), *Agrilus planipennis* Fairmaire, a destructive wood borer, is limited to ash trees of the genus *Fraxinus* in the family Oleaceae. EAB attacked ash species in the Section *Fraxinus* and Section *Meliodes* of Subgen. *Fraxinus*, such as *F. americana*, *F. pennsylvanica* var. *subintegerrima*, *F. velutina*, *F. nigra*, and *F. mandshurica*. Contrary to reports in the early literature, EAB was rarely found infesting native species *F. chinensis* Roxb. and *F. rhynchophylla* Hance. EAB was also found attacking different ash species of Section *Meliodes*, such as two species native to North America, *F. pennsylvanica* and *F. velutina*, more heavily than those of Section *Fraxinus*, such as the native species *F. mandshurica*. Native ash trees of China may be more resistant to indigenous pests such as EAB due to the evolution of natural defenses over long time. It is likely that the severity of this pest in some regions of China resulted from the high susceptibility of introduced ash tree species from North America to EAB. EAB has been reported in Tianjin city, Heilongjiang, Jilin, Liaoning, Hebei, Shandong, Sichuan and Taiwan

基金项目: 中美合作研究课题“中国地区花曲柳窄吉丁天敌的调查研究”(Study of Emerald Ash Borer Natural Enemies in China) 国家林业局森林保护学重点实验室资助课题

作者简介: 赵同海, 男, 河北人, 博士, 副研究员, 从事林业蛀干害虫研究, E-mail: tonghaizhao@yahoo.com.cn

收稿日期 Received: 2004-12-20; 接受日期 Accepted: 2005-01-22

provinces, and Xinjiang, Inner Mongolia autonomous regions in China. Ash trees are distributed in every province and autonomous region in China with the exception of Qinghai and Hainan provinces and Tibet autonomous region. The north and northwest of China where North American ash species have been widely introduced, and the northeast of China where *F. mandshurica* has been planted recently are places of the potential outbreaks of this pest. EAB has been listed as a quarantine forest pest in some provinces of China, so the strict quarantine will be the first step to stop its diffusion. The outbreaks of EAB occurred on introduced North American ash trees showed that the evaluation of adaptability of these ash species in China needed further work, and the native ash species should be paid more attention in the environmental management. In the management of EAB, the mixed plantation, advanced cultivating measures, cleaning out damage trees and appropriate chemical control techniques are recommended to adopt.

**Key words:** *Agrilus planipennis*; host range; damage; countermeasures

花曲柳窄吉丁 *Agrilus planipennis* Fairmaire, 是木犀科 (Oleaceae) 梣属 *Fraxinus* 树木的毁灭性蛀干害虫。幼虫蛀入树干, 在韧皮部与木质部间取食, 形成“S”形虫道, 由于虫道横向弯曲切断了输导组织, 在虫口密度低的情况下, 有虫道的地方树皮死亡, 当虫口密度高时, 虫道布满树干, 造成整株树木死亡(侯陶谦, 1986; 于诚铭, 1992)。该虫已列入国家林业局发布的《林业危险性有害生物名单》, 为 2005 年北京市补充林业检疫性有害生物。

花曲柳窄吉丁是包括中国在内的东北亚地区的地方性林业害虫, 由于一直没有造成大面积的严重危害, 长期以来未引起足够的重视, 相关文献很少, 研究也不深入。2002 年北美也发现该害虫, 并对当地的白蜡树造成了严重危害, 引起了当地政府和森林保护部门的高度关注, 随之开展研究(Haack *et al.*, 2002)。调查结果表明, 目前花曲柳窄吉丁在我国局部地区的危害也比较严重(Liu *et al.*, 2003; 高瑞桐等, 2004; 赵同海等, 2004; 魏霞等, 2004)。

## 1 花曲柳窄吉丁的分类地位和异名

花曲柳窄吉丁 *Agrilus planipennis* Fairmaire (type locality: China), 又名白蜡窄吉丁、梣小吉丁和花曲柳瘦小吉丁, 英文称作 Emerald Ash Borer, 简称 EAB, 属鞘翅目 (Coleoptera) 吉丁科 (Buprestidae) 窄体吉丁虫亚科 (Agrilinae) 窄吉丁属 *Agrilus*。其拉丁学名有 3 个异名, 分别是 *A. marcopoli* Obenberger (type locality: China), *A. marcopoli ulmi* Kurosawa (type locality: Japan) 和 *A. feretrius* Obenberger (type locality: Taiwan, China) (Jednek, 1994; Haack *et al.*,

2002)。

## 2 木犀科梣属植物分类及在我国的栽培概况

梣属植物约有 60 余种, 大部分分布在北半球的暖温带和亚热带区域, 分为两个亚属 7 个组(表 1)(Lingelsheim, 1920; 韦直, 1992)。该属植物广泛分布于我国除了青藏地区之外的所有地区, 其中我国本土树种 27 种。水曲柳 *F. mandshurica* Rupr. 是古老的残遗植物, 主要分布于我国东北地区, 但多为零星散生。水曲柳材质坚韧, 纹理美观, 是东北、华北地区的珍贵用材树种, 同时对于研究第三纪植物区系及第四纪冰川期气候具有科学意义; 由于数量日趋减少, 目前大树已不多见, 属渐危种, 已列入我国重点保护野生植物名录。现在哈尔滨、长春、沈阳、北京和内蒙古等地区已开始大面积引种栽培。中国白蜡 *F. chinensis* Roxb. 主要分布于华北和南方地区, 广为栽培用以放养白蜡虫 *Ericerus pela* 生产重要工业原料白蜡, 开发利用历史悠久, 具有重要的经济价值; 分布于华北和东北地区的花曲柳 *F. rhynchophylla* Hance 材质也很优良, 是制作各种工具和家具的重要原料, 也是园林绿化和行道树的常用树种。

梣属国外种在我国东北、华北和西北地区及台湾都有引种, 其中以美国白蜡 *F. americana* Linn.、洋白蜡 *F. pennsylvanica* Marsh. var. *subintegerrima* (Vahl) Fern. 和绒毛白蜡 *F. velutina* Torr. 栽培的范围最为广泛, 尤其是绒毛白蜡, 由于其抗水湿, 耐盐碱性能优良, 已成为天津市的市树。

表 1 栲属树木的分类系统

Table 1 Classification of *Fraxinus* L.

亚属 Subgen.	组 Section	种 Species	分布 Distribution
苦枥木亚属 Subgen. <i>Ornus</i>	苦枥木组 Sect. <i>Ornus</i>	花白蜡 <i>F. ornus</i> Linn.	地中海 Mediterranean area 非洲 Africa 亚洲 Asia
		秦岭栲 <i>F. paxiana</i> Lingelsh.	喜马拉雅 Himalayas 中国 China
	白蜡树组 Sect. <i>Ornaster</i>	白蜡树 <i>F. chinensis</i> Roxb.	中国 China 日本 Japan 韩国 Korea 越南 Vietnam
欧栲亚属 Subgen. <i>Fraxinus</i>	欧栲组 Sect. <i>Fraxinus</i>	花曲柳 <i>F. rhynchophylla</i> Hance	中国 China 朝鲜 Korea 俄罗斯 Russia
		欧栲 <i>F. excelsior</i> Linn.	欧洲 Europe
		水曲柳 <i>F. mandshurica</i> Rupr.	中国 China 日本 Japan 韩国 Korea 俄罗斯东部地区 East Russia
	象蜡树组 Sect. <i>Meliodes</i>	黑白蜡 <i>F. nigra</i> Marsh.	美国 USA 加拿大 Canada
		尖果栲 <i>F. oxycarpa</i> Willd.	南欧 South Europe 伊朗 Iran 土耳其 Turkey
		蓝白蜡 <i>F. quadrangulata</i>	北美 North America
		美国白蜡 <i>F. americana</i> Linn.	美国 USA 加拿大 Canada
		洋白蜡 <i>F. pennsylvanica</i> Marsh. var. <i>subintegerrima</i> (Vahl) Fern.	美国 USA 加拿大 Canada
		绒毛白蜡 <i>F. velutina</i> Torr.	美国 USA 墨西哥 Mexico
		俄勒冈白蜡 <i>F. latifolia</i> Benth.	北美 North America
		长绿白蜡 <i>F. uhdei</i>	北美 North America
		椒叶栲 <i>F. xanthoxyloides</i> (G. Don) DC.	非洲北部 (阿尔及利亚 摩洛哥)—亚洲 阿富汗至中国 North Africa (Algeria, Morocco) to Asia (Afghanistan to China)
		湖北栲 <i>F. hubeiensis</i> S. Z.	中国 China
Sect. <i>Dipetalae</i>	<i>F. dipetala</i> Hook. Et Am.	美国 USA	
Sect. <i>Pauciflorae</i>	<i>F. greggii</i> A. Gray	美国 USA 墨西哥 Mexico	
	<i>F. rufescens</i> Lingelsh.	墨西哥 Mexico	

### 3 花曲柳窄吉丁的寄主范围

#### 3.1 寄主植物记载

中国文献记载花曲柳窄吉丁可危害水曲柳、中国白蜡和花曲柳等分布在亚洲的白蜡树种(侯陶谦, 1986; 于诚铭, 1992)。在日本和韩国的文献上, 花曲柳窄吉丁的寄主植物除白蜡树外, 还记载有核桃属 *Juglans*, 枫杨属 *Petrocarya* 和榆属 *Ulmus* 的一些树种 (Haack *et al.*, 2002)。

由于对花曲柳窄吉丁缺乏较好的研究, 研究文献较少, 这些记载有可能存在失误。因为钻蛀性昆虫成虫所附着的植物种类常常与其幼虫能够危害的真正寄主不一致, 昆虫分类学家在采集昆虫标本时经常发生“寄主植物”记录错误的情况 (Hermes *et al.*, 2004a)。

#### 3.2 寄主范围调查

对我国黑龙江、吉林、辽宁、河北省与天津市等花曲柳窄吉丁分布和危害地区的调查结果显示, 花曲柳窄吉丁危害的寄主植物有水曲柳、洋白蜡和绒毛白蜡, 未发现资料上记载的中国白蜡和花曲柳(表

2)。在北美, 花曲柳窄吉丁危害的寄主植物树种包括美国白蜡、洋白蜡、蓝白蜡和黑白蜡, 及其各自的栽培品种 (Hermes *et al.*, 2004a)。

#### 3.3 花曲柳窄吉丁侵染不同树种的研究

研究表明, 花曲柳窄吉丁对北美地区的胡桃科 (Juglandaceae) 和榆科 (Ulmaceae) 以及木犀科其它属的树木种类不能造成侵染危害。实验条件下, 花曲柳窄吉丁成虫对胡桃科和榆科树木的树叶几乎不取食, 对木犀科其它属树木的树叶可少量取食 (Haack *et al.*, 2004; Haack and Petrice, 2004)。雌成虫会在美国榆 *U. americana*、黑核桃 *J. nigra*、粗皮山核桃 *Carya ovata*、美洲朴 *Celtis occidentalis* L. 和日本丁香 *Syringa reticulata* 等替代树种上产卵, 林间也会发生误产现象, 但只有少数初孵幼虫可以蛀食, 蛀道小而且不规则, 幼虫发育极不正常 (McCullough *et al.*, 2003; Agius *et al.*, 2004)。林间调查也表明, 女贞属 *Ligustrum* 和丁香属 *Syringa* 等灌木树种都不是花曲柳窄吉丁的适宜寄主, 即使生长在离受害白蜡树非常近的范围, 也没有发现其被感染危害的迹象 (Hermes *et al.*, 2004a)。

表 2 花曲柳窄吉丁在我国部分地区寄主范围和危害程度调查

Table 2 Survey of host range and damage degree of *Agrilus marcopoli* Obenberger in partial regions of China

地区 Areas	危害树种 Species attacked	危害程度 Damage degree	
黑龙江省 Heilongjiang Province	哈尔滨市 Haerbin City	水曲柳 <i>F. mandshurica</i> Rupr.	++
	尚志市 Shangzhi City	水曲柳 <i>F. mandshurica</i> Rupr.	+
吉林省 Jilin Province	长春市 Changchun City	水曲柳、 <i>F. mandshurica</i> Rupr.	++
		洋白蜡 <i>F. pennsylvanica</i> Marsh. var. <i>subintegerrima</i> (Vahl) Fern.	+++
	吉林市 Jinlin City	水曲柳 <i>F. mandshurica</i> Rupr.	+
	蛟河市 Jiaohe City	水曲柳 <i>F. mandshurica</i> Rupr.	+
辽宁省 Liaoning Province	本溪市 Benxi City	水曲柳 <i>F. mandshurica</i> Rupr.	+++
河北省 Hebei Province	唐山市 Tangshan City	绒毛白蜡 <i>F. velutina</i> Torr	+++
天津市 Tianjin City		洋白蜡 <i>F. pennsylvanica</i> Marsh. var. <i>subintegerrima</i> (Vahl) Fern.	+++
		绒毛白蜡 <i>F. velutina</i> Torr	+++

注: + 为轻度危害; ++ 为中度危害; +++ 为严重危害。

Notes: + low damage; ++ middle damage; +++ severe damage.

#### 4 不同白蜡寄主树种对花曲柳窄吉丁的敏感性和受害特点

不同的白蜡树种对花曲柳窄吉丁的敏感性,或者花曲柳窄吉丁侵染后的易损害性不同。洋白蜡和黑白蜡是花曲柳窄吉丁最喜欢取食的树种,危害最严重,美国白蜡次之,蓝白蜡最差。生长在相同的区域,在忍受相似的侵染压力下,洋白蜡比美国白蜡树势衰弱快得多(Herms *et al.*, 2004a, 2004b; Agius *et al.*, 2004)。作者进行的调查结果(表 2)也显示,花曲柳窄吉丁对水曲柳、洋白蜡和绒毛白蜡的危害程度不同,并体现出不同的特点。水曲柳受到危害是在树势衰弱的环境下才严重起来,如衰弱木或新栽植的幼树,而洋白蜡和绒毛白蜡等从北美引进的白蜡树种,即使健康树也很容易受到严重的危害。

文献上记载中国白蜡和花曲柳是花曲柳窄吉丁的敏感寄主,但在调查中作者没有发现白蜡树和花曲柳受其危害的现象。从表 1 可知,白蜡树和花曲柳属于苦枥木亚属的白蜡树组,分布在亚洲地区;洋白蜡、绒毛白蜡等花曲柳窄吉丁嗜食的树种属于欧栎亚属的象蜡树组,分布在北美地区;水曲柳属于欧栎亚属的欧栎组,分布在亚洲和俄罗斯东部地区。不同种类的白蜡树表现出对花曲柳窄吉丁不同的易感性,可能与其分布地区和遗传分类上的不同有关。

由于长期的协同进化作用,本地树种对分布在本地的昆虫会发展形成较强的抗性,彼此处于一种平衡的状态。如北美的桦树铜吉丁 *A. anxius*,当地的桦树(Betulaceae)对其有较强的适应性,而欧洲和亚洲的外来桦树种类对其则极为敏感(Herms *et*

*al.*, 2004a, 2004b)。亚洲地区的白蜡类树种对花曲柳窄吉丁具有较强的抗虫适应性,也可能是由于同样的原因。

美国俄亥俄、莱特和密歇根等州立大学的研究人员正在进行不同来源的白蜡树种对花曲柳窄吉丁抗性差异的比较研究,其中北美种有美国白蜡、洋白蜡、蓝白蜡、黑白蜡和俄勒冈白蜡,欧洲种有欧洲白蜡的栽培种金沙漠(*F. excelsior* 'Aureafolia'),花白蜡和尖果栎,亚洲种有水曲柳和中国白蜡,还包括一个美洲黑白蜡与水曲柳的杂交种,初步结果显示,生长在亚洲地区的水曲柳对花曲柳窄吉丁的抗性强于北美和欧洲的白蜡树种(Herms *et al.*, 2004b)。

#### 5 外来树种与我国花曲柳窄吉丁灾害的发生

自 20 世纪初,我国各地从北美引种美国白蜡、洋白蜡和绒毛白蜡等北美白蜡树种试种,并进行了广泛的推广栽培(潘志刚和游应天, 1994)。引种外来树种必须考虑病虫害,Zobel 和 Talber(1984)认为一个外来树种在不适宜的气候、土壤条件下,容易引起病虫害,大体有三种情况:一是外来树种在原产地已有的病虫害,由于长期适应和生态条件相对平衡的结果,这些病虫害在当地对该树危害并不严重,但传播到引种区域后,由于环境条件的变化,在适合的条件能大量繁衍,构成严重危害;二是外来树种在引种到新区后,对引入区的病虫害敏感而遭危害;三是外来的病虫害感染新引入的外来树种。

上世纪 60 年代以来,我国大量发展的洋白蜡受到花曲柳窄吉丁的严重危害,如黑龙江省哈尔滨市

东北林学院试验林场,从美国引进的洋白蜡试验林因花曲柳窄吉丁猖獗危害而全部伐除,同期辽宁省沈阳市也因花曲柳窄吉丁防治困难而将大批的洋白蜡行道树全部砍伐(刘义果,1966;潘志刚和游应天,1994;魏霞等,2004)。洋白蜡在我国的栽培减少之后,花曲柳窄吉丁在美国白蜡和绒毛白蜡上的危害便呈现日益严重的趋势(潘志刚和游应天,1994)。天津市自1982年发现花曲柳窄吉丁危害市树绒毛白蜡,其后危害日益严重,苗圃内树苗成片死亡,行道树亦大量枯死,全市受害面积近1万 $\text{hm}^2$ ,被迫砍伐树木上万株(张良玉等,1995;刘海青等,1996;孙铁环等,2004)。

目前花曲柳窄吉丁在我国东北(黑龙江、吉林和辽宁省)和华北部分地区(河北、山东、天津和内蒙古等省、市、自治区),以及新疆维吾尔自治区都有不同程度的发生和危害,但其危害的树木主要是从美国引进的洋白蜡和绒毛白蜡,如天津市津南区咸水沽东张庄,20年生白蜡树行道树被害率100%,死树30%,官港森林公园白蜡树被害率20%~80%,河北省丰南县白蜡公路树危害率在20%以上,一株树干上解剖出幼虫达237头(高瑞桐等,2004;赵同海等,2004)。

由此看来,在我国部分地区发生的花曲柳窄吉丁灾害应该归属于上述第二类情况,是由于引进的北美白蜡树种对我国已有的花曲柳窄吉丁害虫敏感造成的。

## 6 花曲柳窄吉丁在我国的扩散风险与防治对策

### 6.1 扩散风险分析

近年来,各地都在进行以植树造林为主要内容的生态建设,引进的北美白蜡树种由于其良好的栽培性状在广大的西北和华北地区普遍受到重视(潘志刚和游应天,1994),如北京市近年来大量种植的行道树均为绒毛白蜡。水曲柳的人工种植在东北地区也得到了大量的发展,如沈阳市在全市范围重点发展水曲柳,在新建设的森林公园中也种植了大面积的水曲柳纯林。

我国大部分地区都是花曲柳窄吉丁的适宜发生地,在黑龙江、吉林、辽宁、河北、山东、天津、四川、台湾、新疆和内蒙古等省市自治区,都曾发现花曲柳窄吉丁的分布或危害(Jednek, 1994;魏霞等,2004)。由于花曲柳窄吉丁的自主扩散能力较弱,其灾害呈

现点片发生的特点,且在我国部分地区还未发现其分布,被列为当地的危险性林业害虫检疫对象。花曲柳窄吉丁对引进的北美白蜡树种敏感,对开阔林地种植的健康状况不良的水曲柳也会造成严重危害。随着经济、交通的发展和贸易活动的频繁进行,花曲柳窄吉丁有进一步传播并发生严重危害的可能,如2003年10月作者在辽宁省本溪市发现3年前新种植的水曲柳公路树发生严重虫害,及2004年秋在沈阳市个别地区发现所种植的水曲柳苗木携带虫源并严重为害的现象。所以,我国广大的北美白蜡树种引种栽培地区和水曲柳人工发展地区都是花曲柳窄吉丁这种毁灭性害虫的潜在发生地。

### 6.2 防治对策

#### (1) 重视我国本地白蜡树种的抗虫作用

基于长远生态建设与可持续发展的责任,引进外来树木必须进行规范性的引种试验和科学的全面风险评估。引进北美白蜡树种的栽培现状表明,它们在我国广大的北方地区和西北地区确实具有良好的生长适应性,表现出良好的栽培性状。但是,我国局部地区出现的一系列虫灾说明,这些北美白蜡树种在我国的适应性还需要进行更进一步的科学研究。

以获取环境效益为主的生态建设,需要的是物种的多样性和适应性以及群落的稳定性,乡土树种在这方面具有天然的、不可替代的优势。我国本地有丰富的白蜡树种,它们对花曲柳窄吉丁具有良好的适应性,在我国生态建设中应对其给以足够的重视。

#### (2) 严格进行植物检疫,杜绝人为传播

花曲柳窄吉丁主要通过受感染的树苗、原木、带皮木等作远距离传播,必须加强调运检疫,严格禁止疫区的白蜡树苗或带虫木材调出疫区,防止灾害的扩散蔓延。

#### (3) 加强栽培和防治管理

营造混交林,不仅可以创造一个有隔离条件的环境,可降低扩散速度5~6倍,还可以创造适宜于天敌昆虫和病原微生物种群繁殖发展的生态环境条件,保护啄木鸟等益鸟,充分发挥害虫的自然控制能力。

加强肥水管理,以增强树势,增强抗虫能力。被害严重的林分,树冠大部死亡已无利用价值,由于虫口数量很大,还是扩散蔓延的虫源地,应全部砍伐更新,被害轻微的林分,清除被害木,消灭虫源。

花曲柳窄吉丁幼虫在树干内取食为害,成虫羽

化后钻出树干取食补充营养,然后交尾产卵,因此,在成虫出孔前采用内吸性杀虫剂灌根、根部深埋和树干基部注射等方法防治幼虫,成虫出现后树冠喷洒高效低毒杀虫剂防治成虫均具有较好的效果。

### 参 考 文 献 ( References )

- Agius AC, McCullough DG, Cappaert DA, 2004. Host range and host preference of the emerald ash borer in north America: preliminary results. Emerald Ash Borer-2004 Research and Technology Development Meeting. October 5 - 6, 2004. Michigan, USA. 28 - 29.
- Gao RT, Zhao TH, Liu HP, Bauer LS, Petrice TR, 2004. Studies on investigation of *Agrilus marcopoli* Obenberger in China. *Transactions of China Pulp and Paper*, 19( 1 ): 363 - 365. [ 高瑞桐, 赵同海, Houping Liu, Leah S. Bauer, Toby R. Petrice 2004. 花曲柳窄吉丁在中国的分布与危害的调查研究. *中国造纸学报*, 19( 1 ): 363 - 365 ]
- Haack RA, Jendek E, Liu HP, Keneth R, Petrice TR, Poland TM, Hui Y, 2002. The emerald ash borer: a new exotic pest in North America. *Newsletter of Michigan Entomological Society*, 47( 3 - 4 ): 1 - 5.
- Haack RA, Petrice TR, Miller DL, Bauer LS, Schiff NM, 2003. Host range of emerald ash borer. Emerald Ash Borer-2003 Research and Technology Development Meeting. September 30 - October 1, 2003. Michigan, USA. 38.
- Haack RA, Petrice TR, 2004. Host range of emerald ash borer. Emerald Ash Borer-2004 Research and Technology Development Meeting. October 5 - 6. Michigan, 2004, USA. 27.
- Herns DA, McCullough DG, Smitley DR, 2004a. Under attack, three industry experts discuss the current status of the emerald ash borer infestation and the program to eradicate it. *American Nurseryman*, 200( 7 ): 20 - 27.
- Herns D, Rebek E, Smitley D, Bonello P, Cipollini D, 2004b. Interspecific variation in ash resistance to emerald ash borer. Emerald Ash Borer-2004 Research and Technology Development Meeting. October 5 - 6, 2004. Michigan, USA. 33.
- Hou TQ, 1986. *Agrilus marcopoli* Obenberger. In: Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences ed. *Agricultural Insects of China*, Part I. Beijing: China Agriculture Press. 445. [ 侯陶谦, 1986. 花曲柳窄吉丁. 见: 中国科学院动物研究所主编, 中国农业昆虫(上册). 北京: 农业出版社. 445 ]
- Jednek E, 1994. Studies in the east palaeartic species of the genus *Agrilus* Dahl, 1823 ( Coleoptera: Buprestidae ). *Entomol. Probl.*, 25( 1 ): 9 - 25.
- Lingelsheim A, 1920. Oleaceae-Oleoideae-Fraxineae. In: Engler A ed. *Das Pflanzenreich*. 72 [ IV 243 ]: 1 - 61.
- Liu HP, Bauser LS, Gao RT, Zhao TH, 2003. Exploratory survey for the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* ( Coleoptera: Buprestidae ), and its natural enemies in China. *The Great Lakes Entomologist*, 36( 3 - 4 ): 191 - 204.
- Liu QH, Ma RS, Li QH, 1996. Survey and control of EAB. *Agricultural and Forestry Science and Technology of Tianjin*, ( 1 ): 46 - 48. [ 刘海青, 马润生, 李庆海, 1996. 桤小吉丁虫的调查研究及防治技术. *天津农林科技* ( 1 ): 46 - 48 ]
- Liu YG, 1966. A Study on EAB in Shenyang. Horticultural Institute of Shenyang ( Internal report ). [ 刘义果, 1966. 沈阳地区花曲柳窄吉丁的研究. *沈阳市园林科学研究所内部刊物* ]
- McCullough DG, Agius A, Cappaert D, Poland T, Miller D, Bauer L, 2003. Host range and host preference of emerald ash borer. Emerald Ash Borer-2003 Research and Technology Development Meeting. September 30 - October 1, 2003. Michigan, USA. 39 - 40.
- Pan ZG, You YT, 1994. Growing Exotic Trees in China. Beijing: Beijing Science & Technology Press. 632 - 643. [ 潘志刚, 游应天, 1994. 中国主要外来树种引种栽培. 北京: 北京科学技术出版社. 632 - 643 ]
- Sun TH, Li QH, 2004. The forest pest and disease in Tianjin city and the countermeasures. *Agricultural and Forestry Science and Technology of Tianjin*, 178( 2 ): 1 - 4. [ 孙铁环, 李庆海, 2004. 天津市森林病虫害发生及防治对策. *天津农林科技*, 178( 2 ): 1 - 4 ]
- Wei X, Reardon D, Wu Y, Sun JH, 2004. Emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire ( Coleoptera: Buprestidae ), in China: a review and distribution survey. *Acta Entomologica Sinica*, 47( 5 ): 679 - 685. [ 魏霞, Dick REARDON, 吴云, 孙江华, 2004. 白蜡窄吉丁在中国的研究现状与分布调查. *昆虫学报* 47( 5 ): 679 - 685 ]
- Wei Z, 1992. *Fraxinus* Linn. In: Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae ed. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae*. Tomus 61. Beijing: Science Press. 5 - 41. [ 韦直, 1992. 桤属-*Fraxinus* Linn. 见: 中国科学院中国植物志编辑委员会主编. 中国植物志. 第六十一卷. 北京: 科学出版社. 5 - 41 ]
- Yu CM, 1992. *Agrilus marcopoli* Obenberger. In: Xiao GR ed. *Forest Insect of China ( Second Edition )*. Beijing: China Forestry Publishing House. 400 - 401. [ 于诚铭, 1992. 花曲柳窄吉丁. 见: 萧刚柔主编. 中国森林昆虫(第二版). 北京: 中国林业出版社. 400 - 401 ]
- Zhang LY, Chen ZX, Yang GD, Meng QY, Huang QS, 1995. Control techniques of emerald ash borer, *Agrilus marcopoli*, on velvet ash, *Fraxinus velutina*. *Bulletin of Horticulture Science and Technology of Tianjin*, 26: 1 - 7. [ 张良玉, 陈周羨, 杨国栋, 孟庆云, 黄启生, 1995. 绒毛白蜡吉丁虫防治技术的研究. *园林科技通讯(天津)*, ( 26 ): 1 - 7 ]
- Zhao TH, Gao RT, Liu HP, Bauer LS, 2004. Advances in the study of emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire ( = *A. marcopoli* Obenberger ) ( Coleoptera: Buprestidae ). *Transactions of China Pulp and Paper*, 19( 1 ): 359 - 362. [ 赵同海, 高瑞桐, Houping Liu, Leah S. Bauer 2004. 重要林业蛀干害虫花曲柳窄吉丁研究现状. *中国造纸学报*, 19( 1 ): 359 - 362 ]
- Zobel B, Talbert J, 1984. Applied Forest Tree Improvement. New York: John Wiley & Sons. Inc.

( 责任编辑: 袁德成 )