苹果园二斑叶螨高效防治药剂筛选*

李 强** 门兴元 徐清芳 于 毅 张安盛 孙廷林 李丽莉***

（山东省农业科学院植物保护研究所，山东省植物病毒学重点实验室，济南 250100）

摘 要 **【目的】** 为解决当前苹果园二斑叶螨 *Tetranychus urticae* 抗药性高、防治效果差、用药量大的问题，评价当前登记药剂及果园正在使用的药剂对二斑叶螨的防治效果。**【方法】** 采用室内生测的方法比较了 10 种登记药剂，9 种果园正在使用的药剂对二斑叶螨的毒力效果。**【结果】** 选用的登记药剂中，80%的药剂对二斑叶螨效果差，甚至失去控制作用，防治效果低于 66.67%，仅双甲脒、阿维菌素 48 h 防效在 92.68%以上；果园常用药剂螺螨酯、虫酰肼、噻虫啉对二斑叶螨均表现出很好的防治效果，48 h 防效达到 84.09%-100%。**【结论】** 目前 80%以上的登记单剂药剂对二斑叶螨失去了防控效果，这是果园二斑叶螨防效差的主要原因，常用药剂螺螨酯、虫酰肼、噻虫啉等对二斑叶螨防效好。建议增加高效药剂登记或更换防治药剂，保证对二斑叶螨的防效，降低果园用药量，提高果园用药系统的精准性。二斑叶螨防治不能仅依赖化学药剂，要充分发挥果园生态系统的自然控害功能，延缓抗药性发展。

关键词 二斑叶螨；防治药剂；防治策略

Selection of control chemicals for *Tetranychus urticae* Koch

LI Qiang** MEN Xing-Yuan XU Qing-Fang YU Yi
ZHANG An-Sheng SUN Ting-Lin LI Li-Li***

(Key Laboratory for Plant Virology of Shandong, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China)

Abstract **[Objectives]** In order to solve the problems of high resistance, undeal effect and large dosage in the control of *Tetranychus urticae* in orchards, the control effects of registered pesticides and pesticides in use in orchards on *Tetranychus urticae* were evaluated. **[Methods]** The toxicity of 10 registered pesticides and 9 pesticides in use in orchards on *T. urticae* were bioassayed in lab. **[Results]** Eighty percentage of the registered pesticide got bad effect, which was less than 66.67%. Only Amitraz and Avermectin had more than 92.68% control effect in 48 hours. Spirodiclofen, tebufenozide and thiacloprid, which are used currently in orchards, all showed good control effect, which could reach 84.09%-100% within 48 hours. **[Conclusion]** At present, more than 80% of the registered single pesticides have lost their control effect on *T. urticae*, which is the main reason for the bad control effect in orchards. Spirodiclofen, tebufenozide and thiacloprid, have good control effect on *T. urticae*. our result suggests to add the registration of highly effective pesticides or change the pesticides, which can ensure the control effect, reduce the dosage of pesticides and increase the accuracy of medication system in orchards. Controlling *T. urticae* should not only rely on chemical pesticides, but also give full play to the natural control function of the orchard ecosystem, to decrease the insecticide-resistance.

Key words *Tetranychus urticae*; control pesticides; control strategy

二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 一种重要的世界性害虫，属蜱螨目（Acarina），叶螨科（Tetranychidae），是叶螨科中食性最广的物种，其寄主植物包含了果树、蔬菜、油料、花卉等（刘

*资助项目 Supported projects：苹果化肥农药减施增效技术集成研究与示范（2016YFD0201100）；山东省现代产业技术水果体系创新团队（SDAIT-06-10）；山东省重大应用技术创新项目（2017CXGC0214）；山东省农科院创新工程（CXGC2016A11）

**第一作者 First author，E-mail：1247969109@qq.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：zbsli3@163.com

收稿日期 Received：2019-09-20；接受日期 Accepted：2019-10-28

庆娟等，2011），目前已超过 140 科 1 100 余种（Grbic *et al.*，2011；Castilho *et al.*，2015；Bi *et al.*，2016）。据高越等（2019）研究结果显示，在我国北方苹果园发生的 3 种叶螨中，二斑叶螨发生量占 22.67%，但因为其种群增长和转移危害速度最快，现已逐渐成为果树上的重要害螨之一（仇贵生等，2012；洪晓月等，2013）。其危害聚集度高，不仅抑制光合作用，严重时更会造成叶片焦枯脱落、整株死亡，对果树的产量和质量均造成很大影响（胡尊瑞等，2017）。张金勇和陈汉杰（2013）的调查结果显示：害螨是每个苹果园最普遍的防治对象，杀螨剂的使用少则 2 遍，多则 3-4 遍。长期以来因缺乏对二斑叶螨防治的正确指导，生产中存在着不定期喷施保险药，随意增加药液浓度、喷洒量和喷撒次数等现象。因此，农药的大量、不合理的使用，造成了二斑叶螨对有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类等多种杀虫、杀螨剂的抗性，并且产生了严重的抗性和交互抗性（赵卫东等，2001，2003；王开运等，2002；Van *et al.*，2009；刘庆娟等，2012）。

选择高效药剂是害虫精准防治的基础，生产中急需评价筛选对二斑叶螨高效药剂，并根据药剂的特点提出合理的使用方案。苹果园生态系统中害虫种类多，常混合发生，许多常用杀虫剂在防治靶标害虫同时兼治了非靶标的二斑叶螨。为此，笔者查阅了中国农药信息网的登记信息、调查了苹果园二斑叶螨发生期常用杀虫剂的种类。截至 2019 年 6 月，共检索到登记并使用在果树二斑叶螨的药剂有 41 个，其中单剂 19 个，复配剂 22 个；单剂产品包括阿维菌素和腈吡螨酯，阿维菌素的产品占 94.74%，腈吡螨酯占 5.26%；复配产品中，阿维 · 哒螨灵最多，占 54.55%；阿维 ·三唑锡占 15.79% ;唑螨 ·三唑锡和阿维 ·矿物油各占 10.53%，阿维 · 高氯、噻酮 · 炔螨特、唑酯 · 炔螨特和四螨 · 联苯肼均只有 1 种。登记在果园叶螨的药剂有 67 个，其中单剂 37 个，阿维菌素的产品最多，占 26.87%，其次是哒螨灵，占 14.93%；复配药剂中，阿维 · 哒螨灵数量最多，占 40%。本研究根据药剂的类型和在生产中选用使用的比例，选择 10 种登记在叶螨的药剂和 9 种果园正在使用的药剂。在室内，对二斑叶螨的毒力效果进行评价，以期减少果园农药使用量，保障苹果产业健康稳定发展，并为防治二斑叶螨的精准选药策略提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

供试叶螨：采自田间的二斑叶螨，在养虫室内用菜豆苗饲养繁殖并建立稳定的实验室种群，用于试验，养虫室条件：(25±1) ℃，L：D=16：8，RH=60%±10%。

供试药剂：中国农药信息网上登记的 10 种防治叶螨的药剂和果园常用 9 种药剂，具体药剂见表 1。

1.2　试验方法

按照药剂推荐的制剂用药量，用蒸馏水将药剂稀释成推荐用量的高低两个浓度，具体稀释倍数见表 2。在室内，除螺螨酯外，本研究测定了药剂对二斑叶螨成螨的防治效果；而螺螨酯推荐用于防治卵和若螨，因此测定了螺螨酯对二斑叶螨卵和若螨的防治效果。

1.2.1　螺螨酯对二斑叶螨卵和若螨的室内防效测定

1.2.1.1　螨卵的室内防效测定参照 FAO 推荐的叶片残毒法（FAO，1980）。从未喷洒过药剂的菜豆苗上采集叶片，将叶片剪成 2 cm×2 cm 小方块，叶面朝下置于海绵水隔离台上，每个隔离台放一张叶片。挑选 10 头雌成螨放在叶上，置于（25±1）℃，L：D=16：8，RH=60%±10% 的光照培养箱中，24 h 后移除成螨，检查并记录卵的数量。用上述质量浓度的药液浸渍处理带卵叶片 10 s，取出后置于吸水纸上，晾干后再放回水隔离台上。每个药剂浓度处理重复 3 次。以清水处理作对照，将带卵的叶片置于 (25±1) ℃，L：D=16：8，RH=60%±10%的光照培养箱中，待卵孵化并发育至若螨时，在显微镜下检查若螨

表 1 供试药剂、有效成分含量和生产厂家

Table 1 Pesticides, active component and manufacturer

供试药剂 Pesticides	有效成分含量 Active component	生产厂家 Manufacturer
双甲脒乳油 Amitraz EC	200 g/L	爱利思达生命科学株式会社
阿维菌素乳油 Avermectin EC	1.8%	浙江海正化工股份有限公司
炔螨特乳油 Propargite EC	73%	麦德梅农业解决方案有限公司
联苯菊酯乳油 Bifenthrin EC	100 g/L	江苏扬农化工股份有限公司
哒螨灵悬浮剂 Pyridaben SC	30%	青岛星牌作物科学有限公司
哒螨灵乳油 Pyridaben EC	15%	江苏克胜集团股份有限公司
三唑锡悬浮剂 Azocyclotin SC	20%	台州市大鹏药业有限公司
哒螨灵可湿性粉剂 Pyridaben WP	10%	江苏克胜集团股份有限公司
哒螨灵悬浮剂 Pyridaben SC	40%	江苏剑牌农化股份有限公司
四螨嗪悬浮剂 Clofentezine SC	500 g/L	陕西康禾立丰生物科技药业有限公司
螺螨酯悬浮剂 Spirodiclofen SC	29%	浙江威尔达化工有限公司
虫酰肼悬浮剂 Tebufenozide CS	20%	济南天邦化工有限公司
噻虫啉微囊悬浮剂 Thiacloprid SC	2%	山东国润生物农药有限责任公司
氟啶虫胺腈悬浮剂 Sulfoxaflor SC	22%	美国陶氏益农公司
甲氧虫酰肼悬浮剂 Methoxyfenozide SC	240 g/L	美国陶氏益农公司
螺虫乙酯悬浮剂 Spirotetramat SC	22.4%	拜耳股份公司
溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂 Cyantraniliprole OD	10%	美国杜邦公司
氯虫苯甲酰胺悬浮剂 Chlorantraniliprole SC	200 g/L	美国杜邦公司
氯虫苯甲酰胺水分散粒剂 Chlorantraniliprole WG	35%	美国杜邦公司

的死亡数量。

1.2.1.2 若螨的室内防效测定按照方法 获取二斑叶螨同一天产下的卵，待卵孵化发育至 2 日龄若螨时，用上述质量浓度的药剂处理，每个药剂浓度处理重复 3 次，以清水处理作对照，置于（25±1） ℃，L：D=16：8，RH=60%±10%的光照培养箱中，48 h 后检查并记录若螨的死亡情况。

1.2.2 药剂对二斑叶螨雌成虫的室内防效测定

试验前，将双面胶带剪成 2 cm 长并贴在载玻片的一端，揭去胶带上的纸片，用于粘贴雌成螨。用零号毛笔挑选大小一致、体色鲜艳、行动灵活的雌成螨 15 头，将其背部粘在双面胶带上，每片粘 3 行，每行粘 5 头。试验采用玻片浸渍法（农业标准编辑部，2008），将带螨玻片的一端浸入上述质量浓度的药液中，轻轻摇动 10 s 后取出，迅速用吸水纸吸干螨体及其周围多余的药液。置于水隔离饲养台上，置于（25±1）℃，L：D=16：8，RH=60%±10%的光照培养箱中培养。48 h 后，于体视镜下观察成螨的存活情况。用毛笔轻触螨体，以螨足不动视为死亡。每种药剂浓度重复 3 次，以浸渍清水作为对照。

1.3 防效计算方法

$$\text{防效（\%）}=\left\{1-\frac{T_a}{T_b}\times\frac{C_a}{C_b}\right\}\times 100$$ （徐汉虹，2007）

式中：T_a 为处理组存活的个体数量；T_b 为处理组的总个体数量；C_a 为对照组存活的个体数量；C_b 为对照组的总个体数量。

1.4 数据分析

以 Excel 2007 进行数据汇总处理，DPSv7.05

软件中完全随机统计单因素 ANOVA 进行方差分析，防治效果显著性采用 LSD 法进行统计分析。

2　结果与分析

2.1　登记药剂对二斑叶螨的室内防效

登记药剂对二斑叶螨的室内防效见表 2。从表 2 中可以看出，200 g/L 双甲脒乳油和 1.8%阿维菌素乳油对二斑叶螨具有较好的防效。200 g/L 双甲脒乳油稀释 1 000 倍、1 500 倍和 1.8%阿维菌素乳油稀释 3 000 倍 48 h 后防治效果能达到 100%，1.8%阿维菌素乳油 4 000 倍药后 48 h 防治效果能达到 92.68%；73%炔螨特乳油高浓度、100 g/L 联苯菊酯乳油 2 个浓度和 30%哒螨灵悬浮剂高浓度对二斑叶螨的防效达到 60% ;其他各处理防效均较差，在 40%以下，且与其他药剂差异显著（F=27.899，P<0.01）。以上结果表明，1.8%阿维菌素乳油和 200 g/L 双甲脒乳油对防治二斑叶螨具有理想的防治效果。

2.2　果园常用药剂对二斑叶螨的室内防效

果园常用药剂对二斑叶螨的室内防效见表 3。从表 3 中可以看出，29%螺螨酯悬浮剂、20%虫酰肼悬浮剂和 2%噻虫啉微囊悬浮剂对二斑叶螨的防治效果较好；29%螺螨酯悬浮剂推荐浓度处理下对二斑叶螨的卵和若螨的防效均达到 91.08%以上 ;虫酰肼和噻虫啉对二斑叶螨成虫室内防效达到 84.09%以上；22%氟啶虫胺腈悬浮剂、240 g/L 甲氧虫酰肼悬浮剂、35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂、22.4%螺虫乙酯悬浮剂、10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂和 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂两种推荐浓度处理下的防效均较差，均不足 20%。结果表明，螺螨酯是对二斑叶螨的卵、若螨有理想的室内防治效果；2%噻虫啉微囊悬浮剂和 20%虫酰肼悬浮剂高、低推荐浓度对二斑叶螨均表现出很好的防治效果。

表 2　登记药剂对二斑叶螨的室内防效
Table 2　Indoor control effect of registered pesticides on *Tetranychus urticae*

供试药剂 Pesticides	稀释倍数（倍） Dilution multiple	防效（%） Control effect
200 g/L 双甲脒乳油 200 g/L Amitraz EC	1 000	100.00±0.00a
	1 500	100.00±0.00a
1.8%阿维菌素乳油 1.8% Avermectin EC	3 000	100.00±0.00a
	4 000	92.68±0.00a
73%炔螨特乳油 73% Propargite EC	1 000	66.67±8.20b
	2 000	28.57±7.14cde
100 g/L 联苯菊酯乳油 100 g/L Bifenthrin EC	2 000	65.91±7.88b
	3 000	63.64±10.38b
30%哒螨灵悬浮剂 30% Pyridaben SC	2 000	63.66±8.19b
	4 000	25.58±16.28cde
15%哒螨灵乳油 15% Pyridaben EC	3 000	39.54±10.14c
	3 350	15.84±4.05efg
20% 三唑锡悬浮剂 20% Azocyclotin SC	1 000	34.09±2.27cd
	2 000	20.45±4.55def
10%哒螨灵可湿性粉剂 10% Pyridaben WP	3 000	13.23±7.68efgh
	4 000	4.22±5.74fgh
40%哒螨灵悬浮剂 40% Pyridaben SC	5 000	4.22±5.74fgh
	7 000	−2.32±2.33h
500 g/L 四螨嗪悬浮剂 500 g/L Clofentezine SC	5 000	−2.44±7.32h
	6 000	0.00±2.44gh

表中数据为 3 次数据的平均值±标准误，同列数据按 DPSV7.05 软件完全随机统计单因素 ANOVA，事后多重比较 LSD 法进行统计分析，不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下表同。

The data in the table are the average value ± standard error of three times of data. The data in the same column are completely random statistical single factor ANOVA according to dpsv 7.05 software. After multiple comparison, LSD method is used for statistical analysis. Data with different small letters indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

3　讨论

目前，二斑叶螨的抗药性增强，且果园防治二斑叶螨存在用药量大、滥用药的现象普遍。从本研究结果来看，选用的叶螨登记单剂产品中 80%的药剂对二斑叶螨的防效较差，且达不到理想的防治效果，仅双甲脒乳油和阿维菌素乳油对二斑叶螨的防治效果较好。这可能是造成果园二斑叶螨防治困难的主要原因。双甲脒是广谱性中

表 3 果园常用药剂对二斑叶螨的室内防效

Table 3 Indoor control effect of pesticides in use in orchards on *Tetranychus urticae*

供试药剂 Pesticides	稀释倍数（倍） Dilution multiple	防效（%） Control effect
29%螺螨酯悬浮剂 29% Spirodiclofen SC	4 800	96.65±1.02a（若螨 Nymphs）
	5 800	91.16±1.92a（若螨 Nymphs）
29%螺螨酯悬浮剂 29% Spirodiclofen SC	4 800	91.08±2.25a（卵 Eggs）
	5 800	95.25±2.78a（卵 Eggs）
20%虫酰肼悬浮剂 20% Tebufenozide SC	1 000	93.18±3.94a
	2 000	97.73±2.27a
2%噻虫啉微囊悬浮剂 2% Thiacloprid CS	1 000	88.67±4.54a
	2 000	84.09±6.01a
22%氟啶虫胺腈悬浮剂 22% Sulfoxaflor SC	3 000	13.64±8.19b
	4 500	0.00±2.27b
240 g/L 甲氧虫酰肼悬浮剂 240 g/L Methoxyfenozide SC	3 000	13.64±6.01b
	5 000	2.28±2.27b
22.4%螺虫乙酯悬浮剂 22.4% Spirotetramat SC	4 000	4.88±7.32b
	5 000	7.32±2.44b
10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂 10% Cyantraniliprole OD	1 500	4.73±4.36b
	2 000	4.88±4.23b
200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 200 g/L Chlorantraniliprole SC	7 000	0.00±2.44b
	10 000	2.13±6.40b
35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂 35% Chlorantraniliprole WG	7 000	9.75±15.99b
	10 000	−0.15±2.52b

等毒性的杀螨剂，高、低推荐浓度对二斑叶螨 48 h 防效均达到 100%。杨丽梅等（2019）研究 200 g/L 双甲脒稀释 1 000 倍对二斑叶螨的防治效果结果显示，药后 7 d 对二斑叶螨仍可达到 96%，但在实际生产中很少应用双甲脒防治二斑叶螨。高越等（2019）对全国 25 个苹果试验站 9 年的杀螨剂应用的调查结果显示，双甲脒仅在 2010 年苹果园使用。作者调查发现，双甲脒药剂在生产中也不多见。基于本研究，在二斑叶螨发生较重、其他防治药剂失效的情况下，可以选用双甲脒。阿维菌素是一种广谱性神经毒剂，高、低推荐浓度对二斑叶螨均具有较好的防治效果，48 h 防效达到 92%以上，尽管王新会等（2019）和杨丽梅等（2019）试验结果显示阿维菌素对二斑叶螨防效差，甚至建议停用，但高越等（2019）对全国苹果园的调查结果显示，阿维菌素仍是苹果园防治二斑叶螨使用最多的药剂。作者认为，其对蚜虫具有较好的防治效果，对食心虫具有一定的兼治效果（高越等，2017）。建议根据当地二斑叶螨的抗性水平和其他害虫的发生情况，选用阿维菌素与其他药剂交替使用，兼治其他害虫。果园中防治二斑叶螨较好的药剂，包括螺螨酯、虫酰肼和噻虫啉。螺螨酯是一种新型杀螨剂，其作用机理是干扰螨类体内的脂肪合成，破坏螨虫的能量代谢活动，最终杀死害螨（李忠洲等，2013）。本研究结果显示螺螨酯对二斑叶螨卵和若螨 48 h 的防效可达到 91%以上。Marcic（2007）的研究表明虽然螺螨酯对成螨的效果一般，但会干扰雌成螨的生殖力，降低卵的孵化率，同时与现有杀螨剂之间无交互抗性，因此可在二斑叶螨

发生重的区域或园片使用；虫酰肼是非甾族新型昆虫生长调节剂，与传统药剂相比具有很高的选择性，对哺乳动物及非靶标生物十分安全，属环境友好型农药，且对鳞翅目害虫防效较好（崔全敏等，2008）。本研究发现虫酰肼对二斑叶螨成虫 48 h 的防效达到 93%以上，建议在二斑叶螨与其它鳞翅目害虫混合发生时使用虫酰肼可达到较理想的防治效果。噻虫啉是一种新型氯代烟碱类杀虫剂，与其它传统杀虫剂作用机理不同，其主要作用于昆虫神经接合后膜，干扰昆虫神经系统正常传导，速效且持效（谢心宏和王福久，2001）。近年来，噻虫啉对天牛表现出较好的防治效果（刘刚等，2019），对蜜蜂的毒性远低于噻虫嗪和吡虫啉，48 h 的 LD_{50} 仅为其他两种新烟碱类杀虫剂 1/1 000 以下（Blacquiere *et al.*，2012）。本研究结果发现，噻虫啉对二斑叶螨成虫的防效达到 84%以上，可以作为果园防治二斑叶螨的一种储备药剂。此外，本研究发现登记在果树叶螨上 80%左右的单剂产品对二斑叶螨失去控制作用，建议加强二斑叶螨高效药剂的登记或更替，提高对二斑叶螨的防效，降低果园的用药量。

二斑叶螨防治难的原因一是药剂低效，二是其抗性的增加，而化学农药的使用必将继续增加二斑叶螨的抗性风险，导致未来防治难度的增加。因此，二斑叶螨的防治要立足果树和果园健康，充分发挥苹果园生态系统的自然控害功能，变消灭为调节，构建稳定、多元化的果园生态系统，摆脱对化学农药的依赖。在防治上，一是要适当放宽防治指标，定期查看，不达防治指标不进行化学防治，考虑生态因素，制定生态防治指标；二是充分发挥自然天敌的控害功能，通过种植功能植物给自然天敌提供适宜的栖息环境及庇护所，尝试释放或助迁天敌防治二斑叶螨，比较成熟的天敌产品如塔六点蓟马 *Scolothrips takahashii* Priesner（张金勇和陈汉杰，2013）、巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* （Hughes）（徐学农等，2015）等。还可通过提供诱集食物引诱天敌自然入迁，如张金勇和陈汉杰（2013）通过引入林木上的微小螨类增加捕食螨数量来丰富苹果叶片微生态的食物网结构，保护叶片免遭害螨为害；三是充分利用农业和物理防治手段，例如根据二斑叶螨越冬后爬树的生物学特性，利用粘虫诱集带进行防治；四是精准选药，首先要选用对环境友好、天敌安全的药剂，已经产生抗性的药剂尽量不选用，不同类型的药剂要轮换使用，同时要严格按照推荐剂量使用，不随意加大喷药量和使用次数。同时还要根据药剂的特点及防治谱，以及果园二斑叶螨及其他害虫的发生现状合理选药，让药剂的作用发挥到最大。

综上所述，本研究测定的 10 种登记防治叶螨的药剂中，80%的种类对二斑叶螨防治效果差，而果园常用的螺螨酯、虫酰肼悬和噻虫啉对二斑叶螨表现出理想防治效果。因此，在生产中亟需登记更多的用于防治二斑叶螨的高效药剂，以提高果园精准防治水平，降低果园用化学杀虫剂药量。

参考文献 (References)

Bi JL, Niu ZM, Yu L, Toscano NC, 2016. Resistance status of the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* to selected acaricides on strawberries. *Insect Science*, 23(1): 88–93.

Blacquiere T, Smagghe G, Van Gestel CA, Mommaerts V, 2012. Neonicotinoids in bees: A review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology*, 21(5): 973–992.

Castilho RC, Duarte VS, Demoraes GJ, Westrum K, Trandem N, Rocha LC, Jr. ID, Klingen I, 2015. Two-spotted spider mite and its natural enemies on strawberry grown as protected and unprotected crops in Norway and Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 66(4): 509–528.

Cui QM, Wang KY, Wang QM, Zhang WC, Lin J, 2008. Bioactivity of two new tebufenozides against five Lepidoptera pests. *Acta Entomologica Sinica*, 51(5): 492–497. [崔全敏, 王开运, 汪清民, 张文成, 林琎, 2008. 两种虫酰肼类新化合物对五种鳞翅目害虫的生物活性. 昆虫学报, 51(5): 492–497.]

Editorial Department of Agricultural Standards, 2008. The Latest Agriculture Industry Standard of China, NY/T 1154. 12. Beijing: China Agriculture Press. [农业标准编辑部, 2008. 最新中国农业行业标准, NY/T 1154. 12. 北京: 中国农业出版社.]

FAO, 1980. Revised method for spider mites and their eggs. (e. g. *Tetraychus* spp. and *Panonychus ulmi* Koch). *FAO Plant Production and Protection*, 21: 49–54.

Gao Y, Wang YP, Wang YL, Cao KQ, Wang QY, 2019. Species of apple spider mites and application of miticides in main apple-producing areas of China. *China Plant Protection*, 39(2): 67–70. [高越, 王银平, 王亚黎, 曹克强, 王勤英, 2019. 我国苹果主产区苹果叶螨种类及杀螨剂应用现状. 中国植保导刊, 39(2): 67–70.]

Gao Y, Zhang PJ, Zhao JY, Shi GC, Liu ZF, Zhang H, Fan RJ, 2017. Effectiveness of five insecticides for controlling *Carposina niponensis* Walsingham (Lepidoptera: Carposinidae) and *Grapholitha molesta* Busck (Lepidoptera: Tortricidae). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 54(6): 1044–1051. [高越, 张鹏九, 赵劲宇, 史高川, 刘中芳, 张慧, 范仁俊, 2017. 五种杀虫剂对桃小食心虫和梨小食心虫的防治效果研究. 应用昆虫学报, 54(6): 1044–1051.]

Grbic M, Rouze P, Grbic V, Osborne EJ, Dermauw W, Ngoc PCT, Ortego F , Herna ndez-Crespo P, Diaz I, Martinez M, Navajas M, Sucena E, Magalhães S, Nagy L, Pace RM, Djuranovic S, Smagghe G, Iga M, Christiaens O, Veenstra JA, Ewer J, Villalobos RM, Hutter JL, Hudson SD, Velez M, Yi SV, Zeng J, Pires-daSA, Roch F, Cazaux M, Navarro M, Zhurov V, Acevedo G, Bjelica A, Fawcett JA, Martens C, Baele G, Wissler L, Sanchez-Rodriguez A, Tirry L, Blais C, Demeestere K, Henz SR, Gregory TR, Mathieu J, Verdon L, Farinelli L, Schmutz J, Lindquist E, Feyereisen R , Peer YV, 2011. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479(7374): 487–492.

Hong XY, Xue XF, Wang JJ, Dou W, Zhang YX, Chen HJ, Zhang JY, Qiu GS, Hu JH, Wang SL, Yu LC, Shen HM, Sun RH, Guo JJ, Wu WN, Guo MF, Zhang JP, Chen BX, Song ZW, Gui LY, 2013. Research and demonstration and extension of integrated control technology for important *Tetranychus acari* in crops. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(2): 321–328. [洪晓月, 薛晓峰, 王进军, 豆威, 张艳璇, 陈汉杰, 张金勇, 仇贵生, 胡军华, 王少丽, 于丽辰, 沈慧敏, 孙瑞红, 郭建军, 吴伟南, 郭明昉, 张建萍, 陈炳旭, 宋子伟, 桂连友, 2013. 作物重要叶螨综合防控技术研究与示范推广. 应用昆虫学报, 50(2): 321–328.]

Hu ZR, Wu XY, Chi QY, Zhao MT, Han ZQ, 2017. Control of *Tetranychus urticae* in pear orchards with six pesticides. *China Fruits*, (1): 58–60. [胡尊瑞, 吴晓云, 迟全元, 赵梅婷, 韩振芹, 2017. 6 种药剂防治梨园二斑叶螨药效试验. 中国果树, (1): 58–60.]

Li ZZ, Zhou YS, Piao JZ, Tian RH, Gao P, 2013. Determination of selection for resistance to spirodiclofen and its effect on detoxification enzymes in *Tetranychus urticae*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(2): 454–459. [李忠洲, 周玉书, 朴静子, 田如海, 高萍, 2013. 二斑叶螨对螺螨酯的抗性选育及其解毒酶活性测定. 应用昆虫学报, 50(2): 454–459.]

Liu G, Meng XM, Wu ZL, Xu ZH, Hu ZC, Li CY, 2019. Test on the control of *Monochamus alternatus* with thiacloprid insecticides. *Forest Pest and Disease*, 38(2): 37–39. [刘刚, 孟祥民, 吾中良, 徐志宏, 胡中成, 李春耀, 2019. 噻虫啉杀虫剂防治松褐天牛试验. 中国森林病虫, 38(2): 37–39.]

Liu QJ, Yu Y, Liu YJ, Ma H, Zhang AS, Zhang SC, Li LL, Men XY, 2011. Advances in occurrence and control of *Tetranychus urticae* Koch. *Shandong Agricultural Sciences*, (9): 99–101. [刘庆娟, 于毅, 刘永杰, 马惠, 张安盛, 张思聪, 李丽莉, 门兴元, 2011. 二斑叶螨的发生与防治研究进展. 山东农业科学, (9): 99–101.]

Liu QJ, Liu YJ, Yu Y, Zhou XH, Ma H, 2012. Resistance of *Tetranychus urticae* to seven acaricides and its mechanism. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(2): 376–381. [刘庆娟, 刘永杰, 于毅, 周仙红, 马惠, 2012. 二斑叶螨对七种杀螨剂的抗药性测定及其机理研究. 应用昆虫学报, 49(2): 376–381.]

Marcic D, 2007. Sublethal effects of spirodiclofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Experimental and Applied Acarology*, 42: 121–129.

Qiu GS, Zhang HJ, Yan WT, Yin WD, Chen HJ, Yue Q, 2012. Economic damage level of *Tetranychus urticae* Koch in apple orchards. *Journal of Plant Protection*, 39(3): 200–204. [仇贵生, 张怀江, 闫文涛, 殷万东, 陈汉杰, 岳强, 2012. 苹果园二斑叶螨的经济为害水平. 植物保护学报, 39(3): 200–204.]

Van PS, Van LT, Nauen R, Tirry L, 2009. Resistance mechanisms to mi-tochondrial electron transport inhibitors in a field-collected strain of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Bulletin of Entomological Research*, 99 (1): 23–31.

Wang KY, Zhao WD, Jiang XY, Wang JH, 2002. Toxicity comparison of ten acaricides to *Tetranychus urticae* resistant population at different developmental stages. *Agrochemicals*, 41(3): 29–31. [王开运, 赵卫东, 姜兴印, 王金花, 2002. 十种杀螨剂对二斑叶螨抗性种群不同发育阶段的毒力比较. 农药, 41(3): 29–31.]

Wang XH, Li ZP, Wu LQ, Wang LW, Wang CY, Xue M, Zhao HP, 2019. Toxicity and pot experiment of seven acaricides to two leaf mites on peanut. *Journal of Peanut Science*, 48(1): 15–20. [王新会, 李兆鹏, 武立强, 王路伟, 王彩云, 薛明, 赵海朋, 2019. 七种药剂对两种花生叶螨的室内毒力和盆栽药效测定, 花生学报, 48(1): 15–20.]

Xie XH, Wang FJ, 2001. Thiacloprid-A new insecticide application

on plant surface. *Agrochemicals*, 40(1): 41–42. [谢心宏, 王福久, 2001. 噻虫啉(Thiacloprid): 一种新的叶面施用杀虫剂. 农药, 40(1): 41–42.]

Xu HH, 2007. Phytochemical Protection (The fourth edition). Beijing: China Agriculture Press. 10–11. [徐汉虹, 2007. 植物化学保护学(第四版). 北京: 中国农业出版社. 10–11.]

Xu XN, Lv JL, Wang ED, 2015. Predatory mite research in mass reading and field applications. *Chinese Journal of Biological Control*, 31(15): 647–656. [徐学农, 吕佳乐, 王恩东, 2015. 捕食螨繁育与应用. 中国生物防治学报, 31(15): 647–656.]

Yang LM, Gong YJ, Hu B, 2019. Control efficacy of fifteen acaricides against the two-spotted spider mite. *Vegetables*, 4: 47–53. [杨丽梅, 宫亚军, 胡彬, 2019. 15 种药剂对二斑叶螨防治效果研究. 蔬菜, (4): 47–53.]

Zhang JY, Chen HJ, 2013. Analysis on the misunderstanding of the control strategy of apple pest mite in China and suggestions for improvement. *China Fruits*, (2): 73–74. [张金勇, 陈汉杰, 2013. 我国苹果害螨防治策略认识误区剖析及改进建议. 中国果树, (2): 73–74.]

Zhao WD, Wang KY, Jiang XY, Yi MQ, 2001. Determination of resistance of *Tetranychus urticae* to common acaricides. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 3(3): 86–88. [赵卫东, 王开运, 姜兴印, 仪美芹, 2001. 二斑叶螨对常用杀螨剂的抗药性测定. 农药学学报, 3(3): 86–88.]

Zhao WD, Wang KY, Jiang XY, Yi MQ, 2003. Resistance selection by abamectin, pyridaben and fenpropathrin and activity change of detoxicant enzymes in *Tetranychus urticae*. *Acta Entomologica Sinica*, 46(6): 788–792. [赵卫东, 王开运, 姜兴印, 仪美芹, 2003. 二斑叶螨对阿维菌素、哒螨灵和甲氰菊酯的抗性选育及其解毒酶活力变化. 昆虫学报, 46(6): 788–792.]

****

封面介绍

番茄潜麦蛾 *Tuta absoluta* (Povolny)危害状（叶片）

番茄潜麦蛾隶属于鳞翅目（Lepidoptera）麦蛾科（Gelechiidae），原产南美洲。该虫 2006 年入侵西班牙，随后迅速扩散到北非和欧洲许多国家。番茄潜叶蛾严重危害温室和露天的番茄，受害的番茄果实会丧失经济价值，经济损失可达 50%-100%，国际马铃薯中心认为番茄潜叶蛾是威胁全球番茄生产的最严重害虫之一。

番茄潜叶蛾也被报道危害土豆、茄子和菜豆。番茄潜叶蛾性诱剂诱捕器可以作为监测预报的有效手段，对成虫的诱杀效果也非常好，尤其在温室中可以减少害虫种群数量并减少杀虫剂的使用次数。番茄潜麦蛾的防治可以参照：1）在种植之前大量诱捕，2）清除土壤中的作物残茬，3）种植后 8-10 d 在灌溉水中使用吡虫啉，4）最后一批果实收获后立即清除作物残茬。

（张润志，中国科学院动物研究所）