

# 辽宁省潜叶蝇（双翅目：潜蝇科）及其寄生蜂的种类与多度调查

景凯婷<sup>1</sup>, 杜素洁<sup>1</sup>, 叶福宇<sup>1</sup>, 万伟杰<sup>1</sup>,

赵鑫<sup>2</sup>, 郭建洋<sup>1</sup>, 刘万学<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害综合治理全国重点实验室, 北京 100193; 2. 通化市园艺研究所, 吉林 134001)

**摘要:** 辽宁省是东北地区重要的“菜篮子”生产基地。蔬菜易受到潜叶蝇的为害, 导致蔬菜产业的健康发展受到威胁。为了更好防控蔬菜上的潜叶蝇, 本研究对辽宁省潜叶蝇和寄生蜂进行本底资源调查。以辽宁省潜叶蝇及其天敌寄生蜂的种类和多样性为切入点进行田间调查, 采用随机取样法, 于2016-2020年调查辽宁省蔬菜、花卉以及杂草上潜叶蝇及其寄生蜂的种类和多样性, 并基于形态特征与COI基因序列对潜叶蝇和寄生蜂的种类进行鉴定。结果显示, 辽宁省共鉴定出5种潜叶蝇, 包括本地种豌豆彩潜蝇 *Phytomyza horticola* 和葱斑潜蝇 *Liriomyza chinensis*, 入侵种美洲斑潜蝇 *L. sativae*、三叶草斑潜蝇 *L. trifolii* 和番茄斑潜蝇 *L. bryoniae*; 其中发生最为优势的种类为豌豆彩潜蝇, 其嗜好十字花科和菊科植物; 寄主谱最广的是美洲斑潜蝇, 发现危害7科17种植物。共发现潜叶蝇的寄生蜂41种, 从发生数量来看, 以姬小蜂科最多(7816头, 占比78.84%), 其次是金小蜂科(1533头, 占比15.46%)、茧蜂科(549头, 占比5.54%)和瘿蜂科(16头, 占比0.16%); 姬小蜂科的多样性指数和丰富度指数均最高, 瘿蜂科均匀度指数最高; 豌豆潜蝇姬小蜂 *Diglyphus isaea* (4385头)是优势种, 占寄生蜂总数的44.23%。本研究填补了辽宁省潜叶蝇及其天敌寄生蜂的种类及多度调查的空白, 为该省份潜叶蝇的防治和天敌寄生蜂的深入研究奠定了理论基础, 同时建议加强对辽宁省的豌豆彩潜蝇和美洲斑潜蝇的防治, 发挥当地优势寄生蜂如豌豆潜蝇姬小蜂对潜叶蝇的生物防控作用。

**关键字:** 潜叶蝇; 寄生蜂; 寄主植物; 入侵种; 本地种

中图分类号: Q968.1;S433 文献标识码: A

## A survey on the species and abundance of the agromyzid leafminers and their parasitoids in Liaoning province, China

JING Kai-Ting<sup>1</sup>, DU Su-Jie<sup>1</sup>, YE Fu-Yu<sup>1</sup>, WAN Wei-Jie<sup>1</sup>, ZHAO Xin<sup>2</sup>, GUO Jian-Yang<sup>1</sup>, LIU Wan-Xue<sup>1\*</sup> (1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Horticulture Research Institute of Tonghua city, Jilin 134001, China)

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31972344, 31772236); 国家重点研发计划项目(2021YFC2600400)

作者简介: 景凯婷, 女, 1999年生, 硕士研究生, 研究方向为入侵种的预防与控制, E-mail: 82101222345@caas.cn

\*通讯作者 Author for correspondence: 刘万学, 男, 博士, 研究员, 研究方向为入侵种预防与控制, E-mail: liuwanxue@caas.cn

收稿日期 Received: 2024-03-26; 接受日期 Accepted: 2024-08-13

**Abstract:** To clarify the species and abundance of agromyzid leafminers and their parasitoids, random sampling method was used to investigate the abundance of agromyzid leafminers and parasitoids on vegetables, flowers and weeds in Liaoning province of China from 2016 to 2020. The agromyzid leafminers and their parasitoids were identified by morphological characters and *COI* gene sequences. Five species of the agromyzid leafminers were collected, including native species *Phytomyza horticola* and *Liriomyza chinensis*, and invasive species *L. sativae*、*L. trifolii* and *L. bryoniae*. The most dominant species was *P. horticola*, which preferred to plants of Cruciferae and Asteraceae plants. The species *L. sativae* exhibited broadest host spectrum, which could damage 17 species of plants in 7 families. A total of the 41 species of the parasitoids on agromyzid leafminers were collected. The family Eulophidae (7 816 individuals, 78.84%) was the most dominant parasitoids, followed by Pteromalidae (1 533 individuals, 15.46%), Braconidae (549 individuals, 5.54%), and Cynipidae (16 individuals, 0.16%). The highest diversity index and abundance index were found of the Eulophidae, and the highest evenness index of the Cynipidae. Besides, the most numerous species was *Diglyphus isaea* (4 385 individuals), accounting for 44.23% of the total number of occurrences. Based on the above study, it is suggested to strengthen to prevent and control *P. horticola* and *L. sativae*, and exert the green control effect of local dominant parasitoids such as *D. isaea* on agromyzid leafminers in Liaoning province of China.

**Key words:** Agromyzidae; parasitoids; host plants; invasive species; native species

潜叶蝇（双翅目：潜蝇科）作为双翅目昆虫的一大类群，所包含的昆虫种类丰富，目前在世界范围内已报道 3 163 种（Winkler *et al.*, 2009; Lonsdale, 2014; Xuan *et al.*, 2023），在我国已报道 169 种（康乐, 1996; Chen and Wang, 2024），常见的有本地种豌豆彩潜蝇 *Phytomyza horticola*，入侵种美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae*、南美斑潜蝇 *L. huidobrensis* 等。该科昆虫寄主谱广，能够危害豆科、菊科和十字花科等多科的蔬菜、花卉甚至于杂草（Scheffer *et al.*, 2007）；是农业生产中重要的植食性害虫（Parrella, 1987; Ranji *et al.*, 2016; Iqbal *et al.*, 2021）。该科昆虫成虫以刺破叶片方式进行取食和产卵，幼虫以取食植物叶片、茎秆等方式为害，使叶片、茎秆等表面呈现不规则的白色潜道，进而降低植物的光合作用，取食严重时可导致植物叶片脱落，甚至幼苗死亡，从而降低作物的质量和产量（Parrella *et al.*, 1985; Parrella, 1987; Weintraub and Horowitz, 1995; Winkler *et al.*, 2009），给农业生产造成了巨大的经济损失（Monica and Vinothkumar, 2023），因此，亟需加强对潜叶蝇的防控。

近年来，作物害虫的天敌昆虫研究与应用已经成为生物防治领域的研究热点，利用天敌绿色防控害虫已成为生物防治的首选策略（陈学新等, 2023）。膜翅目寄生蜂是自然条件下控制潜叶蝇的主要天敌（Hespenheide, 1991; Ridland *et al.*, 2020）。利用寄生蜂防控潜叶蝇，不仅符合绿色防控及可持续发展理念，且弥补了化学药剂会杀死潜叶蝇的天敌进而导致潜叶蝇再暴发的缺点（Johnson *et al.*, 1980; Murphy and LaSalle, 1999）。潜叶蝇的寄生蜂种类繁多，超过 300 种（Noyes, 2019; Tao *et al.*, 2021; Tao *et al.*, 2022; Seal *et al.*, 2023; Supartha *et al.*,

2023), 常见的有姬小蜂科 Eulophidae、金小蜂科 Pteromalidae、茧蜂科 Braconidae 和瘿蜂科 Cynipidae, 以姬小蜂科和茧蜂科报道最多 (Chen *et al.*, 2003; Asadi *et al.*, 2006; 刘万学等, 2013)。潜叶蝇的优势寄生蜂如豌豆潜蝇姬小蜂 *Diglyphus isaea*、万氏潜蝇姬小蜂 *D. wani*、美新姬小蜂 *Neochrysocharis formosa* 等被发现对美洲斑潜蝇、南美斑潜蝇、三叶草斑潜蝇 *Liriomyza trifolii* 等具有较强的控害能力 (Musundire *et al.*, 2012; Maharjan *et al.*, 2017; Du *et al.*, 2023; Ye *et al.*, 2023)。此外, 据报道, 已经有一些寄生蜂被用于田间防控, 如粗糙亮蝇茧蜂 *Phaerotoma scabriventris* 在阿根廷、巴西、秘鲁和肯尼亚等国被广泛用于斑潜蝇的生物防治 (Akutse *et al.*, 2014); 豌豆潜蝇姬小蜂被用于东非的潜叶蝇的防控 (Chabi-Olaye *et al.*, 2008)。在我国, 有关潜蝇类害虫寄生蜂绿色防控研究进展缓慢, 尚无寄生蜂防控潜蝇类害虫的释放案例, 防控技术研究仅限于实验室生物学观察和寄生蜂资源探索与挖掘阶段。目前, 我国潜蝇类害虫寄生蜂组成调查大多以单一区域/城市调查为主, 如浙江省杭州市、吉林省长春市、甘肃省白银市等 (尉吉乾等, 2009; 贺静等, 2022; 陶淑霞等, 2023)。因此, 我国同一省份不同城市甚至不同省份的潜叶蝇及其寄生蜂的种类并不清楚, 这严重阻碍了潜叶蝇绿色防控技术的开发。

东北地区是我国重要的农业基地和特色蔬菜的主要产区。辽宁省是东北地区最大的蔬菜生产基地, 据国家统计局发布的数据, 2020 年辽宁省蔬菜产量为 1 960 万吨, 黑龙江省为 674.3 万吨, 吉林省为 464.90 万吨 (国家统计局, 2024), 辽宁省 2020 年蔬菜产量约是黑龙江省和吉林省两省蔬菜生产总值的 2 倍, 产量近 2 000 万吨。为保障辽宁省的“菜篮子”产品保质保量并有效供应和为我国农业绿色可持续发展提供助力, 本研究于 2016-2020 年调查了辽宁省潜叶蝇及其寄生蜂的种类与多度, 为后续开发应用潜在天敌寄生蜂和制定潜叶蝇防控措施提供详实的田间资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 潜叶蝇及其寄生蜂的田间调查

本研究于 2016-2020 年潜叶蝇的发生期, 对辽宁省沈阳市、丹东市、朝阳市和大连市的露地和保护地的蔬菜 (油菜、白菜、番茄、萝卜和茄子等)、花卉 (大丽花、巧玲花等) 及其周围杂草 (二月兰、尖裂假还阳参、三裂叶豚草和麻麻菜等) 的 12 科 40 多种寄主植物上的潜叶蝇及其寄生蜂的发生情况进行了田间实地调查, 记录寄主植物的受害情况, 包括采集时间、采集地点、寄主植物、生境、温度和湿度等相关信息; 并采集蔬菜、花卉以及杂草上被潜叶蝇寄生的寄主植物的叶片。每种寄主植物叶片的采集时间并不相同, 具体的采集时间集中在潜叶蝇寄生寄主植物的高峰期, 每种寄主植物通常采集 50~100 片叶片。将潜叶蝇为害的叶片采集回来后, 先去除叶片上的其他昆虫 (例如蓟马和蚜虫等), 随后将叶片放置在养虫笼内 (40 cm × 40 cm × 40 cm, 200 目), 置于培养温度为 25°C, 相对湿度为 50%,

光周期 L:D=14:10 的养虫室内，待潜叶蝇和寄生蜂羽化后，保存在 95%无水乙醇中。本研究的所有虫源均保存于中国农业科学院植物保护研究所内的农业入侵生物预防与监控创新团队的-40°C冰箱内。

## 1.2 潜叶蝇及寄生蜂种类鉴定

形态学分类是一种较为经典的分类方法，但其分类的准确度易受到鉴定者专业性的影响，因此物种的鉴定常常辅以分子鉴定，常用的基因标记有线粒体 COI 基因等。本研究对潜叶蝇及其寄生蜂种类鉴定采用形态特征和 COI 基因序列相结合的方法，使得形态学和分子学结果相互验证，鉴定结果更为准确。

### 1.2.1 形态鉴定

利用体式显微镜（ZEISS Stemi 508）对潜叶蝇及其寄生蜂进行形态观察，潜叶蝇的形态特征主要参考潜叶蝇的分类学文献（雷仲仁等，1996; Shiao, 2004; Lonsdale, 2011）；寄生蜂的形态特征主要参考寄生蜂的分类学文献（Griffiths, 1966; 徐志宏等，2001；朱朝东和黄大卫，2001；朱朝东和黄大卫，2002；Li *et al.*, 2013）。

### 1.2.2 分子鉴定

取单头潜叶蝇或寄生蜂对其基因组 DNA 进行提取，基因组 DNA 的提取主要参考 De Barro 的快速研磨法（De Barro and Driver, 2007），但将金属浴的程序修改为：65°C 45 min、5°C 3 min、96°C 15 min。将提取到的基因组 DNA 保存至-20°C 冰箱，以便后续进行 PCR 反应。

采用 1490/2198 进行 PCR 扩增（正向引物 LCO1490：5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3'；反向引物 HCO2198：5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3'），PCR 反应体系为：ddH<sub>2</sub>O 20.1 μL、Buffer 2.5 μL、dNTPs 0.4 μL、上游引物 0.4 μL、下游引物 0.4 μL、Taq 酶 0.2 μL、模板 DNA 1 μL。PCR 反应程序为：95°C 预变性 5 min；95°C 变性 30 s，53°C 退火 45 s，72°C 延伸 1 min，35 个循环；72°C 延伸 5 min。后续 PCR 产物在 1%琼脂糖凝胶上电泳分离，将含有目的条带的 PCR 产物送至测序公司进行测序。将测序结果与 National Center for Biotechnology Information（NCBI: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>）数据库和 Barcode Index Number（BOLD: [http://v4.boldsystems.org/index.php/IDS\\_OpenIdEngine](http://v4.boldsystems.org/index.php/IDS_OpenIdEngine)）数据库进行比对。

## 1.3 潜叶蝇的危害等级及寄主植物的偏好性划分

潜叶蝇危害等级的划分主要依据田间调查时各样点被危害的平均值，通过有潜道叶片数占总调查叶片数比例与潜道面积占总叶面积的比例情况综合判定各样点的危害等级。潜叶蝇的危害等级的划分标准为：轻度 I 级（Low-grade I）：0%~10%，轻度 II 级（Low-grade II）：10%~20%，中度（Moderate）：20%~50%，重度 I 级（High-grade I）：50%~80%，重度 II 级（High-grade II）：80%~100%。通常，当潜叶蝇对寄主植物的危害等级在中度及以上时，就认为该潜叶蝇对某种寄主植物具有偏好性。

## 1.4 寄生于潜叶蝇寄生蜂的多样性分析

多样性指数和丰富度指数是寄生于潜叶蝇的不同类群寄生蜂丰富度的一个衡量指标,均匀度指数用来衡量寄生于潜叶蝇的寄生蜂的个体数量差异。寄生于潜叶蝇的寄生蜂多样性分析参考 Strong 等 (2016)、杨晓星等 (2022) 和陶淑霞等 (2023) 的方法,并结合收集到的寄生于潜叶蝇的寄生蜂的标本数量来计算其多样性、丰富度和均匀度。多样性指数( $H'$ ) 利用 Shannon-Wiener 公式来计算,公式为:  $H' = -\sum P_i \ln P_i$  ( $i = 1,2,3,4...S$ ); 其中  $P_i$  指第  $i$  个物种相对总物种的数量占比,  $S$  表示物种数。均匀度指数 ( $J$ ) 采用 Pielou 公式来计算,公式为:  $J = H' / \ln S$ 。物种丰富度指数 ( $R$ ) 利用 Margalef 公式来计算,公式为  $R = (S - 1) / \ln N$ ;  $N$  表示所有物种的个体总数。

## 2 结果与分析

### 2.1 潜叶蝇与寄生蜂的种类

2016 年 8 月底至 2020 年 9 月中旬,在辽宁省共收集到潜叶蝇成虫 3 574 头,基于形态学与分子学相结合的方法总计鉴定到 5 种;包括本地种豌豆彩潜蝇和葱斑潜蝇,入侵种三叶草斑潜蝇、美洲斑潜蝇和番茄斑潜蝇。其中,优势种为豌豆彩潜蝇,发生数量最多 (1 939 头),占潜叶蝇总数的 54.25%;其次是美洲斑潜蝇 (1 602 头),占潜叶蝇总数的 44.82%;三叶草斑潜蝇 (25 头)、葱斑潜蝇 (4 头) 和番茄斑潜蝇 (4 头) 的占比依次为 0.70%、0.11% 和 0.11%。

根据形态特征和 COI 基因序列相结合,辽宁省已收集到的 9 914 头寄生蜂隶属于 4 科 41 种,包括姬小蜂科 24 种,茧蜂科 4 种、金小蜂科 8 种和瘦蜂科 5 种,其中,发生数量最多的科是姬小蜂科 (7 816 头),占寄生蜂总数的 78.84%,发生数量最多的种为豌豆潜蝇姬小蜂 (4 385 头),占整个姬小蜂科的 56.10%,其次金小蜂科 (1 533 头)、茧蜂科 (549 头) 和瘦蜂科 (16 头) 依次占寄生蜂总数的 15.46%、5.54% 和 0.16%。从种水平来看,豌豆潜蝇姬小蜂、底比斯姬小蜂 *Chrysocharis pentheus*、荚新姬小蜂和碟状赘须金小蜂 *Halticoptera patellana* 的发生数量都相对较高,依次占寄生蜂发生总数的 44.23%、9.77%、5.86% 和 10.13%。

### 2.2 潜叶蝇的发生与危害

基于 2016 年至 2020 年的调查结果,潜叶蝇在辽宁省内露天和保护地中均可发生,发现被其危害的寄主植物多达 9 科 30 多种 (表 1)。5 种潜叶蝇对各寄主植物的偏好性存在差异。寄主谱最广的潜叶蝇为美洲斑潜蝇,被发现危害 7 科 17 种寄主植物,对四季豆、芸豆、豆角和黄瓜具有偏好性。豌豆彩潜蝇对十字花科和菊科的寄主植物具有偏好性,在二月兰上危害尤其严重。三叶草斑潜蝇在非洲菊上为害相对较为严重。番茄斑潜蝇危害相对较轻,且对寄主植物具有单一性,仅危害小白菜。葱斑潜蝇仅危害葱。

在同一地点、同一潜叶蝇寄主植物上有时会存在不同种类潜叶蝇共同为害的情况。二月兰可被豌豆彩潜蝇和美洲斑潜蝇同时危害，但以豌豆彩潜蝇为害为主；葱可被美洲斑潜蝇和葱斑潜蝇同时危害，但以美洲斑潜蝇为害为主；小白菜可被豌豆彩潜蝇和番茄斑潜蝇同时为害，且二者的为害程度相近；黄瓜可被豌豆彩潜蝇和美洲斑潜蝇同时危害，但以美洲斑潜蝇为害为主；芸豆可被豌豆彩潜蝇、美洲斑潜蝇和三叶草斑潜蝇同时危害，但以美洲斑潜蝇为害为主。

表 1 辽宁省 2016-2020 年不同寄主植物上潜叶蝇的种类及其危害等级

Table 1 Species of agromyzid leafminers and their damage ratings on different host plants in Liaoning province from 2016 to 2020

科名 Family	寄主植物 Host plants	豌豆彩潜蝇 <i>Phytomyza horticola</i> , 1851	美洲斑潜蝇 <i>Liriomyza sativae</i> , 1938	三叶草斑潜蝇 <i>Liriomyza trifolii</i> , 1880	番茄斑潜蝇 <i>Liriomyza bryoniae</i> , 1858	葱斑潜蝇 <i>Liriomyza chinensis</i> , 1949
百合科 Liliaceae	葱 <i>Allium fistulosum</i>	-	轻度I级 Low-grade I	-	-	轻度I级 Low-grade I
马齿苋科 Portulacaceae	麻麻菜 <i>Portulaca oleracea</i>	重度I级 High-grade I	-	-	-	-
毛茛科 Ranunculeae	铁线莲 <i>Clematis henryi</i>	-	-	-	-	-
木犀科 Oleaceae	巧玲花 <i>Syringa pubescens</i>	-	-	-	-	-
	紫丁香 <i>Syringa oblata</i>	-	-	-	-	-
蔷薇科 Rosaceae	山楂 <i>Crataegus pinnatifida</i>	-	中度 Moderate	-	-	-
十字花科 Cruciferae	白菜 <i>Brassica rapavar glabra</i>	轻度I级 Low-grade I	-	-	-	-
	小白菜 <i>Brassica chinensis</i>	轻度II级 Low -grade II	-	-	轻度II级 Low-grade II	-
	独行菜 <i>Lepidium apetalum</i>	重度II级 High-grade II	-	-	-	-
	二月兰 <i>Orychophragmus violaceus</i>	重度II级 High-grade II	轻度I级 Low-grade I	-	-	-
	萝卜 <i>Raphanus sativus</i>	重度II级 High-grade II	-	-	-	-
	菥蓂 <i>Thlaspi arvense</i>	-	-	-	-	-
	油菜 <i>Brassica campestris</i>	重度I级 High-grade I	-	-	-	-

续表 1 Continued table 1

科名 Family	寄主植物 Host plants	豌豆彩潜蝇 <i>Phytomyza horticola</i> , 1851	美洲斑潜蝇 <i>Liriomyza sativae</i> , 1938	三叶草斑潜蝇 <i>Liriomyza trifolii</i> , 1880	番茄斑潜蝇 <i>Liriomyza bryoniae</i> , 1858	葱斑潜蝇 <i>Liriomyza chinensis</i> , 1949
茄科 Solanaceae	番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i>	--	中度 Moderate	-	-	-
	龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	-	轻度II级 Low-grade II	-	-	-
	圣女果 <i>Lycopersicon esculentum</i>	-	轻度II级 Low-grade II	-	-	-
	茄子 <i>Solanum melongena</i>	-	轻度II级 Low-grade II	-	-	-
锦葵科 Malvaceae	秋葵 <i>Abelmoschus manihot</i>	-	轻度II级 Low-grade II	-	-	-
豆科 Fabaceae	豆角 <i>Vigna unguiculata</i>	-	重度I级 High-grade I	-	-	-
	豇豆 <i>Vigna unguiculata</i>	-	-	-	-	-
	梅豆 <i>Lablab purpureus</i>	-	-	-	-	-
	四季豆 <i>Phaseolus vulgaris</i>	-	重度I级 High-grade I	-	-	-
	豌豆 <i>Pisum sativum</i>	重度II级 High-grade II	-	-	-	-
	芸豆 <i>Phaseolus vulgaris</i>	轻度II级 Low-grade II	重度I级 High-grade I	轻度I级 Low-grade I	-	-
葫芦科 Cucurbitaceae	冬瓜 <i>Benincasa hispida</i>	-	轻度II级 Low-grade II	-	-	-
	瓜蒌 <i>Trichosanthis Fructus</i>	-	-	-	-	-
	西葫芦 <i>Cucurbita pepo</i>	-	轻度I级 Low-grade I	-	-	-
	黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>	轻度I级 Low-grade I	重度I级 High-grade I	-	-	-
	南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	-	中度 Moderate	-	-	-
	丝瓜 <i>Luffa aegyptiaca</i>	-	轻度II级 Low-grade II	-	-	-

续表 1 Continued table 1

科名 Family	寄主植物 Host plants	豌豆彩潜蝇 <i>Phytomyza horticola</i> , 1851	美洲斑潜蝇 <i>Liriomyza sativae</i> , 1938	三叶草斑潜蝇 <i>Liriomyza trifolii</i> , 1880	番茄斑潜蝇 <i>Liriomyza bryoniae</i> , 1858	葱斑潜蝇 <i>Liriomyza chinensis</i> , 1949
葫芦科 Cucurbitaceae	甜瓜 <i>Cucumis melo</i>	-	轻度I级 Low-grade I	-	-	-
金粟兰科 Chloranthaceae	银线草 <i>Chloranthus japonicus</i>	-	-	-	-	-
菊科 Compositae	百日菊 <i>Zinnia elegans</i>	-	-	-	-	-
	苍耳 <i>Xanthium strumarium</i>	-	-	-	-	-
	刺儿菜 <i>Cirsium arvense</i> var. <i>integrifolium</i>	轻度II级 Low-grade II	-	-	-	-
	大丽花 <i>Dahlia pinnata</i>	-	-	-	-	-
	飞廉 <i>Carduus nutans</i>	中度 Moderate	-	-	-	-
	非洲菊 <i>Gerbera jamesonii</i>	-	-	轻度II级 Low-grade II	-	-
	黄蒿 <i>Artemisia annua</i>	中度 Moderate	-	-	-	-
	尖裂假还阳参 <i>Crepidiastrum sonchifolium</i>	重度II级 High-grade II	-	-	-	-
	苦苣菜 <i>Ixeris polycephala</i>	重度I级 High-grade I	-	-	-	-
	泥胡菜 <i>Hemistepta lyrata</i>	中度 Moderate	-	-	-	-
	三裂叶豚草 <i>Ambrosia trifida</i>	-	-	-	-	-

注：潜叶蝇对寄主植物的危害等级划分：轻度I级，0%~10%；轻度II级，10%~20%；中度，20%~50%；重度I级，50%~80%；重度II级，80%~100%。“-”代表该寄主植物上没有发现潜叶蝇。Note: Classification of damage levels of agromyzid leafminers on host plants: Low-grade I, 0%~10%; Low-grade II, 10%~20%; Moderate, 20%~50%; High-grade I, 50%~80%; High-grade II, 80%~100%. “-” indicated no agromyzid leafminers were found on this host plant

### 2.3 不同科寄生蜂的多样性指数比较

对辽宁省4科寄生于潜叶蝇的寄生蜂的多样性指数进行了整体的统计分析(表2)。结



果显示，从整体上看，4科寄生蜂多样性指数存在着明显的差异。其中姬小蜂科的多样性指数和丰富度指数均最高，表明辽宁省姬小蜂科物种最为丰富。瘦蜂科均匀度指数是最高的，但其多样性指数和丰富度指数略低，表明在辽宁省瘦蜂科物种种类虽不丰富，但个体差异并不明显。

表 2 辽宁省潜叶蝇寄生蜂多样性

Table 2 Diversity analysis of parasitoids on agromyzid leafminers in Liaoning Province

科	多样性分析	均匀度分析	丰富度分析
Family	Diversity analysis	Homogeneity analysis	Abundance analysis
姬小蜂科	1.68	0.53	6.19
Eulophidae			
茧蜂科	0.83	0.60	0.81
Braconidae			
金小蜂科	0.98	0.47	1.88
Pteromalidae			
瘦蜂科	1.16	0.72	1.08
Cynipidae			

#### 2.4 不同寄主植物上寄生蜂种类差异

在辽宁省 2016-2020 年采集到的 40 多种寄主植物中，在 30 多种寄主植物上收集到寄生蜂（附表 1）。在独行菜、豆角、尖裂假还阳参和泥胡菜等上收集到的寄生蜂种类数量较多，其中，在独行菜发现的寄生蜂种类最多，达 25 种；豆角、尖裂假还阳参和泥胡菜上被发现的寄生蜂种类均为 19 种。在自然条件杂草上羽化出的寄生于潜叶蝇的寄生蜂的种类明显多于蔬菜和花卉。

通过对不同科寄生蜂的寄主植物范围分析发现，姬小蜂科寄生蜂寄主植物的种类明显高于其他三科的寄生蜂，其次是金小蜂科、茧蜂科和瘦蜂科；其中瘦蜂科寄生蜂的寄主植物多为单一寄主植物。在羽化出的被潜叶蝇为害的寄主植物中，芙新姬小蜂的寄主范围最广，达到了 26 种；其次为底比斯姬小蜂在 24 种植物上发生。

### 3 结论与讨论

辽宁省内潜叶蝇的寄生蜂资源丰富。本研究调查发现辽宁省潜叶蝇的寄生蜂包括 4 科 41 种，其中姬小蜂科 24 种，茧蜂科 4 种，金小蜂科 8 种和瘦蜂科 5 种。目前关于东北地区的潜叶蝇的寄生蜂资源调查仅在吉林省长春市和黑龙江省有报道。本研究通过对辽宁省的多年调查，并与吉林省长春市和黑龙江省的调查结果进行比较发现，潜叶蝇的寄生蜂种类多于吉林省长春市和黑龙江省。吉林省长春市寄生于潜叶蝇的寄生蜂调查发现共有 4 科 18 种，包含姬小蜂科 13 种，茧蜂科 2 种，金小蜂科 2 种和瘦蜂科 1 种（陶淑霞等，2023）；黑龙江省共发现 12 种潜叶蝇的寄生蜂，包含姬小蜂科 8 种，茧蜂科 2 种，瘦蜂科 1 种和金小蜂

科 1 种（金辉等，2004）。分析调查结果发现，辽宁省、吉林省、黑龙江省三地的潜叶蝇的寄生蜂组成存在差异性，造成差异的原因可能是辽宁省、吉林省、黑龙江省三地的温度、蔬菜种植格局或者采样方法不同。同时发现在辽宁省、吉林省长春市、黑龙江省三地发生数量最多的科是姬小蜂科寄生蜂，原因主要是我们在采集寄主植物叶片时，潜叶蝇多处于幼虫期，而姬小蜂科寄生蜂多为幼虫寄生蜂。茧蜂科、瘿蜂科和金小蜂科的发生数量明显少于姬小蜂科，这可能是由于茧蜂科寄生蜂为幼虫-蛹寄生蜂，金小蜂科寄生蜂为蛹寄生蜂，瘿蜂科为幼虫寄生蜂但其存在明显的虫瘿；且潜叶蝇多在叶表面进行化蛹，茧蜂科、金小蜂科和瘿蜂科所寄生的潜叶蝇的蛹或形成的虫瘿可能会因风力、水力或人为干扰等因素掉落至土中或其他地方，因此在样品采集过程中难以被采集到。

辽宁省鉴定到的潜蝇类害虫包括本地种豌豆彩潜蝇和葱斑潜蝇，入侵种三叶草斑潜蝇、美洲斑潜蝇和番茄斑潜蝇。相较于我国常见的 2 种本地种和 4 种入侵种的潜叶蝇，辽宁省并未发现入侵种南美斑潜蝇，但李学军等 2006 年发表的文章显示（李学军等，2006），辽宁省存在南美斑潜蝇，该结果与我们的调查结果不一致。这可能是由于（1）李学军等的调查地点在辽宁省鞍山市，本研究的调查地点是辽宁省沈阳市、丹东市、朝阳市和大连市，由于辽宁省不同市耕作制度、栽培方式、种植偏好性和用药历史等不同，会导致潜叶蝇的发生和种类出现差异；（2）李学军等的调查发现南美斑潜蝇主要危害马铃薯和芹菜等植物，而本研究采集的寄主植物并未包含这些植物，因此，可能因为寄主植物的偏好性导致本研究并未调查到南美斑潜蝇；（3）李学军等的调查是在 2003-2005 年，而本研究的调查是在 2016-2020 年，因此，南美斑潜蝇可能已被其他潜叶蝇替代掉。此外，通过对南美斑潜蝇和番茄斑潜蝇的适生区及生态位进行预测，辽宁省属于番茄斑潜蝇的高适生区和南美斑潜蝇的中度适生区（未发表数据），因此推测入侵种南美斑潜蝇在辽宁省的定殖与发展扩散潜力低于番茄斑潜蝇。

不同寄生蜂对不同潜叶蝇的偏好性不同。本研究发现，豌豆潜蝇姬小蜂、碟状赘须姬小蜂更偏好豌豆彩潜蝇。杂色羽角姬小蜂 *Sympiesis flavopicta* 更偏好美洲斑潜蝇。寄生蜂对寄主存在偏好性的可能原因有：（1）潜叶蝇和寄生蜂之间的时间生态位和空间生态位存在着重叠现象，使得寄生蜂在时间、空间生态位上对潜叶蝇具有明显的跟随作用，从而会对潜叶蝇发生偏好。（2）选择行为是昆虫与寄主互作中的一个核心问题，挥发性信息化合物在这一过程中起着关键作用（练永国等，2007；刘万才，2017；董婉莹等，2023）。因此猜测寄生蜂与潜叶蝇之间存在着某种挥发性信息化合物，从而使得寄生蜂对潜叶蝇存在偏好性。

总体上，辽宁省的潜叶蝇在主要经济作物上，如豌豆、黄瓜等上为害严重，仍需对这些经济作物上的潜叶蝇害虫着重防治。在辽宁省，潜叶蝇可在温室大棚和露天生境下同时发生，潜叶蝇的蛹在大棚中的越冬蔬菜或露天杂草中过冬，且有文献报道潜叶蝇的越冬蛹适宜生活在干燥环境（陈传翔和周福才，2004），并在春季暴发为害。因此，为了控制辽宁省潜叶蝇的为害，建议在种植大棚蔬菜时，适当提高大棚环境中的湿度，降低越冬蛹的存活率，以减

少来年潜叶蝇的发生数量。此次调查发现了优势种——豌豆潜蝇姬小蜂、底比斯姬小蜂、荚新姬小蜂和碟状赘须金小蜂,建议在制定防控潜叶蝇的策略时,充分考虑天敌寄生蜂,对其控害作用进行全面评价,并进一步实现寄生蜂规模化繁育和天敌产品的开发和应用。本研究明确了辽宁省的潜叶蝇和寄生蜂的种类,为辽宁省加强入侵害虫潜叶蝇防治提供了丰富的天敌资源,对当地充分发挥寄生蜂的绿色防控作用奠定了基础。

## 参考文献 (References)

- Akutse KS, Fiaboe KKM, Van den Berg J, *et al.* Effects of endophyte colonization of *Vicia faba* (Fabaceae) plants on the life-history of leafminer parasitoids *Phaedrotoma scabriventris* (Hymenoptera: Braconidae) and *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) [J]. *PLoS ONE*, 2014, 9 (10): 1-11.
- Asadi R, Talebi AA, Fathipour Y, *et al.* Identification of parasitoids and seasonal parasitism of the agromyzid leafminers genus *Liriomyza* (Dip.: Agromyzidae) in Varamin, Iran [J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2006, 8: 293-303.
- Barro PJ, Driver F. Use of RAPD PCR to distinguish the B biotype from other biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) [J]. *Australian Journal of Entomology*, 2007, 36: 149-152.
- Chabi-Olaye A, Mujica N, Löhr B, *et al.* Role of Agroecosystems in the Abundance and Diversity of *Liriomyza* leafmining Flies and Their Natural Enemies [C]. Abstracts of the XXIII International Congress of Entomology 6-12 July 2008, South Africa: Durban, 2008.
- Chen CX, Zhou FC. The occurrence and control technology of *Chromatomyia horticola* in Nanjing region [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2004, 3: 46-47. [陈传翔, 周福才. 南京地区豌豆彩潜蝇发生规律及控制技术 [J]. *江苏农业科学*, 2004, 3: 46-47]
- Chen XL, Wang S. The biodiversity committee of Chinese Academy of Sciences, 2024, Catalogue of Life China: 2024 Annual Checklist, Beijing, China [EB/OL]. [http://www.sp2000.org.cn/browse/browse\\_this\\_taxa/45f39bdfb6154455a4a786a735979c38](http://www.sp2000.org.cn/browse/browse_this_taxa/45f39bdfb6154455a4a786a735979c38).
- Chen XX, Du YJ, Huang JH, *et al.* Recent progresses in biological control of crop pathogens and insect pests in China [J]. *Journal of Plant Protection*, 2023, 49: 340-370. [陈学新, 杜永均, 黄健华, 等. 我国作物病虫害生物防治研究与应用最新进展 [J]. *植物保护*, 2023, 49: 340-370]
- Chen XX, Lang FY, Xu ZH, *et al.* The occurrence of leafminers and their parasitoids on vegetables and weeds in Hangzhou area, Southeast China [J]. *BioControl*, 2003, 48: 515-527.
- Dong WY, Chen RP, Wu JN, *et al.* Research progress on semiochemicals-mediated egg-laying behavior and mechanism in insects [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2023, 60 (2): 389-410. [董婉莹, 陈瑞朋, 吴基楠, 等. 化学信息介导的昆虫产卵行为及机制研究进展 [J]. *应用昆虫学报*, 2023, 60(2): 389-410]
- Du SJ, Ye FY, Xu SY, *et al.* Thelytokous *Diglyphus wani*: a more promising biological control agent against agromyzid leafminers than its arrhenotokous counterpart [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2023, 22: 3731-3743.
- Griffiths GCD. The Alysiinae (Hym., Braconidae) Parasites of Agromyzidae (Diptera). III. The parasites of *Paraphytomyza* Enderlein, *Phytomyza* Hendel and *Phytomyza* Fallén [C]. *Beiträge Zur Entomologie = Contributions to Entomology*, 1966, 16 (7-8): 775-951.
- He J, Du SJ, Cheng XF, *et al.* A survey of the composition and occurrence of agromyzid leafminers and their parasitoids in Baiyin, Gansu, Northwestern China [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2022, 65: 533-540. [贺静, 杜素洁, 程鑫斐, 等. 甘肃白银地区潜叶蝇及其寄生蜂的组成和发生调查 [J]. *昆虫学报*, 2022, 65: 533-540]
- Hespenheide HA. Bionomics of leaf-mining insects [J]. *Annual Review Of Entomology*, 1991, 36: 535-560.
- Iqbal J, Zhang XX, Chang YW, *et al.* Differential response of leafminer flies *Liriomyza trifolii* (Burgess) and *Liriomyza sativae* (Blanchard) to rapid cold hardening [J]. *Insects*, 2021, 12 (11): 1041.
- Jin H, Wang SX, Long LX. Identification and taxonomy of leafminer parasitoid wasps in Heilongjiang Province, China [J]. *Journal of Plant Protection*, 2004, 30: 75-77. [金辉, 王世喜, 龙立新, 等. 黑龙江省潜叶蝇寄生蜂种类名录与分类鉴定 [J]. *植物保护*, 2004, 30: 75-77]
- Johnson MW, Oatman ER, Wyman JA, *et al.* Effects of insecticides on populations of the vegetable leafminer and associated parasites on fall pole Tomatoes [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1980, 73: 67-71.
- Kang L. Ecology and Sustainable Control of Serpentine Leafminers [M]. Beijing: Science Press, 1996: 215. [康乐. 斑潜蝇的生态学与持续控制 [M]. 北京: 科学出版社, 1996: 215]
- Lei ZR, Wang Y, Liu YY, *et al.* Comparative study of the biology of *Liriomyza sativae* and *Liriomyza huidobrensis*. Development of

- Plant Protection and Plant Nutrition [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1999: 280-284. [雷仲仁, 王音, 刘月英, 等. 南美斑潜蝇与美洲斑潜蝇的生物学比较研究. 植物保护与植物营养研究进展 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 280-284]
- Lei ZR, Wang Y, Wen JZ. Identification of 11 species of leafminers on vegetables [J]. *Journal of Plant Protection*, 1996, 22 (6): 40-43. [雷仲仁, 王音, 问锦曾. 蔬菜上 11 种潜叶蝇的鉴别 [J]. 植物保护, 1996, 22(6): 40-43]
- Li XJ, Zheng G, Wang SX, *et al.* A survey on the characteristic of mixed occurrence of *Liriomyza sativae* and *Liriomyza huidobrensis* [J]. *Liaoning Agricultural Sciences*, 2006, 6: 13-14. [李学军, 郑国, 王淑贤, 等. 美洲斑潜蝇与南美斑潜蝇混合发生特点调查研究 [J]. 辽宁农业科学, 2006, 6: 13-14]
- Li XY, van Achterberg C, Tan JC. Revision of the subfamily Opiinae (Hymenoptera, Braconidae) from Hunan (China), including thirty-six new species and two new genera [J]. *Zookeys*, 2013, 268: 1-186.
- Lian YG, Wang SQ, Bai SX, *et al.* The effect of volatile infochemicals on host selection behavior of *Trichogramma ostrinae* [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2007, 50: 448-453. [练永国, 王素琴, 白树雄, 等. 挥发性信息化合物对玉米螟赤眼蜂寄主选择行为的影响 [J]. 昆虫学报, 2007, 50: 448-453]
- Liu WC. Research progress on modern tools for crop pests forecasting in China [J]. *China Plant Protection*, 2017, 37 (9): 29-33. [刘万才. 我国农作物病虫害现代测报工具研究进展 [J]. 中国植保导刊, 2017, 37(9): 29-33]
- Liu WX, Wang WX, Wang W, *et al.* Characteristics and application of *Diglyphus* parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae: Eulophinae) in controlling the agromyzid leafminers [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2013, 56 (4): 427-437. [刘万学, 王文霞, 王伟, 等. 潜蝇姬小蜂属寄生蜂对潜叶蝇的控害特性及应用 [J]. 昆虫学报, 2013, 56(4): 427-437]
- Lonsdale O. Redefinition and synonymy of genera in the *Ophiomyia* genus group, with the description of *Euhexomyza* new genus (Diptera: Agromyzidae) [J]. *The Canadian Entomologist*, 2014, 146 (5): 481-513.
- Lonsdale O. The *Liriomyza* (Agromyzidae: Schizophora: Diptera) of California [J]. *Zootaxa*, 2011, 2850: 1-123.
- Maharjan R, Kwon M, Kim J, *et al.* Mass production of *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae), a biological control agent of a Korean population of potato leaf miner *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) [J]. *Entomological Research*, 2017, 47: 100-94.
- Monica SS, Vinothkumar B. "Evaluation and validation of IPM modules in Potato against invasive leaf miner, *Liriomyza huidobrensis*" [J]. *Potato Research*, 2023.
- Mujica N, Sporleder M, Carhuapoma P, *et al.* A temperature-dependent phenology model for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2017, 110 (3): 1333-1344.
- Murphy ST, Lasalle J. Balancing biological control strategies in the IPM of new world invasive liriomyza leafminers in field vegetable crops [J]. *Biocontrol News and Information*, 1999, 20.
- Musundire R, Chabi-Olaye A, Salifu A, *et al.* Host plant-related parasitism and host feeding activities of *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza sativae*, and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2012, 105 (1): 161-168.
- National Bureau of Statistics. The Annual Province Data of China[M]. Beijing: China Statistics Press, 2024. [国家统计局. 中国分省年度数据 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2024]
- Noyes JS. Universal Chalcidoidea Database [M]. The Natural History Museum, 2019.
- Parrella MP, Jones VP, Youngman RR, *et al.* Effect of leaf mining and leaf stippling of *Liriomyza* spp. on photosynthetic rates of *Chrysanthemum* [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1985, 78: 90-93.
- Parrella MP. Biology of *Liriomyza* [J]. *Annual Review of Entomology*, 1987, 32: 201-224.
- Ranji H, Karimpour Y, Lofthalizadeh H. *Halticoptera andriescui* Mitroiu (Hym.: Pteromalidae) a new parasitoid of *Chromatomyia horticola* (Goureau) (Dip.: Agromyzidae) [J]. *Entomologia Generalis*, 2016, 36: 91-95.
- Ridland PM, Umina PA, Pirtle EI, *et al.* Potential for biological control of the vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae), in Australia with parasitoid wasps [J]. *Austral Entomology*, 2020, 59: 16-36.
- Scheffer SJ, Winkler IS, Wiegmann BM. Phylogenetic relationships within the leaf-mining flies (Diptera: Agromyzidae) inferred from sequence data from multiple genes [J]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2007, 42: 756-775.
- Seal DR, Liburd O, Li J. Seasonal abundance of various hymenopteran parasitoids of leafminers in Beans and comparative abundance in Bean, Tomato, and Squash [J]. *Agriculture*, 2023, 13 (7): 1460.
- Shiao SF. Morphological diagnosis of six *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) of quarantine importance in Taiwan [J]. *Applied Entomology and Zoology*, 2004, 39: 27-39.
- Strong WL. Biased richness and evenness relationships within Shannon-Wiener index values [J]. *Ecological Indicators*, 2016, 67: 703-713.
- Supartha IW, Susila IW, Rauf A, *et al.* Evaluation of the community structure leafminer fly, *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) and their parasitoids on various host plant families in Bali province [J]. *Hayati Journal of Biosciences*, 2023, 30 (3): 432-444.

- Tantowijoyo W, Hoffmann AA. Identifying factors determining the altitudinal distribution of the invasive pest leafminers *Liriomyza huidobrensis* and *Liriomyza sativae* [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2010, 135: 141-153.
- Tao SX, Huang K, Tian J, *et al.* A new species of *Hemiptarsenus* Westwood (Hymenoptera, Eulophidae) from China, with a key to Chinese species [J]. *ZooKeys*, 2021, 1033: 173-181.
- Tao SX, Liang BW, Huang KW, *et al.* Community structure and diversity of hymenopteran parasitoids of *Chromatomyia horticola* (Diptera: Agromyzidae) in different habitats in Changchun, China [J]. *Environmental Entomology*, 2022, 51: 521-527.
- Tao SX, Lu ZH, Xue D, *et al.* Preliminary investigation of parasitoids reared from leafminer flies in Changchun area [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2023, 45: 30-35. [陶淑霞, 陆子慧, 薛丹, 等. 长春地区潜叶蝇寄生蜂种类的初步调查 [J]. 吉林农业大学学报, 2023, 45: 30-35]
- Wei JQ, Hong WY, Xie GX, *et al.* A survey on the occurrence of *Liriomyza trifolii* in Hangzhou area [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2009, 6: 1162-1163. [尉吉乾, 洪文英, 谢国雄, 等. 杭州地区三叶草斑潜蝇发生情况的调查 [J]. 浙江农业科学, 2009, 6: 1162-1163]
- Weintraub PG, Horowitz AR. The newest leafminer pest in Israel *Liriomyza huidobrensis* [J]. *Phytoparasitica*, 1995, 23: 177-184.
- Winkler IS, Mitter C, Scheffer SJ. Repeated climate-linked host shifts have promoted diversification in a temperate clade of leaf-mining flies [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, 106: 18103-18108.
- Winkler IS, Scheffer SJ, Mitter C. Molecular phylogeny and systematics of leaf-mining flies (Diptera: Agromyzidae): Delimitation of *Phytomyza* Fallén sensu lato and included species groups, with new insights on morphological and host-use evolution [J]. *Systematic Entomology*, 2009, 34: 260-292.
- Xu ZH, Chen XX, Rong LQ, *et al.* Parasitic wasps of leaf miner in vegetable field (III)-Pteromalidae and Megaspilidae [J]. *Entomological Journal of East China*, 2001, 10: 17-21. [徐志宏, 陈学新, 荣路琪, 等. 蔬菜地潜叶蝇寄生蜂种类研究 (III) --金小蜂科 Pteromalidae 和大痣细蜂科 Megaspilidae [J]. 华东昆虫学报, 2001, 10: 17-21]
- Xuan JL, Scheffer SJ, Lewis M, *et al.* The phylogeny and divergence times of leaf-mining flies (Diptera: Agromyzidae) from anchored phylogenomics [J]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2023, 184: 107778.
- Yang XX, Li SB, Chen TE, *et al.* Bird diversity of BaiGui Lake Nature Reserve in winter [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2023, 39 (1): 90-96. [杨晓星, 李少斌, 陈天恩, 等. 白龟湖自然保护区冬季鸟类多样性分析 [J]. 生态与农村环境学报, 2023, 39(1): 90-96]
- Ye FY, Yang YM, Zhang YB, *et al.* The thelytokous strain of the parasitoid *Neochrysocharis formosa* outperforms the arrhenotokous strain in reproductive capacity and biological control of agromyzid leafminers [J]. *Pest Management Science*, 2023, 79 (2): 729-740.
- Zhu CD, Huang DW. A taxonomic study on Eulophidae from Guangxi, China (Hymenoptera: Chalcidoidea) [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2002, 27: 583-607. [朱朝东, 黄大卫. 广西姬小蜂科分类学研究 (膜翅目:小蜂总科) [J]. 动物分类学报, 2002, 27: 583-607]
- Zhu CD, Huang DW. A taxonomic study on Eulophidae from Zhejiang, China (Hymenoptera: Chalcidoidea) [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2001, 26: 533-547. [朱朝东, 黄大卫. 浙江姬小蜂科分类学研究 (膜翅目:小蜂总科) [J]. 动物分类学报, 2001, 26: 533-547]

附表:

附表 1 辽宁省 2016-2020 年不同寄主植物上寄生蜂的种类

Supplementary Table 1 The species of parasitoids on different host plants in Liaoning province from 2016 to 2020

科 Family	种类 Species	寄主植物 Host plants																																											
		葱 菜	麻 菜	铁 线 莲	巧 玲 花	紫 丁 香	山 楂	白 菜	小 白 菜	独 行 菜	二 月 兰	萝 卜	芥 菜	油 菜	番 茄	龙 葵	圣 女 果	茄 子	秋 葵	豆 角	豇 豆	梅 豆	四 季 豆	豌 豆	芸 豆	冬 瓜	瓜 蒡	西 葫 芦	黄 瓜	南 瓜	丝 瓜	甜 瓜	银 线 草	百 日 菊	苍 耳	刺 儿 菜	大 丽 花	飞 廉	非 洲 菊	黄 蒿	尖 裂 还	假 阳 参	苦 苣 菜	泥 胡 菜	三 裂 叶 豚 草
姬小蜂科 Eulophidae	二线姬小蜂 <i>Asecodes erxias</i> , 1848	-	-	-	-	-	-	√	-	√	-	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	√	-		
	底比斯姬小蜂 <i>Chrysocharis pentheus</i> , 1839	-	√	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	√	-	-	√	√	√	-	-	√	√	√	-	-	-	-	-	-	√	-	√	-	√	√	√	√	-	
	普金姬小蜂 <i>Chrysocharis pubicornis</i> , 1838	-	-	-	-	-	-	-	√	√	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-		
	潜蛾姬小蜂 <i>Closterocerus lyonetae</i> , 1952	-	√	-	-	-	-	√	√	√	-	-	-	√	-	√	-	√	-	√	√	√	√	√	-	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	
	白柄潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus albiscapus</i> , 1951	-	√	-	-	-	-	-	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	√	-	√	√	-	-	
	大斑潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus crassinervis</i> , 1958	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	
	豌豆潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus isaea</i> , 1838	-	√	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	√	-	-	√	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	√	√	-	-	
	美丽潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus pulchripes</i> , 1912	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	
	紫盾潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus pusztensis</i> , 1951	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	万氏潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus wani</i> , 2018	-	√	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	√	√	-	√	-	-	-



