

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.20250037

# 温度对葡萄花翅小卷蛾生长发育的影响

李岚洁<sup>1,2</sup>, 罗紫薇<sup>1</sup>, 阿地力·沙塔尔<sup>1\*</sup>, 郭文超<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>新疆农业大学林学与风景园林学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; <sup>2</sup>新疆生产建设兵团林业和草原工作总站, 新疆 乌鲁木齐 830003; <sup>3</sup>新疆农业科学院植物保护研究所, 农业部西北荒漠绿洲作物有害生物综合治理重点实验室, 新疆农业生物安全重点实验, 新疆 乌鲁木齐 830091

**摘要:**【目的】明确温度对葡萄花翅小卷蛾生长发育的影响,探究短时高温胁迫对各虫态历期和存活率的影响,为其种群动态的预测预报和可持续控制提供依据。【方法】在5个恒温(24、27、30、33和36℃)条件下研究温度对葡萄花翅小卷蛾幼虫和蛹的存活率及成虫交配、产卵等的影响,在5个高温梯度(33、36、39、42和45℃)条件下分别处理30、60、90 min,研究葡萄花翅小卷蛾各虫态经历高温胁迫后的发育历期及存活情况。【结果】随着温度的升高,幼虫和蛹的存活率逐渐下降;雌成虫在27℃单雌平均产卵量最多,达(21.12±3.45)粒,在36℃单雌平均产卵量最少,仅(6.8±2.44)粒。高温处理(33~45℃)葡萄花翅小卷蛾各虫态,化蛹率、羽化率及成虫存活率随温度的升高而降低,与处理时间的长短影响不显著,5日龄成虫耐高温能力较其他日龄强。成虫在高温45℃历经90 min,仍有17.5%存活。33~39℃各虫态的存活率均能达到85%以上;蛹和成虫的发育历期随着温度的升高而缩短,且同一处理温度随处理时间的延长蛹和成虫历期缩短。【结论】27℃幼虫存活率最高,30℃蛹的存活率最高,表明27~30℃为葡萄花翅小卷蛾生存的适宜温度,临界高温范围为42~45℃,短时高温处理对葡萄花翅小卷蛾的生长发育和存活会产生不利影响,但葡萄花翅小卷蛾具有较强的耐高温能力,一定程度上高温会促使其加速成长。

**关键词:** 葡萄花翅小卷蛾; 温度; 生长发育

## Effects of temperature on the growth and development of *Lobesia botrana*

LI Lanjie<sup>1,2</sup>, LUO Ziwei<sup>1</sup>, ADIL · Sattar<sup>1\*</sup>, GUO Wenchao<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>College of Forestry and Landscape Architecture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

<sup>2</sup>Forestry and Grassland Work station of Xinjiang Production and Construction Corps, Urumqi, Xinjiang 830003, China;

<sup>3</sup>Institute of Plant Protection, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northwestern Oasis, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Xinjiang Key Laboratory of Agricultural Bio-safety, Urumqi, Xinjiang 830091, China

**Abstract:**【Aim】 This study clarifies the effects of temperature on the growth and development of *Lobesia botrana* and explores the effects of short-term high temperature stress on the duration and survival rate of insects at various stages, aiming to provide a basis for the prediction and sustainable control of the population dynamics of this insect species.【Method】 The effects of temperature on the survival rate, adult mating, and spawning of the larvae and pupae of *L. botrana* were studied under five constant temperature conditions (24, 27, 30, 33, and 36 °C). In addition, after treatment at 5 high temperature gradients (33, 36, 39, 42, and 45 °C) for 30, 60, and 90 min, the developmental duration and survival of *L. botrana* were studied under high temperature stress.【Result】 The survival rate of larvae and pupae gradually decreased as the temperature rose. The average number of eggs laid by a single female at 27 °C was the highest, reaching 21.12±3.45, and that at 36 °C was the lowest (6.8±2.44). Under high temperature treatment (33-45 °C), the larval pupation rate, pupal emergence rate, and adult survival rate decreased with the increase in temperature, and the treatment time did not exert significant effect. The 5-day-old adults showed stronger tolerance to high temperatures than those of other days, and 17.5% of the adults survived after being treated at 45 °C for 90 min. The survival rate of insects at

收稿日期(Received): 2025-03-18 接受日期(Accepted): 2025-08-13

基金项目: 新疆维吾尔自治区重大科技专项(2023A02006)

作者简介: 李岚洁, 女, 硕士研究生。研究方向: 林业外来有害生物监控。E-mail: 1207854467@qq.com

\* 通信作者(Author for correspondence), 阿地力·沙塔尔, E-mail: adl1968@126.com; 郭文超, E-mail: gwc1966@163.com

each stage reached more than 85% at 33-39 °C. The developmental periods of adults and pupae shortened as the temperature increased. At the same temperature, the developmental periods of adults and pupae shortened with the extension of treatment time. 【Conclusion】 The larval survival rate is the highest at 27 °C, and the pupal survival rate is the highest at 30 °C, indicating that 27-30 °C is a suitable temperature range for the survival of *L. botrana*. The critical high temperature range is 42-45 °C. The short-term high temperature treatment will adversely affect the growth, development, and survival of *L. botrana*. However, *L. botrana* has strong tolerance to high temperatures, and high temperature treatment will accelerate its growth to a certain extent.

**Key words:** *Lobesia botrana*; temperature; growth and development

葡萄花翅小卷蛾 *Lobesia botrana* (Schiff.) 属鳞翅目 Lepidoptera 卷蛾科 Tortricidae 花翅小卷蛾属 *Lobesia* (Denis & Schiffermüller, 1775), 为严重危害多种经济植物花和果实的世界性害虫(中华人民共和国农业部, 2007)。该虫原产于意大利, 现已传至全欧洲、非洲北部和西部、亚洲的西部和东部地区、美国部分地区(陈乃中, 2009)以及南美洲的智利(Fidelibus, 2015)。2015年9月该虫在我国新疆吐鲁番市亚尔乡首次发现, 对吐鲁番市的葡萄产业和林果业造成严重损失(何春娟, 2012)。

昆虫个体生长发育与种群繁育均受周围环境的影响, 尤其是食物、温度、湿度、风等的影响更为直接。温度对葡萄花翅小卷蛾的卵、幼虫和蛹的生长发育影响较大。Briere & Pracros (1998) 明确葡萄花翅小卷蛾发育的最佳温度在 28~30 °C, 可生存的上下极限为 8~12 °C 和 32~34 °C。Maleki *et al.* (2016) 研究证实, 饲养在 5 和 35 °C 下的葡萄花翅小卷蛾无法繁殖发育, 在 10、15 和 32 °C 下无法成功交配, 在 30 °C 下幼虫发育历期整体减少, 25 °C 是成虫繁殖的最佳温度。

温度是影响昆虫种群数量变动最重要的生态因子之一(李艳红等, 2014), 高温对蛾类昆虫最直接的影响即对昆虫的致死作用, 当温度达到致死温区后, 昆虫开始表现为休克, 继续处理或升高温度后昆虫将很快死亡。Kiaecian *et al.* (2017) 报道高温对葡萄花翅小卷蛾的卵和初孵幼虫的死亡率影响显著。但未见高温胁迫对其生理生化机制的影响。

本试验研究了不同温度对葡萄花翅小卷蛾各虫态生长发育的影响, 探讨了幼虫、蛹和成虫在吐鲁番极端高温下的敏感性, 确定其生长发育的最适温区, 旨在为其种群动态的预测预报和可持续控制提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

RTOP 系列智能人工气候培养箱(温度误差

±0.5 °C, 浙江托普仪器有限公司)、佳能照相机、解剖镜、试管、滤纸、培养皿、离心管(50 mL)、养虫盒(17.5 cm × 12 cm × 7 cm)、硫酸纸(120 mm × 120 mm)、纱布、皮筋、人工饲料等。

### 1.2 供试虫源

在新疆吐鲁番市葡萄花翅小卷蛾发生严重的葡萄 *Vitis vinifera* L. 园采集带幼虫的葡萄烂果, 带回实验室建立种群饲养。饲养方法: 从带虫葡萄中分离出幼虫, 按龄期分别放入不同的养虫盒内, 以新鲜配制的人工饲料(中捷四方)饲养。养虫盒用纱布封口, 并在盒盖上扎孔盖上, 以防幼虫逃逸并保持盒内氧气充足。待老熟幼虫移动至纱布上结茧化蛹, 将每天收集的蛹置于养虫笼(20 cm × 20 cm × 40 cm)内直至羽化为成虫。按雌: 雄 = 1: 1 的比例取 24 h 内羽化的成虫, 以 10 对为一组放入养虫笼中进行配对和产卵。养虫笼内提供蘸有纯净水的新鲜棉球为成虫补充水分, 每隔 1 d 更换一次。孵化出的幼虫作为供试虫源。

### 1.3 试验方法

1.3.1 温度对葡萄花翅小卷蛾幼虫和蛹的影响  
用毛笔轻轻挑取初孵幼虫(12 h 内孵化幼虫), 接入放有人工饲料的养虫管中, 尼龙网纱布封口, 单头饲养, 分别放入 24、27、30、33 和 36 °C (误差为 ±0.5 °C) 5 个恒定温度的人工气候培养箱中, 培养条件: 相对湿度均为 (45 ± 5)%, 光照时数 14 L: 10 D。每处理不少于 30 头初孵幼虫, 重复 3 次。待整个幼虫期和蛹期结束, 记录幼虫存活率和羽化率。

1.3.2 温度对葡萄花翅小卷蛾成虫生殖力的影响

把羽化 1~2 d 的成虫按 ♀: ♂ = 1: 1 的比例配对后在装有人工饲料的养虫盒内饲养, 分别放入 24、27、30、33 和 36 °C (误差为 ±0.5 °C) 5 个恒定温度的人工气候培养箱中, 培养条件同 1.3.1, 每个处理 20 对成虫。保持养虫盒内的水分和湿度, 饲养到雌雄成虫全部死亡, 记录雌虫产卵量、卵大小及成虫死亡的数量、时间。

1.3.3 短期高温对葡萄花翅小卷蛾幼虫、蛹和成虫的影响 试验所用的虫源均采自人工气候箱内饲养的试验种群(RH45%,光照14 h)。高温处理在人工气候箱中进行,每盒10头供试虫,重复3次。设置5个温度梯度(33、36、39、42和45℃),每个温度下幼虫、蛹和成虫分别处理30、60、90 min。处理结束后置于28℃下24 h后调查其存活情况。用毛笔触碰虫体,若不移动则视为死亡。另取30头幼虫、蛹和成虫一直饲养在28℃、相对湿度(45±5)%、L:D=14:10条件下,用来校正各虫态的发育历期。试验过程记录葡萄花翅小卷蛾的蛹、成虫历期及存活情况、羽化率,测定其临界高温值。

#### 1.4 试验数据处理

使用SPSS 20.0统计软件处理试验数据,不同恒温下葡萄花翅小卷蛾成虫的寿命及与生殖力有关的数值用新复极差法(Duncan's)进行差异显著性检验。计算公式如下:

$$\text{蛹存活率}/\% = \frac{\text{对照羽化率} - \text{处理羽化率}}{1 - \text{对照羽化率}} \times 100$$

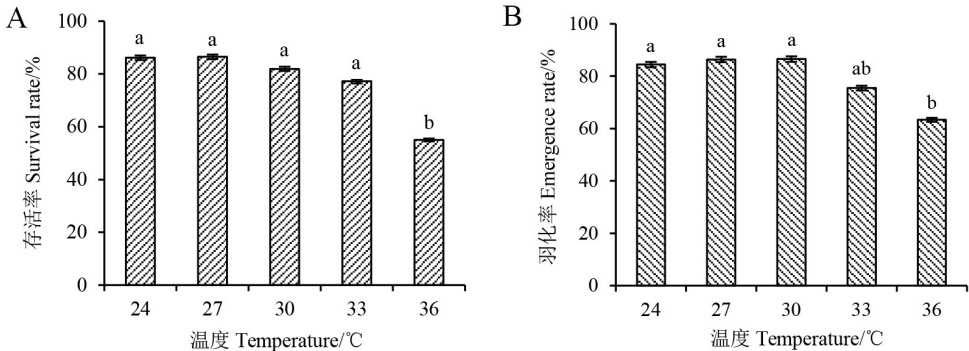


图1 不同温度下葡萄花翅小卷蛾幼虫的存活率(A)和羽化率(B)

Fig.1 Survival rate of larvae (A) and emergence rate (B) of *L. botrana* at different temperatures

不同小写字母表示在  $P < 0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P < 0.05$  level.

#### 2.2 温度对葡萄花翅小卷蛾成虫生殖力的影响

由图2可知,不同温度下雌虫产卵量差异显著( $P < 0.05$ )。27℃下单雌平均产卵量最多,达(21.12±3.45)粒,36℃下单雌平均产卵量最少,仅(6.8±2.44)粒,其他温度对雌虫产卵量影响不大。

测量不同温度处理卵卡上的卵粒大小,结果显示,不同温度下葡萄花翅小卷蛾卵粒大小差异显著( $P < 0.05$ )。其中,33℃下的卵粒最大,长径达1.02 mm,宽径达0.92 mm;36℃下的卵粒最小,长径为0.62 mm,宽径为0.53 mm。

$$\text{成虫存活率}/\% = \frac{\text{处理前虫口数} - \text{死亡虫口数}}{\text{处理前虫口数}} \times 100$$

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对葡萄花翅小卷蛾幼虫和蛹的影响

由图1A可知,36℃下葡萄花翅小卷蛾幼虫的存活率与其他温度的存活率相比差异显著( $P < 0.05$ ),但24~33℃内存活率差异不显著。随着温度的升高幼虫存活率逐渐下降,36℃下幼虫存活率最低,仅55%,27℃下幼虫存活率最高,达到86.49%,说明葡萄花翅小卷蛾幼虫对高温的适应能力更弱。

由图1B可知,不同温度梯度下葡萄花翅小卷蛾羽化率差异显著( $P < 0.05$ )。在24~30℃内,随着温度的升高羽化率上升,但随着高温的影响羽化率有所下降,在30℃时葡萄花翅小卷蛾羽化率最高,达86.54%,表明30℃下是葡萄花翅小卷蛾蛹生存较为适宜的温度。

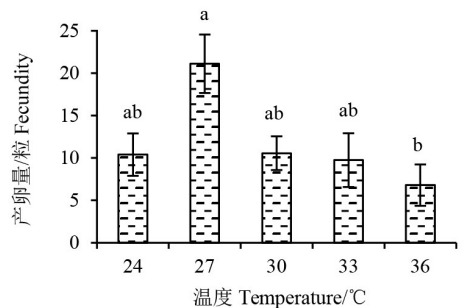


图2 不同温度下葡萄花翅小卷蛾的产卵量

Fig.2 Fecundity of *L. botrana* at different temperatures

不同小写字母表示在  $P < 0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P < 0.05$  level.

表 1 不同温度下葡萄花翅小卷蛾卵径大小

Table 1 Egg diameter of *L. botrana* at different temperatures

温度 Temperature/°C	长径 Long diameter/mm	宽径 Wide diameter/mm
24	0.87±0.06ab	0.79±0.05ab
27	0.81±0.02abc	0.77±0.02ab
30	0.73±0.05bc	0.66±0.04bc
33	1.02±0.17a	0.92±0.16a
36	0.62±0.05c	0.53±0.06c

不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P<0.05$  level.

### 2.3 短时高温处理对葡萄花翅小卷蛾化蛹率的影响

不同时间高温处理对葡萄花翅小卷蛾化蛹率

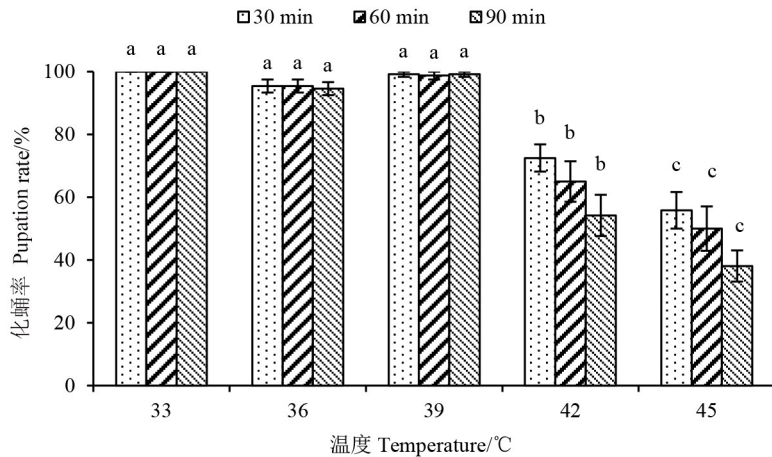


图 3 短时高温处理下葡萄花翅小卷蛾的化蛹率

Fig.3 The pupation rate of *L. botrana* at short-term and high temperature

不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P<0.05$  level.

### 2.4 短时高温处理对葡萄花翅小卷蛾蛹的影响

不同温度处理下葡萄花翅小卷蛾蛹的发育历期不同(图 4),方差分析结果[温度 ( $F_{5,68} = 16.972$ ,  $P<0.05$ ),时间 ( $F_{2,64} = 4.759$ ,  $P<0.05$ )]表明,温度和时间处理对葡萄花翅小卷蛾蛹发育历期影响显著。高于 42 °C 处理葡萄花翅小卷蛾蛹历期显著低于处理温度在 39 °C 以下,其中,42 °C 处理下发育历期缩短到 3~5.33 d,且同一处理温度随处理时间的延长蛹发育历期缩短。33 °C 处理 30 min,蛹历期略长于 CK (28 °C),其余不同处理时间不同温度下的蛹历期均短于 CK。该研究结果表明,葡萄花翅小卷蛾蛹有极强的耐高温性,在 45 °C 处理 90 min 仍可完成羽化;短时的高温处理能促进葡萄花翅小卷

的影响见图 3,结果表明,随着处理温度的升高,葡萄花翅小卷蛾的化蛹率降低,在 33~39 °C 下差异不显著,且存活率多为 100%;42~45 °C 时存活率显著降低,存活率在 35%~75%。同一温度下,随着处理时间的延长葡萄花翅小卷蛾的化蛹率降低,当温度在 33~39 °C 下差异不显著;45 °C 处理 90 min,化蛹率最低,为 38.09%。处理时间长的化蛹率明显低于处理时间短的:42 °C 处理 30 min,化蛹率为 72.5%;42 °C 处理 60 min,化蛹率为 65%;42 °C 处理 90 min,化蛹率为 54.21%。

蛾提前羽化,该试验结果对葡萄花翅小卷蛾发生期的预测有重要意义。

不同温度处理下葡萄花翅小卷蛾蛹羽化率不同(图 5),表明温度处理对葡萄花翅小卷蛾蛹羽化率有显著影响,但时间处理间无显著影响。33~36 °C 温度处理下葡萄花翅小卷蛾蛹羽化率均在 85% 以上,且随处理时间延长呈现下降趋势。当温度升高到 45 °C 时葡萄花翅小卷蛾蛹羽化率明显降低,且随处理时间延长呈现下降趋势,45 °C 处理 30 min,羽化率为 89.25%;45 °C 处理 60 min,羽化率为 75.83%;45 °C 处理 90 min,羽化率为 54.17%。结果表明,葡萄花翅小卷蛾蛹具有较广的生态幅,在 33~42 °C 下均能保持较高的羽化率。

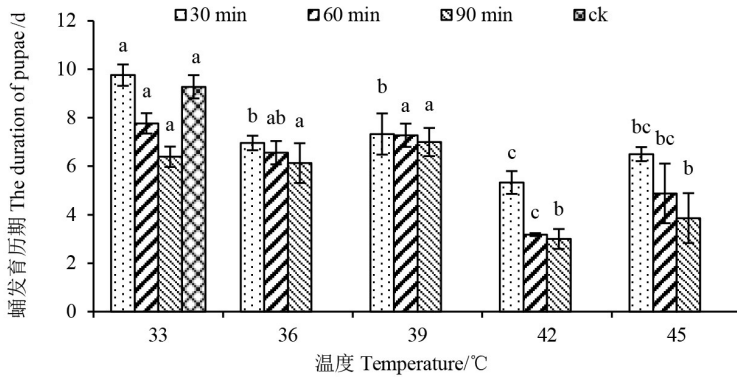


图 4 短时高温处理下葡萄花翅小卷蛾蛹的历期

Fig.4 The duration of pupae of *L. botrana* at short-term and high temperature

不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P<0.05$  level.

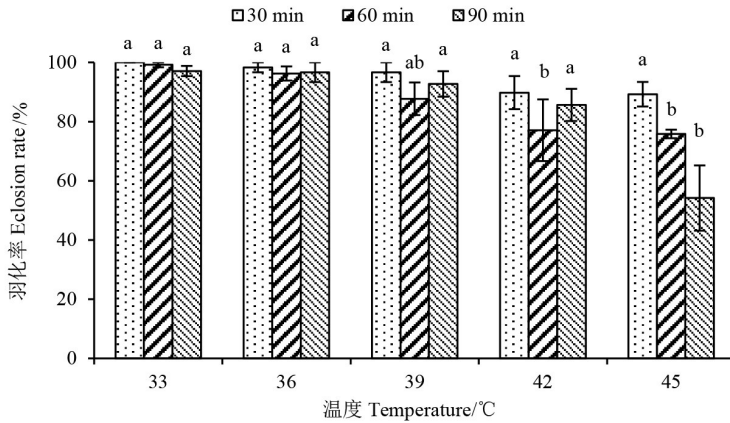


图 5 短时高温处理下葡萄花翅小卷蛾羽化率

Fig.5 The eclosion rate of *L. botrana* in the short-term high temperature

不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P<0.05$  level.

### 2.5 高温对葡萄花翅小卷蛾成虫的影响

不同温度处理下葡萄花翅小卷蛾成虫的发育历期不同(图 6), 方差分析结果[温度 ( $F_{5,67} = 19.675, P<0.05$ ), 时间 ( $F_{2,63} = 0.338, P>0.05$ )]表明, 温度处理对葡萄花翅小卷蛾成虫发育历期影响显著, 但时间处理间无显著影响。在 36 和 45 °C 不同时间处理下成虫的发育历期短于对照(28 °C)的 8.46 d, 且随着处理时间的延长呈现下降趋势。33 ~ 39 °C 处理下, 发育历期均在正常区间内, 特别在 39 °C 处理 90 min, 发育历期最长, 可达到 13.14 d。39 °C 以上的处理条件下, 随着温度的升高发育历期缩短, 在 45 °C 处理 90 min, 发育历期仅为 2.7 d。

短时高温处理对葡萄花翅小卷蛾成虫致死作用见图 7, 方差分析结果[温度 ( $F_{4,55} = 46.788, P<0.05$ ), 时间 ( $F_{2,57} = 1.287, P>0.05$ )]表明, 温度处理对葡萄花翅小卷蛾成虫存活率有显著影响, 但时间处理间无显著影响。随着处理温度的升高, 葡萄花

翅小卷蛾成虫的存活率逐渐降低。在 33~39 °C 下差异不明显且存活率较高(接近 100%), 在 45 °C 时存活率显著降低。同一温度下, 随着处理时间的延长, 成虫的存活率降低, 但差异不显著。在 45 °C 处理 90 min, 存活率最低, 仅 22.5%, 较 30 min 处理显著降低 31.25%。据此推测葡萄花翅小卷蛾成虫的耐高温极限为 45 °C, 显示出较强的高温适应性。

短时高温处理葡萄花翅小卷蛾不同日龄成虫 90 min 后的存活率如图 8, 不同温度下处理不同日龄成虫的存活率之间差异显著, 但在 33 和 36 °C 下差异不明显, 成虫存活率基本达到 100%。在 42 °C 3 日龄成虫存活率仅 12.5%, 而同一温度其他日龄的存活率在 20% 左右; 45 °C 下 1 日龄、3 日龄成虫的存活率均为 0, 5 日龄为 17.5%, 说明葡萄花翅小卷蛾成虫的临界高温值在 42~45 °C, 表明葡萄花翅小卷蛾成虫有很强的耐热性。

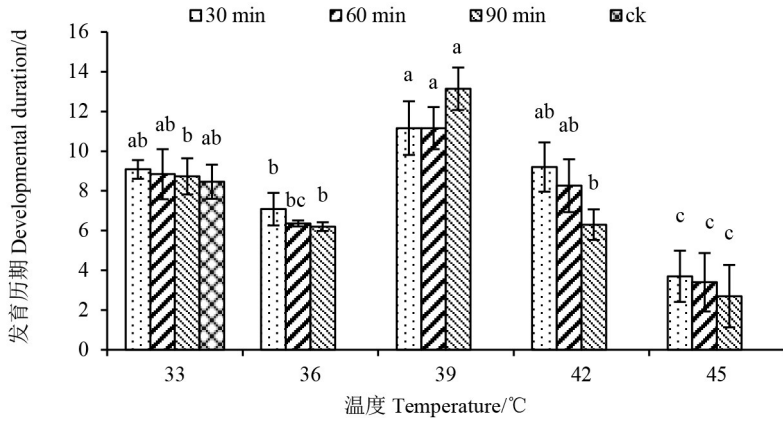


图 6 短时高温处理下葡萄花翅小卷蛾成虫发育历期

Fig.6 The developmental duration of *L. botrana* adult in the short-term and high temperature  
不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P<0.05$  level.

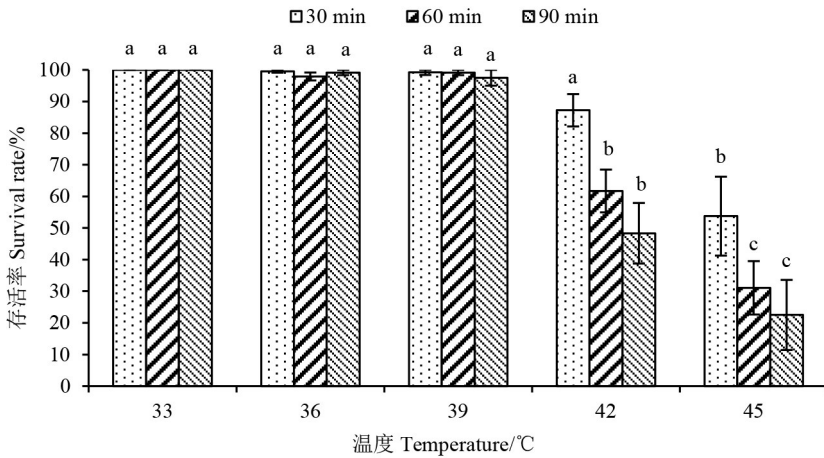


图 7 短时高温处理下葡萄花翅小卷蛾成虫的存活率

Fig.7 The developmental duration of *L. botrana* adult in the short-term and high temperature  
不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P<0.05$  level.

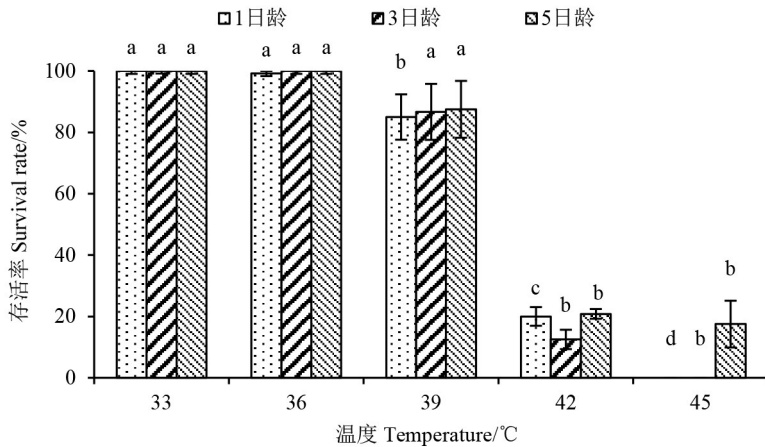


图 8 高温处理葡萄花翅小卷蛾不同日龄成虫的存活率

Fig.8 Survival rate of different day-old ages of *L. botrana* adults at high temperature treatments  
不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at  $P<0.05$  level.

### 3 讨论与结论

温度是影响昆虫种群生长发育的一个重要因子, 每种昆虫的生长发育都有其最适温度范围, 超出这一范围, 就会对其生长和繁殖产生不利影响(李艳红等, 2014; 秦厚国等, 2002)。本研究中, 葡萄花翅小卷蛾幼虫和蛹的存活率随温度的升高而下降, 在 27~30 °C 存活率最高, 为生长发育的最佳温度。雌成虫在 27 °C 下单雌平均产卵量最多, 达 21.12 粒, 在 36 °C 下单雌平均产卵量最少, 仅 6.8 粒; 33 °C 下的卵粒最大, 长径达 1.02 mm, 宽径达 0.92 mm。

Kiaieian *et al.* (2017) 将葡萄花翅小卷蛾暴露在高温下, 部分卵在 40 °C 下死亡率较高, 在 37 °C 下不受影响, 幼虫存活率在 37 °C 下显著下降, 在 40 °C 下存活率更低。与本文研究结果类似, 刘柱东等(2004) 研究发现, 高温处理棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner) 会使其子代的发育历期延长, 存活率降低, 化蛹率下降。罗茵等(2017) 研究得出, 当温度  $\geq 36$  °C 时, 2 种眼蕈蚊 (*Bradysia difformis* Frey; *Bradysia odoriphaga* Yang et Zhang) 各虫态产生明显的短时致死效应。本研究发现, 葡萄花翅小卷蛾幼虫、蛹和成虫的存活率随温度增加明显降低, 且化蛹率和成虫存活率表现为随处理时间延长而降低; 5 日龄成虫耐高温能力最强, 在高温 45 °C 历经 90 min 仍有 17.5% 的成虫可以存活, 在 33~39 °C 各虫态的存活率均能达到 85% 以上; 蛹和成虫的发育历期随着温度的升高而缩短, 且同一处理温度随处理时间的延长蛹和成虫历期缩短, 39 °C 短时处理后成虫的发育历期最长。研究发现, 热激可刺激成虫寿命显著增加, 从而可以解释 39 °C 下的成虫发育历期反而长于 33 °C。葡萄花翅小卷蛾在吐鲁番 1 年发生 5 代, 在吐鲁番的高温适应性更强, 并且随温度的上升, 发生数量反而增加, 说明其生存的上限范围可能会继续扩大。

本次试验未进行取食人工饲料的葡萄花翅小卷蛾与取食葡萄的生长发育的差异研究, 且取食人工饲料是否会对葡萄花翅小卷蛾生长发育造成影响尚未见相关报道, 亟待日后验证。

### 参考文献

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.

- 何春娟, 2012. 吐鲁番葡萄产业集群研究. 硕士学位论文. 乌鲁木齐: 新疆农业大学.
- 竞中梅, 2008. 吐鲁番地区葡萄产业发展现状与思考. 新疆农业科学 (S1): 247-250.
- 罗茵, 祝国栋, 孙夏, 王新会, 薛明, 2017. 高温胁迫对异迟眼蕈蚊与韭菜迟眼蕈蚊的致死作用及后续发育繁殖的影响. 应用昆虫学报, 54(6): 990-998.
- 刘柱东, 龚佩瑜, 吴坤君, 李典谟, 2004. 高温条件下棉铃虫化蛹率、夏滞育率和蛹重的变化. 昆虫学报, 47(1): 14-19.
- 李艳红, 成巨龙, 张南, 仵均祥, 袁向群, 2014. 高、低温处理对斜纹夜蛾生长发育、存活及耐寒性的影响. 植物保护学报, 41(4): 501-508.
- 农业部, 2007. 农业部公告第 862 号《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录》. (2007-05-29) [2025-02-28]. <http://www.moa.gov.cn/zxfile/reader?file=https://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/201006/P020100606580512831468.doc>.
- 秦厚国, 叶正襄, 丁建, 黄水金, 罗任华, 2002. 温度对斜纹夜蛾发育、存活及繁殖的影响. 中国生态农业学报, 10(3): 80-83.
- BRIERE J F, PRACROS P, 1998. Comparison of temperature-dependent growth models with the development of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*, 27(1): 94-101.
- DENIS J N C M, SCHIFFERMÜLLER L, 1775. *Ankündigung eines systematischen Werkes von den Schmetterlingen der Wienergegend*. Theresianum: Wien.
- FIDELIBUS, 2015. Table grape meetings in Chile and Australia focus on quality. *Western Fruit Grower*, 135(1): 1.
- KIAEIAN M F, CARGNUS E, PAVAN F, ZANDIGIACOMO P, 2017. Mortality of eggs and newly hatched larvae of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) exposed to high temperatures in the laboratory. *Environmental Entomology*, 46(3): 700.
- MALEKI F M, IRANIPOUR S, HEJAZI M J, SABER M, 2016. Temperature-dependent age-specific demography of grapevine moth (*Lobesia botrana*) (Lepidoptera: Tortricidae): jackknife vs. bootstrap techniques. *Archiv für Pflanzenschutz*, 49(11/12): 263-280.
- MAHER N, THIERY D, ERICH S, 2005. Oviposition by *Lobesia botrana* is stimulated by sugars detected by contact chemoreceptors. *Physiological Entomology*, 31(1): 14-22.

(责任编辑: 郭莹)