

7种药剂对食用玫瑰叶螨的室内毒力及田间防治效果评价

渠元福¹, 祝国栋², 单素兰¹, 赵华¹, 金岩³, 张国福³

(1. 菏泽市牡丹区农业农村局, 山东 菏泽 274000; 2. 聊城大学 农学与农业工程学院, 山东 聊城 252000;

3. 山东省农药检定所, 山东 济南 250100)

摘要:二斑叶螨(*Tetranychus urticae*)和朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)是危害食用玫瑰的2种重要害螨,但是目前缺少关于食用玫瑰叶螨防治的农药产品登记。为筛选防治二斑叶螨和朱砂叶螨2种害螨的高效安全药剂,分别采用浸叶法和玻片浸渍法测定7种药剂对2种叶螨卵和雌成螨的致毒作用,并开展田间试验评价4种药剂对食用玫瑰的安全性和对2种叶螨的防治效果。室内毒力试验表明,腈吡螨酯、阿维菌素和联苯腈酯对2种害螨均具有较好的毒性,对二斑叶螨成螨和朱砂叶螨成螨的 LC_{50} 分别为9.068~26.590、2.390~6.107 mg/L,对二斑叶螨卵和朱砂叶螨卵的 LC_{50} 分别为1.705~16.798、0.846~7.948 mg/L;螺螨酯则对2种叶螨卵具有极好的致毒作用,对二斑叶螨卵和朱砂叶螨卵的 LC_{50} 分别为2.622、1.674 mg/L。田间试验结果表明,腈吡螨酯、阿维菌素、螺螨酯和哒螨灵等4种药剂对3个品种的食用玫瑰生产安全、无药害,腈吡螨酯、阿维菌素和螺螨酯对食用玫瑰2种叶螨防治效果优于常用药剂哒螨灵,可作为替代哒螨灵的药剂轮换使用。

关键词:食用玫瑰;叶螨;腈吡螨酯;浸叶法;玻片浸渍法;毒力;安全性;防治效果

中图分类号:S436.8⁺¹ **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2481(2024)03-0129-08

Evaluation of Indoor Toxicity and Field Control Effects of Seven Insecticides against Edible Rose Mites

QU Yuanfu¹, ZHU Guodong², SHAN Sulan¹, ZHAO Hua¹, JIN Yan³, ZHANG Guofu³

(1. Agricultural and Rural Bureau of Mudan District of Heze City, Heze 274000, China;

2. Agricultural Science and Engineering School, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China;

3. Institute for the Control of Agrichemicals of Shandong Province, Ji'nan 250100, China)

Abstract: *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* are two important mites that harm edible rose. Up to now, there is a lack of registered insecticides for controlling edible rose mites. To screen both efficient and secure pesticides for controlling edible rose mites, in this study, leaf-dip method and slide-dip method were used to test the toxicity of 7 insecticides against eggs and femal adults of *T. urticae* and *T. cinnabarinus*, respectively. Field experiments were also conducted to evaluate the safety of edible rose and control efficacy against the two kinds of mites of 4 insecticides. The toxicity results demonstrated that the toxicity of cyenopyrafen, abamectin, and bifentazate possessed excellent toxicity against the two kinds of mites, and the LC_{50} value were 9.068~26.590 mg/L for *T. urticae* adults and 2.390~6.107 mg/L for *T. cinnabarinus* adults, and the LC_{50} value for eggs were 1.705~16.798 mg/L and 0.846~7.948 mg/L, respectively. Spirocliflofen possessed excellent toxic effects on eggs of the two kinds of mites, with the LC_{50} values of 2.622 mg/L for *T. urticae* eggs and 1.674 mg/L for *T. cinnabarinus* eggs. The results of the field experiments showed that the four insecticides including cyenopyrafen, abamectin, spirocliflofen, and pyridaben were safe for three edible rose varieties, and the control efficacy of the insecticides including cyenopyrafen, abamectin, and spirocliflofen against the two kinds of edible rose mites were better than that of pyridaben, and they could be applied as the insecticides replacing pyridaben.

Key words: edible rose; mites; cyenopyrafen; leaf-dip method; slide-dip method; toxicity; pesticide safety; control effects

玫瑰(*Rosa rugosa*)为蔷薇科蔷薇属多年生灌木,我国作为玫瑰原产地,具有超过2 000 a的种植

收稿日期:2023-11-09

基金项目:山东省特色小宗作物农药登记联合试验(K19LD2001);山东省自然科学基金项目(ZR2020QC140)

作者简介:渠元福(1965-),男,山东菏泽人,高级农艺师,主要从事农业技术推广工作。

通信作者:祝国栋(1990-),男,山东烟台人,讲师,博士,主要从事害虫综合防控研究工作。

历史,目前在全国各地均有种植^[1-2]。玫瑰不仅可以用于观赏和提取精油,并且因其富含多种氨基酸、微量元素也常被制作成食物和保健品^[3-5]。食用玫瑰在我国玫瑰产业中占有较大比重,种植面积广,且主要集中在山东平阴、甘肃苦水、云南安宁、北京妙峰山、新疆和田、陕西渭南和江苏铜山等地种植,对当地种植户增收致富具有重要意义^[6-8]。

近年来,国家对农产品安全问题高度重视,对农产品中的农药残留标准逐年提高。在食用玫瑰生产中,因不合理使用化学农药导致的农药残留问题是影响其产业发展的重要因素。目前,因针对食用玫瑰病虫害防控尚无规范化标准,生产上种植户多凭个人经验进行防控,致使用药选择错误及用药量加倍等问题出现,不仅不能有效防控病虫害,而且极易产生农药残留问题^[9]。叶螨是影响食用玫瑰安全生产的重要害螨,田间调查发现二斑叶螨 *Tetranychus urticae* 和朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* 是 2 种主要害螨种类^[10-11],在田间经常混合发生,且发生盛期为 5—7 月;而食用玫瑰采花期集中于 4 月下旬至 5 月下旬,因此,叶螨的危害与食用玫瑰采花期存在时间重叠^[12]。针对叶螨的防治多依赖化学药剂,由于叶螨世代周期短、繁殖快、环境适应能力强等特点,不合理的化学防治使叶螨对多种化学药剂产生抗药性,如重庆潼南朱砂叶螨种群对联苯肼酯和哒螨灵产生了中等水平的抗性^[13],江苏江宁二斑叶螨对联苯肼酯产生高水平抗性^[14]。并且不合理用药易引发农药残留问题^[15-17]。尤其当 2 种叶螨混合发生时,防治难度也增大,筛选高效、低毒环境友好的药剂至关重要。从中国农药信息网查询,尽管关于叶螨防治的药剂已有多种登记,但是尚没有防治食用玫瑰叶螨的农药产品登记。

本研究选取 7 种杀虫杀螨剂测定其对朱砂叶螨和二斑叶螨卵、雌成螨的室内毒力,并评价了 4 种药剂对食用玫瑰的安全性和对叶螨的田间防治效果,以为食用玫瑰叶螨的防治提供参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试昆虫 朱砂叶螨和二斑叶螨种群于 2019 年 5 月采自平阴县玫瑰镇食用玫瑰种植区,在温度 (25±1)℃,相对湿度 70%,光照时间 L:D=16 h:8 h 的养虫室内采用盆栽玫瑰继代饲养,建立

实验室种群。

1.1.2 供试药剂 98% 螺螨酯原药、98% 联苯肼酯原药、96% 螺虫乙酯原药;98% 哒螨灵原药、98% 虫螨腈原药、95% 阿维菌素原药、95% 腈吡嘧酯;15% 哒螨灵水乳剂、30% 腈吡嘧酯悬浮剂、1.8% 阿维菌素乳油、240 g/L 螺螨酯悬浮剂。以上原药和制剂均由山东省农药检定所提供。

1.2 试验方法

1.2.1 毒力测定 成螨毒力测定用 NY/T 1154.11—2008 农药室内生物测定准则,采用玻片浸渍法。用丙酮配制 95% 腈吡嘧酯原药、98% 螺螨酯原药、98% 联苯肼酯原药、98% 哒螨灵原药、96% 螺虫乙酯原药、98% 虫螨腈原药、95% 阿维菌素原药的母液 (5 000 mg/L),用 0.1% 吐温 80 水溶液将母液稀释成 5 个系列浓度 (二斑叶螨,腈吡嘧酯:2.5、5、10、20、40 mg/L,螺螨酯:125、250、500、1 000、2 000 mg/L,联苯肼酯:2.5、5、10、20、40 mg/L,哒螨灵:25、50、100、200、400 mg/L,螺虫乙酯:62.5、125、250、500、1 000 mg/L,虫螨腈:15、30、60、120、240 mg/L,阿维菌素:5、10、20、40、80 mg/L;朱砂叶螨,腈吡嘧酯:1.25、2.5、5、10、20 mg/L,螺螨酯:62.5、125、250、500、1 000 mg/L,联苯肼酯:0.625、1.25、2.5、5、10 mg/L,哒螨灵:6.25、12.5、25、50、100 mg/L,螺虫乙酯:25、50、100、200、400 mg/L,虫螨腈:3.75、7.5、15、30、60 mg/L,阿维菌素:1.25、2.5、5、10、20 mg/L)。每个玻片放置 25 头雌成螨 (5 头×5 头),将带虫的玻片置于药液中浸渍 5 s,取出后用吸水纸吸干多余药液,将玻片放置于倒扣于方形托盘中的培养皿上方,在托盘中铺有清水以防止其他叶螨进入玻片中影响试验。对照组用 0.1% 吐温 80 水溶液处理,每一处理重复 4 次。将所有玻片置于 (25±1)℃ 培养,48 h 后检查死、活螨数,计算并求出毒力回归式及 LC₅₀,药剂相对毒力为某药剂的 LC₅₀ 与毒力最小药剂的 LC₅₀ 的比值。

卵:用丙酮配制 95% 腈吡嘧酯原药、98% 螺螨酯原药、98% 联苯肼酯原药、98% 哒螨灵原药、96% 螺虫乙酯原药、98% 虫螨腈原药、95% 阿维菌素原药的母液 (5 000 mg/L),用 0.1% 吐温 80 水溶液将母液稀释成 5 个梯度浓度 (二斑叶螨,腈吡嘧酯:0.5、1、2、4、8 mg/L,螺螨酯:0.5、1、2、4、8 mg/L,联苯肼酯:6.25、12.5、25、50、100 mg/L,哒螨灵:50、100、200、400、800 mg/L,螺虫乙酯:31.25、62.5、125、250、500 mg/L,虫螨腈:6.25、12.5、25、50、100 mg/L,

阿维菌素:1.25、2.5、5、10、20 mg/L;朱砂叶螨,脞吡螨酯:0.25、0.5、1、2、4 mg/L,螺螨酯:0.25、0.5、1、2、4 mg/L,联苯肼酯:2.5、5、10、20、40 mg/L,哒螨灵:50、100、200、400、800 mg/L,螺虫乙酯:25、50、100、200、400 mg/L,虫螨腈:3.125、6.25、12.5、25、50 mg/L,阿维菌素:0.625、1.25、2.5、5、10 mg/L)。挑选带有新产叶螨卵的新鲜玫瑰叶片,去除多余的螨,将带卵的叶片在药液中浸渍10 s,取出晾干后,每个叶片上保留50粒卵。将叶片放入铺有凝固琼脂(12 g/L)的培养皿中,用保鲜膜封住。对照组用0.1%的吐温80水溶液处理,每一处理重复4次。将所有培养皿置于(25±1)°C培养,72 h后检查孵化卵数,计算并求出毒力回归式及LC₅₀。

1.2.2 安全性评价 按照《农药对作物安全性评价准则第1部分:杀菌剂和杀虫剂对作物安全性评价试验方法》,根据240 g/L螺螨酯悬浮剂、15%哒螨灵水乳剂、30%脞吡螨酯悬浮剂和1.8%阿维菌素乳油防治叶螨的田间药效登记剂量,设计成田间推荐最高剂量的1倍、2倍和4倍剂量的3个处理和1个空白对照。于2020年4月在平阴县玫瑰镇玫瑰种植园进行安全性试验,选择5年生重瓣、丰花和紫枝等3个常见玫瑰品种。用喷雾器将药液均匀喷布于玫瑰叶片上,每公顷用水量675 kg,以不施药的清水处理为对照,每个处理重复5株。试验前每株植株选择10个长势一致的枝条,距离顶端5 cm处标记,药后21 d测量枝条的长度和花苞数量,剪下标记处以上的枝条和鲜花称取鲜质量。

1.2.3 田间防效 试验于2020年5月在平阴县玫瑰镇玫瑰种植园进行,玫瑰品种为重瓣玫瑰,树龄8年。选用4种药剂2种剂量(15%哒螨灵水乳剂(600、900 g/L)、30%脞吡螨酯悬浮剂(225、300 g/L)、1.8%阿维菌素乳油(225、300 g/L)、240 g/L螺螨酯悬浮剂(225、300 g/L))进行试验,用喷雾器将药液均匀喷布于玫瑰叶片上,每公顷用水量675 kg。每处理设置3个重复,每小区5株玫瑰,每一株选有足够叶螨的玫瑰叶片10复叶。分别于施药前、施药后3 d和7 d记录各虫态叶螨数量,统计总叶螨量,计算药剂的防治效果。

$$\text{螨口减退率} = (\text{药前螨口数} - \text{药后螨口数}) / \text{药前螨口数} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{校正防效} = (\text{处理区螨口减退率} - \text{对照区螨口减退率}) / (1 - \text{对照区螨口减退率}) \times 100\% \quad (2)$$

1.3 数据分析

数据处理和统计分析采用Excel 2013和SPSS 19.0软件。

2 结果与分析

2.1 7种药剂对食用玫瑰二斑叶螨卵的致毒作用

在7种供试药剂中,脞吡螨酯对二斑叶螨卵毒力最高,LC₅₀为1.705 mg/L;其次依次为螺螨酯和阿维菌素,LC₅₀分别为2.622、5.264 mg/L。联苯肼酯和虫螨腈对卵毒力也较高,LC₅₀分别为16.798、28.832 mg/L;螺虫乙酯和哒螨灵的毒力最低,LC₅₀分别为123.997、228.453 mg/L(表1)。

表1 7种杀螨剂对食用玫瑰二斑叶螨卵的致毒作用
Tab.1 The toxicity of 7 insecticides against eggs of *Tetranychus urticae*

药剂 Insecticide	回归方程 Regression equation	致死中浓度/(mg/L) Medium lethal concentration	相关系数 Correlation coefficient	相对毒力 Relative toxicity
脞吡螨酯 Cyenopyrafen	$y = -0.714 + 3.081x$	1.705(1.451~1.993)	0.999	133.99
螺螨酯 Spirodiclofen	$y = -1.602 + 3.826x$	2.622(2.292~3.015)	0.986	87.13
阿维菌素 Avermectin	$y = -2.133 + 2.958x$	5.264(4.476~6.201)	0.998	43.40
联苯肼酯 Bifenazate	$y = -3.775 + 3.081x$	16.798(14.164~19.657)	0.935	13.60
虫螨腈 Chlorfenapyr	$y = -3.239 + 2.740x$	28.832(21.387~36.477)	0.998	7.92
螺虫乙酯 Spirotetramat	$y = -7.095 + 3.389x$	123.997(107.004~143.660)	0.993	1.84
哒螨灵 Pyridaben	$y = -8.355 + 3.536x$	228.453(190.628~270.742)	0.999	1.00

2.2 7种药剂对食用玫瑰二斑叶螨雌成螨的致毒作用

7种药剂对二斑叶螨雌成螨的致毒作用存在差异,其中联苯肼酯对二斑叶螨雌成螨毒力最高,LC₅₀为9.068 mg/L;其次为脞吡螨酯和阿维菌素,

LC₅₀分别为12.326、26.590 mg/L;螺虫乙酯对二斑叶螨成螨毒力较低,LC₅₀为217.358 mg/L;螺螨酯对二斑叶螨成螨几乎没有致毒作用,LC₅₀为1 718.180 mg/L(表2)。

表 2 7 种杀螨剂对食用玫瑰二斑叶螨雌成螨的致毒作用
Tab.2 The toxicity of 7 insecticides against female adults of *Tetranychus urticae*

药剂 Insecticide	回归方程 Regression equation	致死中浓度/(mg/L) Medium lethal concentration	相关系数 Correlation coefficient	相对毒力 Relative toxicity
联苯肼酯 Bifenazate	$y = -3.154 + 3.294x$	9.068(7.789~10.528)	0.983	189.48
腈吡螨酯 Cyenopyrafen	$y = -4.142 + 3.797x$	12.326(10.769~14.167)	0.936	139.39
阿维菌素 Avermectin	$y = -5.102 + 3.580x$	26.590(21.258~32.004)	0.949	64.62
虫螨腈 Chlorfenapyr	$y = -5.422 + 3.085x$	65.246(48.669~79.205)	0.917	26.33
哒螨灵 Pyridaben	$y = -7.859 + 3.833x$	112.264(94.628~132.742)	0.964	15.30
螺虫乙酯 Spirotetramat	$y = -8.761 + 3.749x$	217.358(189.117~249.122)	0.938	7.904
螺螨酯 Spirodiclofen	$y = -11.201 + 3.462x$	1 718.180(1 431.082~2 187.794)	0.974	1.00

2.3 7 种药剂对食用玫瑰朱砂叶螨卵的致毒作用

7 种药剂对朱砂叶螨卵的致毒作用表明,除哒螨灵和螺虫乙酯外,其他 4 种药剂均有较好的杀卵活性,LC₅₀为 0.846~10.262 mg/L,尤以腈吡螨酯

毒性最突出,LC₅₀为 0.846 mg/L,毒力倍数为哒螨灵的 213.21 倍;其次为螺螨酯,LC₅₀为 1.674 mg/L,毒力倍数为哒螨灵的 107.75 倍;哒螨灵对朱砂叶螨卵的毒性最低,LC₅₀为 180.373 mg/L(表 3)。

表 3 7 种药剂对食用玫瑰朱砂叶螨卵的致毒作用
Tab.3 The toxicity of 7 insecticides against eggs of *Tetranychus cinnabarinus*

药剂 Insecticide	回归方程 Regression equation	致死中浓度/(mg/L) Medium lethal concentration	相关系数 Correlation coefficient	相对毒力 Relative toxicity
腈吡螨酯 Cyenopyrafen	$y = -0.226 + 3.109x$	0.846(0.720~0.988)	0.980	213.21
螺螨酯 Spirodiclofen	$y = -0.820 + 3.663x$	1.674(1.455~1.950)	0.998	107.75
阿维菌素 Avermectin	$y = -1.249 + 3.256x$	2.419(1.962~2.951)	0.999	74.56
联苯肼酯 Bifenazate	$y = -2.711 + 3.011x$	7.948(6.728~9.315)	0.997	22.69
虫螨腈 Chlorfenapyr	$y = -2.263 + 3.171x$	10.262(7.105~13.863)	0.995	17.58
螺虫乙酯 Spirotetramat	$y = -7.397 + 3.655x$	105.637(91.907~121.557)	0.964	1.71
哒螨灵 Pyridaben	$y = -7.940 + 3.519x$	180.373(150.560~218.080)	0.996	1.00

2.4 7 种药剂对食用玫瑰朱砂叶螨雌成螨的致毒作用

7 种杀螨剂中对朱砂叶螨雌成螨毒性最高的是联苯肼酯,LC₅₀为 2.390 mg/L,毒力倍数为螺螨酯

的 275.03 倍;其次依次为腈吡螨酯和阿维菌素,LC₅₀分别为 6.107、5.737 mg/L;螺螨酯则对成螨致毒作用最弱,LC₅₀为 657.330 mg/L(表 4)。

表 4 7 种药剂对食用玫瑰朱砂叶螨雌成螨的致毒作用
Tab.4 The toxicity of 7 insecticides against female adults of *Tetranychus cinnabarinus*

药剂 Insecticide	回归方程 Regression equation	致死中浓度/(mg/L) Medium lethal concentration	相关系数 Correlation coefficient	相对毒力 Relative toxicity
联苯肼酯 Bifenazate	$y = -1.571 + 4.153x$	2.390(2.101~2.716)	0.928	275.03
阿维菌素 Avermectin	$y = -2.551 + 3.362x$	5.737(4.952~6.669)	0.938	114.58
腈吡螨酯 Cyenopyrafen	$y = -3.503 + 4.458x$	6.107(5.406~6.918)	0.976	107.64
虫螨腈 Chlorfenapyr	$y = -2.144 + 4.016x$	13.086(11.642~15.242)	0.929	50.23
哒螨灵 Pyridaben	$y = -5.419 + 3.840x$	25.782(20.506~29.904)	0.925	25.50
螺虫乙酯 Spirotetramat	$y = -6.173 + 3.140x$	92.478(76.135~109.355)	0.988	7.107
螺螨酯 Spirodiclofen	$y = -10.094 + 3.582x$	657.330(561.365~790.551)	0.909	1.00

2.5 4 种药剂对食用玫瑰生产安全性评价

采用腈吡螨酯、螺螨酯、阿维菌素和哒螨灵 1~4 倍剂量对重瓣玫瑰进行地上喷雾,药后 21 d 各药剂处理与对照相比,枝条长度、枝条鲜质量和花苞

数量无显著差异(表 5)。虽然 240 g/L 螺螨酯悬浮剂最高剂量(3 600 g/hm²)处理的鲜花质量最轻,为 3.35 g/朵,但与对照(3.70 g/朵)相比,差异较小,因此,4 种药剂对重瓣玫瑰较为安全。

表5 4种药剂对重瓣玫瑰生产安全性评价
Tab.5 The production safety evaluation of 4 insecticides to Chongban rose

药剂 Insecticide	使用剂量/(g/hm ²) Dose	枝条长度/cm Branch length	枝条鲜质量/g Branch fresh weight	花苞数量/朵 Flower bud number	鲜花质量/(g/朵) Flower fresh weight
30% 腈吡螨酯悬浮剂 30% of cyenopyrafen SC	1 200	10.45±0.07a	3.96±0.08ab	2.95±0.08a	3.49±0.18b
	600	10.58±0.09a	4.08±0.05ab	3.33±0.24a	3.79±0.09a
	300	10.64±0.17a	4.03±0.07ab	3.18±0.18a	3.77±0.21a
240 g/L 螺螨酯悬浮剂 240 g/L of spiroadiclofen SC	3 600	10.40±0.19a	3.94±0.09ab	3.12±0.14a	3.35±0.15b
	1 800	10.62±0.10a	4.07±0.05ab	3.09±0.15a	3.74±0.08a
	900	10.58±0.08a	3.99±0.09ab	3.30±0.16a	3.61±0.14ab
1.8% 阿维菌素乳油 1.8% of avermectin EC	1 200	10.74±0.29a	4.04±0.08ab	3.36±0.16a	3.65±0.15ab
	600	10.65±0.27a	4.15±0.03a	3.34±0.10a	3.68±0.14ab
	300	10.54±0.30a	4.04±0.06ab	3.44±0.12a	3.82±0.11a
15% 哒螨灵水乳剂 15% of pyridaben EW	3 600	10.53±0.12a	3.87±0.06b	3.13±0.11a	3.66±0.09ab
	1 800	10.45±0.16a	4.04±0.05ab	3.27±0.15a	3.70±0.14a
	900	10.62±0.17a	4.11±0.06a	3.23±0.16a	3.72±0.08a
对照 CK		10.64±0.13a	4.05±0.06ab	3.04±0.16a	3.70±0.15a

注:数据后不同字母表示同一药剂不同剂量处理之间存在显著差异($P<0.05$)。下表同。

Note: The different letters after data indicated significant difference between different dose treatments of the same insecticide($P<0.05$). The same as below.

从表6可以看出,采用腈吡螨酯、螺螨酯、阿维菌素和哒螨灵1~4倍剂量对丰花玫瑰进行地上喷雾,药后21 d各药剂处理与对照相比,枝条长度、枝条鲜质量及鲜花质量无显著差异。除15%哒螨

灵水乳剂1 800 g/hm²外,其余药剂处理对丰花玫瑰花苞数量无明显影响,表明供试药剂对丰花玫瑰较安全。

表6 4种药剂对丰花玫瑰生产安全性评价
Tab.6 The production safety evaluation of 4 insecticides to Fenghua rose

药剂 Insecticide	使用剂量/(g/hm ²) Dose	枝条长度/cm Branch length	枝条鲜质量/g Branch fresh weight	花苞数量/朵 Flower bud number	鲜花质量/(g/朵) Flower fresh weight
30% 腈吡螨酯悬浮剂 30% of cyenopyrafen SC	1 200	9.33±0.18a	5.41±0.12a	3.21±0.19ab	3.27±0.15a
	600	9.39±0.18a	5.51±0.14a	3.28±0.13ab	3.51±0.09a
	300	9.33±0.14a	5.86±0.39a	3.40±0.11ab	3.43±0.12a
240 g/L 螺螨酯悬浮剂 240 g/L of spiroadiclofen SC	3 600	9.18±0.18a	5.60±0.18a	3.44±0.15ab	3.44±0.17a
	1 800	9.24±0.18a	5.64±0.16a	3.49±0.04ab	3.25±0.08a
	900	9.45±0.22a	5.76±0.26a	3.57±0.11ab	3.44±0.22a
1.8% 阿维菌素乳油 1.8% of avermectin EC	1 200	8.97±0.18a	5.29±0.20a	3.44±0.19ab	3.55±0.12a
	600	9.42±0.06a	5.47±0.15a	3.64±0.09a	3.28±0.14a
	300	9.32±0.16a	5.57±0.19a	3.55±0.23ab	3.23±0.15a
15% 哒螨灵水乳剂 15% of pyridaben EW	3 600	9.15±0.18a	5.34±0.21a	3.58±0.10ab	3.33±0.11a
	1 800	9.46±0.09a	5.65±0.10a	3.19±0.16b	3.26±0.13a
	900	9.43±0.18a	5.54±0.16a	3.28±0.25ab	3.25±0.14a
对照 CK		9.20±0.07a	5.59±0.16a	3.56±0.08ab	3.32±0.14a

采用腈吡螨酯、螺螨酯、阿维菌素和哒螨灵1~4倍剂量对紫枝玫瑰进行地上喷雾,药后21 d不同处理与对照相比,枝条长度、枝条鲜质量、花苞数量和鲜花质量无显著差异(表7)。说明供试药剂对紫枝玫瑰安全。

2.6 4种药剂对食用玫瑰叶螨的田间防治效果

田间药效试验结果(表8)表明,30%腈吡螨酯悬浮剂对叶螨防治的速效性和持效性在4种供试药剂中最为突出,300、225 g/hm²处理后3 d防效分别为88.06%和83.24%,处理后7 d防效分别为

92.43% 和 86.42%, 240 g/L 螺螨酯悬浮剂对叶螨防效也较好, 300 g/hm² 药后 3、7 d 防效分别达 81.97% 和 83.99%。1.8% 阿维菌素乳油对叶螨防治的速效性较差, 300 g/hm² 药后 3 d 防效仅为 41.71%,

但是持效性较好, 药后 7 d 防效达到 84.53%。15% 哒螨灵水乳剂对叶螨防治的速效性和持效性均一般, 900 g/hm² 药后 3、7 d 防效分别为 73.93% 和 78.70%。

表 7 4 种药剂对紫枝玫瑰生产安全性评价
Tab.7 The production safety evaluation of 4 insecticides to Zizhi rose

药剂 Insecticide	使用剂量/(g/hm ²) Dose	枝条长度/cm Branch length	枝条鲜质量/g Branch fresh weight	花苞数量/朵 Flower bud number	鲜花质量/(g/朵) Flower fresh weight
30% 腈吡螨酯悬浮剂 30% of cyenopyrafen SC	1 200	8.64±0.17a	5.98±0.20a	3.54±0.20a	2.93±0.15ab
	600	8.75±0.11a	5.94±0.09a	3.37±0.11a	3.04±0.08ab
	300	8.96±0.17a	6.11±0.26a	3.57±0.15a	3.21±0.09a
240 g/L 螺螨酯悬浮剂 240 g/L of spirodiclofen SC	3 600	8.69±0.20a	5.94±0.25a	3.63±0.15a	2.60±0.20b
	1 800	8.74±0.09a	6.02±0.36a	3.69±0.14a	2.88±0.10b
	900	8.71±0.11a	6.09±0.19a	3.51±0.21a	3.00±0.11ab
1.8% 阿维菌素乳油 1.8% of avermectin EC	1 200	8.63±0.13a	6.05±0.20a	3.55±0.16a	2.96±0.16ab
	600	8.65±0.14a	6.00±0.19a	3.75±0.13a	3.05±0.16ab
	300	8.85±0.04a	6.19±0.39a	3.79±0.21a	3.16±0.13a
15% 哒螨灵水乳剂 15% of pyridaben EW	3 600	8.75±0.25a	6.02±0.22a	3.37±0.11a	2.98±0.09ab
	1 800	8.88±0.15a	6.10±0.19a	3.65±0.19a	3.01±0.09ab
	900	8.84±0.14a	6.19±0.22a	3.40±0.15a	3.06±0.18ab
对照 CK		8.88±0.14a	5.97±0.32a	3.85±0.16a	3.01±0.17ab

表 8 4 种药剂对食用玫瑰叶螨的田间防治效果
Tab.8 The field control efficacy of 4 insecticides against edible rose mites

药剂 Insecticide	田间剂量/ (g/hm ²) Field dose	虫口基数/ (头/复叶) Initial mite number	药后 3 d 活虫数/ (头/复叶) Survival number after 3 d	药后 3 d 校正 防效/% Correction efficacy after 3 d	药后 7 d 活虫数/ (头/复叶) Survival number after 7 d	药后 7 d 校正 防效/% Correction efficacy after 7 d
30% 腈吡螨酯悬浮剂 30% of cyenopyrafen SC	300	200.24	29.74	88.06±1.70a	22.50	92.43±1.44a
	225	196.74	42.66	83.24±1.90a	39.64	86.42±1.33ab
1.8% 阿维菌素乳油 1.8% of avermectin EC	300	195.08	142.74	41.71±2.71c	42.38	84.53±2.71b
	225	201.22	156.48	38.11±1.82c	79.58	73.55±3.06cd
240 g/L 螺螨酯悬浮剂 240 g/L of spirodiclofen SC	300	182.78	41.16	81.97±3.70a	42.98	83.99±2.41b
	225	216.76	74.98	73.18±2.79b	68.38	78.39±2.87bc
15% 哒螨灵水乳剂 15% of pyridaben EW	900	218.30	74.02	73.93±2.28b	65.82	78.70±2.39bc
	600	194.26	77.30	68.14±3.67b	87.14	68.84±3.66d
对照 CK		209.14	263.98		308.56	

3 结论与讨论

叶螨是食用玫瑰种植过程中重要的害虫, 防治过程中不合理使用化学药剂易引发叶螨抗药性的产生, 并引起农药残留超标^[11, 16]。本研究室内毒力测定结果表明, 腈吡螨酯、阿维菌素、联苯肼酯对食用玫瑰二斑叶螨和朱砂叶螨的成螨和卵具有较好的毒性, 螺螨酯尽管对害螨成螨致毒作用不明显, 但是杀卵活性突出, 而哒螨灵对成螨的活性要明显高于卵。与前人研究报道相比^[18-19], 本研究结果表

明, 2 种叶螨对药剂的敏感性要显著降低, 说明 2 种害螨的田间种群抗药性在逐渐积累。此外, 研究发现, 二斑叶螨对药剂的敏感性要低于朱砂叶螨, 说明前者对药剂的抗性水平高于后者^[20]。再者, 山东地区食用玫瑰朱砂叶螨和二斑叶螨雌成螨对哒螨灵的抗性水平较高, 与山东地区花生田 2 种害螨种群相比, 抗性水平分别提高了 6.14 倍和 45.78 倍^[19]。哒螨灵作为当前平阴地区食用玫瑰叶螨防治的主要药剂, 频繁的使用使 2 种叶螨产生了较高的抗性水平, 因此, 亟需筛选能够替代哒螨灵的新型药剂。

脞吡螨酯为最新研发生产的高效、微毒、广谱性的吡啶类杀螨剂,与当今使用的各种类型杀螨剂无交互抗性^[21-22]。本研究证实,脞吡螨酯对二斑叶螨和朱砂叶螨成螨和卵都具有极高的活性。

评价药剂对作物的安全性有利于农药的规范化使用,减少药害的产生^[23-24]。枝条长度、枝条鲜质量、花苞数量和鲜花质量是食用玫瑰生长的重要植物学性状,也是反映药剂施药后的关键生产安全性指标。本研究中药剂生产安全性试验表明,30%脞吡螨酯悬浮剂、240g/L螺螨酯悬浮剂、1.8%阿维菌素乳油和15%哒螨灵水乳剂1~4倍田间推荐剂量使用对3个品种的食用玫瑰均是安全的,并未发生明显药害,对玫瑰枝条生长和鲜花产量均无不利影响。在田间防效试验中,30%脞吡螨酯悬浮剂对叶螨的田间防治效果最佳,速效性和持效性均较好,300g/hm²药后3、7d防效分别为88.06%和92.43%。王莹等^[25]研究发现,脞吡螨酯在药后1d对茄子上二斑叶螨的防治效果可达到93%,并且药后28d的持效不低于96%,说明脞吡螨酯对害螨的超高防治效果。本试验中,阿维菌素和螺螨酯对食用玫瑰叶螨的防治效果仅次于脞吡螨酯,而哒螨灵防治效果相对较低,说明田间叶螨种群对哒螨灵的抗性水平较高^[26]。因此,脞吡螨酯可替代老牌杀螨剂用来防治食用玫瑰叶螨,并且各种药剂应当交替使用,避免抗药性的快速积累。此外,阿维菌素除对叶螨防治效果较好,还能兼防玫瑰田蚜虫、棉铃虫和玫瑰三节叶蜂^[27]。因此,当田间害虫种类复杂时,使用阿维菌素能够起到对其他害虫的兼治作用。

综上,针对食用玫瑰叶螨防治,推荐脞吡螨酯作为特效药剂,结合田间害螨发生情况与螺螨酯和阿维菌素进行轮换使用。田间叶螨对哒螨灵的抗性水平较高,应避免该药剂的频繁使用。为了完善农药在田间的使用规范,还应补充玫瑰中农药残留的测评,进而制定安全间隔期,更好的指导田间应用。

参考文献:

- 程浩,赵欣欣,欧阳琳,等.四川省玫瑰产业发展现状、存在的问题及建议[J].北方园艺,2022(16):143-149.
CHENG H,ZHAO X X,OUYANG L, et al. Development status, problems and suggestions of rose industry in Sichuan Province[J]. Northern Horticulture, 2022(16): 143-149.
- 张文,王超,张晶,等.食用玫瑰的研究进展[J].中国野生植物资源,2016,35(3):24-30.
ZHANG W,WANG C,ZHANG J, et al. Research progress of edible rose[J]. Chinese Wild Plant Resources, 2016, 35(3): 24-30.
- 袁颖,郝瑞杰,杜方,等.丰花玫瑰不同部位挥发成分研究[J].山西农业科学,2018,46(4):562-567.
YUAN Y,HAO R J,DU F, et al. Study on the volatile components in different parts of rosa rugosa Fenghua[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2018, 46(4): 562-567.
- 王腩斐,郝瑞杰.丰花玫瑰与百叶蔷薇香气品质差异成因分析[J].山西农业科学,2020,48(6):901-905.
WANG F F,HAO R J. Analysis on cause of aroma difference between rosa rugosa Fenghua and *Rosa centifolia*[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2020, 48(6): 901-905.
- CUI W H, DU X Y, ZHONG M C, et al. Complex and reticulate origin of edible roses (*Rosa*, Rosaceae) in China[J]. Horticulture Research, 2022, 9: uhab051.
- 李春杰,张红刚,姚进明,等.北京市延庆区农户食用玫瑰种植状况调查与产业前景分析[J].安徽农业科学,2018,46(26):206-209.
LI C J,ZHANG H G,YAO J M, et al. An investigation into the current situation of farmers who worked on planting edible rose and prospect analysis of edible rose industry in Yanqing of Beijing[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2018, 46(26): 206-209.
- 付晏昆,赵凤,付小平,等.云南安宁市八街食用玫瑰产业现状及发展对策研究[J].昆明学院学报,2016,38(6):85-89.
FU Y K,ZHAO F,FU X P, et al. Countermeasure research on present situation and development of edible rose industry in bajie Anning city of Yunnan[J]. Journal of Kunming University, 2016, 38(6): 85-89.
- 张诗瑶,王力,张颖,等.食用玫瑰产业发展现状与对策[J].黑龙江农业科学,2023(7):86-91.
ZHANG S Y,WANG L,ZHANG Y, et al. Development status and countermeasures of edible rose industry[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2023(7): 86-91.
- 钱虹,张一宾.加强对我国香精香料用植物的农药开发及农药残留的控制管理[J].农药,2016,55(3):157-159.
QIAN H,ZHANG Y B. Development of pesticides for plant fragrances and flavors in China as well as control of the pesticide residues[J]. Agrochemicals, 2016, 55(3): 157-159.
- 张志春,张怡,沈迎春.不同药剂对月季二斑叶螨的防控技术初探[J].农药科学与管理,2018,39(9):51-55.
ZHANG Z C,ZHANG Y,SHEN Y C. Preliminary study on the prevention and control technology of different acaricides against *Tetranychus urticae* Koch on China rose[J]. Pesticide Science and Administration, 2018, 39(9): 51-55.
- 罗雁婕,吴文伟,王其刚,等.昆明地区鲜切花产区朱砂叶螨抗药性监测[J].应用昆虫学报,2012,49(2):359-363.
LUO Y J,WU W W,WANG Q G, et al. Monitoring pesticide resistance of *Tetranychus cinnabarinus* in Kunming's flower regions[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2012, 49(2): 359-363.
- 董万鹏,吴楠,吴洪娥,等.不同食用玫瑰生长特性、花品质及生理变化特征[J].热带农业科学,2020,40(8):6-11.
DONG W P,WU N,WU H E, et al. Growth characteristics, flower quality and physiological changes of different varieties of edible roses[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2020, 40(8): 6-11.

- [13] 王保军,胡云鹏,申光茂,等. 重庆潼南朱砂叶螨田间抗性监测及其抗性机制分析[J]. 植物保护, 2019, 45(1): 88-92, 97.
WANG B J, HU Y P, SHEN G M, et al. Resistance monitoring and mechanism analysis of *Tetranychus cinnabarinus* collected from the field in Tongnan, Chongqing[J]. Plant Protection, 2019, 45(1): 88-92, 97.
- [14] 江改青,黄孟丽,李雪银,等. 江苏草莓二斑叶螨对 5 种杀螨剂的抗药性监测[J]. 中国蔬菜, 2023(11): 98-103.
JIANG G Q, HUANG M L, LI X Y, et al. Resistance monitoring of *Tetranychus urticae* Koch to five acaricides in Jiangsu Province[J]. China Vegetables, 2023(11): 98-103.
- [15] 陈秋双,赵舒,邹晶,等. 朱砂叶螨抗药性监测[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(2): 364-369.
CHEN Q S, ZHAO S, ZOU J, et al. Monitoring of acaricide resistance in *Tetranychus cinnabarinus*[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2012, 49(2): 364-369.
- [16] 徐丹丹,王少丽,何艳艳,等. 我国二斑叶螨抗药性现状及抗性基因突变频率检测[J]. 中国瓜菜, 2019, 32(8): 155-156.
XU D D, WANG S L, HE Y Y, et al. Status of pesticide resistance and associated mutations in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, in China[J]. China Cucurbits and Vegetables, 2019, 32(8): 155-156.
- [17] 王鹏,孙亮,高一凤,等. 45% 螺螨酯·乙螨唑悬浮剂对观赏玫瑰朱砂叶螨的田间防效[J]. 农药, 2018, 57(11): 848-850.
WANG P, SUN L, GAO Y F, et al. Field efficacy of spiroticlofen·etoxazole 45% SC against *Tetranychus cinnabarinus* (boisduval) in ornamental rose[J]. Agrochemicals, 2018, 57(11): 848-850.
- [18] ILIAS A, VONTAS J, TSAGKARAKOU A. Global distribution and origin of target site insecticide resistance mutations in *Tetranychus urticae*[J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2014, 48: 17-28.
- [19] XU D D, HE Y Y, ZHANG Y J, et al. Status of pesticide resistance and associated mutations in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, in China[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2018, 150: 89-96.
- [20] 王新会,李兆鹏,武立强,等. 七种药剂对两种花生叶螨的室内毒力和盆栽药效测定[J]. 花生学报, 2019, 48(1): 15-20.
WANG X H, LI Z P, WU L Q, et al. Toxicity and pot experiment of seven acaricides to two leaf mites on peanut[J]. Journal of Peanut Science, 2019, 48(1): 15-20.
- [21] NAKAHIRA K. Strategy for discovery of a novel miticide Cyenopyrafen which is one of electron transport chain inhibitors [J]. Journal of Pesticide Science, 2011, 36(4): 511-515.
- [22] CHEN J C, GONG Y J, SHI P, et al. Field-evolved resistance and cross-resistance of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, to bifenazate, cyenopyrafen and SYP-9625[J]. Experimental & Applied Acarology, 2019, 77(4): 545-554.
- [23] 侯颖辉,李德文,于二汝,等. 4 个食用玫瑰品种在贵阳地区的生物学性状及其精油成分差异[J]. 西南农业学报, 2019, 32(10): 2419-2424.
HOU Y H, LI D W, YU E R, et al. Biological characteristics and essential oils composition variation of four edible rose cultivars in Guiyang Area[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2019, 32(10): 2419-2424.
- [24] 胡珍娣,刘明津,李振宇,等. 7 种杀虫剂包衣对菜心种子安全性及保护作用评价[J]. 环境昆虫学报, 2017, 39(6): 1374-1381.
HU Z D, LIU M J, LI Z Y, et al. Protective effects and safety assessment of flowering cabbage seed-coating treatment of seven insecticides[J]. Journal of Environmental Entomology, 2017, 39(6): 1374-1381.
- [25] 王莹,高宇,杨银娟,等. 应用腈吡螨酯控制蔬菜害螨的效果评价[J]. 中国植保导刊, 2020, 40(3): 75-78.
WANG Y, GAO Y, YANG Y J, et al. Evaluation on the effect of using fenpropathrin to control vegetable mites[J]. China Plant Protection, 2020, 40(3): 75-78.
- [26] 赵卫东,王开运,姜兴印,等. 二斑叶螨对阿维菌素、哒螨灵和甲氧菊酯的抗性选育及其解毒酶活力变化[J]. 昆虫学报, 2003, 46(6): 788-792.
ZHAO W D, WANG K Y, JIANG X Y, et al. Resistance selection by abamectin, pyridaben and fenpropathrin and activity change of detoxicant enzymes in *Tetranychus urticae*[J]. Acta Entomologica Sinica, 2003, 46(6): 788-792.
- [27] 孙礼兵,柳峰,刘限,等. 小菜蛾对阿维菌素抗药性的研究进展[J]. 北方园艺, 2011(16): 205-207.
SUN L B, LIU F, LIU X, et al. Progress on the resistance of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) to abamectin[J]. Northern Horticulture, 2011(16): 205-207.