橙黄豆粉蝶生殖系统形态学研究*

孟银凤[1] 尚素琴[1,2**] 张雅林[1]

(1. 西北农林科技大学植保资源与病虫害治理教育部重点实验室 昆虫博物馆 杨凌 712100;
2. 甘肃农业大学草业生态系统教育部重点实验室 草业学院 兰州 730070)

摘 要 解剖并描述了橙黄豆粉蝶 *Colias fieldii* Ménétriés 的生殖系统结构。结果表明:橙黄豆粉蝶雄性内生殖器包括精巢(睾丸)、2 个贮精囊、2 条输精管、1 对复射精管、2 根附腺和单射精管。其中 2 个睾丸体彼此密接似单一器官包被在半透明的睾丸膜中,单射精管较长且分化为形态不同的 4 段。外生殖器包括抱器瓣、阳茎及其附属结构;雌性内生殖器由 1 对卵巢、2 根侧输卵管、1 根中输卵管、肾型受精囊、附腺、外生殖腔及产卵孔组成。卵巢左右对称,每个卵巢具 4 根多滋式卵巢管。外生殖器包括导精管、囊导管、交配囊及其附属结构、前后表皮突和肛突。

关键词 鳞翅目,黄粉蝶亚科,橙黄豆粉蝶,生殖系统,形态学

The morphology of the reproductive system of *Colias fieldii*

MENG Yin-Feng[1] SHANG Su-Qin[1,2**] ZHANG Ya-Lin[1]

(1. Key Laboratory of Plant Protection Resources and Pests Management, Ministry of Education, Entomology Museum, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;
2. Key Laboratory of Grassland Ecosystem, Ministry of Education, College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract The male internal genitalia of *Colias fieldii* Ménétriés is comprised of testes, a pair of seminal vesicles, a couple of vasa deferentia, two ductus ejaculatorius duplex, a pair of accessory glands and ductus ejaculatorius simplex, in which the two testicular follicles are closely united as one and enclosed in the translucent scrotum. The ductus ejaculatorius simplex is relatively long and can be divided into four different sections. The male genitalia consisted of valvae, aedeagus and other accessory structures. The female internal genitalia is comprised of a pair of ovaries, two lateral oviducts and one common oviduct, kidney-shaped spermatheca, accessory glands, genital chamber and oviporus. The ovaries are symmetrical and consist of four polytrophic ovarioles. The genitalia include ductus seminalis, corpus bursae and associated parts, apophyses posteriores and papillae anales.

Key words Lepidoptera, Coliadinae, *Colias fieldii*, reproductive system, morphology

橙黄豆粉蝶 *Colias fieldii* Ménétriés 属于鳞翅目 Lepidoptera、粉蝶科 Pieridae、黄粉蝶亚科 Coliadinae。翅面颜色及斑纹较为鲜艳,雌雄异型,有较高的观赏价值。国外分布于印度北部、尼泊尔、不丹及缅甸。在我国集中在西部、中部和东北地区,一年发生 4 ~ 6 代,危害大豆、苜蓿、三叶草、百脉根、蚕豆等豆科作物及牧草,有重要的经济意义。周尧(1994,1998)、武春生(2010)等对外部形态和雄性外生殖器做了描述。Yel(2000a,2000b)对菜粉蝶 *Pieris rapae* 的生殖系统作了形态学与组织学的解剖研究。王晓芳等(2010)对迁粉蝶 *Catopsilia pomona* 的雌性生殖系统进行了解剖研究并提出了迁粉蝶种类卵巢发育的分级标准。但目前对黄粉蝶亚科昆虫的雄性生殖系统尚未涉及,也限制了其在系统学中的应用价值。本文描述了橙黄豆粉蝶生殖系统的解剖结构特征,以期在形态学研究的基础上发现更多的分类特征,为进一步探讨生殖系统特征在黄粉蝶亚科分类和系

* 资助项目:中央高校基本科研业务专项资金(QN2009033);甘肃农业大学草业生态系统教育部重点实验室开放课题(CYZS - 2011019)。
** 通讯作者,E-mail:suqinsh@126.com
收稿日期:2012-02-14,接受日期:2012-03-19

统发育中的作用,也为黄粉蝶亚科乃至粉蝶科的分类及系统发育研究提供参考和依据。

1 材料与方法

将新鲜标本剪下腹部,用 Bouin's 溶液固定 24 h,然后用 70% 酒精冲洗 3 次,最后存于 70% 酒精中备用。解剖时,在培养皿中用昆虫针拨开表皮,去除消化道及脂肪粒后即可观察。

观察用 Motic SMZ168-BL 型显微镜进行,在 Imaging Retiga 400R CCD 下拍照,用图像叠加软件 Automontage 进行图像合成。

2 结果与分析

2.1 雄性生殖系统

2.1.1 雄性内生殖器 雄性内生殖器(图 1:A)包括睾丸、1 对贮精囊、2 条输精管、1 对复射精管以及单射精管和 2 条附腺。

睾丸位于第 5 腹节,扁球形,由 2 个睾丸体合并而成,似单一器官,包被在半透明睾丸膜中。睾丸膜上分布有微气管(图 1:B)。

贮精囊连接在睾丸的腹面,每侧贮精囊均呈"S"形,中部缢缩,两端膨大(图 1:B)。

输精管是从贮精囊末端伸达到复射精管膨大处并连接在其上的 2 条细管。

复射精管是附腺分泌物和精子束的暂时贮存处,乳白色,2 条复射精管的一端弯曲合成单射精管;另一端弯曲延伸出附腺(图 1:C)。

单射精管前端与复射精管连接,末端开口于阳茎囊,自与复射精管汇接处,单射精管从外观上分为 4 段:第 1 段半透明(图 1:A-6);第 2 段乳白色(图 1:A-7);第 3 段半透明(图 1:A-8);第 4 段壁鞘质,与阳茎连接处有明显扭曲(图 1:D-9)。

附腺在体腔内于精巢端腹面扭曲折叠,是从输精管与复射精管连结处发生的 1 对并行延伸的游离盲管,基部稍粗(图 1:C)。

2.1.2 雄性外生殖器 雄性外生殖器包括阳茎、抱握器等附属结构。抱器瓣稍内凹,抱器腹圆滑;上钩突较大(图 2:B-6);钩突粗长末端稍尖;基腹弧细长;囊突粗,较短;阳茎细长向腹面弯曲,阳茎基基部有 1 个大的片状突起,阳茎盲囊膨大较短;阳基轭片膜质,铲状。

2.2 雌性生殖系统

2.2.1 雌性内生殖器 雌性内生殖器位于腹部第 3 ~ 9 节之间,由 1 对卵巢、2 根侧输卵管、1 根中输卵管、受精囊、附腺、外生殖腔及产卵孔组成(图 3:A)。

卵巢位于腹部第 3 ~ 6 节,左右对称,每侧卵巢由固定 4 根多滋式卵巢管组成,卵巢管通过微气管缠绕在一起,基部合并,汇入侧输卵管,侧输卵管在中央汇合成中输卵管,中输卵管粗而直,沿体中线伸向腹部末端,开口于生殖腔。

卵巢管分为端丝、生殖区、生长区和卵巢管柄 4 个部分。4 根细长的端丝集合成一条悬带,附着在卵巢管柄处,卵巢管柄连接于卵巢管本部和侧输卵管之间。

受精囊位于中输卵管背面,由受精囊管、受精囊和受精囊腺组成。受精囊管是受精囊延长形成的弯曲管子,开口于外生殖腔端部右侧,受精囊肾型(图 3:B),基部连接受精囊管,端部伸出受精囊腺,受精囊腺端部分支很多。

附腺分泌保护卵的物质,包括附腺囊及附腺两部分,附腺管开口于外生殖腔侧面,附腺囊是由一对囊体合并而成,其端部分出很多小叉。

2.2.2 雌性外生殖器 雌性外生殖器包括导精管、交配囊及其附属结构、表皮突和肛突。交配囊位于腹部第 5 ~ 7 节,外有一层带环状纹的膜;交配囊孔椭圆形;囊尾近球形,膜质;囊导管基部膨大,中间骨化程度较两边强,与交配囊连接处粗大;导精管起源于囊导管中部侧面;交配囊片似船型,其上有不规则刺状小突起。肛突是腹部末端的一对瓣状突起,长有丛毛,且中部外凸,基部一对细长的棒状突起为后表皮突(图 4:C-8);前表皮突退化,短指状。

3 讨论

Callahan (1958, 1963), Callahan 和 Chain (1960)曾把玉米夜蛾 *Heliothis zea* 雄虫单射精管区分为形态和功能上不同的二段,另黄二星舟蛾 *Lampronadata cristata*(稔保中,1993)、柑橘凤蝶 *Papilio xuthus*(孔海龙等,2006)等也报道了类似结果。显然单射精管的分化与精包的形成有密切的关系。橙黄豆粉蝶单射精管自与复射精管汇接处始,从外观上可明显分为 4 段:第Ⅰ段半透明;第Ⅱ段乳白色,由于管壁肌肉层逐渐加厚而略粗,其角质化程度相对较高称为单射精管厚壁区;第Ⅲ

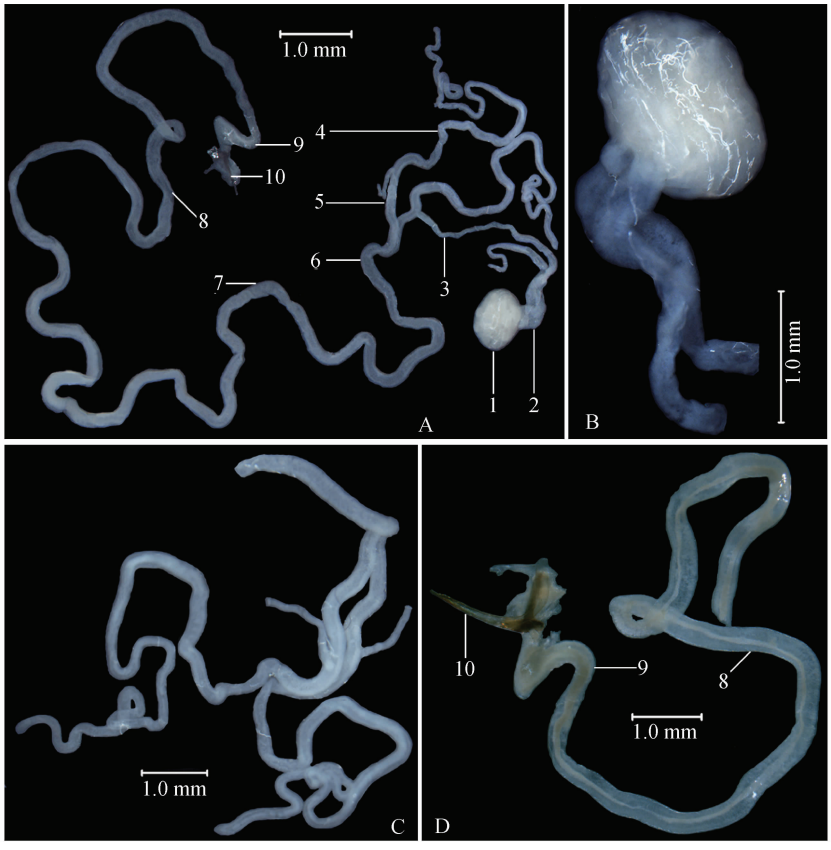

图 1　橙黄豆粉蝶雄性内生殖器

Fig. 1　The male internal genitalia of *Colias fieldii*

A. 雄性内生殖器整体背面观 general structure of the male internal reproductive organ, dorsal view; B. 精巢和贮精囊侧面观 testes and seminal vesicle, lateral view; C. 复射精管和附腺放大图 enlargement of ductus ejaculatorius duplex and accessory glands; D. 单射精管和阳茎 ductus ejaculatorius simplex and aedeagus.

1. 精巢 testes; 2. 贮精囊 seminal vesicles; 3. 输精管 vas deferens; 4. 附腺 accessory gland; 5. 复射精管 ductus ejaculatorious duplex; 6 – 8. 单射精管原节 primary segment of ductus ejaculatory simplex; 9. 单射精管表皮节 cuticular segment of ductus ejaculatory simplex; 10. 阳茎 aedeagus.

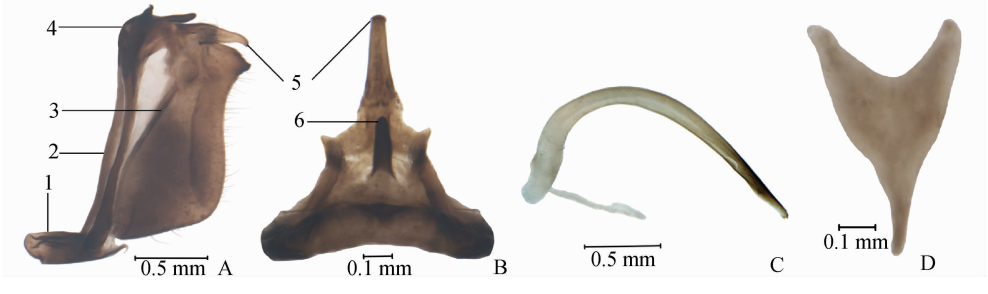

图 2　橙黄豆粉蝶雄性外生殖器

Fig. 2　The male genitalia of *Colias fieldii*

A. 基腹弧、抱器瓣侧面观 vinculum and valvae, lateral view; B. 背兜背面观 tegument, dorsal view; C. 阳茎侧面观 aedeagus, lateral view; D. 阳基轭片腹面观 juxta, ventral view.

1. 囊形突 saccus; 2. 基腹弧 vinculum; 3. 抱器瓣 valvae; 4. 背兜 tegumen; 5. 钩形突 uncus; 6. 上钩突 superuncus.

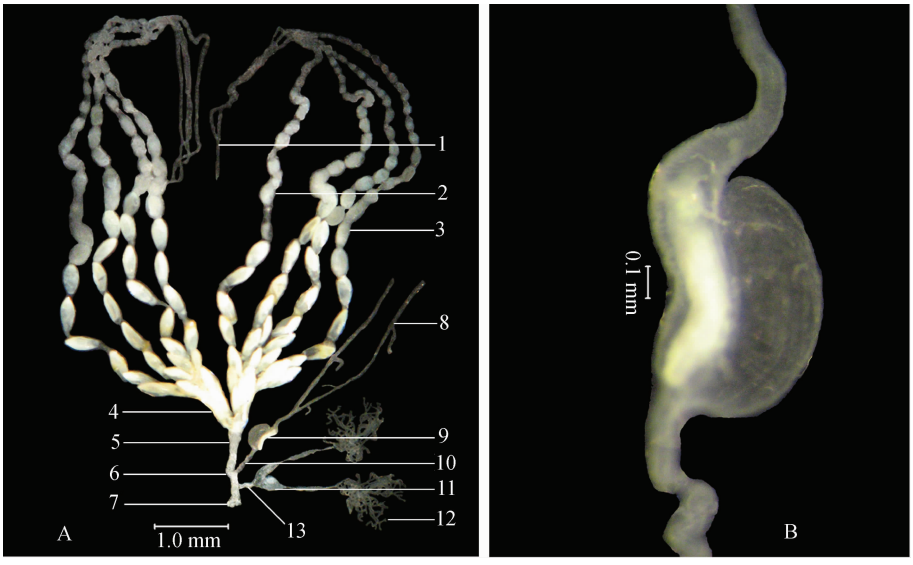

图 3　橙黄豆粉蝶雌性内生殖器

Fig. 3　The female internal reproductive organ of *Colias fieldii*

A. 雌性内生殖器整体背面观 general structure of the internal female reproductive organ, dorsal view; B. 受精囊放大图 enlargement of spermatheca.

1. 悬带 ligament; 2. 卵巢管 ovarioles; 3. 卵巢 ovary; 4. 侧输卵管 lateral oviduct; 5. 中输卵管 common oviduct; 6. 外生殖腔 genital chamber; 7. 产卵孔 oviporus; 6. 附腺管 ductus of accessory gland; 7. 产卵孔 oviporus; 8. 受精囊腺 spermathecal gland; 9. 受精囊 spermatheca; 10 受精囊管 ductus of spermatheca; 11. 附腺囊 bursae of accessory gland; 12. 附腺 accessory gland; 13. 附腺管 ductus of accessory gland.

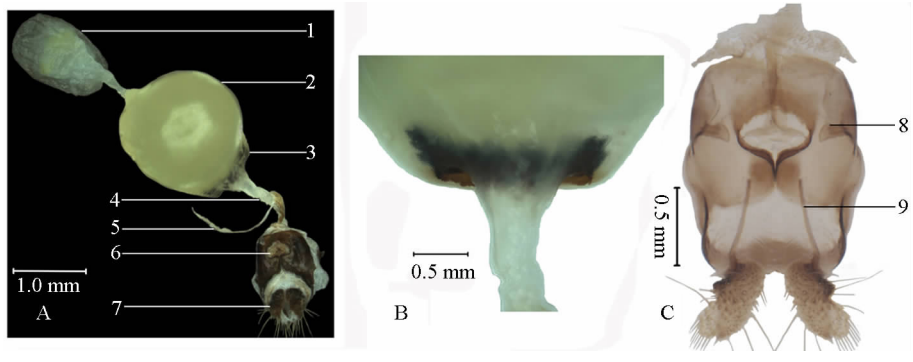

图 4　橙黄豆粉蝶雌性外生殖器

Fig. 4　The female genitalia of *Colias fieldii*

A. 雌性外生殖器整体背面观 general structure of the female genitalia, dorsal view; B. 交配囊、交配囊片放大腹面观 enlargement of corpus bursae and signa, ventral view; C. 基部放大背面观 enlargement of base, dorsal view.

1. 囊尾 appendix bursae; 2. 交配囊 corpus bursae; 3. 交配囊片 signum; 4. 囊导管 ductus bursae; 5. 导精管 ductus seminalis; 6. 交配囊孔 ostium bursae; 7. 肛突 papillae anales; 8. 前表皮突 apophyses anteriores; 9. 后表皮突 apophyses posteriores.

段半透明。从功能上来看,第Ⅰ至Ⅲ段相当于 Callahan 所称之原节(primary segment),为精球原形成的场所。第Ⅳ段壁鞘质,与第Ⅲ段相接处缢缩,与阳茎相连处有一明显扭曲。第Ⅳ段相当于 Callahan 所称之表皮节(cuticular segment),是精球原转化为精包的地方。

鳞翅目昆虫多使用精包传输精液或精子,偶有不产生精包而直接传输精子束的报道,如大袋蛾 *Clania vacriegata*(赵博光和贺亦斌,1996)。解剖发现橙黄豆粉蝶在交配过程中亦有可能采用精包传输精子束,因为解剖未交配雄虫的贮精囊和膨大的复射精管时,发现有未成熟的精子束,单射精管透明;而雌虫交配囊不饱满,囊尾内无内容物,卵巢的发育不完全,卵未成熟。交尾后雄虫贮精囊和复射精管变半透明,单射精管形态上有分化,雌虫交配囊内有精包残体,囊尾内有乳白色内含物。其交配机制有待进一步深入研究。

参考文献(References)

Callaban PS, 1958. Serial morphology as a technique for determination of reproductive patterns in the corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie). *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 51:413 – 428.

Callaban PS, 1963. Histology of the reproductive tracts and transmission of sperm in the corn earworm, *Heliothis zea*. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 56:535 – 556.

Callahan PS, Chain JB, 1960. Morphology of the reproductive systems and mating in two representative members of the family Noctuidae, *Pseudaletia unipuncta* and *Prodrome margaritacea*, with comparison of *Heliothis zea*. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 53(6):783 – 782.

Yel M, 2000a. *Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae)' nin dişi üreme sisteminin anatomik-histolojik yapisi. *Araştirma*, 57(1):25 – 34.

Yel M, 2000b. *Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae)' nin erkek üreme sisteminin anatomik-histolojik yapisi. *Araştirma*, 57(2):87 – 94.

嵇保中, 1993. 黄二星舟蛾生殖系统的研究. 南京林业大学学报, 17(3):60 – 66.

孔海龙, 梁醒财, 罗佑珍, 2006. 柑橘凤蝶生殖系统解剖学研究. 云南农业大学学报, 21(4):459 – 462.

王晓芳, 尚素琴, 张雅林, 2010. 迁粉蝶雌性生殖系统结构研究. 昆虫知识, 47(6):63 – 66.

武春生, 2010. 中国动物志(昆虫纲, 第三十一卷, 鳞翅目, 粉蝶科). 北京: 科学出版社. 68 – 71.

赵博光, 贺亦斌, 1996. 大袋蛾雄成虫内部生殖系统的形态学和组织学. 南京林业大学学报, 20(2):30 – 33.

周尧, 1994. 中国蝶类志(上册). 郑州: 河南科学技术出版社. 213 – 214.

周尧, 1998. 中国蝶类志(修订版)(上册). 郑州: 河南科学技术出版社. 255 – 256.