应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2019, 56(6): 1243−1248. DOI: 10.7679/j.issn.2095−1353.2019.134

粗放管理的苹果园系统内金纹细蛾发生及其寄生蜂种类与控害作用*

杜凌君[1**] 杭翠翠[1] 张依依[1] 周 昊[1] 顾松东[1]
谭秀梅[1] 万方浩[1,2] 周洪旭[1***]

（1. 青岛农业大学植物医学学院，山东省植物病虫害综合防控实验室，中澳农业与环境健康联合研究院，青岛 266109；2. 中国农业科学院深圳农业基因研究所，深圳 518120）

摘 要 **【目的】** 明确粗放管理的苹果园系统内金纹细蛾 *Lithocolletis ringoniella* 发生为害动态规律、其寄生蜂种类和对金纹细蛾的控害作用，为金纹细蛾生物防治提供理论依据。**【方法】** 试验于 2018 年在烟台福山区管理粗放的苹果园内，通过系统调查和实验室解剖对金纹细蛾的发生及其寄生蜂种类进行调查。**【结果】** 在粗放管理的苹果园系统内，5 月中旬-6 月中旬是金纹细蛾成虫发生的全年最高峰，幼虫发生的两个高峰期分别在 5 月底和 6 月中下旬，而田间叶片被害率在 6 月中旬以后明显升高，7 月初出现大量落叶。在自然生态系统下，共调查发现金纹细蛾姬小蜂 *Sympiesis laevifrons* Kamijo、金纹细蛾绒茧蜂 *Apanteles theivorae*、金纹细蛾跳小蜂 *Ageniaspis pestacsipes* Rate、金纹细蛾羽角姬小蜂 *Eulopaus longulus* Zett、柠黄姬小蜂 *Cirros-pilues ogimae* (Howard) 5 种寄生蜂；在 5 月底至 6 月初和 7 月下旬出现 2 个寄生高峰，其中 6 月底以前，金纹细蛾姬小蜂、金纹细蛾绒茧蜂寄生率高，分别达到 33.69%和 29.48%，是优势种寄生蜂，7 月份以后金纹细蛾跳小蜂是优势种寄生蜂，平均寄生率为 38.54%，最高达 71.72%。**【结论】** 在粗放条件下，金纹细蛾寄生蜂自然寄生率高，不同时期优势种寄生蜂不同，应注意保护天敌，充分发挥寄生蜂对金纹细蛾的控害作用。

关键词 金纹细蛾；发生动态；寄生蜂；寄生率

Population dynamics of *Lithocolletis ringoniella*, its parasitoids, and the control of this pest in extensively managed orchards

DU Ling-Jun[1**] HANG Cui-Cui[1] ZHANG Yi-Yi[1] ZHOU Hao[1] GU Song-Dong[1]
TAN Xiu-Mei[1] WAN Fang-Hao[1,2] ZHOU Hong-Xu[1***]

(1. College of Botanical Medicine, Qingdao Agricultural University, Key Laboratory of Integrated Plant Disease and Pest Control, China-Australia Joint Institute of Agricultural and Environmental Health, Qingdao 266109, China; 2. Agricultural Genomics Institute at Shenzhen, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Shenzhen 518120, China)

Abstract **[Objectives]** To clarify the population dynamics of *Lithocolletis ringoniella* and its control by parasitoids in extensively managed orchards, thereby providing a theoretical basis for the biological control of this pest. **[Methods]** A systematic field survey combined with laboratory dissection of specimens was conducted in extensively managed orchards in the Fushan District of Yantai in 2017-2018. **[Results]** Adult *L. ringoniella* reached peak abundance from mid-May to mid-June whereas larvae had two dynamics peaks at the end of May and in mid-late June. The leaf damage rate increased significantly after mid-June and defoliation was common in early July. Five species of parasitic wasps were found; S*ympiesis soriceicornis, Apanteles theivorae, Ageniaspis testaceipes, Sympiesis foerst*, and *Cirrospilus ogimae.* There were two parasitic peaks from the end of May to the beginning of June and at the end of July. Before the end of June, the parasitism rate of *S.*

*资助项目 Supported projects：山东省重点研发计（2017CXGC0214）；国家自然科学基金（31772232）；国家重点研发计划（2016YFC1201200）；山东省“泰山学者”建设工程专项经费资助

**第一作者 First author，E-mail：1163355473@qq.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：hxzhou@qau.edu.cn

收稿日期 Received：2019-09-25；接受日期 Accepted：2019-11-02

soriceicornis and *A. theivorae*, which were then the dominant species of parasitic wasps, reached 33.69% and 29.48%, respectively. After July, *A. testaceipes* became the dominant parasitic wasp with an average parasitism rate of 38.54% and a maximum rate of 71.72%. **[Conclusion]** The natural parasitism rate of parasitoids on *L. ringoniella* is high and the dominant parasitoid species differ in different periods. Protection of the parasitoids of *L. ringoniella* should be prioritized as an effective way of controlling this pest.

Key words *Lithocolletis ringoniella*; dynamics; parasitoid; parasitic rate

金纹细蛾 *Lithocolletis ringoniella* Mats.，鳞翅目（Lepidoptera），细蛾科（Gracilariidae），广泛分布于我国辽宁、山东、河南、河北、陕西、山西、黑龙江等省及日本、韩国，为亚洲特有种，主要寄主为苹果，其次是海棠、山定子、沙果、梨、桃、樱桃、李、槟子等果树（虞国跃等，2014；陈川等，2016）。金纹细蛾幼虫以潜食的方式为害寄主叶片，喜食寄主叶片上下表皮叶肉，致使叶肉脱离下表皮，造成叶片卷缩，上表皮略微拱起，叶肉被食成筛孔状（赵怡红等，2004），使叶片光合作用受阻，导致果树叶片提早脱落，果树出现 2 次开花，明显影响当年产量和次年结果，造成严重经济损失（Fan *et al.*，2015)。自 80 年代起，我国易感品种富士苹果种植面积的不断扩大，苹果树的矮化密植栽培，以及气候及温度的变化是金纹细蛾的发生危害逐渐加重、形成爆发的重要原因（秦玉川和杨书林，2002）。80 年代末，由于大量广谱性化学药剂的使用，金纹细蛾在我国主要苹果种植区为害逐渐加重。1992-1993 年金纹细蛾在我国大部分果园爆发，造成 80%的苹果树受害，金纹细蛾上升为主要害虫（孙瑞红等，2001，2007），至今仍维持着较高水平。近年来，金纹细蛾在我国部分地区发生危害加重，石勇强等（2003）研究发现，陕西地区苹果生长早期受金纹细蛾为害，导致早期叶片褪绿，脱落达 9%-80%，而部分果园除嫩叶外，老叶几乎脱光，受害面积达 90%以上；李顺兴（1993）调查发现，河南省苹果主产区受害的叶片最多可达 70%以上。

生产中对金纹细蛾的防治主要依靠化学农药，随着现代农业的发展以及 WTO 对果品市场的国际化影响，对果园病虫害的生物防治以及生态防控措施越来越受到重视。在农业生态系统中，植物多样性对维持和增强天敌发挥控害作用具有重要影响（陈学新等，2014）。金纹细蛾寄生蜂种类多，在不同时期寄生作用不同（于毅等，1997；高九思等，2007），但这些寄生蜂主要针对陕西、北京等果园调查发现的，山东省烟台地区是我国主要的苹果产区，对山东乃至中国的苹果出口发挥了重要作用。近年来，部分地区金纹细蛾发生严重，苹果产量和品质受到影响。为了明确金纹细蛾在烟台地区发生为害规律，以及烟台果园金纹细蛾寄生蜂种类、数量及其控害效果，更好地发挥自然天敌的控害作用，本研究选择烟台地区管理粗放的苹果园，研究金纹细蛾发生动态规律及其寄生蜂种类与控害作用，旨在为金纹细蛾的生物防治提供理论和实践依据（张金钰等，2012）。

1 材料与方法

1.1 材料

诱尔牌金纹细蛾性诱剂含有金纹细蛾性外激素 0.57 mg/粒、三角形（诱捕器）粘虫板，均由北京中捷四方生物科技股份有限公司生产，持效期为 1 个月。

1.2 果园选择

在烟台市福山区选择管理粗放的苹果园 4 hm^2（果园周围都是苹果园），品种为红富士，株距和行距为 3 m×3 m，树龄 30 年，全年不采取任何措施防治病虫害。

1.3 方法

1.3.1 金纹细蛾不同虫态发生动态调查

（1）金纹细蛾成虫发生动态调查 2018 年 4 月 30 日-8 月 13 日，在果园内采用 5 点取样法，

每点悬挂 1 个三角形粘虫板诱捕器，悬挂高度 1.5 m，每隔 25 m 悬挂 1 个诱捕器。诱捕器内部悬挂诱尔牌金纹细蛾性诱剂 1 个，每 7 d 调查 1 次，记录金纹细蛾成虫的诱集数量，并更换新的粘虫板。

（2）金纹细蛾幼虫与蛹发生动态调查　2018 年 5 月 20 日-7 月 21 日，在果园中采用 5 点取样法，每点每点悬挂 1 个三角形粘虫板诱捕器，悬挂高度在 1.5 m 处，从东南西北 4 个方向随机采集 100 片苹果叶片，带回实验室。将每一叶片放在解剖镜下观察，用镊子轻轻地将金纹细蛾为害虫斑表皮撕下，分离出金纹细蛾蛹和幼虫，并记录其数量，每 7 d 调查 1 次。

1.3.2　金纹细蛾为害情况调查　在进行 1.3.1 试验的同时，分别记录健康叶片与被为害叶片数量，计算为害率，每 7 d 调查 1 次。

1.3.3　金纹细蛾寄生蜂种类及寄生率调查　2018 年 5 月 20 日-8 月 4 日，在果园中选取 5 个取样点，每点随机采集 40 片带有金纹细蛾虫斑的苹果叶片，带回实验室，在解剖镜下分离出金纹细蛾蛹和幼虫的同时，分离出寄生蜂的蛹或茧，放入（25±1）℃、相对湿度 70%±5%、光照 14 L∶10 D 的培养箱中，每天上午 9:00 至 10:00 或下午 2:00 至 4:00 观察寄生蜂羽化情况。根据寄生蜂的形态对其种类进行鉴定：①金纹细蛾姬小蜂 *Sympiesis laevifrons* Kamijo，膜翅目姬小蜂科，体黑色，有金绿色光泽。腹部呈卵圆形，略尖，没用柄，腹部腹面上有 3 条纵纹，上面密生白色细毛。产卵器略微突出与腹部末端（侯邵金，1987）；②金纹细蛾绒茧蜂 *Apanteles theivorae*，膜翅目绒茧蜂属，茧蜂科。雌虫的体长约为 1.5-2.0 mm，翅呈透明，翅痣与翅脉为暗褐色，触角柄节、前足、中足、后足腿节为黄褐色；③金纹细蛾跳小蜂 *Ageniaspis pestacsipes* Rate，体为黑色，长 0.82-0.85 mm，头为墨绿色，触角的棒节和索节为浅褐色，腹基部和足为黄白色。触角在近口缘处着生，第一腹节背板长，产卵期隐蔽（侯邵金和徐志宏，1989）；④金纹细蛾羽角姬小蜂 *Eulopaus longulus* Zett，羽状触角，复眼大而突出，胸部背面具网纹，前胸前端收缩，呈颈状。体为蓝绿色，有金属光泽，足呈淡黄色；⑤柠黄姬小蜂 *Cirros-pilues ogimae*（Howard），复眼为红棕色，身体呈黄色。统计寄生蜂各种类的数量，并计算寄生率，每 7 d 调查 1 次。

2　结果与分析

2.1　金纹细蛾不同虫态发生动态

图 1 表明，在管理粗放的苹果园中，金纹细

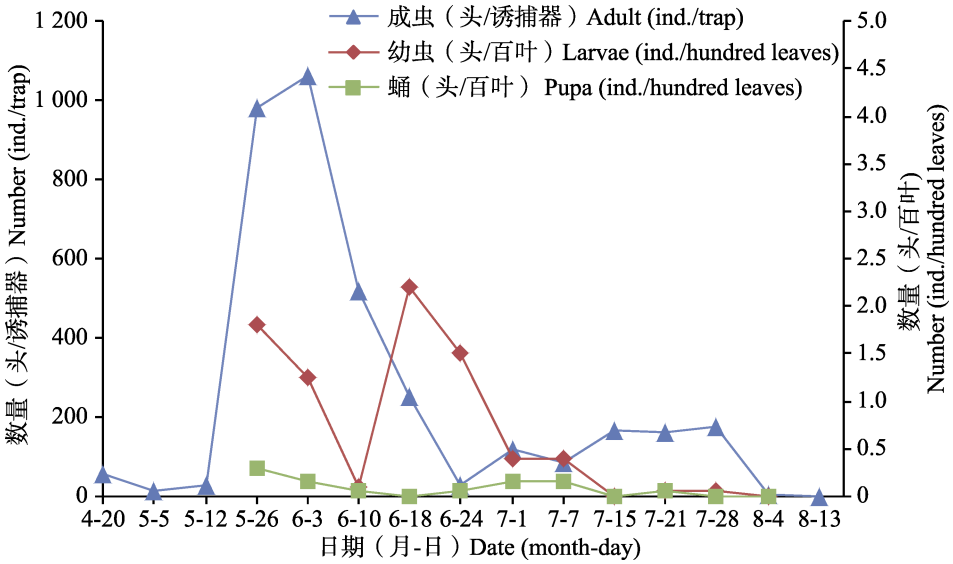

图 1　管理粗放苹果园金纹细蛾成虫、幼虫与蛹发生动态

Fig. 1　Adults, larvae and pupa dynamics of *Lithocolletis ringoniella* in the extensively managed orchard

蛾成虫有两个发生高峰期，5 月中旬-6 月中旬为全年的高峰期，其中高峰日出现在 6 月 3 日，每个诱捕器 7 d 的诱蛾量为 1 064 头；全年的第 2 个高峰期发生在 7 月份，但发生数量明显低于第 1 个高峰，且每个诱捕器 7 d 的平均诱蛾量在 100 头左右。

由于 5 月中旬前金纹细蛾幼虫与蛹数量较少，从 5 月 20 日开始调查幼虫和蛹的发生数量。2018 年金纹细蛾幼虫有两个明显的高峰期分别是 5 月底和 6 月中下旬，其中 6 月 18 日幼虫数量达到高峰（2.20 头/百叶）；金纹细蛾蛹发生数量明显低于幼虫发生数量，在 5 月上中旬和 7 月上旬左右有两个发生高峰期，分别是构成田间金纹细蛾成虫第 1 和第 2 个高峰期的主要虫源。调查显示，6 月 3 日第 1 个成虫高峰期后 15 d，即 6 月 18 日出现幼虫的全年发生数量高峰，5 月 20 日蛹的第 1 个发生高峰期后 14 d，即 6 月 3 日出现成虫的全年发生数量高峰。因此，在管理粗放的苹果园中，成虫高峰期后 2 周左右出现幼虫高峰，蛹高峰 2 周左右后出现成虫的发生高峰。

2.2 金纹细蛾为害情况调查

调查结果表明，2018 年 4 月 30 日叶片被害率只有 0.92%，之后随发生时间被害率逐渐上升，至 6 月上旬金纹细蛾为害率均在 10.00%以下；6 月中旬开始叶片被害率明显升高，至 7 月 1 日达到为害高峰，为害率为 30.30%（图 2）。

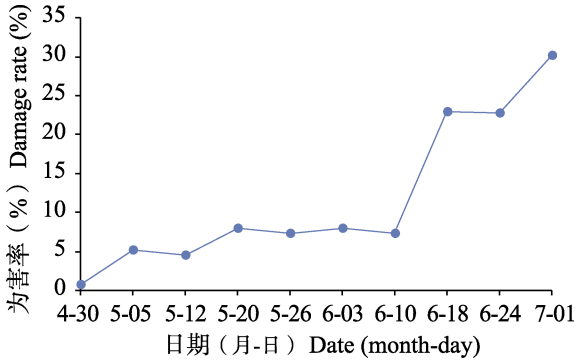

图 2 管理粗放的苹果园金纹细蛾的为害率

Fig. 2 Damage rate of *Lithocolletis ringoniella* in the extensively managed orchard

2.3 金纹细蛾寄生蜂种类及寄生率调查

2018 年调查发现 5 种寄生蜂，分别为：金纹细蛾姬小蜂 *Sympiesis laevifrons* Kamijo、金纹细蛾绒茧蜂 *Apanteles theivorae*、金纹细蛾羽角姬小蜂 *Eulopaus longulus* Zett、金纹细蛾跳小蜂 *Ageniaspis pestacsipes* Rate、柠黄姬小蜂 *Cirrospilues ogimae* （Howard)。

以 5 种寄生蜂对金纹细蛾的寄生情况计算寄生率，结果见图 3。在管理粗放的苹果园中，金纹细蛾寄生蜂的两个寄生高峰出现在 5 月底至 6 月初和 7 月下旬，寄生率分别是 60.95%和 85.19%；6 月底至 7 月初是寄生率低谷期。根据 5 月 20 日到 7 月 28 日的 11 次调查结果，各种寄生蜂对金纹细蛾的平均寄生率为 43.12%。可见，在管理粗放的苹果园中，金纹细蛾寄生蜂对金纹细蛾具有较强的自然控制作用。

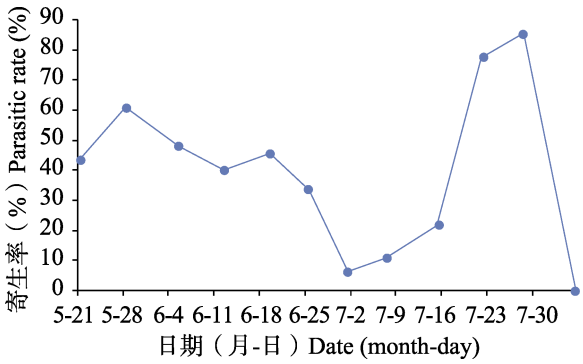

图 3 管理粗放的苹果园中金纹细蛾寄生蜂总寄生率

Fig. 3 Total parasitic rate of *Lithocolletis ringoniella* parasitoid in the extensively managed orchard

图 4 表明，从调查开始至 6 月底，金纹细蛾姬小蜂、金纹细蛾绒茧蜂有较高的寄生率，两者平均寄生率分别为 22.41%和 17.30%，之后寄生效果明显降低；7 月份以后金纹细蛾跳小蜂寄生率明显升高，平均寄生率为 38.54%，7 月 23 日寄生率达到最高峰，为 71.72%。而金纹细蛾羽角姬小蜂与柠黄姬小蜂数量较少，寄生率低，且集中出现在 5 月下旬至 7 月上旬。

3 结论与讨论

孙瑞红等（2001）调查发现，在山东海阳采取防治措施的果园内，金纹细蛾 1 年发生 5 代，其中第一代成虫发生高峰为 5 月下旬至 6 月上旬，这与作者在烟台福山区不采取防治措施的苹

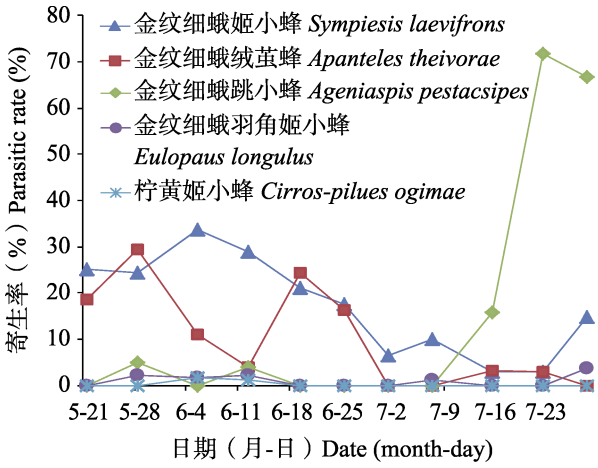

图 4　管理粗放的苹果园中金纹细蛾各种寄生蜂寄生作用变化动态规律

Fig.4　Parasitic rate dynamics of five parasitoids of *Lithocolletis ringoniella* in the extensively managed orchard

果园中金纹细蛾成虫高峰期结果一致，但在管理粗放的苹果园中，外界干扰因素较少，金纹细蛾世代重叠严重，在田间出现 5 月中旬-6 月中旬和 7 月两个发生高峰。5 月 21 日至 7 月初金纹细蛾为害率均不足 10%，7 月初至 7 月下旬金纹细蛾为害率呈上升趋势，高峰达到 35%，本文调查发现，在粗放管理的苹果园中，成虫高峰期后 2 周左右出现幼虫高峰，蛹高峰 2 周左右后出现成虫的发生高峰，为田间预测预报提供了理论参考。

国内外已有较多有关金纹细蛾寄生蜂种类调查和研究。日本氏家武（1981）发现在日本金纹细蛾的寄生蜂有 20 种（王春蕾，2016）。在国内，陕西地区金纹细蛾的寄生蜂有 5 科 8 种，对金纹细蛾的自然寄生率可达 20%-93%，其中黑色姬小蜂 *Sympiesis sericeicornis* Nees、金纹细蛾跳小蜂 *Ageniaspis testaceipes* Raz 和绒茧蜂 *Apanteles theivorae* 为优势种（侯绍金，1987；侯绍金和徐志宏，1989；章宗江，1991）；北京苹果产区金纹细蛾的寄生蜂主要有茶细蛾绒茧蜂 *Apanteles theivorae*、金纹细蛾跳小蜂 *Ageniaspis testaceipes*、丝角姬小蜂 *Sympiesis soriceicornis* 和金纹细蛾羽角姬小峰 *Sympiesis foerst* 等（于毅等，1997）。7 月份之前以金纹细蛾姬小蜂和金纹细蛾羽角姬小蜂为优势种，秋季以金纹细蛾跳小蜂为优势种。本文在管理粗放的苹果园中，共调查发现金纹细蛾姬小蜂、金纹细蛾绒茧蜂、金纹细蛾跳小蜂、金纹细蛾羽角姬小蜂、柠黄姬小蜂 5 种金纹细蛾寄生蜂，其中 6 月底以前，金纹细蛾姬小蜂、金纹细蛾绒茧蜂田间寄生率高，是优势种寄生蜂，7 月份以后，金纹细蛾跳小蜂是优势种寄生蜂，寄生率高达 71.72%。寄生蜂是金纹细蛾的主要优势种天敌，田间自然寄生作用很高，有潜在的利用价值。因此，研究金纹细蛾寄生蜂优势种的室内饲养方法，并进行田间释放、控制金纹细蛾的危害是今后金纹细蛾生物防治的研究方向。建议从以下两种繁殖方法开展相关研究。1）采用苹果苗木饲养金纹细蛾，进一步饲养寄生蜂优势种；2）调查金纹细蛾优势种天敌金纹细蛾姬小蜂、金纹细蛾绒茧蜂和金纹细蛾跳小蜂的寄主种类，寻找其替代寄主，繁殖金纹细蛾优势种天敌。

总之，本研究明确了山东省苹果园金纹细蛾的 5 种寄生蜂，寄生率最高可达 71.72%。不同种类寄生蜂在不同时间的寄生率存在差异。6 月底以前，金纹细蛾姬小蜂、金纹细蛾绒茧蜂，是优势种寄生蜂，7 月份以后金纹细蛾跳小蜂是优势种寄生蜂。

参考文献 (References)

Chen C, An KJ, Yang MX, 2016. Dynamics of *Lithocolletis ringoniella* adults in orchards in Shaanxi. *Journal of Plant Protection*, 43(2): 351–352. [陈川, 安克江, 杨美霞, 2016. 陕西地区苹果金纹细蛾成虫消长规律的观察. 植物保护学报, 43(2): 351–352.]

Chen XX, Liu YQ, Ren SX, Zhang F, Zhang WQ, Ge F, 2014. Plant-mediated support system for natural enemies of insect pests. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(1): 1–12. [陈学新, 刘银泉, 任顺祥, 张帆, 张文庆, 戈峰, 2014. 害虫天敌的植物支持系统. 应用昆虫学报, 51(1): 1–12.]

Fan XJ, Mi YX, Ren H, 2015. Cloning and functional expression of a chitinase cDNA from the apple leaf miner moth *Lithocolletis ringoniella*. *Biochemistry-Moscow*, 80(2): 242–250.

Gao JS, Pi SQ, Hou CX, 2007. Description of Hymenoptera natural enemy insects in apple orchard of Henan province. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 36(11): 95–97. [高九思, 皮素琴,

侯春霞, 2007. 河南省苹果园膜翅目天敌昆虫资源发生种类记述. 河南农业科学, 36(11): 95–97.]

Hou SJ, 1987. Brief report of the observation of *Sympiesis soriceicornis*. *Yantai Fruits*, 8(2): 23. [侯邵金, 1987. 金纹细蛾姬小蜂观察简报. 烟台果树, 8(2): 23.]

Hou SJ, Xu ZH, 1989. Preliminary study on the *Holcothorax testaceipes* (Ratz). *Shandong Agricultural Sciences*, 27(1): 18–19. [侯绍金, 徐志宏, 1989. 金纹细蛾跳小蜂初步研究. 山东农业科学, 27(1): 18–19.]

Li SX, 1993. The forecast and control of *Lithocolletis ringoniella* Mats. *Yantai Fruits*, 14(5): 34–34. [李顺兴, 1993. 金纹细蛾的发生测报与防治. 烟台果树, 14(5): 34–34.]

Qin YC, Yang SL, 2002. The outbreak of golden yellow gracilariid in recent years. *Chinese Bulletin of Entomology*, 39(1): 44–47. [秦玉川, 杨书林, 2002. 金纹细蛾近年爆发原因的初步研究. 昆虫知识, 39(1): 44–47.]

Shi YQ, Chen C, Tang ZH, 2003. The occurrence and control of *Lithocolletis ringoniella* Mats. *The Journal of Shaanxi Agricultural Sciences*, 49(5): 82–83. [石勇强, 陈川, 唐周怀, 2003. 金纹细蛾的发生与防治. 陕西农业科学, 49(5): 82–83.]

Sun RH, Dou LZ, Zhang YT, 2001. Progress on the occurrence and control of *Lithocolletis ringoniella* Mats in apple orchard. *Northern Fruits*, 10(1): 1–3. [孙瑞红, 窦立志, 张玉涛, 2001. 苹果金纹细蛾发生及防治研究进展. 北方果树, 10(1): 1–3.]

Sun RH, Li AH, Qu JL, 2007. Developmental threshold temperature and effective accumulated temperature of *Lithocolletis ringoniella*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(1): 119–121. [孙瑞红, 李爱华, 曲健禄, 2007. 金纹细蛾的发育起点温度和有效积温. 昆虫知识, 44(1): 119–121.]

Wang CL, 2016. The research progress of *Lithocolletis ringoniella* Mats. *Agricultural Development & Equipments*, 22(5): 45–45. [王春蕾, 2016. 金纹细蛾研究进展. 农业开发与装备, 22(5): 45–45.]

Yu GY, Zhang JM, Wang H, 2014. Identification and control of three common *Lyonetiidae* in apple orchard. *Plant Protection*, 40(1): 200–201. [虞国跃, 张君明, 王合, 2014. 苹果 3 种常见潜叶蛾的识别与防治. 植物保护, 40(1): 200–201.]

Yu Y, Meng XS, Yan YH, 1997. The natural control effects of vegetation diversity on parasitoid of *Lithocolletis ringoniella*. *Shandong Agricultural Sciences*, 35(4): 23–25. [于毅, 孟宪水, 严毓骅, 1997. 苹果园植被多样化对金纹细蛾寄生蜂自然控制作用的影响. 山东农业科学, 35(4): 23–25.]

Zhang JY, Li X, Wu SR, 2012. Influence of habitats on occurrence and spatial distribution of parasitoids of *Lithocolletis ringoniella* in apple orchard. *Chinese Journal of Biological Control*, 28(3): 326–333. [张金钰, 李鑫, 吴素蓉, 2012. 果园生境对金纹细蛾寄生蜂发生影响及优势寄生蜂空间分布研究. 中国生物防治学报, 28(3): 326–333.]

Zhang ZJ, 1991. Biological control of fruit tree pests: Control of *Lithocolletis ringoniella* with encyrtidae. *Deciduous Fruits*, 26(1): 37–41. [章宗江, 1991. 果树害虫的生物防治-应用跳小蜂防治金纹细蛾. 落叶果树, 26(1): 37–41.]

Zhao YH, Fu H, Zhang YL, 2004. The occurrence and control of *Lithocolletis ringoniella*. *Northwest Horticulture*, 10: 24. [赵怡红, 付泓, 张樱棣, 2004. 苹果金纹细蛾的发生与防治. 西北园艺, 10: 24.]