环境昆虫学报 2022，44（1）：244－249
Journal of Environmental Entomology
http：//hjkcxb. alljournals. net
doi：10. 3969/j. issn. 1674－0858. 2022. 01. 28



郑晓斌，王京，袁江江，陶敏，王安琪，李柠君，吴青君. 三种纳米缓释剂农药对葱蓟马的田间药效评价［J］. 环境昆虫学报，2022，44（1）：244－249.

三种纳米缓释剂农药对葱蓟马的田间药效评价

郑晓斌[1]，王　京[1]，袁江江[1]，陶　敏[1]，王安琪[2]，李柠君[2]，吴青君[1*]
（1. 中国农业科学院蔬菜花卉研究所，北京 100081；2. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，北京 100081）

摘要： 葱蓟马 *Thrips tabaci* Lindeman 是一种世界性农业害虫，为明确 3 种纳米缓释剂农药对葱蓟马的防治效果，开展了田间药效评价试验。结果表明，0.7% 甲维盐纳米缓释剂（NR）和 5% 甲维盐微乳剂（ME）对葱蓟马的速效性和持效性较好，3～14 d 的防效均达到 90% 以上；10% 高效氯氟氰菊酯 NR 和 5% 高效氯氟氰菊酯 ME 对葱蓟马的速效性较好，药后 3 d，防效均达 90% 以上，但后者的持效性稍弱；2% 呋虫胺 NR 和 20% 呋虫胺可溶粒剂（SG）的速效性和持效性较好，3 d 和 14 d 的防效均达 85% 以上。上述结果表明，甲维盐、高效氯氟氰菊酯和呋虫胺适用于田间葱蓟马的防治；相同或更低剂量下，纳米缓释剂型与传统剂型农药的效果相当或者更优，显示出良好的应用前景。

关键词： 纳米缓释剂；葱蓟马；田间防效
中图分类号： Q965.8；S433　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1674－0858（2022）01－0244－06

Evaluation of the field efficacy of three controlled release nanopesticides against *Thrips tabaci* Lindeman

ZHENG Xiao-Bin[1]，WANG Jing[1]，YUAN Jiang-Jiang[1]，TAO Min[1]，WANG An-Qi[2]，LI Ning-Jun[2]，WU Qing-Jun[1*]（1. Institute of Vegetables and Flowers，Chinese Academy of Agricultural Sciences，Beijing 100081，China；2. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture，Chinese Academy of Agricultural Sciences，Beijing 100081，China）

Abstract: *Thrips tabaci* Lindeman is an important agricultural pest around the world. A field trial was conducted in order to evaluate the control efficacy of three controlled release nanopesticides against *T. tabaci*. The results showed that 0.7% emamectin benzoate nano-relievers（NR）and 5% emamectin benzoate microemulsion（ME）provided excellent quick and persistent effect to *T. tabaci* and the control efficacy was over 90% 3～14 days post spraying. Similarly，the quick efficiency of 10% lambda-cyhalothrin NR and 5% lambda-cyhalothrin ME to *T. tabaci* was high and the control efficacy was over 90% 3 days post spraying. However，the persistency of 5% lambda-cyhalothrin ME was relatively lower than the former. The quick and persistent effects of 2% dinotefuran NR and 20% dinotefuran water soluble granule（SG）were high to *T. tabci* and the control efficacy was over 85% 3～14 days post spraying. The results indicated that three controlled release nanopesticides of emamectin benzoate，lambda-cyhalothrin and dinotefuran could be used against *T. tabaci* in the field. At the same or lower dosages，the controlled

基金项目： 国家特色蔬菜产业技术体系（CARS－24－C－02）；现代农业产业技术体系北京市叶类蔬菜创新团队（BAIC07－2019）；中国农业科学院科技创新工程（CAAS－ASTIP－IVFCAAS）；蔬菜有害生物控制与优质栽培北京市重点实验室
作者简介： 郑晓斌，男，博士研究生，研究方向为农业昆虫与害虫防治，E－mail：zhengxiaobin116@163.com
* **通讯作者** Author for correspondence：吴青君，博士，研究员，研究方向为昆虫毒理学及综合治理，E－mail：wuqingjun@caas.cn
收稿日期 Received：2020－11－20；**接受日期** Accepted：2021－03－17

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

release nanopesticides had similar or ever higher control efficacy, which showed an ideal application with bright prospect in the future.

Key words: Controlled release nanopesticide; onion thrips; field efficacy

烟蓟马 *Thrips tabaci* Lindeman 又称葱蓟马，属缨翅目 Thysanoptera 蓟马科 Thripidae 蓟马属 *Thrips*，是一种重要的世界性农业害虫（John *et al.*，2011；*Muvea et al.*，2014）。在我国，广泛分布在江苏、云南、新疆和北京等多个地区（张俊等，1999；谢永辉等，2011；陈广泉等，2018）。寄主范围达 300 多种（Gawande *et al.*，2019），主要危害葱 *Allium fistulosum* L.、甘蓝 *Brassica oleracea* L.、蒜 *Allium sativum* L.、韭菜 *Allium tuberosum*、棉花 *Gossypium* spp.、芝麻 *Sesamum indicum* 和烟草 *Nicotiana tabacum* L. 等作物（Jenser and Szénási，2004；Trdan *et al.*，2005*a*；2005*b*；*John et al.*，2011）。葱蓟马通过锉吸式口器直接取食植物的叶片、茎、花和果实，严重影响植物的光合作用和果实的产量和品质（Rueda *et al.*，2007）；还可以传播多种植物病毒，包括番茄斑萎病毒（tomato spotted wilt orthotospovirus，TSWV）、凤仙花坏死病毒（impatiens necrotic spot virus，INSV）、鸢尾花黄斑病毒（iris yellow spot virus，IYSV）和烟草条纹病毒（tobacco streak virus，TSV）等，造成更严重的经济损失（Sdoodee and Teakle，1987；Ullman *et al.*，2002；Sakurai *et al.*，2004；Gent *et al.*，2007）。

目前，葱蓟马防治主要以化学防治为主。但由于个体微小、隐蔽性强以及世代重叠严重，化学药剂很难接触到虫体（Nault and Shelton，2010）。随着杀虫剂的大量使用，葱蓟马对有机磷类和拟除虫菊酯类杀虫剂产生了不同程度的抗性，导致其发生更加猖獗，防治难度不断加大（Cranshaw and Schweissing，1989；Shelton *et al.*，2003；*Lebedev et al.*，2013）。缓释剂可以调节农药活性成分释放的速率，对延缓农药抗性、延长持效期、提高有效利用率具有重要作用。目前，缓释剂型有效成分的粒径普遍在微米量级，且大多只能简单定性的缓释释放。近几年来，纳米农药缓释剂的出现，其小尺寸效应、大比表面积以及表面可修饰性，使得纳米载药系统具有叶面粘附性和渗透性、水基化分散、靶向传输等功能，可进一步提高农药分散性、叶面沉积与展布及其生物活性。以纳米材料作为载体，将农药靶向运输到作用位点且有效释放，能减少农药流失，降低环境污染（Bordes *et al.*，2009）。在前期工作基础上，本研究选择甲氨基阿维菌素苯甲酸盐（甲维盐）、高效氯氟氰菊酯和呋虫胺 3 种药剂，开展了其传统剂型和纳米缓释剂型对葱蓟马的田间药效评价，目的是为有效防治葱蓟马以及农药新制剂的开发提供参考依据。

1　材料与方法

1.1　供试药剂

0.7% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐（emamectin benzoate）纳米缓释剂（以下简称甲维盐 NR），中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研制；5% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂（以下简称甲维盐 ME），河北润农化工有限公司生产；10% 高效氯氟氰菊酯（lambda-cyhalothrin）纳米缓释剂（NR），中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研制；5% 高效氯氟氰菊酯微乳剂（ME），深圳诺普信农化股份有限公司生产；2% 呋虫胺（dinotefuran）纳米缓释剂（NR），中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研制；20% 呋虫胺可溶粒剂（SG），日本三井化学 AGRO 株式会社生产。

1.2　试验地概况

试验基地设在中国农业科学院蔬菜花卉研究所顺义试验农场（E116°50′，N40°10′）露地葱田，土壤肥力中等，葱长势良好，整个生育期内管理以及施肥相同。

1.3　试验设计

根据中国农药登记信息网（http://www.chinapesticide.org.cn/）的农药登记资料确定施药剂量。

甲维盐和高效氯氟氰菊酯的评价试验在葱田

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

东区进行。0.7% 甲维盐 NR 设 3 个剂量（有效成分）：4.515、7.560、10.605 g/hm^2；5% 甲维盐 ME 设 2 个剂量（有效成分）：7.5、15.0 g/hm^2；10% 高效氯氟氰菊酯 NR 设 2 个剂量（有效成分）：6.0、7.5 g/hm^2；5% 高效氯氟氰菊酯 ME 设 2 个剂量（有效成分）：9.0、10.5 g/hm^2；另设喷施清水的空白对照。呋虫胺的评价试验在葱田西区进行。2% 呋虫胺 NR 设 3 个剂量（有效成分）：37.5、45.0、112.5 g/hm^2；20% 呋虫胺 SG 设 2 个剂量（有效成分）：60、75 g/hm^2；另设喷施清水的空白对照。每处理设 4 个重复，小区面积为 20 m^2，随机区组排列，小区间设保护行。使用背负式手动喷雾器（3WBS-16，台州市春丰机械有限公司）进行全株均匀喷雾。

1.4 调查与统计方法

施药前调查葱蓟马的发生基数（若虫和成虫），每小区固定调查 15 株。施药 3 d、7 d 和 14 d 后，分别调查葱蓟马的存活数量，计算虫口减退率（公式 1）和校正防效（公式 2）。采用 SPSS 20 软件 Tukey 法多重比较对各处理的防治效果进行差异显著性分析。

$$\text{虫口减退率}\ (\%) = \frac{\text{药前活虫数} - \text{药后活虫数}}{\text{药前活虫数}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{校正防效}\ (\%) = \frac{\text{处理虫口减退率} - \text{对照虫口减退率}}{1 - \text{对照虫口减退率}} \times 100 \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 三种药剂对葱蓟马的田间防效

田间试验结果（表 1）表明，0.7% 甲维盐 NR 和 5% 甲维盐 ME 对葱蓟马有较好的速效性和持效性。0.7% 甲维盐 NR 3 个剂量处理 4.515、7.560、10.605 g/hm^2 在药后 3 d 后对葱蓟马的防治效果分别为 96.89%、98.59% 和 98.78%，虫口减退率分别为 96.35%、98.38%、98.32%；5% 甲维盐 ME 2 个剂量处理 7.5、15.0 g/hm^2 在药后 3 d 对葱蓟马的防治效果分别为 97.37%、98.34%，虫口减退率分别为 96.77%、97.87%；0.7% 甲维盐 NR 或 5% 甲维盐 ME 处理的防效均显著高于 5% 高效氯氟氰菊酯 ME 9 g/hm^2，说明甲维盐的速效性优于高效氯氟氰菊酯。0.7% 甲维盐 NR 或 5% 甲维盐 ME 在药后 14 d 对葱蓟马的防效和虫口减退率均高于 10% 高效氯氟氰菊酯 NR 或 5% 高效氯氟氰菊酯 ME，说明甲维盐的持效性优于高效氯氟氰菊酯。

田间试验结果（表 2）表明，2% 呋虫胺 NR 和 20% 呋虫胺 SG 对葱蓟马有较好的速效性和持效性。2% 呋虫胺 NR 3 个剂量处理 37.5、45.0、112.5 g/hm^2 在药后 3 d 对葱蓟马的防治效果分别为 97.05%、98.84%、99.57%，虫口减退率分别为 96.44%、98.61%、99.53%；20% 呋虫胺 SG 2 个剂量处理 60、75 g/hm^2 在药后 3 d 对葱蓟马的防治效果分别为 99.66%、98.11%，虫口减退率分别为 99.63%、97.94%。2% 呋虫胺 NR 3 个剂量处理 37.5、45.0、112.5 g/hm^2 在药后 14 d 对葱蓟马的防治效果分别为 85.09%、90.10%、91.60%，虫口减退率分别为 84.42%、90.10%、92.32%。20% 呋虫胺 SG 2 个剂量处理 60、75 g/hm^2 在药后 14 d 对葱蓟马的防治效果分别为 90.38%、95.02%，虫口减退率分别为 91.02%、95.13%。

2.2 传统农药剂型和纳米农药缓释剂型对葱蓟马的田间防效

田间试验结果（表 1、表 2）表明，纳米农药缓释剂型相比传统农药剂型，对葱蓟马的防效相当或更佳。相同剂量下，0.7% 甲维盐 NR 与 5% 甲维盐 ME 在施药 3 ~ 14 d 后对葱蓟马的防效均无显著性差异，2% 呋虫胺 NR 与 20% 呋虫胺 SG 在药后 3 ~ 14 d 对葱蓟马的防效也均无显著性差异，防效相当。但相同剂量下，10% 高效氯氟氰菊酯 NR 在药后 3 ~ 14 d 对葱蓟马防效高于 5% 高效氯氟氰菊酯 ME，说明 10% 高效氯氟氰菊酯 NR 对葱蓟马的防效更佳。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　甲维盐和高效氯氟氰菊酯对葱蓟马的田间防效

Table 1　Field control efficacy of emamectin benzoate and Lambda-cyhalothrin against *Thrips tabaci*

供试药剂 Insecticide	有效成分含量/g·(hm²)⁻¹ Dosage	虫口基数(头/15 株) Initial number of thrips	药后 3 d 3 days after application			药后 7 d 7 days after application			药后 14 d 14 days after application		
			活虫数(头/15 株) Number of living thrips	虫口减退率(%) Reduction rate	校正防效(%) Corrected control efficacy	活虫数(头/15 株) Number of living thrips	虫口减退率(%) Reduction rate	校正防效(%) Corrected control efficacy	活虫数(头/15 株) Number of living thrips	虫口减退率(%) Reduction rate	校正防效(%) Corrected control efficacy
0.7% 甲维盐 NR Emamectin benzoate	4.515	145	5	96.35	96.89 ab	8	95.04	96.16 a	7	95.02	91.07 ab
	7.560	150	2	98.38	98.59 a	2	98.45	98.89 a	5	96.53	93.67 ab
	10.605	189	3	98.32	98.78 a	1	99.61	99.75 a	3	98.50	97.09 a
5% 甲维盐 ME Emamectin benzoate	7.5	147	5	96.77	97.37 ab	3	98.23	98.86 a	6	96.38	93.89 ab
	15.0	182	4	97.87	98.34 ab	1	99.57	99.71 a	4	97.77	96.09 ab
10% 高效氯氟氰菊酯 NR Lambda-cyhalothrin	6.0	203	11	94.38	95.73 b	14	93.12	95.35 a	17	91.43	85.73 ab
	7.5	212	7	96.63	97.37 ab	8	95.99	97.24 a	11	94.89	90.62 ab
5% 高效氯氟氰菊酯 ME Lambda-cyhalothrin	9.0	218	19	91.19	92.69 c	59	71.78	78.93 b	45	77.85	56.36 c
	10.5	178	4	97.51	97.98 ab	14	92.57	94.74 a	22	87.01	78.44 b
对照 Control	–	204	254	-27.35	–	295	-44.82	–	116	43.17	–

注：表中数据为 4 次重复的平均值。同列不同小写字母表示其平均值差异达到显著水平($P<0.05$)。下表同。Note: Datum in the table showed average of repetitions for four times. Mean values followed by the different small letter in the same column were significantly different at $P<0.05$. The same below.

表 2　呋虫胺对葱蓟马的田间防效

Table 2　Field control efficacy of dinotefuran against *Thrips tabaci*

供试药剂 Insecticide	有效成分含量/g·(hm²)⁻¹ Dosage	虫口基数(头/15 株) Initial number of thrips	药后 3 d 3 days after application			药后 7 d 7 days after application			药后 14 d 14 days after application		
			活虫数(头/15 株) Number of living thrips	虫口减退率(%) Reduction rate	校正防效(%) Corrected control efficacy	活虫数(头/15 株) Number of living thrips	虫口减退率(%) Reduction rate	校正防效(%) Corrected control efficacy	活虫数(头/15 株) Number of living thrips	虫口减退率(%) Reduction rate	校正防效(%) Corrected control efficacy
2% 呋虫胺 NR Dinotefuran	37.5	350	12	96.44	97.05 a	106	69.37	78.05 c	53	84.42	85.09 b
	45.0	458	7	98.61	98.84 a	70	84.91	89.22 ab	46	90.10	90.10 ab
	112.5	419	2	99.53	99.57 a	34	92.00	94.28 a	30	92.32	91.60 ab
20% 呋虫胺 SG Dinotefuran	60	433	2	99.63	99.66 a	33	92.21	94.20 a	37	91.02	90.38 ab
	75	444	9	97.94	98.11 a	25	94.39	96.02 a	21	95.13	95.02 a
对照 Control	–	256	299	-16.14	–	353	-38.01	–	261	-2.01	–

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 结论与讨论

田间药效试验表明，施药 3 d 和 14 d 后，甲维盐和呋虫胺均有较好的速效性和持效性，防治效果均达 85% 以上；施药 3 d 后，高效氯氟氰菊酯的防效在 90% 以上，但药后 14 d，其持效性较弱。除此之外，同样剂量或较低剂量下的同种药剂，纳米缓释剂农药与传统剂型农药的效果相当或更佳。3 种杀虫剂均适用于田间葱蓟马暴发时快速防控的需要，甲维盐和呋虫胺更适用于长期防控葱蓟马。

甲维盐是一种新型高效半合成抗生素杀虫剂，具有超高效、低毒以及安全等生物农药的特点，兼具触杀和胃毒作用。该药剂通过增强神经递质如谷氨酸和 γ－氨基丁酸（GABA）的作用，从而使大量的氯离子进入神经细胞扰乱细胞的功能，最终害虫麻痹死亡。本试验结果表明，甲维盐在施药 3 ~ 14 d 的防效均达 90% 以上，具有较好的速效性和持效性。王健立和郑长英（2010）室内毒力测定表明，甲维盐对葱蓟马成虫的室内毒力较高。本试验前期研究发现，田间施药 3 ~ 14 d 后，甲维盐对葱蓟马的防效均在 80% 以上。Galina 等（2012）在以色列发现，葱蓟马对甲维盐产生了极高的抗性，可能是甲维盐在以色列的滥用以及葱蓟马种群个体间的差异。呋虫胺作为一种新型的烟碱类杀虫剂，与现有的烟碱类杀虫剂相比，杀虫谱更广，内吸性更强以及杀虫活性更高。该药剂主要作用昆虫的神经系统，引起昆虫麻痹死亡（张亦冰，2003）。本试验结果表明，药后 7 ~ 14 d，呋虫胺对葱蓟马的防治效果在 80% 以上。目前，呋虫胺在防治葱蓟马方面报道较少，陈光等（2018）试验结果表明，药后 7 d，呋虫胺对葱蓟马的防效在 80% 以上，与本试验结果一致。因此甲维盐和呋虫胺可作为防治田间葱蓟马的首选药剂。高效氯氟氰菊酯是一种高效、广谱性的杀虫剂。本试验结果表明，高效氯氟氰菊酯对葱蓟马具有很好的速效性，防治效果在 90% 以上。

纳米农药缓释剂作为一种新型的农药剂型，与传统农药相比，一方面可以提高难溶性农药分子的兑水分散性和稳定性，增强在靶标表面的粘附性和渗透性，减少有机溶剂和表面活性剂的使用，提高叶面沉积量和滞留量；另一方面可以利用纳米载体负载农药分子，提高环境敏感型农药分子的稳定性，减少了环境中光、空气、水和微生物对农药的分解，降低了农药的挥发和流失的可能，从而增强农药的持效期，使其用药量减少，进而延缓抗性，降低对环境的负荷。也可以使高毒农药低毒化，降低原药的急性毒性，减少对农作物的药害和环境的污染（Atta *et al.*，2015；Xiang *et al.*，2017）。目前，因其渗透性、结晶性以及热稳定性较强等特点，被广泛应用于农药方面的研究。本试验结果表明，药后 3 ~ 14 d，0.7% 甲维盐 NR、5% 甲维盐 ME 和 2% 呋虫胺 NR、20% 呋虫胺 SG 在相同剂量下对葱蓟马的防治效果均无显著性差异。药后 14 d，10% 高效氯氟氰菊酯 NR 相较于 5% 高效氯氟氰菊酯 ME 在相同剂量下对葱蓟马的防治效果更佳，这可能是纳米农药缓释剂的缓慢释放能力，保证了其在 14 d 依然具有良好的防效。

参考文献（References）

Atta S，Bera M，Chattopadhyay T，*et al.* Nano－pesticide formulation based on fluorescent organic photoresponsive nanoparticles：For controlled release of 2，4－d and real time monitoring of morphological changes induced by 2，4－d in plant systems [J]. *RSC Advances*，2015，5（106）：86990－86996.

Bordes P，Pollet E，Averous L. Nano－biocomposites：Biodegradable polyester/nanoclay systems [J]. *Progress in Polymer Science*，2009，34（2）：125－155.

Chen G，Guo WY，Lü MC. Field efficacy of six insecticides on the trial of controlling onion thrips（*Thrips tabaci*）[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*，2018，728（18）：109－114.［陈光，郭文英，吕明超. 6 种杀虫剂防治葱蓟马田间药效试验 [J]. 现代农业科技，2018，728（18）：109－114］

Chen GQ，Zhang KL，Zhao YC，*et al.* Seasonal dynamics of species and number of thrips in wetland of Zhangye [J]. *Journal of Qinghai University*，2018，36（1）：40－46.［陈广泉，张克亮，赵芸晨，等. 张掖地区湿地蓟马种类组成及数量季节动态 [J]. 青海大学学报，2018，36（1）：40－46］

Cranshaw WS，Schweissing F. Control of organophosphate resistant onion thrips [J]. *Insecticide and Acaricide Tests*，1989，14（1）：128.

Gawande SJ，Anandhan S，Khandagale K，*et al.* Microbiome profiling of the onion thrips，*Thrips tabaci* Lindeman（Thysanoptera：Thripidae）[J]. *PLoS ONE*，2019，14（9）：e0223281.

Gent DH，Schwartz HF，Khosla R. Distribution and incidence of *iris yellow spot virus* in Colorado and its relation to onion plant population and yield [J]. *Plant Disease*，2007，88（5）：

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

446 – 452.

Jenser G, Szénási Á. Review of the biology and vector capability of *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) [J]. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 2004, 39 (1): 137 – 155.

John DM, Marc F, Nault BA, *et al*. Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae): A global pest of increasing concern in onion [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2011, 104 (1): 1 – 13.

Lebedev G, Abo – Moch F, Gafni G, *et al*. High – level of resistance to spinosad, emamectin benzoate and carbosulfan in populations of *Thrips tabaci* collected in Israel [J]. *Pest Management Science*, 2013, 69 (2): 274 – 277.

Muvea AM, MeyhÖfer R, Subramanian S, *et al*. Colonization of onions by endophytic fungi and their impacts on the biology of *Thrips tabaci* [J]. *PLoS ONE*, 2014, 9 (9): e108242.

Nault BA, Shelton AM. Impact of insecticide efficacy on developing action thresholds for pest management: A case study of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) on onion [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2010, 103 (4): 1315 – 1326.

Rueda A, Badenes – perez FR, Shelton AM. Development economic thresholds for onion thrips in Honduras [J]. *Crop Protection*, 2007, 26 (8): 1099 – 1107.

Sakurai T, Inoue T, Tsuda S. Distinct efficiencies of impatiens necrotic spot virus transmission by five thrips vector species (Thysanoptera: Thripidae) of tospoviruses in Japan [J]. *Applied Entomology and Zoology*, 2004, 39 (1): 71 – 78.

Sdoodee R, Teakle DS. Transmission of tobacco streak virus by *Thrips tabaci*: A new method of plant virus transmission [J]. *Plant Pathology*, 1987, 36 (3): 377 – 380.

Shelton AM, Nault BA, Plate J, *et al*. Regional and temporal variation in susceptibility to λ – cyhalothrin in onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), in onion fields in New York [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2003, 96 (6): 1843 – 1848.

Trdan S, Milevoj L, Leqlina I, *et al*. Feeding damage by onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on early white cabbage grown under insecticide – free conditions [J]. *African Entomology*, 2005a, 13 (1): 85 – 95.

Trdan S, Valib N, Leqlina I, *et al*. Light blue sticky boards for mass trapping of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), in onion crops: Fact or fantasy? [J]. *Journal of Plant Diseases and Protection – New Series*, 2005b, 112 (2): 173 – 180.

Ullman DE, Meideros R, Campbell LR, *et al*. Thrips as vectors of tospoviruses [J]. *Advances in Botanical Research*, 2002, 36: 113 – 140.

Wang JL, Zheng CY. Toxicity measurement of several insecticides to *Thrips tabaci* Lindeman in lab [J]. *Journal of Qingdao Agricultural University* (Natural Science), 2010, 27 (4): 300 – 302. [王健立，郑长英. 8 种杀虫剂对烟蓟马的室内毒力测定 [J]. 青岛农业大学学报（自然科学版），2010，27（4）：300 – 302]

Xiang YB, Zhang GL, Chi Y, *et al*. Fabrication of a controllable nanopesticide system with magnetic collectability [J]. *Chemical Engineering Journal*, 2017, 328: 320 – 330.

Xie YH, Li ZY, Zhang HR. Research advances on the onion thrips (*Thrips tabaci*) [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2011, 39 (5): 2683 – 2685, 2785. [谢永辉，李正跃，张宏瑞. 烟蓟马研究进展 [J]. 安徽农业科学，2011，39（5）：2683 – 2685，2785]

Zhang J, Huang CY, Ma YZ. The occurrence and prevention measures of onion thrips (*Thrips tabaci*) [J]. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 1999, 8: 29 – 30. [张俊，黄春燕，马玉中. 葱蓟马的发生及防治措施 [J]. 农业科技通讯，1999，8：29 – 30]

Zhang YB. A new systemic insecticide dinotefuran [J]. *World Pesticides*, 2003, 25 (5): 46 – 47. [张亦冰. 新内吸杀虫剂 – 呋虫胺 [J]. 世界农药，2003，25（5）：46 – 47]

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net