

木橿尺蠖的不同虫态过冷却点测定

孙冬迎, 马骏, 王新峰 (淄博市鲁山林场, 山东淄博 255205)

摘要 [目的]测定木橿尺蠖(*Culcula panterinaria*)各虫态的过冷却点和结冰点,明确各虫态的耐寒性。[方法]采用数字万用电表和低温培养箱测定木橿尺蠖1~6龄幼虫、蛹和雌雄成虫的过冷却点和结冰点。[结果]木橿尺蠖的不同发育阶段过冷却点和结冰点大小顺序为1龄幼虫[(-10.01±0.24)、(-9.75±0.13)℃]、2龄幼虫[(-11.24±0.15)、(-10.89±0.16)℃]、3龄幼虫[(-12.64±0.23)、(-12.01±0.24)℃]、成虫[(-14.39±0.20)、(-13.76±0.22)℃]、4龄幼虫[(-14.56±0.15)、(-13.94±0.21)℃]、5龄幼虫[(-15.36±0.17)、(-14.85±0.18)℃]、6龄幼虫[(-17.87±0.13)、(-16.93±0.17)℃]和蛹[(-20.95±0.09)、(-19.78±0.19)℃]。木橿尺蠖的雌成虫过冷却点和冰点都低于雄成虫,木橿尺蠖雌成虫的过冷却点和结冰点分别为(-14.56±0.18)、(-14.61±0.19)℃,雄成虫分别为(-14.22±0.22)、(-12.91±0.25)℃。[结论]木橿尺蠖的不同发育阶段过冷却点和结冰点均存在显著差异,雌、雄成虫的过冷却点差异不显著,而结冰点差异显著。

关键词 木橿尺蠖;耐寒性;过冷却点

中图分类号 S433.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)16-0136-02

Super-cooling Point of Different Stages of *Culcula panterinaria*

SUN Dong-ying, MA Jun, WANG Xin-feng (Lushan Forest Farm of Zibo City, Zibo, Shandong 255205)

Abstract [Objective] The aim was to examine super-cooling point and freezing point of *Culcula panterinaria* at different stages and clear cold tolerance of each insect state. [Method] The super-cooling points and freezing points at each development stage of *C. panterinaria* was measured by digital multimeter and low temperature incubator. [Result] The sequence of super-cooling point and freezing points at each development stage of *C. panterinaria* from high to low was the 1st instar larvae[(-10.01±0.24), (-9.75±0.13)℃], the 2nd instar larvae[(-11.24±0.15), (-10.89±0.16)℃], the 3rd instar larvae[(-12.64±0.23), (-12.01±0.24)℃], adult[(-14.39±0.20), (-13.76±0.22)℃], the 4th instar larvae[(-14.56±0.15), (-13.94±0.21)℃], the 5th instar larvae[(-15.36±0.17), (-14.85±0.18)℃], the 6th instar larvae[(-17.87±0.13), (-16.93±0.17)℃] and pupa[(-20.95±0.09), (-19.78±0.19)℃]. The super-cooling point and freezing point of *C. panterinaria*'s female adult(-14.56±0.18), (-14.61±0.19)℃ were lower than male adult(-14.22±0.22), (-12.91±0.25)℃. [Conclusion] There is significant difference of the super-cooling point and the freezing point for the *C. panterinaria*. And the difference of adult which were in different of super-cooling point is significant while the difference of freezing point is not.

Key words *Culcula panterinaria*; Cold hardiness; Super-cooling point

昆虫是一种变温动物,温度对它有着非常重要的影响,尤其是低温,作为重要的胁迫因子,影响昆虫的发生、分布、生殖与扩散^[1]。昆虫在长期进化过程中形成了一系列的低温适应对策。国内外学者根据生理机制将昆虫抗寒性分为耐寒性和耐冻性^[2]。耐寒性昆虫通过维持虫体的过冷却状态使之免受冻害^[3]。其过冷却机制一般认为是由于耐寒性昆虫在越冬前排空消化道,消除肠道内各种晶核物质,其次是由于虫体内含有蛋白质性质的晶核物质^[4]。

木橿尺蠖(*Culcula panterinaria*)属鳞翅目尺蛾科,又名核桃步曲,俗称“吊死鬼”。该虫在华北、西北、西南、华中均有分布,寄主植物100余种,主要为害核桃和木橿,是一种暴食性和杂食性害虫^[3]。该虫以幼虫取食树叶,繁殖量大,易暴发成灾,大发生时,几天内将整片树林叶子吃光,周围农作物也会遭受严重危害^[4]。该虫在山东1年发生1代,以蛹在石缝内或树干周围的土内越冬;成虫不活泼、趋光性强、夜晚活动;卵产于寄主植物的老皮缝内或者石块上;初孵幼虫爬行很快并能吐丝,借风力转移危害,2龄以后行动迟缓,共6龄,幼虫老熟后即潜入树下松软土内、阴暗潮湿的石缝内、树干周围的落叶杂草内化蛹^[5]。目前,关于木橿尺蠖生物学、防治等的研究均有报道,但鲜见其抗寒能力的相关研究,而测定过冷却点可以研究低温极限对昆虫的致死作用以及昆虫的抗寒力^[6]。木橿尺蠖在淄博市鲁山林场主要为害核桃等

树木,危害较严重。笔者测定了该林场木橿尺蠖各龄期过冷却特性,明确这种昆虫各虫态的耐寒性,以期为木橿尺蠖的预测预报与防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源 在鲁山林场核桃林区采集木橿尺蠖的1龄、2龄、3龄、4龄、5龄、6龄幼虫、蛹及雌、雄成虫,各个虫态分别选取虫体大小和日龄均基本一致的40头试虫备用。

1.2 过冷却点的测定 过冷却点测定参照秦玉川等^[7]和阙晓堂等^[8]的方法,即用热电偶的方法,所用仪器也基本上是热电偶的不同形式^[9]。通过一个热敏电阻跟踪反映昆虫虫体的温度变化^[10]。当昆虫体液结冰时由于潜热的释放,虫体的温度会有一个反弹,即当温度下降到一定值时,热敏电阻阻值会突然下降,下降到某一值时停止后又上升^[11]。据此可得知昆虫的过冷却点和冰点,过冷却点即为第1次下降时的值,冰点为第2次数值上升时的温度^[12]。昆虫的过冷却点在很多种类中不是稳定和集中的,它会因环境、营养、发育阶段和虫体的结构不同而不同,因此每组要测试30头以上供试昆虫取平均值,尽量减少误差^[13]。试验分别测定木橿尺蠖1龄、2龄、3龄、4龄、5龄、6龄幼虫、蛹、雌、雄成虫各40头。

2 结果与分析

2.1 木橿尺蠖不同虫态的过冷却点和结冰点 由表1可知,木橿尺蠖的不同发育阶段过冷却点和结冰点都存在显著差异,蛹的过冷却点为(-20.95±0.09)℃,结冰点为(-19.78±0.19)℃,是木橿尺蠖各虫态中温度最低的。以1

龄幼虫的过冷却点和冰点最高,分别为(-10.01 ± 0.24)和(-9.75 ± 0.13) $^{\circ}\text{C}$,明显高于其他虫态。木橈尺蠖平均过冷却点和结冰点分别为(-14.63 ± 0.19)和(-13.99 ± 0.19) $^{\circ}\text{C}$ 。各虫态过冷却点和结冰点按从高到低的顺序排列为1龄幼虫、2龄幼虫、3龄幼虫、成虫、4龄幼虫、5龄幼虫、6龄幼虫、蛹。

表1 木橈尺蠖不同虫态过冷却点和结冰点

虫态 Insect state	过冷却点 The super-cooling point	结冰点 The freezing point
1龄幼虫 The 1st instar larvae	-10.01 ± 0.24	-9.75 ± 0.13
2龄幼虫 The 2nd instar larvae	-11.24 ± 0.15	-10.89 ± 0.16
3龄幼虫 The 3rd instar larvae	-12.64 ± 0.23	-12.01 ± 0.24
4龄幼虫 The 4th instar larvae	-14.56 ± 0.15	-13.94 ± 0.21
5龄幼虫 The 5th instar larvae	-15.36 ± 0.17	-14.85 ± 0.18
6龄幼虫 The 6th instar larvae	-17.87 ± 0.13	-16.93 ± 0.17
蛹 Pupa	-20.95 ± 0.09	-19.78 ± 0.19
成虫 Adults	-14.39 ± 0.20	-13.76 ± 0.22
平均 Average	-14.63 ± 0.19	-13.99 ± 0.19

2.2 木橈尺蠖不同性别成虫的过冷却点和结冰点 由表2可知,木橈尺蠖雌成虫为(-14.56 ± 0.18) $^{\circ}\text{C}$,雄成虫过冷却点为(-14.22 ± 0.22) $^{\circ}\text{C}$,高于雌成虫,但两者差异不显著。而雌、雄成虫的结冰点呈显著差异,雌成虫结冰点为(-14.61 ± 0.19) $^{\circ}\text{C}$,雄成虫为(-12.91 ± 0.25) $^{\circ}\text{C}$,雌成虫结冰点显著低于雄成虫。

表2 木橈尺蠖雌、雄成虫的过冷却点和结冰点

性别 Sex	过冷却点 The super-cooling point	结冰点 The freezing point
雌成虫 Female adult	-14.56 ± 0.18	-14.61 ± 0.19
雄成虫 Male adult	-14.22 ± 0.22	-12.91 ± 0.25

3 结论与讨论

昆虫的耐寒性强弱可通过其个体的过冷却点高低进行判断,一般情况下,过冷却点低则其耐寒性强,反之亦然^[14]。该研究对木橈尺蠖除卵以外的各虫态过冷却点和结冰点进行了测定,结果表明:木橈尺蠖的不同发育阶段过冷却点和结冰点都存在显著差异,以蛹最低,1龄幼虫最高;各虫态过冷却点和结冰点按从低到高的顺序为1龄幼虫、2龄幼虫、3龄幼虫、成虫、4龄幼虫、5龄幼虫、6龄幼虫、蛹。一般情况

下,昆虫的越冬虫态抗寒力最强,滞育或者休眠的虫态对低温耐受力较强,而发育时期的昆虫耐受力相对较差^[15]。木橈尺蠖以蛹越冬,此时抗寒性最强。该试验还对木橈尺蠖雌、雄成虫过冷却点和结冰点进行了测定,结果表明木橈尺蠖的雌成虫过冷却点和结冰点都低于雄成虫,两者的过冷却点差异不显著,而结冰点呈显著差异。一些学者对此做过研究且提出了自己的观点,值得借鉴和探讨。例如,侯柏华等^[16]认为,雌成虫过冷却点和结冰点都低于雄成虫,与雌雄虫之间的生理适应性有关。杨朗等^[17]认为这可能由于雌虫体内脂肪含量相对较高,故抗寒能力较强。昆虫的耐寒性不仅和过冷却现象关系密切^[18-19],还受昆虫在低温条件下暴露时间的长短等很多因素的影响^[20],关于木橈尺蠖低温存活试验和抗寒机理等特性还需进一步探讨。

参考文献

- [1] 景晓红,康乐. 昆虫耐寒性的测定与评价方法[J]. 昆虫知识,2004,40(1):7-9.
- [2] 崔玉芳. 木橈尺蠖发生期的物候观察[J]. 山西林业科技,2004(3):26-27.
- [3] 李秋生,王相宏,王巧玲. 木橈尺蠖的生物学特性及防治试验[J]. 林业实用技术,2008(8):28-29.
- [4] 李丹. 木橈尺蠖发生及防治[J]. 新农业,2015(11):36-37.
- [5] 中国科学院动物研究所. 中国农业昆虫(上)[M]. 北京:中国农业出版社,1986:483.
- [6] 张改香. 豫西地区木橈尺蠖发生规律及防治技术研究[J]. 林业实用技术,2012(10):36-37.
- [7] 秦玉川,杨建才. 一种便携式测定昆虫过冷却点的方法[J]. 昆虫知识,2000,37(4):236-238.
- [8] 阙晓堂,王竹红,黄建. 小黑瓢虫过冷却点和结冰点的测定[J]. 武夷科学,2001,27(1):80-84.
- [9] 孙绪良,郭慧玲,李旭廷,等. 桑尺蠖越冬幼虫的耐寒性研究[J]. 蚕业科学,2000,26(3):129-133.
- [10] 李浩,周晓榕,庞保平,等. 低温胁迫对沙葱萤叶甲幼虫过冷却能力及生长发育的影响[J]. 应用昆虫学报,2015,52(2):434-439.
- [11] 段小凤. 不同地理种群茶尺蠖抗寒性差异的生理生化机制研究[D]. 雅安:四川农业大学,2015.
- [12] 张柱亭,孙晔,胡志凤,等. 东北地区亚洲玉米螟野生滞育幼虫耐寒性研究[J]. 应用昆虫学报,2013,50(5):1348-1353.
- [13] 任小云,张礼生,齐晓阳,等. 滞育七星瓢虫的代谢适应与抗寒性评价[J]. 环境昆虫学报,2015,37(6):1195-1202.
- [14] 岳雷,周志实,刘志邦,等. 不同强度快速冷驯化对广聚萤叶甲成虫耐寒性生理指标的影响[J]. 昆虫学报,2014,57(6):631-638.
- [15] 孔锋. 美国白蛾越冬蛹抗寒性研究[D]. 泰安:山东农业大学,2008.
- [16] 侯柏华,张润杰. 桔小实蝇不同发育阶段过冷却点的测定[J]. 昆虫学报,2007,50(6):638-643.
- [17] 杨朗,贤振华,邓国荣,等. 龙眼长跗萤叶甲成虫耐寒性及卵的发育起点温度和有效积温的研究[J]. 中国农学通报,2009,25(2):196-198.
- [18] 刘晓静,石萌,马纪. 小胸鳖甲各龄期幼虫过冷却点的测定[J]. 新疆农业科学,2012,49(6):1080-1085.
- [19] 薛冬,陈丹,范秀娟,等. 烟草潜叶蛾的过冷却点测定[J]. 环境昆虫学报,2014,36(5):860-864.
- [20] 杨燕涛,谢宝瑜,高增祥,等. 寄主植物对棉铃虫越冬蛹抗寒能力的影响[J]. 昆虫知识,2003,40(6):506-512.

(上接第101页)

- [20] 秦云,孟丽媛,王凤舞. 复合酶法提取海带岩藻黄素及其抗氧化活性分析[J]. 食品科学,2013,34(16):279-283.
- [21] HEO S J, JEON Y J. Protective effect of fucoxanthin isolated from *Sargassum siliquastrum* on UV-B induced cell damage[J]. Journal of photochemistry and photobiology B: Biology, 2009, 95(2):101-107.
- [22] 任丹丹,李景娟,李佰磊,等. 海带岩藻黄素对油脂氧化的抑制作用研究[J]. 大连海洋大学学报,2012,27(6):564-566.
- [23] KIM K N, HEO S J, YOON W J, et al. Fucoxanthin inhibits the inflammatory response by suppressing the activation of NF- κ B and MAPKs in li-

- popolysaccharide-induced RAW 264.7 macrophages[J]. European J Pharm, 2010, 649(1/2/3):369-375.
- [24] MAEDA H, HOSOKAWA M, SASHIMA T, et al. Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues[J]. Biochemical and biophysical research communications, 2005, 332(2):392-397.
- [25] LIN J Y, ZHANG Y, WANG X Q, et al. *Lycium ruthenicum* extract alleviates high-fat diet-induced nonalcoholic fatty liver disease via enhancing the AMPK signaling pathway[J]. Molecular medicine reports, 2015, 12(3):3835-3840.