

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.05.29

一种快速鉴别甜菜夜蛾蛹及成虫雌雄的简易方法

赵晓峰, 杨安頔, 张茂新*

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

摘要: 描述了一种快速准确区分甜菜夜蛾蛹及成虫雌雄的方法。甜菜夜蛾雌、雄蛹的主要区别是: 雌蛹第8腹节腹面有一较短的纵裂缝, 裂缝两侧平坦无突起; 雄蛹第9腹节腹面有一长的纵裂缝, 裂缝两侧有半圆形瘤状突起。成虫期雌、雄蛾主要区别是: 雄蛾体色较浅, 腹部狭长且末端有一圈黄色长毛簇; 雌蛾体色较深, 腹部末端浑圆, 毛簇较短, 生殖孔清晰可见。以此标准所建立的甜菜夜蛾雌雄蛹及成虫的快速鉴定方法, 对于田间性比、预测和种群动态以及人工饲养等具有重要作用。

关键词: 甜菜夜蛾; 蛹; 成虫; 性别; 鉴定

中图分类号: Q964; S433.4

文献标志码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 05-1066-05

A method for the rapid sex-determination of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) pupae and adults

ZHAO Xia-Feng, YANG An-Di, ZHANG Mao-Xin* (Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: A rapid and accurate method for the sex recognition of *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) pupae and adults was described in this paper. In female pupae, the 8th abdominal segment had a short lengthways crack in the middle with flat sides and no humps. In males, the 9th had a central crack with a distinct semi-circular strumae each side. The male adult's abdomen were long and narrow and had some cylindrical tail hair in the end, while the female adults were darker in color and their abdominal ends appeared round in shape, and a gonopore was obviously visible. The method is efficient for use in the field and has the potential to determining the sex ratio, predicting population trends and artificial feeding in *S. Exigua*.

Key words: *Spodoptera exigua*; pupae; adult; sex; identifying

甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner), 又名贪夜蛾、白菜褐夜蛾, 隶属于鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae 灰翅夜蛾属 *Spodoptera*, 是一种世界性分布、以为害蔬菜为主的多食性害虫。在蔬菜中, 受害最重的是十字花科蔬菜和豆科蔬菜 (洪晓月等, 2007)。迅速准确鉴别甜菜夜蛾蛹和成虫雌雄性别, 对于了解其田间性比和预测种群动态具有重要作用。同时, 甜菜夜蛾作为重要的实验

材料, 被应用于大量科研试验中, 对其蛹及成虫性别的准确鉴别将有助于以上各种研究实验的开展。有关甜菜夜蛾蛹和成虫的外部形态特征已有报道 (洪晓月等, 2007; 赵舰, 2011), 但关于甜菜夜蛾蛹和成虫雌雄性别的鉴别特征未见报道。李建勋等 (2008) 曾用产卵孔来鉴别甜菜夜蛾蛹的雌雄性别, 但具体的鉴别特征未见报道。为此作者对甜菜夜蛾蛹及成虫雌雄的外部形态特征进

基金项目: 广东省科技计划项目 (2013B090700009)

作者简介: 赵晓峰, 男, 1990年生, 在读硕士, 研究方向为昆虫生态学, E-mail: xiaofengzhao_ok@163.com

* 通讯作者 Author of correspondence, E-mail: mxzhang@scau.edu.cn

收稿日期 Received: 2015-11-09; 接受日期 Accepted: 2016-01-13

行了观察, 总结出了快速鉴别甜菜夜蛾蛹及成虫雌雄的鉴别方法。经羽化后成虫鉴定结果, 正确率为 100%。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

甜菜夜蛾虫源购自中山大学昆虫研究所, 并在本实验室连续饲养, 观察鉴定。

1.2 试虫饲养方法

将甜菜夜蛾幼虫于人工气候室内, 置于一次性塑料杯中用人工饲料(杨建云等, 2013)单头饲养。幼虫老熟后, 让其在剩余的人工饲料中化蛹。幼虫化蛹后, 把蛹放在简易雌雄蛹分辨盘上, 在光学解剖镜下进行形态观察和鉴定。简易雌雄蛹分辨盘的制作方法是: 取一边长为 12 cm 正方形铁板, 将内径 0.6 cm, 外径 0.9 cm 的硅胶管剪成长度 0.8 cm 的小短块, 用胶枪圆圈状固定于铁板上, 每板固定 18–20 个(图 1)。冷却后备用。



图 1 简易雌雄蛹分辨盘

Fig. 1 A simple plate using for distinguishing pupae

将鉴定后的雌、雄蛹分别单头放置于塑料杯里。甜菜夜蛾的蛹历期为 5–6 d, 初蛹为白色, 随着时间的延长蛹颜色逐渐加深, 变为黄褐色。复眼位于头部两侧, 黄褐色, 羽化前变黑, 后期蛹的颜色变深, 即开始羽化为成虫。待成虫羽化后, 取将两类成虫各一头放于纸筒中, 纸筒内放置浸有 10% 蜂蜜水的棉花团, 且每天定时更换, 供成虫取食补充营养。羽化的成虫在光学显微镜下进行形态观察和鉴定。

试虫饲养条件为: 温度为 $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 相对湿

度为 70%–80%, 光周期 14L:10D (光照时间 7:00–21:00)。

1.3 雌雄蛹的鉴别方法

取同一批次的甜菜夜蛾蛹, 放于雌雄蛹简易分辨盘上, 采用双目解剖镜 (Motic K Series) 观察蛹。观察甜菜夜蛾蛹的外部形态发现, 在蛹的第 8、9 节腹节腹面有一纵裂缝, 根据此纵裂缝位置的不同, 可将甜菜夜蛾蛹分成两类: 一类其纵裂缝位于第 8 腹节腹面 (图 2, A); 另外一类则位于第 9 腹节腹面, 且位于第 9 腹节的纵裂缝两侧有两个明显的半圆形瘤状突起 (图 2, B)。以此标准将两类蛹分开羽化。羽化后, 将两类成虫一一配对, 并放进纸筒内观察其交配和产卵, 最终以产卵者视为雌成虫。

1.4 雌雄成虫的鉴别方法

收集羽化成虫, 观察雌雄成虫的外部形态差异。用 VHX-5000 数码显微系统 (KEYENCE 基恩士) 对甜菜夜蛾蛹及成虫进行形态拍照, 并使用 Photoshop CC (Adobe System, USA) 进行图片的后期编辑 (崔俊芝和葛斯琴, 2012)。将鉴定出的新鲜雄蛾和雌蛾的腹部末端剪下, 放入 5% NaOH 溶液中煮沸 5–10 min, 取出, 在双目解剖镜下除去肌肉组织, 将雄蛾的外生殖器直接制成标本并用体式显微镜观察、拍照。雌蛾的外生殖器经染色后制成标本用体式显微镜观察、拍照。

2 结果与分析

2.1 雌雄蛹的外部形态特征分析

甜菜夜蛾蛹体长 7–12 cm。初蛹为白色, 后逐渐变为黄褐色, 近羽化时颜色变深, 复眼位于头部两侧, 黄褐色, 羽化前颜色变黑。蛹尾部末端有臀刺 2 根。雌蛹, 第 8 腹节腹面近前缘有一短纵裂缝, 长度为 100–200 μm , 裂缝两侧平坦, 无突起, 裂缝前端为生殖孔, 后端为产卵孔; 裂缝离肛门的距离较远, 距离为 500–800 μm ; 腹部末端钝圆, 第 8–10 腹节分节不明显 (如图 2, A)。雄蛹, 第 8 腹节腹面无纵裂缝; 第 9 腹节腹面中央有一纵裂缝, 较长, 长度为 200–300 μm , 裂缝两侧各有一半圆形的瘤状突起, 纵裂离肛门的距离较近, 距离为 200–400 μm ; 腹部末端较尖, 第 8–10 腹节分节较为明显 (如图 2, B)。

2.2 成虫雌雄的鉴定

将观察区分的甜菜夜蛾蛹 200 头 (雄蛹

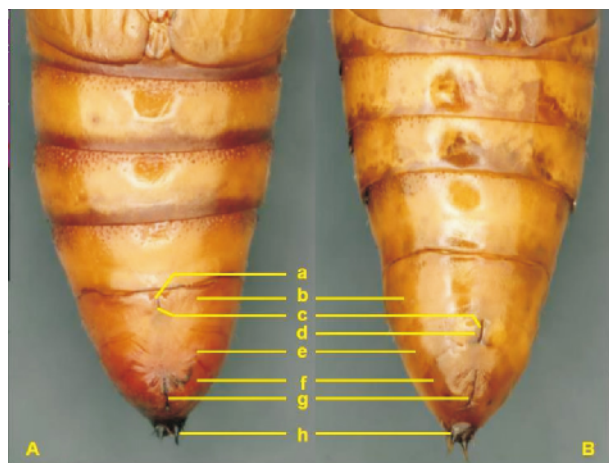


图2 雌雄蛹腹部末端 (王新辉摄)

Fig. 2 The end of abdomen (Photographed by Wang xinhui)

注: A, 雌; B, 雄。a, 生殖孔; b, 第8腹节; c, 产卵孔; d, 半圆形瘤状突; e, 第9腹节; f, 第10腹节; g, 肛门; h, 臀刺。Note: A, female; B, male. a, gonopore; b, the 8th abdominal segment; c, oviposition holes; d, semi-circular strumae; e, the 9th abdominal segment; f, the 10th abdominal segment; g, anus; h, hip thorn.

100头, 雌蛹100头) 分别放置, 待羽化后根据成虫形态特征对蛹期镜检的结果进行分析。存活雄成虫85头, 雌成虫96头, 鉴定雄成虫85头, 雌成虫96头, 鉴别准确率均为100% (见表1)。

表1 甜菜夜蛾雌雄蛹鉴别结果

Table 1 Identified results of male and female pupae

	雌 Female	雄 male
观察蛹头数 The number of pupae	100	100
羽化成虫数 Number of emerged adults	96	85
鉴定成虫数 Identified the number of adults	96	85

2.3 雌雄成虫的外部特征

甜菜夜蛾成虫体长10–14 mm, 触角丝状。翅展19–25 mm。体灰褐色, 前翅中央近前缘外方有肾形斑一个, 内方有环形斑一个, 外缘有一列黑色三角形斑。后翅银白色, 略带粉红色, 翅缘灰褐色。

雌蛾腹部末端圆筒形, 有黄色毛簇, 较短, 生殖孔清晰可见。雄蛾腹部末端狭长, 较尖, 有一圈黄色长毛簇 (图3)。雄蛾生殖器见图4 (A和B), 雌蛾生殖器见图3 (C)。

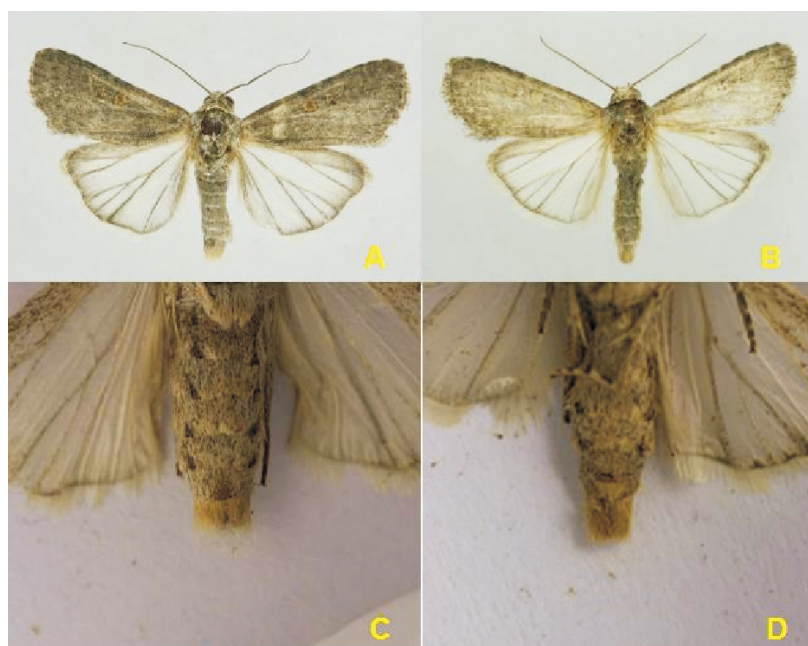


图3 甜菜夜蛾雌雄成虫 (王新辉摄)

Fig. 3 Male and female adult of *Spodoptera exigua* (Photographed by WANG Xin-Hui)

注: A和B分别为雌成虫和雄成虫的背面观; C和D分别为雌成虫和雄成虫的腹面观。Note: A, The ventral view of female adult; B, The ventral view of male adult; C, Abdominal end of the female adult; D, Abdominal end of the male adult.

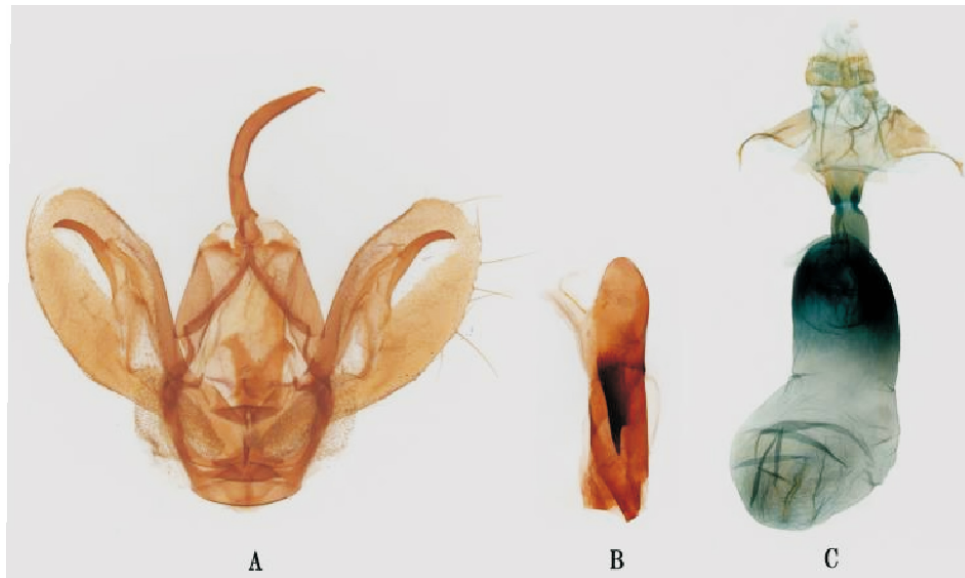


图4 甜菜夜蛾成虫外生殖器 (于甜甜摄)

Fig. 4 The genitalia of adult of *Spodoptera exigua*
(Photographed by YU Tian-Tian)

注: A、B, ♂ 生殖器; C, ♀ 生殖器。Note: A、B, The genitalia of male adult; C, The genitalia of female adult.

3 结论与讨论

甜菜夜蛾是世界性、爆发性害虫 (洪晓月等, 2007)。准确区分甜菜夜蛾蛹和成虫雌雄性别, 对该虫的发生及种群数量的预测预报工作有重要意义。本文观察到甜菜夜蛾雌雄蛹的主要区别: 雌蛹第8腹节腹面有一较短的纵裂缝, 纵裂缝两侧平坦无突起; 雄蛹第9腹节腹面有一长的纵裂缝, 纵裂缝两侧均有半圆形瘤状突起。就雌雄蛹腹部分节来看, 甜菜夜蛾蛹与斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* (Fabricius) 和黑肾卷群夜蛾 *Plecoptera oculata* (Moore) 相似 (林威鹏等, 2015; 刘怡等, 2015), 均表现雄蛹8-10腹节分节较为明显; 而雌蛹8-10腹节分节不明显; 就纵裂缝来看, 甜菜夜蛾雄蛹纵裂缝两侧有瘤状突, 雌蛹没有瘤状突, 与旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii* (Rottemberg) 和斜纹夜蛾类似 (赵琦等, 2011; 林威鹏等, 2015), 与黑肾卷群夜蛾不同 (刘怡等, 2015); 就位置来看, 雄蛹生殖孔位于第9腹节, 雌蛹生殖孔位于第8腹节, 与桐花树毛颚小卷蛾 *Lasiognatha cellifera* (Meyrick)、菜粉蝶 *Pieris rapae* (Linnaeus)、小菜蛾 *Plutella xylostella* (Linnaeus)、二点委夜蛾 *Athelis lepigone* (Moschler)、团花绢螟

蛾 *Dinahanian glauculalis* (Guenée)、香梨优斑螟蛾 *euzophera Pyriella* (Yang)、嘴壶夜蛾 *Oraesia emarginata* (Fabricius)、柑橘长卷蛾 *Homona coffearia* (Meyrick)、斜纹夜蛾等极其相似 (李德伟等, 2008; 陈增良等, 2010; 陈艺欣等, 2011; 马继芳等, 2011; 刘志韬等, 2014; 张蒙等, 2014; 冯波等, 2015; 李莉玲等, 2015; 林威鹏等, 2015)。甜菜夜蛾成虫雌雄差异则主要体现在体色及腹部末端外部形态上。雄虫体色较淡, 且腹部较为狭长, 末端生殖器外为黄色长毛簇; 而雌性体色较深, 腹部浑圆, 末端生殖器外为黄色短毛簇。上述甜菜夜蛾蛹和成虫雌雄性别的鉴别特征, 可为甜菜夜蛾交配行为的观察、性信息素的利用、成虫对挥发性物质差异比较、电生理反应等方面研究提供参考。

致谢: 承蒙华南农业大学农学院王新辉和余甜甜同学拍摄文中照片, 仅此致谢。甜菜夜蛾雌雄蛹及成虫的鉴定得到华南农业大学农学院庄海玲博士的帮助, 特此致谢。

参考文献 (References)

- Chen YX. Fauna Sinica Insecta Vol. 16 Lepidoptera Noctuidae [M]. Beijing: Science Press, 1999, 745-746. [陈一心. 中国动物志·昆虫纲·第十六卷·鳞翅目夜蛾科[M]. 北京: 科学出版社, 1999, 745-746.]

- 出版社, 1999, 745 – 746]
- Chen YX, Tian HJ, Wei H, *et al.* A simple method for identifying sex of *Plutella xylostella* (Linnaeus) larva, pupa and adult [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2011, 26 (4): 611 – 614. [陈艺欣, 田厚军, 魏辉, 等. 小菜蛾幼虫、蛹和成虫的雌雄形态识别[J]. 福建农林学报, 2011, 26 (4): 611 – 614]
- Chen ZL, Yang XL, Zhang ZN, *et al.* A method used for distinguishing between the sexes of *Pieris rapae* pupae [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2010, 47 (1): 213 – 214. [陈增良, 杨新玲, 张钟宁. 一种鉴别菜粉蝶雌雄的方法[J]. 应用昆虫学报, 2010, 47 (1): 213 – 214]
- Cui JZ and Ge SQ. Application of Adobe Photoshop and Adobe Illustrator to illustrating and digital image processing in entomological research [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2012, 49 (5): 1406 – 1411. [崔俊芝, 葛斯琴. 图像处理软件 Adobe Photoshop 和 Adobe Illustrator 在昆虫绘图及图像处理中的应用[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49 (5): 1406 – 1411]
- Feng B, Hu WX, Pan H, *et al.* Morphology, life history and circadian rhythm of the fruit piercing moth, *Oraesia emarginata* (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2013, 56 (12): 1440 – 1451. [冯波, 胡武新, 潘华, 等. 嘴壶夜蛾的形态、生活史及昼夜节律[J]. 昆虫学报, 2013, 56 (12): 1440 – 1451]
- Hong XY, Ding JH. *Agricultural Entomology* (Second Edition) [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2007, 231 – 233. [洪晓月, 丁锦华. 农业昆虫学 (第二版). 北京: 中国农业出版社, 2007, 231 – 233]
- Hu FL, Peng ZS, Cai PZ, *et al.* Preliminary study on artificial feeding method of *Spodoptera exigua* [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2008, 36 (1): 68 – 69. [胡凤林, 彭正松, 蔡平钟, 等. 甜菜夜蛾的人工饲养方法[J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (1): 68 – 69]
- Li DW, Wu YJ, Jiang XJ, *et al.* A method for identifying the sex of *Lasiognatha cellifera* larva, pupae and adult [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2008, 45 (3): 489 – 491. [李德伟, 吴耀军, 蒋学建, 等. 鉴别棉花树毛蛾小卷蛾幼虫、蛹及成虫雌雄的方法[J]. 应用昆虫学报, 2008, 45 (3): 489 – 491]
- Li JX, Li J, Cheng WX, *et al.* The bionomics of adult beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24 (5): 318 – 322. [李建勋, 李娟, 程伟霞, 等. 甜菜夜蛾成虫生物学特性研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24 (5): 318 – 322]
- Li LL, Lu J, Liu Y, *et al.* Distinguishing of the pupae and adults of *Homona coffearia* Meyrick [J]. *China Plant Protection*, 2015, 35 (2): 82 – 85. [李莉玲, 卢进, 刘怡, 等. 柑橘长卷蛾蛹和成虫鉴别[J]. 中国植保导刊, 2015, 35 (2): 82 – 85]
- Lin WP, Peng L, Xiao TY, *et al.* A simple method for identifying sexuality of *Spodoptera litura* (Fabricius) pupae and adults [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (3): 685 – 687. [林威鹏, 彭莉, 肖桃艳, 等. 一种鉴别斜纹夜蛾雌雄蛹和成虫雌雄的简易方法[J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (3): 685 – 687]
- Liu Y, Li LL, Lu J, *et al.* Distinguishing the pupae and adults sexuality of *Plecoptera oculata* Moore [J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2015, 43 (3): 318 – 319, 328. [刘怡, 李莉玲, 卢进, 等. 黑肾卷蛾夜蛾雌雄蛹和成虫的鉴别[J]. 山西农业科学, 2015, 43 (3): 318 – 319, 328]
- Liu ZT, Ma T, Wang P, *et al.* Sex identification pupae and emergence rhythm in *Dinahanian glauculalis* (Guenée) [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2014, (8): 101 – 106. [刘志韬, 马涛, 王蓬, 等. 团花绢螟雌雄蛹鉴定及羽化规律[J]. 广东农业科学, 2014, (8): 101 – 106]
- Luo LZ, Cao YS, Jiang XF. Features, occurrence trends and economic impact of *Spodoptera exigua* [J]. *Plant Protection*, 2000, 3: 37 – 39. [罗礼智, 曹雅思, 江幸福. 甜菜夜蛾发生危害特点及其趋势分析[J]. 植物保护, 2000, 3: 37 – 39]
- Ma JF, Li LT, Wang YQ, *et al.* Preliminary observations on the morphological characteristics of *Athelis lepigone* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2011, 48 (6): 1869 – 1873. [马继芳, 李立涛, 王玉强, 等. 二点委夜蛾形态特征的初步观察[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48 (6): 1869 – 1873]
- Shen XC, Wang AP, Zhang SJ. Studies on the fauna of Noctuidae II. Distribution and similarity of Noctuidae in China [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2008, 23 (5): 151 – 156. [申效成, 王爱萍, 张书杰. 夜蛾科昆虫区系研究 II, 中国各省区夜蛾的分布及相似性分析[J]. 华北农学报, 2008, 23 (5): 151 – 156]
- Yang JY, Cao X, Ji CY, *et al.* Inhibitory effects of *Serratia marcescens* isolate PS-1 on the increase of experimental population of *Spodoptera exigua* [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2015, 31 (4): 501 – 507. [杨建云, 曹溪, 纪春艳, 等. 粘质沙雷氏菌菌株 PS-1 对甜菜夜蛾实验种群的增长抑制作用[J]. 中国生物防治, 2015, 31 (4): 501 – 507]
- Zhang J, Du Q, Wang ZY, *et al.* A method for the rapid sex-determination of pupae of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2013, 50 (5): 1484 – 1488. [张军, 杜茜, 王振营, 等. 一种快速鉴别亚洲玉米螟雌雄的方法[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50 (5): 1484 – 1488]
- Zhang M, Ma T, Zhu XJ, *et al.* Sex identification of pupa and adult in *Pyriella euzophora* Yang [J]. *Plant Protection*, 2014, 40 (1): 119 – 121. [张蒙, 马涛, 朱雪皎, 等. 香梨优斑螟蛹和成虫的性别鉴定[J]. 植物保护, 2014, 40 (1): 119 – 121]
- Zhao J. Identify on *Spodoptera exigua* and corresponding prevention measures [J]. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*, 2011, 52 (10): 19 – 20. [赵舰. 甜菜夜蛾的鉴别与防治分析[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52 (10): 19 – 20]
- Zhao Q, Zhang YH, Liu H, *et al.* A method used for distinguishing between the sexes of *Scotogramma trifolii* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2011, 48 (6): 1879 – 1881. [赵琦, 张云慧, 刘怀, 等. 鉴别旋幽夜蛾雌雄蛹的方法[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48 (6): 1879 – 1881]