

常明山, 吴耀军, 赵鹏飞, 蒋华, 周通, 张旭, 黄华艳. 杉梢小卷蛾习性及雌雄蛹、成虫主要形态特征鉴别 [J]. 广东农业科学, 2021, 48(2): 116–120.

杉梢小卷蛾习性及雌雄蛹、 成虫主要形态特征鉴别

常明山¹, 吴耀军¹, 赵鹏飞¹, 蒋 华², 周 通³, 张 旭⁴, 黄华艳¹

(1. 广西林业科学研究院 / 广西优良用材林资源培育重点实验室, 广西 南宁 530002;

2. 全州县咸水林场, 广西 全州 541511; 3. 柳州市林业科学研究所, 广西 融水 545300;

4. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 杭州 311400)

摘要: 【目的】掌握杉梢小卷蛾的为害习性, 鉴别杉梢小卷蛾雌雄蛹和成虫的主要形态特征。【方法】从杉木林采集带杉梢小卷蛾幼虫的梢头, 带回养虫室饲养观察, 并结合室外林间观察等方法, 对杉梢小卷蛾的幼虫、蛹和成虫等的行为习性以及雌雄蛹和成虫的形态特征进行观察。【结果】杉梢小卷蛾幼虫具有转梢为害杉木梢头的行为习性, 幼虫接近老熟后, 在适宜的梢头内部完成化蛹, 蛹多于凌晨或早晨羽化, 卵散产于叶片背面。蛹为被蛹, 新化蛹呈米黄色, 雄蛹第9腹节腹面有一纵裂, 为生殖裂缝, 生殖裂缝两侧有瘤状突起, 肛裂缝与生殖裂缝距离为80~170 μm; 雌蛹生殖裂缝位于第8腹节腹面, 裂缝两侧无突起, 肛裂缝与生殖裂缝距离270~360 μm。雄成虫尾部抱器瓣明显, 呈叉状或镊子状, 密被鳞片; 雌成虫尾部产卵瓣呈肾形, 橘黄色。

【结论】掌握了杉梢小卷蛾幼虫转梢为害等行为习性, 依靠蛹腹节和凸起等特征鉴定雌雄蛹, 依靠成虫的抱器瓣和产卵瓣等特征鉴定雌雄成虫, 为开展杉梢小卷蛾的监测和防控提供了理论基础。

关键词: 杉梢小卷蛾; 行为习性; 第8/9腹节; 抱器瓣; 产卵瓣; 鉴别

中图分类号: S763.42

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X (2021) 02-0116-05

Behavior habits and Morphological characteristics of *Polychrosis cunninhamiacola*

CHANG Mingshan¹, WU Yaojun¹, ZHAO Pengfei¹, JIANG Hua²,

ZHOU Tong³, ZHANG Xu⁴, HUANG Huayan¹

(1. *Guangxi Zhuang Autonomous Region Forestry Research Institute/Guangxi Key Laboratory of Superior Timber Trees Resource Cultivation*, Nanning 530002, China;

2. *Xianshui Forest Farm, Quanzhou, Quanzhou 541511, China*;

3. *Liuzhou Research Institute of Forestry, Rongshui 545300, China*;

4. *Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, China*)

Abstract: 【Objective】The trial was conducted to understand the damage habits of the *Polychrosis cunninhamiacola* and identify the main morphological characteristics of male and female pupae and adults. 【Method】The tops with larvae were collected from the *Cunninghamia lanceolate* forests and observed in insectarium combined with the observation outdoors. The behavior habits and morphological characters of larvae, male and female pupae and adults of *P. cunninhamiacola* were observed. 【Result】The larvae of *P. cunninhamiacola* had shoot-transferring behavior habits and

收稿日期: 2020-08-19

基金项目: 广西创新驱动发展专项资金 (桂科 AA17204087-10); 广西林业科技项目 (桂林科学〔2016〕第4号)

作者简介: 常明山 (1983—), 男, 硕士, 正高级工程师, 研究方向为昆虫化学生态学与有害生物综合防控,

E-mail:12cms@163.com

damaged the tops of *C. lanceolata*. When the larvae reach maturity, they pupated in the tip of a branch. Most pupae completed eclosion in the wee hours or in the morning, and the egg were scattered on the back of blades. The pupa was obtect and the new pupa was beige. The male pupae had a longitudinal genital cleft on the segmental venter of the ninth abdominal segment, with a hemispherical protuberance on each side. The distance between anal cleft and genital cleft was 80–170 μm . The genital cleft of female pupa was on the eighth abdominal segment and there was no hemispherical protuberance on either side of the cleft. The distance between anal cleft and genital cleft was 270–360 μm . The hapis at the tail of the male adult was obvious with forked or forceps shaped and densely scaly. The female adult had a kidney-shaped, orange ovipositor on its tail. 【Conclusion】 The damage behaviors of *P. cunninhamiacola* (such as shoot-transferring) were understood, male and female pupae were identified by the characteristics such as pupa's abdominal segment and protuberance, and male and female adults were identified by adult's hapis, ovipositor and other characteristics, which provided a theoretical basis for the monitoring and control of *P. cunninhamiacola*.

Key words: *Polychrosis Cunninhamiacola*; behavior habits; the eighth /ninth abdominal segment; hapis; ovipositor; identification

【研究意义】杉梢小卷蛾 *Polychrosis cunninhamiacola* 属鳞翅目 Lepidoptera 卷蛾科 Tortricidae，是一种严重蛀食杉木嫩梢的害虫。1977 年刘友樵等根据虫体解剖特征进行鉴定，定名为杉梢小卷蛾，该虫寄主为杉木，主要分布在广西、福建、江西、湖南、广东等省（区），以幼虫蛀食杉木新鲜梢头，取食梢头周边嫩叶，以蛹或老熟幼虫在梢头内越冬，大面积发生为害可以导致杉木梢头发黄枯萎，造成树梢丛枝，严重影响杉树正常成材^[1-2]。【前人研究进展】关于杉梢小卷蛾的生物学特性、生活习性、防治技术已有较多报道^[3-5]，如在青海省互助县，杉梢小卷蛾三龄幼虫取食云杉后，嫩梢变枯黄，严重可以导致当年新梢全部枯死，影响林木正常生长；幼虫共 6 个龄级，幼虫老熟后在土层内做土室化蛹，每年发生 1 代。在安徽马鞍山地区，杉梢小卷蛾为害杉木顶梢，幼虫蛀入嫩梢顶部，树木难以成材，每年除了冬季其他 3 个季节连续为害，世代重叠严重，每年发生 4 代，温度对成虫的行为有很大影响，成虫在白天活动能力较弱，产卵多在幼树上，初孵的幼虫主要取食杉木叶片边缘的叶肉。在防治技术上，主要是针对成虫期喷施敌百虫、菊酯乳油等，或者清理带虫枝条、在土壤中喷撒化学农药等措施。上述前人的研究中未见有关杉梢小卷蛾雌雄蛹和成虫鉴别方法的报道。目前，文献报道的黑肾卷夜蛾、双委夜蛾、甜菜夜蛾等夜蛾科害虫^[6-8]，广州小斑螟、绿翅绢野螟和草地螟等螟蛾科害虫^[9-11]，桐花树毛瓢小卷蛾等卷蛾科害虫^[12]的雌雄鉴别特征主要为

蛹第 8~10 腹节的裂缝和分节差别，成虫腹部末端形状差别。【本研究切入点】以往研究虽然有报道杉梢小卷蛾的形态，但是并未见对雌雄蛹、成虫具体鉴别技术进行阐述。本研究对杉梢小卷蛾行为习性、蛹和成虫雌雄形态进行鉴别，不仅对准确掌握该虫在杉木林中的林间性比、预测种群数量以及开展该虫的化学生态学研究有着重要的意义，并且可以为性信息素研究和害虫新监测技术研究提供有利保障。【拟解决的关键问题】本研究采用室内饲养杉梢小卷蛾可以掌握害虫的行为习性，通过镜检可以摸清杉梢小卷蛾雌雄蛹和成虫的鉴别特征。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试杉梢小卷蛾幼虫和蛹采自广西桂林市全州县咸水林场和柳州市林科所杉木种子园，采集 500 梢以上。林间观察害虫行为习性也位于上述地点。

1.2 试验方法

1.2.1 室内饲养 将带有新鲜虫粪或受害梢头剪下，长度约 10 cm，装入网袋带回实验室，室温控制在 26 (± 1) °C，相对湿度 75 (± 5) %。把含有新鲜虫粪和具有为害状的梢头分开，放入不同养虫笼中。从含有新鲜虫粪的养虫笼中找出含有幼虫的梢头，计数。从具有为害状的梢头中找出有蛹的梢头，计数。在实验室将幼虫放入养虫盒中，等待化蛹后，用体视镜观察拍照并记录特

征。通过镜检后的蛹做好标记，然后单独饲养，待羽化后用5%蜂蜜水喂养成虫，镜检成虫特征。通过上述观察、记录和镜检，描述并鉴别出雌雄蛹和成虫的特征。

1.2.2 行为习性观察 林间观察杉梢小卷蛾行为习性，记录幼虫取食和转移特点，调查化蛹规律，结合室内饲养记录并描述杉梢小卷蛾幼虫、蛹和成虫的行为习性。

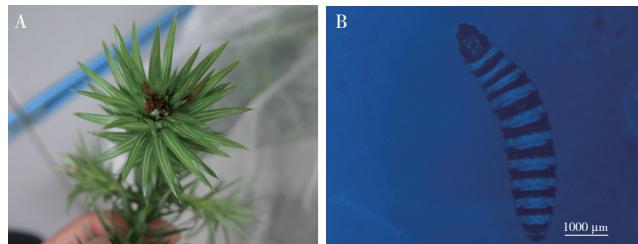
2 结果与分析

2.1 行为习性

幼虫：新孵化的幼虫沿梢头顶部外缘向梢头方向啃食叶肉，梢头适宜寄居则蛀入取食，不适宜则向邻近的新梢头转移。大龄幼虫取食量大，进入梢头内部取食，并将粪便堆积至蛀道口（图1）。老龄幼虫活动能力降低，在梢头内部吐丝化蛹。幼虫期可危害杉木梢头2~3个以上。

蛹：老熟幼虫多钻入较长的梢头内部，在蛀道内化蛹。羽化时蛹体1/2露出蛀道。

成虫：多于凌晨或早晨羽化。新羽化成虫活动能力较弱，且成虫在白天活动能力弱，常静伏



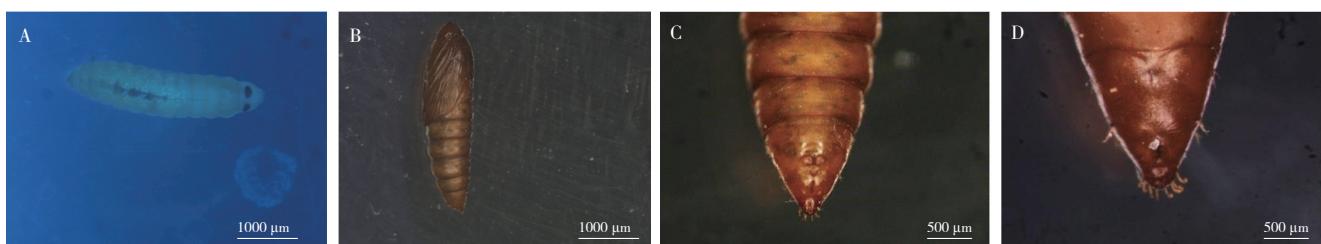
A: 杉梢小卷蛾为害状；B: 老熟幼虫
A: Damage symptoms of *Polychrosis cunninhamiacola*; B: Mature larva

图1 杉梢小卷蛾为害状和老熟幼虫
Fig. 1 Damage symptoms and matur larvae of *Polychrosis cunninhamiacola*

于杉木梢头的针叶上，遇惊扰迅速飞至下一枝条躲避。夜间交配并产卵，卵多产于叶背上，散产，成虫趋光性明显，寿命4~6 d。

2.2 形态鉴别

2.2.1 蛹 蛹体长4.5~6.5 mm，新化蛹呈米黄色（图2A），体色逐渐加深，老熟蛹呈黑褐色（图2B），腹部末节具有8根大小、长短接近的臀刺。体节分节明显，每一腹节有两排刺突，前一排较大，后一排较小。杉梢小卷蛾雌雄蛹形态（图2C、D）特征参数见表1。



A: 预蛹；B: 蛹侧面；C: 雄蛹；D: 雌蛹 A: Prepupa; B: Profile of pupa; C: Male pupa; D: Female pupa

图2 杉梢小卷蛾蛹
Fig.2 Pupae of *Polychrosis cunninhamiacola*

表1 杉梢小卷蛾雌雄蛹形态特征参数

Table 1 Morphological characteristics parameters of male and female pupae of *Polychrosis cunninhamiacola*

蛹 Pupa	生殖裂缝 Genital cleft				肛裂缝 Anal cleft			
	位置 Position	形状 Shape	长度 Length (μm)	特征 Feature	位置 Position	形状 Shape	长度 Length (μm)	特征 Feature
雄蛹 Male pupa	第9腹节	纵裂	80~120	缝两边各有1半球形瘤状凸起	第10节	纵裂	50~150	肛裂缝与生殖裂缝距离为80~170 μm
雌蛹 Female pupa	第8腹节	纵裂	70~130	连接7、9腹节，与7腹节两侧呈字母“r”状	第10节	纵裂	70~120	肛裂缝与生殖裂缝距离270~360 μm

2.2.2 成虫 成虫体长5.6~6.2 mm，展翅长11.2~13.6 mm，前翅橘黄色，中间有1条黑色斑块和1块呈倒三角形黑色斑块，静息时双翅合拢，前翅2黑色斑块呈一条线，2个倒三角形斑块呈

拱桥形，前翅末端前缘分布4块黑色不规则斑块，外缘分布1块，径脉和中脉末端靠前有1块不规则斑块。杉梢小卷蛾雌雄成虫形态特征参数见图3和表2。



A: 成虫背面；B: 成虫触角；C: 雄成虫；D: 雌成虫 A: Back of adult; B: Antenna of adult; C: Male adult; D: Female adult

图 3 杉梢小卷蛾成虫
Fig. 3 Adults of *Polychrosis cunninhamiacola*

表 2 杉梢小卷蛾雌雄成虫形态特征参数

Table 2 Morphological characteristics parameters of male and female adults of *Polychrosis cunninhamiacola*

成虫 Adult	翅色 Wing color	触角 Antenna	生殖器 Genital organ	特征 Feature
雄成虫 Male adult	前翅橘黄	丝状	2个抱器瓣	呈叉或镊子状，密被鳞片
雌成虫 Female adul	前翅橘黄	丝状	2个产卵瓣	呈肾形，橘黄色

3 讨论

本研究发现杉梢小卷蛾幼虫具有转梢危害的特点，幼虫常寻找适宜的梢头蛀入，这一习性与胡明初^[13]的观察结果一致，即幼虫具有转梢为害的特点，但是只有在梢头长度适宜的情况下才会蛀入内部。

本次调查观察的杉梢小卷蛾雌雄蛹和成虫的鉴别特征与前人关于夜蛾、螟蛾和小卷蛾科昆虫的雌雄蛹和成虫鉴别特征基本一致，即杉梢小卷蛾雄蛹第9腹节有纵列状裂缝，连接8、10腹节，裂缝两侧有瘤状突起。雌蛹第8腹节有纵列状裂缝，连接第7、9腹节，两侧无突起，呈“r”状。成虫尾部生殖器两抱器瓣明显，基部有绒毛状刺丛，抱器瓣呈叉状，为雄性蛾。生殖器腺体明显可见，可见产卵瓣，为雌性蛾。上述特征较为明显，雌雄蛹和成虫的特征通过肉眼可明显鉴别。但是本次试验发现杉梢小卷蛾雌雄成虫腹末细长和圆筒形结构不明显，且成虫也不能通过翅色进行辨别，翅色分辨这一点与柑橘长卷蛾、荔枝异形小卷蛾和草地贪夜蛾不同^[14-17]，与凤凰木夜蛾成虫相同^[18]。上述鉴别均为显微拍照，人眼鉴别，而利用计算机进行的雌雄成虫图形的自动识别可能将会成为一种害虫鉴定的新趋势^[19-20]。

通过本次试验的方法可以准确地判断出杉梢小卷蛾雌雄蛹和成虫，为开展害虫的交配行为、性信息素提取、触角电生理检测等方面研究工作提供了有利的依据，更为杉梢小卷蛾的监测和诱捕等防控技术研究提供了可靠的技术。

4 结论

杉梢小卷蛾的幼虫具有转梢为害习性，化蛹在梢头内，卵散产于叶背面。杉梢小卷蛾的蛹为被蛹，雄蛹第9腹节腹面有一纵裂，裂缝两侧有瘤状突起；雌蛹第8腹节腹面有一裂缝，两侧无突起。雄成虫尾部抱器瓣明显，呈叉状；雌成虫尾部产卵瓣呈肾形。

参考文献 (References) :

- [1] 张金发. 杉梢小卷蛾生物学特性及其防治 [J]. 华东昆虫学报, 2000 (1): 57-60.
ZHANG J F. Biology and control of *Polychrosis cunninhamiacola* Liu et Pai [J]. *Entomological Journal of East China*, 2000 (1): 57-60.
- [2] 刘友樵, 白九维. 杉梢小卷蛾新种记述(鳞翅目: 卷蛾科) [J]. 昆虫学报, 1977 (2): 217-220. DOI:10.16380/j.kexb.1977.02.013.
LIU Y J, BAI J W. A new tortricid moth on *Polychrosis cunninhamiacola* (lamb.) hook (lepidoptera:tortricidae) [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 1977 (2): 217-220. DOI:10.16380/j.kexb.1977.02.013.
- [3] 刘永忠, 郭国寿, 王宗银. 杉梢小卷蛾生物学特性观察 [J]. 青海农林科技, 2007 (3): 37-38.
LIU Y Z, GUO G S, WANG Z Y. Observation on biological characteristics of *Polychrosis cunninhamiacola* [J]. *Science and Technology of Qinghai Agriculture and Forestry*, 2007 (3): 37-38.
- [4] 蓝肖, 董利军, 黄开勇, 陈代喜, 李德伟, 莫柳园. 杉木主要病虫害种类及防治研究综述 [J]. 广西林业科学, 2015, 44 (2): 162-167. DOI:10.19692/j.cnki.gfs.2015.02.014.
LAN X, DONG L J, HUANG K Y, CHEN D X, LI D W, MO L Y. Main Species and Prevention Research on Diseases and Pests of *Cunninghamia lanceolate* [J]. *Guangxi Forestry Science*, 2015, 44 (2): 162-167. DOI:10.19692/j.cnki.gfs.2015.02.014.
- [5] 吴木林. 杉梢小卷蛾生物学特性观察 [J]. 安徽林业科技, 2005 (1): 15-16.

- WU M L. Observation on Biological Characteristics of *Polyochrosis cunninghamiacola* [J]. *Anhui Forestry Science and Technology*, 2005 (1) : 15–16.
- [6] 刘怡, 李莉玲, 卢进, 张蒙, 温秀军, 李奕震. 黑肾卷裙夜蛾雌雄蛹和成虫的鉴别 [J]. 山西农业科学, 2015, 43 (3) : 318–319, 328. DOI:10.3969/j.issn.1002-2481.2015.03.19.
- LIU Y, LI L L, LU J, ZHANG M, WEN X J, LI Y Z. Distinguishing the Pupae and Adults Sexuality of *Plecoptera oculata* Moore [J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2015, 43 (3) : 318–319. DOI:10.3969/j.issn.1002-2481.2015.03.19.
- [7] 郭婷婷, 门兴元, 陈赛月, 赵传敏, 张思聪, 卢曾斌, 于毅, 张安盛, 李丽莉. 一种快速鉴别双委夜蛾蛹和成虫雌雄的方法 [J]. 山东农业科学, 2018, 50 (10) : 116–119. DOI:10.14083/j.issn.1001-4942.2018.10.024.
- GUO T T, MEN X Y, CHEN S Y, ZHAO C M, ZHANG S C, LU Z B, YU Y, ZHANG A S, LI L L. A Method for Rapid Sex-Determination of Pupae and Adults of *Athetis dissimilis* (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2018, 50 (10) : 116–119. DOI:10.14083/j.issn.1001-4942.2018.10.024.
- [8] 赵晓峰, 杨安麒, 张茂新. 一种快速鉴别甜菜夜蛾蛹及成虫雌雄的简易方法 [J]. 环境昆虫学报, 2016, 38 (5) : 1066–1070. DOI: 10.3969/j. issn. 1674-0858. 2016. 05. 29.
- ZHAO X F, YANG A D, ZHANG M X. A method for rapid sex-determination of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) pupae and adults [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2016, 38 (5) : 1066–1070. DOI: 10.3969/j. issn. 1674-0858. 2016. 05. 29.
- [9] 文娟, 常明山, 李德伟, 邓艳, 赵程勘, 吴耀军. 广州小斑螟幼虫、蛹和成虫的雌雄形态鉴别 [J]. 中国森林病虫, 2016, 35 (2) : 17–20.
- WEN J, CHANG M S, LI D W, DENG Y, ZHAO C J, WU Y J. A method for identifying the sex of larva, pupa and adult of *Oligochroa cantonella* Caradja [J]. *Forest Pest and Disease*, 2016, 35 (2) : 17–20.
- [10] 蔡卫东, 蔡卫群, 刘志韬, 温秀军. 绿翅绢野螟蛹期雌雄鉴别 [J]. 中国森林病虫, 2014, 33 (5) : 17–19, 44.
- CAI W D, CAI W Q, LIU Z T, WEN X J. Sex identification of the pupae of *Diaphania angustalis* (Snellen) [J]. *Forest Pest and Disease*, 2014, 33 (5) : 17–19, 44.
- [11] 胡敏, 程云霞, 张蕾, 罗礼智, 季荣, 江幸福. 草地螟幼虫和蛹的形态特征及雌雄鉴别方法 [J]. 植物保护, 2020, 46 (2) : 181–185. DOI:10.16688/j.zwbh.2019450.
- HU M, CHENG Y X, ZHANG L, LUO L Z, JI R, JIANG X F. Methods for identification of the morphological character and sex of *Loxostege sticticalis* larvae and pupae (Lepidoptera:Crambidae) [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (2) : 181–185. DOI:10.16688/j.zwbh.2019450.
- [12] 李德伟, 吴耀军, 蒋学建, 秦元丽, 赵程勘. 鉴别桐花树毛瓢小卷蛾幼虫、蛹及成虫雌雄的方法 [J]. 昆虫知识, 2008, 45 (3) : 489–491.
- LI D W, WU Y J, JIANG X J, QIN Y L, ZHAO C J. A method for identifying the sex of *Lasiognatha cellifera* larva, pupa and adult [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2008, 45 (3) : 489–491.
- [13] 胡明初. 杉梢小卷蛾发生规律及防治试验 [J]. 安徽林业科技, 1996 (1) : 41–42.
- HU M C. Occurrence regularity and control experiment of *Polyochrosis cunninghamiacola* [J]. *Anhui Forestry Science and Technology*, 1996 (1) : 41–42.
- [14] 常明山, 罗来凤, 刘文爱, 李德伟, 邓艳, 蒋学建. 柑橘长卷蛾成虫形态和生殖系统研究 [J]. 中国森林病虫, 2017, 36 (2) : 20–22, 25.
- CHANG M S, LUO L F, LIU W A, LI D W, DENG Y, JIANG X J. Morphological characters and reproductive system of *Homona coffearia* Nietner [J]. *Forest Pest and Disease*, 2017, 36 (2) : 20–22, 25.
- [15] 赵志刚, 王晨彬, 王胜坤, 王春胜, 王欢. 格木人工林内荔枝异形小卷蛾的生活史及其防治 [J]. 西北林学院学报, 2018, 33 (6) : 152–158. DOI: 10.3969/j. issn. 1001-7461. 2018. 06. 25.
- ZHAO Z G, WANG C B, WANG S K, WANG C S, WANG H. Life History of *Cryptophlebia ombrodelta* (Lepidoptera: Tortricidae) and Comprehensive Control in Erythrophleum fordii Plantation [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2018, 33 (6) : 152–158. DOI: 10.3969/j. issn. 1001-7461. 2018. 06. 25.
- [16] 董前进, 周金成, 朱凯辉, 张柱亭, 董辉. 一种快速鉴别草地贪夜蛾蛹及成虫雌雄的简易方法 [J]. 植物保护, 2019, 45 (5) : 96–98. DOI: 10.16688/j.zwbh.2019367.
- DONG Q J, ZHOU J C, ZHU K H, ZHANG Z T, DONG H. A simple method for identifying sexuality of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) pupae and adults [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (5) : 96–98. DOI: 10.16688/j.zwbh.2019367.
- [17] 王政, 孟倩倩, 谭乐和, 桑利伟, 孙世伟, 刘爱勤. 黄翅绢野螟蛹和成虫雌雄形态的快速鉴定 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (5) : 1185–1190. DOI:10.3969/j.issn.1674 – 0858.2017.05.29.
- WANG Z, MENG Q Q, TAN L H, SANG L W, SUN S W, LIU A Q. Sex determination of pupae and adults of *Diaphania caesalis* (Walker) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2017, 39 (5) : 1185–1190. DOI:10.3969/j.issn.1674 – 0858.2017.05.29.
- [18] 陆雪雷, 朱诚棋, 秦文权, 贾彩娟, 林杏莉, 温秀军. 凤凰木夜蛾蛹和成虫的雌雄形态鉴定 [J]. 中国森林病虫, 2017, 36 (4) : 34–36.
- LU X L, ZHU C Q, QIN W Q, JIA C J, LIN X L, WEN X J. Sex identification of pupae and adults of *Pericyma cruegeri* Butler [J]. *Forest Pest and Disease*, 2017, 36 (4) : 34–36.
- [19] 张红涛, 刘迦南, 谭联, 许沛涛. 基于计算机视觉的棉铃虫成虫雌雄自动判别研究 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (4) : 908–913. DOI: 10.3969 / j. issn. 1674 – 0858. 2019. 04. 30.
- ZHANG H T, LIU J N, TAN L, XU S T. Study on automatic discrimination of male and female imagoes of *Helicoverpa armigera* (Hübner) based on computer vision [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (4) : 908–913. DOI: 10.3969 / j. issn. 1674 – 0858. 2019. 04. 30.
- [20] 刘迦南, 朱洋, 李艺嘉, 韩婧. 基于 LIBSVM 的烟青虫成虫雌雄判别研究 [J]. 粮食科技与经济, 2018(9) : 117–119. DOI: 10.16465/j.gste.cn431252ts.20180929.
- LIU J N, ZHU Y, LI Y J, HAN J. Distinguish of Male and Female Imagoes of *Helicoverpa armigera* Based on LIBSVM [J]. *Grain Science and Technology and Economy*, 2018 (9) : 117–119. DOI: 10.16465/j.gste.cn431252ts.20180929.

(责任编辑 杨贤智)