不同杀虫剂及其组合对梨小食心虫初孵幼虫的毒力及田间防效

庚 琴， 杜恩强， 郭晓君， 封云涛， 张润祥*

（山西农业大学植物保护学院（植物保护研究所），太原 030031）

摘要 采用浸泡幼果法测定了6种杀虫剂及其两元复配组合对梨小食心虫初孵幼虫的毒力，并将筛选出的增效组合在田间进行防效验证。结果表明，阿维菌素、氯虫苯甲酰胺、高效氯氟氰菊酯、呋虫胺、噻虫嗪和溴氰虫酰胺对梨小食心虫初孵幼虫的致死中浓度(LC_{50})分别为：0.691、4.883、5.350、10.326、13.966和27.942 mg/L。两元复配组合中，阿维菌素与呋虫胺复配组合(8∶1、2∶1、1∶1、1∶2和1∶4)、呋虫胺与氯虫苯甲酰胺复配组合(1∶4、1∶2、1∶1、2∶1和4∶1)、阿维菌素与氯虫苯甲酰胺复配组合(4∶1、1∶1和1∶4)和高效氯氟氰菊酯与呋虫胺复配组合(1∶4)具有增效作用。在梨小食心虫暴发为害年份、于梨果不同发育阶段进行田间防效验证，阿维菌素与呋虫胺1∶4(12.5 mg/kg＋50 mg/kg)、呋虫胺与氯虫苯甲酰胺2∶1(25 mg/kg＋12.5 mg/kg)和阿维菌素与氯虫苯甲酰胺1∶1(12.5 mg/kg＋12.5 mg/kg)对梨小食心虫的防效分别为75.02%～94.81%、50.04%～89.15%和42.90%～90.57%，其中，阿维菌素与呋虫胺(1∶4)的防治效果最好。

关键词 梨小食心虫； 初孵幼虫； 复配； 毒力； 防效

中图分类号： S 436.62 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2019192

Toxicity of six insecticides and their mixtures to the neonate larvae of *Grapholitha molesta* (Busck) and their field control effects

YU Qin， DU Enqiang， GUO Xiaojun， FENG Yuntao， ZHANG Runxiang*

(*College of Plant Protection*, *Shanxi Agricultural University* (*Institute of Plant Protection*), *Taiyuan* 030031, *China*)

Abstract Toxicity of six insecticides and their mixtures to the neonate larvae of *Grapholitha molesta* was tested using fruitlets dipping method, and the efficacy of synergistic mixtures was evaluated in pear orchard. The results showed that the LC_{50} values of abamectin, chlorantraniliprole, *lambda*-cyhalothrin, dinotefuran, thiamethoxam and cyantraniliprole were 0.691, 4.883, 5.350, 10.326, 13.966 mg/L and 27.942 mg/L, respectively. The mixtures of abamectin and dinotefuran at the ratios of 8∶1, 2∶1, 1∶1, 1∶2 and 1∶4, dinotefuran and chlorantraniliprole at the ratios of 1∶4, 1∶2, 1∶1, 2∶1 and 4∶1, abamectin and chlorantraniliprole at the ratios of 4∶1, 1∶1 and 1∶4, *lambda*-cyhalothrin and dinotefuran at the ratio of 1∶4 showed significant synergism. Field test showed that the mixtures of abamectin and dinotefuran 1∶4 (12.5 mg/kg＋50 mg/kg), dinotefuran and chlorantraniliprole 2∶1 (20.5 mg/kg＋12.5 mg/kg) and abamectin and chlorantraniliprole 1∶1 (12.5 mg/kg＋12.5 mg/kg) could be used in controlling *Grapholitha molesta* at different development stages in pear orchard in seriously occurred year. Among them, abamectin & dinotefuran (1∶4) had the best control effect against *G. molesta*.

Key words *Grapholitha molesta*； neonate larvae； mixed insecticide； toxicity； control effect

梨小食心虫 *Grapholitha molesta* (Busck)是为害梨、桃、苹果等多种果树的一种重要害虫。近年来受栽培模式、气候异常等因素影响，在我国桃、梨等果树主产区频繁暴发为害[1-2]。作为一种蛀果类害虫，梨小食心虫特殊的钻蛀习性使其与一般钻蛀性害虫和食叶类害虫的为害特点有较大差别。梨小食心虫幼虫孵化后在数小时内蛀入果实，并在果实中完成整个幼虫阶段，直至发育成老熟幼虫且不再取

收稿日期： 2019－04－16 **修订日期：** 2019－07－10
基金项目： 国家重点研发计划(2016YFD0200505)；山西省重点研发计划(201803D221015－2)；山西省农科院特色农业技术攻关(YGG17109)
* 通信作者 E-mail：973588211@qq.com

食后才从果实中爬出[3]。据此特性，已有的防治药剂主要用于防治成虫和卵[4-6]，这些药剂在梨小食心虫为害较轻年份能有效控制其为害，但在为害较重或暴发年份则效果较差。我们通过室内试验和田间试验也发现，能有效杀灭梨小食心虫卵的药剂对成虫或幼虫的田间防治效果并不一定好(待发表)。同时，在桃梨混栽园或梨果生长发育后期或梨小食心虫为害严重时期进行化学防治时，现有的技术或规程一般要求在成虫盛发期后 5 d 左右施药[7]，针对的也是初孵幼虫。因而，直接通过初孵幼虫来筛选有效药剂及其复配组合，并对筛选的增效组合进行田间防效验证，可为梨小食心虫的科学防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

梨小食心虫采自山西省忻州市原平神山村的酥梨园，在室内饲养 10 代以上作为供试种群。幼虫用苹果饲养，成虫饲喂 5%蜂蜜水。饲养条件为：温度(25±1.0)℃、相对湿度(70±5)%、光周期：L//D=15 h//9 h。试验中，因初孵幼虫个体太小，且易受伤，为减少操作过程中对初孵幼虫的损伤，提高试验准确性，试验采用在浸泡农药的苹果幼果上接种已变黑、将孵化的卵，以接种后数小时内孵化出的初孵幼虫作为试虫。

1.2 供试药剂

原药：95.3%阿维菌素，河北威远生化农药有限公司；95.3%氯虫苯甲酰胺，美国杜邦公司；96.0%高效氯氟氰菊酯，常州天择化工有限公司；99.1%呋虫胺，山东省联合农药工业有限公司；95.0%噻虫嗪，盐城科尔化工公司；94%溴氰虫酰胺，上海杜邦农化有限公司。

制剂：5%阿维菌素乳油(EC)，河北威远生化农药有限公司；20%氯虫苯甲酰胺悬浮剂(SC)，上海生农生化制品有限公司；2.5%高效氯氟氰菊酯水乳剂(EW)，天津市华宇农药有限公司；20%呋虫胺可溶粒剂(SG)，日本三井化学 AGRO 株式会社；4.5%高效氯氰菊酯微乳剂(ME)，成都邦农化学有限公司；40%毒死蜱乳油(EC)，陕西恒田生物有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 毒力测定

采用浸幼果法[8]。选择直径 3～4 cm 苹果幼果，洗净晾干后剪去果柄待用。将原药用丙酮溶解，用自来水配制的质量分数为 0.02%吐温－80 溶液稀释成系列浓度梯度的药液，药液量为 200 mL。将幼果在药液中浸泡 5 s，取出后用滤纸吸掉多余药液，平稳放在具盖的玻璃或塑料器皿中。以自来水(含质量分数为 0.02%的吐温－80)处理的苹果为对照。把附有 50 粒待孵化卵的卵纸轻放于幼果上，有卵的一面接触果面，盖上盖子，置于温度(25±1)℃，相对湿度(70±5)%的人工气候箱中。接卵后 20 h，调查卵孵化数和初孵幼虫死亡数，对照组死亡率高于 10%为无效试验。接卵后 78 h 调查蛀果数，蛀果的孔洞处无新鲜虫粪判定为幼虫死亡，统计死亡虫数。用 SPSS 软件计算致死中浓度 LC_{50}、斜率和标准误差等。试验重复 3 次。

1.3.2 不同药剂复配组合对梨小食心虫的联合毒力

根据不同单剂对梨小食心虫初孵幼虫的毒力测定结果，将毒力较好的 4 种药剂进行两两复配组合，药剂组合和比例见表 1。复配药剂的毒力效果用共毒系数表示，共毒系数小于 80 为拮抗作用，80～120 之间为相加作用，大于 120 为增效作用。共毒系数采用 Sun 等方法计算[9]。

表 1 药剂的复配组合和比例

Table 1 The combination and ratio of mixed insecticides

药剂组合 Mixed insecticides	比例 Ratio
阿维菌素：呋虫胺 abamectin：dinotefuran	8：1、4：1、2：1、1：1、1：2、1：4
呋虫胺：氯虫苯甲酰胺 dinotefuran：chlorantraniliprole	1：4、1：2、1：1、2：1、4：1
阿维菌素：氯虫苯甲酰胺 abamectin：chlorantraniliprole	8：1、4：1、2：1、1：1、1：2
高效氯氟氰菊酯：呋虫胺 *lambda*-cyhalothrin：dinotefuran	4：1、2：1、1：1、1：2、1：4

1.3.3 不同药剂复配组合对梨小食心虫田间防效验证

试验地设在山西省原平市神山村，梨树为未套袋酥梨，树龄 35 年，田间管理按常规进行，各小区栽培管理条件一致。试验共设 8 个处理，施药时间、药剂种类和浓度见表 2。使用市下牌背负式电动喷雾器全树均匀喷雾，施药压力 0.20～0.40 MPa，喷片孔径 d=1.0 mm，每株树喷施药液量为 2 L。小区采用随机区组排列，每小区 20 棵树，重复 3 次。于 2018 年 7 月 5 日调查蛀果基数，阿维菌素与呋虫胺 1：4(16.67 mg/kg＋66.67 mg/kg)、阿维菌素与氯虫苯甲酰胺 1：1(8.33 mg/kg＋8.33 mg/kg)、呋虫胺与氯虫苯甲酰胺 2：1(20 mg/kg＋10 mg/kg)处理于 7 月 30 日调查蛀果数；其他处理分别于

7 月 30 日、8 月 14 日和 8 月 29 日调查蛀果数。调查时,在小区内随机选择 5 株树,每株树按东、南、西、北 4 个方位各选择 10 个果实,共 200 个果实。

依据药前蛀果数和药后不同时间段的蛀果数,计算各处理区和空白对照区的蛀果率和防效。蛀果率=蛀果数/200×100%;防效=(对照区蛀果率-试验区蛀果率)/对照区蛀果率×100%。数据使用 Microsoft Excel 2010 软件计算标准误差,用 SPSS 16.0 软件,应用 Duncan 氏新复极差法进行处理间的差异显著性检验。

2　结果与分析

2.1　不同药剂对梨小食心虫初孵幼虫的毒力

结果(表 3)表明,在试验的 6 个药剂中,阿维菌素对梨小食心虫初孵幼虫毒力最高,LC_{50} 为 0.691 mg/L,其次为氯虫苯甲酰胺、高效氯氟氰菊酯、呋虫胺和噻虫嗪,溴氰虫酰胺毒力最低,LC_{50} 为 27.942 mg/L。结果说明,阿维菌素、氯虫苯甲酰胺、高效氯氟氰菊酯和呋虫胺对梨小食心虫初孵幼虫毒力较高。

表 2　梨园药剂的喷施时间、种类和浓度

Table 2　Spraying time kinds and concentration of pesticides against *Grapholitha molesta* in pear orchard

药剂 Insecticide	有效成分量/mg·kg^{-1} Dosage of active ingredient		
	7 月 6 日 July 6	8 月 1 日 August 1	8 月 15 日 August 15
阿维菌素:呋虫胺1:4 abamectin:dinotefuran 1:4	12.5+50	12.5+50	12.5+50
	16.67+66.67	—	—
阿维菌素:氯虫苯甲酰胺1:1 abamectin:chlorantraniliprole 1:1	8.33+8.33	—	—
	12.5+12.5	12.5+12.5	12.5+12.5
呋虫胺:氯虫苯甲酰胺2:1 dinotefuran:chlorantraniliprole 2:1	20+10	—	—
	25+12.5	25+12.5	25+12.5
阿维菌素+毒死蜱+高效氯氰菊酯(自防区) abamectin+chlorpyrifos+*beta*-cypermethrin (self-controlled orchard)	33.33+200.00+0	33.33+0+30.00	33.33+200.00+30.00
清水 Water	—	—	—

表 3　不同药剂对梨小食心虫初孵幼虫的毒力

Table 3　Toxicity of different insecticides to *Grapholitha molesta* neonate larvae

药剂 Insecticide	斜率±标准误 Slope±SE	卡方值(自由度) $\chi^2(df)$	P	致死中浓度(95%置信限)/mg·L^{-1} LC_{50}(95% confidence interval)
阿维菌素 abamectin	0.391±0.054	14.536(12)	0.559	0.691(0.628~0.759)
氯虫苯甲酰胺 chlorantraniliprole	1.499±0.148	16.283(12)	0.234	4.883(4.257~5.731)
高效氯氟氰菊酯 *lambda*-cyhalothrin	3.294±0.234	17.958(12)	0.326	5.350(5.098~5.608)
呋虫胺 dinotefuran	4.807±0.284	15.915(12)	0.663	10.326(9.887~10.788)
噻虫嗪 thiamethoxam	3.248±0.196	20.688(12)	0.354	13.966(12.990~15.003)
溴氰虫酰胺 cyantraniliprole	2.866±0.432	0.611(12)	0.894	27.942(22.223~33.703)

2.2　药剂复配组合对梨小食心虫初孵幼虫的联合毒力

试验结果表明(表 4),呋虫胺和氯虫苯甲酰胺复配时对梨小食心虫初孵幼虫毒力较高,试验设置的 5 个配比 1:4、1:2、1:1、2:1和 4:1均有增效作用;阿维菌素与呋虫胺复配组合次之,8:1、2:1、1:1、1:2和 1:4组合有增效作用;阿维菌素与氯虫苯甲酰胺的复配增效组合为 4:1、1:1和 1:4;高效氯氟氰菊酯与呋虫胺仅 1:4复配时有增效作用。

表 4　不同药剂复配组合对梨小食心虫初孵幼虫的联合毒力

Table 4　Joint toxicity of mixtures of different insecticides to *Grapholitha molesta* neonate larvae

药剂 Insecticide	混配比例 Proportion	斜率±标准误 Slope±SE	卡方值(自由度) $\chi^2(df)$	P	致死中浓度(95%置信限)/mg·L^{-1} LC_{50}(95% confidence interval)	共毒系数 Co-toxicity coefficient
阿维菌素:呋虫胺 abamectin:dinotefuran	8:1	0.295±0.052	19.093(12)	0.264	0.572(0.478~0.685)	134.77
	4:1	0.099±0.071	9.019(12)	0.709	1.025(0.908~1.566)	82.88
	2:1	0.135±0.102	3.113(12)	0.997	0.547(0.193~1.172)	182.53
	1:1	0.046±0.038	3.684(12)	0.994	1.053(0.503~1.821)	123.01
	1:2	0.047±0.046	8.553(12)	0.931	1.105(0.562~1.812)	166.83
	1:4	1.370±0.430	7.559(12)	0.961	1.335(0.675~2.061)	204.15

续表 4 Table 4(Continued)

药剂 Insecticide	混配比例 Proportion	斜率±标准误 Slope±SE	卡方值(自由度) $\chi^2(df)$	P	致死中浓度(95%置信限)/mg·L^{-1} LC_{50}(95% confidence interval)	共毒系数 Co-toxicity coefficient
呋虫胺:氯虫苯甲酰胺 dinotefuran: chlorantraniliprole	1:4	0.367±0.094	6.053(12)	0.988	2.411(1.746~3.375)	226.40
	1:2	0.484±0.096	20.078(12)	0.217	2.394(1.915~3.108)	246.92
	1:1	0.068±0.068	10.626(12)	0.832	1.680(1.480~1.880)	394.67
	2:1	0.279±0.095	17.934(12)	0.328	1.705(1.234~2.190)	442.76
	4:1	0.231±0.094	13.813(12)	0.613	1.567(1.079~2.135)	538.84
阿维菌素:氯虫苯甲酰胺 abamectin: chlorantraniliprole	4:1	0.232±0.066	6.927(12)	0.906	0.602(0.439~0.790)	138.58
	2:1	0.112±0.064	7.466(12)	0.877	1.478(1.044~2.065)	65.23
	1:1	0.539±0.068	5.658(12)	0.958	0.394(0.140~0.638)	307.13
	1:2	0.005±0.005	6.032(12)	0.945	4.081(2.600~5.560)	39.86
	1:4	0.467±0.067	4.694(12)	0.981	1.480 1(1.029~2.310)	149.06
高效氯氟氰菊酯:呋虫胺 *lambda*-cyhalothrin: dinotefuran	4:1	1.169±0.180	16.766(12)	0.210	11.498(9.005~17.407)	51.49
	2:1	0.909±0.173	13.239(12)	0.430	7.189(5.453~9.950)	88.49
	1:1	1.557±0.191	12.236(12)	0.508	6.751(5.421~7.401)	104.40
	1:2	2.402±0.115	18.583(12)	0.291	7.681(7.077~8.345)	102.62
	1:4	1.827±0.136	11.698(12)	0.765	6.383(5.794~7.013)	136.39

2.3 不同药剂复配组合对梨小食心虫田间防效验证

选择具有增效作用的组合阿维菌素+呋虫胺(1:4)、阿维菌素+氯虫苯甲酰胺(1:1)、呋虫胺+氯虫苯甲酰胺(2:1),按质量配比混配后进行田间防效验证。根据梨小食心虫在田间为害规律,分别在梨小食心虫为害较轻期、较重期和严重为害期进行试验。结果(表 5)表明,在梨小食心虫为害较轻阶段(7 月 6 日)施药,药后 24 d,阿维菌素+呋虫胺(1:4)、阿维菌素+氯虫苯甲酰胺(1:1)的两种浓度处理和呋虫胺+氯虫苯甲酰胺(2:1)较高浓度处理的蛀果率均在 1.00%以内,防效高于 71.43%,效果较好;呋虫胺+氯虫苯甲酰胺(2:1)低浓度处理的蛀果率较高、防效较差,与自防区差异不显著。在梨小食心虫为害较重阶段(8 月 1 日)施药,阿维菌素+呋虫胺(1:4)采用较低浓度,其他两种组合的采用较高浓度进行试验,药后 14 d,尽管 3 种组合的防效均较低,但阿维菌素+呋虫胺(1:4)和呋虫胺+氯虫苯甲酰胺(2:1)处理的蛀果率维持在 2.5%以下,仍能有效防控梨小食心虫的为害;阿维菌素+氯虫苯甲酰胺(1:1)防效较低,蛀果率大于 2.5%,与自防区差异不显著。在梨小食心虫为害严重期(8 月 15 日)施药,药后 14 d,阿维菌素+呋虫胺(1:4)和阿维菌素+氯虫苯甲酰胺(1:1)处理的蛀果率分别为 1.83%和 3.33%,防效达 90%以上,显著高于自防区;呋虫胺+氯虫苯甲酰胺(2:1)防效为 89.15%,与使用 3 种杀虫剂组合的自防区差异不显著,但蛀果率低于 4.0%,仍能有效防控梨小食心虫的为害。结果说明,有增效作用的药剂组合对梨小食心虫的防效高于或显著高于施药量较多的自防区处理,利用初孵幼虫筛选出的增效组合在田间均有较好防效。

表 5 药剂增效组合对梨园梨小食心虫的田间防效(2018)[1)]

Table 5 Control effect of mixtures of different insecticides against *Grapholitha molesta* in pear orchard (2018)

药剂 Insecticide	有效成分剂量/mg·kg^{-1} Dosage of active ingredient	7 月 30 日 July 30		8 月 14 日 August 14		8 月 29 日 August 29	
		蛀果率/% Rate of bored fruits	防效/% Control efficacy	蛀果率/% Rate of bored fruits	防效/% Control efficacy	蛀果率/% Rate of bored fruits	防效/% Control efficacy
阿维菌素:呋虫胺1:4 abamectin:dinotefuran 1:4	12.50+50	(0.50±0.50)cd	(85.71±12.73)a	(1.17±0.29)d	(75.02±5.00)a	(1.83±0.29)b	(94.81±0.32)a
	16.67+66.67	(0.33±0.29)d	(90.48±8.67)a	—	—	—	—
阿维菌素:氯虫苯甲酰胺1:1 abamectin:chlorantraniliprole 1:1	8.33+8.33	(1.00±0.00)cd	(71.43±4.18)ab	—	—	—	—
	12.50+12.5	(0.83±0.29)cd	(76.19±9.54)ab	(2.67±0.29)bc	(42.90±6.61)bc	(3.33±0.76)b	(90.57±2.40)b
呋虫胺:氯虫苯甲酰胺2:1 dinotefuran:chlorantraniliprole 2:1	20+10	(1.50±0.50)bc	(57.14±12.72)bc	—	—	—	—
	25+12.5	(1.00±0.50)cd	(71.43±18.33)ab	(2.33±0.29)c	(50.04±11.27)b	(3.83±0.29)b	(89.15±0.85)bc
阿维菌素+毒死蜱+高效氯氰菊酯(自防区) abamectin+chlorpyrifos+*beta*-cypermethrin (self-controlled orchard)	见表 2	(1.83±0.29)b	(47.62±14.87)c	(3.20±0.29)b	(32.19±7.64)c	(4.50±0.50)b	(87.26±1.39)c
清水 Water	—	(3.50±0.50)a	—	(4.67±0.58)a	—	(35.33±5.03)a	—

1) 数据为平均值±标准差,同列数据后不同小写字母表示 Duncan 氏新复极差法检验差异显著($P<0.05$)。
Data in the table are mean±SD. Data in the same column followed by different lowercase letters are significantly different by Duncan's new multiple range test ($P<0.05$).

3　结论与讨论

作为一种为害严重的重要害虫,梨小食心虫的防治较为困难。化学防治虽为最常用的防治技术之一,但目前防治梨树梨小食心虫的登记药剂仅为溴氰菊酯、高效氯氟氰菊酯两种菊酯类农药。已有的药剂筛选试验多集中在甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、阿维菌素、高效氯氟氰菊酯、高效氯氰菊酯、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺[10]等农药上。张怡等[11]研究表明,甲氨基阿维菌素苯甲酸盐可有效防治桃园梨小食心虫危害,而顺式氯氰菊酯与虱螨脲防效较差。陈静等[12]采用室内幼虫接触法和大田试验的结果表明,高效氯氟氰菊酯效果较好,甲氨基阿维菌素苯甲酸盐和阿维菌素次之。陈家红[13]在田间试验中发现毒死蜱可有效防治梨小食心虫,高效氯氰菊酯、三氟氯氰菊酯和阿维菌素效果较差。高越等[14]进行的田间研究表明,梨小食心虫第 3 代发生前用 4%高氯·甲维盐微乳剂 26.67～40 mg/kg 可防治梨园梨小食心虫,阿维菌素和氯虫苯甲酰胺效果较差。

上述针对梨小食心虫防治药剂的筛选多集中在菊酯类、生物源类和有机磷类等,且主要通过成虫和卵来筛选[5-6]。近年来新研发的对鳞翅目害虫有较好防效的噻虫嗪和溴氰虫酰胺及可防治多种害虫的呋虫胺等药剂对梨小食心虫防效未见报道。本文选择上述 3 种新型药剂和 3 种生产上推荐药剂测定其对梨小食心虫初孵幼虫的毒力,在筛选出高效单剂的基础上进行复配组合增效作用研究,并对具有增效作用的组合进行田间防效验证。结果表明,生产上推荐的阿维菌素、氯虫苯甲酰胺、高效氯氟氰菊酯对梨小食心虫初孵幼虫的毒力较高;新型药剂中,呋虫胺的毒力较高,噻虫嗪和溴氰虫酰胺的毒力较低。将毒力较高的 4 种药剂按一定比例进行两两复配组合进一步筛选出有增效作用的组合:阿维菌素与呋虫胺、阿维菌素与氯虫苯甲酰胺、呋虫胺与氯虫苯甲酰胺。在药剂使用剂量大幅减少的条件下,增效组合的田间防效显著高于或相当于自防区施药效果,结果说明通过初孵幼虫筛选出的药剂增效组合可有效防治梨小食心虫。

梨小食心虫同其他害虫为害规律不同。在梨幼果期,梨园中可诱捕到一定数量的梨小食心虫成虫,但其幼虫不会造成实际危害,可以不进行化学防治;梨果发育至膨大期时,果实表皮变薄、果肉变细,梨小食心虫幼虫开始钻蛀为害,并且随着果实的发育为害程度不断加重[15]。此时,如遇频繁降雨,易出现暴发为害[16]。田间验证试验在 2018 年度进行,当年 8 月－9 月试验梨园的降雨量为正常年份的 2 倍左右,梨小食心虫暴发为害。为更准确验证增效组合防效,田间试验选择了梨小食心虫为害较轻期、较重期和严重为害期 3 个阶段分别进行施药,结果表明,3 种药剂增效组合在一定浓度下可将梨果不同发育阶段的梨小食心虫蛀果率控制在 1.0%、2.67%和 3.83%以内,不仅能有效防控梨果膨大期的梨小食心虫,也能有效控制梨果发育后期和频繁降雨条件下的梨小食心虫为害。在田间使用时,可根据梨树生长发育阶段、降雨情况及其他害虫发生情况,选择合适的药剂组合。

参考文献

[1] 曹海波,徐瑞娟. 砀山县 2006 年梨小食心虫大发生为害特点及成因浅析[J]. 安徽农学通报,2006,12(11):163.

[2] 葛德光. 砀山桃树受涝死亡惨重 梨食心虫暴发成灾[J]. 北方果树,2006,24(11):60.

[3] 王怡,孔维娜,郭永福,等. 不同寄主植物对梨小食心虫幼虫龄数的影响[J]. 山西农业科学,2018,46(9):1515－1521.

[4] 宫庆涛,武海斌,张坤鹏,等. 三种杀虫剂对梨小食心虫和桃小食心虫的残效研究[J]. 果树学报,2016,33(7):857－864.

[5] 田忠正,丁茜,仵均祥. 10 种杀虫剂对梨小食心虫 *Grapholitha molesta* (Busck)卵的室内触杀效果[J]. 西北农业学报,2015,24(9):140－144.

[6] 蔡明飞,沈健,仵均祥. 不同杀虫剂对梨小食心虫卵和成虫的室内防效[J]. 果树学报,2010,27(4):636－640.

[7] 中华人民共和国农业部. 梨小食心虫测报技术规范:NY/T 2039－2011 [S]. 北京:中国农业出版社,2011.

[8] 庾琴,封云涛,郭晓君,等. 梨小食心虫初孵幼虫药效测定方法研究[J]. 果树学报,2017,34(11):1483－1489.

[9] SUN Yunpei, JOHNSON E R. Analysis of joint action of insecticides against houseflies [J]. Journal of Economic Entomology, 1960, 53: 887－892.

[10] 张怀江,仇贵生,闫文涛,等. 氯虫苯甲酰胺对苹果树主要害虫的控制作用及天敌的影响[J]. 环境昆虫学报,2011,33(4):493－501.

[11] 张怡,沈迎春,徐炜枫,等. 4 种药剂防治桃树梨小食心虫药效比较和残留分析初探[J]. 农药,2016,55(3):219－222.

[12] 陈静,张建萍,单长林. 蟠桃园梨小食心虫药剂筛选试验[J]. 陕西农业科学,2010,57(6):61－63.

[13] 陈家红. 48%乐斯本乳油防治梨小食心虫的药效试验[J]. 果农之友,2007,8(7):8.

[14] 高越,张鹏九,赵劲宇,等. 五种杀虫剂对桃小食心虫和梨小食心虫的防治效果研究[J]. 应用昆虫学报,2017,54(6):1044－1051.

[15] 范仁俊. 北方果树食心虫发生规律与控制[M]. 北京:中国农业出版社,2015:187.

[16] 黄永丰,蒋书良. 砀山酥梨梨小食心虫重发原因及防治对策[J]. 安徽农学通报,2002,8(6):52－53.

(责任编辑:杨明丽)