

温小遂,李金,邓礼,等. 不同纬度松墨天牛生活史及其行为学观察[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):99-102.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.026

不同纬度松墨天牛生活史及其行为学观察

温小遂^{1,2}, 李金³, 邓礼⁴, 喻爱林¹, 施明清⁵

(1. 江西省林业科学院, 江西南昌 330013; 2. 江西环境工程职业学院, 江西赣州 341000;

3. 江西省全南县森防站, 江西全南 341800; 4. 江西省萍乡市林业有害生物防治检疫局, 江西萍乡 337000;

5. 江西省林业有害生物防治检疫局, 江西南昌 330077)

摘要:松墨天牛在江西1年发生1代为主,以4~5龄幼虫在木质部的虫道内越冬。江西南部、北部纬度的不同而使松墨天牛在发生时间和世代上存在差异;在南部、中部、北部,成虫分别于4月中旬、4月下旬、5月上旬出现,于11月中旬、10月中旬、10月上旬结束;因此形成赣北1年发生1代,在南部和中部有不同比例的2代。林间饲养结果表明,在赣南越冬代和第1代成虫历期分别为84~97、66~69 d;平均单雌产卵量分别为158.71、47.91粒。根据该害虫南、北生活史和发生期的差异,提出了相应的防治措施,并对防治适期进行了讨论。

关键词:松墨天牛;纬度;生活史;行为学

中图分类号: S433.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0099-04

松墨天牛(*Monochamus alternatus* Hope),别称松褐天牛,属鞘翅目(Coleoptera)天牛科(Cerambycidae)沟胫天牛亚科(Lamiinae)墨天牛属(*Monochamus*),是危害松树的主要蛀干害虫,也是传播毁灭性病害松材线虫病[*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle]的媒介昆虫,在江西主要危害马尾松(*Pinus massoniana*)。江西省松林面积近400万hm²,约占全省森林面积的40.56%,这给松墨天牛和松材线虫病危害提供了丰富的物质基础,因此深入研究并掌握松墨天牛的生物学特点,对有效控制松墨天牛发生危害以及松材线虫病传播蔓延具有重要的意义。

鉴于松墨天牛危害的严重性,国内学者在松墨天牛的生物学和生态学特性等方面作了较多的研究报道^[1-11],江苏、安徽、山东等长江以北地区松墨天牛1年发生1代;在广东1年发生2~3代,以2代为主^[7-11]。在江西松墨天牛分布普遍,但有关其生物学及生态学的报道不多,特别是该省北倚长江,南邻广东,南、北部气候差异较大,松墨天牛发生的时间和

代数可能存在较大的差异,因此深入研究松墨天牛生活史及其生物学特性,准确地掌握松墨天牛种群动态,对于确定松材线虫病最适的防治时机具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 不同纬度松墨天牛生活史的观察

按照从南至北不同地理位置在全南(24°75'N,114°52'E)、安福(27°38'N,114°62'E)、南昌(28°55'N,115°93'E)、浮梁(29°37'N,117°25'E)等4个县(市)设置观测点。于2014年、2015年的12月选择天牛侵入孔较多的枯死木,伐倒并锯成1m长的木段,运至山下并放入5个1.2m×1.2m×1m的养虫笼内。翌年4月后观察越冬代成虫羽化情况,记录成虫羽化历期。同时,在观测点挂放诱捕器对松墨天牛进行监测,记录害虫发生的始期、末期。

于2015年、2016年的5月中下旬开始设置诱木。选择胸径约为10cm的10株松树,在基部离地面30cm处的3个方向侧面用刀砍伤,喷上诱木引诱剂,引诱松墨天牛成虫集中在诱木上大量产卵。7月上旬将设置的诱木砍伐放入养虫笼内,观察记录第1代成虫羽化数量。

1.2 成虫的饲养与观察

在全南县室内和林间分别进行松墨天牛成虫的饲养与观察。将室内木段中羽化的松墨天牛成虫配对置于2000mL烧杯内,用新鲜的1~2年生松枝饲养并定期更换,重复20次。进入产卵期后放入直径约为6cm、长约为10cm的新鲜

影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(22):13324-13325.

[16] 蒋选利,李振岐,康振生. β -1,3-葡聚糖酶与植物的抗病性[J]. 西北农业学报,2005,14(4):135-139.

[17] 张国良,丁原,王清清,等. 硅对水稻几丁质酶和 β -1,3-葡聚糖酶活性的影响及其与抗纹枯病的关系[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(3):598-604.

[18] Kapoor R. Induced resistance in mycorrhizal tomato is correlated to concentration of jasmonic acid[J]. Journal of Biological Sciences,

2008,8(3):49-56.

[19] 弓德强,黄训才,黄光平,等. 采前水杨酸处理对‘红芒6号’芒果采后抗病性的影响[J]. 山东农业科学,2017,49(5):111-115.

[20] 马玄,常雪花,郭科燕,等. 水杨酸处理对杏果实采后抗病性及活性氧代谢的影响[J]. 食品科技,2015,40(4):57-61.

[21] 苑智华. 外源水杨酸对东方百合西伯利亚瓶插过程中抗氧化系统的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):213-215.

收稿日期:2017-05-13

基金项目:江西省重大科技专项计划(编号:20143ACF60005)。

作者简介:温小遂(1954—),男,江西上犹人,硕士,教授级高级工程师,主要从事森林害虫的监测与防治工作。E-mail: jxsfzwx@foxmail.com。

通信作者:喻爱林,副研究员,主要从事森林昆虫与害虫的防治研究。E-mail: jxych315@163.com。

木段,其两端用石蜡封实,让成虫产卵于其中,隔5 d更换产卵木段,解剖产卵木,记录成虫产卵前期、产卵量、历期,饲养至成虫死亡结束。

用铁丝网制作直径为15 cm、长为50 cm的养虫笼,在松林间选择高度约为3 m的幼树,其一端插入松枝后用绳捆紧,将室内木段中羽化的成虫配对通过另一端放入笼内后绑紧,避免成虫逃逸;用新鲜的1~2年生松枝饲养。重复20次。养虫笼上盖1块黑色遮阳网遮光挡雨。其他方法同上。

在林间制成3 m×3 m×4 m的大笼罩住1株约为3.5 m高的马尾松,5月接入数对刚羽化的成虫于笼内,成虫性成熟后放入4根直径约为10 cm、长度约为2.5 m的新鲜马尾松木段竖立笼内,让成虫产卵其中,观察成虫活动等习性。

1.3 幼虫的饲养与观察

将成虫饲养中的产卵木移出,5~10 d解剖1次。3龄前在新鲜木段上凿1个小孔,将幼虫接入韧皮组织取食;对3龄后进入木质部的幼虫,剖开木段并在中间凿1个小孔,将其接入木质部取食,孔径大小依虫体大小而定,以幼虫能在木段内顺利取食活动为宜;幼虫接入后用绳绑紧。饲养过程中观察记录幼虫的发育与取食习性、化蛹及成虫的羽化,确定虫龄与历期。结合室内观察到的幼虫发育进度,6月起,定期从林间

带回在同一时间产卵的诱木进行解剖,测量各龄幼虫头宽。3龄前幼虫约15 d采集测量1次,幼虫进入木质部后约40 d测量1次。

2 结果与分析

2.1 不同纬度地区松墨天牛年生活史

松墨天牛在江西南部的全南县1年发生1代为主,部分发生2代。越冬虫态主要以4~5龄幼虫在木质部内越冬。越冬代幼虫在3月中旬开始恢复取食,4月上旬开始化蛹。4月中旬越冬代成虫开始羽化,高峰期出现在5月中下旬,羽化期至7月上旬结束。越冬代成虫活动持续到9月底结束。4月下旬越冬代成虫开始产卵,5月上旬第1代幼虫出现。部分第1代幼虫于7月中旬开始化蛹,8月上旬出孔,羽化期至9月中旬结束;成虫活动持续到11月中旬结束。因此,江西南部地区从4月中旬开始一直到11月中旬均可见成虫。第1代成虫于8月中旬产卵,8月中旬第2代幼虫出现并取食至11月下旬以3龄幼虫在韧皮部陆续越冬;翌年2月调查,在直径约为10 cm诱木内的第2代幼虫均在越冬期死亡,但在直径>20 cm的枯死木厚树皮内可以越冬。其生活史如表1所示。

表1 松墨天牛生活史(江西全南2015—2016年)

世代	不同月份的生活史											
	1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
越冬代	(-)(-)(-)	(-)-	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			△△△	△△△	△△△	---	---	---	---	---	---	---
			++	+++	+++	+++	+++	+++	---	---	---	---
第1代			○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
						△△	△△△	△△	---	---	---	---
							+++	+++	+++	++	---	---
第2代							○○	○○○	○○○	○○	---	---
						---	---	---	---	---	---	---
									---	(-)	(-)	(-)

注:“○”表示卵;“-”表示幼虫;“(-)”表示幼虫越冬期;“△”表示蛹;“+”表示成虫。下表同。

松墨天牛在江西中部(安福)的生活史与南部基本相同。不同的是随着纬度的提高,各虫态发生期相应推迟。越冬代幼虫于3月下旬开始恢复取食,4月中旬开始化蛹,4月下旬越冬代成虫开始羽化,5月中旬越冬代成虫开始产卵,5月中下旬第1代幼虫出现。部分第1代成虫羽化一般集中在8月,成虫活动持续到10月中旬结束。室内第1代成虫于9月上旬开始产卵,9月中旬出现第2代幼虫,但在林间极少发现第2代幼虫,因此在江西中部主要以第1代老熟幼虫在木质

部越冬。

松墨天牛在江西北部的浮梁县1年发生1代,越冬代幼虫于3月下旬开始恢复取食,4月中旬开始化蛹;5月上旬开始羽化,高峰期出现在5月下旬,羽化期至7月下旬结束;成虫期持续到10月上旬结束。5月中旬成虫开始产卵,5月下旬第1代幼虫出现,取食至11月上旬以老熟幼虫在木质部越冬。其生活史如表2所示。

表2 松墨天牛生活史(江西浮梁2015—2016年)

世代	不同月份的生活史											
	1-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
越冬代	(-)(-)(-)	(-)(-)-	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			△△	△△△	△△△	---	---	---	---	---	---	---
				+++	+++	+++	+++	+++	+	---	---	---
第1代				○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○	---	---	---
				---	---	---	---	---	---	---	---	---
										---	---	---
										(-)(-)	(-)(-)	(-)(-)

2.2 松墨天牛成虫的繁殖

由表3可知,在赣南室内、林间饲养的越冬代成虫平均产

卵前期分别为(18.61±3.04)、(16.05±7.71) d;平均产卵期分别为(110.21±31.44)、(81.15±29.31) d;雌虫平均寿

命分别为(121.02 ± 26.02)、(97.25 ± 34.13) d;雄虫平均寿命分别为(124.71 ± 35.31)、(84.61 ± 24.51) d;平均单雌产卵量分别为(175.25 ± 69.24)、(158.71 ± 44.91)粒。

室内、林间饲养的第1代成虫平均产卵前期分别为(19.25 ± 6.69)、(15.95 ± 3.25) d;平均产卵期分别为(89.85 ± 22.61)、(68.65 ± 21.01) d;雌虫平均寿命分别为

(103.12 ± 23.12)、(66.11 ± 34.76) d;雄虫平均寿命分别为(97.25 ± 34.13)、(68.71 ± 26.15) d;平均单雌产卵量分别为(82.75 ± 33.45)、(47.91 ± 15.91)粒。

以上结果表明,室内饲养的越冬代和第1代成虫产卵前期、产卵期、雌雄虫寿命,均比林间饲养的长,平均单雌产卵量与林间饲养的相比也较高。

表3 室内与林间越冬代和第1代成虫饲养结果

处理	产卵前期(d)		产卵期(d)		雌虫寿命(d)		雄虫寿命(d)		单雌产卵量(粒)	
	范围	均值 ± 标准差	范围	均值 ± 标准差	范围	均值 ± 标准差	范围	均值 ± 标准差	范围	均值 ± 标准差
室内越冬代	17~24	18.61 ± 3.04	46~152	110.21 ± 31.44	78~160	121.02 ± 26.02	80~170	124.71 ± 35.31	65~240	175.25 ± 69.24
林间越冬代	11~24	16.05 ± 7.71	55~144	81.15 ± 29.31	65~144	97.25 ± 34.13	51~124	84.61 ± 24.51	97~235	158.71 ± 44.91
室内第1代	11~27	19.25 ± 6.69	54~104	89.85 ± 22.61	52~117	103.12 ± 23.12	65~144	97.25 ± 34.13	45~140	82.75 ± 33.45
林间第1代	11~23	15.95 ± 3.25	33~114	68.65 ± 21.01	33~114	66.11 ± 34.76	35~118	68.71 ± 26.15	24~83	47.91 ± 15.91

2.3 松墨天牛成虫的习性

据观察,成虫从枯死木中羽化出孔后一般停留1~2 h 往上爬,0.5 h 后起飞离开;寻找到健康松树后停留在当年生嫩枝上取食,5~7 d 后其口器的上颚变得更坚硬时转向取食2年生松枝。成虫羽化出孔后10~30 h,一般约24 h 后开始补充营养,取食不分昼夜。通过对20组成虫的观察发现,成虫取食一段时间后方可交配,最早的为6 d,最迟的为20 d,平均为12 d。交配时雄虫伏于雌虫体背,待雌虫固定不动后才行交尾,最短的为40 min,最长的达到2.5 h,平均约为1 h。雌雄虫均可多次交尾,每天最少1次,最多3次;交尾不分昼夜,但是晚上交尾成虫数量要略高于白天。交尾1~6 d 后,平均3.8 d 开始产卵。雌虫先沿树干垂直方向咬1个刻槽,在厚树皮上呈圆锥形,在薄树皮上呈横椭圆形。刻槽咬好后,雌虫向前爬行将产卵管由刻槽上沿插入树皮下的韧皮组织内产卵,一般1个槽产1枚卵,少数2枚卵,极少3枚卵。卵多产在衰弱木或砍伤砍倒的枯黄松木上。产卵也不分昼夜。在大笼内观察4头雌虫的刻槽523个,白天和夜间分别为168、

355个,各占32.13%、67.87%。检查25 613个刻槽,有卵刻槽为17 874个,占比69.79%;20对越冬代成虫调查结果显示,5—11月每月刻槽有卵率分别为48.23%、77.32%、83.46%、77.58%、68.12%、54.26%、46.35%,以7月刻槽有卵率最高,最早刻槽产卵的5月和最晚的11月较低。成虫从主干到直径约为2 cm的枝条上都有产卵,但喜产在约2 mm厚薄树皮部位,林间虫口密度很高时有些卵也被产在厚的树皮内。成虫具弱趋光性和假死性;其扩散、飞翔、交配和产卵等活动大都集中在晚上,系典型的夜出型昆虫。

2015、2016年连续2年分别在全南、安福、南昌和浮梁观察诱木内松墨天牛成虫羽化出孔情况,结果表明,在全南,2015、2016年当年成虫羽化比例分别为25.70%、22.74%,平均为24.22%;在安福,2015、2016年当年羽化比例分别为11.36%、9.87%,平均为10.62%;在南昌,2015、2016年当年羽化比例为1.56%、0.95%,平均为1.25%;在浮梁,当年没有成虫羽化(表4)。

表4 不同纬度地区松墨天牛成虫在当年和次年的羽化情况

地点	年份	羽化总数(头)	当年羽化数(头)	当年羽化比例(%)	第2年羽化数(头)	第2年羽化比例(%)
全南	2015	607	156	25.70	451	74.30
	2016	554	126	22.74	428	77.26
安福	2015	725	74	11.36	651	89.79
	2016	957	86	9.87	871	91.01
南昌	2015	512	8	1.56	504	98.44
	2016	635	6	0.95	629	99.06
浮梁	2015	316	0	0	316	100
	2016	428	0	0	428	100

2.4 松墨天牛卵、幼虫的习性与龄期

松墨天牛卵为乳白色,似米粒状,长椭圆形,略弯曲。卵期为7~10 d,其中5月9~10 d,6月8~9 d,7月高温季节一般为7 d;共调查426粒卵,孵化358粒,平均孵化率为84.04%。

幼虫脱皮4次,共5个龄期(表5)。初孵幼虫开始在皮层下取食韧皮部,留下弯曲且无规律的坑道,排出褐色粉状粪便。3龄初期取食边材,形成弯曲浅凹不规则的蛀道,道内充满白色纤维状蛀屑和虫粪,3龄后期或4龄幼虫开始钻凿呈扁椭圆形的侵入孔,进入木质部继续向内延伸至髓心,将咬出的长纤维木丝排于树皮下的蛀道内。室内调查124头饲养的

表5 松墨天牛幼虫各龄历期与头壳宽度

龄期	虫数(头)	历期(d)		虫数(头)	头壳宽度(mm)	
		范围	平均 ± 标准差		范围	平均 ± 标准差
1	66	8~14	10.74 ± 1.71	61	0.72~1.54	1.17 ± 0.32
2	64	14~23	18.45 ± 2.71	57	1.31~2.56	1.77 ± 0.26
3	60	15~23	18.89 ± 2.73	43	1.91~3.05	2.19 ± 0.35
4	51	51~92	66.69 ± 8.94	56	2.68~3.89	2.93 ± 0.31
5	42	167~245	208.98 ± 26.26	68	3.31~4.47	3.46 ± 0.34

幼虫,自然条件下低龄幼虫取食韧皮部平均用时35.38 d后

进入木质部,其中,51.61%为3龄,48.39%为4龄。5龄后期,幼虫将虫道末端蛀成肾形蛹室,并咬取大量木屑堵塞蛹室前端蛀孔。蛹室一般筑在边材。

由表3可知,整个幼虫期历时323.75 d;其中以1龄历期最短,为(10.74±1.71) d,越冬的5龄历期最长,为(208.98±26.26) d,4龄次之,为(66.69±8.94) d;2龄和3龄相当,分别为(18.45±2.71)、(18.89±2.73) d。室内和林间共调查幼虫285头,其头壳宽度变化范围是0.72~4.47 mm,1~5龄幼虫的平均头壳宽度分别为(1.17±0.32)、(1.77±0.26)、(2.19±0.35)、(2.93±0.31)、(3.46±0.34) mm。

2.5 蛹期

进入4月,老熟幼虫虫体缩短变粗开始化蛹,虫体颜色由淡黄色变为淡褐色,经5~7 d预蛹期后脱皮为蛹。松墨天牛蛹为裸蛹,初生蛹为乳白色逐渐变为淡黄色,越冬代经过10~26 d蛹期后脱皮为成虫,成虫羽化后滞留在蛹室7~14 d出孔;第1代经过7~11 d蛹期后脱皮为成虫,成虫羽化后滞留在蛹室5~10 d出孔。调查室内产卵木的幼虫749个侵入孔,有452个羽化孔,羽化率为60%。

3 结论与讨论

江西地区松墨天牛1年发生1代为主,主要以4~5龄幼虫在木质部的虫道内越冬。但由于江西南靠广东,北倚长江,南、北部纬度的不同形成了地区间气候温度的差异,导致松墨天牛在不同纬度地区发育进程不尽相同,在发生时间和世代上存在较大差异。越冬代成虫在南部于4月中旬、中部于4月下旬、北部于5月上旬开始羽化,羽化期约为3个月。在南部地区有24.22%,中部地区有10.62%的第1代幼虫羽化出成虫,这种比例随着纬度的升高而下降,南昌地区是松墨天牛1年2代的边缘区。林间饲养结果表明,越冬代成虫历期长达85~97 d,第1代成虫历期66~68 d。因此,成虫在南部林间的发生期要持续到11月中旬,在中部也要到10月中旬、在北部到10月上旬结束。

成虫出孔后取食一年生嫩枝皮层作为补充营养,5~7 d后其口器的上颚变得坚硬时转向取食二年生松枝,林间越冬代成虫产卵前期为11~24 d,平均为(16.05±7.71) d;雌虫刻槽后产卵,有卵刻槽占比69.79%;产卵期为55~144 d,平均为(81.15±29.31) d;单雌产卵97~235粒,平均为(158.71±44.91)粒。卵期为6~10 d,平均孵化率为84.04%;幼虫5龄,历时323.75 d,头壳宽度变化范围是0.72~4.47 mm,1~5龄幼虫的头壳宽度分别为(1.17±0.32)、(1.77±0.26)、(2.19±0.35)、(2.93±0.31)、(3.46±0.34) mm;蛹期为10~26 d。

基于松墨天牛的生物学特性以及江西南北发生期的差异,制定科学的治理措施,确定相应的防治适期非常必要。松墨天牛幼虫钻蛀危害,生活隐蔽,化学防治十分困难。在松墨天牛成虫羽化出孔前彻底清理带有大量松墨天牛幼虫的枯死木,可以显著降低林间害虫的虫口密度,是防治松墨天牛的有效措施^[12]。花绒寄甲成虫和卵对松墨天牛蛹具有良好的寄生效果,但掌握释放的最佳时间十分重要;江西中部地区释放

花绒寄甲成虫的最佳时间在3月上旬,偏南地区应相应提前;中部地区释放花绒寄甲卵的最佳时间在4月上旬,南部地区应提前约10 d,北部地区则应推迟约10 d^[13]。

成虫是唯一裸露的虫态,也是传播松材线虫的媒介,如何及时降低成虫在林间的密度是防治松材线虫病的关键环节。成虫在林间羽化极不整齐,发生时间长,且5—6月活动高峰期南方地区降水天气较多,利用传统的化学药剂防治难以奏效。林间采取挂放松墨天牛信息素复合诱剂及其诱捕器可以诱杀大量成虫,减少林间松材线虫病枯死树数量^[14-16]。在江西中部地区诱捕的最佳时间是5~10月;建议在4月中旬就采用信息素对松墨天牛实施监测,准确掌握成虫的发生始期后再全面挂放诱芯进行诱虫防治;南部地区应提前约10 d,北部地区则应推迟约10 d,而结束诱捕的时间南部地区应推迟到11月中旬,北部地区则可以提前到10月上旬。

参考文献:

- [1]陈顺立,戴沿海. 福建主要树种害虫及防治[M]. 厦门:厦门大学出版社,1997:38-39.
- [2]李广武,邵桂英,俞伯能. 松墨天牛的初步观察[J]. 昆虫知识,1986,23(4):169-170.
- [3]赵锦年,应杰. 松墨天牛取食危害与松树枯死关系的研究[J]. 林业科学,1989,25(5):432-438.
- [4]徐福元,杨宝君,席客,等. 南京地区松墨天牛成虫发生、补充营养和防治[J]. 林业科学研究,1994,7(2):215-219.
- [5]王玲萍,陈顺立,武福华,等. 松墨天牛幼虫空间格局的研究[J]. 福建林学院学报,2002,22(1):78-81.
- [6]陈顺立,王玲萍,黄金聪,等. 松墨天牛幼虫在马尾松树上垂直分布的研究[J]. 福建林学院学报,2001,21(4):297-300.
- [7]安榆林. 南京地区松墨天牛生物学特性的初步研究[J]. 植物检疫,1992(2):137-139.
- [8]吕传海,濮厚平,王蒙,等. 松墨天牛生物学特性的研究[J]. 安徽农业大学学报,2000,27(3):243-246.
- [9]烟台地区森林补充普查办公室. 松天牛的初步研究[J]. 山东林业科技,1982(4):53-54.
- [10]宋士涵,张连芹,黄焕华,等. 松墨天牛生物学的初步研究[J]. 林业科技通讯,1991(6):9-13.
- [11]黄金水,汤陈生,宋惠芬,等. 厦门市松墨天牛生物学特性I:生活史[J]. 华东昆虫学报,2005,14(2):118-121.
- [12]杨忠岐,王小艺,张翌楠,等. 释放花绒寄甲和设置诱木防治松褐天牛对松材线虫病的控制作用研究[J]. 中国生物防治学报,2012,28(4):490-495.
- [13]温小遂,廖三腊,孙计拓,等. 林间释放花绒寄甲对松墨天牛防治的研究[J]. 江西农业大学学报,2016,38(3):505-510.
- [14]樊建庭,孟俊国,Wang B D,等. 聚集性信息素和植物源信息素对松墨天牛的联合诱捕作用[J]. 应用昆虫学报,2013,50(5):1274-1279.
- [15]陈龙,林强,李俊楠,等. 松墨天牛诱捕器空间位置的野外对比试验[J]. 福建林学院报,2014,34(1):11-14.
- [16]温小遂,廖三腊,肖斌,等. APF-I型松墨天牛引诱剂的应用技术研究[J]. 环境昆虫学报,2016,14(2):118-121.