



两种果树害虫发生动态与生物源农药防治技术研究

刘雪莹¹,王欣²,高其琴³,吴江波⁴,侯伟⁵,张伯虎⁶,
邹佩华¹,侯猛¹,袁涛²,李怡萍¹

(1. 西北农林科技大学,农业部西北黄土高原作物有害生物综合治理重点实验室,陕西杨凌 712100;2. 乾县农业科技中心,陕西乾县 713300;3. 旬阳市农业综合执法大队,陕西旬阳 725700;4. 宜川县农业科技中心,陕西宜川 716200;
5. 宝鸡市农业技术推广服务中心,陕西宝鸡 721001;6. 渭南市农业科学研究所,陕西渭南 714000)

摘要 苹果黄蚜(*Aphis citricola* van der Goot)和金纹细蛾(*Lithocolletis ringoniella* Matsumura)是危害较严重的两种果树害虫,且化学防治导致“3R”问题日益突出。为探索安全有效的生物源农药绿色防治技术,通过田间调查和防治试验,在陕西省白水縣和乾县苹果园进行两种害虫动态监测及生物源药剂筛选。结果表明:苹果黄蚜1 a中的大发生时期在5—6月,百梢虫量最高达1 552头,建议药剂防治的最佳时期为5月上中旬。金纹细蛾幼虫发生高峰期分别为7月上旬、8月下旬和11月中旬,百叶虫斑数最高达17个。金纹细蛾成虫1 a发生4代,分别为4月下旬、6月中下旬、7月下旬至8月上旬和9月下旬,第3代危害最严重,单个诱捕器诱虫量最高达1 344头。4月下旬是金纹细蛾越冬代成虫羽化的盛期,是应用性诱剂诱杀防治的关键时期;而6月中下旬是进行药剂防治的最佳时期。生物源农药22.4%螺虫乙酯悬浮剂对苹果黄蚜的防治效果较好,药后7 d防效仍在80%以上,1.8%阿维菌素微乳剂、0.3%印楝素乳油、6%鱼藤酮乳油也有较好防效。0.3%印楝素乳油对金纹细蛾持效性长,药后15 d防效仍达81.25%,1.8%阿维菌素乳油和2.2%甲维·氟铃脲乳油药后15 d防效也在70%以上。

关键词 苹果黄蚜;金纹细蛾;发生动态;生物源农药;药剂筛选

中图分类号 S433.4

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2021)06-0929-10

苹果黄蚜(*Aphis citricola* van der Goot)属半翅目(Hemiptera)蚜科(Aphididae),主要分布于中国陕西、河北、山西、山东等地区^[1],寄主为苹果、梨、山楂、李、杏等蔷薇科果树^[2]。苹果黄蚜以成蚜和若蚜聚集在新抽枝条顶端、嫩叶上危害,导致叶片向下弯曲或稍横卷,严重影响新梢生长^[3]。该虫在陕西1 a发生10余代,以卵在苹果枝条裂缝、芽苞附近越冬。翌年苹果芽萌动时卵开始孵化,5—6月春梢抽发期是全年危害最严重的时期^[3]。

金纹细蛾(*Lithocolletis ringoniella* Matsumura)属鳞翅目(Lepidoptera)细蛾科(Gracilariidae),广泛分布于中国辽宁、山东、河南、河北、陕西等省,为亚洲特有种^[4],主要危害苹果,其次危害海棠、梨、桃、樱桃等果树^[5]。金纹细

蛾以幼虫潜入叶背取食叶肉,使叶背表皮鼓起皱缩与叶肉脱离,被害部仅剩表皮^[6],严重影响当年产量和次年结果^[7]。该虫在陕西1 a发生4—5代,一般第5代危害不严重,以蛹在被害落叶内越冬。翌年春季苹果发芽时出现越冬代成虫,7—8月是全年危害最严重的时期^[8-9]。

目前,化学防治仍是控制苹果黄蚜和金纹细蛾的主要方法,但长期使用化学农药导致抗药性不断增强,进而造成常规药剂防治效果较差,给防治带来新的挑战^[10-13]。生物源农药因具有自然降解快、对环境污染小、对人畜毒性低等优点得到越来越多的关注。然而,由于果农对生物源农药的使用技术了解较少,没有抓住防治关键时期,以至于盲目多次使用导致防效不佳。因此,明确防治时期并筛选有效生物源农药具有重要的实践价值。

收稿日期:2021-03-20 **修回日期:**2021-04-18

基金项目:陕西省科技重大专项(2020ZDZX03-03-02);陕西省重点研发计划(2017ZDCXL-NY-03-02);杨凌示范区科技计划(2017NY-06);国家重点研发计划(2017YFD0201900)。

第一作者:刘雪莹,女,硕士研究生,从事农业昆虫与害虫防治研究。E-mail:1804855787@qq.com

通信作者:李怡萍,女,博士,教授,主要从事农业昆虫与害虫防治研究。E-mail:liyiping@nwsuaf.edu.cn

陕西白水的苹果产业发展较快,苹果黄蚜和金纹细蛾是该地区苹果园发生危害较严重的害虫。为了探索安全有效的防治技术,本研究通过调查陕西白水苹果黄蚜和金纹细蛾的发生动态,筛选高效的生物源农药,以明确两种害虫的最佳防治时期,科学使用生物源农药进行防治,为苹果黄蚜和金纹细蛾的绿色防控提供参考依据和实践指导,保障陕西苹果持续稳定健康发展。

1 材料与方 法

1.1 苹果黄蚜发生动态调查

2018 年 3 月至 11 月于西北农林科技大学白水苹果试验站进行苹果黄蚜发生动态调查,在试验站选取 3 个果园(果园 1:富士品种,树龄 7 a;果园 2:富士品种,树龄 13 a;果园 3:富士和秦冠两种品种,树龄 7 a)。调查无翅蚜时,每个果园 5 点取样,每点任选 5 棵树,每棵树调查东、西、南、北、中 5 个固定方位,每个方位固定 3 个 1 a 生或者 2 a 生的新梢,记载每个固定新梢上端部 10 cm

枝条或顶梢 5~10 片叶的蚜虫数量,每 7 d 调查 1 次。调查有翅蚜时,每个果园挂 5 个黄色粘虫板(北京中捷四方生物科技有限公司),每 7 d 调查 1 次,记录粘虫板上的虫数。如调查期间遇刮风、下雨等不良天气,可以适当提前或推后调查时间。

1.2 金纹细蛾发生动态调查

在试验站选取 3 个果园(试验时间、地点、果园品种及树龄同上)。调查幼虫时,取样方法同上,每个方位调查树冠上中下 3 个部位(或外堂、中堂和内堂),每个部位随机抽取 10 个叶片,记载 10 片叶子上的虫斑数,每 7 d 调查 1 次。调查成虫时,每个果园挂 5 个性诱剂诱捕器(北京中捷四方生物科技有限公司防雨水屋型诱捕器),每 7 d 调查 1 次,30 d 换 1 次诱芯,记录每个诱捕器内的虫数。如遇不良天气,适当提前或推后调查时间。

1.3 苹果黄蚜防治田间生物源药剂筛选

2018 年 5 月 15 日至 5 月 23 日于陕西省乾县苹果园(富士品种,树龄 5 a)进行苹果黄蚜生物源农药筛选试验。供试药剂见表 1。

表 1 药剂及生产厂商

Table 1 Pesticides and manufacture

药剂和稀释倍数 Pesticides and dilution ratio	生产厂商 Manufacture
70%吡虫啉水分散粒剂 10 000 倍 70% Imidacloprid WG 10 000 times	拜耳作物科学(中国)有限公司 Bayer Cropsience(China) Co.,Ltd.
电极粉 2 000 倍 Electrode powder 2 000 times	杭州三得农业科技有限公司 Hangzhou Sande Agricultural Technology Co.,Ltd.
25%噻虫嗪水分散粒剂 8 000 倍 25% Thiamethoxam WG 8 000 times	江苏绿叶农化有限公司 Jiangsu Luye Agrochemicals Co.,Ltd.
0.3%苦参碱水剂 800 倍 0.3% Matrine AS 800 times	河北馥稷生物科技有限公司 Hebei Fuji Biological Technology Co.,Ltd.
1.8%阿维菌素微乳剂 300 倍 1.8% Abamectin ME 300 times	济南中科绿色生物工程有限公司 Jinan Zhongke Green Biological Engineering Co.,Ltd.
22.4%螺虫乙酯悬浮剂 3 000 倍 22.4% Spirotetramat SC 3 000 times	拜耳作物科学(中国)有限公司 Bayer Cropsience(China) Co.,Ltd.
3%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂 2 000 倍 3% Emamectin benzoate ME 2 000 times	北京三浦百草绿色植物制剂有限公司 Beijing Sanpu Baicao Green Galenical Co.,Ltd.
2.5%高效氯氟氰菊酯水乳剂 4 000 倍 2.5% Lambda-cyhalothrin EW 4 000 times	海南正业中农高科股份有限公司 Hainan Zhengye Zhongnong High-tech Co.,Ltd.
6%鱼藤酮微乳剂 1 000 倍 6% Rotenone ME 1 000 times	北京三浦百草绿色植物制剂有限公司 Beijing Sanpu Baicao Green Galenical Co.,Ltd.
绿素 I 号水剂 20 倍 Bacteriopheophytin I AS 20 times	武汉绿素高科技农业发展有限公司 Wuhan Lusu High-tech Agricultural Development Co.,Ltd.
0.3%印楝素乳油 400 倍 0.3% Azadirachtin EC 400 times	成都绿金生物科技有限责任公司 Chengdu Lujin Biological Technology Co.,Ltd.
0.5%藜芦碱可溶液剂 800 倍 0.5% Veratridine SL 800 times	河北馥稷生物科技有限公司 Hebei Fuji Biological Technology Co.,Ltd.

共 12 个药剂处理,用手动喷雾器(宇农 3WBD-16)施药,并设置清水作空白对照。每处

理为 1 个小区,每处理重复 3 次,每个小区调查 3 棵树,每棵树的东、南、西、北、中 5 个方向各选取

1 个枝条挂牌标记,施药前调查记录各枝条顶梢 3 片叶上苹果黄蚜活虫数量,并在施药后 1 d、3 d、5 d、7 d 各调查 1 次。通过计算虫口减退率和防治效果来评价药效,计算公式如下:

$$\text{虫口减退率} = \frac{(\text{施药前活虫数} - \text{施药后活虫数})}{\text{施药前活虫数}} \times 100\%$$

$$\text{防治效果} = \frac{(\text{处理区虫口减退率} - \text{对照区虫口减退率})}{(100 - \text{对照区虫口减退率})} \times 100\%$$

1.4 金纹细蛾防治田间生物源药剂筛选

2018 年 7 月 18 日至 8 月 3 日于陕西省乾县苹果园(富士品种,树龄 5 a)进行金纹细蛾生物源农药筛选试验。供试药剂见表 2。

表 2 药剂及生产厂商

Table 2 Pesticides and manufacture

药剂和稀释倍数 Pesticides and dilution ratio	生产厂商 Manufacture
0.3%印楝素乳油 600 倍 0.3% Azadirachtin EC 600 times	河北馥稷生物科技有限公司 Hebei Fuji Biological Technology Co., Ltd.
2.2%甲维·氟铃脲乳油 60 mL/667m ² 2.2% Emamectin benzoate · hexaflumuron EC 60 mL/667m ²	福建新农大正生物工程有限公司 Fujian Xinnong Dazheng Bio-Engineering Co., Ltd.
1.8%阿维菌素乳油 3 000 倍 1.8% Abamectin EC 3 000 times	河北威远生物化工有限公司 Hebei Weiyuan Biochemical Co., Ltd.
60 g/L 乙基多杀菌素悬浮剂 40 mL/667m ² 60 g/L Spinetoram SC 40 mL/667m ²	广东德利生物科技有限公司 Guangdong Deli Biotechnology Co., Ltd.
0.5%藜芦碱乳油 300 倍 0.5% Veratridine 300 times	河北馥稷生物科技有限公司 Hebei Fuji Biological Technology Co., Ltd.
20%灭幼脲悬浮剂 2 000 倍 20% Chlorbenzuron SC 2 000 times	通化农药化工股份有限公司 Tonghua Agrochemical & Chemicals Co., Ltd.
5%除虫菊素乳油 800 倍 5% Pyrethrin EC 800 times	云南创森实业有限公司 Yunnan Chuangsen Industry Co., Ltd.
0.3%苦参碱水剂 400 倍 0.3% Matrine AS 400 times	馥稷生物科技(上海)有限公司 Fuji Biotechnology Development (Shanghai) Co., Ltd.

共 8 个药剂处理,用手动喷雾器(宇农 3WBD-16)施药,清水作空白对照。每处理为 1 个小区,每处理重复 3 次,每个小区调查 3 棵树,每棵树按东、南、西、北、中 5 个方位各选取 2 个带虫新梢枝条挂牌标记,施药前调查记录各枝条全部叶片上的金纹细蛾虫斑数,并在施药后 5 d、10 d、15 d 各调查 1 次。通过计算新增虫斑数和防治效果来评价药效,计算公式如下:

$$\text{新增虫斑数} = \text{药后虫斑数} - \text{药前虫斑数}$$

$$\text{防治效果} = \frac{(\text{对照区新增虫斑数} - \text{处理区新增虫斑数})}{\text{对照区新增虫斑数}} \times 100\%$$

1.5 数据处理

采用 SPSS 对试验数据进行统计分析,采用 Duncan's 新复极差测验进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 苹果黄蚜发生动态

2.1.1 苹果黄蚜无翅蚜发生动态 苹果黄蚜无翅蚜在 3 个果园中的平均发生动态见图 1。由图 1 可知,4 月下旬苹果黄蚜无翅蚜开始危害,5 月上旬发生数量急剧上升,在 5 月 15 日达到第 1 个

发生高峰期,也即全年发生量最高峰,百梢虫量平均 1 552 头,随后发生量开始下降。6 月 10 日达到第 2 个发生高峰期,但发生数量明显低于第 1 个高峰,百梢虫量平均 776 头。此后无翅蚜的数量保持在较低水平,8 月下旬少量回升,9 月中下旬逐渐下降直至成为越冬卵。由此可知,苹果黄蚜无翅蚜在陕西地区 1 a 内的大发生时期为 5 月和 6 月。

2.1.2 苹果黄蚜有翅蚜发生动态 苹果黄蚜有翅蚜在 3 个果园中的平均发生动态见图 2。由图 2 可知,同样在 4 月下旬苹果黄蚜有翅蚜开始危害,在 5 月 15 日达到第 1 个发生高峰期,单个粘虫板每周诱虫量平均 20 头,随后发生量逐渐下降。在 6 月 24 日达到第 2 个发生高峰期,发生数量低于第 1 个高峰,单个粘虫板每周诱虫量平均 13 头。7 月中下旬至 8 月上旬有翅蚜的数量维持在较低水平,8 月下旬至 9 月上旬少量回升,9 月中下旬逐渐降低直至消失。由此可知,苹果黄蚜有翅蚜在陕西地区 1 a 内的大发生时期为 5 月和 6 月。

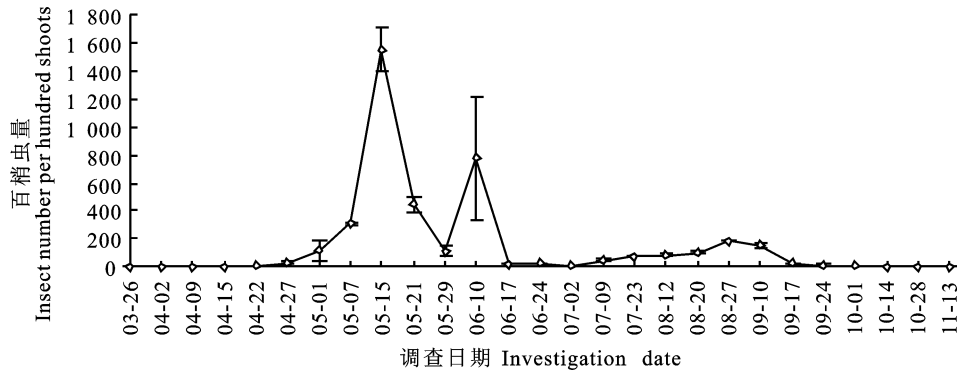


图 1 苹果黄蚜无翅蚜平均发生动态

Fig. 1 Average occurrence dynamic of wingless *Aphis citricola*

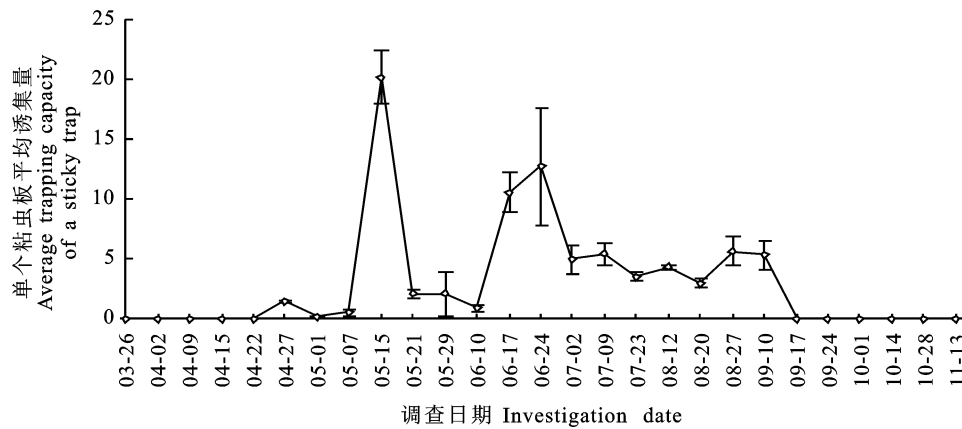


图 2 苹果黄蚜有翅蚜平均发生动态

Fig. 2 Average occurrence dynamic of winged *Aphis citricola*

2.2 金纹细蛾发生动态

2.2.1 金纹细蛾幼虫发生动态 金纹细蛾幼虫的平均发生动态见图 3。由图 3 可知,5 月 21 日首次观察到可以确认的金纹细蛾虫斑害状(纱网状椭圆形虫斑),百叶虫斑数平均 1 个。5 月中下旬幼虫开始危害,虫斑数缓慢增加,在 7 月 2 日出现第 1 个发生高峰期,百叶虫斑数 5 个。7 月中

下旬虫斑数持续增加,8 月 27 日达到第 2 个发生高峰期,百叶虫斑数 17 个。8 月下旬至 9 月上中旬随着受害叶片脱落虫斑数有所减少,9 月下旬至 11 月中旬虫斑数量又开始回升,在 11 月 13 日达到第 3 个发生高峰期,百叶虫斑数 16 个。由此可得,金纹细蛾幼虫在陕西地区 1 a 内的发生有 3 个高峰期,分别出现在 7 月上旬、8 月下旬和 11



图 3 金纹细蛾幼虫平均发生动态

Fig. 3 Average occurrence dynamic of *Lithocolletis ringoniella* larva

月中旬。

2.2.2 金纹细蛾成虫发生动态 金纹细蛾成虫的平均发生动态见图 4。由图 4 可知,金纹细蛾成虫始见于 3 月下旬,4 月 22 日出现第 1 个发生高峰期,但发生量较少。5 月下旬成虫数量开始上升,在 6 月 24 日达到第 2 个发生高峰期,单个诱捕器每周诱虫量平均 1 002 头。8 月 12 日达到第 3 个发生高峰期,发生量为全年最高,单个诱捕

器每周诱虫量平均 1 344 头。8 月下旬至 9 月上旬成虫数量维持较低水平,直到 9 月 24 日出现第 4 个发生高峰期,之后田间成虫发生量逐渐减少,10 月 28 日以后未诱集到成虫。由此可得,金纹细蛾成虫在陕西地区 1 a 内的发生有 4 个高峰期,分别出现在 4 月下旬、6 月中下旬、7 月下旬至 8 月上旬和 9 月下旬,其中 7 月下旬至 8 月上旬是全年危害最严重的时期。

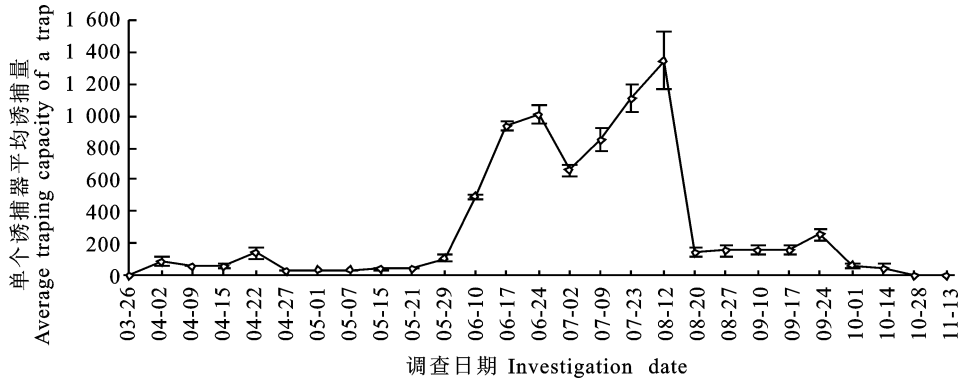


图 4 金纹细蛾成虫发生动态

Fig. 4 Occurrence dynamic of *Lithocolletis ringoniella* adults

2.3 苹果黄蚜药剂田间防治效果

由表 3 可知,药后 1 d,电极粉 2 000 倍液速效性最好,防效达 81.12%。70%吡虫啉水分散粒剂 10 000 倍液防效仅 35.18%,其余药剂防治效果较差。药后 3 d,70%吡虫啉水分散粒剂 10 000 倍液和 22.4%螺虫乙酯悬浮剂 3 000 倍液防效提高,分别为 64.43%和 46.90%,两者无显著性差异。3%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂 2 000 倍液达最高防效 42.56%。化学农药 25%噻虫嗪水分散粒剂 8 000 倍和 2.5%高效氯氟氢菊酯水乳剂 4 000 倍液防效仍不高。药后 5 d,70%吡虫啉水分散粒剂 10 000 倍液和 22.4%螺虫乙酯悬浮剂 3 000 倍液的防效达 80%以上。1.8%阿维菌素微乳剂 3 000 倍液、6%鱼藤酮微乳剂 1 000 倍液和 0.3%印楝素乳油 400 倍液防效继续提高,并且均高于化学农药 2.5%高效氯氟氢菊酯水乳剂 4 000 倍液。药后 7 d,70%吡虫啉水分散粒剂 10 000 倍液和 22.4%螺虫乙酯悬浮剂 3 000 倍液防效仍在 80%以上,表现良好的持效性。1.8%阿维菌素微乳剂 3 000 倍液、6%鱼藤酮乳油 1 000 倍液、0.3%印楝素乳油 400 倍液达到最高防效。0.3%苦参碱水剂 800 倍液、绿素 I 号 20 倍液基本无效。

总体来看,化学农药 70%吡虫啉水分散粒剂

10 000 倍液防效较好,生物源农药 1.8%阿维菌素微乳剂 3 000 倍液、22.4%螺虫乙酯悬浮剂 3 000 倍液、6%鱼藤酮微乳剂 1 000 倍液、0.3%印楝素乳油 400 倍液药后的防效都呈逐步提高的趋势,其中 22.4%螺虫乙酯悬浮剂 3 000 倍液增长趋势最为明显,持效性最好,其他 4 种生物源农药的防效较差。

2.4 金纹细蛾药剂田间防治效果

由表 4 可知,药后 5 d,0.3%印楝素乳油 600 倍液和 2.2%甲维·氟铃脲乳油 60 mL/667m² 速效性最好,防效均为 88.23%。1.8%阿维菌素乳油 3 000 倍液、60 g/L 乙基多杀菌素悬浮剂 40 mL/667m² 和 0.5%黎芦碱乳油 300 倍液防效在 70%以上,且三者无显著性差异。0.3%苦参碱水剂 400 倍液防效最差,仅为 47.04%。药后 10 d,0.3%印楝素乳油 600 倍液和 1.8%阿维菌素乳油 3 000 倍液防效持续提高,而其他 6 种药剂防效开始下降。药后 15 d,0.3%印楝素乳油 600 倍液防效最好且与 1.8%阿维菌素无显著性差异,防效均在 75%以上。2.2%甲维·氟铃脲乳油 60 mL/667m² 防效也较好,仍达 70%。0.3%苦参碱水剂 400 倍液和 5%除虫菊素乳油 800 倍液防效较差。

表 3 12 种药剂对苹果黄蚜的田间防治效果
Table 3 Field control efficacy of twelve pesticides on *Aphis citricola*

药剂 Pesticides	虫口基数 Initial population number	药后 1 d After 1 d		药后 3 d After 3 d	
		虫口减退率/% Reduction rate of insect	防治效果/% Control efficacy	虫口减退率/% Reduction rate of insect	防治效果/% Control efficacy
70%吡虫啉水分散剂 10 000 倍 70% Imidacloprid WG 10 000 times	301.33	26.75	35.18±2.14 b	60.87	64.43±6.05 a
电极粉 2 000 倍 Electrode powder 2 000 times	113.73	72.72	81.12±2.10 a	59.27	62.83±1.44 a
25%噻虫嗪水分散剂 8 000 倍 25% Thiamethoxam WG 8 000 times	96.53	23.87	32.31±3.36 b	31.33	34.90±4.72 bc
0.3%苦参碱水剂 800 倍 0.3% Matrine AS 800 times	88.33	19.26	27.70±5.78 bc	17.06	20.64±1.06 cd
1.8%阿维菌素微乳剂 300 倍 1.8% Abamectin ME 300 times	181.13	15.66	24.11±5.64 bcd	32.49	36.06±5.18 bc
22.4%螺虫乙酯悬浮剂 3 000 倍 22.4% Spirotetramat SC 3 000 times	235.87	12.90	21.35±8.16 bcd	43.33	46.90±3.88 ab
3%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂 2 000 倍 3% Emamectin benzoate ME 2 000 times	112.27	10.23	18.68±7.85 bcde	38.99	42.56±3.11 b
2.5%高效氯氟氰菊酯水乳剂 4 000 倍 2.5% Lambda-cyhalothrin EW 4 000 times	96.27	2.88	11.33±7.05 cde	15.76	19.34±7.74 cd
6%鱼藤酮微乳剂 1 000 倍 6% Rotenone ME 1 000 times	137.20	1.90	10.36±8.01 cde	19.27	22.85±8.44 cd
绿素 I 号水剂 20 倍 Bacteriopheophytin I AS 20 times	142.93	0.59	9.05±2.00 de	7.43	11.01±1.00 d
0.3%印楝素乳油 400 倍 0.3% Azadirachtin EC 400 times	171.67	14.98	23.42±2.99 bcd	33.91	37.48±13.49 bc
0.5%藜芦碱可溶液剂 800 倍 0.5% Veratridine SL 800 times	218.47	-6.36	2.11±0.28 e	10.67	14.26±0.82 d
对照 CK	200.00	-8.50		-4.00	

药剂 Pesticides	虫口基数 Initial population number	药后 5 d After 5 d		药后 7 d After 7 d	
		虫口减退率/% Reduction rate of insect	防治效果/% Control efficacy	虫口减退率/% Reduction rate of insect	防治效果/% Control efficacy
70%吡虫啉水分散剂 10 000 倍 70% Imidacloprid WG 10 000 times	301.33	64.28	81.86±4.03 a	28.64	86.11±7.53 a
电极粉 2 000 倍 Electrode powder 2 000 times	113.73	16.86	34.53±2.43 bcd	-42.40	15.47±1.97 de
25%噻虫嗪水分散剂 8 000 倍 25% Thiamethoxam WG 8 000 times	96.53	23.37	41.02±5.40 bc	-4.80	52.86±18.07 bc
0.3%苦参碱水剂 800 倍 0.3% Matrine AS 800 times	88.33	-2.40	15.30±2.22 de	-48.48	9.43±0.87 e
1.8%阿维菌素微乳剂 300 倍 1.8% Abamectin ME 300 times	181.13	24.94	42.60±0.14 bc	6.53	64.12±1.50 ab
22.4%螺虫乙酯悬浮剂 3 000 倍 22.4% Spirotetramat SC 3 000 times	235.87	63.30	80.89±4.53 a	27.46	84.93±8.90 a
3%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂 2 000 倍 3% Emamectin benzoate ME 2 000 times	112.27	18.37	36.03±17.07 bc	-25.13	32.65±7.32 cde
2.5%高效氯氟氰菊酯水乳剂 4 000 倍 2.5% Lambda-cyhalothrin EW 4 000 times	96.27	12.19	29.86±8.27 bcde	-4.27	53.39±5.62 bc
6%鱼藤酮微乳剂 1 000 倍 6% Rotenone ME 1 000 times	137.20	22.13	39.79±3.80 bc	-3.26	54.39±8.89 bc
绿素 I 号水剂 20 倍 Bacteriopheophytin I AS 20 times	142.93	-5.27	12.44±4.35 e	-43.93	13.96±1.75 de
0.3%印楝素乳油 400 倍 0.3% Azadirachtin EC 400 times	171.67	27.89	45.54±4.82 b	4.17	61.78±3.57 b
0.5%藜芦碱可溶液剂 800 倍 0.5% Veratridine SL 800 times	218.47	5.56	23.24±0.95 cde	-23.32	34.45±1.78 cd
对照 CK	200.00	-18.00		-58.50	

注:数据为“平均值±标准误”;同列不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平差异显著(Duncan's 新复极差法检验)。下同。

Note:Data in the table are “mean±SE”; different lowercase letters within the same columns indicate significant differences at $P < 0.05$ level by Duncan's new multiple range test. The same below.

表 4 8 种药剂对金纹细蛾田间防治效果

Table 4 Field control efficacy of eight pesticides on *Lithocolletis ringoniella*

药剂 Pesticides	虫斑基数 Initial insect spots number	药后 5 d	After 5 d	药后 10 d	After 10 d	药后 15 d	After 15 d
		新增虫斑数 Number of newly added insect spots	防治效果/% Control efficacy	新增虫斑数 Number of newly added insect spots	防治效果/% Control efficacy	新增虫斑数 Number of newly added insect spots	防治效果/% Control efficacy
0.3%印楝素乳油 600 倍 0.3% Azadirachtin EC 600 times	27.33	1.33	88.23±5.88 a	2.00	88.89±6.41a	5.00	81.25±5.73a
2.2%甲维·氟铃脲乳油 60 mL/667m ² 2.2% Emamectin benzoate · hexaflumuron EC 60 mL/667m ²	26.67	1.33	88.23±2.94 a	4.67	74.08±3.70bc	8.00	70.00±2.17abc
1.8%阿维菌素乳油 3 000 倍 1.8% Abamectin EC 3 000 times	36.33	2.33	79.41±2.94 ab	3.00	83.33±3.21ab	5.67	78.75±4.51ab
60 g/L 乙基多杀菌素悬浮剂 40 mL/667m ² 60 g/L Spinetoram SC 40 mL/667m ²	25.00	2.67	76.46±2.94 ab	5.67	68.52±1.85cd	8.67	67.50±3.31bcd
0.5%藜芦碱乳油 300 倍 0.5% Veratridine 300 times	28.33	3.00	73.52±5.10 ab	6.33	64.82±4.90cd	10.67	60.01±3.30cd
20%灭幼脲悬浮剂 2 000 倍 20% Chlorbenzuron SC 2 000 times	30.67	4.00	64.70±5.10 bc	8.00	55.55±5.56de	12.00	55.01±2.17d
5%除虫菊素乳油 800 倍 5% Pyrethrin EC 800 times	33.00	5.33	52.93±2.94 cd	9.00	50.00±0e	18.33	31.26±3.31e
0.3%苦参碱水剂 400 倍 0.3% Matrine AS 400 times	31.00	6.00	47.04±10.19 d	13.67	24.07±4.90f	23.67	11.26±6.96f
对照 CK	31.67	11.33		18.00		26.67	

总体来看,0.3%印楝素乳油 600 倍液处理和 1.8%阿维菌素乳油 3 000 倍液速效性好且持效期长。2.2%甲维·氟铃脲乳油 60 mL/667m² 速效性较好,药后 5 d 防效最高,为 88.23%,持效期 7 d 左右。其中 0.3%苦参碱水剂 400 倍液喷雾在整个过程中防效均低于 50%,防治效果较差。

3 讨论

3.1 苹果黄蚜发生动态

通过对陕西省白水地区苹果黄蚜的发生动态进行监测,发现苹果黄蚜无翅蚜和有翅蚜在 1 a 内大发生的月份基本吻合,集中在 5 月和 6 月。5 月至 6 月白水地区温度适宜,平均温度保持在 24~26 ℃,并且正值苹果树春梢的生长期,利于苹果黄蚜的发生,而 7 月至 8 月的高温条件以及气候剧烈变化带来的降水不利于苹果黄蚜的生长繁殖。在 8 月下旬至 9 月中旬,由于果树有秋梢抽出,有翅蚜会迁回果园继续危害,但持续时间不长且危害程度较小。9 月中下旬,随着温度降低与果园环境的限制,苹果黄蚜的数量会逐渐减少,最终进入越冬状态。这与陕西省其它地区苹果黄蚜的发生动态趋势大致相符^[14-15],但仍存在差异,可能与当地果树的树龄、品种及果园的水肥条件有关。

监测结果表明,5 月上中旬是陕西地区苹果黄蚜的始盛期,此时苹果黄蚜的基数较低,是进行药剂防治的最佳时期,防治主要以无翅蚜为主。

建议使用本研究筛选的生物源农药,并在大发生时结合使用高效低毒的化学农药及时控制。除此之外,还要做好苹果黄蚜越冬时期的防治以及苹果树落花后和套袋前的药剂防治。

3.2 金纹细蛾发生动态

通过对陕西省白水地区的金纹细蛾进行虫情监测,探明了白水地区 1 a 内金纹细蛾幼虫和成虫的发生动态。金纹细蛾成虫发生低谷期与虫斑数高峰期基本吻合,两者的跟随关系明显,说明当田间成虫减少的时候,幼虫数量增多。金纹细蛾成虫 1 a 发生 4 代,分别为 4 月下旬、6 月中下旬、7 月下旬至 8 月上旬、9 月下旬,第 3 代危害最严重。成虫盛发时(7-8 月)白水地区平均气温分别为 30.2 ℃和 30.9 ℃,而金纹细蛾大发生的适宜温度为 25~30 ℃,适宜的气候条件利于金纹细蛾的生长繁殖。乔晓亮等^[9]对陕西省洛川县金纹细蛾的发生动态进行了调查,结果发现金纹细蛾在洛川地区 1 a 发生 5 代,始发期为 3 月下旬,发生盛期为 7 月至 9 月,发生末期为 9 月下旬至 10 月中旬,10 月中旬以后越冬代幼虫结茧越冬。杜凌君等^[4]通过研究发现,5 月中旬至 6 月中旬是烟台福山区金纹细蛾成虫发生的全年最高峰。可见不同苹果种植区金纹细蛾在越冬时间及成虫盛发期等时间点上存在差异,可能与气候、地理位置以及果园的水肥管理措施有关,但生活史和习性基本相同。

由于金纹细蛾每代成虫高峰期后的 7~10 d

是其初孵幼虫的高峰期,是药剂防治的关键时期,应结合当地苹果园中金纹细蛾成虫动态,特别是峰值期的监测,预测关键时期,及时防治^[16-19]。本研究发现,陕西白水地区金纹细蛾成虫第1代发生整齐,第2代发生量大,应作为重点防治时期,建议在从4月下旬开始应用性诱剂诱杀防治成虫,6月中下旬进行药剂防治。推荐使用本研究筛选的生物源农药,在大发生时使用高效低毒的化学农药及时控制。

3.3 生物源农药对苹果黄蚜的防治

通过选取8种生物源农药和3种化学农药及电极粉进行田间药剂筛选试验,经比较发现,生物源农药22.4%螺虫乙酯悬浮剂持效性好,药后7d防效达84.93%;0.3%印楝素乳油、1.8%阿维菌素微乳剂和6%鱼藤酮乳油相对于其他生物源农药对苹果黄蚜有较好的防治效果,因此,推荐使用以上4种生物源农药。宫庆涛等^[20]开展3种果树蚜虫有效防治药剂及剂量筛选的研究,发现22.4%螺虫乙酯悬浮剂同样有较高的防治效果,宗会娜等^[21]发现0.3%印楝素乳油7d后对苹果黄蚜的防效仍高于60%,以上研究结果与本研究基本一致。另外,苹果黄蚜的防治应该尽量避免单一药剂的使用而产生抗药性,建议农药要交替使用,严重时可使用高效低毒化学农药及时防控,同时配合黄板诱杀、人工剪枝、释放天敌瓢虫等其他措施进行有效控制。

3.4 生物源农药对金纹细蛾的防治

通过选取8种生物源农药进行田间药效筛选,经比较发现,0.3%印楝素乳油是防治该虫的首选,速效性好且持效期长,药后15d防效仍为81.25%。1.8%阿维菌素乳油和2.2%甲维·氟铃脲乳油药后15d对金纹细蛾也有较高防效,同样可以推广使用。栾炳辉等^[22]在室内和田间针对6种不同类型杀虫剂对苹果金纹细蛾的防效进行了研究,结果发现1.8%的阿维菌素水乳剂药后15d对金纹细蛾的防效仍在75%以上,与本研究结果一致。本研究还发现20%灭幼脲悬浮剂药后5d其防效为64.71%,药后10d、15d防效均降至60%以下,与其他生物源农药相比,效果并不理想,原因可能是频繁使用导致产生了抗性。另外,建议交替使用,并与传统常规杀虫剂轮换使用,以减缓抗性的产生。同时结合修剪清园、性诱剂诱捕、释放天敌昆虫(如草蛉、瓢虫、蜘蛛)等一些配套技术综合防治。

4 结论

本研究明确了苹果黄蚜与金纹细蛾两种苹果主要害虫在陕西白水地区的发生动态,提出最佳防治时期,同时筛选了相应的生物源农药,为果农利用绿色无公害药剂进行防治提供了参考。苹果黄蚜和金纹细蛾在果园内常出现混合发生的局面,因此可以考虑使用本研究筛选的对两种害虫都有防治效果的生物源农药在相应的防治时期使用,即使用印楝素和阿维菌素在5月上中旬至6月中下旬进行防治,既可以对两种害虫起到同步防治的效果,又可以有效减少农药的用量。

参考文献 Reference:

- [1] 刘慧平,韩巨才,徐琴,等.杀虫剂对苹果黄蚜与七星瓢虫的毒力及选择性研究[J].中国生态农业学报,2007,15(2):126-129.
LIU H P, HAN J C, XU Q, *et al.* Selective toxicity of insecticides between *Aphis citricola* and *Coccinella septempunctata* [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2007, 15(2): 126-129.
- [2] 封云涛,郭晓君,李娅,等.3种助剂在减量化防治苹果黄蚜中的应用研究[J].果树学报,2020,37(3):397-403.
FENG Y T, GUO X J, LI Y, *et al.* Application of three surfactants for dose-reduced chemical control of *Aphis citricola* van der Goot (Linnaeus) [J]. *Journal of Fruit Science*, 2020, 37(3): 397-403.
- [3] 焦浩,侯建华,侯红利.2013年陕西苹果蚜虫大发生原因及防治技术[J].陕西农业科学,2014,60(4):125-128.
JIAO H, HOU J H, HOU H L. Occurrence causes and control techniques of *Aphis citricola* in Shaanxi province in 2013 [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2014, 60(4): 125-128.
- [4] 杜凌君,杭翠翠,张依依,等.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[J].应用昆虫学报,2019,56(6):1243-1248.
DU L J, HANG C C, ZHANG Y Y, *et al.* Population dynamics of *Lithocolletis ringoniella*, its parasitoids, and the control of this pest in extensively managed orchards [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2019, 56(6): 1243-1248.
- [5] 王春蕾.金纹细蛾研究进展[J].农业开发与装备,2016(5):45.
WANG CH L. Research progress of *Lithocolletis ringoniella* [J]. *Agricultural Development & Equipments*, 2016(5): 45.
- [6] 赵艳华.金纹细蛾在牡丹江地区消长规律初报[J].北方园艺,1995(4):20-21.
ZHAO Y H. The preliminary report on the growth and decline of *Lithocolletis ringoniella* in Mudanjiang area [J].

- Nortnern Horticulture*, 1995(4):20-21.
- [7] FAN X J, MI Y X, REN H, *et al.* Cloning and functional expression of a chitinase cDNA from the apple leaf miner moth *Lithocolletis ringoniella* [J]. *Biochemistry-Moscow*, 2015, 80(2):242-250.
- [8] 文耀东, 谢飞舟, 冯小军, 等. 陕西苹果金纹细蛾发生为害动态研究[J]. 陕西农业科学, 2013, 59(5):50-54.
WEN Y D, XIE F ZH, FENG X J, *et al.* Study on the occurrence and damage dynamics of *Lithocolletis ringoniella* in Shaanxi province [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2013, 59(5):50-54.
- [9] 乔晓亮, 花 蕾. 洛川苹果金纹细蛾发生规律的初步研究[J]. 陕西农业科学, 2005, 51(1):26-28.
QIAO X L, HUA L. A preliminary study on the occurrence regularity of *Lithocolletis ringoniella* in Luochuan [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2005, 51(1):26-28.
- [10] 官庆涛, 武海斌, 郭腾达, 等. 苹果黄蚜防治药剂筛选及天敌安全性评价[J]. 农药, 2019, 58(1):70-72.
GONG Q T, WU H B, GUO T D, *et al.* Screening of insecticides against *Aphis citricola* and evaluation of safety of natural enemies[J]. *Agrochemcals*, 2019, 58(1):70-72.
- [11] 康总江, 官亚军, 石宝才. 22.4%螺虫乙酯悬浮剂防治苹果黄蚜田间药效研究[J]. 北方园艺, 2013(13):157-158.
KANG Z J, GONG Y J, SHI B C. Field control efficacy of 22.4% spirotetramat SC on *Aphis citricola* [J]. *Northern Horticulture*, 2013(13):157-158.
- [12] 窦连登, 张慈仁, 关丰栋, 等. 8个苹果品种对苹果叶螨和金纹细蛾的抗性[J]. 昆虫知识, 1989, 26(2):88-91.
DOU L D, ZHANG C R, GUAN F D, *et al.* The resistance of eight apple varieties to *Panonychus ulmi* and *Lithocolletis ringoniella* [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 1989, 26(2):88-91.
- [13] 袁善奎, 王以燕, 师丽红, 等. 我国生物源农药标准制定现状及展望[J]. 中国生物防治学报, 2018, 34(1):1-7.
YUAN SH K, WANG Y Y, SHI L H, *et al.* Current situation and prospects of biological pesticides related standards in China[J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2018, 34(1):1-7.
- [14] 杜建林, 吴江波. 宜川县苹果黄蚜的发生规律与防控技术[J]. 陕西农业科学, 2011, 57(3):257-259.
DU J L, WU J B. Occurrence regularity and control techniques of *Aphis citricola* in Yichuan County[J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2011, 57(3):257-259.
- [15] 武荣祥. 陕西省苹果黄蚜的抗药性监测及种群动态研究[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学, 2016.
- WU R X. Resistance monitoring and population dynamics of *Aphis citricola* in apple orchards of Shaanxi province [D]. Yangling Shaanxi: Northwest A&F University, 2016.
- [16] 白欣可, 李金章, 刘建平, 等. 庆阳苹果园金纹细蛾发生为害动态及监测防控建议[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(9):40-43.
BAI X K, LI J ZH, LIU J P, *et al.* Occurrence and damage dynamics of *Lithocolletis ringoniella* Mats. in Qingyang apple orchard and suggestions for monitoring and controlling[J]. *China Plant Protection*, 2019, 39(9):40-43.
- [17] 张玉琴. 甘肃陇东苹果园金纹细蛾发生规律及上升成优势种群的原因调查[J]. 中国果树, 2013(5):69-72.
ZHANG Y Q. Investigation on the occurrence regularity and the reason of the dominant population of *Lithocolletis ringoniella* in Longdong apple orchard, Gansu province [J]. *China Fruits*, 2013(5):69-72.
- [18] 常聚普, 王长根, 张金勇, 等. 苹果园金纹细蛾幼虫防治指标及测报方法[J]. 中国果树, 2005(2):37-38, 48.
CHANG J P, WANG CH G, ZHANG J Y, *et al.* Control index and forecasting method of the larva of *Lithocolletis ringoniella* in apple orchard [J]. *China Fruits*, 2005(2):37-38, 48.
- [19] LI X L, GENG S B, CHEN H J, *et al.* Mass trapping of apple leafminer, *Phyllonorycter ringoniella* with sex pheromone traps in apple orchards [J]. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 2017, 20(1):43-46.
- [20] 官庆涛, 耿 军, 武海斌, 等. 3种果树蚜虫有效防治药剂及剂量筛选[J]. 植物保护, 2016, 42(5):225-229.
GONG Q T, GENG J, WU H B, *et al.* Screening of effective pesticides and doses against three kinds of fruit aphids [J]. *Plant Protection*, 2016, 42(5):225-229.
- [21] 宗会娜, 徐 勇, 郭鑫宇, 等. 印楝素 0.3%乳油的配方优化及田间防效研究[J]. 农药科学与管理, 2014, 35(8):18-21.
ZONG H N, XU Y, GUO X Y, *et al.* Preparation of 0.3% azadirachtin EC and its field efficacy [J]. *Pesticide Science and Administration*, 2014, 35(8):18-21.
- [22] 栾炳辉, 曲恒华, 王英姿, 等. 不同类型杀虫剂对苹果金纹细蛾的室内毒力及田间防效[J]. 中国果树, 2019(1):65-67.
LUAN B H, QU H H, WANG Y Z, *et al.* Indoor toxicity and control effect of different type pesticides to *Lithocolletis ringoniella* [J]. *China Fruits*, 2019(1):65-67.

Occurrence Dynamics and Biogenic Pesticide Control Technology of Two Pests in Apple Orchards

LIU Xueying¹, WANG Xin², GAO Qiqin³, WU Jiangbo⁴, HOU Wei⁵,
ZHANG Bohu⁶, ZOU Peihua¹, HOU Meng¹, YUAN Tao² and LI Yiping¹

(1. Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northwestern Loess Plateau, Ministry of Agriculture, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. Qianxian County Center for Agricultural Technology, Qianxian Shaanxi 713300, China; 3. Xunyang Agricultural Brigade for Comprehensive Law Enforcement, Xunyang Shaanxi 725700, China; 4. Yichuan County Center for Agricultural Technology, Yichuan Shaanxi 716200, China; 5. Baoji Service Center for Agricultural Technology Extension, Baoji Shaanxi 721001, China; 6. Weinan Academy of Agricultural Sciences, Weinan Shaanxi 714000, China)

Abstract *Aphis citricola* van der Goot and *Lithocolletis ringoniella* Matsumura are very serious pests in apple orchards, the 3R problem caused by chemical control is becoming more and more prominent. In order to explore the safe and effective green control technology of biogenic pesticides, the dynamic monitoring and biogenic pesticides screening for the two pests were carried out in apple orchards in countries of Baishui and Qianxian in Shaanxi province through field investigation and control experiments. The results showed that the highest occurrence period of *Aphis citricola* in every year was May and June, and the number of insects per 100 shoots peaked at 1 552 heads every week. It was suggested that the best control period for *Aphis citricola* was early and mid-May. There were three peak periods of *Lithocolletis ringoniella* larval occurrence: early July, late August and mid-November respectively, with a maximum per 17 insect spots of 100 leaves every week. There were four peak periods for adult occurrence: late April, mid-late June, late July to early August, and late September respectively, among which the period from late July to early August was the period of highest occurrence for the whole year when a single trap could trap up to 1 345 heads per week. Late April was the peak period of the adult overwintering generation, which was the key period for prevention and control with sex attractant. And the peak period of mid to late June was the best period for pesticide control for the whole year. The results of the pesticide screening test showed that 22.4% spirotetramat SC had better control efficacy on *Aphis citricola*, with a control efficacy above 80% after 7 days of spraying. In addition, 1.8% avermectin ME, 0.3% azadirachtin EC and 6% rotenone EC also showed good control efficacy. After 15 days, 0.3% azadirachtin EC had the best efficacy on *Lithocolletis ringoniella*, with a control efficacy of 81.25%; the control efficacy of 1.8% avermectin EC and 2.2% emamectin benzoate • hexaflumuron EC were both above 70%. The results provide some theoretical bases and practical guidance value for clarifying the optimal control periods and scientific use of biogenic pesticides based on the occurrence dynamics of the two pests in the apple orchards.

Key words *Aphis citricola* van der Goot; *Lithocolletis ringoniella* Matsumura; Occurrence dynamic; Biogenic pesticides; Pesticide screening

Received 2021-03-20

Returned 2021-04-18

Foundation item Key Science and Technology Project of Shaanxi Province (No. 2020ZDZX03-03-02); Key R&D Program Project of Shaanxi Province (No. 2017ZDCXL-NY-03-02); Science and Technology Plan of Yangling Demonstration Zone of Agricultural Hi-tech (No. 2017NY-06); National Key R&D Plan Project (No. 2017YFD0201900).

First author LIU Xueying, female, master student. Research area: agricultural entomology and pest control. E-mail: 1804855787@qq.com

Corresponding author LI Yiping, female, Ph D, professor. Research area: agricultural entomology and pest control. E-mail: liyiping@nwsuaf.edu.cn

(责任编辑: 郭柏寿 Responsible editor: GUO Baishou)