

## 油茶桃蛀螟生物学特性及灯光诱杀技术研究

王芳<sup>1</sup>, 付红梅<sup>1</sup>, 胡松余<sup>1</sup>, 温从育<sup>1</sup>, 张乃芳<sup>1</sup>, 张威<sup>2</sup>

(1. 浙江省遂昌县生态林业发展中心, 浙江 遂昌 323300; 2. 中国林科院 亚热带林业研究所, 浙江 杭州 311400)

**摘要:** 调查了桃蛀螟 *Conogethes punctiferalis* 在丽水、衢州、金华地区危害油茶 *Camellia oleifera* 的情况, 研究了其生物学特性, 同时采用清除虫害果结合灯光诱杀进行了防治试验。结果表明, 桃蛀螟对新造油茶林的危害低于老油茶林, 桃蛀螟在丽水老油茶林内发生严重, 油茶果危害率达 31.27%; 该虫在浙江地区 1 年 4 代, 以老熟幼虫越冬, 主要以第三代和越冬代幼虫危害油茶果; 虫害果清理结合灯光诱杀对桃蛀螟有很好的控制效果, 连续诱杀两年, 危害率由 28.78% 降至 10.72%。研究结果为油茶桃蛀螟的监测和防治提供了基础信息。

**关键词:** 油茶; 桃蛀螟; 危害率; 生活史; 灯光诱杀

**中图分类号:** S433.4      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-3776(2020)04-0054-06

### Study on Biological Properties and Light Trap of *Conogethes punctiferalis* Damaging to *Camellia oleifera* Seeds

WANG Fang<sup>1</sup>, FU Hong-mei<sup>1</sup>, HU Song-yu<sup>1</sup>, WEN Cong-yu<sup>1</sup>, ZHANG Nai-fang<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>2</sup>

(1. Suichang Ecological Forestry Development Center of Zhejiang, Suichang 323300, China;

2. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, China)

**Abstract:** In October 2016, investigations were carried out on damage of *Conogethes punctiferalis* to *Camellia oleifera* seeds at stands in Quzhou, Lishui and Jinhua, Zhejiang province. Larvae of trapped *C. punctiferalis* were feed at lab for observation of biological properties. In April 2017, sample plots were established for light trap. The results showed that *C. punctiferalis* had four generations a year, overwintered by mature larva in Zhejiang province. It occurred seriously in aged *C. oleifera* stands in Lishui, with damage rate of seeds of 31.27%. Larvae of the 3<sup>rd</sup> generation and overwintered generation damaged *C. oleifera* seeds in filed. The experiments demonstrated that light trap had good control effect of *C. punctiferalis*. The damage rate dropped to 10.72% after two years experiment.

**Key words:** *Camellia oleifera*; *Conogethes punctiferalis*; damage rate; life history; light trap

粮油安全是关乎国计民生的重大战略问题, 发展木本油料产业是缓解我国粮油供需矛盾、实现山区林农增收的重要途径。油茶 *Camellia oleifera* 是世界上四大木本食用油料树种之一, 为我国特有的油料树种, 由其种籽所产的山茶油不饱和脂肪酸含量高达 90% 以上, 被称为“东方橄榄油”, 具有极高的营养价值和保健功能<sup>[1-3]</sup>。随着人们生活水平的提高, 绿色、生态、健康必将成为一种时尚和生活追求, 山茶油因其独特的营养价值和保健功能备受青睐。浙江省是我国木本油料树种的核心种植区, 油茶种植面积有 16.7 万 hm<sup>2</sup>, 油茶产业年产值超 30 亿元, 从业人员达 80 余万人, 是典型的三产高度融合产业, 在实现“精准扶贫”和“乡村振兴”过程中发挥着重要作用<sup>[4-5]</sup>。随着油茶纯林的大面积种植和高强度经营, 病虫害发生日趋频繁, 其中, 桃蛀螟 *Conogethes*

收稿日期: 2020-01-02; 修回日期: 2020-06-14

基金项目: 浙江省林业科研成果推广项目(2019B02)

作者简介: 王芳, 工程师, 从事森林病虫害综合治理工作; E-mail: 705439507@qq.com。通信作者: 张威, 助理研究员, 博士研究生, 从事森林病虫害综合治理技术研究; E-mail: zwlzh@126.com。

*punctiferalis* 是造成油茶落果的重要害虫之一, 其有效防治对于油茶产业的健康发展有着重要意义。

桃蛀螟隶属于鳞翅目 Lepidoptera 草螟科 Crambidae 蛀野螟属 *Dichocrocis*, 是我国广为分布的重要蛀果害虫, 食性杂, 可危害栗 *Castanea mollissima*, 桃 *Amygdalus persica*, 李 *Prunus salicina* 及玉蜀黍 *Zea mays* 等 100 余种农、林经济植物<sup>[6]</sup>。自上世纪 60 年代以来, 国内外学者对桃蛀螟及其在不同寄主上的生物学、生态学特性和防治技术开展了大量的研究, 获得了一系列成果<sup>[7-9]</sup>。近年来, 又对该虫的生态型和系统发育进行了研究<sup>[10-11]</sup>, 但截至目前, 对桃蛀螟为害山茶科植物的报道较少。为此, 本文对浙江省丽水、衢州和金华三个油茶主要产地油茶桃蛀螟的危害特征、发生情况进行了系统调查, 并开展了灯光诱杀技术的研究, 以期为油茶桃蛀螟的高效监测及防治提供理论依据。

## 1 研究方法

### 1.1 油茶桃蛀螟危害程度调查

1.1.1 调查地区概况 选择浙江丽水(包括莲都区、松阳县、青田县和遂昌县 4 地)、衢州(包括衢江区、常山县及开化县 3 地)和金华(东方红林场 1 地)三个浙江油茶主要产地的 12 块样地进行了桃蛀螟发生情况调查(表 1)。所选调查样地均属亚热带季风气候区, 夏季高温多雨, 冬季温暖干燥, 年均温 17℃左右。老油茶林油茶品种主要为‘霜降籽’, 基本未进行林地管理, 每年采果, 未开展过病虫害防治。新造油茶林品种为长林 53 号, 每年施肥、除草和采果, 未进行病虫害防治。

1.1.2 调查方法 于 2016–2017 年每年 10 月油茶果采收期进行调查, 试验地面积不少于 20 hm<sup>2</sup>, 每块样地 20 m × 20 m, 调查时在每个样地内随机选择 8 ~ 10 棵样株, 采摘全部油茶果, 同时收集样株上掉落的油茶果, 依据桃蛀螟危害特征确认油茶果是否受害, 统计危害率。

### 1.2 油茶桃蛀螟生物学特性研究

2016–2017 年每年 10 月上旬, 在浙江省衢州、丽水等地油茶种植区采集油茶果内的桃蛀螟幼虫带回中国林科院亚热带林业研究所养虫实验室, 置于透明的尼龙网养虫笼(30 cm × 30 cm × 50 cm)中常温饲养, 以观察其取食、羽化及补充营养等生物学特征和习性。选择长势良好的移栽油茶树, 将透明的尼龙网养虫笼套在有结果的枝条上固定, 将上述采集回的部分幼虫接入笼中的油茶果上, 每笼 5 头。记录桃蛀螟幼虫的状态, 计算幼虫历期。待其化蛹时记录化蛹数量, 并将蛹转移至另外的养虫笼中, 每天观察蛹的状态, 记录蛹的羽化时间, 计算蛹的历期。成虫羽化后, 供给新鲜的带枝成熟桃果实(寄主)观察其产卵, 统计成虫寿命。同期结合林间调查, 依据各龄幼虫、各虫态出现的时间确定桃蛀螟的年生活史。同期, 在遂昌金竹试验点调查野外桃蛀螟发生危害情况和进行生物学特性观察。

### 1.3 油茶桃蛀螟防治

在 2016 年桃蛀螟危害程度调查的基础上, 将防治的试验样地选择在危害程度较重的丽水松阳和莲都两地, 其中, 在丽水松阳设置 2 块样地, 2 块样地相距 2 100 m, 两样地面积均在 0.5 hm<sup>2</sup>左右, 莲都设 1 块样地, 面积约 0.4 hm<sup>2</sup>, 均为上世纪 80 年代种植的老油茶林, 品种为‘霜降籽’。在各样地的空旷处距地面 1.5 m 装置高点装置佳多全自动太阳能杀虫灯(PS-15VI-2 型, 河南佳多公司)2 盏, 两灯间距超过 600 m。2017–2018 年每年 4 月 10 日–10 月 30 日的 18:00 至次日 7:00 开灯诱杀成虫。于每年临近油茶果采收时(10 月上中旬)进行危害情况调查, 调查方法同 1.1, 同时清理样地内所有掉落的油茶果。

### 1.4 数据分析

油茶果危害率计算公式:

$$\text{危害率} = \text{受害油茶果数} / \text{总抽样油茶果数} \times 100\%$$

利用软件 SPSS18.0 对不同年份的危害率和虫口密度进行单因素方差分析(Tukey), 百分比数据在分析前进行反正弦转换。

2 研究结果

2.1 油茶桃蛀螟取食油茶果的危害特征

油茶桃蛀螟通过幼虫在果内取食种仁造成危害，导致油茶果开裂或落果。桃蛀螟幼虫多自果柄蛀入果内取食种仁，造成油茶果果柄干枯，油茶果开裂，8-10 月部分受害油茶果会脱落，部分幼虫也可从油茶果表皮蛀入，蛀果危害症状如图 1。受害油茶果果柄处有明显的蛀食痕迹，大量虫粪被幼虫分泌的黏质丝粘附于果表，新鲜和过往的虫粪交织。幼虫侵入后，油茶果颜色变化明显，由原来的绿色或棕红色变成棕黄色至干枯，危害后期油茶果裂开，果内种仁被取食殆尽，仅留下果皮，虫丝密布，充满了虫粪。桃蛀螟老熟幼虫体长为 16~23 mm，头暗褐，前胸盾片褐色，体背淡红色，身体各节上有明显的灰褐色斑，较容易识别。桃蛀螟幼虫常躲于粪粒及虫丝附着物中取食与越冬。1 个油茶果内常有 1~2 头幼虫同时危害，个别油茶果中发现 4 头。一个接近成熟的油茶果一般都可满足蛀入其内的幼虫取食需要，但幼虫密度过高或油茶果个头过小时，幼虫则转果危害。



图 1 桃蛀螟危害油茶果

Figure 1 Damage of *C. punctiferalis* to *C. oleifera* seeds

2.2 不同地区油茶桃蛀螟危害情况

2016-2017 年，丽水、衢州及金华地区桃蛀螟危害油茶情况调查结果见表 1。

表 1 油茶桃蛀螟危害情况调查  
Table 1 Field investigation of *C. punctiferalis* damaging to *C. oleifera* seeds

调查地点	品种 (种)	林龄 /a	调查时间				
			2016 年			2017 年	
			总抽样果数/个	受害果数/个	危害率/%	总抽样果数 /个	受害果数 /个
丽水莲都	‘霜降籽’	>28	1 691	535	31.64	2 329	876
松阳	‘霜降籽’	>25	1 817	646	35.55	1 432	590
遂昌	‘霜降籽’	>20	2 063	549	26.61	1 877	380
青田	长林 53 号	9	1 219	169	13.86	1 638	229
平均危害率					27.97		28.52
衢州江山 1	‘霜降籽’	>20	2 564	449	17.51	2 212	354
江山 2	长林系列	10	1 457	164	11.26	1 068	149
衢江	‘霜降籽’	>20	1 803	173	9.60	1 575	184
常山	‘霜降籽’	>30	1 229	116	9.44	989	101
常山	长林 53 号	8	868	58	6.68	1 115	63
开化	‘霜降籽’	>25	1 615	117	7.24	1 026	81
平均危害率					11.29		11.67
金华东方红林场 1	长林 53 号	12	1 672	43	2.57	1 833	91
东方红林场 2*	浙江红花油茶	10	212	7	3.30	326	11

注：\*地点桃蛀螟为害浙江红花油茶，为非调查目标油茶。

在丽水地区桃蛀螟的危害率较高，两年的平均危害率达 28.25%，其中，对老油茶林的危害（32.14%）较对



被害果实内或树下吐丝结白色茧化蛹，有时随落果一起落地。

2.4 清除虫害果结合灯光诱杀防治效果

研究表明，通过清除虫害油茶果结合黑光灯诱杀，能显著降低油茶果的受害率，防治 1 年后，油茶果平均受害率由原来的 28.78%降至 20.48%，二者间差异显著 $[F(1,4)=19.785, P=0.011]$ ，防治 2 年后，进一步降至 10.72%，防治和未防治油茶果之间差异极显著 $[F(1,4)=93.379, P=0.001]$ 。从平均虫口密度来看，防治 1 年后，虫口密度由原来的 8.32 头·株<sup>-1</sup>降至 5.76 头·株<sup>-1</sup>，但二者间差异并不显著 $[F(1,4)=2.260, P=0.207]$ ；防治 2 年后，虫口密度降至 3.93 头·株<sup>-1</sup>（表 4），防治和未防治油茶果之间差异显著 $[F(1,4)=8.886, P=0.041]$ 。可见，通过清理虫害油茶果结合灯光诱杀的方式，能够很好的降低油茶果的危害率，且安全高效，无公害。

表 4 灯光诱杀防治桃蛀螟的效果  
Table 4 Effect of light trap on *C. punctiferalis*

样地	防治前			防治 1 年后（2017 年）			防治 2 年后（2018 年）		
	调查果数 /个	危害率 <sup>a</sup> /%	虫口密度 <sup>b</sup> /(头·株 <sup>-1</sup> )	调查果 数/个	危害率 /%	虫口密度 /(头·株 <sup>-1</sup> )	调查果数 /个	危害率 /%	虫口密度 /(头·株 <sup>-1</sup> )
松阳 1	1 604	31.98	6.83	2 118	21.29	4.12	917	11.01	3.17
松阳 2	1 666	25.75	6.97	1 103	20.13	5.79	2 143	10.08	4.34
莲都	2 255	28.60	11.17	1 419	20.01	7.37	2 771	11.08	4.28
平均值		28.78	8.32		20.48	5.76		10.72	3.93

注：a 表示每块样地共调查 30 株油茶的所有油茶果，包括样株下的落果；b 表示虫口密度以发现的幼虫数量/30 株计算。

3 结论与讨论

桃蛀螟是我国重要的农、林害虫，食性极杂，可危害 100 余种农作物、林木和果树，包括松 *Pinus* spp，杉 *Cunninghamia lanceolata* 等针叶树和青茄 *Solanum melongena* 等蔬菜<sup>[13-14]</sup>；在国外还有取食皂荚 *Gleditsia japonica*，橡树 *Quercus robur* 的报道<sup>[15-16]</sup>。在浙江，已有报道桃蛀螟严重危害栗、桃、桃形李、石榴、文旦 *Citrus maxima* ‘Wentan’、马尾松 *P. massoniana* 及湿地松 *P. elliotii* 等林木和果树<sup>[17-18]</sup>，本研究发现，桃蛀螟以幼虫取食油茶果，造成大量落果，在丽水地区对油茶果的危害率达到近 30%，进一步证实了桃蛀螟食性杂，可在不同的寄主植物间自由切换，如监控不力则爆发风险较大。

昆虫的生长发育与环境，温、湿度及光照密切相关，同一种昆虫在不同地区和不同寄主上的发生规律不尽相同<sup>[19]</sup>。桃蛀螟在我国北方地区 1 年发生 2~3 代，西北地区 3~5 代，华中地区 4~5 代，而在华南地区 5~6 代<sup>[20-21]</sup>。本研究表明，取食油茶果的桃蛀螟在浙江 1 年发生 4 代，第二、三代重叠严重，这与王藕芳等研究结果一致。危害油茶果的为第三代和越冬代幼虫，这为桃蛀螟的防治时间的选择提供了参考。

国内外学者针对桃蛀螟的防治开展了大量的研究工作，提出了农业技术防治（包括清理虫害果、管理越冬场所及寄主、调整耕作模式、种植抗性品种及套种诱集植物等）、行为调控（黑光灯诱杀、糖醋液诱杀及性信息素诱杀等）、生物防治（施用白僵菌 *Beauveria bassiana* 或苏云金杆菌 *Bacillus thuringiensis* 等）及化学防治等措施控制桃蛀螟的危害，其中，化学防治在桃蛀螟的综合防治中仍占有重要地位<sup>[16,22]</sup>。本研究基于桃蛀螟多在落果中越冬及成虫强烈趋光的特性，利用虫害果清理结合灯光诱杀实现了两年将桃蛀螟危害率控制在 10%左右，安全高效且成本低廉，可应用推广。

在植食性昆虫和寄主植物长期的协同进化过程中，同一种昆虫的不同地理种群，由于地理隔离、寄主分化及对各自特异生境的适应，会形成地理种群间的分化<sup>[23]</sup>。有研究表明，我国桃蛀螟总群体产生了一定程度的遗传分化，且南方地区大于北方地区<sup>[24]</sup>。油茶桃蛀螟能取食和适应富含茶皂素等次生代谢物质的油茶种子，是否与取食玉蜀黍、水果等种群发生了种群分化，需要进一步的分子生物学研究数据支撑。

致谢：承蒙丽水市林业局王明月、王林伟，松阳县林业局吕军美，衢州市林业局华正媛、金有明在虫害调查及采集过程中给予的帮助，在此谨表谢忱。

## 参考文献:

- [1] 姚小华,王开良,罗细芳,等.我国油茶产业化现状及发展思路[J].林业科技开发,2005,19(1):3-6.
- [2] 庄瑞林.中国油茶:第2版[M].北京:中国林业出版社,2008:1-12.
- [3] 王斌,王开良,童杰洁,等.我国油茶产业现状及发展对策[J].林业工程学报,2011,25(2):11-15.
- [4] 楼国华.大力发展油茶产业,不断推进兴林富民[J].今日浙江,2009,(17):44-45.
- [5] 鄢振武,王宗星,冯博杰,等.浙江省油茶产业升级发展机制与对策[J].浙江农业科学,2018,59(4):623-627.
- [6] 鹿金秋,王振营,何康来,等.桃蛀螟研究的历史、现状与展望[J].植物保护,2010,36(2):37-44.
- [7] PATEL R D, BORAD P K. Bio-efficacy of insecticides against *Conogethes punctiferalis* on castor[J]. Int J Plant Protect, 2016, 9(2): 409-412.
- [8] SINGH S, KAUR G, NAIK S O, et al. The Shoot and Fruit Borer, *Conogethes punctiferalis* (Guenée): An Important Pest of Tropical and Subtropical Fruit Crops[M]//The Black spotted, Yellow Borer, *Conogethes punctiferalis* Guenée and Allied Species. Singapore: Springer, 2018: 165-191.
- [9] 鹿金秋,王振营,何康来,等.桃蛀螟研究的历史、现状与展望[J].植物保护(2):37-44.
- [10] SHASHANK P R, CHAKRAVARTHY A K, RAJU B R, et al. DNA barcoding reveals the occurrence of cryptic species in host-associated population of *Conogethes punctiferalis* (Lepidoptera:Crambidae)[J]. App Entomol Zool, 2014, 49(2): 283-295.
- [11] KAMMAR V, SHASHANK P R, RANI A T, et al. Molecular Status of *Conogethes* spp.: An Overview[M]//The Black spotted, Yellow Borer, *Conogethes punctiferalis* Guenée and Allied Species. Singapore: Springer, 2018: 13-22.
- [12] 黄建荣,李世民,黄博,等.2013—2016年河南中北部地区桃蛀螟成虫的种群动态[J].植物保护学报,2018,45(06):239-240.
- [13] JING W, ZHANG T, WANG Z, et al. Molecular taxonomy of *Conogethes punctiferalis* and *Conogethes pinicolalis* (Lepidoptera: Crambidae) based on mitochondrial DNA sequences[J]. J Integr Agr, 2014, 13(9): 1982-1989.
- [14] 王振营,何康来,石洁,等.桃蛀螟在玉米上为害加重原因与控制对策[J].植物保护,2006,32(2):67-69.
- [13] 黄建荣,李国平,田彩红,等.桃蛀螟为害青茄的初报[J].植物保护,2018,44(3):239-240.
- [15] RAO A S. Preliminary studies on the seasonal occurrence of insect pests on soap-nut (*Sapindus* sp.)[J]. Ind For, 1992, 118(6): 432-437.
- [16] 鹿金秋.桃蛀螟 *Conogethes punctiferalis* 的发生规律及生物学特性的研究[D].泰安:山东农业大学,2008:5-13.
- [17] 许英超,罗华,何建荣,等.富阳市桃蛀螟的发生规律及其防治[J].浙江林业科技,2001,21(3):53-55.
- [18] 倪大炜.浙江省板栗主要病虫害及防治技术[J].浙江林业科技,1998,19(6):68-71.
- [19] HURYN A D, WALLACE J B. Life history and production of stream insects[J]. Ann Rev Entomol, 2000, 45(1): 83-110.
- [20] 陈炳旭,董易之,梁广文,等.广东板栗桃蛀螟的发生与防治[J].植物保护学报,2009,36(4):379-380.
- [21] 王藕芳,王加更,胡洪仁.桃蛀螟的发生与综合防治技术[J].中国南方果树,2003,32(4):74-75.
- [22] SHASHANK P R, DODDABASAPPA B, KAMMAR V, et al. Molecular characterization and management of shoot and fruit borer *Conogethes punctiferalis* Guenée (Crambidae: Lepidoptera) populations infesting cardamom, castor and other hosts[M]//New Horizons in Insect Science: Towards Sustainable Pest Management. New Delhi: Springer, 2015: 207-227.
- [23] ZHANG S, SHU J, XUE H, et al. Genetic diversity in the camellia weevil, *Curculio chinensis* Chevrolat (Coleoptera:Curculionidae) and inferences for the impact of host plant and human activity[J]. Entomol Sci, 2018, 21(4): 447-460.
- [24] 王静,李菁,王振营,等.基于线粒体细胞色素 C 氧化酶 II 亚基基因(COII)序列的不同地理种群桃蛀螟的系统发育研究[J].农业生物技术学报,2012,20(10):1106-1116.