

· 外来物种入侵防控 ·

DOI: 10.15886/j.cnki.rdswwb.20240190



主持人: 刘万学

宁夏地区潜叶蝇种类和危害程度及其天敌寄生蜂调查

霍宝伟^{1,2#}, 袁诗薇², 叶福宇², 杜素洁², 万伟杰², 郭建洋²,

万方浩², 周洪旭^{1*}, 刘万学^{2*}

(1. 青岛农业大学 植物医学学院, 山东 青岛 266109 中国; 2. 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 中国)

摘要: 为明确宁夏地区蔬菜上潜叶蝇的发生危害情况及其天敌寄生蜂的种类组成, 通过对宁夏地区蔬菜上的潜叶蝇及其天敌寄生蜂进行采样调查, 利用形态学方法进行鉴定。2016—2019年, 宁夏地区有5种潜叶蝇发生危害, 包括豌豆彩潜蝇(*Phytomyza horticola*)、美洲斑潜蝇(*Liriomyza sativae*)、南美斑潜蝇(*L. huidobrensis*)、番茄斑潜蝇(*L. bryoniae*)和葱斑潜蝇(*Liriomyza chinensis*), 其中, 美洲斑潜蝇发生数量和寄主植物种类均最多, 尤其嗜好葫芦科植物; 番茄斑潜蝇仅在油菜(*Brassica campestris*)和番茄(*Lycopersicon esculentum*)上发现危害, 且危害程度较低。潜叶蝇上寄生蜂的种类包括4科17属27种, 从发生数量和寄生范围来看, 优势种主要是芙新姬小蜂(*Neochrysocharis formosa*)和豌豆潜蝇姬小蜂(*Diglyphus isaea*), 其中, 芙新姬小蜂1129头, 占总数41.81%; 豌豆潜蝇姬小蜂458头, 占总数16.96%。宁夏地区的潜叶蝇对作物造成了不同程度的危害, 应重点关注豆科作物上潜叶蝇的发生, 并加强田间监测预警与绿色防治工作。此外, 该地区的潜叶蝇寄生蜂资源丰富, 需进一步加强天敌昆虫资源的保护, 尤其是进一步发掘优势天敌芙新姬小蜂、豌豆潜蝇姬小蜂的防控潜力, 以实现绿色、可持续的害虫管理。

关键词: 潜叶蝇; 寄生蜂; 种类组成; 优势种; 生物防治

中图分类号: S436.3

文献标志码: A

文章编号: 1674-7054(2025)03-0327-07

霍宝伟, 袁诗薇, 叶福宇, 等. 宁夏地区潜叶蝇种类和危害程度及其天敌寄生蜂调查 [J]. 热带生物学报, 2025, 16(3): 327-333. doi: 10.15886/j.cnki.rdswwb.20240190

潜叶蝇 (agromyzid leafminers) 属于双翅目 (Diptera) 潜蝇科 (Agromyzidae), 是一类具有全球性危害的小型昆虫, 其成虫在叶片上产卵, 幼虫在叶片、茎等部位取食, 形成白色不规则的虫道, 严重影响作物的光合作用, 导致植株生长减缓, 甚至死亡^[1-2]。近年来, 随着全球气候变化和农业活动的频繁, 潜叶蝇的分布范围和危害程度呈现出逐渐扩大的趋势, 成为全球农业生产中不容忽视的问题^[3-5]。在中国, 已有169种潜叶蝇被报道, 以斑潜蝇属 (*Liriomyza*) 和植潜蝇属 (*Phytomyza*) 物种最为常见^[6-7]。中国常见的潜叶蝇有6种, 包括三

叶草斑潜蝇 (*Liriomyza trifolii*)、南美斑潜蝇 (*L. huidobrensis*)、番茄斑潜蝇 (*L. bryoniae*)、美洲斑潜蝇 (*L. sativae*)、豌豆彩潜蝇 (*Phytomyza horticola*) 和葱斑潜蝇 (*L. chinensis*), 对中国经济作物造成了严重破坏。

目前, 化学农药仍是防治潜叶蝇的主要手段。但随着化学农药使用带来的环境污染和潜叶蝇抗药性的形成, 生物防治成为一种更加可持续的害虫管理策略^[8-10]。寄生蜂 (parasitoid wasps) 作为潜叶蝇的天敌昆虫, 在潜叶蝇的生物防治中扮演着关键角色, 其可以通过寄生潜叶蝇的幼虫或

收稿日期: 2024-12-19

修回日期: 2025-02-16

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

*第一作者: 霍宝伟 (1997—) 男, 青岛农业大学植物医学学院 2022 级硕士生。E-mail: huobaoweicaas@163.com

*通信作者: 周洪旭 (1968—) 男, 教授, 博士。研究方向: 害虫生物防治及外来入侵生物预警与治理。E-mail: hxzhou@qau.edu.cn;

刘万学 (1972—) 男, 研究员, 博士。研究方向: 入侵种预防与控制。E-mail: liuwanxue@caas.cn

蛹,阻止潜叶蝇正常发育,从而达到控制潜叶蝇种群的目的^[11-13]。在自然界,寄生蜂的种类非常丰富,在控制潜叶蝇种群发展和促进农业生产绿色发展上发挥着重要的作用^[14-16]。据不完全统计,寄生潜叶蝇的寄生蜂种类已超过 300 种^[17],主要来自 4 个科(姬小蜂科 Eulophidae、茧蜂科 Braconidae、金小蜂科 Pteromalidae 和瘿蜂科 Cynipidae),其中,姬小蜂科的种类和数量均为最多的^[6,18-19]。中国拥有丰富的作为潜叶蝇的天敌昆虫的寄生蜂种类资源,且在地区上分布广泛,但不同地区的寄生蜂多样性存在差异。目前对潜叶蝇和寄生蜂的调查研究有限,仅对一些特定地区进行了调查,如北京、西藏、吉林等地。北京地区发生在潜叶蝇上的寄生蜂种类涉及 4 科 14 属 27 种^[20],以豌豆潜蝇姬小蜂(*Diglyphus isaea*)和芙新姬小蜂(*Neochrysocharis formosa*)发生较为优势;西藏地区发生在南美斑潜蝇上的寄生蜂种类有 3 科 9 属 16 种^[21],以西伯利亚离颚茧蜂(*Dacnusa sibirica*)发生较为优势;吉林省中西部地区潜叶蝇寄生蜂种类多达 4 科 15 属 20 种^[22],以豌豆潜蝇姬小蜂发生较为优势;海南省发生在潜叶蝇上的寄生蜂有 3 科 12 属 16 种^[19],以芙新姬小蜂发生较为优势。从以上调查结果可见,不同地区的潜叶蝇寄生蜂的组成存在不同,这可能与这些地区的气候、种植模式差异等因素有关,因此,需要进一步调查其他地区的潜叶蝇寄生蜂资源,为因地制宜地制定优势寄生蜂在生物防治中的应用策略提供资料。

宁夏地区是中国西北部的重要农业生产基地,潜叶蝇是蔬菜上的常见害虫,对宁夏地区的蔬菜安全生产产生了威胁。因此,本研究对宁夏地区潜叶蝇的组成与发生危害情况及潜叶蝇寄生蜂的多样性进行调查,旨在明确该地区潜叶蝇的种类及危害程度,探明天敌寄生蜂的本底资源,为有效保护和利用天敌昆虫资源对潜叶蝇进行生物防治提供参考,对促进绿色农业发展具有积极意义。

1 材料与方法

1.1 田间调查方法 本次调查在宁夏回族自治区的 4 个市(银川市、石嘴山市、中卫市、固原市)的 8 个县/区设立 30 个采样点。在 2016 年 6 月—2019 年 9 月期间,采取随机取样的调查方法,对每个采样点的每种寄主植物采集 50 片以上受害叶

片,并详细记录采集的相关信息(采集时间、地点、经纬度、寄主植物种类和生境特征等)。在本次调查中,覆盖了 6 个科的 20 种寄主植物,包括不同生长阶段(幼苗期、生长期、开花期、结果期和衰老期)的蔬菜和水果,并且涵盖了不同的生长环境,包括温室和露天,总共收集了 76 份样本,其中温室环境下的样本有 3 份。

1.2 样本的保存与处理 依据不同的采集时间、地点和寄主植物种类,将采集的叶片放入网纱笼(尺寸为 40 cm × 40 cm × 40 cm,网孔密度为 200 目),在室内控制条件下进行羽化。具体控制条件:温度维持在(25 ± 1)℃,相对湿度控制在(50 ± 5)%,以及光周期设置为 14 h 光照:10 h 黑暗。羽化完成后,立即将潜叶蝇和寄生蜂快速冷冻致死,并将其浸泡在 99.70%(V/V)的无水乙醇中。将这些样本存放于-40℃的环境中,用于进行形态学的鉴定工作。

1.3 形态鉴定 从无水乙醇中取出样本后,使用 ZEISS Stemi 508 立体显微镜进行形态学鉴定。在鉴定潜叶蝇时,依据雷仲仁等^[23]和 Liang 等^[24]的研究来识别其形态特征;对于寄生蜂的鉴定,则参考朱朝东^[25]、Forshage 和 Nordlander^[26]、Hansson 和 Navone^[27]、Zheng 和 Chen^[28]、Ye 等^[12]、Du 等^[29]以及 Wan 等^[30]的研究。

1.4 潜叶蝇危害程度调查 从依据不同的采样时间、地点和寄主植物种类收集的 76 份样本中逐个随机抽取 10 片受害叶片进行潜叶蝇危害程度调查统计。潜叶蝇的危害程度依据受害叶片的潜道面积占叶片总表面积的百分比来判断。参考顾黄辉等^[31]和常亚文等^[32]的研究将潜叶蝇对寄主植物造成的危害程度分为 5 个等级,具体为等级 I(0 ~ ≤10%)、等级 II(10% ~ ≤20%)、等级 III(20% ~ ≤50%)、等级 IV(50% ~ ≤80%)、等级 V(80% ~ ≤100%)。

2 结果与分析

2.1 宁夏地区潜叶蝇的种类 2016 年 6 月—2019 年 9 月,在中国宁夏回族自治区 4 个市(银川市、石嘴山市、中卫市、固原市)共收集潜叶蝇 2 303 头,其中有 5 种常见潜叶蝇:美洲斑潜蝇、南美斑潜蝇、豌豆彩潜蝇、番茄斑潜蝇和葱斑潜蝇。从采集的个体数量来看,5 种常见潜叶蝇的发生比

例不同。如, 潜叶蝇优势种是美洲斑潜蝇, 为 2 102 头, 占总数的 91.27%; 其他是南美斑潜蝇为 80 头, 占总数的 3.47%; 豌豆彩潜蝇为 80 头, 占总数的 3.47%; 番茄斑潜蝇为 20 头, 占总数的 0.87%; 葱斑潜蝇为 11 头, 占总数的 0.48%。

2.2 宁夏地区潜叶蝇的危害 潜叶蝇对不同寄主的危害调查统计结果(表 1)显示, 美洲斑潜蝇危害的寄主种类最多, 涉及 5 科 15 种植物, 为葫芦科植物 6 种(西葫芦、丝瓜、南瓜、黄瓜、西瓜、甜瓜)、豆科植物 3 种(豇豆、菜豆和扁豆)、茄科 3 种(番茄、龙葵、樱桃番茄)、菊科 2 种(金盏菊、百日菊)、百合科 1 种(大葱), 其中, 美洲斑潜蝇更偏好葫芦科植物且对葫芦科植物的危害更为严重。豌豆彩潜蝇的寄主有 3 科 7 种, 为菊科 3 种(百日菊、苦苣菜、苦苣菜)、十字花科 3 种(油菜、萝卜和白菜)、百合科 1 种(大葱), 其中, 豌豆彩潜

蝇对于百日菊和苦苣菜的危害较为严重。南美斑潜蝇的寄主有 3 科 3 种, 为豆科 1 种(四季豆)、十字花科 1 种(萝卜)、葫芦科植物 1 种(葫芦、甜瓜), 其中, 南美斑潜蝇对四季豆的危害较为严重。番茄斑潜蝇的寄主有 2 科 2 种, 为十字花科 1 种(油菜), 茄科 1 种(番茄), 其中, 番茄斑潜蝇对油菜的危害更为严重。葱斑潜蝇的寄主植物种类最少, 主要为百合科葱属植物(大葱)。潜叶蝇对不同寄主的危害调查统计结果显示了宁夏地区潜叶蝇的寄主种类有所不同, 且在不同寄主植物上的危害程度也有所不同, 且不同潜叶蝇的寄主植物存在重叠, 同一寄主受不同潜叶蝇的危害程度也不同。例如, 豌豆彩潜蝇和番茄斑潜蝇都可为害油菜, 但前者对油菜的危害程度更重; 豌豆彩潜蝇和南美斑潜蝇都可为害萝卜, 但前者对萝卜的危害更为严重; 美洲斑潜蝇和南美斑潜蝇都可为害

表 1 2016—2019 年宁夏地区不同寄主植物上的潜叶蝇种类及危害等级

Tab. 1 Species and damage degree of agromyzid leafminers on different host plants in Ningxia region from 2016 to 2019

寄主植物所属科 Family of host plant	寄主植物 Host plant	调查点数 Survey plots	潜叶蝇 Leafminers				
			豌豆彩潜蝇 <i>Phytomyza horticola</i>	美洲斑潜蝇 <i>Liriomyza sativae</i>	南美斑潜蝇 <i>Liriomyza huidobrensis</i>	番茄斑潜蝇 <i>Liriomyza bryoniae</i>	葱斑潜蝇 <i>Liriomyza chinensis</i>
十字花科 Brassicaceae	油菜 <i>Brassica campestris</i>	4	Ⅳ	—	—	Ⅲ	—
	萝卜 <i>Raphanus sativus</i>	2	Ⅲ	—	Ⅰ	—	—
	白菜 <i>Brassica rapa</i>	2	Ⅰ	—	—	—	—
	苦苣菜 <i>Ixeris polycephala</i>	1	Ⅲ	—	—	—	—
菊科 Asteraceae	苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i>	1	Ⅱ	—	—	—	—
	金盏菊 <i>Calendula officinalis</i>	1	—	Ⅱ	—	—	—
	百日菊 <i>Zinnia elegans</i>	1	Ⅳ	Ⅱ	—	—	—
豆科 Fabaceae	豇豆 <i>Vigna unguiculata</i>	3	—	Ⅱ	—	—	—
	四季豆 <i>Phaseolus vulgaris</i>	8	—	Ⅳ	Ⅲ	—	—
	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	1	—	Ⅲ	—	—	—
	丝瓜 <i>Luffa aegyptiaca</i>	5	—	Ⅳ	—	—	—
葫芦科 Cucurbitaceae	西葫芦 <i>Cucurbita pepo</i>	3	—	Ⅳ	—	—	—
	西瓜 <i>Citrullus lanatus</i>	2	—	Ⅱ	—	—	—
	甜瓜 <i>Cucumis melo</i>	2	—	Ⅱ	—	—	—
	南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	1	—	Ⅲ	—	—	—
	黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>	3	—	Ⅲ	—	—	—
	番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i>	7	—	Ⅱ	—	Ⅱ	—
	龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	1	—	Ⅱ	—	—	—
茄科 Solanaceae	樱桃番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i>	1	—	Ⅰ	—	—	—
	大葱 <i>Allium fistulosum</i>	3	Ⅰ	Ⅱ	—	—	Ⅲ
百合科 Liliaceae							

注: 潜叶蝇对寄主植物的危害等级划分为等级Ⅰ(0~≤10%)、等级Ⅱ(10%~≤20%)、等级Ⅲ(20%~≤50%)、等级Ⅳ(50%~≤80%)、等级Ⅴ(80%~≤100%); “—”表示在寄主植物上未发现该潜叶蝇。

Note: Classification of damage degree of agromyzid leafminers to host plants: Ⅰ (0-≤10%), Ⅱ (10%-≤20%), Ⅲ (20%-≤50%), Ⅳ (50%-≤80%), Ⅴ (80%-≤100%); “—” indicates that the leafminers was not found on the host plant.

菜豆, 两者对菜豆的危害程度相当。

2.3 宁夏地区潜叶蝇寄生蜂的种类 2016 年 6 月—2019 年 9 月期间, 在中国宁夏回族自治区 4 个市(银川市、石嘴山市、中卫市和固原市)共收

集到潜叶蝇寄生蜂 3 031 头, 这些寄生蜂涵盖了 4 科 17 属 29 种(表 2)。其中, 姬小蜂科的寄生蜂数量最为丰富, 占总数的 88.89%, 包括 11 属 18 种; 茧蜂科有 3 属 5 种, 占总数的 6.59%; 金小

表 2 2016—2019 年宁夏地区不同潜叶蝇上的寄生蜂种类组成

Tab. 2 The species composition of parasitoids against agromyzid leafminers in the Ningxia region during 2016 to 2019

分类地位 Taxonomic status	寄生蜂 Parasitoids	潜叶蝇 Leafminers					寄生蜂数量 Number of parasitoids
		豌豆彩潜蝇 <i>Phytomyza horticola</i>	美洲斑潜蝇 <i>Liriomyza sativae</i>	南美斑潜蝇 <i>Liriomyza huidobrensis</i>	番茄斑潜蝇 <i>Liriomyza bryoniae</i>	葱斑潜蝇 <i>Liriomyza chinensis</i>	
姬小蜂科 Eulophidae	底比斯姬小蜂 <i>Chrysocharis pentheus</i>	—	√	√	—	—	185
	普金姬小蜂 <i>Chrysocharis pentheus</i>	√	—	√	√	—	76
	纵纹瑟姬小蜂 <i>Cirrospilus vittatus</i>	√	—	—	√	—	14
	潜蛾姬小蜂 <i>Closterocerus lyonetiae</i>	√	√	√	—	—	259
	白柄潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus albiscapus</i>	√	√	√	—	—	14
	大斑潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus crassinervis</i>	√	√	—	—	√	90
	双带潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus difasciatus</i>	√	—	√	—	—	1
	豌豆潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus isaea</i>	√	√	√	√	—	458
	万氏潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus wani</i>	√	√	√	√	—	138
	<i>Diglyphus</i> sp.	√	√	—	√	—	4
	<i>Hemiptarsenus</i> sp.	√	—	√	—	—	1
	<i>Minotetrastichus</i> sp.	√	—	√	√	—	58
	芙新姬小蜂 <i>Neochrysocharis formosa</i>	√	√	√	√	—	1 129
	<i>Neochrysocharis</i> sp.	√	—	—	√	—	4
	玫派姬小蜂 <i>Pediobius metallicus</i>	√	—	—	√	—	7
	<i>Pnigalio</i> sp.	—	√	√	—	—	1
	杂色羽角姬小蜂 <i>Sympiesis flavopicta</i>	√	√	√	—	—	47
	<i>Tetrastichus</i> sp.	√	—	—	√	—	4
茧蜂科 Braconidae	<i>Braconidae</i> sp.1	√	—	√	—	—	2
	<i>Braconidae</i> sp.2	√	—	—	√	—	1
	西伯利亚离颚茧蜂 <i>Dacnusa sibirica</i>	√	√	√	√	—	135
	<i>Opius</i> sp.1	√	√	√	—	—	39
	<i>Opius</i> sp.2	—	√	√	—	—	1
金小蜂科 Pteromalidae	碟状赘须金小蜂 <i>Halticoptera patellana</i>	√	—	√	√	—	111
	<i>Halticoptera</i> sp.	—	√	—	—	—	1
	<i>Pteromalidae</i> sp.1	—	—	—	—	√	2
	<i>Pteromalidae</i> sp.2	√	—	—	√	—	3
	<i>Pteromalidae</i> sp.3	√	—	—	√	—	1

注: “√”表示在潜叶蝇上发现该寄生蜂; “—”表示在潜叶蝇上未发现该寄生蜂。

Note: “√” indicates that the parasitoids were found on the leafminers; “—” indicates that the parasitoids were not found on the leafminers.

蜂科包含2属5种, 占总数的4.30%。调查采集的个体数量的分析结果显示, 寄生蜂优势种包括芙新姬小蜂(1 129头, 占总数的41.81%)、豌豆潜蝇姬小蜂(458头, 占总数的16.96%)、潜蛾姬小蜂(259头, 占总数的9.59%)、底比斯姬小蜂(185头, 占总数的6.85%)、万氏潜蝇姬小蜂(138头, 占总数的5.11%)、西伯利亚离颚茧蜂(135头, 占总数的5.00%)和碟状赘须金小蜂(111头, 占总数的4.11%)。寄生范围的分析结果显示, 寄生蜂优势种包括芙新姬小蜂、豌豆潜蝇姬小蜂、万氏潜蝇姬小蜂和西伯利亚离颚茧蜂, 这些优势种均能够寄生在4种不同的潜叶蝇上。此外, 调查结果还显示, 各类潜叶蝇的天敌寄生蜂的种类间存在差异, 其中, 豌豆彩潜蝇的寄生蜂种类最为丰富, 涵盖了4科16属23种; 南美斑潜蝇次之, 其寄生蜂种类包括3科12属17种; 番茄斑潜蝇的寄生蜂种类则有4科12属16种; 美洲斑潜蝇, 其寄生蜂种类则涉及3科9属13种; 葱斑潜蝇的寄生蜂种类最少, 其寄生蜂种类涉及2科2属2种。

3 讨 论

本研究揭示了宁夏地区蔬菜上潜叶蝇的种类组成、危害特点及其天敌寄生蜂资源的多样性, 这对区域农业生态系统的管理具有重要意义。调查结果显示, 宁夏地区共有5种潜叶蝇(美洲斑潜蝇、南美斑潜蝇、豌豆彩潜蝇、番茄斑潜蝇和葱斑潜蝇)发生为害, 其中, 美洲斑潜蝇是优势物种, 这与刘军和^[33]的研究结果一致, 表明美洲斑潜蝇在宁夏地区长期占据生态优势地位。近年来, 美洲斑潜蝇在海南、北京、辽宁等多个地区也表现出显著的优势种群特征^[19-20, 34], 这可能与其广泛适应性密切相关, 尤其是其在多种寄主植物及多变环境条件中的适应能力^[35-37]。此外, 相较于文献^[33, 38-39], 本次调查还发现了番茄斑潜蝇在宁夏的危害。番茄斑潜蝇寄主范围非常广泛, 可危害包含茄科、豆科、十字花科等36个科的多种植物^[40], 番茄斑潜蝇的传播扩散对宁夏蔬菜产业的现代化发展构成挑战。基于以上发现, 本研究团队建议宁夏地区应建立常态化的动态监测体系, 追踪潜叶蝇种群的季节性变化和发生规律, 以实现科学预警与精准防控潜叶蝇。

宁夏地区潜叶蝇的寄生蜂资源极为丰富, 本

次调查共记录到4科17属29种, 其中, 姬小蜂科最多, 有18种, 其次是茧蜂科和金小蜂科, 各有5种。相比海南^[19]、北京^[20]、甘肃^[41]和东北三省^[22, 34, 42]的调查结果, 宁夏地区寄生蜂资源的多样性呈现显著的区域差异, 这可能与各地区潜叶蝇种类组成、农作物种植格局和气候条件的差异有关。本研究发现, 姬小蜂科寄生蜂在宁夏和其他地区一样^[19, 20, 34], 是潜叶蝇生物防治的主导类群, 其种类繁多且适应性强, 可在多种寄主和环境条件下发挥控害作用^[14]。另外, 不同潜叶蝇的寄生蜂种类多样性也存在差异。例如, 宁夏地区豌豆彩潜蝇的寄生蜂种类最多(4科16属23种), 这与豌豆彩潜蝇作为中国本地种, 其寄主植物多样且分布广泛密切相关, 这种特性也为寄生蜂提供了丰富的栖息地和寄主资源。本研究还发现多种寄生蜂分别可以寄生多种潜叶蝇。例如芙新姬小蜂可以寄生4种潜叶蝇, 这种寄主适应性使其具有巨大的生物防治应用潜力^[43]。

随着全球气候变化和农业活动的不断加剧, 潜叶蝇及其寄生蜂的分布和种群动态也在发生变化。未来研究应聚焦于潜叶蝇种群动态及天敌寄生蜂生态适应性上, 探索不同环境条件下寄生蜂种类的优化组合、释放策略和高效利用, 同时, 可通过建立长期监测和评估机制, 加强对寄生蜂资源的保护。本研究查明了宁夏地区的潜叶蝇种类及其危害程度, 同时也发现了宁夏地区丰富的天敌寄生蜂资源, 为实现寄生蜂在农业生态系统中的可持续应用, 以及绿色农业发展提供了理论依据。

参考文献:

- [1] SPENCER K A. Polyphagous *Liriomyza* and *Phytomyza* species[M]//SPENCER K A. Agromyzidae (diptera) of economic importance. Dordrecht: Springer, 1973: 201-235. doi:10.1007/978-94-017-0683-4_8.
- [2] SCHEFFER S J, LEWIS M L. Mitochondrial phylogeography of vegetable pest *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae): divergent clades and invasive populations[J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 2005, 98(2): 181-186.
- [3] 陈兵, 康乐. 南美斑潜蝇在我国发生趋势和地理差异分析[J]. *植物检疫*, 2002, 16(3): 138-140.
- [4] GAO Y L, REITZ S, XING Z L, et al. A decade of leafminer invasion in China: lessons learned[J]. *Pest Management Science*, 2017, 73(9): 1775-1779.
- [5] LIANG Y X, DU S J, JIN Z A, et al. Population genetics

- and ecological niche modelling provide insights into management strategies of the herbivorous pest *Phytomyza horticola* (Diptera: Agromyzidae) [J]. *Diversity and Distributions*, 2023, 29(11): 1371 – 1387.
- [6] 康乐. 斑潜蝇的生态学与持续控制 [M]. 北京: 科学出版社, 1996: 215.
- [7] 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.
- [8] LIU T X, KANG L, HEINZ K M, et al. Biological control of *Liriomyza* leafminers: progress and perspective [J]. *CABI Reviews*, 2009, 4: 1 – 16.
- [9] WANG Y C, CHANG Y W, BAI J, et al. Temperature affects the tolerance of *Liriomyza trifolii* to insecticide abamectin [J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021, 218: 112307.
- [10] WANG Y C, CHANG Y W, GONG W R, et al. The development of abamectin resistance in *Liriomyza trifolii* and its contribution to thermotolerance [J]. *Pest Management Science*, 2024, 80(4): 2053 – 2060.
- [11] LIU T X, KANG L, LEI Z R, et al. Hymenopteran parasitoids and their role in biological control of vegetable *Liriomyza* leafminers [M] // LIU T X, KANG L. Recent advances in entomological research. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011: 376–403. doi:10.1007/978-3-642-17815-3_22.
- [12] YE F Y, ZHU C D, YEFREMOVA Z, et al. Life history and biocontrol potential of the first female-producing parthenogenetic species of *Diglyphus* (Hymenoptera: Eulophidae) against agromyzid leafminers [J]. *Scientific Reports*, 2018, 8(1): 3222.
- [13] BURKE G R, SHARANOWSKI B J. Parasitoid wasps [J]. *Current Biology*, 2024, 34(10): R483 – R488.
- [14] HERATY J. Parasitoid biodiversity and insect pest management [M] // FOOTITT R G, ADLER P H. Insect biodiversity: science and society. New York: Wiley, 2017: 603–625. doi: 10.1002/9781118945568.ch19.
- [15] WANG Z Z, LIU Y Q, SHI M, et al. Parasitoid wasps as effective biological control agents [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2019, 18(4): 705 – 715.
- [16] POLASZEK A, VILHEMSEN L. Biodiversity of hymenopteran parasitoids [J]. *Current Opinion in Insect Science*, 2023, 56: 101026.
- [17] NOYES J S. Natural History Museum. Our science [EB/OL]. (2019-03-15)[2024-07-30]. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>
- [18] HUSAIN T, KHAN M Y. Family eulophidae [J]. *Oriental Insects*, 1986, 20(1): 211 – 245.
- [19] 贺静. 海南省潜叶蝇及其寄生蜂的组成和发生动态 [D]. 荆州: 长江大学, 2021. doi:10.26981/d.cnki.gjhsc.2021.000679
- [20] 潘立婷. 北京地区潜叶蝇及其寄生蜂的组成和发生动态 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2019.
- [21] 潘立婷, 许永强, 杜素洁, 等. 入侵害虫南美斑潜蝇在西藏首次发现及其寄生蜂调查 [J]. *昆虫学报*, 2019, 62(9): 1072 – 1080.
- [22] 陆子慧. 吉林省中西部地区潜叶蝇寄生蜂种类调查及群落多样性的初步研究 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2019. doi:10.27163/d.cnki.gjlnu.2019.000015.
- [23] 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.
- [24] LIANG Y X, DU S J, ZHONG Y J, et al. Molecular phylogeny and identification of agromyzid leafminers in China, with a focus on the worldwide genus *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2023, 22(10): 3115 – 3134.
- [25] 朱朝东. 中国姬小蜂亚科的系统学研究 [D]. 北京: 中国科学院, 1999.
- [26] FORSHAGE M, NORDLANDER G. Identification key to European genera of Eucilinae (Hymenoptera, Cynipoidea, Figitidae) [J]. *Insect Systematics and Evolution*, 2008, 39(3): 341 – 359.
- [27] HANSSON C, NAVONE P. Review of the European species of *Diglyphus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) including the description of a new species [J]. *Zootaxa*, 2017, 4269(2): 197 – 229.
- [28] ZHENG M L, CHEN J H. A new species and three newly recorded species of the dacusine genus *Dacus* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae) from China [J]. *Zootaxa*, 2017, 4232(4): 511 – 522.
- [29] DU S J, YEFREMOVA Z, YE F Y, et al. Morphological and molecular identification of arrhenotokous strain of *Diglyphus wani* (Hymenoptera, Eulophidae) found in China as a control agent against agromyzid leafminers [J]. *ZooKeys*, 2021, 1071: 109 – 126.
- [30] WAN W J, DU S J, HANSSON C, et al. A new species of *Diglyphus* Walker (Hymenoptera, Eulophidae) from China, with morphological characterizations and molecular analysis [J]. *Zookeys*, 2023, 1148: 65 – 78.
- [31] 顾黄辉, 顾立生, 张玉琴, 等. 蔬菜潜叶蝇的发生调查与预测预报 [J]. *植物保护*, 2002, 28(2): 25 – 27.
- [32] 常亚文, 沈媛, 董长生, 等. 江苏地区三叶斑潜蝇和美洲斑潜蝇的发生危害及种群动态 [J]. *应用昆虫学报*, 2016, 53(4): 884 – 891.
- [33] 刘军和. 宁夏斑潜蝇的发生及防治研究 [D]. 银川: 宁夏大学, 2005.
- [34] 景凯婷, 杜素洁, 叶福宇, 等. 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 [J]. *环境昆虫学报*, 2024, 46(6): 1410 – 1419.
- [35] ZHAO Y X, KANG L. Cold tolerance of the leafminer *Liriomyza sativae* (Dipt., Agromyzidae) [J]. *Journal of Applied Entomology*, 2000, 124(3/4): 185 – 189.
- [36] KANG L, CHEN B, WEI J N, et al. Roles of thermal adaptation and chemical ecology in *Liriomyza* distribution and control [J]. *Annual Review of Entomology*, 2009, 54(1): 127 – 145.

- [37] EFSA PANEL ON PLANT HEALTH(PLH), BRAGARD C, DEHNEN-SCHMUTZ K, et al. Pest categorisation of *Liriomyza sativae* [J]. *EFSA Journal*, 2020, 18(3): e06037.
- [38] 刘军和, 贺达汉, 徐世才, 等. 宁夏斑潜蝇种类识别及其发生规律[J]. 农业科学研究, 2005, 26(1): 48 – 49.
- [39] 王永卫, 刘秀华, 李清西, 等. 葱斑潜叶蝇研究初报[J]. 新疆农垦科技, 1992(1): 22 – 23.
- [40] 张天海, 张乐乐, 何沂锴, 等. 大棚番茄斑潜蝇的发生与防控技术[J]. *农业与技术*, 2024, 44(9): 79 – 81.
- [41] 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(4): 533 – 540.
- [42] 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(5): 75 – 77.
- [43] 王伟, 王文霞, 刘万学, 等. 芜菁姬小蜂生物学特性及其应用研究进展[J]. *中国生物防治学报*, 2012, 28(4): 575 – 582.

Survey of the species and damages of agromyzid leafminers and their natural enemy parasitoids in Ningxia Region

HUO Baowei^{1,2#}, YUAN Shiwei², YE Fuyu², DU Sujie², WAN Weijie², GUO Jianyang²,
WAN fanghao², ZHOU Hongxu^{1*}, LIU Wanxue^{2*}

(1. College of Plant Health & Medicine of Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China; 2. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: To clarify the occurrence and damage of leafminers on vegetables in Ningxia, China, and the species composition of their parasitoid wasps, sampling surveys on leafminers and their parasitoids on vegetables in Ningxia were conducted. The species were identified by morphological methods. From 2016 to 2019, there were five common species of leafminers observed in Ningxia, including *Liriomyza sativae*, *Liriomyza huidobrensis*, *Phytomyza horticola*, *Liriomyza bryoniae* and *Liriomyza chinensis*. Among these leafminers, *L. huidobrensis* was the highest in occurrence and number of host plants, particularly preferring Cucurbitaceae plants. *L. bryoniae* was only found on *Brassica campestris* and *Lycopersicon esculentum*, with low damage. The parasitoid wasp species attacking leafminers were found to have 27 species from 17 genera of 4 families. The dominant parasitoid species, based on population and parasitism rates, were *Neochrysocharis formosa* (1 129 individuals, 41.81% of the total) and *Diglyphus isaea* (458 individuals, 16.96% of the total). Leafminers in Ningxia have caused varying degrees of damage to crops, especially Fabaceae crops. It is crucial to strengthen field monitoring, early warning systems, and implement green control measures. Additionally, the region has abundant parasitoid wasp resources, and further efforts should be made to protect these natural enemies. Special attention should be given to exploring the potential biological control capabilities of dominant parasitoids such as *N. formosa* and *D. isaea*, in order to achieve sustainable and environmentally friendly pest management.

Keywords: agromyzid leafminers; parasitoid wasps; diversity; crop damage; biological control

(责任编辑: 叶 静)