

DOI: 10.3969/j.issn.2095-3704.2012.01.010

温度对葡萄十星瓢萤叶甲交配行为的影响

孙计拓, 邓礼, 周康念, 张爵龙, 刘兴平*

(江西农业大学 园林与艺术学院, 江西 南昌 330045)

摘要: 在室内恒定条件下, 测定了 3 种不同温度对葡萄十星瓢萤叶甲 *Oides decempunctata* Billberg 成虫的交配节律、交配次数和交配持续时间的影响, 结果表明: (1) 葡萄十星瓢萤叶甲成虫在白天各时间段均有发生, 但只有 25 °C 下才出现有交配的高峰 (14:00 和 18:00), 过低或过高的温度均无明显的高峰期出现。(2) 每日平均交配次数随着温度的升高呈上升趋势, 然而, 每日耗费在交配中的总时长在 25 °C 时达到最大 (227.74 min), 过低或过高的温度均使其受到抑制。(3) 交配持续时间在 22 °C 下最长 (146.84 min), 在 28 °C 下最短 (42.83 min), 表现出随着温度的升高呈缩短的趋势。

关键词: 葡萄十星瓢萤叶甲; 交配行为; 节律性; 温度

中图分类号: F435.6

文献标志码: A

文章编号: 2095-3704 (2012) 01-0050-05

Effects of Temperatures on Mating Behaviors of Grape Leaf Beetles, *Oides decempunctata* Billberg (Coleoptera: Chrysomelidae)

SUN Ji-tuo, DENG Li, ZHOU Kang-nian, ZHANG Jue-long, LIU Xing-ping*

(College of Landscape and Art, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: The Circadian copulation rhythm, number of mating and copulation duration of the grape leaf beetle, *Oides decempunctata* Billberg, under different temperature (22°C、25°C、28°C) were investigated in laboratory conditions. The results showed that (1) the mating occurred throughout the day time (7AM-19PM), however, the peaks of mating appeared at 14:00 PM and 18:00 PM only under 25°C, and the mating didn't occur under lower (22°C) or higher (28°C) temperature; (2) the daily average number of mating increased with the increase in temperatures, while the total daily mating time achieved maximum in 25°C (227.74min), and the total daily mating time were restrained under lower (22°C) or higher (28°C) temperatures; (3) among 3 gradients of temperatures, the copulation duration was the longest under 22°C (146.84min), and the shortest under 28°C (42.83min), which showed the trends that the copulation duration was decreased with the increase in the temperature.

Key words: *Oides decempunctata* Billberg, mating, circadian rhythm, temperature

0 引言

生物的许多行为和生理现象都呈现出周期性的有节奏地波动, 称为生物节律或生物钟。昼夜节律

性是昆虫中许多生命活动过程的重要特征, 多数昆虫在其生理和行为上表现为 24 h 或近似 24 h 的自由开放式昼夜循环节律^[1]。已有的研究表明, 在昆虫中, 各种生命活动过程如交配、产卵、孵化、取食、

收稿日期: 2012-02-23

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31000173) 和江西农业大学博士启动基金项目 (3140)

作者简介: 孙计拓, 男, 硕士生, 主要从事昆虫行为生态学研究; * 通信作者: 刘兴平, 副教授, 博士, E-mail: jxaulxp@163.com。

蜕皮、化蛹、成虫羽化、飞行、信息素释放和迁飞等都存在昼夜节律性^[2]。昆虫活动的昼夜节律性已演变成为一种适应性策略,在其形态转变时能对不良的环境因素和瞬间信号如每日光照和温度循环做出相应的反应以利于其存活。这种节律性可能是在恒定的条件下以24 h为一个周期,并受内源性生物钟或振荡器的调节^[3]。许多内源性的生物钟组成一个复杂的昼夜系统,使昆虫的生命活动与环境变化保持一致^[4]。昆虫活动的昼夜节律具有种的特异性并与交配和生殖密切相关^[5]。近年来,昆虫行为节律的研究越来越受到重视,了解昆虫的行为节律,有助于掌握昆虫种群的活动规律,为有益昆虫的利用和有害昆虫的防治提供重要依据。作为昆虫种群中一个非常重要的生物学或行为学特征,准确理解昆虫生命活动的昼夜节律是非常重要的,是开展其它生物学、生态学、生理学、行为学等研究的基础。

葡萄十星瓢萤叶甲 *Oides decempunctata* Billb-*erg*, 属鞘翅目 Coleoptera, 叶甲科 Chrysomelidae, 别名葡萄十星叶甲、葡萄金花虫等。在我国主要分布于河北、河南、山东、陕西、辽宁、湖南、湖北、江西、浙江、广东、福建等省,国外主要分布于日本、朝鲜及越南等国家。寄主植物主要有葡萄和柑橘等果树,此外,对山葡萄、爬山虎、地锦、爬山虎、紫藤、藤本月季、蔷薇和牡丹等园林植物也有较大的危害^[6]。该虫主要以成、幼虫取食于叶片和嫩芽,常造成孔洞和缺刻,只留下粗叶脉和叶柄,造成网状枯黄叶片,严重时常将整个叶片吃光,只留主脉,严重影响植物的生长以及城市绿化效果^[6-7]。该虫1年发生2代,以卵在根际附近的土中或落叶下越冬。翌年5月下旬开始孵化,6月上旬进入盛期,幼虫沿蔓上爬,先群集为害芽叶、后向上转移,3龄后分散。白天隐蔽,早、晚喜在叶面上取食,有假死性。老熟后于6月底入土做茧化蛹,蛹期约10 d,7月上中旬羽化。成虫白天活动,有假死性。卵产于葡萄枝干接近地面处。8月上旬至9月中旬为产卵盛期,以卵越冬,成虫进入9月陆续死亡,成虫期长达2个月^[7]。目前该虫还没有进行过生物学和生态学的研究,然而这些研究对于理解该虫的生物学及研究其交配系统作为害虫管理的手段是非常重要的。因此,本文在实验室条件下对该虫的羽化节律性进行研究,探讨温度对该虫交配的影响,以期为今后对于该虫的生殖行为和害虫管理策略与防治适期提供

理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验所用葡萄十星瓢萤叶甲采自江西农业大学校园,自野生山葡萄中直接采集成虫,将采回的成虫依据生殖器的差异区分雌雄,并放入垫有吸水纸和新鲜山葡萄叶片的培养皿($d=9$ cm)中进行配对,以保持成虫期营养和湿度条件。配对后移入22℃、25℃、28℃的光照培养箱进行饲养和观察,湿度与光照条件统一为 $RH=(65\pm 5)\%$, $LD=14:10$ 。于配对当日早上7:00开始观察至19:00结束,每1 h观察一次,连续观察10日,记录每对成虫的交配发生情况。当雄性个体的阴茎完全伸入雌性个体的生殖器内则认为交配过程发生。每一次交配详细记录交配持续的时间。本试验以温度作为处理,每一温度梯度的配对数在45对以上。每日观察时更换滤纸和饲料。

1.2 数据分析

采用SPSS17程序包进行数据分析,试验数据中的百分数经反正弦平方根处理,方差分析采用ANOVA分析, Tukey 法比较,显著水平 $P=0.05$ 。在进行交配节律实验的观察中,有些重复会出现配对错误的现象(即不发生交配),因此数据分析时将出现这一现象的配对组合排除。同时,连续几小时的观察若有同一对昆虫仍在交配则视为一次交配,以统计平均每日交配的次数。

2 结果与分析

2.1 成虫的交配节律

在实验室条件下,葡萄十星瓢萤叶甲成虫在白天每时均有交配发生。然而,温度对昆虫的交配节律具有明显的影响(图1)。从图1可以看出,在22℃下,在14:00出现一个交配的小高峰,交配率为17.12%,在9:00的交配率最低(9.01%),其它各时的交配率变化在两者之间且均无差异(图1, 22℃: $F=3.15$; $df=12, 38$; $P=0.017$)。然而,在25℃下,交配的高峰出现在14:00和18:00,交配率分别达到31.18%和32.26%;在早上7:00出现交配的低谷,交配率只有8.60%。且统计分析表明,各时间点的交配率存在差异(图1, 25℃: $F=14.53$; $df=12, 38$; $P=0.001$)。在28℃下,每时的交配率均在16.22%

(7:00) 至 29.82% (13:00) 之间。虽然各时间点的交配率较高, 但统计分析表明, 各时间点的交配率均无差异(图 1, 28 °C: $F=0.92$; $df=12, 38$; $P=0.539$)。这一结果说明, 温度可以改变葡萄十星瓢萤叶甲成虫的交配节律, 在 25 °C 下存在交配的高峰和低谷, 而 22 °C 和 28 °C 均无明显的交配高峰。

比较 3 种温度下的交配率我们发现, 在 28 °C 时的交配率最高, 达到 24.64%, 其次为 25 °C (21.59%), 在 22 °C 时的交配率最低, 平均只有 12.24%, 统计分析表明, 22 °C 的交配率与其它 2 种温度的交配率存在极显著差异($F=21.09$; $df=2, 38$; $P<0.01$)。这一结果说明温度对该虫的交配率也具有明显的影响。

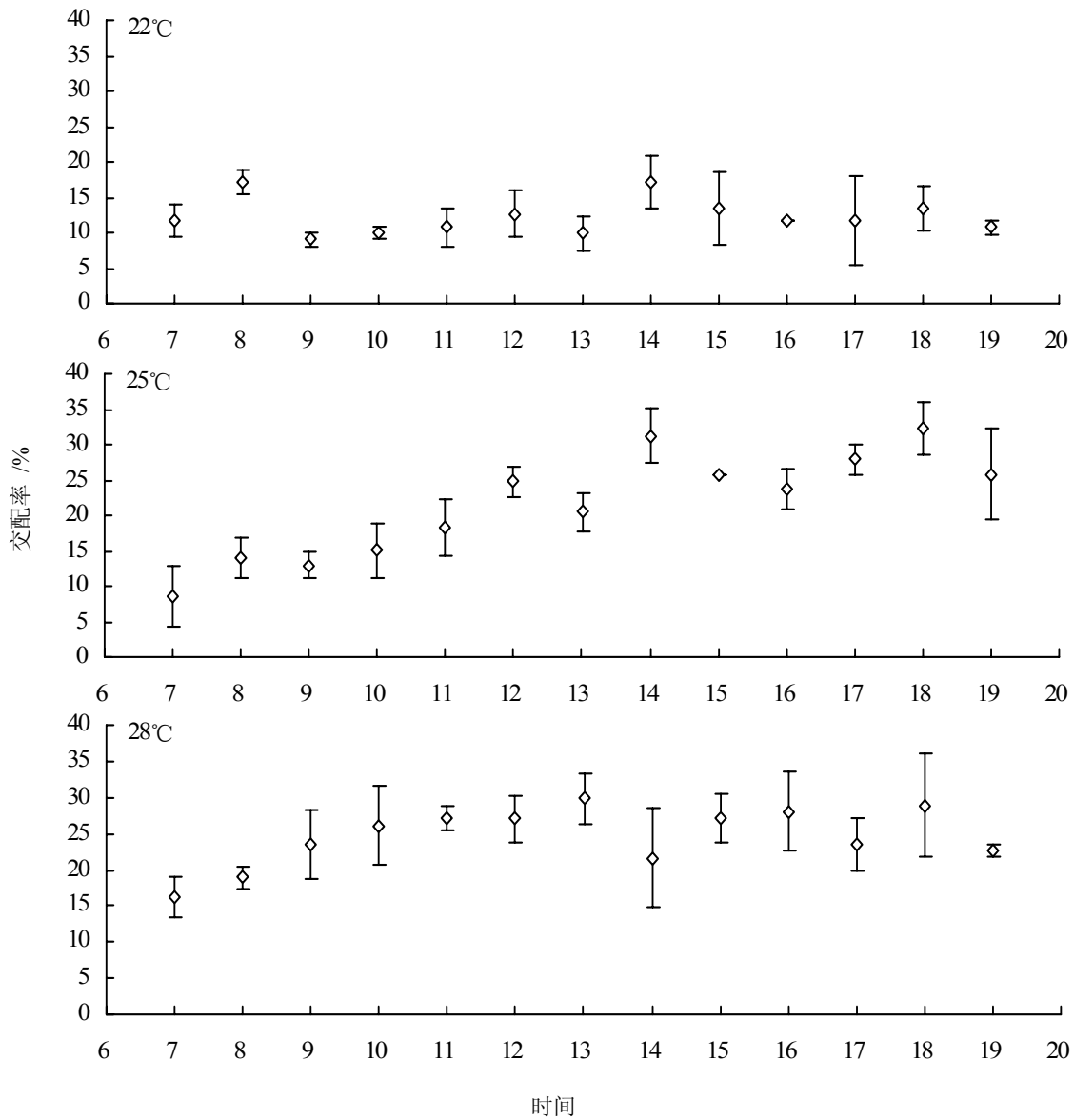


图 1 不同温度下葡萄十星瓢萤叶甲成虫的交配节律

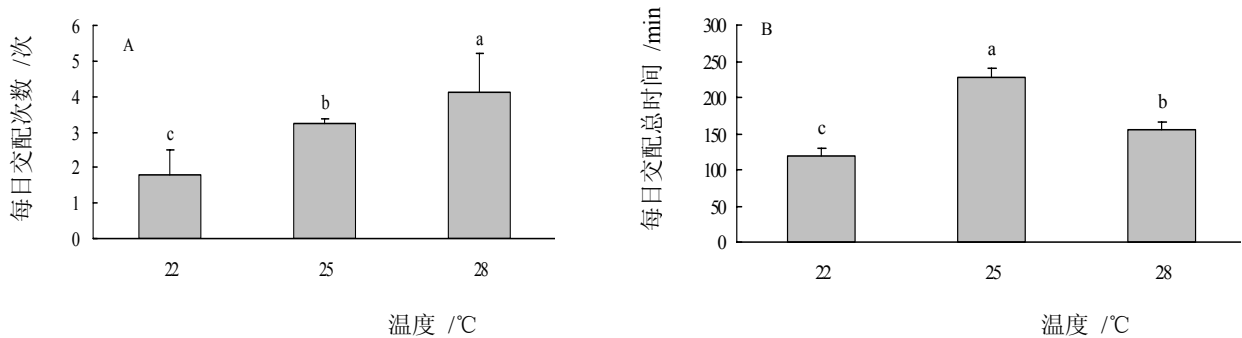
2.2 每日交配次数与交配总时间

从图 2A 可以看出, 随着温度的升高, 该虫每日平均的交配次数呈增加的趋势, 其中在 22 °C 下的每日交配次数最低; 平均只有 1.79 次, 25 °C 下的每日交配次数为 3.23 次, 而 28 °C 下的交配次数最高, 达到 4.10 次, 分别是前两者的 2.29 倍和 1.27 倍。

方差分析表明, 温度对该虫每日的交配次数具有极显著影响 ($F=14.59$; $df=2, 314$; $P=0.001$)。葡萄十星瓢萤叶甲成虫每日耗费在交配上的时间也同样受到温度的影响(图 2B)。在 22 °C 下, 平均每日交配的总时长在 118.92 min, 占白天时长的 16.52%; 随着温度的升高, 在 25 °C 下每日交配的总时长最长,

平均达 227.74 min, 占白天时长的 31.53%; 然而, 温度升高至 28 °C, 平均每日交配的总时长反而降低到 155.14 min, 占白天时长的 21.55%。方差分析表明, 温度对该虫的交配总时长具有明显的影响

($F=15.32$; $df=2, 314$; $P=0.005$)。这一结果说明, 葡萄十星瓢蚱叶甲成虫每日耗费在交配上的时间随着温度的上升而延长, 当达到 25 °C 时达到最大值, 之后随着温度的升高交配的总时长反而降低。



(柱状图中数据为平均值±标准误, 图中相同小写字母表示差异不显著 (Tukey HSD 检验, $P=0.05$, ANOVA), 下同)

图2 不同温度下葡萄十星瓢蚱叶甲的每日交配次数 (A) 与交配总时间 (B)

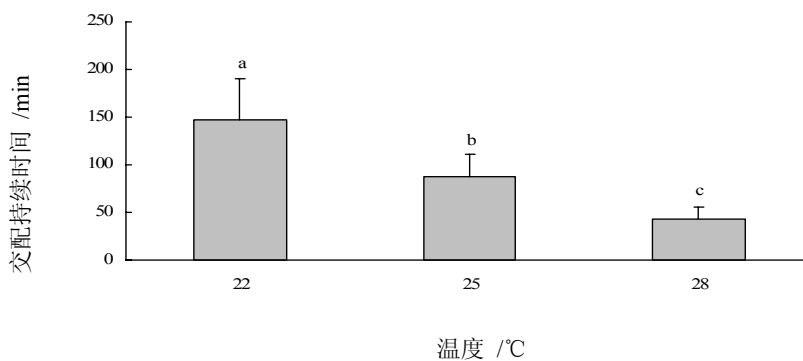


图3 不同温度下葡萄十星瓢蚱叶甲的交配持续时间

2.3 交配持续时间

从图3我们可以看出, 在低温下 (22 °C), 该虫的交配持续时间平均为 146.84 min, 随着温度的升高, 其交配持续时间的变化在 25 °C 和 28 °C 下只有 87.10 min 和 42.83 min, 只占 22 °C 的 59.31% 和 29.17%。统计分析表明, 不同温度间的交配持续时间也具有明显的差异 ($F=27.12$; $df=2, 509$; $P<0.01$)。这一结果说明, 随着温度的升高, 葡萄十星瓢蚱叶甲成虫的交配持续时间呈下降趋势。

3 结论与讨论

本文在室内恒定条件下, 测定了不同温度对葡萄十星瓢蚱叶甲成虫的交配节律、交配次数和交配

持续时间的影响, 结果表明:

(1) 葡萄十星瓢蚱叶甲成虫在白天各时间段均有发生, 但只有 25 °C 下才出现有交配的高峰 (14:00 和 18:00), 过低或过高的温度均无明显的高峰期出现。

(2) 每日平均交配次数随着温度的升高呈上升趋势, 然而, 每日耗费在交配中的总时长在 25 °C 时达到最大 (227.74 min), 过低或过高的温度均使其受到抑制。

(3) 交配持续时间在 22 °C 下最长 (146.84 min), 在 28 °C 下最短 (42.83 min), 表现出随着温度的升高呈缩短的趋势。

昆虫个体间的交配成功依赖于两性的交配活动

以及交配的昼夜节律。大量的研究资料证实,在自然条件下昆虫的交配活动具有昼夜节律性,而温度是一个非常重要的影响昆虫生理节律的定时器^[8]。本文的研究表明,葡萄十星瓢萤叶甲的交配在白天各时段均交配发生,这一现象在其它的昆虫种类如西兰麦长蝽 *Nysius huttoni*^[9]和大猿叶虫 *Colaphellus bowringi*^[10]等中均存在相似的结果。然而本文的研究还证实,温度可以干扰其交配的节律,且在低温下交配率降低,高温下交配率增加。进一步分析得出,温度还可以调节其交配次数、交配总时长以及交配持续时间等。然而,这方面的结果目前尚未见有相关的报道。可能的原因是高温使得雌虫释放性激素的能力和雄虫个体的活力得到增强,传输精子的速度加快,使得其交配的持续时间缩短,交配的次数增加。然而,昆虫的交配行为存在一定的代价^[11]。温度过高,其体内的各种生理代谢加快,温度过低,其生理机能又受到一定的抑制,因此表现出耗费在交配的总时长上出现差异。然而,在自然条件下是否存在相似的情况,或者在各种行为用时的分配上是否同样受到温度的影响,我们目前尚不清楚且需进一步的研究。温度不但影响昆虫的交配行为,也影响昆虫的生殖产量^[12],这也是我们今后研究的方向。

参考文献:

- [1] 吴少会, 向群, 薛芳森. 昆虫的行为节律[J]. 江西植保, 2006, 29(4): 147-157.
- [2] 尚玉昌. 动物的行为节律[J]. 生物学通报, 2006, 41(10): 8-10.
- [3] Omkar, Singh K J. Rhythmicity in life events of an aphidophagous ladybird beetle, *Cheilomenes sexmaculata*[J]. Applied Entomology, 2007, 131(2): 85-89.
- [4] Myers E M, Yu J, Sehgal A. Circadian control of eclosion: interaction between a central and peripheral clock in *Drosophila melanogaster*[J]. Current Biology, 2003, 13(6): 526-533.
- [5] 孙丽娟, 戴华国, 衣维贤, 等. 二化螟水稻类群与茭白类群成虫羽化节律和交配节律研究[J]. 昆虫知识, 2002, 39(6): 421-423.
- [6] 丁梦然, 夏希纳. 园林花卉病虫害防治彩色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [7] 李艳艳, 胡美绒, 卢春田, 等. 十星瓢萤叶甲在葡萄上的发生与防治[J]. 西北园艺, 2011, 1: 29-30.
- [8] Vilma B, Vincas B, Rasa B. Mating activity of the mammalophilic blackflies *Simulium* (*Wilhelmia*) *lineatum* (Meigen, 1804) (Diptera: Simuliidae) under laboratory conditions[J]. Acta Zoologica Lituanica, 2004, 14(4): 34-40.
- [9] Wang Q, Shi G L. Mating frequency, duration, and circadian mating rhythm of New Zealand wheat bug *Nysius huttoni* White (Heteroptera: Lygaeidae) [J]. New Zealand Entomologist, 2004, 27(1): 113-117.
- [10] Liu X P, He H M, Kuang X J, et al. Mating behavior of the cabbage beetle, *Colaphellus bowringi* Baly (Coleoptera: Chrysomelidae) [J]. Insect science, 2010, 17(1): 61-66.
- [11] Blanckenhorn W U, Hosken D J, Martin O Y. et al. The costs of copulating in the dung fly *Sepsis cynipsea*[J]. Behaviour Ecology, 2002, 13(3): 353-358.
- [12] 张国辉, 孙涛, 胡煜, 等. 不同温度对黑粪蚊交配行为和生殖力的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(6): 177-180.