

中黑盲蝽羽化节律及交配行为初步研究^{*}

罗 静 张志林 陈龙佳 张宗磊 陈利珍^{**} 雷朝亮

(湖北省昆虫资源利用与害虫可持续治理重点实验室 华中农业大学 武汉 430070)

摘 要 在光周期 L:D = 16:8, 温度(25 ± 1)℃ 条件下对中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev 羽化规律及交配行为进行观察, 结果表明: 中黑盲蝽雌、雄成虫全天均可羽化, 雌虫羽化高峰出现在亮灯后 7:00—9:00am, 雄虫的羽化高峰出现在亮灯后 5:00—7:00am; 羽化过程历时较短, 仅 5 ~ 7 min。成虫自 4 日龄开始达到性成熟; 室内短距离条件下雌虫通过足摩擦腹部(有时会伴随着振翅)吸引雄虫, 同时雄虫用足摩擦腹部并振动翅膀回应雌虫, 定位雌虫后发生交配, 交配时间约 30 s。

关键词 中黑盲蝽, 性成熟日龄, 交配行为, 羽化

The emergence rhythm and copulation behavior of *Adelphocoris suturalis*

LUO Jing ZHANG Zhi-Lin CHEN Long-Jia ZHANG Zong-Lei

CHEN Li-Zhen^{**} LEI Chao-Liang

(Insect Resources Utilization and Sustainable Pest Management Hubei Key Laboratory, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract The emergence rhythm and copulation behavior of *Adelphocoris suturalis* Jakovlev were investigated under laboratory conditions (25℃ ± 1℃, L:D = 16:8). The results indicate that male and female adults emerge during the day with the peak of female emergence from 7:00 to 9:00am and that of males from 5:00 to 7:00am. The eclosion process generally lasted 5 – 7 mins. Both males and females started to copulate 4 days after eclosion. Females attract males by rubbing their abdomen with their legs, sometimes combined with wing vibration, and males ascertain the position of females in the same way and by vibrating their wings. The mating process usually lasted about 30 seconds.

Key words *Adelphocoris suturalis*, sexual maturation age, copulation behaviour, eclosion

中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev 隶属半翅目盲蝽科, 是一种多食性害虫, 其寄主种类多达 32 科 116 种, 嗜食棉花、大豆和苜蓿等(陆宴辉和吴孔明, 2008)。该虫以成若虫刺吸棉株的幼嫩部位和繁殖器官, 损伤幼蕾、幼铃, 导致蕾铃脱落, 造成棉花减产(张英健等, 1987)。自 1997 年转基因 Bt 棉商业化种植以来, 中黑盲蝽等盲蝽由次生害虫逐渐上升为主要害虫(Lu *et al.*, 2008, 2010)。据统计盲蝽在 2004、2005 和 2006 年造成的产量损失分别为 1991—1996 年平均水平的 7.77、6.58、8.81 倍, 并呈进一步蔓延和大面积灾变的发展趋势(陆宴辉和吴孔明, 2008)。

目前我国对中黑盲蝽的防治尚处于初期阶段, 主要依靠化学防治(刘仰青等, 2007)。而中黑盲蝽危害较为隐蔽, 活动敏捷且易转株危害, 严重影响化学药剂的防治效果(徐文华等, 2007)。长期大量使用化学农药也带来诸多问题, 如: 易产生抗药性, 污染环境, 杀伤天敌, 破坏生态平衡等。因此, 开发和研究符合环保、健康、持续发展理念的无公害防治措施, 以达到经济、安全、有效且可显著降低农药使用量的目的, 是未来防治中黑盲蝽的发展方向。本文通过研究中黑盲蝽羽化及交配的行为特征, 旨在为中黑盲蝽行为调控提供科学依据。

^{*} 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(201103012)。

^{**} 通讯作者: E-mail: lzchen@mail.hzau.edu.cn

收稿日期: 2012-02-25, 接受日期: 2012-04-18

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试虫源 中黑盲蝽成虫采集于河南省郑州市郊区,饲养于光周期 L:D = 16:8, 温度 (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $75\% \pm 5\%$ 的人工气候箱内。成若虫均饲养于保鲜盒中(长:宽:高 = 20 cm:14 cm:8 cm),以新鲜的四季豆为饲料和产卵基质(郭晓奇等,2008),用脱脂棉喂以新鲜蜂蜜水(浓度为 0.1%)。养虫盒用细纱布封口,内置一定量的异质物(蔡晓明等,2005)。

1.1.2 处女虫的获取 若虫 3 龄后单头饲养于放有弯曲纸条的指形管(直径:高 = 3 cm:8 cm)中,内置一段长约 5 cm 的四季豆,用细纱布封口,养至合适日龄后备用。

1.2 中黑盲蝽羽化节律及行为观察

1.2.1 羽化节律 取 5 龄若虫分雌雄后,单头饲养(饲养方法和条件同 1.1.1),羽化开始即每隔 2 h 观察 1 次,分别记录雌、雄虫的羽化数,连续观察 3~4 d(暗期观察在红灯下进行),直至全部羽化,雌、雄虫各观察 100 头。

1.2.2 羽化行为观察 取即将羽化的 5 龄若虫(背部翅芽变黑的若虫),置于透明玻璃管(直径:高 = 3 cm:8 cm)中,内置一段长约 5 cm 的四季豆,用保鲜膜封口,利用数码摄像机拍摄观察羽化全过程,试验重复 8 次。

1.3 中黑盲蝽性成熟日龄及交配行为观察

1.3.1 雄虫性成熟日龄的确定 不同日龄处女雌虫田间诱捕实验结果表明:中黑盲蝽处女雌虫自 4 日龄开始对雄虫具引诱能力,8~13 日龄为引

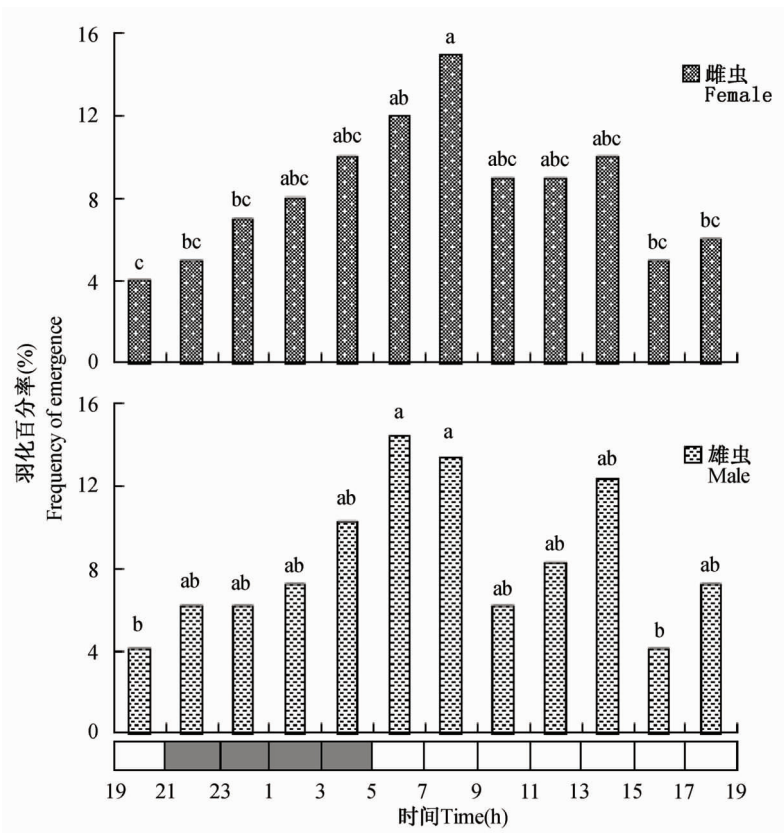


图 1 中黑盲蝽雌、雄虫的羽化节律

Fig. 1 Emergence rhythm of female and male *Adelphocoris suturalis*

注:1)21:00 熄灯,5:00 开灯;

2)采用 Duncan 多重比较法进行显著性差异分析,不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

1) Lights switch off at 21:00, lights switch on at 5:00;

2) Histogram with different letters indicate significantly different at 0.05 level by Duncan multiple range test.

诱高峰期 (Zhang *et al.*, 2011), 故取 1~7 日龄的处女雄虫分别与 11~13 日龄的处女雌虫单头配对, 24 h 后移出雄虫, 雌虫单头饲养, 分别标记并保存产卵豆荚, 以观察记录是否有若虫孵出为标准, 判断雌虫是否交配成功。实验重复 15 次。

1.3.2 雌虫性成熟日龄的确定 取 1~7 日龄的处女雌虫分别与 11~13 日龄的处女雄虫单头配对, 24 h 后移出雄虫, 雌虫单头饲养, 分别标记并保存产卵豆荚, 以观察记录是否有若虫孵出为标准, 判断雌虫是否交配成功。实验重复 15 次。

1.3.3 室内交配行为观察 选取大小一致、无畸形、7~11 日龄的处女雌雄虫, 单头配对, 置于长 10 cm, 底面直径 5 cm 的一次性塑料杯中, 杯内贴壁放置一长约 5 cm 的四季豆和浸润新鲜蜂蜜水的脱脂棉, 利用数码摄像机拍摄观察交配全过程, 连续拍摄观察 24 h, 试验重复 15 次。

1.4 数据处理与分析

试验数据均采用 SAS8.1 进行 One-Way ANOVA 方差分析, 并用 Duncan 多重比较法进行显著性差异分析 ($P=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 羽化节律

由图 1 可知: 中黑盲蝽雌、雄成虫全天均可羽化且羽化节律大致相同, 雌虫羽化高峰期出现在亮灯后 2 h, 即 7:00—9:00am, 羽化百分率为 15.00%; 雄虫的羽化高峰期则出现在 5:00—9:00am, 羽化百分率为 27.84%。

2.2 羽化行为

当末龄若虫感受到体内因即将羽化而产生的压力时, 会就近寻找一处较为安静的地方, 用胸足攀附在物体上不再活动, 以准备羽化。羽化时可见虫体因体内压力而出现的轻微晃动, 随后若虫自前胸背板处裂开, 成虫的头胸部自裂口处伸出; 约 3~4 min 后, 除足和触角外大部分虫体均自蜕壳内脱出, 翅膀也自翅芽内逐渐伸展开; 1 min 后, 成虫的足和触角自胸腹面与身体呈平行状拉出, 整个虫体完全破壳而出。伸展足和触角后, 稍事停息, 便开始爬动, 但活动能力较差, 整个羽化过程持续约 5~7 min (图 2)。中黑盲蝽成虫刚羽化后通体呈浅黄绿色, 且翅不能完全覆盖住腹部, 随时间的延长虫体颜色渐深, 羽化 25 min 后翅膀完全

伸展开, 随后该虫在休息时背部所特有一条黑色的纵带逐渐显露出来。

2.3 性成熟日龄的确定

中黑盲蝽雌、雄虫均自 4 日龄开始有交配行为的发生, 且雌雄虫的交配率均达到了 20% 以上, 4~7 日龄雌虫交配率由 20% 逐渐上升到 60%, 雄虫交配率自 4 日龄的 33% 逐渐上升到 73% (图 3)。由此可知, 中黑盲蝽雌、雄成虫均自 4 日龄开始达到性成熟。

2.4 交配行为

2.4.1 交配前行为 光期时, 中黑盲蝽雌雄虫均不活跃, 大部分时间处于取食和休息状态, 偶尔爬行或用两前足摩擦触角。进入暗期后, 雌雄虫开始变得活跃, 雄虫尤为明显, 开始四处移动并不时的晃动触角, 当雌虫用单足或双足摩擦腹部 (有时会伴随着振翅) 时, 雄虫会出现用足摩擦腹部并震动翅膀的行为来回应, 进而开始搜寻雌虫。雄虫搜寻雌虫过程中会随机出现快速的晃动触角、足摩擦腹部、振翅、休息等行为。一般在雌虫用足摩擦腹部后, 大多数雄虫会在较短的时间内发现雌虫, 此时雄虫会迅速的从侧面或后面靠近雌虫, 并用足将雌虫抱握住, 进行生殖器并列, 试图将其阳具插入雌虫的生殖腔, 这时雌虫会用足尽力推开雄虫以挣脱雄虫的钳制, 若雌虫未摆脱雄虫则准备交配。交配过程中雌虫表现出一定的选择性, 拒绝雄虫交配的比率很高。

2.4.2 交配行为 雄虫与雌虫进行生殖器并列后, 两者呈 45~90°角 (图 4)。雄虫卷曲其下腹使之置于雌虫体下, 其外生殖器与雌虫的产卵瓣基部相连, 雄虫的阳具插入雌虫的生殖腔内, 由 2 个阳基侧突固定, 交配时间约 30 s。

3 讨论

羽化受光周期影响而表现有一定的节律在许多昆虫中已有报道 (戴华国等, 1996; 孙丽娟等, 2002; 姚监等, 2009)。本实验结果显示, 中黑盲蝽雌、雄虫羽化高峰期均出现在 5:00—9:00am 之间。从生态适应角度来看, 半翅目昆虫自羽化之日起通常需要继续补充营养才能达到性成熟 (>2 d), 进而产生释放信息素 (King, 1973; Millar *et al.*, 1997; Hsiao and Millar, 2002), 而上午 10:00 以前是盲蝽适应在棉株顶部活动的时期, 中黑

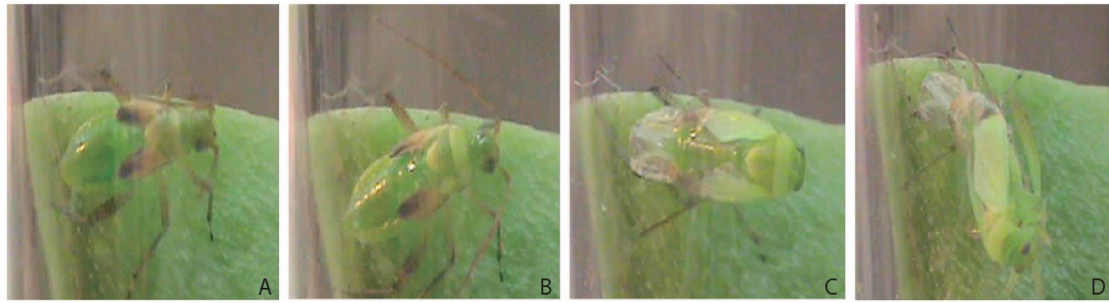


图2 中黑盲蝽羽化行为

Fig.2 Eclosion behaviour of *Adelphocoris suturalis*

A. 开始羽化 starting eclosion; B. 羽化 1 min 后 1 min after starting eclosion;
C. 羽化 3~4 min 后 3~4 min after starting eclosion; D. 结束 ending.

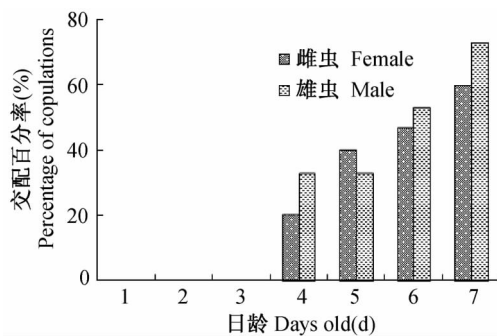


图3 中黑盲蝽性成熟日龄

Fig.3 Sexual maturation age of *Adelphocoris suturalis*

图4 中黑盲蝽交配行为

Fig.4 Copulation behaviour of *Adelphocoris suturalis*

盲蝽在此阶段羽化有利于其取食花蜜。

Strong 等(1970)提出性接受能力与性信息素的产生有关,实验表明中黑盲蝽雌成虫自4日龄后开始有交配行为发生,即其至少自4日龄开始有性信息素的产生,这与不同日龄处女雌虫田间诱捕实验的结果是一致的(Zhang *et al.*, 2011),这一结果对挑选合适日龄的中黑盲蝽来提取和研究

性信息素具有指导意义。

求偶行为是雌雄个体性兴奋的反映,与择偶交配密切相关,通过对中黑盲蝽成虫求偶行为的观察,发现其与 *Lygus hesperus* (Strong *et al.*, 1970) 和 *Lygocoris pabulinus* (Astrid *et al.*, 1998) 的求偶行为存在相似性,即雄虫在求偶时会通过振翅来发出性信号。Qta 和 Cokl (1991) 发现 *Nezara viridula* 的雌雄虫通过振翅来传递求偶信息,用以定位植物上潜在的伴侣,进而进行交配。昆虫交配行为的表达可反映性信息素的作用,雄虫在求偶时振翅这一特异性行为可作为检测潜在性信息素组分的行为指标,有助于信息素组分的鉴定,开发有效的性信息素生物防治技术来对其进行综和防治。

参考文献 (References)

- Astrid TG, Erna VDW, Antje S, Visser JH, Blommers LHM, Teris AVB, 1998. Copulation behaviour of *Lygocoris pabulinus* under laboratory conditions. *Entomol. Exp. Appl.*, 88:219—228.
- Hsiao YH, Millar JG, 2002. Identification, electroantennogram screening, and field bioassays of volatile chemicals from *Lygus hesperus* Knight (Heteroptera: Miridae). *Zool. Stud.*, 41(3):311—320.
- King ABS, 1973. Study of sex attraction in the cocoa capsid, *Disantiella theobroma* (Heteroptera: Miridae). *Entomol. Exp. Appl.*, 16:243—254.
- Lu YH, Qiu F, Feng HQ, Li HB, Yang ZC, Wyckhuys KAG, Wu KM, 2008. Species composition and seasonal abundance of pestiferous plant bugs (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton in China. *Crop Prot.*, 27:465—472.

- Lu YH, Wu KM, Jiang YY, Xia B, Feng HQ, Wyckhuys KAG, Guo YY, 2010. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science*, 328: 1151—1154.
- Millar JG, Rice RE, Wang Q, 1997. Sex pheromone of Miridae bug *Phytocoris relativus*. *J. Chem. Ecol.*, 23 (7): 1743—1954.
- Ota D, Cokl A, 1991. Mate location in the southern green stink bug *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), mediated through substrate-borne signals on ivy. *J. Insect Behav.*, 4: 441—447.
- Strong FE, Sheldahl JA, Hughes PR, Hussein EMK, 1970. Reproductive biology of *Lygus hesperus* Knight. *Hilgardia*, 40: 105—143.
- Zhang ZL, Luo J, Lu C, Zhao B, Meng J, Chen LZ, Lei CL, 2011. Evidence of female-produced sex pheromone of *Adelphocoris suturalis* (Hemiptera: Miridae): effect of age and time of day. *J. Econ. Entomol.*, 104(4): 1189—1194.
- 蔡晓明, 封洪强, 原国辉, 邱峰, 吴孔明, 2005. 中黑盲蝽人工饲料的初步研究. *植物保护*, 31(6): 45—47.
- 戴华国, 杨亦桦, 吴小毅, 1996. 稻褐飞虱成虫的羽化节律. *南京农业大学学报*, 19(3): 117—118.
- 郭晓奇, 付晓伟, 封洪强, 邱峰, 郭线茹, 2008. 不同寄主对中黑盲蝽生长发育和繁殖的影响. *生态学报*, 28(4): 1514—1520.
- 刘仰青, 吴孔明, 薛芳森, 2007. 盲蝽象抗药性治理的研究进展. *华东昆虫学报*, 16(2): 141—148.
- 陆宴辉, 吴孔明, 2008. 棉花盲蝽象及其防治. 北京: 金盾出版社. 1—151.
- 孙丽娟, 戴华国, 衣维贤, 陆永钦, 2002. 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. *昆虫知识*, 39(6): 421—423.
- 徐文华, 王瑞明, 林付根, 刘标, 臧慧, 2007. 棉盲蝽的寄主种类、转移规律、生态分布与寄主的适合度. *江西农业学报*, 19(12): 45—50.
- 姚监, 苏丽, 蒙永军, 朱建伟, 李春瑞, 黄珊, 黄兰娟, 韦荣相, 2009. 荔枝蒂蛀虫羽化及交配行为研究. *安徽农业科学*, 37(25): 12046—12048.
- 张英健, 仓惠, 徐文华, 1987. 中黑盲蝽对棉花的危害及损失研究. *植物保护学报*, 14(4): 247—252.