

旋歧夜蛾形态和生活史观察*

张 航** 杨安沛 白微微 高海峰 李广阔 王锁牢***

(新疆农业科学院植物保护研究所, 农业部西北荒漠绿洲作物有害生物综合治理重点实验室, 乌鲁木齐 830091)

摘 要 【目的】初步研究旋歧夜蛾 *Discestra trifolii* (Hufnagel) 的形态特征、生物学特性以及生活史。

【方法】通过室内观察, 数据测量与统计, 总结与分析了旋歧夜蛾的形态、生物学特性等问题。

【结果】在室内饲养条件下, 旋歧夜蛾幼虫 6 龄, 旋歧夜蛾完成 1 代的生命周期为 (44.27 ± 3.10) d, 卵期 (4.02 ± 0.35) d, 存活率 $96.97\% \pm 1.20\%$, 幼虫期 (17.87 ± 1.40) d, 存活率 $75.76\% \pm 6.94\%$, 蛹期 (10.48 ± 0.80) d, 存活率 $93.86\% \pm 0.46\%$, 成虫期 (12.62 ± 2.82) d。【结论】基本明确了旋歧夜蛾的形态和生活史, 有助于制定有效的旋歧夜蛾防治措施, 同时为旋歧夜蛾其它研究奠定基础。

关键词 旋歧夜蛾, 形态, 生长发育, 生活史

Morphology and life history of *Discestra trifolii* (Lepidoptera: Noctuidae)

ZHANG Hang** YANG An-Pei BAI Wei-Wei GAO Hai-Feng LI Guang-Kuo WANG Suo-Lao***

(Key Laboratory of Integrated Pest Management in China North-western Oasis Crops, Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, Research Institute of Plant Protection, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

Abstract [Objectives] To investigate the morphology, biological characteristics and life cycle of *Discestra trifolii* (Hufnagel). [Methods] Laboratory observation. [Results] The larvae of *D. trifolii* had 6 instars, and the duration of an entire generation was (44.27 ± 3.10) d under laboratory conditions. The egg stage lasted for (4.02 ± 0.35) d, and egg fertility was about $96.97\% \pm 1.20\%$. The larval stage lasted for (17.87 ± 1.40) d, and the survival rate was $75.76\% \pm 6.94\%$. The pupal stage lasted for (10.48 ± 0.80) d, and the survival rate was $93.86\% \pm 0.46\%$. The life span of adults was (12.62 ± 2.82) d. [Conclusion] The morphology and life history of *D. trifolii* will not only help to design efficient pest control methods, but also provide a theoretical basis for further study of this species.

Key words *Discestra trifolii*, morphology, growth and development, life history

旋歧夜蛾 *Discestra trifolii* (Hufnagel), 又名三叶草夜蛾、旋幽夜蛾, 隶属鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae 盗夜蛾亚科 Hadeninae 歧夜蛾属 *Discestra* (陈一心, 1999), 在我国, 主要分布在辽宁、内蒙古、河北、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、西藏等省、自治区, 是我国间歇性局部发生的杂食性害虫, 可为害甜菜、甘蓝、油菜、小麦、玉米、棉花等多种作物及灰菜、田旋

花等多种杂草, 其中尤为喜食藜科植物(赵占江等, 1992)。

甜菜是我国重要的糖料作物, 主要种植区分布在内蒙古、新疆、黑龙江、甘肃等省、自治区。在新疆, 旋歧夜蛾是甜菜生产上的主要害虫, 其大龄幼虫常造成大型孔洞, 严重的会食尽整张叶片的叶肉, 仅剩叶柄和叶脉。同时, 由于旋歧夜蛾寄主植物广泛, 对其它作物如棉花等也会造成

*资助项目 Supported projects: 国家现代农业产业技术体系(糖料)建设专项资金(CARS-170307); 农业部西北荒漠绿洲作物有害生物综合治理重点实验室开放基金资助课题(KFJJ20170101)

**第一作者 First author, E-mail: 4zhanghang@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: wsl6462@sina.cn

收稿日期 Received: 2018-02-11, 接受日期 Accepted: 2018-05-08

危害,自 20 世纪 90 年代以来在新疆各大棉区如喀什、阿克苏、奎屯等地均有不同程度的发生(于江南等, 1997)。目前,文献中有关旋歧夜蛾形态的系统描述较少(马自昌等, 1983; 陈一心, 1999),本文对旋歧夜蛾各虫期的外部形态特征、发育历期等进行了研究,希望对旋歧夜蛾的生物学特性有初步的认识,从而为更好的防控其危害及其他相关研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 虫源及饲养

旋歧夜蛾幼虫采自新疆托克逊和昌吉,在新疆农业科学院植物保护研究所人工气候箱进行饲养,饲养温度(26 ± 1),相对湿度 $40\% \pm 10\%$,光周期为 14L:10D,使用人工饲料和灰绿藜饲养幼虫。成虫羽化后,放入筒状养虫笼(高 45 cm,直径 15 cm)中,饲喂 10% 的蜂蜜水,养虫笼顶部置纱布供其产卵。

1.2 旋歧夜蛾形态特征研究

将附有新产卵的纱布放入塑料罐(高 12 cm,直径 8.5 cm)中,每天定时观察卵的发育进度,将孵化的旋歧夜蛾放入塑料培养皿(高 1.2 cm,直径 3.5 cm)中单头饲养,每天早晚各观察一次,并更换新鲜饲料。利用 Motic SMZ-161 观察旋歧夜蛾卵、各龄幼虫、蛹和成虫的形态特征,并进行拍照和测量,各虫态观察个体数不少于 20 个,选择稳定的形态特征进行描述,描述术语参考动物志(陈一心, 1999)。

1.3 旋歧夜蛾发育历期和存活率研究

将附有新产卵的纱布放入塑料罐中,每天定时观察卵的发育进度,将孵化的旋歧夜蛾放入塑料培养皿中单头饲养,每天早晚各观察一次,并更换新鲜饲料。记录好孵化、蜕皮、化蛹、羽化时间及各种虫态下的虫量。成虫羽化后按照 1.1 节中的方法进行饲养,直至成虫死亡。实验重复 3 次。

1.4 旋歧夜蛾各龄幼虫体长和头壳宽度研究

将附有新产卵的纱布放入塑料罐中,每天早

晚观察旋歧夜蛾的发育进度,将相同发育进度的旋歧夜蛾放入同一个塑料罐中。各龄幼虫细分为刚蜕皮、中期和末期 3 个时期,分别代表刚蜕皮幼虫、发育中间时段幼虫和准备蜕皮幼虫。利用游标卡尺测量每头幼虫的体长,由于低龄幼虫体长和各龄幼虫头壳宽度较小,通过 Motic SMZ-161 拍摄的照片测量。各时期测量个体数不少于 20 个。

1.5 数据分析

利用 Excel 对原始数据进行分析并作图。利用 SPSS17.0 进行显著性分析,当方差具有齐次性,利用 Duncan's 法进行显著性分析,当方差不具有齐次性,利用 Student *t*-检验进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 旋歧夜蛾的形态特征

卵为馒头形,直径约 0.5 mm,高约 0.3 mm。卵壁上有纵脊 45 条左右(图 1:F)。刚产卵时为黄白色(图 1:A),之后表面逐渐出现褐色斑纹(图 1:B-D),孵化前,卵整体呈现出暗灰色(图 1:E)。

旋歧夜蛾幼虫分为 6 个龄期,各龄幼虫的具体特征如下:

刚孵化的 1 龄幼虫为灰黑色(图 2:D),之后逐渐变为污白色(图 2:A-C),此时由于虫体较小,体壁较薄,虫体颜色受所取食食物的影响较大(图 2:E)。头部具有 6 对单眼(图 7),头壳具深浅不一的雀斑纹。腹足 4 对,位于第 3 至第 6 腹节,其中第 3、第 4 节的两对腹足退化,明显小于另外两对腹足,臀足 1 对,位于第 10 腹节;趾钩为单序中带;各节体表生有多个黑色毛片或毛瘤,其上着生刚毛。旋歧夜蛾幼虫胸部、腹部及头部的部分毛序见图 3,图 4(C),图 8。

2 龄幼虫灰绿色(图 3),体视镜下可见背线、亚背线、气门上线、气门下线。

3 龄幼虫淡灰绿色(图 4:A, B),体视镜下可见背线、亚背线、气门上线、气门下线,3 龄末期气门上线不明显。

4 龄幼虫淡灰绿色(图 5:A, B),体视镜

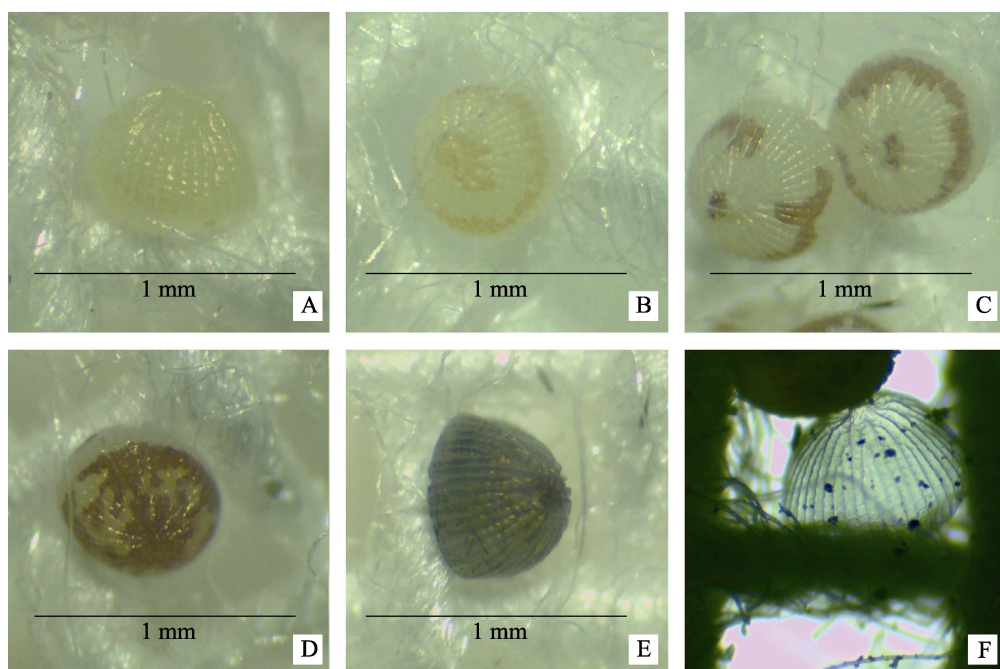


图 1 旋歧夜蛾的卵

Fig.1 Eggs of *Discestra trifolii*

A. 刚产的卵 ; B. 产后 1 d 的卵 ; C. 产后 2 d 的卵 ; D. 产后 3 d 的卵 ; E. 产后 4 d 的卵 ; F. 卵壳。

A. Newly laid egg; B. 1 d-old egg; C. 2 d-old eggs; D. 3 d-old egg; E. 4 d-old egg; F. Egg shell.

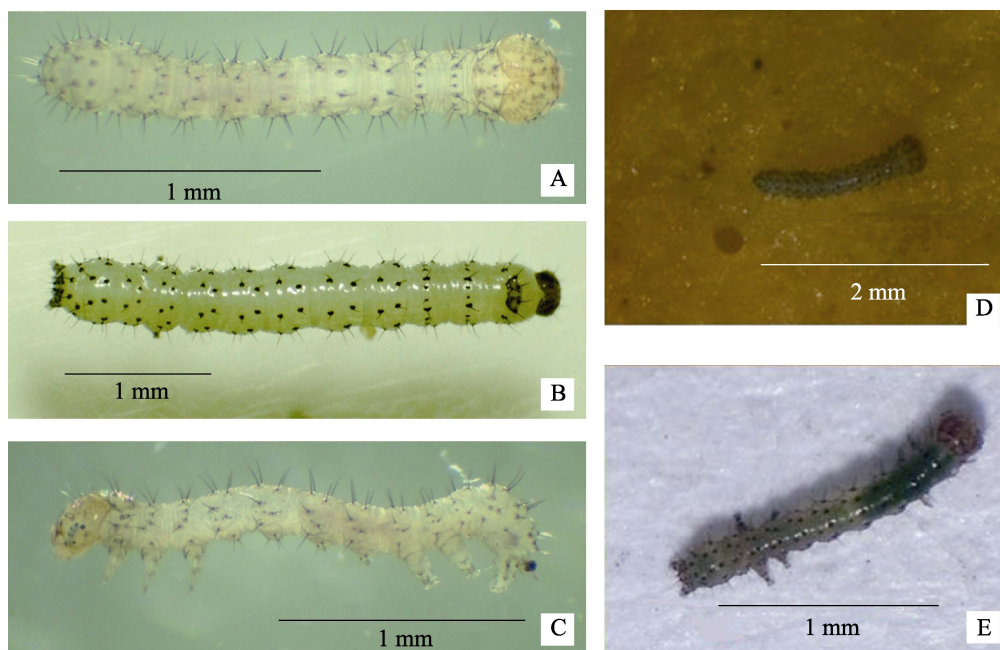


图 2 旋歧夜蛾 1 龄幼虫

Fig. 2 The 1st instar larvae of *Discestra trifolii*

A. 背面观 (头部向右); B. 背面观 (蜕皮前 ; 头部向右); C. 侧面观 (头部向左);

D. 背面观 (刚孵化 ; 头部向右); E. 背面观 (取食绿色叶片后 ; 头部向右)。

A. Dorsal view (the head toward right); B. Dorsal view (before the first ecdysis; the head toward right);

C. Lateral view (the head toward left); D. Dorsal view (newly hatched; the head toward right);

E. Dorsal view (after feeding green leaves; the head toward right).

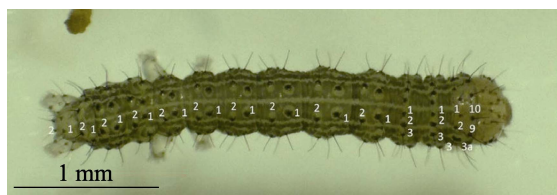


图 3 旋歧夜蛾 2 龄幼虫及背部毛序
Fig. 3 The 2nd instar larva of *Discestra trifolii* and dorsal chaetotaxy

下可见背线、亚背线,肉眼观察则不明显,气门上线基本消失,气门下线主体为白色,部分个体白色中间呈现黄色或红色。

5 龄幼虫淡灰绿色(图 6:A, B),体视镜下可见背线、亚背线,肉眼观察则不清楚,气门下线主体为白色,部分个体白色中间呈现黄色或红色。

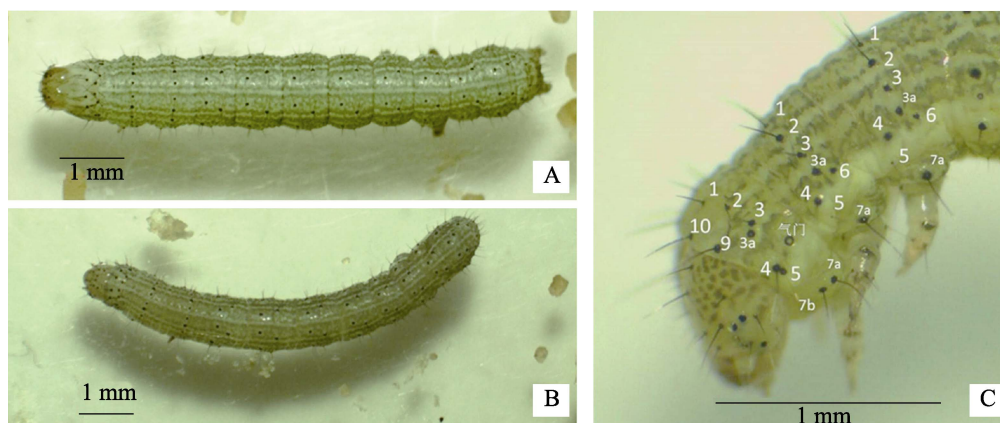


图 4 旋歧夜蛾 3 龄幼虫及胸部毛序
Fig. 4 The 3rd instar larvae of *Discestra trifolii* and thoracic chaetotaxy

A. 背面观(蜕皮前;头部向左); B. 背面观(头部向左); C. 胸部毛序(头部向左)
A. Dorsal view (before ecdysis; the head toward left); B. Dorsal view (the head toward left);
C. Thoracic chaetotaxy (the head toward left).

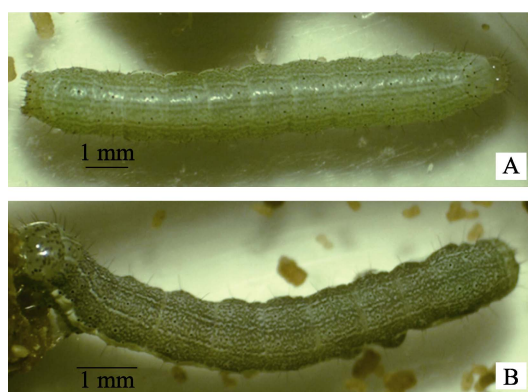


图 5 旋歧夜蛾 4 龄幼虫
Fig. 5 The 4th instar larvae of *Discestra trifolii*
A. 背面观(蜕皮前;头部向右); B. 背面观(头部向左)
A. Dorsal view (before ecdysis; the head toward right); B. Dorsal view (the head toward left).

6 龄幼虫体色多变,会出现淡灰绿色、深绿色、褐色、红褐色等多种颜色(图 9)。背线较细,亚背线不同个体间变化很大,从清楚可见到断断续续到基本消失,有的幼虫在每一体节亚背

线内侧会出现一对基本平行的黑斑。

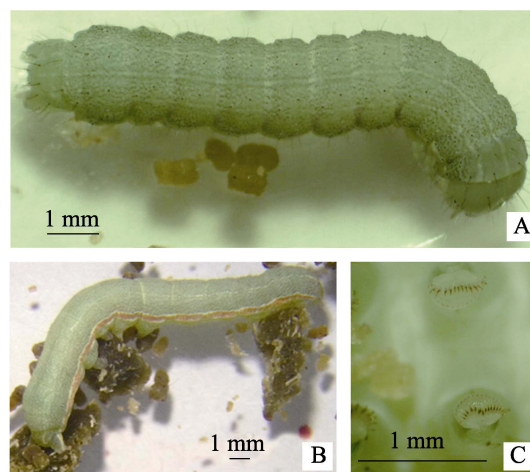


图 6 旋歧夜蛾 5 龄幼虫
Fig. 6 The 5th instar larvae of *Discestra trifolii*

A. 背面观(刚蜕皮;头部向右);
B. 侧面观(头部向右); C. 趾钩。
A. Dorsal view (newly exuviated; the head toward right);
B. Lateral view (the head toward right); C. Crochet.

旋歧夜蛾入土化蛹，外包土茧（图 10：F）。蛹长 13-16 mm，宽 4-5 mm，刚化蛹时绿色（图 10：A），很快变为黄褐色（图 10：B），之后颜色逐渐加深，羽化前颜色已加深为黑褐色（图 10：C）。腹末着生臀棘两对，靠腹面的一对较长。

旋歧夜蛾的成虫体长 13-17 mm，翅展 28-35 mm（图 11）。头部及胸部灰褐色，颈板中部有一黑横线，腹部黄褐色。前翅灰褐色，基线、内线均为黑色波浪形双线，肾纹大，黑边，中央呈黑褐色，楔纹短小，褐色黑边，环纹黑边灰黄色，外线黑色锯齿形，亚缘线灰黄色锯齿形，亚缘线的锯齿幅度比外线更大，缘线处为一列黑色的角形小斑，前缘处有一列沿前缘排列的黑色斑纹。后翅主体呈灰白色，外缘端颜色加深，呈灰褐色。雌、雄蛾触角均为线状。

2.2 旋歧夜蛾的生长发育

在设置的条件下，旋歧夜蛾的寿命为 (44.27 ± 3.10) d。各虫态的发育历期之间均有显著差异 ($P < 0.05$)，幼虫期最长，其次为成虫期，卵期最短（表 1）。雌雄成虫的存活时间分

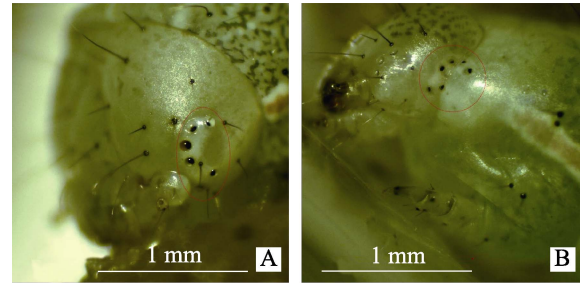


图 7 旋歧夜蛾幼虫单眼（红圈所示）

Fig. 7 Larval ocelli of *Discestra trifolii* (red circles indicate ocelli)

A. 5 龄幼虫（头部向左）；B. 4 龄幼虫

（蜕皮前，头壳逐渐剥离；头部向左）

A. The 5th instar larva (the head toward left);

B. The 4th instar larva (before ecdysis, the head capsule was peeling gradually; the head toward left).

别为 (11.95 ± 2.63) d 和 (13.57 ± 2.90) d，差异不显著 ($P = 0.099$)。幼虫各龄的发育历期中，6 龄幼虫的发育历期显著长于其余各龄幼虫 ($P < 0.05$)，1 龄幼虫的发育历期显著长于 2-5 龄幼虫 ($P < 0.05$)，2 龄幼虫的发育历期显著长于 4 龄幼虫 ($P < 0.05$)，和 3 龄、5 龄幼虫之间没有显著差异 ($P < 0.05$)，3-5 龄幼虫的发育历期均没有显著差异 ($P < 0.05$)（表 2）。

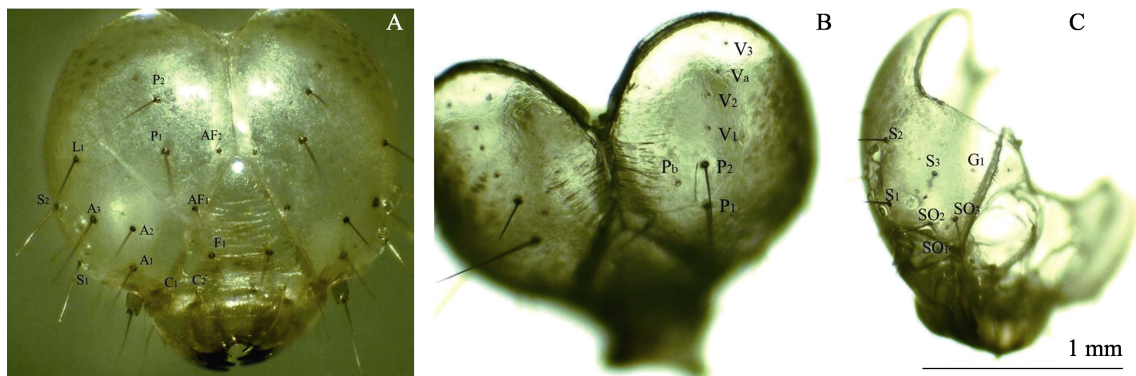


图 8 旋歧夜蛾 5 龄幼虫头壳及头部毛序

Fig. 8 Head capsule of the 5th instar larvae of *Discestra trifolii* and chaetotaxy of head

A. 正面观；B. 背侧观；C. 侧面观。

A. Frontal view; B. Dorso-frontal view; C. Lateral view.

在整个发育过程中，幼虫期的存活率显著低于卵期和蛹期 ($P < 0.05$)，卵期和蛹期之间则差异不显著 ($P < 0.05$)。各龄幼虫的发育存活率中，3 龄幼虫的存活率最高，6 龄幼虫的存活率最低，

但各龄之间差异不显著 ($P < 0.05$)。

2.3 旋歧夜蛾幼虫的头宽和体长

由表 3，图 12 可知，旋歧夜蛾 1 龄幼虫头壳

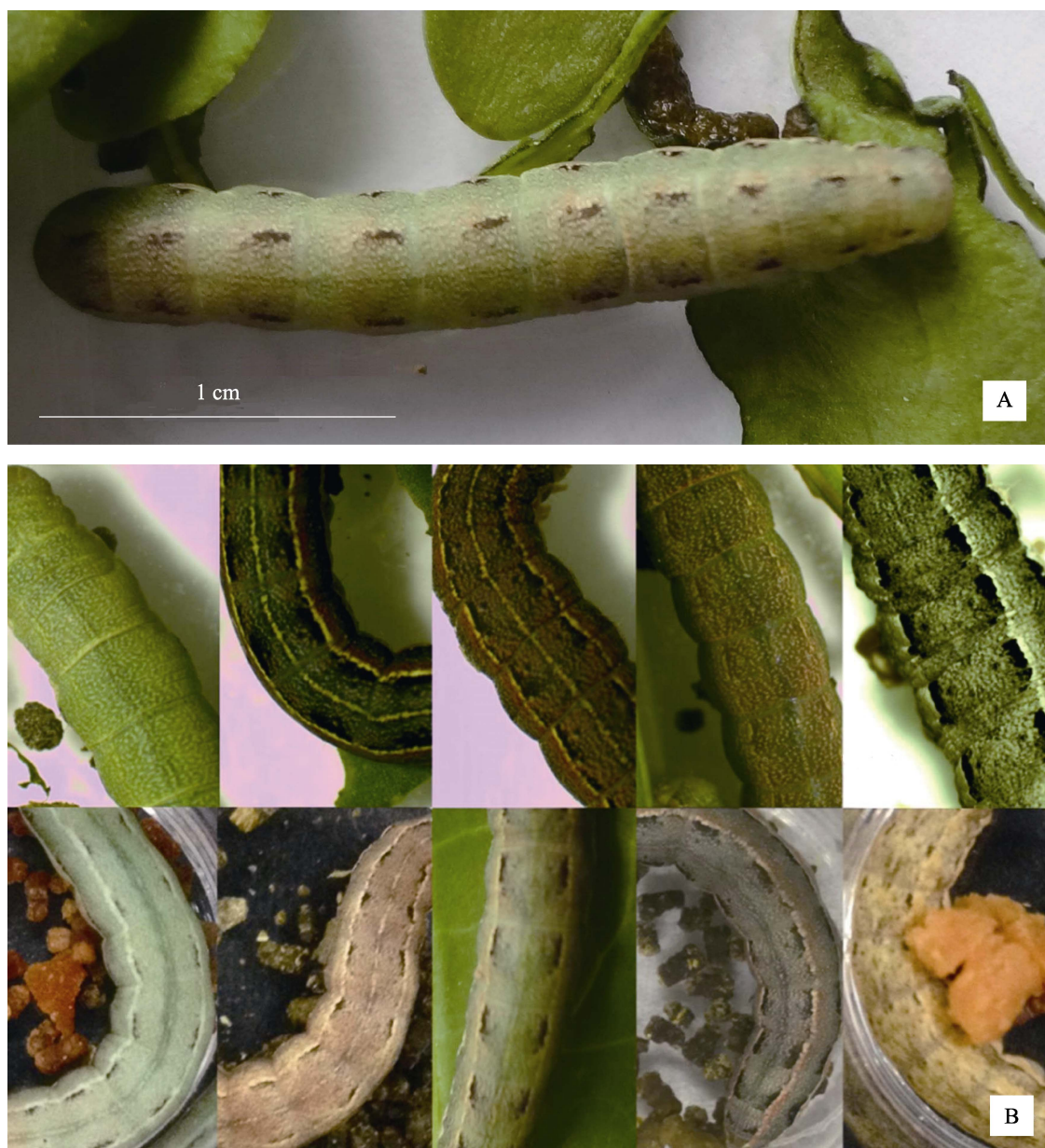


图 9 旋歧夜蛾 6 龄幼虫

Fig. 9 The 6th instar larvae of *Discestra trifolii*

A. 背面观 (头部向右); B. 幼虫的不同色型。

A. Dorsal view (the head toward right); B. Different colors of larvae.

宽度为 (0.31 ± 0.02) mm, 刚孵化体长为 (1.55 ± 0.10) mm, 中期时达到 (2.75 ± 0.15) mm, 末期体长为 (3.63 ± 0.16) mm, 末期体长是刚孵化体长的 2.34 倍; 2 龄幼虫头壳宽度为 (0.46 ± 0.03) mm, 刚蜕皮时体长为 (3.41 ± 0.22) mm, 中期时达到 (4.72 ± 0.22) mm, 末期体长为 (5.83 ± 0.63) mm, 末期体长是刚蜕皮时体长的 1.71 倍; 3 龄幼虫头壳宽度为 (0.67 ± 0.06) mm,

刚蜕皮时体长为 (5.23 ± 0.60) mm, 中期时达到 (8.00 ± 0.41) mm, 末期体长为 (9.25 ± 0.71) mm, 末期体长是刚蜕皮时体长的 1.77 倍; 4 龄幼虫头壳宽度为 (1.07 ± 0.12) mm, 刚蜕皮时体长为 (8.78 ± 0.98) mm, 中期时达到 (13.22 ± 1.21) mm, 末期体长为 (13.88 ± 1.01) mm, 末期体长是刚蜕皮时体长的 1.58 倍; 5 龄幼虫头壳宽度为 (1.71 ± 0.10) mm, 刚蜕皮时体长为 (12.85 ± 1.54) mm,

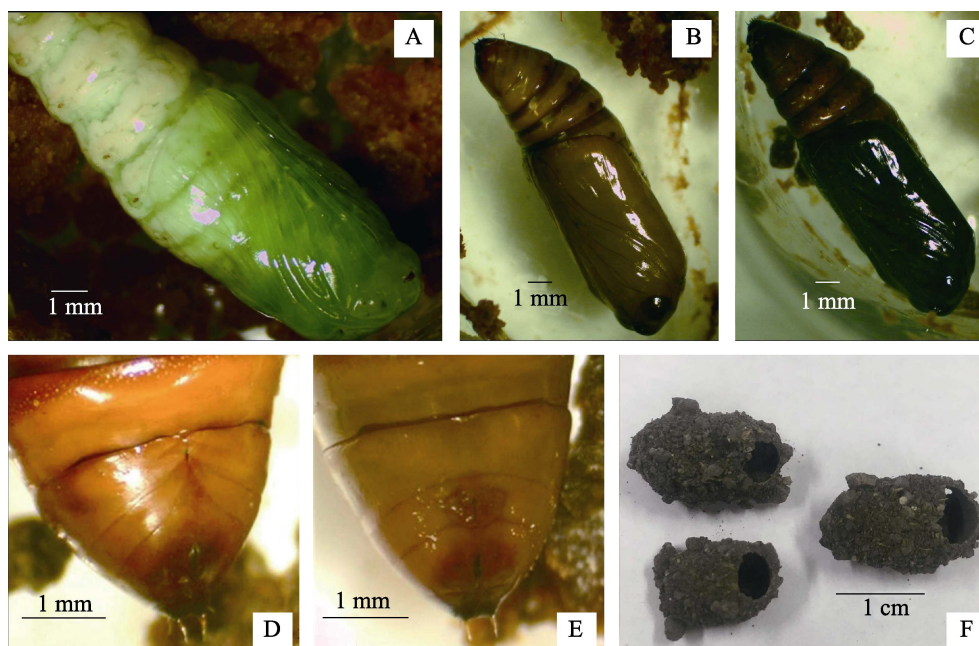


图 10 旋歧夜蛾蛹

Fig. 10 Pupae of *Discestra trifolii*

A. 刚化蛹后的蛹；B. 化蛹 6 d 的蛹；C. 羽化前的蛹；D. 雌蛹腹部末端；E. 雄蛹腹部末端；F. 茧。

A. Newly pupated pupa; B. 6 d-old pupa; C. The pupa before eclosion; D. The end of abdomen of female pupa; E. The end of abdomen of male pupa; F. Cocoons.

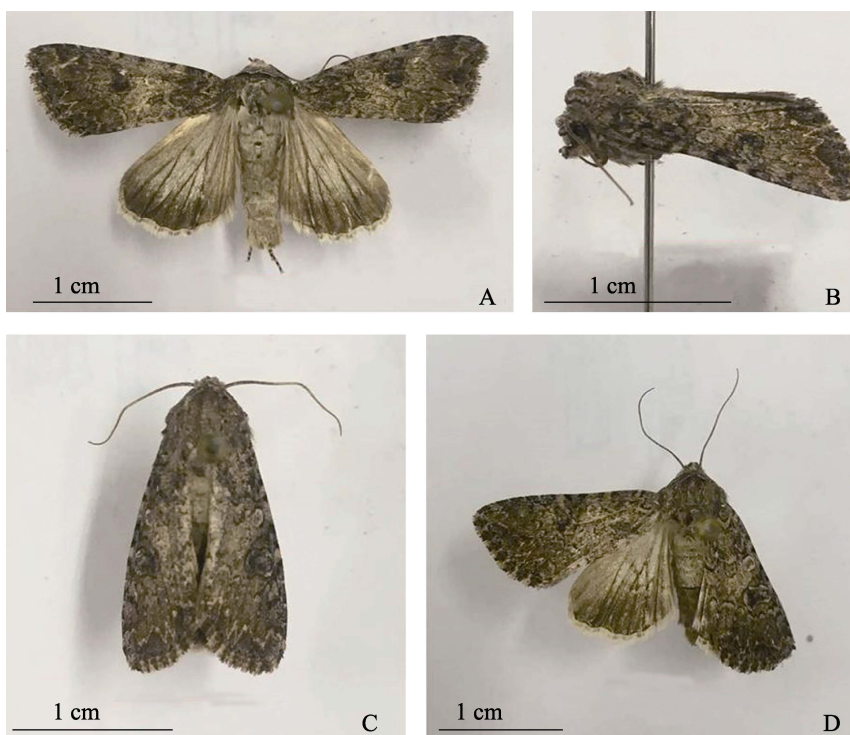


图 11 旋歧夜蛾成虫

Fig. 11 Moths of *Discestra trifolii*

A. 雄蛾背面观；B. 雄蛾侧面观；C. 雄蛾背面观；D. 雌蛾背面观。

A. Dorsal view of male moth; B. Lateral view of male moth; C. Dorsal view of male moth; D. Dorsal view of female moth.

表 1 旋歧夜蛾各虫态的发育历期和存活率
Table 1 The developmental duration and survival rate of *Discestra trifolii*

虫态	Developmental stage	发育历期 (d)	Developmental duration	存活率 (%)	Survival rate
卵	Egg	4.02±0.35d		96.97±1.20a	
幼虫	Larva	17.87±1.40a		75.76±6.94b	
蛹	Pupa	10.48±0.80c		93.86±0.46a	
成虫	Adult	12.62±2.82b		-	

表中数据为平均值±标准差。同列数据后标有不同字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著。下表同。
Data are mean±standard deviation, and followed by the different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$. The same below.

表 2 旋歧夜蛾幼虫各龄的发育历期和存活率
Table 2 The developmental duration and survival rate of *Discestra trifolii* larvae at different instars

幼虫龄期	Larval instars	发育历期 (d)	Developmental duration	存活率 (%)	Survival rate
1 龄	1st instar	3.66±0.65b		96.97±2.63a	
2 龄	2nd instar	2.56±0.40c		95.45±7.88a	
3 龄	3rd instar	2.42±0.47cd		100.00±0.00a	
4 龄	4th instar	2.31±0.65d		98.48±2.63a	
5 龄	5th instar	2.52±0.67cd		93.94±6.94a	
6 龄	6th instar	5.09±0.53a		90.91±9.09a	

表 3 旋歧夜蛾各龄幼虫头壳宽度
Table 3 Head capsule width of *Discestra trifolii*

龄期	Larval instar	宽度	Width (mm)
1		0.31±0.02f	
2		0.46±0.03e	
3		0.67±0.06d	
4		1.07±0.12c	
5		1.71±0.10b	
6		2.69±0.23a	

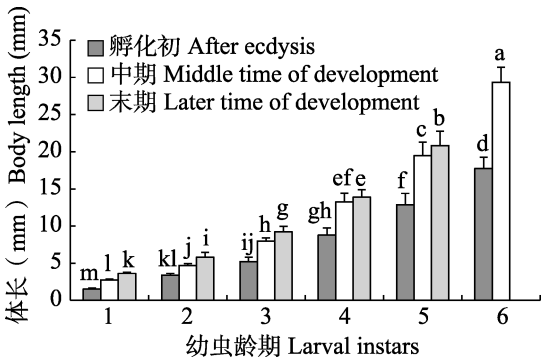


图 12 幼虫发育过程中的体长变化
Fig. 12 Body length in the larval development of *Discestra trifolii*

中期时达到 (19.46±1.82) mm , 末期体长为 (20.84±1.95) mm , 末期体长是刚蜕皮时体长的 1.62 倍 ; 6 龄幼虫头壳宽度为 (2.69±0.23) mm , 刚蜕皮时体长为 (17.73±1.52) mm , 中期时达到 (29.35±2.00) mm , 中期体长是刚蜕皮时体长的 1.66 倍。在整个幼虫的生长过程中 , 6 龄中期体长是 1 龄刚孵化时体长的 18.94 倍。1-6 龄幼虫中期时的体长均显著长于孵化初期 ($P<0.05$) , 除 4 龄、6 龄幼虫 , 其余龄期幼虫末期时的体长均显著长于中期 ($P<0.05$) 。各龄幼虫 (1 龄除外) 孵化初期的体长均短于上个龄期末期时的体长 , 但从 5 龄幼虫开始才存在显著性差异 ($P<0.05$) 。

3 讨论

旋歧夜蛾是我国新疆甜菜产区的主要害虫 , 但是在文献中有关旋歧夜蛾形态、尤其是幼虫形态的系统描述很少 , 因此本文描述了旋歧夜蛾各虫态包括幼虫各龄的形态特征。马自昌等 (1983) 曾对旋歧夜蛾形态进行了较为详细的描述 , 并指

出幼虫 3 龄后体节会出现“倒八字纹”，而本研究发现，幼虫只有在 6 龄时才会出现所谓的“倒八字纹”，并且“倒八字纹”这一特征有时不太显著，同时本研究部分描述尤其是幼虫颜色方面与其描述存在一定差异，这可能与旋歧夜蛾幼虫体色多变有关。

在饲养温度(26 ± 1)，相对湿度 $40\%\pm 10\%$ ，光周期 14L:10D 条件下，旋歧夜蛾世代历期为(44.27 ± 3.10)d，其中各虫态的发育历期分别为：卵期(4.02 ± 0.35)d，幼虫期(17.87 ± 1.40)d，蛹期(10.48 ± 0.80)d，成虫期(12.62 ± 2.82)d。前人的研究发现在 26°C ，相对湿度 50%-70%，并饲喂灰绿藜条件下，旋歧夜蛾卵期 4.5 d，幼虫期 12.2 d，蛹期 12.4 d，全世代 31.4 d (赵占江等, 1991)，与本研究结果存在一定差异，这可能与观察虫量有关(赵占江等(1991)研究中，除卵期外，幼虫期、蛹期、成虫期观察虫量均不高于 18 头，虫量较少)，也可能与本研究幼虫期主要以人工饲料饲喂有关，不同食物对旋歧夜蛾生长发育的影响有待于进一步研究。Santiagoalvarez 等(1979)研究发现，旋歧夜蛾完成一个世代需 39-42 d，雌成虫的寿命平均 14 d，这与本研究结果差异不大。幼虫各龄的发育历期中，6 龄幼虫的发育历期显著长于其余各龄幼虫($P<0.05$)，这与同属夜蛾科的嘴壶夜蛾 *Oraesia emarginata* (冯波等, 2013)、黑肾卷裙夜蛾 *Plecoptera oculata* (刘怡等, 2015)的研究结果一致，说明末龄幼虫的主要任务是化蛹进入蛹期，需要一定的时间来进行物质积累并完成虫体的一系列变化，从而导致末龄幼虫的发育历期较其它龄期显著增长。

本研究对旋歧夜蛾的体长和头壳宽度进行了测量，发现幼虫生长发育过程中，体长增长了 18.94 倍，头壳宽度增加了 8.68 倍。研究发现，高龄幼虫体长增加的绝对值更大，但低龄幼虫的体长增长速率更高。在夜蛾科其它昆虫的研究中，各龄幼虫中期时的体长最长(冯波等, 2013；刘怡等, 2015)，本研究结果则不一致，这可能与昆虫种类、幼虫生长阶段的划分标准等有关。

本研究描述了旋歧夜蛾成虫、各龄幼虫的形态特征，为旋歧夜蛾的正确鉴定提供了参照。理清了室内条件下旋歧夜蛾的生长发育情况，对卵的孵化率、幼虫成活率、化蛹率等方面进行了调查。本研究结果为旋歧夜蛾的有效防控及开展旋歧夜蛾其它相关研究奠定了一定的基础。

参考文献 (References)

- Chen YX, 1999. Fauna Sinica Insecta, Vol. 16. Lepidoptera, Noctuidae. Beijing: Science Press. 1-399. [陈一心, 1999. 中国动物志, 昆虫纲, 第 16 卷: 鳞翅目, 夜蛾科. 北京: 科学出版社. 1-399.]
- Feng B, Hu WX, Pan H, Du YJ, 2013. Morphology, life history and circadian rhythm of the fruit-piercing moth, *Oraesia emarginata* (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Entomologica Sinica*, 56(12): 1440-1451. [冯波, 胡武新, 潘华, 杜永均, 2013. 嘴壶夜蛾的形态、生活史及昼夜节律. 昆虫学报, 56(12): 1440-1451.]
- Liu Y, Cao CL, Ma T, Li YZ, Wen XJ, Zhang YY, 2015. Preliminary observations on the morphological and biological characteristics of *Plecoptera oculata* (Lepidoptera: Noctuidae). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 52(2): 461-469. [刘怡, 曹春雷, 马涛, 李奕震, 温秀军, 张媛媛, 2015. 黑肾卷裙夜蛾形态及生物学特性初步观察. 应用昆虫学报, 52(2): 461-469.]
- Ma ZC, Meng YR, 1983. Preliminary study of clover cutworm. *Xinjiang Farm Research of Science and Technology*, (2): 38-39, 35. [马自昌, 蒙延荣, 1983. 三叶草夜蛾研究初报. 新疆农垦科技, (2): 38-39, 35.]
- Santiagoalvarez C, Federici BA, Johnson JJ, 1979. Clover cutworm, *Scotogramma trifolii*: a semidefined larval diet and colony maintenance. *Annals of the Entomological Society of America*, 72(5): 667-668.
- Yu JN, Zhou XH, Ma YP, Bao YQ, 1997. A study of *Scotogramma trifolii* and its control. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 20(4): 70-72. [于江南, 周晓华, 马野平, 包玉琴, 1997. 旋幽夜蛾在棉田的发生与防治. 新疆农业大学学报, 20(4): 70-72.]
- Zhao ZJ, Zhang Y, Chen EX, 1991. The research of effective accumulative temperature of *Scotogramma trifolii* Rottenberg. *Chinese Bulletin of Entomology*, 28(2): 88-91. [赵占江, 张毅, 陈恩祥, 1991. 旋幽夜蛾发育有效积温的研究. 昆虫知识, 28(2): 88-91.]
- Zhao ZJ, Chen EX, Zhang Y, 1992. Studies on the biological characteristic of *Scotogramma trifolii* (Rott) and its control. *Sugar Crops of China*, (4): 25-28. [赵占江, 陈恩祥, 张毅, 1992. 旋幽夜蛾生物学特性与防治研究. 中国糖料, (4): 25-28.]