



大豆黄蓟马的生物学特性及危害特征研究

王迪, 高宇, 赵一瑾, 李文博, 许嘉嘉, 史树森

(吉林农业大学 植物保护学院, 吉林 长春 130118)

摘要:为进一步明确黄蓟马在大豆寄主上的生物学特性,在人工饲养条件下,观察描述了黄蓟马各个虫态的形态特征、世代发育、主要习性及其对大豆植株的危害特征。结果表明:黄蓟马的变态类型属于过渐变态,整个发育期包括卵、若虫、伪蛹、蛹、成虫5个阶段。若虫2个龄期的体色和体长有明显差异。成、若虫主要在大豆叶片上取食为害,呈现出较明显的昼夜节律。以孤雌生殖为主,产卵于叶片组织内。在温度 25 ± 1 °C条件下,以大豆为寄主的雌性个体从卵发育为成虫大约需要16 d左右。卵期为 5.73 ± 1.66 d,若虫期为 4.85 ± 1.25 d,伪蛹为 1.10 ± 0.48 d,蛹期为 2.67 ± 0.71 d,雌成虫寿命为 11.43 ± 4.66 d,雄成虫寿命为 13.00 ± 7.07 d,整个世代历期为 25.80 ± 0.89 d。

关键词:黄蓟马;大豆;形态特征;生物学特性;为害症状

Study on Biological and Damage Characteristics of *Thrips flavus* on Soybean

WANG Di, GAO Yu, ZHAO Yi-jin, LI Wen-bo, XU Jia-jia, SHI Shu-sen

(College of Plant Protection, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: In order to define the biological characteristics of *Thrips flavus* (Thysanoptera: Thripidae) on soybean host plants, the detail morphological features, behavior habits and damaged symptoms were observed under the condition of artificial feeding with soybean leaves. The results showed that the metamorphosis type of *T. flavus* was hyperpauro metamorphosis. It had five stages (egg, nymph, pseudopupa, pupa, and adult). There were significant differences in body color and body length between the 1st and 2nd instar nymph. It was mainly parthenogenetic and laid eggs on leaf tissues. Moreover, adults and nymphs mainly feed with the soybean leaves that showed an obvious diurnal rhythm. Most of them were parthenogenetic and could lay up to 23 eggs per female. Under the temperature of 25 ± 1 °C, it took about 16 d for the female to develop from egg to adult on soybean. The egg, nymph, pseudopupa and pupa stage was 5.73 ± 1.66 , 4.85 ± 1.25 , 1.10 ± 0.48 and 2.67 ± 0.71 d. The female adult longevity was 11.43 ± 4.66 d, and the male was 13.00 ± 7.07 d. The whole generation duration was 25.80 ± 0.89 d. These results can provide a basis for further research on its population monitoring and control technology.

Keywords: *Thrips flavus*; Soybean; Morphological features; Biological characteristics; Damaged symptoms

黄蓟马(*Thrips flavus*)属于缨翅目(Thysanoptera)蓟马科(Thripidae),广泛分布于世界各地,已知的寄主植物有近百种,包括十字花科(Brassicaceae)、豆科(Fabaceae)、葫芦科(Cucurbitaceae)等,主要危害大豆(*Glycine max*)、蚕豆(*Vicia faba*)、烟草(*Nicotiana tabacum*)、黄瓜(*Cucumis sativus*)等经济作物^[1-2]。黄蓟马曾于1996年在河南周口地区爆发,危害面积超过20万hm²^[3];在昆明地区冬季萝卜、油菜、豌豆等蔬菜上能顺利越冬并造成危害^[4];在长春地区春大豆上种群数量较大^[5-6]。研究发现,该害虫发生高峰期为盛花期至始粒期,在大豆植株上主要分布于上层叶片第1至第5叶位,且主要在叶片上活动^[4];在大豆不同生育期的空间分布型均为聚集分布^[7]。包选平等^[8]对以齐黄34和冀豆17为

亲本构建的重组自交系群体中的128个株系进行温室内抗虫表型鉴定,初步鉴定了大豆苗期抗黄蓟马的遗传位点,为大豆抗虫品种的选育提供了参考。南方小花蝽(*Orius similis*)是黄蓟马的重要捕食性天敌,其捕食效应符合Holling II型圆盘方程功能反应模型,日最大捕食量分可达29.3头·d⁻¹^[5]。但是关于黄蓟马个体发育及种群生物学特性尚不十分清楚。为了进一步明确黄蓟马在其主要寄主大豆上的生物学特性,本研究在室内人工饲养条件下,以黄蓟马长春种群为对象,对其在大豆品种吉农38植株上的个体发育各阶段形态特征、主要行为习性、发育历期以及植株被害特征进行系统的观察研究,为进一步开展对其种群监测和防控技术研究奠定基础。

收稿日期:2021-01-03

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04);国家重点研发计划(2018YFD0201004)。

第一作者:王迪(1995—),女,在读硕士,主要从事害虫综合治理研究。E-mail:1950215017@qq.com。

通讯作者:高宇(1983—),男,博士,副教授,主要从事昆虫生态及害虫综合治理研究。E-mail:gaoy1101@163.com;

史树森(1963—),男,教授,博导,主要从事农业害虫综合治理与昆虫资源利用研究。E-mail:sss-63@263.net。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 供试虫源 黄蓟马成虫采自吉林农业大学农业农村部(吉林)大豆区域技术创新中心大豆试验田(43°47'53"N,125°24'17"E)。带回实验室放入人工气候箱(温度 25 ± 1 °C、光周期为 16 h 光/8 h 暗、相对湿度 $80\% \pm 5\%$ 、光照强度约 3 500 lx),在广口瓶内饲养建立试验种群,提供新鲜的离体大豆叶片作为食物,根据叶片取食情况每天更换 1 ~ 2 次。

1.1.2 供试寄主 寄主大豆品种为吉农 38。

1.1.3 主要仪器 体视显微镜 Olympus SZ61 型、超景深显微镜 CX31RTSF 型、数码相机 Nikon BM-7 型和步进拍照系统 Step Motor Test 1.0.0.1。

1.2 方 法

1.2.1 黄蓟马发育过程观察 将若干头黄蓟马雌成虫放入广口瓶内,瓶内放入新鲜大豆叶片,24 h 后将大豆叶片移入培养皿($\Phi = 10$ cm)中,培养皿底铺置湿润滤纸保湿;待卵孵化后,移入 5 mL 离心管进行单头饲养,每天早晚各观察 1 次,记录各虫态生长发育状况,拍照并描述其主要形态特征。

1.2.2 黄蓟马行为习性观察 在室内(25 °C),将初孵若虫放入装有 大豆叶片的培养皿($\Phi = 3.5$ cm),在解剖镜下观察其取食行为。将初羽化的雌成虫和雄成虫接入培养皿,放入大豆叶片,在解剖镜下观察并记录其交尾习性。再将雌成虫接入培养皿,观察其产卵行为。

1.2.3 大豆植株危害症状及取食为害节律观察 在室外网笼内种植大豆盆栽,采用人工接虫法,将初孵若虫和初羽化成虫接到大豆植株叶片正面,观察记录其对大豆植株的为害情况。取食为害节律观察方法是在培养皿中单头放入若虫和成虫,各观察 10 头,每 30 min 在解剖镜下观察 1 次,记录是否

处于取食阶段并记录。

1.3 数 据 分 析

采用 SPSS 20.0 计算平均值,用 Mann-Whitney U 检验比较成虫和若虫取食次数的差异。

2 结 果 与 分 析

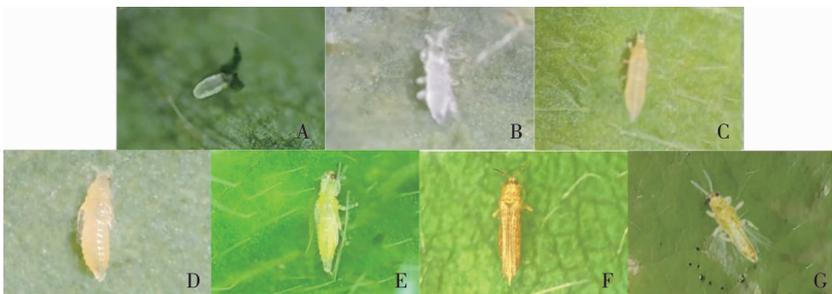
2.1 黄蓟马的形态特征

黄蓟马的整个发育过程包括卵、若虫(2 个龄期)、预蛹、蛹和成虫 5 个阶段。

2.1.1 卵 黄蓟马卵长约 530 μm ,宽约 220 μm ,肾形,初产时颜色透明,后乳白色;接近孵化时出现小黑点,可透过卵壳看到(图 1A)。

2.1.2 若虫 黄蓟马 1 龄若虫体长 0.24 ~ 0.36 mm,体大如针尖,体白色透明,后渐渐变为乳白色,触角伸到头前方,无翅芽(图 1B)。2 龄若虫体长 0.48 ~ 0.72 mm,体黄色,有时腹部会出现绿色素,无翅芽,行动敏捷(图 1C)。3 龄若虫常被称为“伪蛹”,体长 0.60 ~ 0.96 mm,触角短,触角伸向前方,无单眼,腹部背面开始出现翅芽(图 1D)。4 龄若虫常被称为“蛹”,体长 0.72 ~ 1.08 mm,触角弯向头背后,单眼红色,翅芽增大伸到腹部末端(图 1E)。伪蛹和蛹的形态区别主要是单眼有无、触角姿态和翅发育程度。

2.1.3 成虫 雌虫长翅,体长约 1.12 ~ 1.84 mm,体黄色,各足和身体同色。触角丝状,8 节,触角 I、II 节亮黄色,III 节基部亮黄色、端部棕色,IV ~ VIII 节棕色。体鬃和翅鬃暗棕色。单眼鬃 3 对,单眼间鬃位于前后单眼内缘连线之内,短于后单眼的最短距离;1 对单眼后鬃,5 对复眼后鬃,鬃 II 极其微小,其他鬃近等长。中胸背片布满较浅的横向网纹,1 对钟状感觉器靠近前缘(图 1F)。雄虫相似于雌虫,但雄虫比雌虫略小,身体颜色较浅,腹部背片第 VIII 节后缘梳很多,只剩齿痕,雌虫翅不到腹部末端,雄虫翅长于腹部,外生殖器形态不同(图 1G)。



A: 卵; B: 1 龄若虫; C: 2 龄若虫; D: 伪蛹; E: 蛹; F: 雌成虫; G: 雄成虫

A: Egg; B: 1st instar nymph; C: 2nd instar nymph; D: Pseudopupa; E: Pupa; F: Female adult; G: Male adult

图 1 黄蓟马各虫态的形态特征

Fig. 1 The morphological features of *Thrips flavus* in different stages

2.2 黄蓍马的主要习性

2.2.1 孵化、蜕皮与变态 若虫的孵化主要依靠自身的蠕动,用足向后摆动,最终钻出卵壳。若虫蜕皮一般是从头部开始,慢慢地将皮蜕到腹部末端,伴随着身体的扭动,蜕皮完成时,有时带着蜕下的皮爬动,直到皮最终脱落。蓍马类昆虫从若虫期向成虫期转变时,要经过一个类似于全变态昆虫蛹的阶段,活动能力减弱,不取食,不排泄,如无外界干扰蛹基本处于静止不动状态,这是在自身进化中独特之处。由于1龄和2龄若虫形态与成虫相似,伪蛹和蛹具外生翅芽,具备渐变态的某些特点;又因为伪蛹和蛹不取食或活动减弱或静止不动,具备全变态的某些特点,被视为渐变态和全变态的中间形式,称为过渐变态。

2.2.2 取食行为 成虫活跃、善飞能跳、活动能力强,若虫爬行能力较强,取食时首先寻找合适的部位,有较强的趋嫩性。成虫在大豆植株的各个部位均可取食,若虫大部分在叶片上为害,而且大多在叶片背面取食汁液,极少部分在茎秆上为害;成虫在叶片和茎秆上均为害。当若虫和成虫在整个植株上活动时,一般以取食叶片为主。

2.2.3 交尾习性 黄蓍马以孤雌生殖为主,少见两性生殖。孤雌生殖时,雌虫产卵大多在羽化后2~3d进行。在两性生殖时,雌雄交尾在羽化后第2天进行;当雄虫发现雌虫后,彼此慢慢靠近,找到合适部位后,并排靠在一起,腹部靠近,完成交尾后,雄虫先离开,腹部拖动雌虫一段距离,然后分开,结束交尾。交尾时间持续1~2min。每个雌虫一生最多可产卵23粒,单次可产卵1~7粒。

2.2.4 产卵行为 雌虫在交尾后、产卵前,腹部逐渐膨大。雌虫将卵产在叶片组织内。在产卵前通

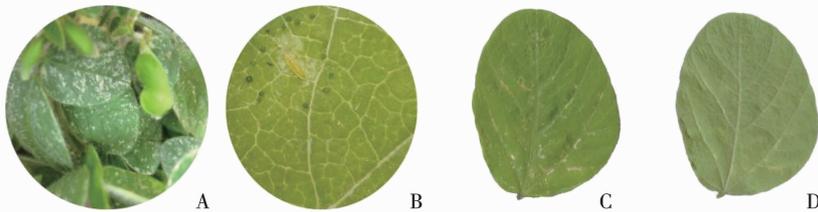
常在叶片上四处爬行,寻找适合的产卵部位;然后在适合的部位停留,用后足不停地拨动腹部,产卵前期这一系列行为大约持续1.5min;产卵时,腹部稍微抬高并伸缩,随后腹部向下,伸出产卵器,利用腹部的力量猛刺入叶片组织内,然后移动位置开始产卵,产卵1粒后继续拨动腹部,寻找另一个产卵部位,一次产卵持续时间约10min。

2.3 黄蓍马的世代发育特性

观察统计结果表明,黄蓍马在室内饲养温度 25 ± 1 ℃条件下,卵在 5.73 ± 1.66 d后孵化;1龄若虫在 2.33 ± 1.15 d后蜕皮成2龄若虫;2龄若虫在 2.53 ± 0.86 d后进入伪蛹期;伪蛹不进食,在 1.10 ± 0.48 d后进入蛹期,蛹基本不动,蛹在 2.67 ± 0.71 d后羽化为成虫;雌成虫寿命为 11.43 ± 4.66 d,雄成虫寿命为 13.00 ± 7.07 d。整个世代历期为 25.80 ± 0.89 d。

2.4 黄蓍马对大豆植株的危害症状与昼夜为害节律

2.4.1 危害症状 黄蓍马的若虫和成虫有趋嫩性,用锉吸式口器刺吸危害,主要取食大豆叶片,也可取食嫩枝、叶柄、花芽等幼嫩组织的汁液,被取食的叶片产生白斑、黄斑和灰斑,严重时被害叶片褶皱、褪绿甚至枯萎(图2A)。此外,成虫和若虫在取食间歇会排出水泡状排泄物,呈淡黄色至黑色液滴,成虫排泄物颜色更深一些(图1G和图2B)。分泌的排泄物对叶片也造成一定程度的污染,可能诱发病害;雌成虫锯状产卵器,将卵产在叶片组织内,对大豆叶片也造成一定程度的危害(图2C、D)。当接种量较大或植株幼苗长势衰弱时,为害严重时可造成整个大豆植株死亡。



A: 大豆叶片被害症状; B: 黄蓍马及其排泄物; C: 被害大豆叶片正面; D: 被害大豆叶片背面

A: Damaged symptoms of soybean leaves; B: *Thrips flavus* and its excrement; C: Upper leaves of damaged soybean surface; D: Lower surfaces of damaged soybean leaves

图2 吉农38叶片受黄蓍马危害症状

Fig. 2 The symptoms of leaf damaged by *Thrips flavus* on Jinong 38

2.4.2 取食为害昼夜节律 黄蓍马成虫和若虫在白天的取食为害次数多于夜间,基本符合昼行性昆虫的特点。成虫取食时间段是4:00—24:00,较集中于7:00—15:00,取食频次动态近似呈“马鞍形”;若

虫取食时间段是7:00—24:00,较集中于7:00—18:00,取食频次动态呈随时间递减趋势;取食时吃时停,呈现间歇性(图3)。成虫和若虫的取食次数之间无显著差异($P=0.645$)。

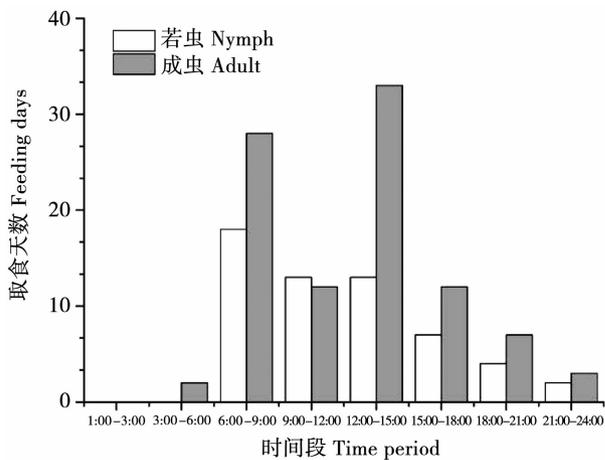


图3 黄蓟马在大豆上取食的昼夜节律

Fig. 3 The feeding diurnal rhythm of *Thrips flavus* on soybean

3 结论与讨论

本研究初步明确了黄蓟马种群各虫态的形态特征、在大豆上的取食、交尾行为、产卵习性、发育历期等主要生物学特性。在实验室条件下观察描述了各个虫态的形态特征、主要行为习性和危害特征等。结果表明黄蓟马的变态类型属于过渐变态,整个发育期包括卵、若虫、伪蛹、蛹和成虫。过渐变态这种变态类型与西花蓟马 (*Frankliniella occidentalis*)、黄胸蓟马 (*Thrips hawaiiensis*) 等一致^[10-11]。1 龄若虫与 2 龄若虫的体色和体长有明显差异;伪蛹和蛹的形态区别主要是有无单眼、触角姿态和翅发育程度。黄蓟马主要在叶片上取食为害,有较强的趋嫩性,这与其田间分布特点基本一致,取食呈现出较明显的昼夜节律,表明该虫在白天更为活跃^[5,7]。通常以孤雌生殖为主,雌虫将卵产在叶片组织内,在温度 25 ± 1 °C 条件下,以大豆为寄主的雌性个体从卵发育为成虫大约需要 16 d 左右,卵期为 5.73 ± 1.66 d,若虫期为 4.85 ± 1.25 d,伪蛹为 1.10 ± 0.48 d,蛹期为 2.67 ± 0.71 d,雌成虫寿命为 11.43 ± 4.66 d,雄成虫寿命为 13.00 ± 7.07 d。黄蓟马对大豆植株的危害包括取食和产卵损伤组织以及排泄物污染等,被害部位主要产生白斑、黄斑和灰斑等斑痕;而能否传播植物病原体以及是否危害或传播花粉还有待进一步探索^[12]。本研究结果为进一步识别黄蓟马各虫态提供了形态特征依据,相关生物学特性为开展对其种群监测和防控技术研究奠定了生物学基础。蓟马的个体发育与其环境因素有密切关系,尤其是与温度和食物的关系最为显著,而关于不同地理种群生活史等有待进一步研究。

参考文献

- [1] Zvaríková M, Masarovič R, Prokop P, et al. An updated checklist of thrips from Slovakia with emphasis on economic species [J]. *Plant Protection Science*, 2020, 56(4): 292-304.
- [2] 高宇, 刘延超, 夏婷婷, 等. 黄蓟马的寄主范围、生物学特性及危害特点综述 [J]. *江苏农业科学*, 2018, 46(17): 87-90. (Gao Y, Liu Y C, Xia T T, et al. Review on the host range, biological characteristics and damage of *Thrips flavus* [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2018, 46(17): 87-90.)
- [3] 郭继红, 于连成, 邵素兰. 黄蓟马在河南周口地区秋田大发生 [J]. *植保技术与推广*, 1997(5): 40. (Guo J H, Yu L C, Shao S L. Occurrence of *Thrips flavus* in Zhoukou area of Henan Province [J]. *Plant Protection Technology and Extension*, 1997(5): 40.)
- [4] 孙英, 胡昌雄, 吴道慧, 等. 南方小花蝽和黄蓟马的种群动态及捕食功能反应 [J/OL]. *中国生物防治学报*: 1-9 [2020-12-27]. <https://doi.org/10.16409/j.cnki.2095-039x.2021.01.021>. (Sun Y, Hu C X, Wu D C, et al. Population dynamics of orius similis and *Thrips flavus* and predatory function response [J/OL]. *Chinese Journal of Biological Control*, 1-9 [2020-12-27]. <https://doi.org/10.16409/j.cnki.2095-039x.2021.01.021>.)
- [5] 高宇, 侯向洁, 王迪, 等. 长春地区大豆田蓟马种类鉴定及黄蓟马种群动态 [J]. *中国油料作物学报*, 2019, 41(2): 261-266. (Gao Y, Hou X J, Wang D, et al. Identification of thrips and population dynamics of *Thrips flavus* in Changchun soybean fields [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2019, 41(2): 261-266.)
- [6] 刘健, 赵奎军. 中国东北地区大豆主要食叶害虫空间动态分析 [J]. *中国油料作物学报*, 2012, 34(1): 69-73. (Liu J, Zhao K J. Distribution characteristics and spatial distribution pattern of leaf-feeding pest species in soybean in Northeast China [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2012, 34(1): 69-73.)
- [7] 刘延超, 高宇, 李颖姣, 等. 东北春大豆田间黄蓟马空间分布型及抽样技术 [J]. *中国油料作物学报*, 2018, 40(2): 269-274. (Liu Y C, Gao Y, Li Y J, et al. Spatial distribution pattern and sampling technique of *Thrips flavus* Schrank in spring soybean field in northeast China [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2018, 40(2): 269-274.)
- [8] 包选平, 吴月颖, 李旻耕, 等. 大豆对黄蓟马抗性遗传分析 [J]. *大豆科学*, 2020, 39(2): 297-303. (Bao X P, Wu Y Y, Li M G, et al. Genetic analysis of soybean resistance to *Thrips flavus* [J]. *Soybean Science*, 2020, 39(2): 297-303.)
- [9] 马童, 吴楠, 薄晓雪, 等. 大豆新品种“吉农 38 号”选育报告 [J]. *吉林农业大学学报*, 2018, 40(6): 771-774. (Ma T, Wu N, Bo X X, et al. Breeding report of a new soybean cultivar “Jinong 38” [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2018, 40(6): 771-774.)
- [10] Cao Y, Yang H, Li J, et al. Population development of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips hawaiiensis* in constant and fluctuating temperatures [J]. *Journal of Applied Entomology*, 2019, 143(1-2): 49-57.
- [11] Ding T B, Chi H, Gökçe A, et al. Demographic analysis of arrhenotokous parthenogenesis and bisexual reproduction of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) [J]. *Scientific Reports*, 2018, 8(1): 3346.
- [12] Gao Y, Shi S S, Xu M L, et al. Current research on soybean pest management in China [J]. *Oil Crop Science*, 2018, 3(4): 215-227.