

DOI:10.11937/bfyy.201507033

联苯肼酯与联苯菊酯对朱砂叶螨联合毒力的生物测定

王泽华, 石宝才, 官亚军, 魏书军

(北京市农林科学院 植物保护环境研究所, 北京 100097)

摘要:以朱砂叶螨为试材,采用玻片浸渍法,研究了2种杀螨剂联苯肼酯和联苯菊酯对朱砂叶螨的联合毒力。结果表明:联苯肼酯和联苯菊酯单独使用时,其24 h对朱砂叶螨的 LC_{50} (致死中浓度)分别为23.2385 mg/L和34.5302 mg/L,48 h的 LC_{50} 分别为16.0384 mg/L和15.3873 mg/L。联苯肼酯和联苯菊酯混配使用时24 h的共毒系数为115~204,48 h共毒系数为134~224,均表现为增效作用。对不同混配比例的分析发现,联苯肼酯与联苯菊酯按有效成分在1:1的混配比例下较之其它比例增效作用更佳,共毒系数在24 h和48 h时分别为204和221。2种药剂混用能够发挥不同药剂的作用特点,增强杀虫活性,扩大杀虫谱,对延缓抗药性的发展具有重要作用。

关键词:朱砂叶螨;联苯肼酯;联苯菊酯;联合毒力

中图分类号:S 433.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)07-0112-04

朱砂叶螨 (*Tetranychus cinnabarinus*) 是一种世界性害螨,可为害蔬菜、花卉、果树及杂草等 100 多种经济作物

第一作者简介:王泽华(1983-),女,硕士,助理研究员,研究方向为农业昆虫与害虫防治。E-mail:wangzehua200707@163.com.

责任作者:魏书军(1981-),男,博士,副研究员,研究方向为农业昆虫与害虫防治。E-mail:shujun268@163.com.

基金项目:北京市农林科学院创新能力建设专项资助项目(KJCX20140403, KJCX20150406);北京市农业科技资助项目(2013010301)。

收稿日期:2014-12-09

物和观赏植物^[1-2]。该螨多以成螨和若螨聚集在叶背面吸食汁液,严重时使受害后叶片布满白色小点或枯黄色细小的失绿斑点,进而叶片成焦糊状,严重影响植物生长发育^[1]。由于朱砂叶螨其发生量大、代数多,防治比较困难,农业上对朱砂叶螨主要采用化学药剂防治的手段^[3-5]。

联苯肼酯是美国科聚亚公司 2009 年在我国登记的联苯肼类杀螨剂,是一种新型选择性叶面用喷雾药剂^[6]。该杀螨剂作用于电子传递链中细胞色素 b 复合物的 Qo 位点^[4,7],具有较高的击倒活性^[7-8]。根据官亚

Control Efficacy of Five Acaricides Against the *Polyphagotarsonemus latus* on Cumcumber

KANG Zong-jiang, WANG Ze-hua, SHI Bao-cai, ZHU Liang, GONG Ya-jun, WEI Shu-jun

(Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097)

Abstract: Taking *Polyphagotarsonemus latus* as material, the control efficiency of five acaricides against the *Polyphagotarsonemus latus* on cumcumber was studied by field test. The results showed that the 3 000 times dissolution of avermectin (1.8% EC) had the highest control efficiency against the *P. latus*, with a value of >93% in 1-14 days after sprayed, followed by the 5 000 times dissolution of emamectin benzoate (2.5% ME) with a value of 90.60%-99.27%. The 3 000 times dissolution of bifenazate (43% SC) showed low control efficiency of 73.26% in 1 day after sprayed. However, the efficiency increased with the time of sparying gradually, and the control efficiency reached above 95% in 7 days and 14 days after sprayed. The 4 000 times dissolution of spiroticlofen (240 g/L SC) of and 5 000 times dissolution of etoxazole (110 g/L SC) showed lower control efficiency among the tested acaricides. In summary, 3 000 times dissolution of avermectin (1.8% EC) and 5 000 times dissolution of benzoate (2.5% ME) were recommended for the regular usage in field. The 3 000 times dissolution of bifenazate (43% SC) was recommended in the early time occurrence of *P. latus*.

Keywords: *Polyphagotarsonemus latus*; acaricide; control efficiency

军等^[9]的研究,联苯肼酯对二斑叶螨具有非常好的防效,室内毒力测定表明对成、若螨具有快速击倒性,优于阿维菌素、哒螨灵等传统药剂。联苯菊酯是一种高效、中等毒性、低残留的广谱性拟除虫菊酯类农药,具有触杀和胃毒作用,其作用迅速,持效期长,兼具对螨类以及鳞翅目和半翅目等多类害虫的防控作用^[10]。但近年来随着拟除虫菊酯的大量使用,朱砂叶螨对此类杀虫剂产生了不同程度的抗性^[10-12],严重影响了此类杀虫剂的使用效果。

在农业生产中,为了减缓害虫抗药性的产生,应尽量选择不同作用机理的药剂混用或轮用;另一方面,同一作物上往往需要同时防控多种不同种类的害虫和害螨,此时专一杀螨剂就不能满足实际生产中的需要。合理选择不同作用机理的药剂进行混用能够发挥不同药剂的作用特点,增强杀虫活性,扩大杀虫谱,延缓抗药性的发展。目前尚鲜见关于联苯肼酯和联苯菊酯这2种药剂联合使用对叶螨毒力的研究。该研究将联苯肼酯与联苯菊酯按有效成分进行不同比例的混合,以朱砂叶螨为对象进行室内毒力测定,从而探讨这2种药剂联合使用的作用效果,以期为朱砂叶螨等害螨防治药剂的合理选择和使用,以及叶螨与其它混合发生的害虫的兼治提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试虫源朱砂叶螨为2012年采自北京市昌平区温室内的草莓上,在室内未接触任何杀虫剂连续饲养至今,挑取大小一致的雌成螨用于生物测定。方法是将双面胶带剪成2 cm×2 cm,贴在载玻片的一端,用镊子揭去胶带上的纸片,轻轻粘取菜豆叶背上的叶螨雌成虫,使叶螨背部粘在双面胶带上,各螯肢可以自由活动,将粘有约30只叶螨的玻片放入清洁无毒的培养皿内,置于室温下放置2 h,用双目解剖镜观察,严格剔除死亡、不活泼、个体较小、虫龄不合适以及体位不合适的叶螨个体,保留个体较大、活跃的成螨为测试虫源。

供试药剂为97%联苯肼酯(Bifenazate)原药(美国科聚亚公司)和97.2%联苯菊酯(Bifenthrin)原药(海南力智生物工程有限责任公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 药剂配比 试验药剂共设以下6个处理:①97%联苯肼酯原药(称取一定量联苯肼酯,用少量丙酮使其完全溶解,在预试验的基础上用纯净水将药剂稀释8个浓度,溶液中加入0.1% Trixon-100作为乳化剂,用含同等体积的Trixon-100清水为对照);②97.2%联苯菊酯原药(方法同①);③联苯肼酯和联苯菊酯按有效成分质量比1:1的比例混配(称取一定量联苯肼酯和联苯菊酯

原药,用少量丙酮溶解,按照比例混配,用纯净水将药剂稀释8个浓度,用含同等体积的Trixon-100清水为对照);④联苯肼酯和联苯菊酯按有效成分质量比10:1的比例混配(方法同③);⑤联苯肼酯和联苯菊酯按有效成分质量比40:1的比例混配(方法同③);⑥联苯肼酯和联苯菊酯按有效成分质量比1:10的比例混配(方法同③)。

1.2.2 毒力测定方法 室内毒力测定参照FAO(联合国粮农组织)推荐的测定害螨的标准方法-玻片浸渍法并加以改进^[13]。将载螨玻片的一端浸入联苯肼酯和联苯菊酯及其混合药液中,轻摇5 s后取出,迅速用吸水纸吸干周边多余药液。在培养皿内铺一层湿润滤纸,将玻片放在滤纸上,在培养皿上盖上保鲜膜以达到保湿的效果。置于温度25℃、相对湿度75%、光照L:D=16:8的环境下,分别于24 h和48 h时用双目解剖镜下检查死亡情况,以毛笔轻触螨体,螯肢不动者视为死亡,每个浓度重复4次。

1.3 数据分析

根据处理前后的朱砂叶螨数量变化计算出各处理死亡率,并计算校正死亡率,对照组死亡率在20%以下为有效试验。所得数据用DPS软件求出毒力回归方程、LC₅₀(致死中浓度)、相关系数 r 及95%置信区间。共毒系数(CTC)计算采用Sun等^[14]方法,公式如下:

共毒系数(CTC)=混剂的实际毒力指数/混剂的理论毒力指数;单剂毒力指数=标准杀虫剂致死中浓度/供试杀虫剂致死中浓度;混剂的实际毒力指数=标准杀虫剂致死中浓度/混剂的致死中浓度;混剂的理论毒力指数=药剂A的毒力指数×药剂A在混剂中所占百分率+药剂B的毒力指数×药剂B在混剂中所占百分率。增效判断标准为:共毒系数(common toxicity coefficient, CTC) ≥ 120 表现为增效作用,CTC ≤ 80 表现为拮抗作用,80 < CTC < 120 表现为相加作用。

2 结果与分析

2.1 联苯肼酯与联苯菊酯单独使用对朱砂叶螨的毒力

由表1、2可知,联苯肼酯和联苯菊酯单独使用时,其24 h对朱砂叶螨的LC₅₀分别为23.2385 mg/L和34.5302 mg/L,二者毒力相近。48 h对朱砂叶螨的致死中浓度均较24 h降低,毒力效果随着作用时间的延长而增强,联苯肼酯和联苯菊酯单独使用对朱砂叶螨的LC₅₀分别为16.0384 mg/L和15.3873 mg/L,与24 h时的LC₅₀值相比,毒力增加了44.89%和124.41%。

2.2 联苯肼酯与联苯菊酯对朱砂叶螨的联合毒力

从表1联苯肼酯与联苯菊酯不同配比的混剂对朱砂叶螨致死中浓度和共毒系数可以看出,联苯肼酯与联苯菊酯混配对朱砂叶螨的毒力具有不同程度的增效作

表 1 药后 24 h 联苯肼酯与联苯菊酯对朱砂叶螨的联合毒力

Table 1 Common toxicity coefficient of the acaricide mixture of bifenthrin and bifenthrin in *Tetranychus cinnabarinus* after 24 hours

药剂 Acaricide	毒力回归方程 Toxicity regression	LC ₅₀ 95%置信限 95% confidence/(mg · L ⁻¹)	标准误 Standard error	相关系数 Coefficient	相对毒力指数 Toxicity index	共毒系数 Common toxicity coefficient
联苯菊酯 Bifenthrin	$y=2.9243+1.3494x$	34.5302 (18.1210~160.1741)	0.2978	0.9807	100.00	—
联苯肼酯 Bifenazate	$y=2.4282+1.8824x$	23.2385 (14.8292~73.7896)	0.2101	0.9170	148.59	—
联苯肼酯 Bifenazate : 联苯菊酯 Bifenthrin (1 : 1)	$y=3.5221+1.3042x$	13.5902 (7.3501~57.5283)	0.1204	0.8923	204.60	204
联苯肼酯 Bifenazate : 联苯菊酯 Bifenthrin (10 : 1)	$y=4.1890x-0.5167$	20.7475 (13.1776~103.2050)	0.5638	0.8301	166.43	115
联苯肼酯 Bifenazate : 联苯菊酯 Bifenthrin (40 : 1)	$y=2.0735+2.5137x$	14.5955 (11.5543~18.4671)	0.1874	0.9809	236.58	161
联苯肼酯 Bifenazate : 联苯菊酯 Bifenthrin (1 : 10)	$y=2.9134+1.7002x$	16.8767 (13.3064~24.4140)	0.2427	0.9682	204.60	196

表 2 药后 48 h 联苯肼酯与联苯菊酯对朱砂叶螨的联合毒力

Table 2 Common toxicity coefficient of the acaricide mixture of bifenthrin and bifenthrin in *Tetranychus cinnabarinus* after 48 hours

药剂 Acaricide	毒力回归方程 Toxicity regression	LC ₅₀ 95%置信限 95% confidence/(mg · L ⁻¹)	标准误 Standard error	相关系数 Coefficient	相对毒力指数 Toxicity index	共毒系数 Common toxicity coefficient
联苯菊酯 Bifenthrin	$y=3.9185+0.9110x$	15.3873 (9.6902~38.2262)	0.1894	0.9445	104.23	—
联苯肼酯 Bifenazate	$y=2.7317+1.8822x$	16.0384 (10.1639~39.9083)	0.1804	0.9529	100.00	—
联苯肼酯 Bifenazate : 联苯菊酯 Bifenthrin (1 : 1)	$y=3.8662+1.3325x$	7.0933 (3.0734~16.4435)	0.1371	0.9081	226.11	221
联苯肼酯 Bifenazate : 联苯菊酯 Bifenthrin (10 : 1)	$y=3.5398+1.4394x$	10.3382 (4.4951~86.6716)	0.2037	0.8085	155.14	154
联苯肼酯 Bifenazate : 联苯菊酯 Bifenthrin (40 : 1)	$y=3.3524+1.9292x$	7.1456 (5.6226~8.5430)	0.2003	0.9868	224.45	224
联苯肼酯 Bifenazate : 联苯菊酯 Bifenthrin (1 : 10)	$y=2.6376+2.2248x$	11.5300 (7.0193~71.8222)	0.2735	0.9286	139.10	134

用,共毒系数均大于 80。此 2 种药剂混配以联苯肼酯与联苯菊酯 1 : 1 的混配增效作用最为显著,其相对毒力指数为 204.60,共毒系数为 204,表现为增效作用;2 种药剂以 1 : 10 和 40 : 1 的比例混配时,相对毒力指数分别为 204.60 和 236.58,共毒系数分别为 196 和 161,表现为增效作用;以 10 : 1 混配时相对毒力指数为 166.43,共毒系数为 115,表现为相加作用。

48 h 的联合毒力测定结果表明(表 2),毒力效果随着作用时间的延长而增强。联苯肼酯和联苯菊酯混配使用时以有效成分 1 : 1 和 40 : 1 的比例增效作用更为显著,其相对毒力指数分别为 226.11 和 224.45,共毒系数为 221 和 224。以 10 : 1 和 1 : 10 的比例混配时相对毒力指数分别为 155.14 和 139.10,共毒系数分别为 154 和 134。所用比例的配比均表现为增效作用。

综合 24 h 和 48 h 的联苯肼酯与联苯菊酯对朱砂叶螨的联合毒力结果,在联苯肼酯与联苯菊酯在 1 : 1 的混配比例下较之其它比例的混配增效作用更强,共毒系数均达到 200 以上,为显著增效作用。其次为 40 : 1 的比例混配,共毒系数在 24 h 和 48 h 时分别为 161 和 224,这可能是由于作用时间的延长导致了毒力效果的增强。

3 讨论

农药混剂的研究开发是在单剂研究成果的基础上进行的,但并不是各单剂的简单相加,而是根据生产需要进行的农药品种再创造、再开发,其中很重要的一项工作是研究单剂混用后的毒力变化情况^[15]。该试验采用玻片浸渍法测定了联苯肼酯与联苯菊酯混配到朱砂叶螨的增效作用,确定了最佳配比。结果表明联苯肼酯与联苯菊酯按有效成分 1 : 1 混配后对朱砂叶螨的毒力

表现出明显的增效作用,48 h 的共毒系数达到 221。根据试验结果,在二者混剂中,1 : 1 的比例能够最大程度地发挥单剂的毒力效果,但混配后的效果不是简单的相加,而是显著提高了杀螨活性。

联苯肼酯是一种专性杀螨剂,对二斑叶螨和柑桔全爪螨等叶螨类害虫的整个生长阶段均有高致死毒力,并且不受温度影响,对其它类型杀虫剂没有交互抗性,对捕食螨智利小植绥螨(*Phytoseiulus persimilis*)和加州新小绥螨(*Neoseiulus californicus*)也没有影响,是一种可持续农业防治的理想杀螨剂^[7-8]。2009 年联苯肼酯在我国登记注册,实验室研究和田间应用均表明该药剂对叶螨具有较理想的防治效果^[9]。联苯菊酯具有广谱的杀虫谱,能够防治各种鳞翅目幼虫、粉虱、蚜虫和植食性叶螨等 20 多种害虫和害螨,杀虫杀螨活性很高,主要为触杀和胃毒作用,无内吸和熏蒸活性^[11,16-17]。但随着拟除虫菊酯类药剂的广泛却无规律的滥用,田间害螨对此类传统药剂也已经产生了不同程度的抗药性。据报道,与敏感种群相比,土耳其田间的二斑叶螨对联苯菊酯产生了高达 669 倍的抗性^[10],1996—1997 年澳大利亚棉花上的二斑叶螨田间种群对联苯菊酯产生了 109 倍抗性^[11]。在我国高效氯氟氰菊酯在北京温室内的朱砂叶螨的致死中浓度已达到了 266.3871 mg/L^[12],云南地区的朱砂叶螨也对甲氰菊酯产生了较高的抗药性^[18]。在该试验中,联苯肼酯和联苯菊酯对朱砂叶螨的 LC₅₀ 相差不大,这可能是由于试验所使用的试虫对药剂相对敏感,但这并不影响这 2 种药剂混用对朱砂叶螨联合毒力增强的评价。药剂混用能够同时兼备联苯肼酯和联苯菊酯这 2 种杀虫剂的作用特点,显著地提高了杀虫效果,能够降低药剂的使用量,从而延缓抗药性的发展,降低农业成本,

减少对环境的污染。

叶螨的寄主多达 100 多种,包括棉花、菜豆、黄瓜、茄子、辣椒、番茄、瓜类、果树和其它作物。根据王少丽等^[19]的研究,朱砂叶螨相对喜食茄子、菜豆和黄瓜等寄主植物,在这些寄主上繁殖发展速度较快,容易爆发成灾。在菜豆、茄子等寄主上往往会同时发生其它种类的害虫,如烟粉虱、斜纹夜蛾、斑潜蝇、豆蚜等^[20]。当多种害虫同时发生时,施用广谱性杀虫剂是一种有效的措施,新型专性杀螨剂和传统广谱性杀虫剂混用能够满足同时防治寄主上多种害虫的要求,该研究也同时给出了最佳杀螨配比。然而对于混用和单独使用对于烟粉虱等其它害虫的效果比较,还需要进一步研究验证。

参考文献

- [1] Zhang Y Q, Ding W, Zhao Z M, et al. Studies on acaricidal bioactivities of *Artemisia annua* L. extracts against *Tetranychus cinnabarinus* Bois. (Acari: Tetranychidae) [J]. Agricultural Sciences in China, 2008, 7(5): 577-584.
- [2] 李隆术, 李云瑞. 螨螨学[M]. 重庆: 重庆出版社, 1988: 4-129.
- [3] 吴孔明, 刘孝纯, 秦夏卿, 等. 朱砂叶螨抗性研究[J]. 华北农学报, 1990, 5(2): 117-123.
- [4] van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, et al. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review[J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2010, 40(8): 563-572.
- [5] Guo F Y, Zhang Z Q, Zhao Z M. Pesticide resistance of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) in China: A review[J]. Systematic and Applied Acarology, 1998, 3: 3-7.
- [6] Dekeyser M A, McDonald P T, Angle G W. The discovery of bifenazate, a novel carbazate acaricide[J]. CHIMIA International Journal for Chemistry, 2003, 57(11): 702-704.
- [7] Ochiai N, Mizuno M, Mimori N, et al. Toxicity of bifenazate and its principal active metabolite, diazene, to *Tetranychus urticae* and *Panonychus citri* and their relative toxicity to the predaceous mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* [J]. Experimental and Applied Acarology, 2007, 43(3): 181-197.
- [8] James D G. Selectivity of the acaricide, bifenazate, and aphicide, pymetrozine, to spider mite predators in Washington hops [J]. International Journal of Acarology, 2002, 28(2): 175-179.
- [9] 官亚军, 石宝才, 王泽华, 等. 新型杀螨剂-联苯腈酯对二斑叶螨的毒力测定及田间防效[J]. 农药, 2013(3): 23.
- [10] Ay R, Gürkan M O. Resistance to bifenthrin and resistance mechanisms of different strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) from Turkey [J]. Phytoparasitica, 2005, 33(3): 237-244.
- [11] Herron G, Rophail J, Wilson L. The development of bifenthrin resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton [J]. Experimental and Applied Acarology, 2001, 25(4): 301-310.
- [12] 王少丽, 王然, 张友军, 等. 11 种常用药剂对蔬菜朱砂叶螨的室内毒力测定[J]. 中国农学通报, 2009, 25(24): 386-388.
- [13] Ditttrich V, Cranham J, Jepson L, et al. Revised method for spider mites and their eggs (eg *Tetranychus* spp. and *Panonychus ulmi* Koch), FAO method No. 10a [J]. FAO Plant Production and Protection Paper, 1980, 21: 49-53.
- [14] Sun Y P, Johnson E. Analysis of joint action of insecticides against house flies [J]. Journal of Economic Entomology, 1960, 53(5): 887-892.
- [15] 陈青, 赵冬香, 莫圣书, 等. 阿维菌素与吡虫啉混用对豇豆荚螟的联合毒力[J]. 农药, 2006, 44(12): 561-564.
- [16] 邹华娇. 联苯菊酯与啉虫脒增效混配制剂对茶假眼小绿叶蝉的防治效果[J]. 福建农业科技, 2012(11): 55-57.
- [17] van Leeuwen T, Tirry L. Esterase-mediated bifenthrin resistance in a multiresistant strain of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* [J]. Pest Management Science, 2007, 63(2): 150-156.
- [18] 陈秋双, 赵舒, 邹晶, 等. 朱砂叶螨抗性监测[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(2): 364-369.
- [19] 王少丽, 张友军, 徐宝云, 等. 朱砂叶螨对不同蔬菜寄主的取食选择性[J]. 环境昆虫学报, 2011, 33(3): 315-320.
- [20] 彭德良. 蔬菜病虫害的综合治理 (十) 蔬菜线虫病害的发生和防治 [J]. 中国蔬菜, 1998(4): 57-58.

Common Toxicity of Bifenazate and Bifenthrin on the Spider Mite *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) Using Bioassay

WANG Ze-hua, SHI Bao-cai, GONG Ya-jun, WEI Shu-jun

(Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097)

Abstract: Taking *Tetranychus cinnabarinus* as material, using slide-dip method, the effect of common toxicity of bifenazate and bifenthrin on *Tetranychus cinnabarinus* was studied. The results showed that the lethal concentration (LC_{50}) of bifenazate and bifenthrin to *T. cinnabarinus* was 23.2385 mg/L and 34.5302 mg/L when used after 24 hours, that was 16.0384 mg/L and 15.3873 mg/L after 48 hours. The CTC (common toxicity coefficient) of the mixture of these two acaricides was 115—204 after 24 hours, while that was to 134—224 after 48 hours, it showed a synergistic toxicity to *T. cinnabarinus*. Among the different mixture ratios of bifenazate and bifenthrin, the one of 1 : 1 showed the highest synergistic toxicity to *T. cinnabarinus*, with a CTC of 204 and 221 after 24 hours and 48 hours, respectively. A mixture of bifenazate and bifenthrin displayed characteristics of action from both acaricides, enhancing their activity to, expanding their range of, and might be helpful to delay the development of resistance by target pests.

Keywords: *Tetranychus cinnabarinus*; bifenazate; bifenthrin; common toxicity