

新入侵害虫葡萄花翅小卷蛾的生物学特性

阿地力·沙塔尔¹, 王 洁¹, 李俊峰¹, 郭文超^{2*}

¹新疆农业大学林学与风景园林学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

²新疆农业科学院植物保护研究所, 新疆农业生物安全重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830091

摘要:【目的】掌握新入侵我国的进境植物检疫性害虫葡萄花翅小卷蛾在吐鲁番市的生物学特性及种群周年发生规律, 为其综合防治提供理论依据。【方法】在田间以性引诱剂定点监测、野外网室笼罩饲养以及室内人工饲养相结合的方法, 观察葡萄花翅小卷蛾生活习性及其种群发生规律。【结果】该虫在我国新疆吐鲁番市 1 a 发生 5 代, 以蛹在葡萄藤皮下越冬。越冬蛹翌年 3 月底—4 月初(葡萄开墩)开始羽化, 4 月上旬为羽化高峰期(清明节前后), 中旬为羽化末期。越冬代成虫将卵产于花芽上, 4 月中旬第 1 代幼虫开始孵化; 第 1 代成虫于 5 月中旬开始羽化, 5 月下旬羽化结束; 第 2 代成虫于 6 月下旬开始出现, 7 月上旬为羽化高峰期; 第 3 代成虫于 7 月底开始羽化, 8 月上旬为羽化高峰期; 第 4 代成虫于 8 月底开始羽化, 9 月上旬为羽化高峰期; 越冬代幼虫 10 月上旬开始化蛹越冬, 大部分幼虫更趋向于在老树的藤皮下化蛹。成虫的飞行、取食、交配、产卵等行为多发生在黄昏。越冬代成虫将卵产于葡萄花序萼片以及花蕾上; 第 1~3 代成虫将卵产于葡萄果实表面, 第 4 代成虫将卵产于葡萄二次开的花絮上, 卵单产, 单雌产卵量为 20~40 粒左右。第 1 代幼虫取食葡萄花絮, 第 2~4 代幼虫危害葡萄果实, 并有自相残杀的习性, 糖醋液(红糖: 醋: 酒: 水=6: 3: 1: 10)对成虫有一定的诱杀效果。【结论】该虫在吐鲁番 1 a 发生 5 代, 各世代划分明显, 越冬代发生数量最大, 无世代重叠现象, 随温度升高各世代和虫态的发育历期缩短, 幼虫在葡萄整个生长季节均造成危害, 第 3、4 代幼虫危害成熟果实, 引起果实大量腐烂并造成严重经济损失。

关键词: 世界性害虫; 葡萄花翅小卷蛾; 生活史; 习性; 发生规律



开放科学标识码
(OSID 码)

The biological characteristics of a new invasive pest, *Lobesia botrana*

ADILI · Shataer¹, WANG Jie¹, LI Junfeng¹, GUO Wenchao^{2*}

¹School of Forestry and Landscape Architecture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

²The Key Laboratory of Agricultural Biosafety, Plant Protection Research Institute, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830091, China

Abstract: 【Aim】 In this study, we sought to determine the biological characteristics and annual population occurrence of the moth *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermuller), a newly invasive plant quarantine pest in China, and to provide a theoretical basis for its integrated control. 【Method】 We examined the living habits of *L. botrana* and the regularity of population occurrence in the field by means of fixed-point monitoring using sex pheromone attractants, enclosed rearing in the field, and artificial rearing indoors. 【Result】 At the study site in Turpan, Xinjiang, China, the moth annually completes five generations. During winter, it overwinters as a pupae beneath the bark of grape vines. Overwintering pupae commence emergence from the end of March to the beginning of April, coinciding with the opening of grape buds, with peak emergence occurring in early April, around the time of Tomb-Sweeping Day, and approaches completion by mid-April. During this time, overwintering adults lay eggs on flower buds. The first generation of larvae commences hatching in mid-April, and first-generation adults start emerging in mid-May, with the period of emergence ending in late May. Second-generation adults start to appear in late June, with peak emergence occurring in early July, whereas third-generation adults emerge at the end of July, with a peak emergence in early August, and fourth-generation adults emerge at the end of August, with a peak emergence in early September. In early October, the larvae of the subsequent overwintering generation begin to pupate, with most larvae preferentially pupating beneath the bark of old vine trees. Adult insects mostly engage in flying, feeding, mating, and oviposition behaviors during dusk. Overwintering adult females lay eggs on the sepals and buds of grape inflorescences. The

收稿日期(Received): 2023-11-17 接受日期(Accepted): 2023-12-29

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFC2601401)

作者简介: 阿地力·沙塔尔, 男, 教授。研究方向: 林业外来有害生物监测与防控。E-mail: adl1968@126.com

* 通信作者(Author for correspondence), 郭文超, E-mail: gwc1966@163.com

first- to third-generation females oviposit on the surface of grape fruits, whereas fourth-generation females oviposit on the tidbits of grape secondary openings. A single female lays between approximately 20 and 40 eggs. The first-generation larvae feed on grape tidbits, whereas those of the second to fourth generations cause damage to grape fruits and exhibit cannibalistic behavior. In terms of control, a sweet and sour solution comprising a mixture of brown sugar, vinegar, wine, and water (6 : 3 : 1 : 10) has been proven to have certain trapping and killing effects on adults. 【Conclusion】 In Turpan, there are five discrete non-overlapping generations of *L. botrana* within a single year. The overwintering generation is the largest in terms of population size. The duration of development for each generation and the different stages of the insect's life cycle shorten as the air temperature increases. The larvae pose a threat during the entire growing season of grapes, with the larvae of the third and fourth generations causing damage to ripened fruits, resulting in significant fruit decay and substantial economic losses.

Key words: cosmopolitan pests; *Lobesia botrana*; life history; habits; occurrence regularity

葡萄花翅小卷蛾 *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermuller), 属鳞翅目 Lepidoptera 卷蛾科 Tortricidae 花翅小卷蛾属 *Lobesia* (Fidelibus & Matthew, 2015), 是严重危害多种经济植物花和果实的世界性害虫, 于 2007 年 5 月 29 日被列入《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录》(中华人民共和国农业部, 2007)。葡萄花翅小卷蛾原产于意大利, 目前已传至欧洲绝大部分地区、亚洲的伊朗等部分地区、非洲的北部及西部、美国部分地区以及南美洲的智利等国家(白皎洋, 2021; 陈乃中, 2009; Fidelibus & Matthew, 2015; Gilligan *et al.*, 2011)。该虫主要危害葡萄 *Vitis vinifera* L.、大戟瑞香 *Daphne gnidium* L.、多种醋栗 *Ribes* spp.、橄榄 *Olea europea* L.、欧洲李 *Prunus domestica* L.、甜樱桃 *Prunus avium* L.、黑莓 *Rubus fruticosus* Pollich、猕猴桃 *Actinidia chinensis* Planch、柿 *Diospyrus kakis* L.、石榴 *Punica granatum* L.、迷迭香 *Rosmarinus officinalis* L. 等 27 科 40 余种植物(Ioriatti *et al.*, 2011)。葡萄花翅小卷蛾的发生代数与当地气候因素有密切关联, 如光照、温度等(Briere & Pracros, 1998)。据报道, 该虫在意大利 1 a 仅发生 3 代, 而在西班牙、希腊、土耳其等温暖地区地则发生 3~4 代(Thiéry, 2008; Thiéry *et al.*, 2014)。葡萄花翅小卷蛾是欧洲、北非、西亚等地葡萄上的主要害虫之一, 成虫交尾卵产于葡萄花序或果实上, 幼虫以啃食花芽或果实造成危害。在无管理的果园, 危害率高达 45%~92%(Roditakis, 1986), 给当地的葡萄产业造成巨大的经济损失。

萄花翅小卷蛾于 2014 年 6 月在新疆吐鲁番市高昌区葡萄园中首次被发现, 2015 年 9 月标本送至中国科学院动物研究所由武春生研究员鉴定。2016 年该害虫开始在吐鲁番市大面积发生, 据当地

林业和草原局数据显示, 仅 2016 年, 葡萄花翅小卷蛾对吐鲁番市的葡萄产业造成的经济损失达 4480 万元, 该虫发生区域葡萄产量损失 20%~50%, 严重区域甚至绝收。葡萄花翅小卷蛾的发生严重影响着吐鲁番市葡萄产业的发展, 若不加以严格防控, 任由其继续扩散蔓延, 将对全疆乃至全国的葡萄产业造成严重威胁(李俊峰等, 2017)。目前, 国内对该虫的相关研究暂未见报道, 本研究在吐鲁番市高昌区对该害虫进行调查研究, 以掌握其生活史、习性、田间发生规律等生物学特性, 为有效控制其危害提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与仪器

试验主要使用的仪器与设备: RTOP 系列智能人工气候培养箱(浙江托普仪器有限公司)、GXZ 智能光照培养箱(宁波江南仪器厂)、体式显微镜 SZX7(舜宇仪器有限公司)、电子天平 BS323S(赛多利斯有限公司)、三角形诱捕器(中捷四方生物科技股份有限公司)、性引诱剂诱芯(剂量为 0.8 mg, 中捷四方生物科技股份有限公司)、木质养虫箱(40 cm×20 cm×20 cm)、培养皿($\Phi=10$ cm)、玻璃烧杯(500 mL)、无菌纱布、镊子、毛笔、养虫笼(15 cm×10 cm×8 cm)等。

1.2 试验地概况

气候条件: 试验地设在吐鲁番市高昌区亚尔镇戈壁村葡萄园中(危害率 $\geq 30\%$)(42°96'34"N, 89°19'84"E), 属典型的大陆性干旱荒漠气候, 冬季寒冷, 夏季高温炎热。吐鲁番市年积温 5956 °C, 大于 10 °C 积温 5372.5 °C, 无霜期 224 d, 全年温度以 1 月最冷, 7 月最热, 温度年较差 40~47.5 °C。冬季最低温度 -25.2 °C、夏季最高温度可达 47.7 °C, 平均炎热日数(最高温度 ≥ 35 °C 日数)为 98 d; 酷热

日数(最高温度≥40℃日数)为34 d左右,昼夜温差可达20℃,平均年降水16.6 mm,平均年蒸发量2844.9 mm,RH为30%左右;全年总日照时数平均为3056.4 h,年总日照时数最多达3349.6 h,最少2829.7 h,年日照百分率69%。6级以上大风(风速≥17.0 m·min⁻¹)日数,年平均80.3 h。

栽培模式和主要葡萄品种:栽植方式以棚架式(“厂”字形)为主,行距为3.5~5.0 m,树龄为10~20 a生。主要葡萄品种有无核白、无核白鸡心、淑女红、火焰无核、吐鲁番红葡萄、马奶子、波尔莱特等7大品种,以无核白品种为主。

1.3 生活史及习性观察

2015年—2016年连续2 a从3月中旬开始从野外采集受害的带虫葡萄花序,以每块样地为单位,置于15 cm×10 cm×8 cm养虫笼内,在室内恒温条件[(26±1)℃,60%±5% RH,16L:8D]下饲养,观察葡萄花翅小卷蛾各虫态的发育历期、习性、交尾及产卵等特点。

2016年3—10月,在葡萄花翅小卷蛾发生较严重的高昌区亚尔镇戈壁社区葡萄园中,选取10~15 a生无核白葡萄园,葡萄架高度在1.85 m左右,建设一座网室(3.5 m×2.5 m×2.0 m),四周用钢条支撑,铁丝网罩于葡萄树(品种为无核白)上,网室底部埋入土中。定点、定时观察记录葡萄花翅小卷蛾在室外条件下的生长发育、各虫态习性、数量变化等生物学特性及危害情况。

1.4 田间发生动态监测

在高昌区亚尔镇戈壁村隔壁葡萄庄园附近,选取一块27 hm²样地,每1 hm²地悬挂一只装有葡萄花翅小卷蛾性引诱剂的三角形诱捕器,共计27套;三角型诱捕器悬挂在葡萄架2/3处,悬挂高度距地面1.5 m。自2016年3月20日—9月30日,每日8:00准时监测记录每个诱捕器诱捕到的成虫数量,及时清理粘虫板上的死虫、杂物。

1.5 葡萄花翅小卷蛾对糖醋液的趋性

配置不同比例的糖醋液:配方A(糖:醋:酒:水=5:20:5:80)、配方B(糖:醋:酒:水=5:10:2:50)、配方C(糖:醋:酒:水=6:3:1:10)、配方D(糖:醋:酒:水=1:4:0:10)、配方E(糖:醋:酒:水=7:3:6:10)、配方F(糖:醋:酒:水=1:10:0:70)。将诱捕器放置在亚尔镇试验地内,每个诱捕器中装入250 mL

的药液,诱捕器高度距离地面1.5 m,不同类型糖醋液5个为一组,确定30个诱捕器的放置点。不同类型的诱捕器做好标记,随机排列,定点观测。每天观察一次,3 d更换一次药液,记录试验数据。

1.6 数据统计与处理

采用Excel 2010、SPSS 21分析数据并作图。

2 结果与分析

2.1 年生活史

葡萄花翅小卷蛾在吐鲁番市高昌区1 a发生5代,以蛹在枯枝落叶中、果实内、藤皮下或土壤缝隙中结茧化蛹越冬。越冬蛹第二年的3月底—4月初(葡萄开墩)开始羽化,4月上旬为羽化高峰期(清明节前后),4月中旬为羽化末期。越冬代成虫产卵于花芽上,在4月8日首次发现,在温度24~32℃内,平均卵期为5~6 d;4月中旬幼虫开始孵化,低龄幼虫在取食花芽串后,在其上吐丝结网,幼虫10~15 d后在花芽上或卷叶边内化蛹;蛹期为8~12 d;第1代成虫5月中旬开始羽化,5月下旬结束,高峰期为5月20日—25日。第2代成虫6月下旬开始出现,羽化高峰期为7月上旬;第3代成虫从7月底开始羽化,8月5日—10日为羽化高峰期;第4代成虫从8月底—9月初开始羽化,9月5日—10日为羽化高峰期,越冬代幼虫10月上中旬开始化蛹越冬。该虫各世代划分明显,越冬代发生数量最大,无世代重叠现象(表1)。

2.2 习性

2.2.1 成虫习性 该虫的飞行、取食、交配、产卵等活动多发生在黄昏(北京时间8:00左右),阴雨、刮风天成虫不活动或活动量少。室内饲养条件下成虫寿命约为7 d。成虫羽化时间多在黄昏至夜间进行,少有白天羽化;刚羽化的成虫,并不能立即起飞,停留在蛹壳附近,行动迟缓,展翅需15~30 min,翅膀完全展开后即可起飞,湿度较低情况下部分成虫羽化后出现畸形而不能展翅。

成虫多在夜间活动,羽化当日并不立即交配,1 d后以对尾方式进行交配,日落黄昏前后(20:00—23:00)尤为活跃。多数雌虫一生只交配一次,但雄虫可多次交配,每次交尾时间为20~30 min。

越冬代成虫卵产于葡萄花絮萼片以及花蕾上;第1、2、3和4代成虫产卵于果实上,秋季世代将卵产在二次开花的花絮上。卵单产,单雌产卵量20~40粒。卵期6~9 d,孵化率可达90%以上。

表 1 葡萄花翅小卷蛾生活史(吐鲁番市高昌区,2016)
Table 1 Annual life of *L. botrana* (IDIKUT, 2016)

世代 Generation	1—3 月 January-March			4 月 April		5 月 May		6 月 June		7 月 July		8 月 August		9 月 September		10 月 October		11—12 月 November-December	
	上 The first ten days	中 The middle ten days	下 The last ten days	上 The first ten days	中 The middle ten days	下 The last ten days	上 The first ten days	中 The middle ten days	下 The last ten days	上 The first ten days	中 The middle ten days	下 The last ten days	上 The first ten days	中 The middle ten days	下 The last ten days	上 The first ten days	中 The middle ten days	下 The last ten days	
越冬代 Overwinter generation	(○) (○) (○)	(○) (○) (○)	+	+	+														
第一代 First generation	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
第二代 Second generation																			
第三代 Third generation																			
第四代 Fourth generation																			
越冬代 Overwinter generation																			

(○):越冬蛹;●:卵;~:幼虫;○:蛹;+:成虫。
(○): Winter pupa; ●: Egg; ~: Larvae; ○: Pupa; +: Adult.

2.2.2 幼虫危害习性 第 1 代幼虫取食葡萄花序,初孵幼虫食量较小,在花蕾周围吐丝结网,致使相邻周边花序簇拥,呈“球形”,受害的花序萎蔫干枯脱落,严重影响座果率,幼虫不仅危害钻蛀花蕾,部分甚至会钻蛀到花轴中取食,老熟幼虫在花絮上吐丝结网化蛹。第 2 代幼虫危害葡萄幼果,具有转果危害习性,受害果实腐烂,一头幼虫可危害 2~3 粒果实,最多达到 4 粒,且喜选择阴面果实危害,虫道不规则,受害果实果肉被蛀空并有大量虫粪,蛀孔周围易变黑腐烂,大量提早萎缩而脱落,老熟幼虫多在干瘪的果实内化蛹。第 3 代幼虫发生期为 7 月,危害成熟果实,其危害最大,受害果实大量腐烂。第 4 代幼虫主要危害成熟果实,幼虫的危害为灰霉和黑曲霉等真菌的侵入提供有利条件,导致受害果实大量变黑腐烂。第 5 代幼虫危害二次开花的花絮或田间遗留的果实,每枚病果中仅有一头幼虫。室内饲养条件下幼虫发育历期为 8~10 d,并且幼虫对外界刺激反应尤为强烈,受惊后,身体剧烈摆动,活动敏捷,爬行速度快。幼虫具自相残杀的习性。

2.2.3 化蛹习性 老熟幼虫在化蛹前的 1~2 d 停止取食,并吐丝结茧,整个过程大约持续 10 h。化蛹结茧多选择隐蔽场所,室内饲养条件下蛹期为 8 d 左右。第 1 代幼虫多在花絮中化蛹;第 2 代~第 4 代老熟幼虫主要在葡萄果串深处果梗缝隙以及干瘪果实中化蛹。越冬代幼虫一般转移至葡萄藤皮或枯枝落叶中化蛹越冬。

在田间对越冬场所进行调查,采集越冬蛹数共计 305 头,其中在葡萄枝干藤皮上越冬蛹占所调查成虫数的 94.75%,其中在树干基部以上区(0.5~2.0 m)所采集蛹数占总数 89.18%,树干基部(0.5 m 以下)仅占 5.57%。在树下枯枝落叶、土缝中的越冬蛹仅占所调查总数的 2.30%和 3.00%。在调查过程中,树龄 10 a 以上所发现越冬蛹数量明显多于树龄在 5 a 以下的。

2.2.4 成虫对糖醋液的趋性 通过试验发现,葡萄花翅小卷蛾对糖醋液具有一定的趋性,不同的配方也造成了不同的引诱效果(表 2)。其中,配方 C 的引诱效果略强于其他配方,引诱葡萄花翅小卷蛾成虫数较多,5 个诱捕器总共诱集 64 头;配方 D 与配方 E 差别不大,但也具有一定的引诱效果,诱集总

数分别是 20、26 头;配方 A 诱集数较少,仅 3 头。所以引诱效果由强到弱依次为 C>E>D>F>B>A。

表 2 葡萄花翅小卷蛾糖醋趋性对比

Table 2 Comparison of glutinous and vinegar in *L. botrana*

编号 Number	总平均数±标准误 Total mean±standard error	单日最高诱捕量/头 Maximum daily trap
A	0.6±0.548d	1
B	1.0±0.707d	1
C	12.8±1.924a	4
D	4.0±1.225c	2
E	5.2±0.837bc	1
F	1.2±0.837b	1

不同小字母表示 0.05 水平上差异显著。
The different lowercase letters indicated significant difference at 0.05 level.

2.3 田间发生规律

2016 年 3 月 30—至 9 月 26 日,通过不间断地以葡萄花翅小蛾性信息素诱捕器监测其在高昌区的发生动态(图 1):3 月 30 日越冬代成虫开始羽化,当日单个诱捕器最高诱捕量为 17 头,成虫羽化出现 2 个亚高峰期,分别为 4 月 5 日和 4 月 8 日,这与清明节前后温度变化及大风天气有关。高峰期单个诱捕器诱捕量最高达 186 头,该世代也是诱集成虫数量最多;第 1 代成虫的发生期为 5 月 13 日—5 月 31 日,羽化高峰为 5 月 25 日,单个诱捕数最高为 10 头,与越冬代成虫数量相比,第 1 代成虫发生数量较低,并且在田间完成第 1 代的历期约为 40 d 右;第 2 代成虫发生期为 6 月 27 日—7 月 18 日,6 月 29 日为成虫羽化高峰,单个诱捕数最高达 28 头,完成第 2 代的历期约为 35 d;第 3 代成虫发生期为 7 月 28 日—8 月 25 日,8 月 1 日为第 3 代羽化高峰,单个诱捕数最高达 53 头,完成第 3 代的历期为 30 d 左右;9 月 1 日—9 月 16 日为第 4 代成虫发生期,9 月 4 日为羽化高峰,单个诱捕数最高达 88 头,相比前几代成虫发生期,该世代成虫发生期最短,完成第 4 代的历期为 25~30 d。可见,该虫越冬代成虫发生数量最大,随温度升高各世代和虫态的发育历期缩短,而无世代重叠现象。

3 讨论

国外文献报道葡萄花翅小卷蛾主要危害等 27 科 40 余种寄主植物,其中以葡萄为主(Ioriatti *et al.*, 2011)。目前,在新疆吐鲁番市,葡萄花翅小卷蛾只危害葡萄,尚未在其他寄主上发现该虫危害。

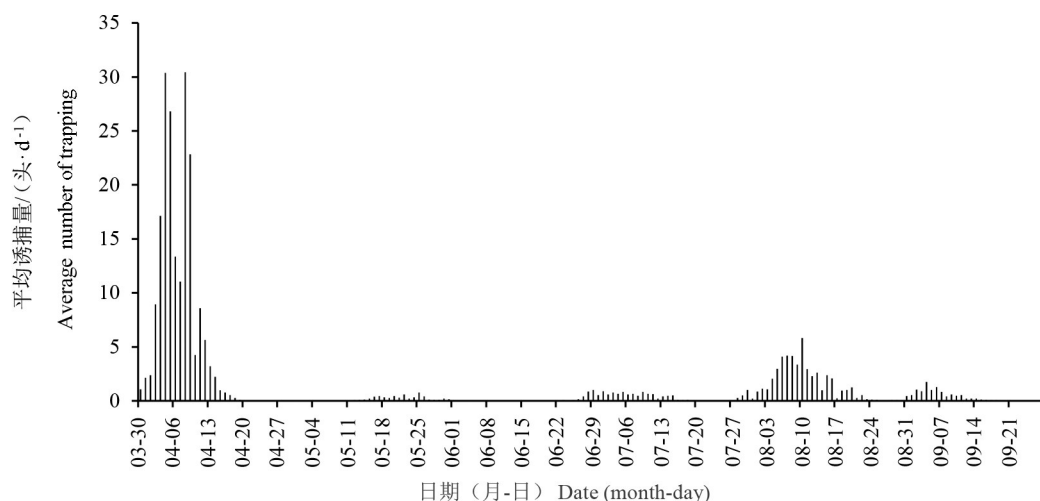


图 1 葡萄花翅小卷蛾成虫在的消长动态(吐鲁番高昌区,2016)

Fig.1 The growth and decline of *L. botrana* adult (IDIKUT, 2016)

葡萄花翅小卷蛾 1 a 可发生一至多代,在北欧部分地区 1 a 发生 2 代,南欧部分地区 1 a 发生 3 代,而西班牙(Ozlem,2014)、希腊(Rezwani,1981)、土耳其(陈乃中,2009)、约旦、埃及等地区 1 a 则可发生 3~4 代;Vassiliou (2009)报道该虫在西班牙当地年发生 3~4 代,第 4 代为不完整世代(Vassiliou, 2009);而在我国新疆吐鲁番地区 1 a 发生 5 代。葡萄花翅小卷蛾在意大利北部地区 4 月底 5 月初越冬蛹羽化为成虫,于 7 月葡萄果实收获后在枯枝落叶、杂草、葡萄藤皮及土壤缝隙中结茧化蛹越冬(Zangheri *et al.*, 1992)。我国吐鲁番的葡萄花翅小卷蛾于 3 月下旬—4 月上旬越冬蛹羽化为成虫,由于吐鲁番的葡萄有二次开花的习性,所以在 9 月初吐鲁番地区的葡萄全部采收完之后,葡萄花翅小卷蛾最后一代幼虫继续危害第二次的花穗。由此可见,在不同地区,由于温度、光照、湿度的不同,葡萄花翅小卷蛾的发生代数存在差异。

本文观察发现,葡萄花翅小卷蛾成虫产卵一般为单产,但个别出现 2~3 粒堆产的现象,室内饲养卵量为 20~40 粒左右,与牛春敬等(2013)所报道成虫卵单产,产卵量为 80~140 粒有出入。而在吐鲁番,春季第 1 代幼虫在越冬代成虫产卵 6 d 后便出现,夏季卵期最多可缩短至 3 d 左右,蛹期为 8~12 d;同时,越冬代的蛹期时间也相对较短,在吐鲁番为 160 d 左右;与牛春敬等(2013)报道的 12~15 d 和 Zangheri *et al.* (1992)报道在意大利北部越冬蛹期为 180 d 左右皆有不同。

室内饲养观察发现,幼虫有相互残杀的现象,

这与 Torres-Vila *et al.* (2005)介绍的幼虫具有强烈种间竞争有一定的关联性。Moschos *et al.* (2004)将红酒、醋、糖按照 94 : 4 : 2 的比例引诱葡萄花翅小卷蛾,雌虫怀卵率达 90% 以上。Roditakis (1986)在葡萄表面涂抹苏云金芽孢杆菌和糖醋液(水 1 : 醋 6% : 糖 0.94 g)分别喂养幼虫,涂抹苏云金芽孢杆菌的葡萄喂养幼虫后,幼虫死亡率达到 92%。Torres-Vila *et al.* (2005)将糖醋液配方进行了改良(红酒 600 mL,醋 150 mL,蔗糖 400 g)。本研究发现,糖醋液配方为红糖 : 醋 : 酒 : 水 = 6 : 3 : 1 : 10 时有一定的诱杀效果。可见,糖醋液可以利用葡萄花翅小卷蛾雌虫产卵行为引诱其雌成虫。

参考文献

- 白皎洋, 赵俊凝, 王康, 陈茂华, 2021. 基于转录组的葡萄花翅小卷蛾三类解毒酶基因家族分析. 生物安全学报, 30(1): 29-35, 60.
- 陈乃中, 2009. 中国进境植物检疫性有害生物——昆虫卷. 北京: 中国农业出版社.
- 李俊峰, 阿地力·沙塔尔, 喻峰, 买合木提·尼亚孜, 2017. 世界性害虫葡萄花翅小卷蛾入侵我国的风险分析. 生物安全学报, 26(1): 52-57.
- 牛春敬, 刘勇, 廖芳, 2013. 检疫性有害生物——葡萄花翅小卷蛾. 检验检疫学刊, 23(5): 57-59.
- 中华人民共和国农业部, 2007. 农业部公告第 862 号. (2007-05-28) [2023-12-02]. <http://www.moa.gov.cn/sjzz/zhongzhiye/zhifa/201006/P020100606580512831468.doc>.
- BRIERE J F, PRACROS P, 1998. Comparison of temperature-dependent growth models with the development of *Lobesia bo-*

- trana (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*, 27: 94–101.
- FIDELIBUS, MATTHEW, 2015. Table grape meetings in chile and australia focus on quality. *Western Fruit Grower*, 135(1): 1.
- GILLIGAN T M, EPSTEIN M E, PASSOA S C, POWELL J A, SAGE O C, BROWN J W, 2011. Discovery of *Lobesia botrana* (Denis & schiffermüller) in california; an invasive species new to north america (Lepidoptera: tortricidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 113 (1): 14–30.
- IORIATTI C, ANFORA G, TASIN M, 2011. Chemical ecology and management of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(4): 1125–1137.
- MOSCHOS T, SOULIOTIS C, BROUMAS T, KAPOTHANASSI V, 2004. Control of the European grapevine moth *Lobesia botrana*, in Greece by the mating disruption technique: a three-year survey. *Phytoparasitica*, 32(1): 83–96.
- OZLEM A F, 2014. New approaches for the management of European grapevine moth (*Lobesia botrana* Den. & Schiff.). *EDP Sciences*, 3: 01009.
- REZWANI A, 1981. Biology and ecology of the grapefruit moth (*Lobesia botrana* schiff.) in the tehran region. *Entomologie et Phytopathologie Appliquees*, 49(1): 35–43.
- RODITAKIS N E, 1986. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki on the grape berry moth *Lobesia botrana* Den. and Shiff. (Lepidoptera, Tortricidae) under field and laboratory conditions in Crete. *Entomologia Hellenica*, 4 (2): 31–35.
- THIÉRY D, 2008. *Les tordeuses nuisibles à la vigne*. Bordeaux: Féret Publication.
- THIÉRY D, MONCEAU K, MOREAU J, 2014. Different emergence phenology of european grapevine moth (*Lobesia botrana*, lepidoptera: Tortricidae) on six varieties of grapes. *Bulletin of Entomological Research*, 104(3): 277–287.
- TORRES-VILA L, RODRÍGUEZ-MOLINA M C, MC MINN M, 2005. Larval food source promotes cyclic seasonal variation in polyandry in the moth *Lobesia botrana*. *Behavioral Ecology*, 16(1): 114–122.
- VASSILIOU V A, 2009. Control of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in vineyards in cyprus using the mating-disruption technique. *Crop Protection*, 28(2): 145–150.
- ZANGHERI S, BRIOLINI G, CRAVEDI P, 1992. *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) // *Lepidotteri dei fruttiferi e della vite*. Milan, Italy: 85–88.

(责任编辑:郭莹)