

木槿曼粉蚧生物学特征的初步研究

刘丹竹¹ 张 萌^{1,2} 高 宇¹ 崔 娟¹ 史树森¹

(1. 吉林农业大学 农学院/大豆区域技术创新中心 吉林 长春 130118; 2. 长春市农业科学院 吉林 长春 130000)

摘 要: 木槿曼粉蚧是我国南方大豆上的一种新害虫。为了明确其各个虫态识别特征及其在大豆上的生活史及主要生物学特征,在室内恒温条件下[温度(25±1)℃ 相对湿度70%±5% 光周期为L:D=12:12],观察描述了雌雄不同虫态的形态特征及其个体生活史、各虫态主要习性和危害特征等。结果表明:木槿曼粉蚧具有典型的性二型现象。雌虫包括卵、1龄若虫、2龄若虫、3龄若虫和雌成虫。雄虫包括卵、1龄若虫、2龄若虫、预蛹、蛹和雄成虫。若虫期各龄期体长、体宽、触角节数等形态结构具有明显差异,可作为区分龄期的依据。在25℃条件下,以大豆为寄主的雌性个体若虫期为33.34 d,成虫期19.03 d,平均产卵269.6粒;雄性个体若虫期24.60 d,预蛹期2.27 d,蛹期3.33 d,成虫寿命仅3.83 d。

关键词: 大豆; 木槿曼粉蚧; 形态特征; 生物学特征

中图分类号: S435.651

文献标识码: A

DOI: 10.11861/j.issn.1000-9841.2016.04.0649

Preliminary Study on Biological Characteristics of *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae)

LIU Dan-zhu¹, ZHANG Meng^{1,2}, GAO Yu¹, CUI Juan¹, SHI Shu-sen¹

(1. Agricultural College of Jilin Agricultural University / Innovation Center of Soybean Region Technology, Changchun 130118, China; 2. Changchun Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130111, China)

Abstract: *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) was a new pest of soybean in Southern China. However, little information about this scale insect can be found at home. Accordingly, the detailed morphological characteristics and biological characteristics were fed by soybean plants and observed under the condition of laboratory environment (T: (25±1)℃; 70%±5% RH; L:D=12 h:12 h). The results showed that female *M. hirsutus* had five stages (egg, 1st, 2nd and 3rd instar nymph and adult), whereas male had six stages (egg, 1st and 2nd instar nymph, prepupa, pupa and adult). It could be considered as a basis of distinguishing the larval instar that there were obvious differences in body length, body width, and antennae segment. Moreover, the nymphal and adult duration of female was 33.34 d and 19.03 d, respectively. The average amount of eggs was 269.9. The nymphal, adult duration prepupa and pupa of male was 24.60, 3.83, 2.27 and 3.33 d, respectively. All the features above showed a clear sexual dimorphism between sexes.

Keywords: Soybean; *Maconellicoccus hirsutus*; Morphological characteristics; Biological characteristics

大豆是我国重要粮食作物,在我国国民经济建设与发展中具有特殊的战略地位^[1]。大豆害虫是影响栽培大豆产量和品质的重要因素之一。目前,我国大豆害虫种类约为8目400余种,其中已知为害大豆的蚧壳虫有7种,包括澳洲吹绵蚧 *Icerya pur-chasi* Maskell、花生新珠蚧 *Neomargarodes gossypii* Yang、柑橘堆粉蚧 *Nipaecoccus vastator* (Maskell)、石榴囊毡蚧 *Eriococcus lagerstroemiae* Kuwana、鲍氏囊毡蚧 *Eriococcus borchsenii* (Danzig)、大豆根绒粉蚧 *E. sojae* Kuwana 和水木坚蚧 *Parthenolecanium corni* Bouche 等^[2]。

木槿曼粉蚧隶属于昆虫纲 Insecta,半翅目 Hemiptera,介壳虫总科 Coccoidea,粉蚧科 Pseudococcidae。该虫最先于1908年发现在印度未确定的灌木

上,并将采集的标本命名为 *Phenacoccus hirsutus* Green^[3],后由 Ezzat 重命名为 *M. hirsutus*^[4]。木槿曼粉蚧起源于南亚,现已扩散至非洲、北美和加勒比海等地区^[7-8]。在中国,木槿曼粉蚧已知分布于宁夏、山西、福建、云南、西藏、广东、广西、香港、澳门和台湾^[3-6]。该害虫为多食性害虫,为害至少76属200种植物,如桑、木槿、榕树、山芙蓉、合欢、葡萄、柑橘、椰子、胡瓜、红麻、棉、玉米、花生等^[9]。

国外一些国家早已将木槿曼粉蚧列入检疫性有害生物名单。在印度,该虫导致棉花、玫瑰茄、大麻槿、苕麻、葡萄、桑树、木豆和滇刺枣及一些观赏木本植物经济损失^[10-15]。同样的情况发生在美国,由于缺乏防控措施,每年造成的经济损失达7.5亿美元,估计在全球范围损失高达50亿美元^[16]。在

收稿日期:2016-02-24

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-PS16)。

第一作者简介:刘丹竹(1991-),女,硕士,主要从事大豆害虫综合治理研究。E-mail:446238874@qq.com。

通讯作者: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。

中国华南麻区,该虫作为优势种,不仅影响红麻的生长发育,而且导致纤维、种子产量和质量的大幅下降,尤其是对红麻蕾、花、蒴果的影响甚大,种子一般减产20%左右,重者损失50%以上,甚至失收,已成为我国红麻纤维和种子优质高产的重大障碍。在中国台湾,该害虫也是柑橘的重要害虫^[17]。2011年在中国南方大豆上发现木槿曼粉蚧 *Maconellicoccus hirsutus* (Green),是大豆上的新害虫,为了明确该害虫在大豆上的发生危害规律,现在室内条件下对其个体生活史、各发育阶段形态特征及其主要习性等进行了较系统观察与描述,以期初步明确该害虫各虫态在大豆上的发育历期及其行为等主要生物学特征,为进一步开展对其田间种群动态监测与防治技术研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 主要试验设备及器材

RXZ430E型智能人工气候箱(宁波江南仪器厂),Olympus SZ2-ILST体视显微镜,养虫笼、培养皿、细毛笔、昆虫针、胶头滴管、滤纸、剪刀、镊子。

1.2 供试虫源及寄主

供试虫源采自中国广东华南农业大学实验田。在室内繁殖5代以上,置于控光(12L:12D)、控温($25 \pm 1^\circ\text{C}$)、控湿($70\% \pm 5\% \text{RH}$)的智能人工气候箱中进行饲养。

以大豆为寄主植物进行饲养观察,大豆品种为吉农14。将寄主种植在直径20 cm塑料花盆中,不使用任何化学农药,定期浇水,适时人工除虫,保证其无药无虫。试验时选取高25~30 cm的健康植株作为寄主移到50 cm×50 cm×50 cm养虫笼中供试。

1.3 方法

1.3.1 木槿曼粉蚧发育过程观察 在木槿曼粉蚧试验种群中,随机挑取已交配过的健康的雌成虫,单头置于直径为10 cm的培养皿中,以大豆叶片饲养,直至开始产卵,挑取同日所产的卵,将每粒卵分别放入直径为3.5 cm的小培养皿内,以3~4 cm²大小的大豆叶片培养,培养皿底铺置湿润滤纸以保湿叶片,盖上培养皿盖子,置于25℃人工气候箱中饲养,每天早晚各观察一次,适时更换新鲜叶片,记录各虫态的生长发育状况,拍照并描述其形态特征。

1.3.2 木槿曼粉蚧行为观察 在室内条件下(25℃),将初孵若虫接于养虫笼内大豆植株上,系统观察木槿曼粉蚧各害虫态在大豆植株上的活动取食行为。将3龄雌雄若虫移入直径3.5 cm的小培养皿内,在显微镜下观察其蜕皮、化蛹及羽化

等行为。将初羽化的雌成虫移入装有雄成虫的直径为10 cm培养皿中,在显微镜下观察交配行为。再将确认与雄成虫完成交配的雌成虫放入直径为3.5 cm的小培养皿内,观察产卵习性。

1.3.3 木槿曼粉蚧危害状观察 在室外自然条件下(8月份),采用人工接虫法,将雌虫的卵囊用毛笔顺叶片方向拨动,移植到盆栽大豆植株叶片正面待其孵化,当卵孵化后,观察记录其生长发育过程对大豆植株的危害症状。

1.4 数据分析

使用Excel 2007及DPS 13.5软件进行分析^[18]。

2 结果与分析

2.1 各虫态形态特征

2.1.1 卵 椭圆形,橙黄色,略透明,长约0.34 mm,宽约0.17 mm,包裹于白色棉絮状卵囊中。卵的一端颜色较深,将要孵化时变为粉红色,孵化后蜕下的卵壳呈喇叭状(图1A)。

2.1.2 若虫 一龄若虫体长0.41~0.54 mm,体宽0.20~0.27 mm,椭圆形,头部钝圆,体末端稍尖,初孵时体表光滑,体躯分节明显,粉红色,中后期体表逐渐覆盖一层白色蜡粉,身体逐渐圆润。单眼1对,半球形,突出呈红褐色,触角6节,胸足发达,喙位于前足之间,口针细长,腹末尾瓣呈锥状突出,具长端毛1对,腹末有两根白色蜡质带伸出(图1B)。

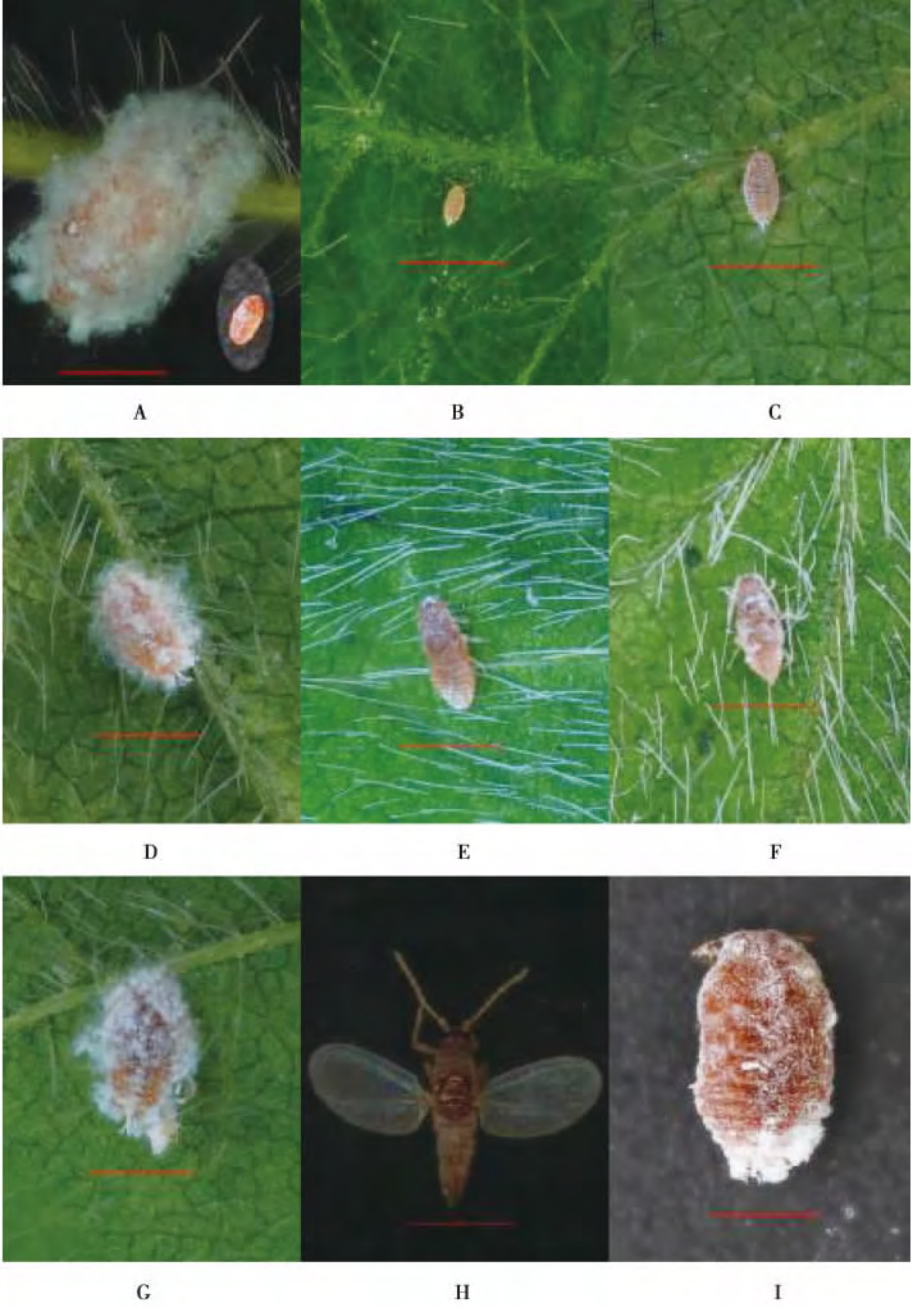
二龄若虫体长0.54~0.99 mm,体宽0.27~0.49 mm,椭圆形,橙黄色。初蜕皮时体表光滑,体躯分节明显,1~2 d后,身体明显增大,体表逐渐被白色蜡粉覆盖。单眼情况无变化,触角7节。末期雄虫身体变细长,分泌蜡丝将身体包裹,雌虫并无明显变化(图1C)。

三龄若虫,雌虫:体长0.99~1.43 mm,体宽0.49~0.78 mm,椭圆形,橙黄色。初蜕皮时体表光滑,体躯分节明显,后体表逐渐被蜡粉覆盖,触角8节,口针消失,末期会分泌少量松软的白色蜡丝包裹于体表(图1D)。雄虫(预蛹):体长0.98~1.10 mm,体宽0.37~0.38 mm,长卵圆形,两端稍尖,粉红色。各器官发育不完全,触角较短、透明,向体后延伸呈八字形,中胸两侧有半球形透明突起(翅芽),足略透明,可活动(图1E)。伪蛹:体长0.97~1.19 mm,体宽0.36~0.37 mm,长卵圆形,粉红色,体表覆盖少量白色蜡粉。器官进一步发育,触角和足有大幅度的增长,触角10节,向体后伸,中胸有一对细长透明翅芽,腹末尖。蛹体包裹于自身分泌的松软的白色蜡丝中(图1F)。

2.1.3 成虫 雄虫: 体长 0.97 ~ 1.23 mm ,体宽 0.26 ~0.34 mm ,红褐色。头胸腹分段明显。头略窄于胸 ,交界处明显溢缩 ,单眼 2 对 ,黑色呈球状 ,口器退化 ,触角丝状 ,10 节 ,约为体长的 2/3 ,每节上都有着生有刚毛 ,胸部具 1 对半透明前翅 ,翅脉简单 ,后翅退化成平衡棒 ,足发达 ,腹部细长 ,末端有 1 对白色长蜡带 ,交配器突出呈锥状(图 1H)。

雌虫: 体长 1.19 ~ 1.65 mm ,体宽 0.67 ~ 0.89

mm 椭圆形 橙黄色 ,初蜕皮时体表光滑 ,后体表逐渐覆盖较厚的白色蜡粉 ,触角 9 节。与雄成虫交尾后 ,身体逐渐膨大成半球形 ,体长可达 3.08 mm ,体宽 1.97 mm ,体色逐渐从粉红色变为红褐色。腹末一对白色蜡带变长 ,分泌白色蜡丝将身体包裹形成白色卵囊并在卵囊中产卵。待其产卵完毕 ,挑开卵囊 ,可见此时的雌成虫蜷缩为不规则形状 ,体表极褶皱(图 1G 和 I)。



A: 雌成虫卵囊及卵粒放大; B: 1 龄若虫; C: 2 龄若虫; D: 3 龄若虫; E: 预蛹; F: 蛹; G: 雌成虫; H: 雄成虫; I: 雌成虫产卵前期。

A: Egg sac of the adult female and magnified egg; B: 1st instar nymph; C: 2nd instar nymph; D: 3rd instar nymph; E: Prepupa; F: Pupa; G: Adult female; H: Adult male; I: Pre-oviposition of adult female.

图 1 木槿曼粉蚧各虫态特征(放大 40 倍)

Fig. 1 All stages of *M. hirsutus* (magnified 40 times)

2.2 主要生物学特征

2.2.1 变态特征 雌性个体发育为渐变态,雄性个体则为完全变态。雌雄若虫 1 龄和 2 龄时期均呈粉红色椭圆形。雌虫成虫体型变大,触角变长,口针消失,腹部长出白色蜡带,但形态与若虫相似。雄虫 2 龄末期身体会变得细长,在叶背面进入预蛹期,在预蛹和蛹期不取食,一般情况下在蜡茧内不活动,但仍具有活动能力,一旦蜡茧被破坏,可爬行至另一处再次分泌蜡丝形成蜡茧。雄若虫将皮蜕于蜡茧外,羽化后仍在蜡茧内,经过 1 d 左右舒展虫体,之后才会爬出茧寻找雌成虫进行交配。羽化后雄虫有 1 对前翅,末端有一对白色长蜡带,与幼虫差别较大。

2.2.2 成虫交配行为 雄成虫飞翔能力较弱,大多为爬行寻找适合的雌成虫,当雄成虫找到雌成虫后,先在背上爬行,不断摆动触角,雌成虫则翘起腹部迎合。雌雄成虫经交尾后,雄成虫可继续寻找其他雌成虫再次交尾,数次交尾后雄成虫停止活动,1~2 d 后即死亡。

2.2.3 雌成虫产卵习性 交尾后的雌成虫大多有向植株下方移动的习性。雌成虫在产卵前期,虫体逐渐变得圆润,进入产卵期时,雌成虫腹部末端分泌蜡丝并开始产卵,随着产卵量的增大,蜡丝不断增加,最后形成一个棉絮状的卵囊,将卵全部包裹其中,雌成虫也缩进卵囊中。随着产卵过程的进行,雌成虫虫体不断缩小,体色变得深暗,最后干瘪而死。

2.2.4 群聚行为 在大豆植株上观察到,木槿曼粉蚧若虫取食,雄虫化蛹及雌虫产卵都有群聚性。除化蛹时没有虫体间接触,取食和产卵时,都是挤成一团。

2.2.5 各虫态发育历期 木槿曼粉蚧生活史比较复杂,其雌性个体发育为渐变态,雄性个体则为完全变态,具有典型的性二型现象。在实验室温度(25℃)条件下,雌成虫性成熟后与雄虫交尾,经 11 d 左右开始产卵,将卵产于由分泌蜡丝形成的卵囊中,卵约 6~8 d 后孵化,1 龄若虫约 6 d 后蜕皮变为 2 龄,2 龄若虫再经 4~6 d 后蜕皮变为 3 龄,3 龄雌若虫经 6 d 左右后蜕皮变为雌成虫;雄若虫在 2 龄末期分泌蜡丝,蜕皮后进入预蛹期,经 2 d 后再次蜕皮进入蛹期,蛹经 3 d 后羽化为成虫。雄成虫寿命一般 3~4 d,雌成虫的寿命可达 30 d,明显比雄成虫寿命长。

在实验室条件下,木槿曼粉蚧雌、雄虫各虫态

发育历期见表 1。

表 1 木槿曼粉蚧雌、雄虫发育历期和寿命

Table 1 Developmental duration and longevity of the female and the male of *M. hirsutus* on soybean(d)

发育阶段 Developmental stage	雌虫 Female	雄虫 Male
卵 Egg	6.70 ± 0.17	7.60 ± 0.11
1 龄若虫 1st instar	6.80 ± 0.17	6.37 ± 0.12
2 龄若虫 2nd instar	4.57 ± 0.19	5.50 ± 0.23
3 龄若虫 3rd instar	6.23 ± 0.37	—
预蛹 Prepupa	—	2.27 ± 0.12
蛹 Pupa	—	3.33 ± 0.10
产卵前期 Preoviposition	10.90 ± 0.34	—
成虫寿命 Adult longevity	29.97 ± 1.93	3.37 ± 0.10
世代历期 Generation time	54.27 ± 1.79	28.43 ± 0.29

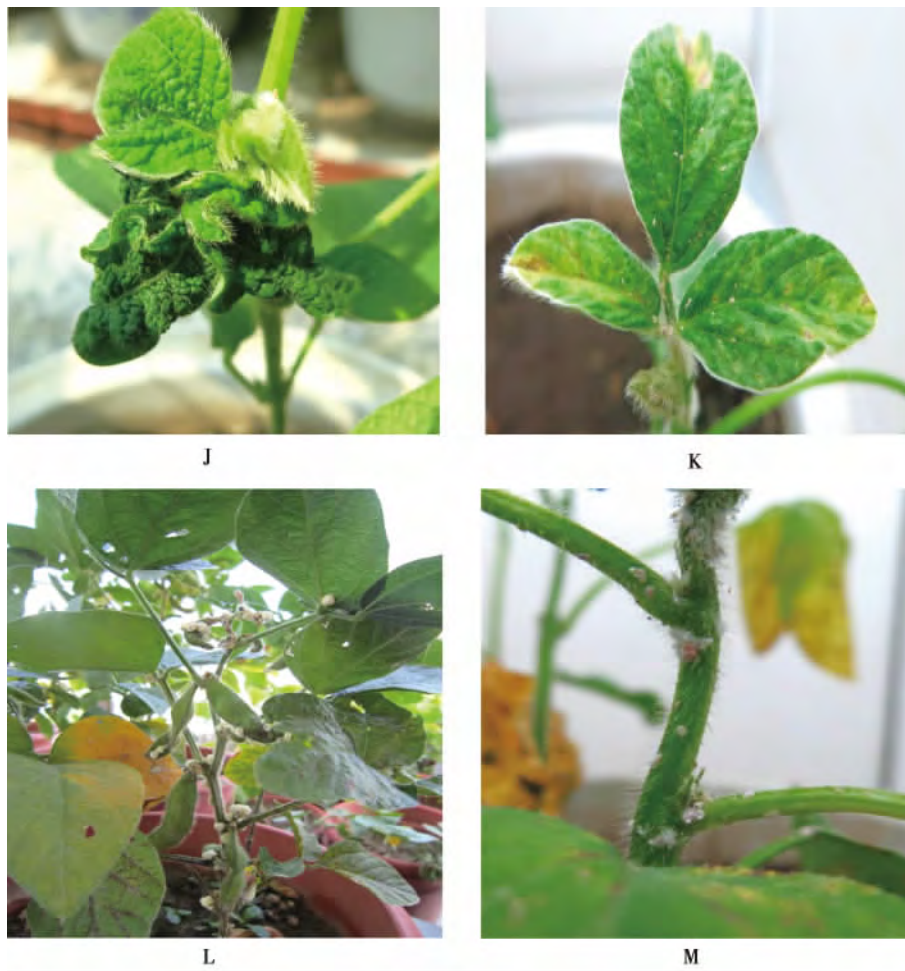
表中数据为平均值 ± 标准误。

The data in the table are mean ± SD.

2.3 危害与症状描述

将木槿曼粉蚧卵囊移植到大豆植株后,待初孵若虫从卵囊中爬出,寻找适合的位置取食。初孵若虫的活动能力很强,可以快速爬行相当远的距离寻找适合寄主,而 2、3 龄若虫活动能力减弱,取食位置相对固定。1 龄若虫多选择大豆植株较幼嫩的叶片,并聚集在叶脉或叶柄处,刺吸大豆汁液。随龄期增长,若虫可进一步扩散到大豆茎上。2 龄后若虫会分泌蜜露,污染寄主。

该蚧壳虫以雌成虫和若虫群集为害,吸食大豆嫩枝、叶片、叶柄、花芽等幼嫩组织的汁液。人工接种后 10 d 左右虫体遍布整个植株,大豆植株呈受害状。当接种量较大或植株幼苗长势衰弱时,出现症状历时会更短,植株生长缓慢甚至停止。被害叶片畸形褶皱,之后褪绿、变黄,甚至枯萎。分泌的蜜露阻碍叶片光合作用并可诱发病害,加速叶片脱落,发生严重时可造成整个大豆植株死亡(图 2)。



J: 受害大豆叶片皱缩; K: 受害大豆叶片退绿; L: 大豆受害状; M: 大豆茎秆受害状。

J: Suffered soybean leaves shrinked; K: Suffered soybean leaves faded; L: Symptom of soybean injured; M: The condition of soybean stem suffered.

图2 大豆受木槿曼粉蚧危害症状

Fig. 2 Hazard symptoms of soybean by *M. hirsutus*

3 结论与讨论

木槿曼粉蚧卵初产时橙黄色,孵化前呈粉红色。1龄若虫初期体表透明且光滑,后体表被有少量白色蜡质粉,在体视显微镜下无法分辨雌雄。刚蜕皮进入2龄时体表透明且光滑,后期体表蜡粉增多,末期雄虫体稍长并分泌蜡丝将身体包裹,雌虫则无明显变化,此时可以分辨雌雄。3龄雌若虫初期体表光滑,后被有较厚的蜡粉,末期会分泌少量松软的白色蜡丝包裹于体表。雄虫长卵圆形,两端稍尖,粉红色,各器官发育不完全,触角较短、透明,向体后延伸呈八字形,中胸两侧有半球形透明突起(翅芽),足略透明,可活动。预蛹经一次蜕皮后进入蛹期,体表覆盖少量白色蜡粉。器官进一步发育,触角和足有大幅度的增长,触角10节,向体后伸,中胸有1对细长透明翅芽,腹末尖。蛹体包裹于自身分泌的松软的白色蜡丝中,再经一次蜕皮羽化为雄成虫。

雄成虫头胸腹分段明显。头略窄于胸,交界处明显溢缩,单眼2对,黑色呈球状,口器退化,触角丝状,10节,约为体长的2/3,每节上都有着生有刚毛,胸部具1对半透明前翅,翅脉简单,后翅退化成平衡棒,足发达,腹部细长,末端有1对白色长蜡带,交配器突出呈锥状。雌成虫初蜕皮时体表光滑,后体表逐渐覆盖较厚的白色蜡粉,触角9节。与雄成虫交尾后,身体逐渐膨大成半球形,体长可以达到3.08 mm,体宽1.97 mm,体色逐渐从粉红色变为红褐色。腹末1对白色蜡带变长,分泌白色蜡丝将身体包裹形成白色卵囊并在卵囊中产卵。待其产卵完毕,挑开卵囊,可见此时的雌成虫蜷缩为不规则形状,体表极褶皱。该观察结果与张继成等^[6]对广东、广西、福建的麻田虫样制片的描述结果相一致。

木槿曼粉蚧雌雄异型,具有典型的性二型现象。雌成虫无翅,雄成虫具1对后翅,呈自由生活。雌虫个体发育包括卵、若虫和成虫3个虫态;雄虫则包括卵、若虫、蛹和成虫4个虫态。各虫态在室温

25℃下,卵的历期为6~8 d,雌性若虫分3龄,历期为17.6 d,个体发育总历期约为54 d;雄性幼期分若虫2龄和预蛹,历期为14.2 d,蛹期3.3 d,个体发育总历期约28 d。与印度 Satish 等^[19]对该虫在25℃下空心瓜寄主上的研究的结果相比,该虫在大豆上完成世代周期更长。木槿曼粉蚧初龄若虫爬行能力强,2、3龄若虫取食位置相对固定,活动能力减弱,可分泌蜜露,污染寄主。雌成虫分泌蜡质形成棉絮状的卵囊,将卵产于其中,该害虫在大豆上平均单雌卵量为261.3粒。木槿曼粉蚧以若虫和雌成虫危害大豆叶片、茎和嫩荚,造成皱缩、褪绿甚至枯萎,严重影响大豆生长发育。本研究初步明确了该害虫在大豆寄主上的发生危害规律,为进一步有效防控该害虫危害大豆提供了科学理论依据。

致谢:承蒙北京林业大学武三安教授帮助鉴定害虫标本,确认为木槿曼粉蚧 *M. hirsutus* (Green),特此谢忱。

参考文献

- [1] 冯锋,杨新泉. “大豆优异基因资源发掘及其基因组研究”立项背景和意义[J]. 中国科学基金, 2003(6): 17-20. (Feng F, Yang X Q. Exploration of excellent gene resources in soybean and their genomic studies[J]. Bulletin of National Science Foundation of China, 2003(6): 17-20.)
- [2] 史树森. 大豆害虫综合防控理论与技术[M]. 长春: 吉林出版集团有限责任公司, 2013: 29-58. (Shi S S. Soybean pests comprehensive prevention and control theory and technology [M]. Changchun: Jilin Publishing Group Company, Limited, 2013: 199-204.)
- [3] Green E E. Remarks on Indian scale insects (*Coccidae*), Part III. With a catalogue of all species hitherto recorded from the Indian continent[J]. Memoirs of the Department of Agriculture in India Ent Ser, 1908 2: 15-46.
- [4] Ezzat Y M. *Maconellicoccus hirsutus*, a new genus with redescription of the species[J]. Bulletin Societe Entomologique d'Egypte, 1958 42: 377-383.
- [5] 王建义,武三安,唐桦,等. 宁夏蚧虫及其天敌[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 128-129, 164-165. (Wang J Y, Wu S A, Tang H, et al. Mealy bugs and their natural enemies in Ningxia province [M]. Beijing: Science Publishing Company, 2009: 128-129, 164-165.)
- [6] 张继成,薛召东,陈壬生,等. 红麻粉蚧虫形态特征的观察[J]. 中国麻业, 2002 24(4): 18-20. (Zhang J C, Xue Z D, Chen R S, et al. Studies on the classification of Kenaf Mealy Bug [J]. China's Fiber Crops, 2002 24(4): 18-20.)
- [7] 陈乃中. 中国进境植物检疫性有害生物——昆虫卷[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009: 23-25, 37-40, 491-493. (Chen N Z. China entry plant quarantine biologics—Vol. Insect [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2009: 23-25, 37-40, 491-493.)
- [8] Kairo M T K, Pollard G V, Peterkin D D, et al. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean[J]. Integrated Pest Management Reviews, 2000, 5(4): 241-254.
- [9] 林珪瑞. 台湾和中国大陆果树害虫名录[M]. 台北: 行政院农业委员会农业试验所, 2002: 135-160. (Lin G R. Catalogue of fruit pests in Taiwan and the mainland of China [M]. Taipei: Agricultural Committee of the Executive Yuan, 2002: 135-160.)
- [10] Muralidharan C M, Badaya S N. Mealy bug (*Maconellicoccus hirsutus*) (Pseudococcidae: Hemiptera) out break on herbaceous cotton (*Gossypium herbaceum*) in Wagad cotton belt of Kachchh [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 2000, 70(10): 705-706.
- [11] Ghose S K. Biology of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Pseudococcidae: Hemiptera) [J]. Indian Agriculture, 1972, 16(4): 323-332.
- [12] Raju A K, Rao P R M, Apparao R V, et al. Note on estimation of losses in yield of mesta due to mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* Green [J]. Jute Development Journal, 1988, 8(1): 34-35.
- [13] Manjunath T M. India-*Maconellicoccus hirsutus* on grapevine [J]. FAO Plant Protection Bulletin, 1985, 3(2): 74.
- [14] Patel I S, Dodia D A, Patel S N. First record of *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae) as a pest of pigeonpea (*Caajanus cajan*) [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 1990, 60(9): 6-45.
- [15] Balikai R A, Bagali A N. Population density of mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) on ber (*Zizyphus mauritiana* Lamark) and economic losses [J]. Agricultural Science Digest, 2000, 20(1): 62-63.
- [16] Moffitt L J. Economic risk to United States agriculture of pink hibiscus mealybug invasion [R]. Report to the Animal and Plant Health Inspection Service, United States Department of Agriculture, 1999: 15.
- [17] 李今中, 张晓燕, 陈艳, 等. 台湾进境水果有害生物风险分析研究[J]. 中国农学通报, 2009(22): 228-235. (Li J Z, Zhang X Y, Chen Y, et al. Research on pest risk analysis of Taiwan imported fruits [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009(22): 228-235.)
- [18] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 51-53. (Tang Q Y, Feng M G. Practical statistical analysis and DPS data processing system [M]. Beijing: Science Publishing Company, 2002: 51-53.)
- [19] Satish V P, Patil C D, Salunkhe R B, et al. Studies on life cycle of mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), on different hosts at different constant temperatures [J]. Crop Protection, 2011, 30: 1553-1556.