

5 种杀虫剂和黄瓜新小绥螨对棉田 朱砂叶螨的协调防治

司嘉怡[#], 袁 准[#], 冯 睿, 周 涛, 曾爱平^{*}

(湖南农业大学昆虫研究所, 植物病虫害生物学与防控湖南省重点实验室, 长沙 410128)

摘要 为协调使用杀虫剂及害虫天敌, 本文测定了阿维菌素、印楝素、苦参碱、除虫菊素和吡虫啉 5 种常用杀虫剂分别与天敌黄瓜新小绥螨(原名胡瓜钝绥螨)对棉田朱砂叶螨的联合防治效果。结果表明: 1.8% 阿维菌素 EW (1:8 000) 处理 6 d 后释放黄瓜新小绥螨对朱砂叶螨的防治效果最佳, 20 d 后相对防治效果高达 96.63%; 其次是 0.3% 印楝素 EC (1:250) 处理 7 d 后释放黄瓜新小绥螨, 1 d 和 20 d 后防效分别为 59.7% 和 90.16%; 0.5% 苦参碱 AS (1:2 000) 处理 6 d 后释放黄瓜新小绥螨, 20 d 后相对防治效果达到 82.65%。本研究为朱砂叶螨可持续防控提供了可选方案, 为延缓抗药性产生提供了研究思路。

关键词 朱砂叶螨; 生物防治; 黄瓜新小绥螨; 阿维菌素; 印楝素

中图分类号: S 436.66 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.03.043

Integrated control of carmine spider mite by five kinds of pesticides combined with *Neoseiulus cucumeris*

Si Jiayi, Yuan Zhun, Feng Rui, Zhou Tao, Zeng Aiping

(Institute of Insect, Hunan Agricultural University, Hunan Provincial Key Laboratory for Biology and Control of Plant Diseases and Insect Pests, Changsha 410128, China)

Abstract To find the method for the integrated control of carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* and delay its resistance to pesticides, the joint actions of each of five commonly pesticides (abamectin, azadirachtin, matrine, pyrethrins and imidacloprid), and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans), the natural enemy of cotton red spider mite were studied. *N. cucumeris* was released after application of pesticides for seven days (for 0.3% azadirachtin EC) or six days (for other pesticides). The results showed that the combined action of 1.8% abamectin EW (1:8 000) and *N. cucumeris* had the best control efficacy of 96.63% at 20 days after *N. cucumeris* releasing. The control efficacies of *N. cucumeris* and 0.3% azadirachtin EC (1:250) were 59.7% and 90.16% after one day and 20 days, respectively, after *N. cucumeris* releasing. The control efficacy of *N. cucumeris* and 0.5% matrine AS (1:2 000) was 82.65% at 20 days after *N. cucumeris* releasing. The results provide options for sustainable control of *T. cinnabarinus* and for the delay of pesticides resistance.

Key words *Tetranychus cinnabarinus*; biocontrol; *Neoseiulus cucumeris*; abamectin; azadirachtin

棉叶螨是棉花上的主要害螨之一, 常造成严重的经济损失。我国为害棉花的棉叶螨主要有朱砂叶螨 [*Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)]、截形叶螨 (*Tetranychus truncatus* Ehara)、二斑叶螨 (*Tetranychus urticae* Koch)、敦煌叶螨 (*Tetranychus dunhuangensis* Wang) 和土耳其斯坦叶螨 [*Tetrany-*

chus turkestan (Ugarov et Nikolski)], 均属蛛形纲, 蜱螨亚纲, 真螨目, 叶螨科^[1]。

早在 1964 年关于棉叶螨抗药性的研究就指出, 1960 年至 1963 年短短 3 年间我国湖北棉区原本防治叶螨效果接近 100% 的药剂内吸磷就已经失效^[2]。近年来, 化学杀虫剂种类不断更新^[3], 而棉叶螨抗药性

收稿日期: 2015-11-08

修订日期: 2015-12-13

基金项目: 湖南省现代农业产业技术体系(湘农业联[2012]278 号); 湖南省科技厅项目(2010NK3011, 2011FJ4298)

* 通信作者 E-mail: apzengchina@163.com

为共同第一作者

也以指数形式增长^[4]。开发单一药剂长效防治棉叶螨亦很困难,只能在不断研制新型高效低毒杀螨剂的同时,采取综合治理的方法,才可能在防治棉叶螨的同时最大限度地延缓其抗性产生^[5-6]。陈霞等^[7]完成了胡瓜钝绥螨(现名黄瓜新小绥螨)抗阿维菌素品系的筛选及抗性稳定性分析,为其大量繁殖生产和大田使用提供了理论依据。棉田过多施药常引起叶螨的再猖獗,不仅因为害螨产生了抗药性,同时也因为药剂杀伤了天敌^[8]。对节肢动物栖息地的施药次数和浓度等进行合理的管理,才能有效保护害螨的天敌,充分发挥生物防治的作用^[9]。黄瓜新小绥螨对害螨的捕食作用^[10],以及各种杀虫剂对黄瓜新小绥螨的影响^[11],前人均有研究,而如何使用杀虫剂及黄瓜新小绥螨综合治理害螨,黄瓜新小绥螨的规模化生产及黄瓜新小绥螨与其他防治措施的协调应用成为了研究热点^[12]。

本研究选取 5 种不同有效成分的杀虫剂,包括纯生物源杀虫剂印楝素、苦参碱和除虫菊素,及阿维菌素和吡虫啉,开展试验研究。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试棉花:试验所用棉花品种均为‘中 190’。

供试杀虫剂:0.3%印楝素(azadirachtin)乳油(成都绿金生物科技有限责任公司);1.8%阿维菌素(abamectin)水乳剂(浙江钱江生物化学股份有限公司);0.5%苦参碱(matrine)水剂(北京三浦百草绿色植物有限公司);1.5%除虫菊素(pyrethrins)水乳剂(内蒙古清源保生物科技有限公司);70%吡虫啉(imidacloprid)可湿性粉剂(德国拜耳作物科学公司)。

供试捕食螨:黄瓜新小绥螨[*Neoseiulus cucumeris* (Oudemans)],原名胡瓜钝绥螨[*Amblyseius cucumeris* (Oudemans)],购自福建艳璇生物防治技术有限公司,在实验室饲养繁殖备用。

供试叶螨:湖南棉田优势种是朱砂叶螨,从棉田采集继代繁殖后备用。

1.2 试验方法

1.2.1 5 种杀虫剂对朱砂叶螨和黄瓜新小绥螨的直接毒性

根据杀虫剂推荐浓度,确定各药剂的试验浓度分别为:0.3%印楝素 EC(1:250,1:500);0.5%苦参碱 AS(1:1 000,1:2 000);1.5%除虫菊素 EW(1:250,1:500);1.8%阿维菌素 EW(1:6 000,1:8 000);70%吡虫啉 WP(1:1 000,1:1 500)。

自棉田采回新鲜未施药的棉花嫩叶(直径不超过 10 cm),洗净晾干后于试验药剂中浸泡 20 s,取出晾干。每个浓度处理 5 个叶片,并设空白对照,每个叶片背面接 20 头雌成螨,测定杀虫剂对黄瓜新小绥螨的药效时,每个叶片背面需同时接入 20 头朱砂叶螨^[13]。叶片放置在直径为 10 cm 的培养皿中,用润湿的卫生纸保湿。于试验 1、2、3、4 和 5 d 后分别在带光源的显微镜下观察记录每个处理的死亡虫数。用解剖针轻碰试虫,若无反应则判定为死虫。计算死亡率,并对死亡率进行修正。

校正死亡率(%)=[(处理死亡率-对照死亡率)/(1-对照死亡率)]×100。

1.2.2 5 种杀虫剂残留对黄瓜新小绥螨的毒性测定

根据 1.2.1 的试验结果,选择 5 d 内致朱砂叶螨死亡率>50%的药剂浓度测定其对黄瓜新小绥螨残留毒性,如同种药剂两个浓度致朱砂叶螨死亡率均大于 50%则从中选择较低浓度。5 种药剂浓度分别设置为:0.3%印楝素 EC 1:250;0.5%苦参碱 AS 1:2 000;1.5%除虫菊素 EW 1:500;1.8%阿维菌素 EW 1:8 000;70%吡虫啉 WP 1:1 000。处理方法同 1.2.1。叶片处理后第 1、2、3、4、5、6 和 7 d 释放黄瓜新小绥螨,每处理设 5 次重复,每个重复接 20 头供试黄瓜新小绥螨,同时接入 20 头朱砂叶螨,并视后续情况补充^[13]。分别于释放黄瓜新小绥螨后 1、2、3 和 4 d 观察记录死亡数,计算死亡率,方法同上。参照国际生物防治组织(IOBC)对杀虫剂的残留毒性的划分标准^[14],将残留毒性等级分为 4 类:1 级,无害(死亡率<30%);2 级,稍有害(30%≤死亡率≤79%);3 级,中度有害(79%<死亡率≤99%);4 级,有害(死亡率>99%)。

1.2.3 4 种杀虫剂与黄瓜新小绥螨对朱砂叶螨的综合作用

根据 1.2.2 的试验结果,选择释放黄瓜新小绥螨第 4 天时致死率低于 30%的处理所对应的杀虫剂残留时间作为杀虫剂与黄瓜新小绥螨对朱砂叶螨综合作用试验中释放黄瓜新小绥螨的时间,故设定 0.3%印楝素 EC、0.5%苦参碱 AS、1.5%除虫菊素 EW、1.8%阿维菌素 EW 和清水处理后释放黄瓜新小绥螨的时间分别为 7、6、6、6 d。70%吡虫啉 WP 对黄瓜新小绥螨的残留毒性过大,不再选用。

室内提前两星期种植 30 盆健康棉花,于 3~4 片叶片时用网纱罩住备用。浸叶处理并自然风干后,每盆接朱砂叶螨 15 头,然后根据上述设定的每

种杀虫剂对应的释放黄瓜新小绥螨时间分别在每盆棉花上接黄瓜新小绥螨 20 头,5 次重复。另设空白对照,同样接朱砂叶螨 15 头,但不接黄瓜新小绥螨^[12]。于黄瓜新小绥螨释放 1、5、10、15、20 d 后观察记录存活的朱砂叶螨成螨和若螨的数量。采用虫口减退率和相对防治效果评价杀虫剂与黄瓜新小绥螨对朱砂叶螨的综合防治效果。

虫口减退率(%)=[(防治前虫口数量-防治后虫口数量)/防治前虫口数量]×100;

相对防治效果(%)=[(处理虫口减退率-对照虫口减退率)/(1-对照虫口减退率)]×100。

1.3 数据分析

利用 Excel 与 DPS 进行数据分析,Duncan’s 新复极差法进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 5 种杀虫剂对朱砂叶螨和黄瓜新小绥螨的直接毒性

5 种杀虫剂对朱砂叶螨的药效试验结果见表1。

可以看出,不同处理的药剂在 1%水平上具有极显著差异。其中,0.3%印楝素 EC 对朱砂叶螨的药效一般,其较高浓度(250 倍液)施用后 5 d 仍只有(63±1.22)%的死亡率。0.5%苦参碱 AS 对朱砂叶螨的药效很高,其 1 000 倍液施用后 1 d 死亡率达(97±1.22)%,而 2 000 倍液施用后 3 d 死亡率也达到 100%。1.5%除虫菊素 EW 对朱砂叶螨的药效较好,高、低浓度药液施用后 3 d 死亡率均超过 50%,药后 5 d 均超过 80%。1.8%阿维菌素 EW 仅次于 0.5%苦参碱 AS,其较高浓度(6 000 倍液)药液施用后 3 d 死亡率达到 100%,药后 4 d 两个浓度的致死率均达到 100%。70%吡虫啉 WP 对朱砂叶螨的药效缓慢,药后 5 d 时低浓度致死率仅(31±1.87)%,高浓度为(63±1.22)%。

5 种杀虫剂对黄瓜新小绥螨的药效试验结果(表 2)表明,筛选后所选用的浓度对黄瓜新小绥螨都有很高的致死作用,药后 5 d 死亡率都达到 100%。

表 1 5 种杀虫剂对朱砂叶螨的药效试验¹⁾

Table 1 Control efficacy of five pesticides on carmine spider mite

杀虫剂 Insecticide	处理浓度 Concentration	校正死亡率/%(平均值±标准误) Corrected mortality (mean±SE)				
		1 d	2 d	3 d	4 d	5 d
0.3%印楝素 EC	1:250	(27±1.22)dD	(32±2.00)eE	(32±1.22)fF	(48±1.22)eE	(63±1.22)dD
0.3% Azadirachtin EC	1:500	(17±1.22)fF	(18±1.22)fF	(23±1.22)gG	(33±1.22)fF	(42±1.22)eE
0.5%苦参碱 AS	1:1 000	(97±1.22)aA	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA
0.5% Matrine AS	1:2 000	(54±1.00)bB	(87±1.22)cBC	100 aA	100 aA	100 aA
1.5%除虫菊素 EW	1:250	(22±1.22)eE	(62±1.22)dD	(82±1.22)cC	(87±1.22)bB	(90±1.58)Bb
1.5% Pyrethrins EW	1:500	(14±1.00)fF	(30±2.24)eE	(72±1.22)dD	(77±1.22)cC	(80±1.58)cC
1.8%阿维菌素 EW	1:6 000	(52±1.22)bB	(92±1.22)bB	100 aA	100 aA	100 aA
1.8% Abamectin EW	1:8 000	(44±1.00)cC	(83±1.22)cC	(89±1.00)bB	100 aA	100 aA
70%吡虫啉 WP	1:1 000	(28±1.22)dD	(32±1.22)eE	(40±1.58)eE	(53±1.22)dD	(63±1.22)dD
70% Imidacloprid WP	1:1 500	(17±1.22)fF	(19±1.87)fF	(22±1.22)gG	(27±1.22)gG	(31±1.87)fF
<i>F</i> _{9,40}		485.399	495.943	1 000.606	971.173	364.602
<i>P</i>		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1

1) 表中同列数据后的小写英文字母和大写英文字母分别表示平均数的差异达到显著水平($P < 0.05$)或极显著水平($P < 0.01$)。下同。
The different small or capital letters in the same column mean significant difference at 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same below.

表 2 5 种杀虫剂对黄瓜新小绥螨的药效试验

Table 2 Control efficacy of five pesticides on *Neoseiulus cucumeris*

杀虫剂 Insecticide	处理浓度 Concentration	校正死亡率/%(平均值±标准误) Corrected mortality (mean±SE)				
		1 d	2 d	3 d	4 d	5 d
0.3%印楝素 EC 0.3% Azadirachtin EC	1:250	(55±2.24)bB	(77±1.22)bB	(92±1.22)bB	100 aA	100 aA
0.5%苦参碱 AS 0.5% Matrine AS	1:2 000	(47±1.22)cC	(83±1.22)aA	(97±1.22)aA	100 aA	100 aA
1.5%除虫菊素 EW 1.5% Pyrethrins EW	1:500	(32±1.22)dD	(53±1.22)dD	(78±1.22)cC	(96±2.45)abA	100 aA
1.8%阿维菌素 EW 1.8% Abamectin EW	1:8 000	(48±1.22)cC	(63±1.22)cC	(79±2.34)cC	(94±1.87)bB	100 aA
70%吡虫啉 WP 70% Imidacloprid WP	1:1 000	(73±1.22)aA	(83±1.22)aA	(94±2.24)abA	100 aA	100 aA
<i>F</i> _{9,40}		100.682	118.133	60.385	4.211	0.000
<i>P</i>		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1

2.2 5 种杀虫剂残留对黄瓜新小绥螨的毒性测定

表 3 所示为杀虫剂残留对黄瓜新小绥螨的毒性测定结果,可以看出,0.3%印楝素 EC 药后 7 d,对黄瓜新小绥螨的毒性等级为 1 (25%±3.5%);而 0.5%苦参碱 AS、1.5%除虫菊素 EW、1.8%阿维菌

素 EW 药后 6 d,对黄瓜新小绥螨的毒性等级为 1,其中,以 0.5%苦参碱 AS 的致死率较高 (26%±1.0%);70%吡虫啉 WP 残留对黄瓜新小绥螨的毒性最高,药后 7 d,黄瓜新小绥螨释放 4 d 后致死率高达 53%±1.2%,毒性等级为 2。

表 3 5 种杀虫剂残留对黄瓜新小绥螨的毒性测定
Table 3 Residual toxicity of five pesticides to *Neoseiulus cucumeris*

杀虫剂 Insecticide	残留时间/d Residual time	释放不同时间后校正死亡率/% Corrected mortality after releasing <i>N. cucumeris</i>				毒性等级 Toxicity degree			
		1 d	2 d	3 d	4 d	1 d	2 d	3 d	4 d
0.3%印楝素 EC 0.3% Azadirachtin EC	1	(93±1.2)aA	(98±1.2)aA	100 aA	100 aA	3	3	4	4
	2	(80±1.5)bB	(83±1.2)bB	(91±1.0)bB	(96±2.2)bA	3	3	3	3
	3	(66±1.0)cC	(69±1.8)cC	(80±1.5)cC	(90±3.5)cB	2	2	3	3
	4	(45±1.5)dD	(50±1.5)dD	(70±1.5)dD	(85±3.5)dC	2	2	2	3
	5	(30±1.5)eE	(41±1.0)eE	(49±1.0)eE	(51±2.2)eD	2	2	2	2
	6	(20±1.5)fF	(30±1.5)fF	(35±1.5)fF	(39±2.2)fE	1	2	2	2
	7	(9±1.0)gG	(19±1.0)gG	(24±1.0)gG	(25±3.5)gF	1	1	1	1
	<i>F</i> _{6,28}	518.864	429.284	553.651	616.191				
0.5%苦参碱 AS 0.5% Matrine AS	<i>P</i>	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1				
	1	(75±1.5)aA	(94±1.0)aA	(97±1.2)aA	(98±1.2)aA	2	3	3	3
	2	(65±1.5)bB	(70±1.5)bB	(85±1.5)bB	(90±1.5)bB	2	2	3	3
	3	(51±1.8)cC	(56±1.8)cC	(77±1.2)cC	(81±1.8)cC	2	2	2	3
	4	(40±1.5)dD	(45±1.5)dD	(55±1.5)dD	(75±1.5)dD	2	2	2	2
	5	(26±1.0)eE	(36±1.0)eE	(42±1.2)eE	(43±2.0)eE	1	2	2	2
	6	(20±1.5)fF	(20±1.5)fF	(24±1.0)fF	(26±1.0)fF	1	1	1	1
	7	(11±1.0)gG	(11±1.0)gG	(16±1.0)gG	(16±1.0)gG	1	1	1	1
1.5%除虫菊素 EW 1.5% Pyrethrins EW	<i>F</i> _{6,28}	255.828	413.976	586.551	465.167				
	<i>P</i>	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1				
	1	(71±1.0)aA	(93±1.2)aA	(98±1.2)aA	100 aA	2	3	3	4
	2	(56±1.0)bB	(66±1.0)bB	(79±1.0)bB	(91±1.0)bB	2	2	2	3
	3	(41±1.0)cC	(51±1.0)cC	(66±1.0)cC	(81±1.0)cC	2	2	2	3
	4	(30±1.5)dD	(35±1.5)dD	(50±1.5)dD	(70±1.5)dD	2	2	2	2
	5	(21±1.0)eE	(26±1.0)eE	(36±10)eE	(50±1.5)eE	1	1	2	2
	6	(10±1.5)fF	(14±1.0)fF	(19±1.0)fF	(21±1.0)fF	1	1	1	1
1.8%阿维菌素 EW 1.8% Abamectin EW	7	(4±1.0)gG	(6±1.0)gG	(9±1.0)gG	(9±1.0)gG	1	1	1	1
	<i>F</i> _{6,28}	415.267	731.333	807.852	949.333				
	<i>P</i>	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1				
	1	(86±1.0)aA	(94±1.0)aA	100Aa	100Aa	3	3	4	4
	2	(75±1.5)bB	(81±1.0)bB	(91±1.0)bB	(97±1.2)bB	2	3	3	3
	3	(45±1.5)cC	(79±1.0)bB	(84±1.0)cC	(85±0.0)cC	2	2	3	3
	4	(30±1.5)dD	(59±1.0)cC	(69±1.0)dD	(79±1.0)dD	2	2	2	2
	5	(15±1.5)eE	(25±1.5)dD	(30±1.5)eE	(49±1.0)eE	1	1	2	2
70%吡虫啉 WP 70% Imidacloprid WP	6	(11±1.0)fE	(12±1.2)eE	(15±0.0)fF	(20±0.0)fF	1	1	1	1
	7	(4±1.0)gF	(5±0.0)fF	(5±0.0)gG	(10±0.0)gG	1	1	1	1
	<i>F</i> _{6,28}	556.41	1 153.458	1 924.242	2 706.284				
	<i>P</i>	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1				
	1	(91±1.0)aA	100 aA	100 aA	100 aA	3	4	4	4
	2	(82±1.2)bB	(89±1.0)bB	(96±1.0)bA	(96±1.0)bA	3	3	3	3
	3	(70±0.0)cC	(75±0.0)cC	(86±1.0)cB	(90±0.0)cB	2	2	3	3
	4	(61±1.0)dD	(64±1.0)dD	(79±1.0)dC	(84±1.0)dC	2	2	2	3
	5	(51±1.0)eE	(59±1.0)eE	(74±1.0)eD	(85±1.5)dC	2	2	2	3
	6	(40±1.5)fF	(50±1.5)fF	(60±1.5)fE	(70±1.5)eD	2	2	2	2
	7	(29±1.0)gG	(34±1.0)gG	(49±1.0)gF	(53±1.2)fE	1	2	2	2
	<i>F</i> _{6,28}	435.417	554.154	319.422	216.823				
	<i>P</i>	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1				

根据杀虫剂失去毒性的时间,以其致死率 $< 30\%$ 为标准,IOBC 将其持久性划分为:A=短暂($< 5\text{ d}$)和 B=稍微持久($5\sim 15\text{ d}$)^[14-15]。0.3%印楝素 EC (1:250,7 d)、0.5%苦参碱 AS (1:2 000,6 d)、1.5%除虫菊素 EW (1:500,6 d)、1.8%阿维菌素 EW (1:8 000,6 d)、70%吡虫啉 WP (1:1 000 7 d 以上)5 种杀虫剂的持久性等级均为 B,属于稍微持久型。

2.3 4 种杀虫剂与黄瓜新小绥螨对朱砂叶螨的综合防治

采用杀虫剂与黄瓜新小绥螨联合防治朱砂叶螨的结果见图 1。黄瓜新小绥螨释放 20 d 后,对朱砂叶螨成螨和若螨的控制效果依次为:阿维菌素+黄瓜新小绥螨>印楝素+黄瓜新小绥螨>苦参碱+黄瓜新小绥螨>除虫菊素+黄瓜新小绥螨>空白对照。其中,阿维菌素+黄瓜新小绥螨处理对朱砂叶螨成螨和若螨的控制效果最佳,黄瓜新小绥螨释放 20 d 后朱砂叶螨成螨数量为(1 ± 0.32)头,而若螨的数量仅有(1.6 ± 0.24)头。其次是印楝素+黄瓜新小绥螨处理,在 20 d 内朱砂叶螨成螨的数量一直较少,而若螨前 5 d 较多,但 20 d 后数量却处于较低值,仅(3.6 ± 0.4)头。再次是苦参碱+黄瓜新小绥螨处理,从时间走势上可看出,朱砂叶螨成螨和若螨的数量都在缓慢增长,20 d 后成螨为(6.6 ± 0.51)头,若螨为(6.8 ± 0.58)头。除虫菊素+黄瓜新小绥螨处理效果最差,最初朱砂叶螨若螨数量较少,但增长迅速,15 d 后若螨的数量(35.2 ± 1.69)头,比仅用黄瓜新小绥螨处理的若螨数量多(12.6 ± 0.66)头。

方差分析结果表明:释放黄瓜新小绥螨 1 d 后,阿维菌素+黄瓜新小绥螨处理和印楝素+黄瓜新小绥螨处理的朱砂叶螨成螨数量最少,与其他处理间有极显著差异;5 d 后,4 个综合处理间没有显著差异;10、15、20 d 后,都是阿维菌素+黄瓜新小绥螨处理朱砂叶螨成螨数量最少。黄瓜新小绥螨处理和空白对照处理,与综合处理间均有极显著差异。

杀虫剂和黄瓜新小绥螨对朱砂叶螨若螨的防控效果:黄瓜新小绥螨释放 1 d 和 5 d 后,阿维菌素+黄瓜新小绥螨处理和苦参碱+黄瓜新小绥螨处理朱砂叶螨若螨数量最少,与其他处理间有极显著差异;10、15、20 d 后,均是阿维菌素+黄瓜新小绥螨处理和印楝素+黄瓜新小绥螨处理朱砂叶螨若螨数量最少,且与其他处理间有极显著差异;在 10 d 后,黄瓜新小绥螨处理与空白对照处理的朱砂叶螨若螨数量都很多,且与其他处理间有极显著差异;15 d 后,除虫菊素+黄瓜新小绥螨处理的朱砂叶螨若螨数量最多。

从各处理对朱砂叶螨的相对防治效果(表 4)可知:阿维菌素+黄瓜新小绥螨处理的相对防治效果最好,均达(92.35 ± 0.87)%以上,且与其他处理间有极显著差异;其中,释放黄瓜新小绥螨 5 d 后,苦参碱+黄瓜新小绥螨处理的相对防治效果也达到(89.18 ± 1.13)%,但 20 d 后降低到(82.65 ± 1.13)%,而印楝素+黄瓜新小绥螨处理的相对防治效果开始不高,但 10 d 后达到(95.15 ± 0.72)%,20 d 后仍达(90.16 ± 0.66)%。单用黄瓜新小绥螨处理,相对防治效果 10 d 后最高,达到(61.40 ± 1.48)%,但仍低于综合处理相对防治效果,且存在显著差异。

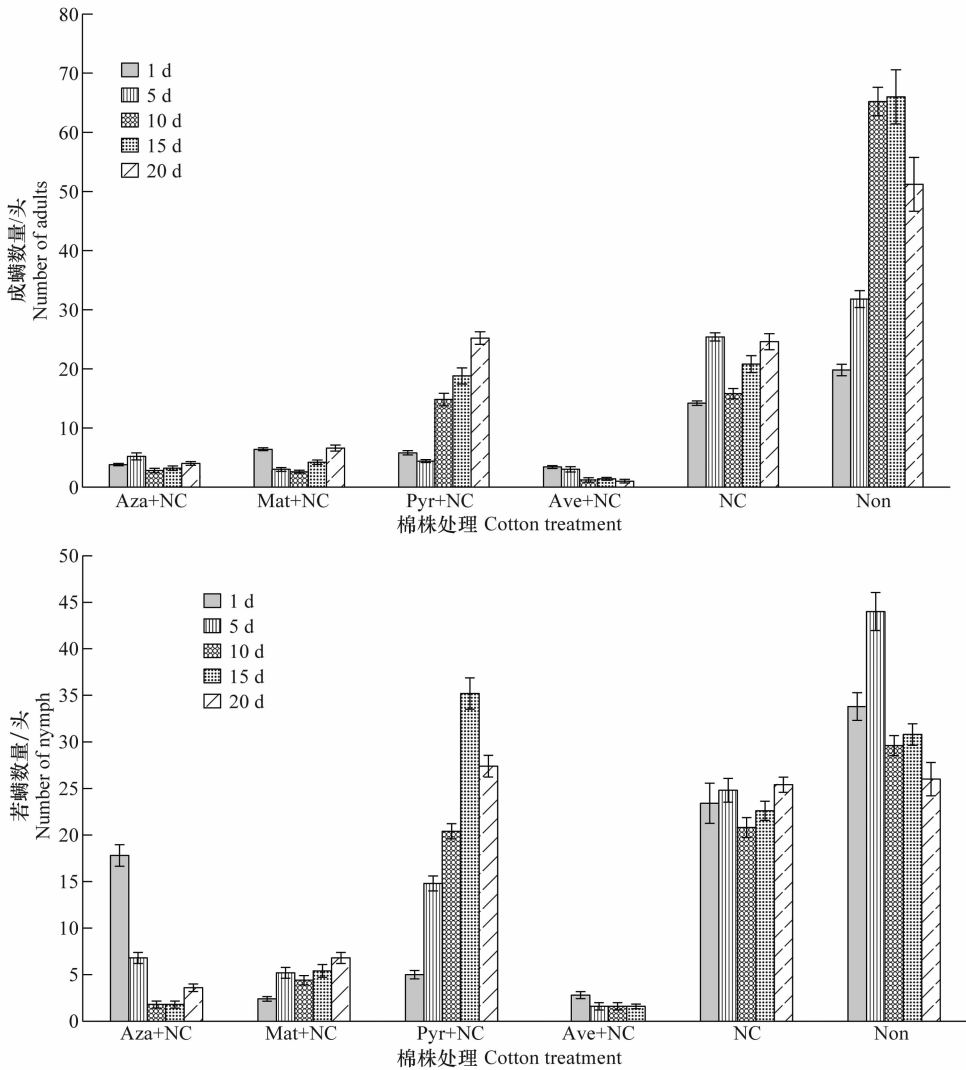
表 4 杀虫剂和黄瓜新小绥螨对朱砂叶螨的相对防治效果¹⁾

Table 4 Relative control efficacy of pesticides and *Neoseiulus cucumeris* against carmine spider mite

处理 Treatment	相对防治效果/% Relative control efficacy				
	1 d	5 d	10 d	15 d	20 d
Aza+NC	(59.70±2.01)cC	(84.17±1.38)bB	(95.15±0.72)abA	(94.83±0.65)aAB	(90.16±0.66)bA
Mat+NC	(83.58±0.91)bB	(89.18±1.13)aAB	(92.62±0.58)bA	(90.08±0.70)bB	(82.65±1.13)cB
Pyr+NC	(79.85±0.37)bB	(74.67±0.97)cC	(62.87±1.61)cB	(44.21±2.38)dD	(31.87±2.19)dC
Ave+NC	(93.66±0.46)aA	(92.35±0.87)aA	(97.05±0.78)aA	(96.9±0.65)aA	(96.63±0.32)aA
NC	(29.85±4.67)dD	(33.77±2.30)dD	(61.40±1.48)cB	(55.17±1.52)cC	(35.23±2.52)dC
<i>F</i> _{4,20}	118.334	280.373	261.506	326.91	375.79
<i>P</i>	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1

1) Aza: 印楝素; Mat: 苦参碱; Pyr: 除虫菊素; Ave: 阿维菌素; NC: 黄瓜新小绥螨; Aza+NC: 印楝素处理后 7 d 释放黄瓜新小绥螨; Mat+NC: 苦参碱处理后 6 d 释放黄瓜新小绥螨; Pyr+NC: 除虫菊素处理后 6 d 释放黄瓜新小绥螨; Ave+NC: 阿维菌素处理后 6 d 释放黄瓜新小绥螨。

Aza: Azadirachtin; Mat: Matrine; Pyr: Pyrethrins; Ave: Abamectin; NC: *Neoseiulus cucumeris*; Aza+NC: *N. cucumeris* was released 7 days after treatment with azadirachtin; Mat+NC: *N. cucumeris* was released 6 days after treatment with matrine; Pyr+NC: *N. cucumeris* was released 6 days after treatment with pyrethrins; Ave+NC: *N. cucumeris* was released 6 days after treatment with abamectin.



Aza: 印楝素; Mat: 苦参碱; Pyr: 除虫菊素; Ave: 阿维菌素; NC: 黄瓜新小绥螨; Aza+NC: 印楝素处理后6 d释放黄瓜新小绥螨; Mat+NC: 苦参碱处理后6 d释放黄瓜新小绥螨; Pyr+NC: 除虫菊素处理后6 d释放黄瓜新小绥螨; Ave+NC: 阿维菌素处理后6 d释放黄瓜新小绥螨; Non: 无任何处理; 1 d/5 d/10 d/15 d/20 d: 释放黄瓜新小绥螨后时间

Aza: Azadirachtin; Mat: Matrine; Pyr: Pyrethrins; Ave: Abamectin; NC: *Neoseiulus cucumeris*; Aza+NC: *N. cucumeris* was released 7 days after treatment with azadirachtin; Mat+NC: *N. cucumeris* was released 6 days after treatment with matrine; Pyr+NC: *N. cucumeris* was released 6 days after treatment with pyrethrins; Ave+NC: *N. cucumeris* was released 6 days after treatment with abamectin; Non: Non-treatment; 1 d/5 d/10 d/15 d/20 d: Time after release of *N. cucumeris*

图 1 4 种杀虫剂与黄瓜新小绥螨对朱砂叶螨的综合防治

Fig. 1 Integrated control of four kinds of pesticides and *Neoseiulus cucumeris* to carmine spider mite

3 结论与讨论

研究表明,1.8%阿维菌素 EW(1:8 000)处理 6 d 后释放黄瓜新小绥螨综合防治朱砂叶螨的效果最佳,20 d 后相对防治效果高达(96.63±0.32)%。对成螨和若螨都有较好的控制效果。可能与阿维菌素的内吸作用、表面残留时间短、对黄瓜新小绥螨的杀伤较小有关^[16-17]。

0.3%印楝素 EC (1:250)和黄瓜新小绥螨综合防治的效果次之,释放 1 d 后其相对防治效果虽然仅为(59.7±2.01)%,但 20 d 后高达(90.16±0.66)%。

即使使用低剂量的印楝素,也会致使朱砂叶螨幼期不能发育完全^[18],且在药剂处理 7 d 后才释放黄瓜新小绥螨,对黄瓜新小绥螨的毒性进一步减小,因而采用 0.3%印楝素 EC 和黄瓜新小绥螨的防治效果好。

0.5%苦参碱 AS(1:2 000)处理 6 d 后释放黄瓜新小绥螨,10 d 后相对防治效果最高达到(92.62±0.58)%,而 20 d 后却下降到(82.65±1.13)%。苦参碱具有触杀和胃毒作用,致死快,但持效短^[19],因此对害螨的控制作用主要体现在前期,长期防治效果并不特别理想。

1.5%除虫菊素 EW(1:500)处理 6 d 后释放黄

瓜新小绥螨,1 d 后的相对防治效果最高,达到 $(79.85 \pm 0.37)\%$,随后逐渐降低,20 d 后仅为 $(31.87 \pm 2.19)\%$,比仅用黄瓜新小绥螨处理的相对防治效果低。除虫菊素具有触杀、胃毒和驱避作用,虽然杀虫作用力强,但不能有效杀卵^[20],且对黄瓜新小绥螨的杀伤作用更大,削弱了综合防治的效果。

70%吡虫啉 WP 杀虫速度虽稍慢,但持效期长^[21],对黄瓜新小绥螨杀伤作用大(表 2),因此放弃了该药的综合处理。

综合处理的相对防治效果比单用天敌处理的好,说明化学防治和生物防治综合控制的效果优于单一生物防治。空白对照组朱砂叶螨成螨和若螨的数量增长迅速,但 20 d 后数量却下降,可能因为本试验所用棉株只有 3~4 片棉叶,长时间被大量朱砂叶螨取食后叶片萎蔫干枯,不利于朱砂叶螨生长繁殖。

棉叶螨是棉田主要害虫,防治棉叶螨仅使用化学防治方法容易使其产生抗药性,仅使用生物防治又不能起到很好的防治作用。本研究综合利用 1.8%阿维菌素 EW(1:8 000)处理 6 d 后释放黄瓜新小绥螨、0.3%印楝素 EC(1:250)处理 7 d 后释放黄瓜新小绥螨,为棉叶螨可持续防控、延缓抗药性产生提供了研究思路。大田试验研究有待进一步开展。

参考文献

- [1] 丁锦华,苏建亚. 农业昆虫学[M]. 北京:中国农业出版社,2002:238-239.
- [2] 张泽溥,王少成. 棉红蜘蛛的抗药性问题[J]. 植物保护,1964,2(2):62-64.
- [3] 裴晖,欧晓明,王永江. 新化合物 HNPC-A3066 的杀螨活性及田间防治效果研究[J]. 农药学报,2009,11(2):208-212.
- [4] Boyd D W Jr., Alverson D R. Repellency effects of garlic extracts on two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch [J]. Journal of Entomological Science, 2000, 35(1):86-90.
- [5] Holt K M, Opit G, Nechols J R, et al. Comparing chemical and biological control strategies for twospotted spider mites in mixed production of ivy geranium and impatiens[J]. Hort-Technology, 2007, 17(3):322-327.
- [6] 贾福丽,陈义娟,陈佳,等. 8 种植物提取物对朱砂叶螨生物活性筛选及其研究[J]. 中国农学通报,2011,27(24):286-291.
- [7] 陈霞,张艳璇,季洁林,等. 胡瓜钝绥螨抗阿维菌素品系的筛选及抗性稳定性分析[J]. 福建农业学报,2011(5):793-797.
- [8] Opit G P, Fitch G K, Margolies D C, et al. Overhead and drip-tube irrigation affect twospotted spider mites and their biological control by a predatory mite on impatiens[J]. Hort-Science, 2006, 41(3):691-694.
- [9] Landis D A, Wratten S D, Gurr G M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture [J]. Annual Review of Entomology, 2000, 45:175-201.
- [10] 王利平,王永模,杜进平,等. 斯氏钝绥螨对朱砂叶螨若螨的捕食作用[J]. 中国生物防治学报,2011,27(2):171-175.
- [11] 陈霞,张艳璇,季洁,等. 9 种农药对黄瓜新绥螨若螨和卵的影响[J]. 中国生物防治学报,2011,27(1):43-49.
- [12] 徐学农,吕佳乐,王恩东. 国际胡瓜钝绥螨研发与应用的热点问题及启示[J]. 中国生物防治学报,2013,29(2):163-174.
- [13] Rahman T, Broughton S, Spafford H. Can spinosad-resistant *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) be managed with spinosad and predatory mites (Acari)? [J]. Crop Protection, 2012, 42:281-288.
- [14] Sterk G, Hassan S A, Baillod M, et al. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-working group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. [J]. BioControl, 1999, 44(1):99-117.
- [15] Hassan S A, Bigler F, Bogenschütz H, et al. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-working group 'Pesticides and Beneficial Organisms' [J]. Entomophaga, 1994, 39(1):107-119.
- [16] 王成菊,李学锋,邱立红,等. 甲氨基阿维菌素与阿维菌素对 5 种农业害虫的毒力测定[J]. 河南农业科学,2004 (12):39-43.
- [17] 吴绪金,李萌,周玲,等. 2%阿维菌素微乳剂在棉花和土壤中的残留分析及消解动态研究[J]. 河南农业科学,2014, 43 (3):98-101.
- [18] 李晓东,赵善欢. 印楝素对昆虫的毒理作用机制[J]. 华南农业大学学报,1996, 17(1):118-122.
- [19] 张权炳. 0.26%苦参碱水剂防治柑桔红蜘蛛和蚜虫试验[J]. 中国南方果树,2011, 40(1):37-37.
- [20] 王向阳,李昌春,刘伟,等. 5%除虫菊素乳油防治桃树红蜘蛛田间药效试验[J]. 安徽农学通报,2010, 16(3):106-107.
- [21] 莫利锋,鄧军锐,张骏. 苦参碱及吡虫啉对南方小花蝽的影响[J]. 植物保护学报,2013, 40(2):160-164.

(责任编辑:杨明丽)