

The Supercooling Point and Freezing Point of *Ectropis grisescens* Warren

Junhua Chen¹, Jian Yin^{1,2}, Xinming Yin³, Hongzhong Shi¹, Shibao Guo^{1*}

¹Xinyang College of Agriculture and Forestry, Xinyang Henan

²Academician Workstation of Pest Green Prevention and Control for Plants in Southern Henan, Xinyang Henan

³Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan

Email: *sbguo510@163.com

Received: Oct. 22nd, 2018; accepted: Nov. 5th, 2018; published: Nov. 13th, 2018

Abstract

In this study, the variation of supercooling point (SCP) and freezing point (FP) at different stages was detected to provide theory basis for the prevention and control of *Ectropis grisescens* Warren. The results showed that *Ectropis grisescens* Warren had significant difference SCP and FP at different stages. The SCP and FP of egg were the lowest. In the different stages of larvae from low to high followed by SCP average: 1st instars, 2nd instars, 3th instars, prepupa, 4th instar larvae, 5th instars larvae, which were -12.88°C , -12.85°C , -8.05°C , -7.12°C , -6.33°C , -6.19°C respectively. In the different stages of *Ectropis grisescens* Warren from low to high followed by EP average: egg, 1st instar larvae, 2nd instar larvae, 3th instar larvae, prepupa, 4th instar larvae, 5th instars larvae, pupa, which were -24.01°C , -11.96°C , -10.34°C , -3.17°C , -2.29°C , -2.2°C , -1.92°C , -1.84°C respectively. The SCP and FP of the egg, 1st instar and 2nd instar larva are comparatively low, which is the ideal overwintering state for *Ectropis grisescens* Warren.

Keywords

Ectropis Grisescens Warren, Supercooling Point, Freezing Point, Developmental Stage

灰茶尺蠖过冷却点和冰点的测定

陈俊华¹, 尹 健^{1,2}, 尹新明³, 史洪中¹, 郭世保^{1*}

¹信阳农林学院, 河南 信阳

²豫南植物有害生物绿色防控院士工作站, 河南 信阳

³河南农业大学, 河南 郑州

Email: *sbguo510@163.com

收稿日期: 2018年10月22日; 录用日期: 2018年11月5日; 发布日期: 2018年11月13日

*通讯作者。

摘要

为害虫灰茶尺蠖(*Ectropis grisescens* Warren)的防治提供理论依据,在室内对茶尺蠖不同发育阶段的过冷却点和冰点进行了测定。结果表明:灰茶尺蠖不同发育阶段的过冷却点和冰点差异显著。其中,卵的过冷却点和冰点最低。幼虫不同发育阶段冷却点平均值由低到高依次为:一龄幼虫、二龄幼虫、三龄幼虫、预蛹、四龄幼虫、五龄幼虫,分别为 -12.88°C 、 -12.85°C 、 -8.05°C 、 -7.12°C 、 -6.33°C 、 -6.19°C 。灰茶尺蠖不同发育阶段的结冰点平均值由低到高依次是卵、一龄幼虫、二龄幼虫、三龄幼虫、预蛹、四龄幼虫、五龄幼虫、蛹,分别是 -24.01°C 、 -11.96°C 、 -10.34°C 、 -3.17°C 、 -2.29°C 、 -2.2°C 、 -1.92°C 、 -1.84°C 。卵、一龄幼虫和二龄幼虫的过冷却点和结冰点都较低,是灰茶尺蠖理想的越冬虫态。

关键词

灰茶尺蠖, 过冷却点, 冰点, 发育阶段

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

灰茶尺蠖(*Ectropis grisescens* Warren)在中国广泛分布,是茶树主要害虫之一[1]。灰茶尺蠖与茶尺蠖(*Ectropis obliqua* Prout)形态特征极其相似,在生产上难以区分,常将两者统称为茶尺蠖[2]。现已初步明确灰茶尺蠖分布于浙江、湖北、湖南、福建、江西、江苏、安徽、河南、广西和广东等省,几乎覆盖了我国所有产茶省份,而茶尺蠖目前发现主要分布于浙、苏、皖三省交界的部分区域[3]。由此可见,灰茶尺蠖分布区域更广,对茶园影响更大。温度是影响昆虫交配、繁殖以及生长的一个重要生态因子[4],同时,温度也是造成昆虫死亡的重要因子,昆虫对温度的适应能力决定其分布和种群动态[5]。昆虫可出现体液温度下降到冰点以下而不结冰的现象,常常以过冷却点反映,过冷却点作为评价昆虫抗寒性的重要指标,对研究极端温度对昆虫种群的影响,昆虫应对极端温度的行为进化与适应方面具有重要的意义。目前已在种类鉴定[2]、生物学习性[3] [6]和发生危害规律和防控技术[7] [8] [9]等方面进行了相关研究,但对其暴发原因和成灾机制仍不清楚,尤其是该虫存在五龄、四龄、甚至三龄化蛹越冬的现象,为明确灰茶尺蠖的越冬策略,本研究对其不同龄期幼虫的过冷却点和冰点进行了测定,以期对灰茶尺蠖的预测预报和越冬区划分提供理论基础。

2. 材料与方法

2.1. 材料

供试虫源:采自河南省信阳市马鞍山茶园($N32.12^{\circ}\sim 32.32^{\circ}$, $E114.05^{\circ}\sim 114.20^{\circ}$)灰茶尺蠖幼虫,在养虫笼(直径40 cm,高50 cm透明塑料笼)化蛹、羽化,成虫用5%蜂蜜水配对饲养,使其交配产卵,收集卵粒,于温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(85\pm 5)\%$ 、光周期L:D=14:10人工气候箱内,用鲜茶叶饲养。

仪器:DW-FL531型超低温冷冻储存箱,中科美菱低温科技有限责任公司;SUN-II型智能昆虫过冷却点测定仪,北京鹏程电子有限公司。

2.2. 方法

选取一之五龄幼虫, 每个龄期均不少于 60 头, 幼虫在 4℃ 低温培养箱预处理 10 h, 过冷却点测定仪一共有 20 个探头, 确保每次每个探头接触一个虫体, 重复 3 次测定。测定时将每个虫体用无菌脱脂棉包住, 分别放入离心管中, 将过冷却点测定仪的热敏电阻感温探头紧密接触虫体, 放入超低温箱内, 温度由室温开始降温。由于卵粒过小, 易破裂, 不易测定, 所以采用每个离心管内放入两粒卵并用保鲜膜包裹的方法进行测定。通过计算机及其配套软件进行自动记录, 实时绘制出虫体的温度变化曲线。

2.3. 数据分析

采用 Excel2010 和 SPSS19.0 进行数据处理与分析, 采用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性检验。

3. 结果与分析

3.1. 灰茶尺蠖不同龄期幼虫的过冷却点

Table 1. The supercooling point and freezing point at different developmental stage of *Ectropis griseascens* Warren
表 1. 灰茶尺蠖不同虫态的过冷却点和结冰点

不同发育阶段 Different developmental stage	测定数 量(头) No.	过冷却点 SCP (°C)				结冰点 FP (°C)			
		平均值 ± 标准差 mean ± SD	最小值 min	最大值 max	平均值 ± 标准差 mean ± SD	最小值 min	最大值 max		
卵 egg	60	-24.65 ± 2.02 e	-26.87	-17.98	-24.01 ± 2.03 e	-26.54	-17.17		
一龄 1st instar larva	60	-12.88 ± 4.28 d	-24.65	-5.86	-11.96 ± 4.32 d	-23.93	-3.95		
二龄 2nd instar larva	60	-12.85 ± 3.96 d	-20.95	-5.14	-10.34 ± 4.01 c	-19.2	-3.25		
三龄 3rd instar larva	60	-8.05 ± 2.16 c	-14.23	-4.59	-3.17 ± 1.5 b	-8.74	-1.16		
四龄 4th instar larva	60	-6.33 ± 1.67 ab	-11.39	-3.03	-2.2 ± 1.09 a	-5.04	-0.83		
五龄 5th instar larva	60	-6.19 ± 1.49 ab	-12.62	-2.88	-1.92 ± 1.09 a	-4.95	-0.37		
预蛹 prepupa	60	-7.12 ± 2.28 bc	-14.15	-3.49	-2.29 ± 1.12 a	-5.1	-0.35		
蛹 pupa	60	-5.88 ± 1.78 a	-14.15	-3.62	-1.84 ± 1.06 a	-4.65	-0.1		

表中数据为平均数 ± 标准差。同列后不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著。Data are mean ± SD. Different letters in the same column indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's new multiple range test.

如表 1 所示灰茶尺蠖不同发育阶段的过冷却点, 其中, 蛹的过冷却点最高, 其个体平均值为(-5.88℃), 最低达到(-14.15℃), 最高为(-3.62℃); 卵的过冷却点最低, 其个体平均值为(-24.65℃), 最低达到(-26.87℃), 最高为(-17.98℃)。幼虫不同龄期个体平均值由低到高依次为: 一龄幼虫(-12.88℃)、二龄幼虫(-12.85℃)、三龄幼虫(-8.05℃)、预蛹(-7.12℃)、四龄幼虫(-6.33℃)、五龄幼虫(-6.19℃)。卵同其它虫态发育阶段过冷却点差异显著($P < 0.05$); 一龄幼虫同二龄幼虫之间差异不显著($P > 0.05$), 但二者同其它发育阶段差异显著; 三龄幼虫同预蛹之间差异不显著($P > 0.05$), 但三龄幼虫同其它发育阶段差异显著($P < 0.05$); 四龄幼虫、五龄幼虫和预蛹三者彼此之间差异不显著($P > 0.05$); 蛹同四龄幼虫、五龄幼虫之间差异不显著($P > 0.05$), 但蛹同预蛹之间差异显著($P < 0.05$)。

3.2. 茶尺蠖不同虫态的结冰点

灰茶尺蠖不同发育阶段的结冰点和过冷却点的变化趋势呈现一致, 但不同发育阶段之间的差异性有所改变。如表 1 所示, 不同发育阶段个体平均值, 由高到低依次是蛹(-1.84℃)、五龄幼虫(-1.92℃)、四

龄幼虫(-2.2℃)、预蛹(-2.29℃)、三龄幼虫(-3.17℃)、二龄幼虫(-10.34℃)、一龄幼虫(-11.96℃)、卵(-24.01℃)。但与过冷却点差异性不同的是:卵、一龄幼虫、二龄幼虫和三龄幼虫四个不同发育阶段彼此之间的结冰点差异显著($P < 0.05$),同时这四个发育阶段同四龄幼虫、五龄幼虫、预蛹和蛹之间差异显著($P < 0.05$);四龄幼虫、五龄幼虫、预蛹和蛹四个不同发育阶段,彼此之间差异不显著($P > 0.05$)。以上数据可见,卵、一龄幼虫和二龄幼虫的过冷却点和结冰点都较低,耐寒性较强,理论上灰茶尺蠖最理想的越冬虫态;实际越冬虫态蛹最高,易受低温为害。

4. 讨论

昆虫温度耐受性的研究已有数十年的历史,评价方法也有多种,所得的结果也不尽相同[10]。本试验虫源均来自实验室恒温条件下饲养的,测得灰茶尺蠖不同发育阶段的过冷却点和结冰点数据与茶园自然变温条件下灰茶尺蠖所测数据可能会有一定的差异。同时昆虫耐寒性还需考虑越冬虫态的小环境和各地当年极端低温出现时间及持续时间等相关因素[11][12][13]。所以其具体耐寒性仍有待于进一步研究加以分析确认。

长江以北地区,灰茶尺蠖一般在10月下旬以后以老熟幼虫陆续入土化蛹在茶树树冠下表土内越冬,第二年3月上、中旬成虫羽化交配并陆续产卵。4月上中旬是第一代幼虫发生期,严重危害春茶[14]。本次试验研究表明:灰茶尺蠖老熟幼虫和蛹的过冷却点都很高,平均值分别为(-7.12℃)、(-5.88℃)。若冬季特别寒冷则越冬蛹死亡率较高。但一龄、二龄幼虫过冷却点最低,平均值分别为(-12.88℃)、(-12.85℃)。该结果表明低龄幼虫具有非常强的耐寒性。查询信阳地区例年三四月份的气象数据,其最低温度均高于灰茶尺蠖低龄幼虫过冷却点。所以,对于成功越冬的蛹羽化为成虫,交配产卵、孵化的幼虫若不受外界低温的制约,会对当地茶园造成不可小觑的损失。

过冷却点是昆虫抗寒性最重要的一个指标[15],灰茶尺蠖的蛹能否成功越冬直接影响其来年的发生量。对于昆虫的过冷却点的测定不仅在研究其生态机制和进化方面具有重要意义,同时在害虫的发生、预测预报及其综合防治方面具有重要的参考价值。本试验得出,灰茶尺蠖低龄幼虫过冷却点较低,不易受低温影响;而实际测得越冬虫态蛹的过冷却点最高,容易受到低温为害,低于蛹过冷却点的极端温度会大量造成蛹死亡,大大降低越冬基数,结合当地当年的气象数据,可以对灰茶尺蠖来年的发生量进行较为准确的预测预报。

项目基金

国家重点研发计划项目(2016YFD0200900),河南省青年骨干教师培养计划项目(2016GGJS-171)。

参考文献

- [1] Zhou, X.G., Fu, J.Y., Liu, S.A., Mao, T.F., Xiao, Q. and Chen, X.X. (2016) Molecular Detection and Sequence Analysis of Wolbachia Strains in *Ectropis obliqua* and *Ectropis grisescens* (Lepidoptera: Geometridae). *Chinese Journal of Applied Entomology*, **53**, 782-792. (In Chinese)
- [2] Jiang, N., Liu, S.X., Xue, D.Y., Tang, M.J., Xiao, Q. and Han, H.X. (2014) External Morphology and Molecular Identification of Two Tea Geometrid Moth from Southern China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, **51**, 987-1002. (In Chinese)
- [3] Ge, C.M., Yin, K.S., Tang, M.J. and Xiao, Q. (2016) Biological Characteristics of *Ectropis grisescens* Warren. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, **28**, 464-468. (In Chinese)
- [4] Gai, H.T., Zhi, J.R. and Sun, M. (2011) Effects of Temperature on the Survival and Fecundity of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella intonsa* (Thysanoptera: Thripidae). *Acta Phytomycol Sinica*, **38**, 521-526. (In Chinese)
- [5] Chen, H., Liang, G.M., Zou, L.Y., Guo, F., Wu, K.M. and Guo, Y.Y. (2010) Research Progresses in the Cold Hardiness of Insects. *Plant Protection*, **36**, 18-24. (In Chinese)

- [6] Ge, C.M., Yin, K.S., Tang, M.J. and Xiao, Q. (2016) Developmental Threshold Temperature and the Effective Accumulated Temperature of *Ectropis grisescens*. *Entomological Journal of East China*, **42**, 110-111.
- [7] Zhang, J.W. (2004) Occurrence and Prevention of *Ectropis grisescens* Warren in Hunan Province. *Tea Communication*, No. 2, 18-20. (In Chinese)
- [8] Mao, Y.X., Liu, M.Y., Wang, Y.P. and Gong, Z.M. (2007) The Pathogenicity of *Ectropis grisescens* Nucleopolyhedrovirus on the Larvae of *Ectropis grisescens*. *Entomological Journal of East China*, **16**, 216-219. (In Chinese)
- [9] Tang, M.J., Guo, H.W., Ge, C.M., Yin, K.S. and Xiao, Q. (2017) Pathogenic Characters of *Ectropis obliqua* Nucleopolyhedroviruses on *Ectropis grisescens* Warren and Screening of High Efficient Strain. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, **29**, 1686-1691. (In Chinese)
- [10] Liu, K., Fu, Y.G., He, S.Y. and Qui, H.Y. (2011) Measurement of Super-Cooling Point for (*Bactrocera* (Zeugodacus) *cucurbitae* (Coquillett)). *China Vegetables*, No. 10, 80-82. (In Chinese)
- [11] Cui, S.S. and he, Y.Y. (2011) Insect Cold Hardiness and the Influencing Factors. *Life Science Research*, **15**, 273-276. (In Chinese)
- [12] Barnes, D. and Hodson, A.C. (1956) Low Temperature Tolerance of the European Corn Borer in Relation to Winter Survival in Minnesota. *Journal of Economic Entomology*, **49**, 19-24. <https://doi.org/10.1093/jee/49.1.19>
- [13] Knight, J.D., Bale, J.S., Franks, F., Mathias, S.F. and Baust, J.G. (1986) Insect Cold Hardiness: Supercooling Points and Pre-Freeze Mortality. *Cryo Letters*, **7**, 194-203.
- [14] Ge, C.M. (2016) Study on Biological Characteristics and Genetic Regularity of Body Color of *Ectropis grisescens* Warren. Master Thesis, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing. (In Chinese)
- [15] Mei, Z.X. and Li, J.Q. (2006) The Physiological Mechanism and Influential Factors of Insect Cold Tolerance. *Journal of Binzhou University*, **22**, 57-61. (In Chinese)

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org