环境昆虫学报 2021，43（6）：1601－1606
Journal of Environmental Entomology
http：//hjkcxb. alljournals. net
doi：10. 3969/j. issn. 1674－0858. 2021. 06. 31

闫振鹏，杨明禄，曹玉，王振，德力达·努尔巴哈提，肖海兵. 春尺蠖蛹雌雄外部形态特征快速鉴别分析［J］. 环境昆虫学报，2021，43（6）：1601－1606.

春尺蠖蛹雌雄外部形态特征快速鉴别分析

闫振鹏，杨明禄，曹　玉*，王　振，德力达·努尔巴哈提，肖海兵*
（塔里木大学植物科学学院/南疆农业有害生物综合治理兵团重点实验室/
农业农村部阿拉尔作物有害生物科学观测实验站，新疆阿拉尔市 843300）

摘要：为依据春尺蠖 *Apocheima cinerarius* Erschoff 蛹的形态特征快速、无损、准确鉴别雌雄个体，对其头部、胸部、腹部和体色外部鉴别特征进行了分析，并通过解剖生殖系统验证准确性。结果表明：以春尺蠖蛹的胸部和腹部特征识别雌雄准确率明显高于头部和体色特征，识别率可达 100%。首先，雌蛹第 8 腹节腹板前缘中部具有“Y”型沟，与第 7 腹节腹板后缘形成倒三角状，而雄蛹无此特征。其次，雌蛹生殖孔与产卵孔连接形成裂缝，两侧平坦无突起，而雄蛹第 9 腹节腹板中央有一纵裂缝的生殖孔，两侧各有半圆状瘤状突起。最后，雌蛹的胸部背板各节间相对长度均小于雄蛹，而雄蛹中胸背板最宽，其后缘明显向外凸起。因此，春尺蠖蛹胸部或腹部特征可用于快速、准确地鉴别雌雄性别。

关键词：春尺蠖；蛹；形态特征；快速鉴别
中图分类号：Q964；S433　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1674－0858（2021）06－1601－06

Rapid identification and analysis of external morphological hermaphroditic characteristics of *Apocheima cinerarius* Erschoff pupae

YAN Zhen-Peng, YANG Ming-Lu, CAO Yu*, WANG Zhen, DE Li-Da · NU Er-Ba-Ha-Ti, XIAO Hai-Bing* (Tarim University/Key Lab of Xinjiang Production and Construction Corps in Comprehensive Agricultural Pest Management in Southern Xinjiang/Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Alar, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Alar 843300, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China)

Abstract: In order to determine the rapid, nondestructive and accurate identification of male and female pupae of *Apocheima cinerarius* Erschoff pupae, external distinguishing features of head, thorax, abdomen and body colour of *A. cinerarius* pupae were analyzed, and the results of identification were verified by dissecting the reproductive system. The results showed that the accurate rate of distinguishing features of thorax and abdomen were obviously higher than that of head and body colour, which could reach 100%. Firstly, there was a Y-type sulcus in the middle of the 8th abdominal segment of female pupae, and the Y-type sulcus and the 7th abdominal segment trailing edge were combined to form an inverted triangle, but male pupae wasn't this characteristic. Secondly, there was a longitudinal suture gonopore in the middle of

基金项目：大学生创新创业训练计划项目（2020034）；兵团财政科技计划（2019DA001，2019AB023，2020DA003）
作者简介：闫振鹏，男，1997 年生，新疆乌苏人，在读硕士研究生，研究方向为植物保护，E－mail：yanzhenpeng1216@qq. com
*通讯作者 Author for correspondence：肖海兵，硕士，讲师，研究方向为植物保护，E－mail：xiaohaibing11@126. com；曹玉，硕士，副教授，研究方向为植物保护，E－mail：1098132539@126. com
收稿日期 Received：2020－08－20；接受日期 Accepted：2021－03－26

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

the 9th abdominal segment of male pupae, and the gonopore had a semicircular verrucae on each side, but the gonopore was connected with the oviposition aperture to form a suture with flat on both sides. Lastly, the relative length of each segment of thorax with tergum of male pupae was wider than that of female pupae, especially mesothorax with tergum of male pupae was the widest, and that of the trailing edge protrudes sharply outward. Therefore, the characteristics of thorax and abdomen of *A. cinerarius* pupae can quickly and accurately identified male and female pupae.

Key words: *Apocheima cinerarius* Erschoff; pupae; morphological characteristics; rapid identification

春尺蠖 *Apocheima cinerarius* Erschoff 属鳞翅目尺蛾科，又名为沙枣尺蠖、杨尺蠖、胡杨尺蠖等，主要危害杨、柳、胡杨、榆、沙枣、梨、苹果及绿化林木等，主要分布在新疆、甘肃、黑龙江、吉林、北京、内蒙古等西北、华北及东北等地区及国外的中亚和俄罗斯部分地区（刘淑仙，2015；Liu *et al.*，2016）。春尺蠖 1 年发生 1 代，春尺蠖具有雌雄二型现象，雌成虫具丝状触角，翅退化，而雄成虫为羽状触角，翅发达。幼虫活动能力强、取食量大，发育快，常暴发成灾（冯宏祖等，2005）。以蛹在树冠下土壤中越夏、越冬，越冬蛹羽化时期与土壤温度和湿度等因素密切相关，因区域环境或隔离因素影响，导致其生物学特性、发生规律、发育历期等存在一定差异（Liu *et al.*，2014；Wang *et al.*，2019；王志平等，2020），在新疆南部阿拉尔市 2 月中旬初见成虫，而北部阜康市 3 月中、下旬才开始羽化，3 月底为羽化高峰（庞竟公等，2018）。因此，生产上预测春尺蠖成虫发生期和种群动态对高效防控尤为重要。

性比对昆虫种群结构、生殖力等生物学特性及种群动态预测和综合防治具有重要的意义（Soffan，2012），其中性比是一个重要的指标，而春尺蠖大部分时期以蛹的形式存在，虽然鳞翅目蛹雌雄识别存在一定困难，但是通过对旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii* Rottemberg、黄翅绢野螟 *Diaphania caesalis* Walker 和草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda*（J. E. Smith）等蛹的外部形态特征研究发现可准。确识别雌雄（赵琦等，2011；王政等，2017；董前进等，2019），对草地贪夜蛾推测当代卵性比，可为草地贪夜蛾的预测预报、田间种群动态调查、性信息素及性诱剂等相关研究提供参考（李定银等，2020），以及草地螟 *Loxostege sticticalis* Linne 幼虫和蛹的性别鉴定提供科学分类依据（胡敏等，2020）。目前春尺蠖蛹的外部特征鲜有报道，因此，对春尺蠖蛹的雌雄外部形态特征鉴别分析，可快速、准确的鉴别秋季春尺蠖蛹的雌雄，确定种群性比，对来年的种群动态预测预报及综合防治具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试虫

2019 年 11 月新疆阿拉尔 12 团 22 连胡杨防护林带挖取春尺蠖蛹和土壤，将带回的土壤灭菌 121℃，30 min，将采集的春尺蠖蛹置于约 10 cm 的灭菌土层中，覆膜保湿，再置于人工气候室（25℃ ±1℃）保存备用。

1.2.2 试验仪器与试剂

体视显微镜（蔡司 V20，德国卡尔蔡司）、75% 酒精、生理盐水、镊子、培养皿、解剖针。

1.2 试验方法

取春尺蠖蛹 200 头，于体视显微镜下观察蛹的大小、体色、复眼、翅痕、生殖孔、产卵孔、肛门等位置与形态特征，根据头部、胸部、腹部和体色与大小初步判断雌雄差异（常春燕等，2016；冯丽凯等，2019）。然后随机抽取雌雄蛹各 30 头待解剖，将蛹 75% 酒精溶液中浸泡 30 s，转移至盛有生理盐水的培养皿，在体视显微镜下解剖蛹的腹部，根据卵巢与精巢有无鉴别雌雄（阿依古丽·买买提等，2019）。

根据前期分析的雌雄外部形态差异特征，挑选健康的春尺蠖雌雄蛹各 100 头进行解剖验证。记录蛹的头部的轮廓、触角形态，胸部背板的节间、前后缘线凹凸程度和翅痕，腹部末端“Y”型沟、生殖孔、肛门裂缝，以及体色等鉴别特征。

2 结果与分析

2.1 春尺蠖蛹的外部形态特征

2.1.1 头部

春尺蠖的头部相对较小，复眼较为明显。雄蛹头部两侧轮廓较圆润且向腹板稍前倾（图 1-Ⅱ、

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图 1-Ⅳ），雄蛹的触角较宽，节数较多（图 1，d 所示）。

2.1.2　胸部

春尺蠖雌蛹（图 2-I）的前胸、中胸、后胸背板节间相对长度均小于雄蛹（图 2-II）。雌蛹前胸背板前缘和后缘均向内稍微凹陷，雄蛹的前胸背板前缘和后缘均无凹陷或凹陷不明显（图 2-II）；雌蛹中胸背板前缘向外稍微凸起，其后缘线无凹凸特征，而雄蛹中胸背板前缘无明显凹凸特征，但其后缘明显向外凸起（图 2，c 所示）；雌蛹后胸背板前、后缘均无凹凸特征。雌蛹无翅痕或翅痕不明显，雄蛹翅痕明显（图 2，f 所示），雄蛹后胸背板前缘和后缘均向内稍微凹陷（图 2，d 所示）。

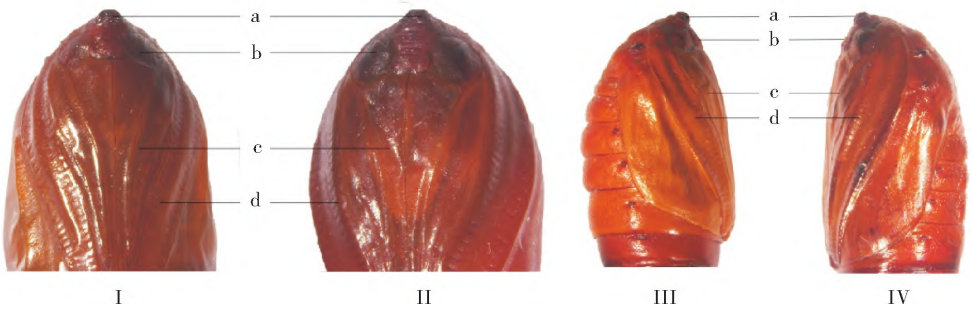

图 1　春尺蠖雌雄蛹头部的腹板和侧板特征

Fig. 1　Characteristics of head with sternum and pleuron of male and female pupae of *Apocheima cinerarius*

注：I、III，雌；II、IV，雄；a，头部；b，眼；c，中足；d，触角。Note：I，III，Female；II，IV，Male；a，Head；b，Eyes；c，Midleg；d，Antenna.

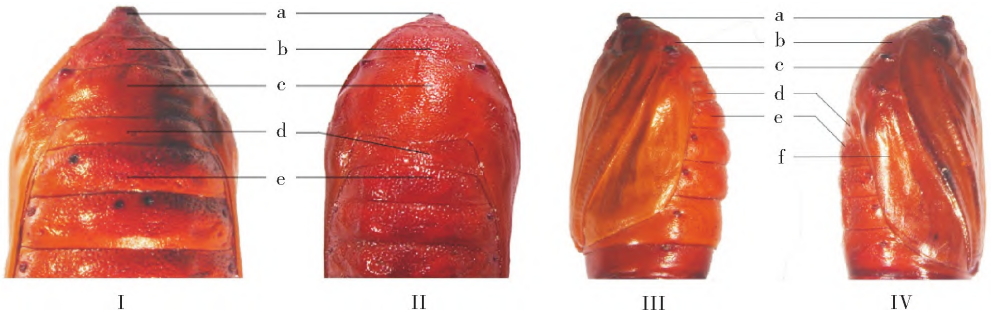

图 2　春尺蠖雌雄蛹胸部的背板和侧板特征

Fig. 2　Characteristics of thorax with tergum and pleuron of male and female pupae of *Apocheima cinerarius*

注：I、III，雌；II、IV，雄；a，头部；b，前胸；c，中胸；d，后胸；e，第一腹节；f，翅。Note：I，III，Female；II，IV，Male；a，Head；b，Prothorax；c，Mesothorax；d，Metathorax；e，Promerous；f，Wings.

2.1.3　腹部

春尺蠖雌蛹的第 8 腹节腹板前缘中部具有“Y”型沟，与第 7 腹节腹板后缘而形成倒三角状，纵沟连接第 8 腹节上的生殖孔（图 3，b 所示），而雄蛹无此特征（图 3-II）；雌蛹第 8 腹节的生殖孔与第 9 腹节上的产卵孔连接而形成裂缝，裂缝两侧平坦，无突起（图 3，d、e 所示），雄蛹在第 9 腹节腹板中央有一纵裂缝，为生殖孔，两侧各有半圆状瘤状突起（图 3，d 所示）；雌蛹第 10 腹节腹板肛门裂缝与第 8 腹节腹板生殖孔距离较远于雄蛹（图 3，d、g 所示）。

2.1.4　体色与大小

春尺蠖的蛹多为褐色，雄蛹一般颜色较深，为深褐色或红褐色，蛹体较大，而雌蛹的颜色较浅，为浅褐色，蛹体较小（图 4）。

2.2　春尺蠖蛹的雌雄特征检验

由春尺蠖蛹头部、胸部、腹部、体色的外形鉴别特征进行检验（表 1），经头部的特征区分雌蛹和雄蛹的准确率分别为 76% 和 74%；经胸部和腹部的特征鉴别雌蛹和雄蛹的准确率均为 100%；经体色的特征区分雌蛹和雄蛹的准确率分别为 80% 和 75%。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

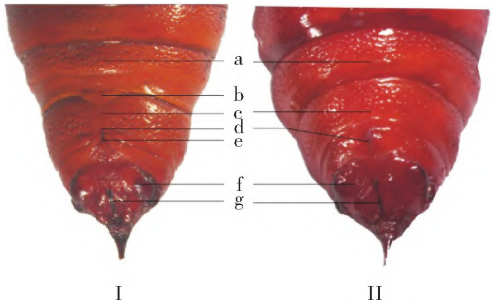

图 3 春尺蠖雌雄蛹的腹部腹板特征

Fig. 3 Characteristics of abdomen with sternum of male and female pupae of *Apocheima cinerarius*

注：I，雌；II，雄；a，第 7 腹节；b，“Y”型沟；c，第 8 腹节；d，生殖孔；e，产卵孔；f，第 10 腹节；g，肛门。Note：I，Female；II，Male；a，The 7th abdominal segment；b，“Y” groove；c，The 8th abdominal segment；d，Gonopore；e，Oviposition aperture；f，The 10th abdominal segment；g，Anus.

图 4 春尺蠖雌雄蛹的背板和腹板体色

Fig. 4 Body colour of male and female pupae with tergum and sternum of *Apocheima cinerarius*

注：I、III，雌；II、IV，雄。Note：I，III，Female；II，IV，Male.

表 1 春尺蠖蛹的雌雄个体外部形态特征性别鉴定结果

Table 1 Gender identification result of *Apocheima cinerarius* Erschoff pupae with external morphological characters

性别 Sex	准确率（%）Correct rate			
	头部 Head	胸部 Thorax	腹部 Abdomen	体色 Body colour
雄 Male	74	100	100	75
雌 Female	76	100	100	80

3 结论与讨论

春尺蠖蛹雌雄鉴别方法中，采用胸部和腹部的特征作为区分雌雄标准的准确率 100%，明显优于头部和体色的识别特征。因此，建议将胸部或腹部的特征用于蛹的雌雄鉴别。其中，雌蛹的第 8 腹节腹板前缘中部具有“Y”型沟，与第 7 腹节腹板后缘而形成倒三角状，而雄蛹在第 9 腹节腹板中央有一纵裂缝的生殖孔（两侧各有半圆状瘤状突起），与第 10 腹节腹板肛门裂缝较近。雄蛹的胸部背板节间明显较宽，尤其雄蛹中胸背板面积最大，中胸后缘明显向外凸起，中胸最为发达，这可能与雄成虫具有翅和飞行能力有关。此外，头部和体色的特征作为区分雌雄的准确率较低，均无法达到快速、准确的鉴定效果。

对春尺蠖蛹的雌雄形态特征观察发现，其区分特征与其它鳞翅目昆虫旋幽夜蛾、桐花树毛颚小卷蛾 *Lasiognatha cellifera*（Meyrick）、黄翅绢野螟、草地贪夜蛾、草地螟等有相似之处，又略有不同（李德伟等，2008；赵琦等，2011；王政等，2017；董前进等，2019；胡敏等，2020）。其相同点在于：（1）雌蛹第 8 腹节腹板均具有产卵孔，第 9 腹节腹板均具有生殖孔，而雄蛹仅在第 9 腹节腹板均具有生殖孔。（2）产卵孔和生殖孔都纵贯连接第 7 和第 9 腹节。（3）春尺蠖和桐花树毛颚小卷蛾雌蛹腹节腹板产卵孔和生殖孔裂缝两侧平坦，雄蛹第 8 腹节腹板生殖孔两侧均呈半圆形瘤状突起。不同之处在于：（1）春尺蠖雌蛹的生殖孔和产卵孔的裂缝较明显，但短于尾部肛门处裂缝，旋幽夜蛾、桐花树毛颚小卷蛾的雌蛹腹部裂缝均长于春尺蠖。（2）春尺蠖雌蛹第 8 腹节腹板前缘中部具有“Y”型沟，与第 7 腹节腹板后缘而形成倒三角状，纵沟连接第 8 腹节上的生殖孔，此特征与苹果蠹蛾蛹 *Cydia pomonella* 的特征类似（冯丽凯等，2019）。此外，尺蛾科灰尺蛾亚科四线奇尺蛾天津亚种雌蛹与春尺蠖雌蛹的共同特征为生殖孔位于第 8 腹节腹面板后缘中央（常春燕等，2016），但未见第 8 腹节腹板前缘中部具有“Y”型沟和倒三角状的特征描述。尺蛾科是否具有相同特征有待进一步研究。

将春尺蠖蛹雌雄外部形态特征鉴别方法用于当代性比研究，有利于预测子代的种群数量动态，为科学防治提供依据。当前春尺蠖的性比研究较

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

少，但性比变化与种群爆发关联多有报道。如早春普通粘虫越冬代雌蛾比高的年份易造成第一代幼虫大发生，而雌雄比接近相等的情况发生轻（章士美等，1986）。草地螟性比为2∶1 至1∶1 时，有利于草地螟大发生种群的形成（李敏敏等，2014）。大豆食心虫成虫性比为1∶1 时成虫寿命最长，成虫寿命随着性比的增加或减少呈显著缩短的趋势，表现出明显的性比失衡寿命消耗现象（李文敬等，2020）。此外，春尺蠖的二型现象，雌成虫翅退化也是在种群扩张与进化中的一种适应（刘淑仙，2015），尺蛾科部分早春羽化、栖息、幼虫杂食等特点，从而减少了取食和产卵的选择压力，成虫在生存和繁殖的过程中不再依赖迁移能力，进而导致了翅的退化（Wahlberg *et al.*，2010）。目前春尺蠖的相关基础性研究较少，对其暴发、有效防治措施存在一定难度。春尺蠖的性比、种群结构、生殖力以及形态识别和分类有待深入研究，可为进一步揭示其成灾机制和综合防治提供理论支持。

参考文献（References）

A YGLMMT, Wang DG, Xiao HB, *et al.* Adults of *Euzophera pyriella* observation on the internal reproductive system structure [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2019, 35 (13): 126 – 129. [阿依古丽·买买提，王德钢，肖海兵，等. 香梨优斑螟成虫内生殖系统结构观察 [J]. 中国农学通报，2019，35 (13): 126 – 129]

Chang CY, Qin WC, Wang XP, *et al.* Morphology and sex identification of pupa and adult on *Chiasmia saburraria richardsi* [J]. *Plant Protection*, 2016, 42 (2): 155 – 158. [常春燕，秦伟春，王新谱，等. 柠条重要害虫四线奇尺蛾天津亚种的蛹和成虫形态特征及性别鉴定 [J]. 植物保护，2016，42 (2): 155 – 158]

Dong QJ, Zhou JC, Zhu KH, *et al.* A simple method for identifying sexuality of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) pupae and adults [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (5): 96 – 98. [董前进，周金成，朱凯辉，等. 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]

Feng HZ, Wang L, Hu WJ, *et al.* The preliminary study on occurrence of *Apocheima cinerarius* Erschoff in natural poplar of Shaya County [J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2005, 1: 57 – 58. [冯宏祖，王兰，胡卫江，等. 沙雅县天然胡杨林春尺蠖发生规律的初步研究 [J]. 新疆农业科学，2005，1: 57 – 58]

Feng LK, Liu Z, Li GF, *et al.* Morphological criteria for sexing different developmental stages of the codling moth, *Cydia pomonella* (L.) [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2019, 56 (2): 354 – 360. [冯丽凯，刘政，李国富，等. 苹果蠹蛾不同虫态体征及雌雄个体的快速鉴别方法 [J]. 应用昆虫学报，2019，56 (2): 354 – 360]

Hu M, Chen YX, Zhang L, *et al.* Methods for identification of the morphological character and sex of *Loxostege sticticalis* larvae and pupae (Lepidopera: Crambidae) [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (2): 181 – 185. [胡敏，程云霞，张蕾，等. 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]

Li DW, Wu J, Jiang XJ, *et al.* A method for identifying the sex of *Lasiognatha cellifera* larva, pupa and adult [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2008, 3: 489 – 491. [李德伟，吴耀军，蒋学建，等. 鉴别桐花树毛颚小卷蛾幼虫、蛹及成虫雌雄的方法 [J]. 昆虫知识，2008，3: 489 – 491]

Li DY, Zhi JR, Zhuang T, *et al.* Effects of different host plants on the development and reproduction of *Spodoptera frugiperda* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2020, 42 (2): 311 – 317. [李定银，郅军锐，张涛，等. 不同寄主对草地贪夜蛾生长发育和繁殖的影响 [J]. 环境昆虫学报，2020，42 (2): 311 – 317]

Li MM, Cheng YX, Xiao YH, *et al.* Effects of sex ratio on reproductive potential and longevity of the beet webworm, *Loxostege sticticalis* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomolog*, 2014, 51 (6): 1589 – 1596. [李敏敏，程云霞，肖永红，等. 性比对草地螟生殖潜力和寿命的影响 [J]. 应用昆虫学报，2014，51 (6): 1589 – 1596]

Liu SX. Study of Distribution Pattern and the Phylogeogrphical Structure of *Apocheima cinerarius* [D]. Beibing: University of Chinese Academy of Sciences, 2015. [刘淑仙. 春尺蠖的分布格局与谱系地理学研究 [D]. 北京：中国科学院大学，2015]

Liu SX, Jiang N, Xue DY, *et al.* Evolutionary history of *Apocheima cinerarius* (Lepidoptera: Geometridae), a female flightless moth in northern China [J]. *Zoologica Scripata*, 2016, 45 (2): 160 – 174.

Liu SX, Xue DY, Cheng R, *et al.* The complete mitogenome of *Apocheima cinerarius* (Lepidoptera: Geometridae: Ennominae) and comparison with that of other lepidopteran insects [J]. *Gene*, 2014, 547 (1): 136 – 144.

Li WJ, Li XC, Li X, *et al.* Effect of sex ratio on fecundity and lifetime of *Leguminivora glycinivorella* adults [J]. *Soybean Science*, 2020, 39 (3): 451 – 457. [李文敬，李新畅，李旋，等. 大豆食心虫成虫性比对寿命和生殖力的影响 [J]. 大豆科学，2020，39 (3): 451 – 457]

Soffan A, Aldryhim YN, Aldawood AS. Effects of sex ratio and pairing duration on the biological performance of adult almond moth, *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 2012, 28 (1): 25 – 33.

Wang BL, Tian CM, Sun JL. Effects of landscape complexity and stand factors on arthropod communities in poplar forests [J]. *Ecology and Evolution*, 2019, 9: 7143 – 7156.

Wahlberg N, Snall N, Viidalepp J, *et al.* The evolution of female flightlessness among ennominae of the holarctic forest zone

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(Lepidoptera: Geometridae) [J]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2010, 55: 929 – 938.

Pang JG, He WW, Cao Y, *et al*. Research progress of important forest pest: *Apocheima cinerarius* [J]. *Hans Journal of Agricultural Sciences*, 2018, 8 (5): 461 – 467. [庞竞公, 何稳稳, 曹玉, 等. 重要林木害虫春尺蠖研究进展 [J]. 农业科学, 2018, 8 (5): 461 – 467]

Wang Z, Meng QQ, Tan LH, *et al*. Sex determination of pupae and adults of *Diaphania caesalis* Walker [J]. *Environmental Entomology*, 2017, 39 (5): 1185 – 1190. [王政, 孟倩倩, 谭乐和, 等. 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]

Wang Z, Zhang SH, Yang CJ, *et al*. Biological characteristics and field population dynamics of the jackfruit borer, *Diaphania caesalis* (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2020, 63 (1): 63 – 72. [王政, 张绍华, 杨陈军, 等. 黄翅绢野螟生物学特性及田间种群动态 [J]. 昆虫学报, 2020, 63 (1): 63 – 72]

Wang ZP, E XM, Yang JJ, *et al*. Discussion on biological characteristics and control techniques of *Apocheima cinerarius* [J]. *Inner Mongolia forestry*, 2020, 2: 22 – 23. [王志平, 鄂晓明, 杨建军, 等. 春尺蠖生物学特性与防控技术探讨 [J]. 内蒙古林业, 2020, 2: 22 – 23]

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]

Zhang SM, Yang MX. A preliminary study on sex patios of insects [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 1986, S3: 8 – 13. [章士美, 杨明旭. 昆虫性比的初步研究 [J]. 江西农业大学学报, 1986, S3: 8 – 13]

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net