

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2024)01-0077-07

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2024.01.011

病虫害防治

内蒙古自治区四子王旗马铃薯田蚜虫群落组成

陈齐云龙¹, 陈利苹¹, 李正男², 张磊², 孙平平², 武占敏³, 张斌^{1,4*}

(1. 内蒙古师范大学生命科学与技术学院, 内蒙古 呼和浩特 010022; 2. 内蒙古农业大学园艺与植物保护学院,

内蒙古 呼和浩特 010018; 3. 鄂尔多斯市农牧业生态与资源保护中心, 内蒙古 鄂尔多斯 017000;

4. 蒙古高原生物多样性与可持续利用内蒙古自治区高等学校重点实验室, 内蒙古 呼和浩特 010022)

摘要: 中国马铃薯生产常遭受病毒病影响, 蚜虫是马铃薯病毒病传播重要媒介。2021与2022年7月和8月, 在内蒙古自治区乌兰察布市四子王旗使用黄板和黄皿诱蚜器采集马铃薯田蚜虫, 进行种类鉴定和群落结构分析。当地马铃薯田蚜虫共计18属24种。其中, 桃粉大尾蚜(*Hyalopterus pruni*)、棉蚜(*Aphis gossypii*)、桃蚜(*Myzus persicae*)、豆蚜(*A. craccivora*)、苜蓿无网蚜(*Acyrtosiphon kondoi*)、奇异粗腿蚜(*Macropodaphis paradoxa*)、荻草谷网蚜(*Sitobion miscanthi*)及禾谷缢管蚜(*Rhopalosiphum padi*)为优势种。根据蚜虫群落多样性指数、丰富度指数及均匀度指数分析可知, 优势种群相对数量随时间增长变化较小, 表明该地区马铃薯田蚜虫群落构成相对稳定。研究结果有助于当地开展马铃薯田蚜虫监测和防治工作。

关键词: 蚜虫; 马铃薯; 群落结构; 多样性

Composition of Aphid Community in Potato Field in Siziwang Banner, Inner Mongolia Autonomous Region

CHEN Qiyunlong¹, CHEN Liping¹, LI Zhengnan², ZHANG Lei², SUN Pingping², WU Zhanmin³, ZHANG Bin^{1,4*}

(1. College of Life Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia 010022, China;

2. College of Horticulture and Plant Protection, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China;

3. Ordos Center of Agriculture and Animal Husbandry Ecology and Resource Protection, Ordos, Inner Mongolia 017000, China;

4. Key Laboratory of Biodiversity and Sustainable Utilization of Universities in Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot, Inner Mongolia 010022, China)

Abstract: Potato production in China is often affected by viral diseases, and aphids are important vectors for the transmission of potato viral diseases. From July to August 2021 and 2022, aphids in potato fields were collected in Siziwang Banner, Wulanchabu City, Inner Mongolia Autonomous Region using yellow trap and yellow plate, and the species identification and community structure analysis of the collected samples were carried out. Eighteen genera and

收稿日期: 2023-12-09

基金项目: 内蒙古自治区科技计划项目(2021GG112); 内蒙古高等学校科研重点项目(NJZZ22604); 内蒙古师范大学基本科研业务费专项资金(2022JBT010); 内蒙古自治区自然科学基金项目(2023LHMS03020)。

作者简介: 陈齐云龙(2000-), 男, 硕士研究生, 研究方向为媒介生物学及害虫综合防控。

*通信作者(Corresponding author): 张斌, 博士, 教授, 研究方向为媒介生物学与病原控制, E-mail: Zhangbin@imnu.edu.cn。

24 species of aphids in the local potato fields were identified. Among them, *Hyalopterus pruni*, *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *A. craccivora*, *Acyrtosiphon kondoi*, *Macropodaphis paradoxa*, *Sitobion miscanthi* and *Rhopalosiphum padi* were the dominant species. According to the analysis of the diversity index, richness index and evenness index of the aphid community, the relative number of dominant populations changed little with time, which indicates that the composition of the aphid community in the potato field in this region is relatively stable. The experimental results would lay a research foundation for the monitor and control of aphids in local potato fields.

Key Words: aphid; potato; community structure; diversity

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)为根茎类作物代表,与水稻、小麦和玉米共称四大主粮作物^[1,2]。马铃薯富含诸多营养物质,能为人体提供大量能量,如淀粉、蛋白质、氨基酸、维生素和矿物质。中国是全球马铃薯产量最多的国家,马铃薯主要用于满足国内需求,出口量仅占国内产量的3%^[3,4]。马铃薯于公元1600年传入中国,种植历史400余年,种植面积和总产量均占世界马铃薯种植面积和产量的1/4左右^[5,6]。

蚜虫(Aphid)属半翅目(Hemiptera)胸喙亚目(Sternorrhyncha)蚜总科(Aphidoidea),为刺吸式害虫。世界已知蚜虫种类5000余种,中国已知蚜虫种类1100余种^[7,8]。蚜虫通过刺吸式口器取食植株汁液,可造成植物形变甚至枯萎死亡^[9]。此外,蚜虫还携带可传播多种植物的病毒^[10,11],如马铃薯Y病毒(Potato virus Y, PVY)、马铃薯卷叶病毒(Potato leafroll virus, PLRV)、马铃薯M病毒(Potato virus M, PVM)、马铃薯A病毒(Potato virus A, PVA)、马铃薯S病毒(Potato virus S, PVS)等^[12]。这些病毒阻碍侵染植株生长,影响作物产量和质量。因此,对蚜虫进行防控是保持马铃薯产业生机的必要之举^[13,14]。

四子王旗(N 41°10'~43°22', E 110°20'~113°)总面积约214.40万hm²,属典型大陆性气候,年平均气温3.8℃,年均降水量246.6mm^[15]。在当地所有农作物中,马铃薯种植面积常年约5万hm²。2008年,四子王旗农业人口达13万,人均马铃薯种植面积0.33hm²,年总产量约9亿kg,总产值达5亿元^[16,17]。当地马铃薯生产常遭受病虫害侵扰,受蚜虫传播的病毒复合侵染影响较重。因此,对蚜虫群落生态结构开展全面统计分析,掌握蚜虫

优势种群生态优势度,进行科学合理防治,可有效提高马铃薯品质和产量。

1 材料与方法

1.1 试验器材

试验器材有黄皿诱蚜器、黄板诱蚜器、75%乙醇、PET透明收集瓶和镊子等,黄板诱蚜器和黄皿诱蚜器均为特殊定制。

黄皿诱蚜器:由金属皿和支架组成。金属皿底部长、宽、高分别为60、40、6cm,底部涂满黄漆,皿内添加少量洗涤剂溶液。金属架长和宽需刚好放置金属皿并使其固定住,距离地面初始高度50cm(图1)。试验中,金属架高度随马铃薯植株高度变化,保持比马铃薯植株高40~50cm。



图1 黄皿诱蚜器田间诱捕蚜虫

Figure 1 Yellow trap for capturing aphids in the field

黄板诱蚜器:由金属板箱和支架组成。将金属板刷满黄漆制成长、宽、高分别为50、50、40cm无顶部和底部的长方体装置,在外部涂满透明粘虫胶。金属支架长和宽需刚好放置金属板箱并使其固定,距离地面初始高度70cm(图2)。试验

中, 金属支架高度随马铃薯植株高度变化, 保持比马铃薯植株高40~50 cm。



图2 黄板诱蚜器田间诱捕蚜虫

Figure 2 Yellow plate for capturing aphids in the field

1.2 试验方法

1.2.1 调查方法

分别在2021和2022年7月5日至8月30日采集蚜虫。每5 d采集一次, 共采集24次, 记录蚜虫数量。采集地点位于内蒙古自治区乌兰察布市四子王旗马铃薯田。采集地点马铃薯生长情况和蚜虫发生状况如图3和图4所示。将诱蚜器直线排列, 每个放置点间隔4 m。采集时, 用毛刷刷取黄板诱蚜器所诱集蚜虫, 放进装有75%乙醇的分装瓶。每5 d更换一次新黄板, 将旧黄板上的粘虫胶用有机溶剂溶解并将蚜虫收集到分装瓶。于实验室内使用显微镜统计所诱集蚜虫数量并鉴定种类, 使用Excel 2016软件统计分析数据^[18]。

1.2.2 数据分析方法

采用Berger-Parker优势度指数、Margalef丰富度指数、Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数在种级水平上分析蚜虫群落多样性^[19-21]。

(1)利用Berger-Parker优势度指数分析优势种类群:

$$D = N_{\max}/N$$

式中: N_{\max} 表示优势种群个体总数, N 表示所有蚜虫种类个体总数。当 $D \geq 0.1$ 时表示该种为绝对优势种; 当 $D \geq 0.01$ 时为主要优势种。

(2)Margalef丰富度指数:

$$D = (S - 1)/\ln N$$

式中: S 为物种数, N 为所有种群个体总数。

(3)Shannon-Wiener多样性指数:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i (N_i/N)$$

式中: P_i 为第 i 种在总体中个体比例, N_i 为物种 i 个体数, N 为全部物种总个体数。

(4)Pielou均匀度指数:

$$J = H'/\ln S$$

式中: H' 为多样性指数, S 为物种数。



图3 2021年8月马铃薯田生长情况

Figure 3 Growth of potato in the fields in August 2021



图4 2021年8月蚜虫在马铃薯田边黄芪上发生状况

Figure 4 Aphids on *Astragalus membranaceus* at the edge of potato fields in August 2021

1.3 蚜虫鉴定方法

将所诱集蚜虫置于通风处自然风干后, 置于冰箱中进行低温冷冻灭菌或熏蒸除虫处理。通常4~5 d后取出, 干燥保存^[22], 在显微镜下观察。根据蚜虫头、胸、腹形态特征, 参照《中国经济昆虫志蚜虫类》^[23]进行种类鉴定。

2 结果与分析

2.1 马铃薯田蚜虫种属

鉴定结果表明当地蚜虫共有18属24种(表1)。

2.2 蚜虫优势种群的生态优势度

2021年桃粉大尾蚜(*H. pruni*)、棉蚜(*A. gossypii*)、桃蚜(*M. persicae*)、豆蚜(*A. craccivora*)、苜蓿无网蚜(*A. kondoi*)、奇异粗腿蚜(*M. paradoxa*)、荻草谷网蚜(*S. miscanthi*)及禾谷缢管蚜(*R. padi*)优势度指数分别为0.144 4、0.089 0、0.039 5、0.039 3、0.033 4、0.026 6、0.018 4及0.012 7。2022年, 桃

粉大尾蚜(*H. pruni*)、棉蚜(*A. gossypii*)、桃蚜(*M. persicae*)、豆蚜(*A. craccivora*)、苜蓿无网蚜(*A. kondoi*)、奇异粗腿蚜(*M. paradoxa*)、荻草谷网蚜(*S. miscanthi*)及禾谷缢管蚜(*R. padi*)优势度指数分别为0.139 0、0.073 1、0.048 1、0.047 9、0.030 0、0.031 1、0.016 3及0.011 1。其中, 桃粉大尾蚜(*H. pruni*)和棉蚜(*A. gossypii*)为绝对优势种, 桃蚜(*M. persicae*)、豆蚜(*A. craccivora*)、苜蓿无网蚜(*A. kondoi*)、奇异粗腿蚜(*M. paradoxa*)、荻草谷网蚜(*S. miscanthi*)及禾谷缢管蚜(*R. padi*)为主要优势种(表2)。

表1 2021—2022年内蒙古自治区四子王旗马铃薯田蚜虫种类

Table 1 Aphid species in potato field in Siziwang Bnaner, Inner mongolia Autonomous Region in 2021–2022

属名 Genus	种名 Species name 中文名 Chinese name	学名 Scientific name	数量(头) Number (No.)
大尾蚜属 <i>Hyalopterus</i>	桃粉大尾蚜	<i>H. pruni</i>	1 248
蚜属 <i>Aphis</i>	棉蚜	<i>A. gossypii</i>	714
	豆蚜	<i>A. craccivora</i>	384
	杠柳蚜	<i>A. periplocophila</i>	40
	甜菜蚜	<i>A. fabae</i>	43
瘤蚜属 <i>Myzus</i>	桃蚜	<i>M. persicae</i>	386
	杏瘤蚜	<i>M. mumecola</i>	34
粗腿蚜属 <i>Macropodaphis</i>	奇异粗腿蚜	<i>M. paradoxa</i>	254
无网长管蚜属 <i>Acyrtosiphon</i>	苜蓿无网蚜	<i>A. kondoi</i>	279
缢管蚜属 <i>Rhopalosiphum</i>	禾谷缢管蚜	<i>R. padi</i>	105
	莲缢管蚜	<i>R. nymphaeae</i>	89
	红腹缢管蚜	<i>R. rufiabdominale</i>	42
谷网蚜属 <i>Sitobion</i>	荻草谷网蚜	<i>S. miscanthi</i>	153
小毛蚜属 <i>Chaetosiphella</i>	针茅小毛蚜	<i>C. stipae</i>	71
指管蚜属 <i>Uroleucon</i>	巨指管蚜	<i>U. giganteum</i>	79
毛蚜属 <i>Chaitophorus</i>	白杨毛蚜	<i>C. populeti</i>	99
聂跳蚜属 <i>Neveskyella</i>	拟蘑菇聂跳蚜	<i>N. similifungifera</i>	79
短尾蚜属 <i>Brachycaudus</i>	李短尾蚜	<i>B. helichrysi</i>	61
隐瘤蚜属 <i>Cryptomyzus</i>	夏至草隐瘤蚜	<i>C. taoi</i>	43
短棒蚜属 <i>Brevicoryne</i>	甘蓝蚜	<i>B. brassicae</i>	42
绵斑蚜属 <i>Euceraphis</i>	桦绵斑蚜	<i>E. punctipennis</i>	39
中华毛蚜属 <i>Sinochaitophorus</i>	榆华毛蚜	<i>S. maoui</i>	42
四脉绵蚜属 <i>Tetraneura</i>	秋四脉绵蚜	<i>T. akinire</i>	40
超瘤蚜属 <i>Hyperomyzus</i>	莴苣超瘤蚜	<i>H. lactucae</i>	38

表2 2021—2022年内蒙古自治区四子王旗马铃薯田蚜虫优势度指数

Table 2 Dominance index of aphid in potato field in Siziwang Bnaner, Inner mongolia Autonomous Region in 2021–2022

蚜虫种类 Aphid species	年份 Year		总优势度 Total
	2021	2022	
桃粉大尾蚜 <i>H. pruni</i>	0.144 4	0.139 0	0.283 4
棉蚜 <i>A. gossypii</i>	0.089 0	0.073 1	0.162 1
桃蚜 <i>M. persicae</i>	0.039 5	0.048 1	0.087 6
豆蚜 <i>A. craccivora</i>	0.039 3	0.047 9	0.087 2
苜蓿无网蚜 <i>A. kondoi</i>	0.033 4	0.030 0	0.063 4
奇异粗腿蚜 <i>M. paradoxa</i>	0.026 6	0.031 1	0.057 7
荻草谷网蚜 <i>S. miscanthi</i>	0.018 4	0.016 3	0.034 7
禾谷缢管蚜 <i>R. padi</i>	0.012 7	0.011 1	0.023 8

2.3 蚜虫群落多样性与稳定性分析

在2021年, 马铃薯田蚜虫丰富度为2.087 0, 均匀度为0.500 6, 多样性为1.591 0。

数值均高于2022年, 但数值相差较小, 种群

数量变化不明显, 群落特征差异不明显, 表明群落优势种群随时间增长相对数量变化较小(表3)。可见四子王旗地区马铃薯田蚜虫群落构成相对稳定。

表3 2021—2022年内蒙古自治区四子王旗马铃薯田蚜虫群落特征

Table 3 Characteristics of aphid community in Siziwang Bnaner, Inner mongolia Autonomous Region in 2021–2022

年份 Year	总体数(N) Total individual number	丰富度指数(D) Richness	均匀度指数(J) Evenness	多样性指数(H') Diversity
2021	2 220	2.087 0	0.500 6	1.591 0
2022	2 184	1.964 6	0.497 3	1.580 4
总年份 Total	4 404	2.756 5	0.782 6	2.487 1

3 讨论

通过优势度指数、丰富度指数、多样性指数、均匀度指数分析, 明确了四子王旗马铃薯田蚜虫数量及群落结构组成。在内蒙古自治区四子王旗马铃薯田, 共诱集到蚜虫24种, 分属18个属, 桃粉大尾蚜、棉蚜、桃蚜、豆蚜、苜蓿无网蚜、奇异粗腿蚜、荻草谷网蚜及禾谷缢管蚜为优势种。本研究确定的蚜虫优势种, 仅限于内蒙古自治区四子王旗马铃薯田。不同地区生态环境和气候存在差异, 导致不同地区间马铃薯田蚜虫优势种存在差异。有研究证实呼和浩特市马铃薯田蚜虫优势种为桃蚜和棉蚜^[24], 海拉尔地区马铃薯田

蚜虫优势种为桃蚜^[25], 涇源县蚜虫优势种为桃蚜、麦二叉蚜、玉米蚜和甘蓝蚜^[26]。

2021年7月和8月, 四子王旗平均气温分别为21℃和17℃; 2022年7月和8月, 当地平均气温分别为21℃和19℃。虽然2022年平均气温高于2021年, 适宜蚜虫生存, 但统计显示2021年蚜虫数量略高于2022年。原因可能为蚜虫发生数量既受气象生态因子影响, 又受生物生态因子影响^[27–29]。如马铃薯田周边存在其他田地、林地和果园等植物物种, 以及蚜虫天敌存在, 均对试验结果存在影响。在试验地区, 马铃薯田蚜虫结构组成及多样性主要取决于马铃薯田生态系统运作和人类活动干扰。此外, 气候因素和栽培条件也可

对试验产生影响。

2021和2022年,四子王旗蚜虫丰富度指数分别达到2.087 0和1.964 6,多样性指数分别为1.591 0和1.580 4,表明蚜虫种群数量庞大且类别繁多,群落结构复杂多样,优势种数量高达8种。均匀度指数分别为0.500 6和0.497 3,表明该地区蚜虫种群数量大部分集中在优势种群,但两年内数值并无较大差异,可知优势种群数量占比较稳定,该地区蚜虫群落结构相对稳定。根据当地两年内气温变化范围及周边环境植被构成的影响推测,该地区适宜蚜虫生长发育,利于蚜虫在固定生长环境中扩大种群覆盖度,因而蚜虫群落具有较高多样性且群落结构在两年内得以保持相对稳定。

在马铃薯蚜虫防治过程中,应考虑生态系统运作模式,并结合各方面因素。优先采取农业防治、物理防治及生物防治方法,科学使用化学防治,充分利用自然因素对虫害给予最大抑制作用。农业防治,应选择高质量、脱毒、抗病马铃薯品种。原种生产过程中,应选择在高纬度、高海拔、风速大及气候冷凉地区构建网棚。为有效控制蚜虫危害,需定期对田间和农作物周边环境杂草进行清除,从而限制蚜虫栖息地范围并降低农作物种类。开展物理防治时,应人工打摘马铃薯植株下部黄叶减少蚜虫数量,有效控制危害^[27]。生物防治,主要依赖蚜虫天敌对其进行防治。在田间,蚜茧蜂、瓢虫、草蛉、食蚜蝇及花螬等对田间蚜虫具有明显控制作用。在化学防治中,采用种衣剂+呋喃丹按有效成分3%种子量拌种,可有效控制秋季苗期蚜虫危害^[30]。

自然环境、人为干扰及各种群间相互作用对马铃薯田蚜虫群落结构组成均存在影响。因而,在蚜虫防治中应综合考虑多方面因素,制定系统防治策略,合理运用各防治手段,科学施药,保持马铃薯田生态系统丰富度和稳定性,提高马铃薯田产量。

[参 考 文 献]

- [1] 李庆双. 马铃薯营养价值及产业种植分析[J]. 食品安全导刊, 2021(11): 56-58.
- [2] 庞文录. 马铃薯主粮化战略的意义与实施[J]. 粮食加工, 2019, 44(2): 59-61.
- [3] 祝显萍. 马铃薯种植管理[J]. 种子科技, 2023, 41(22): 45-47.
- [4] 胡元策, 李志远, 刘晓阳, 等. 我国马铃薯价格波动的定量分析[J]. 大学数学, 2023, 39(6): 108-116.
- [5] 蔡兴奎, 谢从华. 中国马铃薯发展历史、育种现状及发展建议[J]. 长江蔬菜, 2016(12): 30-33.
- [6] 焦瑞冬, 李国锋, 张禄. 内蒙古地区马铃薯病虫害特征及防治措施[J]. 现代农业, 2018(6): 27-28.
- [7] Favret C. Aphid species file [EB/OL]. [2023-10-04]. <http://Aphid.SpeciesFile.org>.
- [8] 刘征, 黄晓磊, 姜立云, 等. 中国蚜虫类昆虫物种多样性与分布特点(半翅目, 蚜总科)[J]. 动物分类学报, 2009, 34(2): 277-291.
- [9] 张抒, 白艳菊, 范国权, 等. 马铃薯病毒病传播介体蚜虫的危害及防治[J]. 黑龙江农业科学, 2017(3): 59-63.
- [10] 赵亮, 张磊, 孙平平, 等. 马铃薯病毒及类病毒传毒介体研究进展[J]. 中国马铃薯, 2022, 36(3): 236-255.
- [11] 吴畏. 重庆马铃薯病毒病病害调查及病原鉴定[D]. 重庆: 西南大学, 2015.
- [12] 刘莹静, 李正跃, 张宏瑞. 防治蚜虫控制云南马铃薯病毒病传播的对策[J]. 中国马铃薯, 2005, 19(4): 242-246.
- [13] Dedryver C, Ralec L A, Fabre F. The conflicting relationships between aphids and men: a review of aphid damage and control strategies [J]. Comptes Rendus Biologies, 2010, 333(6-7): 539-553.
- [14] Yu X, Wang G, Huang S, *et al*. Engineering plants for aphid resistance: current status and future perspectives [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2014, 127(10): 2065-2083.
- [15] 朱小华, 杨倩, 丁子筱, 等. 荒漠草原生态系统景观格局变化及其对气候的响应[J]. 生态学杂志, 2023, 42(3): 748-758.
- [16] 佚名. 内蒙古四子王旗成为全国最大马铃薯生产基地[J]. 中国乡镇企业技术市场, 2005(5): 17.
- [17] 刘海东, 赵志宇. 四子王旗: 小土豆成大气候[N]. 鄂尔多斯日报, 2008-10-15(5).
- [18] 刘雨芳. EXCEL在群落生物多样性参数计算中的应用[J]. 湘潭师范学院学报: 自然科学版, 2003(2): 80-82.
- [19] 李雪, 夏伟, 范亚文, 等. 扎龙湿地藻类优势种生态位及其种间

- 联结性动态分析 [J]. 生态学报, 2023, 43(10): 4098-4108.
- [20] 崔洁, 杨泽鹏, 王思展, 等. 西藏林芝地区农田瓢虫资源及优势种群动态 [J]. 应用与环境生物学报, 2022, 28(4): 890-896.
- [21] 常松, 黎小红, 王培京, 等. 北京市凉水河底栖动物现状调查与评价 [J]. 北京水务, 2019(2): 35-39.
- [22] 张斌. 内蒙古叶蝉(半翅目: 叶蝉科)第一卷 [M]. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2014.
- [23] 张广学, 钟铁森. 中国经济昆虫志蚜虫类 [M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [24] 卜庆国, 庞保平, 张若芳, 等. 呼和浩特地区马铃薯田蚜虫的种群动态 [J]. 生态学杂志, 2013, 32(1): 135-141.
- [25] 赵亮, 孙殿林, 张桂萍, 等. 2019年海拉尔地区马铃薯田蚜虫发生动态的调查 [C]//金黎平, 吕文河. 马铃薯产业与美丽乡村. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2020: 625-628.
- [26] 马全保, 景治忠, 常亮, 等. 涇源县脱毒马铃薯田蚜虫迁飞消长规律的研究 [J]. 中国马铃薯, 2009, 23(6): 347-349.
- [27] 潘艺元, 孙崑, 高悦, 等. 利用吸虫塔监测吉林省迁飞性有翅蚜群落结构及多样性 [J]. 植物保护, 2023, 49(4): 29-40.
- [28] 于雪莹. 长春地区大豆蚜田间发生动态及其天敌群落研究 [D]. 吉林: 吉林农业大学, 2023.
- [29] 王晓琪. 河北柴胡田昆虫群落结构与主要害虫防治技术研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2022.
- [30] 侯有明, 车俊义. 油菜田昆虫群落结构及其害虫防治策略研究 [J]. 西北农业学报, 1998(2): 54-57.