应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2015, 52(6): 1459–1465. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2015.176

联苯肼酯对智利小植绥螨的安全性及二者对二斑叶螨的联合控制作用*

宫亚军** 金桂华 崔宝秀 王泽华 朱 亮 康总江 魏书军***

（北京市农林科学院植物保护环境保护研究所，北京 100097）

摘 要 **【目的】** 评价联苯肼酯对智利小植绥螨 *Phytoseiulus persimilis* 的安全性，以及该药剂与捕食性天敌智利小植绥螨联合使用的效果。**【方法】** 采用室内生物测定与田间试验的方法测定了联苯肼酯对智利小植绥螨成螨和若螨致死率与繁殖能力的影响，以及二者联合使用对茄子上二斑叶螨的控制效果。**【结果】** 结果表明 143 mg/L 联苯肼酯对智利小植绥螨成螨和若螨的存活和生殖能力均无显著影响，处理后 96 h 对若螨的最高致死率为 2.30%，成螨为 2.04%；处理组 8 d 的平均产卵量为 15.08 粒/雌，与对照平均产卵量 15.45 粒/雌无显著差异；处理组所产卵的平均孵化率为 98.63%，与对照组平均孵化率 98.13%无显著差异；联苯肼酯悬浮剂在 143 mg/L 浓度下对二斑叶螨的控制效果表现为速效性高于单独使用智利小植绥螨，但持效性低于智利小植绥螨，防效在第 22 天时开始下降。二者联合使用表现出较好的速效性与持效性，处理后第 2 天防效达 97.35%，第 18 天时达 100%。**【结论】** 联苯肼酯对智利小植绥螨具有极高的安全性，该药剂与智利小植绥螨联合使用对二斑叶螨具有良好的控制效果。

关键词 智利小植绥螨，联苯肼酯，二斑叶螨，生物防治，联合控制

Toxicity of the acaricide bifenazate to the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and the feasibility of using bifenazate in conjunction with *P. persimilis* to control the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

GONG Ya-Jun** JIN Gui-Hua CUI Bao-Xiu WANG Ze-Hua ZHU Liang KANG Zong-Jiang WEI Shu-Jun***

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

Abstract **[Objectives]** To assess the toxicity of the acaricide bifenazate on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), and evaluate the feasibility of using this acaricide in conjunction with *P. persimilis* to control the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **[Methods]** The effect of bifenazate on the fecundity and mortality of adults and nymphs of *P. persimilis*, and the efficacy of a combination of *P. persimilis* and bifenazate in controlling *T. urticae* were tested in the laboratory. **[Results]** At a concentration of 143 mg/L, bifenazate had no effect on the mortality and fecundity of *P. persimilis*. Adult and nymph mortality were 2.30% and 2.04% respectively after 96 h. The treatment group had an average fecundity of 15.08 eggs per female, which was not significantly different to that of the control group (15.45 eggs per female). The average hatchability of the treatment group was 98.63%, which was also not significantly different to that of the control group (98.13%). A combination of bifenazate and *P. persimilis* resulted in fast and persistent control of *T. urticae*, with a control efficacy of 97.35% after 2 d and 100% after 18 d. **[Conclusion]** Bifenazate does not affect *P.*

* 资助项目 Supported projects：国家重点基础研究发展计划（2013CB127600）；北京市农林科学院科技创新能力建设专项（KJCX20140403）；北京市农业科技项目（20140105）

**第一作者 First author，E-mail：gongyajun200303@163.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：shujun268@163.com

收稿日期 Received：2015-04-09，接受日期 Accepted：2015-05-30

persimilis but is effective against *T. urticae*. The combined use of bifenazate and *P. persimilis* is effective in controlling *T. urticae*.

Key words *Phytoseiulus persimilis*, bifenazate, *Tetranychus urticae*, biological control, combined control

二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 是蔬菜和果树等作物的重要害螨之一。由于该螨体形微小，世代周期短，繁殖率高，用药次数多，使得该螨对多种杀螨剂均产生不同程度抗药性（宫亚军 *et al.*，2014）。近年来在多种作物上暴发成灾，生产者使用各种药剂进行防控，但收效甚微，危害严重者造成作物提前拉秧，产量降低，甚至绝收（Grbic *et al.*，2011；Nyoike and Liburd，2013）。

生物防治是叶螨防控的重要技术手段（Gerson and Weintraub，2012；Argolo *et al.*，2013）。智利小植绥螨 *Phytoseiulus persimilis* 是一种对叶螨具有较强控制作用的捕食性天敌（Laing，1968；Bjornson，2008；Kazak，2008；Tello *et al.*，2009）。在国外，早在 20 世纪 60 年代该螨就已经被广泛应用，主要用于温室叶螨的防治（Laing，1968；Bjornson，2008；Kazak，2008；Tello *et al.*，2009）。20 世纪 70 年代引入我国后，在国内南北多个地区都有应用，主要用于防治蔬菜、花卉、草莓等园艺作物上的二斑叶螨、朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus*（Boisduval）等害螨（董慧芳和郭玉杰，1985）。然而，智利小植绥螨的人工繁殖需要用活体猎物进行饲养，导致大规模繁殖技术相对复杂，生产成本高（张帆等，2005），在田间应用时应提高防控效率以降低防控成本（Bustos *et al.*，2009；Stavrinides，2010）。另外，由于叶螨个体微小，前期危害特征不明显，种植者通常在叶螨密度较高且已经造成危害时才开始进行防控，如果使用生物防治技术，则需要大量释放捕食螨以达到良好的防控效果。

联苯肼酯（Bifenazate）是美国科聚亚公司 2009 年在我国登记的联苯肼类（Carbazate）杀螨剂，是一种新型选择性叶面喷雾药剂。目前，该药剂在我国对二斑叶螨具有非常好的防效，而阿维菌素、哒螨灵、炔螨特和噻螨酮的推荐剂量已不能很好的控制该螨危害（宫亚军等，2013）。根据 Van Leeuwen 等（2008）的研究，联苯肼酯作用于二斑叶螨 CYTB 基因，位点 G126S、I126T、S141F 和 P262T 的突变会引起二斑叶螨对联苯肼酯的抗药性增强，因此具有较高的抗药性风险（Van Leeuwen *et al.*，2010）。联苯肼酯是一种对捕食螨安全的化学药剂。为了协调智利小植绥螨与联苯肼酯在叶螨防控中的局限性，发挥化学防治速效性与生物防治持久性的特点，我们研究了联苯肼酯对捕食性天敌智利小植绥螨的安全性，进而对联苯肼酯与智利小植绥螨联合控制二斑叶螨的效果进行了评价，以期为二斑叶螨的防控提供新的途径。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫与药剂

供试二斑叶螨于 2013 年 11 月采集于北京市昌平区小汤山温室中的草莓苗上，采回后转移到洁净茄子苗（品种：布利塔）上后作为试虫在温室内繁殖饲养。智利小植绥螨为北京市农林科学院植物保护环境保护研究所室内饲养种群，以朱砂叶螨为寄主猎物在养虫室内繁殖供试。供试药剂为美国科聚亚公司生产的 43%的联苯肼酯（Bifenazate）悬浮剂。

1.2 联苯肼酯对智利小植绥螨的安全性测定方法

进行成螨试验时，首先挑取发育一致的智利小植绥螨的卵，卵孵化后用二斑叶螨在 1.5 mL 离心管内进行单头饲养，大约经历 8 d 时间，直至发育至成螨以供测试。将智利小植绥螨成螨按雌雄比为 4∶1 的比例挑入一次性培养皿（d = 55 mm）中。皿内首先倒入 3%琼脂液，琼脂层的厚度约 3 mm。将草莓叶片打成直径 5 cm 的圆片，待琼脂冷却后将叶片正面贴于培养皿中，叶片周围用 3%琼脂液密封于培养皿边缘，防止智利小植绥螨钻入叶片底部。将一次性培养皿放入盛有清水的玻璃培养皿（d= 100 mm）中，以防止智利小

植绥螨逃逸。每个培养皿中放入 10 头智利小植绥螨成虫，用 Pottre 喷雾塔进行喷雾，喷雾量为 4 mL/次。试验设联苯肼酯 143 mg/L 和清水两种处理，每种处理设 10 个重复。半小时后每个培养皿内挑入 100 头健康的二斑叶螨，然后将培养皿放入温度 25℃，相对湿度 75%，光照为 16∶8（L∶D）的培养箱内，每 48 h 更换一次二斑叶螨，并分别于 24、48、72 和 96 h 在显微镜下观察智利小植绥螨的死亡情况。用毛笔触动后不能爬行的视为死亡。雌螨的繁殖力是在处理后 24 h 开始记录每个培养皿内卵的数量，连续调查 8 d，统计产卵量，同时将卵转移到干净的茄子叶片上，观察卵的孵化状况。

若螨试验采用二龄若螨，试验方法和药剂处理浓度与成螨相同，并于处理后 24、48、72 和 96 h 调查智利小植绥螨的死亡情况。

1.3　联苯肼酯与智利小植绥螨联合使用对二斑叶螨的防治效果

将田间采集的二斑叶螨接种在室内种植的长有 4~5 片真叶的茄子苗上，二斑叶螨在苗上正常繁殖 2 周后，用放大镜逐叶统计每株苗上的成螨和若螨数量。试验共设置 3 种处理，处理 1 是用毛笔将室内饲养的智利小植绥螨成螨按照适宜的益害比为 1∶30（Opit *et al.*，2004）轻轻挑至长有二斑叶螨的茄子苗上；处理 2 按照与处理 1 相同比例进行投放，投放后立即用 43%联苯肼酯悬浮剂 143 mg/L 进行叶面喷雾处理（田间推荐浓度，即 3 000 倍）；处理 3 是不投放智利小植绥螨，仅用 43%联苯肼酯悬浮剂 143 mg/L 进行叶面喷雾处理，并设空白对照。每株为一个重复，每处理重复 10 次。将每株苗放在一个培养皿中，培养皿放置于塑料托盘中，盘中用水进行隔离，株距 10 cm。处理前基数调查，处理后每隔 1 d 调查一次，分别统计各株供试茄子苗上二斑叶螨和智利小植绥螨的数量，共调查 14 次。试验在密闭养虫室内进行，温度为 23~25℃，相对湿度为 60%~80%，光照 L∶D 为 16∶8。

1.4　数据分析方法

联苯肼酯对智利小植绥螨成螨和若螨致死率、对成螨的产卵量和卵孵化率的影响均采用 *t*-test 检验方法与对照进行比较，用 SPSS16.0 统计软件进行分析。

联合处理对二斑叶螨控制效果的影响采用 SSR 测验法进行差异显著性分析，数据在分析前采用平方根反正弦变换。

2　结果与分析

2.1　联苯肼酯对智利小植绥螨毒性测定结果

试验结果表明，施药后 24、48、72 和 96 h，联苯肼酯 143 mg/L 对若螨致死率分别为 1.15%、2.30%、2.30%和 2.30%，清水处理组若螨的死亡率分别为 0、1.27%、1.27%和 1.27%，处理与对照差异不显著（*t*-检验的 *P* 值分别为 0.387、0.688、0.688 和 0.688）；药后 24、48、72 和 96 h，联苯肼酯 143 mg/L 对成螨的致死率分别为 0、0、1.02%和 2.04%，清水处理组的致死率分别为 1.06%、1.06%、2.13%%和 2.13%，二者之间也无显著性差异（*t*-检验的 *P* 值分别为 0.331、0.331、0.828 和 0.331）（表 1）。可见，联苯肼酯对智

表 1　联苯肼酯对智利小植绥螨死亡率影响的差异显著性比较

Table 1　The effect and statistics of the bifenazate on the mortality of the *Phytoseiulus persimilis*

处理 Treatment	若螨死亡率 Mortality of nymph (%)				成螨死亡率 Mortality of adult (%)			
	24 h	48 h	72 h	96 h	24 h	48 h	72 h	96 h
联苯肼酯 Bifenazate	1.39±3.93 A	2.53±4.71 A	2.53±4.71 A	2.53±4.71 A	0.00±0.00 A	0.91±2.87 A	0.91±2.87 A	0.91±2.87 A
对照 CK	0.00±0.00 A	1.25±3.54 A	1.25±3.54 A	1.25±3.54 A	1.25±3.95 A	0.00±0.00 A	1.25±3.95 A	0.00±0.00 A

数据后标有相同大写字母表示在 1%水平上统计分析差异不显著。

Data followed by the same uppercase letters indicate no significant difference at the 0.01 level.

利小植绥螨毒性很低，具有较高的安全性。

2.2 联苯肼酯对智利小植绥螨繁殖力的影响

联苯肼酯处理后，智利小植绥螨雌螨 8 d 的平均产卵量为 15.08 粒/雌，与清水处理平均产卵量 15.45 粒/雌无显著性差异（$t = 0.501$, $df = 16$, $P = 0.6230$）；联苯肼酯处理后卵平均孵化率为 98.63%，与清水处理平均孵化率 98.13%无显著性差异（$t = -0.784$, $df = 14$, $P = 0.446$）（表 1）。

联苯肼酯处理后，智利小植绥螨雌成螨第 1 d 的平均产卵量为 0.77 粒/雌，与清水处理的平均产卵量 0.22 粒/雌差异显著（$P<0.05$），从第 2 天开始，二者之间无显著性差异，产卵量均不断提高，第 6 天时分别达 2.40 粒和 2.63 粒，随后产卵量开始下降（图 1）。可见，联苯肼酯对智利小植绥螨繁殖力无影响。

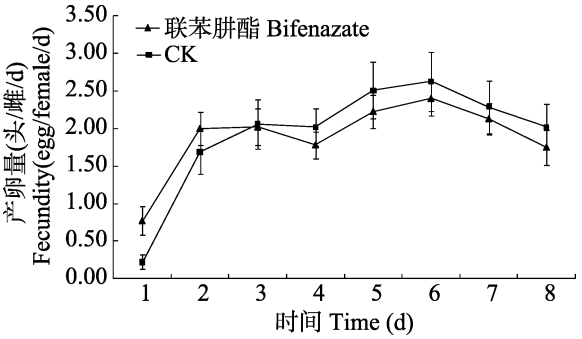

图 1 联苯肼酯不同时间对智利小植绥螨产卵量的影响

Fig. 1 Effect of bifenazate on fecundity of *Phytoseiulus persimilis* at different time scales

2.3 联苯肼酯与智利小植绥螨联合使用对二斑叶螨的防治效果

试验结果表明，单纯使用联苯肼酯、智利小植绥螨以及二者联合使用对二斑叶螨的控制效果存在很大差异，处理后第 2 天，43%联苯肼酯悬浮剂 143 mg/L 和联苯肼酯与智利小植绥螨联合处理的防效明显高于单纯释放植绥螨的防效，分别达到 94.33%和 97.35%，二者之间无显著性差异。联合处理的防效第 18 天时达 100%；而药剂处理区尽管防效不断提高，但随时间延续，螨口数量逐渐增长，防效在第 22 天时开始下降，第 26 天时为 96.28%，低于其他处理，0.05 水平上差异显著。尽管只释放智利小植绥螨对二斑叶螨的控制效果在第 2 天时明显低于药剂处理，为 29.79%，但随时间延长，防效不断提高，在第 22 天时达 100%，说明单纯使用智利小植绥螨控制二斑叶螨，初期防治效率低于 43%联苯肼酯，后期比单独使用药剂处理的防治效果更为彻底（表 2）。

试验结果同时表明，释放智利小植绥螨后未喷施药剂，在释放后第 2 天植绥螨处于负增长，随后数量开始增加，第 10 天时增长率达 282%，随后开始下降，第 20 天时负增长，第 26 天为-100%；而释放后喷施联苯肼酯，第 2、4、6 天处于负增长，第 10 天时增长率达 265%，随后开始下降，第 14 d 处理负增长，第 24 天为-100%（图 2）。可见，喷施药剂后第 6、8、12 和 14 天智利小植绥螨增长率明显低于未施药处理，但第 10 天时最高增殖率与未施药处理差异不大。

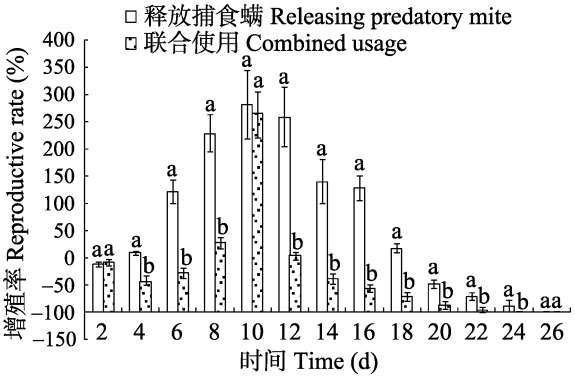

图 2 不同释放条件下智利小植绥螨增殖率

Fig. 2 The reproductive rate of the *Phytoseiulus persimilis* under different release condition

相邻两组数据柱上标有不同字母表示在 1%水平上统计差异显著。

Histograms with different letters between the two adjacent data indicate significant difference statistically under 1% level.

3 讨论

43%联苯肼酯悬浮剂对二斑叶螨具有很好的防效，是目前用于防治二斑叶螨最有效的杀螨剂之一（宫亚军 *et al.*，2013，2014），但由于该药剂以触杀为主，对未喷施到药液的二斑叶螨效果较差，特别是对一些如草莓等密植作物，喷

表 2　联苯肼酯与智利小植绥螨联用对二斑叶螨的防治效果

Table 2　The effect of the combined bifenazate and *Phytoseiulus persimilis* on the control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*

处理 Treatment	基数 Initial number	处理后 2 d After treatment 2 d		处理后 6 d After treatment 6 d		处理后 10 d After treatment 10 d		处理后 14 d After treatment 14 d		处理后 18 d After treatment 18 d		处理后 22 d After treatment 22 d		处理后 26 d After treatment 26 d	
		活螨数（头） Number of live mite	防效 Control effect (%)	活螨数（头） Number of live mite	防效 Control effect (%)	活螨数（头） Number of live mite	防效 Control effect (%)	活螨数（头） Number of live mite	防效 Control effect (%)	活螨数（头） Number of live mite	防效 Control effect (%)	活螨数（头） Number of live mite	防效 Control effect (%)	活螨数（头） Number of live mite	防效 Control effect (%)
捕食螨 Predatory mite	1 636	1 087	29.79c	506	77.88c	130	97.34a	98	98.92a	21	99.87a	0	100.00a	0	100.00a
联苯肼酯 Bifenazate	1 733	93	94.33a	19	99.22a	16	99.69a	125	98.70a	165	99.05a	476	97.94a	861	96.28b
联合处理 Combined	1 557	39	97.35a	1	99.95a	92	98.03a	1	99.99a	0	100.00a	0	100.00a	0	100.00a
对照 CK	1 230	1 164	–	1 720	–	3 680	–	6 799	–	12 324	–	16 425	–	16 425	–

以上基数为每株平均螨数，不同小写字母表示在 5%水平上统计分析差异显著。

The initial number indicates the mean number of spider mites on each eggplant, and followed by different lower cases indicate significant difference at the 0.05 level.

施药剂难以做到均匀、全面。由于二斑叶螨发育速度快，繁殖量大的特点（Gerson and Weintraub，2012），导致残存种群迅速恢复，继发性危害不断发生，生产者不得不连续多次使用，由于这种操作方式，使叶螨对该药剂产生抗性的危险不断加剧。为降低这种风险的存在，减少联苯肼酯使用量和使用次数成为有效手段。

智利小植绥螨捕食量大、移动性好，在田间扩散性好，但由于受目前活体繁殖方式的限制以及广谱性杀螨剂的使用，得不到广泛的应用。从本试验结果看出，联苯肼酯对智利小植绥螨非常安全，无论是对成螨和若螨致死力，对雌螨产卵量、产卵速率及孵化率都无影响。鉴于联苯肼酯对智利小植绥螨安全的特点，在释放前如果植株上已有一定数量的叶螨，为降低为害、减少智利小植绥螨的释放数量，可以先用该药剂压低叶螨虫口数量，然后释放，也可在释放后，二斑叶螨种群数量难以得到有效控制时，用 43%联苯肼酯悬浮剂进行防治。这种化学防治与生物防治相结合的方式，可做到完全彻底控制叶螨危害，有效减少用药量。

联苯肼酯的主要代谢产物是二氮烯（Ochiai *et al.*，2007）。虽然本研究没有直接测定二氮烯对智利小植绥螨的影响，在联苯肼酯与智利小植绥螨联合使用防控二斑叶螨的效果实验中，我们使用的是活体植物进行的，而智利小植绥螨在施药的植株上，由于二斑叶螨数量急剧下降，食物断缺，造成四处逃逸，施药后第 6、8 天增长率明显低于未施药处理，尽管第 10 天若螨数量大幅增加，但第 12、14 天的增长率又明显低于未施药处理，说明联苯肼酯对智利小植绥螨种群增殖能力没有影响，但二斑叶螨的数量将明显影响智利小植绥螨的种群数量。

在生产中，同一作物还可能会受到除叶螨之外的其他害虫的危害，例如，茄果类蔬菜上常见的烟粉虱、蓟马和蚜虫等。在进行某种害虫的防控时应尽量选择对目标害虫靶标单一而又不伤害天敌的防控药剂。联苯肼酯是一种选择性比较强的防控叶螨的杀螨剂（Hiragaki *et al.*，2012）。

另外，本次联合应用试验是在实验室内人工可控条件下进行的，与田间自然生态条件下所反映的功能会有一定的差异，因此，在进行田间应用时，还应根据实际情况，适当调整益害比，以达到理想的防治效果。

致谢：张帆研究员对本研究提供支持与帮助，王斌提供并帮助饲养智利小植绥螨虫源，卢先敏帮助饲养寄主植物和供试昆虫，崔文夏、吴秋玲、牛芳芳、范旭蕾、陈鹏燕和王友竹参与部分试验的调查，在此一并表示感谢。

参考文献 (References)

Argolo PS, Banyuls N, Santiago S, Molla O, Jacas JA, Urbaneja A, 2013. Compatibility of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) with imidacloprid to manage clementine nursery pests. *Crop Protection*, 43: 175–182.

Bjornson S, 2008. Natural enemies of mass-reared predatory mites (family Phytoseiidae) used for biological pest control. *Experimental and Applied Acarology*, 46(1/4): 299–306.

Bustos A, Cantor F, Cure JR, Rodriguez D, 2009. Standardization of a rearing procedure of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on bean (*Phaseolus vulgaris*): Plant age and harvest time. *Neotrop. Entomol.*, 38(5): 653–659.

Dong HF, Guo YJ, 1985. The application of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* A.H. for the control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch on the *Salvia splendens*. *Chinese Journal of Biological Control*, 1(1): 12–15. [董慧芳, 郭玉杰, 1985, 应用智利小植绥螨防治温室一串红上二斑叶螨的试验. 生物防治通报, 1(1): 12–15.]

Gerson U, Weintraub PG, 2012. Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annual Review of Entomology*, 57: 229–247.

Gong YJ, Shi BC, Wang ZH, Kang ZJ, Jin GH, Cui WX, Wei, SJ, 2013. Toxicity and field control efficacy of the new acaricide bifenazate to the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch. *Agrochemicals*, 52(3): 225–227. [宫亚军, 石宝才, 王泽华, 康总江, 金桂华, 崔文夏, 魏书军, 2013, 新型杀螨剂一联苯肼酯对二斑叶螨的毒力测定及田间防效. 农药, 52(3): 225–227.]

Gong YJ, Wang ZH, Shi BC, Cui WX, Jin GH, Sun YY, Wei, SJ, 2013. Sensitivity of different field populations of *Tetranychus urticae* Koch(Acari: Tetranychidae) to the acaricides in Beijing area. *Scientia Agricultura Sinica*, 47(15): 2990–2997. [宫亚军, 王泽华, 石宝才, 崔文夏, 金桂华, 孙艳艳, 魏书军, 2014, 北京地区二斑叶螨不同种群的药剂敏感性. 中国农业科学,

47(15): 2990–2997.]

Grbic M, Van Leeuwen T, Clark RM, Rombauts S, Rouze P, Grbic V, Osborne EJ, Dermauw W, Ngoc PC, Ortego F, Hernandez-Crespo P, Diaz I, Martinez M, Navajas M, Sucena E, Magalhaes 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-daSilva A, Roch F, Cazaux M, Navarro M, Zhurov V, Acevedo G, Bjelica A, Fawcett JA, Bonnet E, 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, Van de Peer Y, 2011. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479(7374): 487–492.

Hiragaki S, Kobayashi T, Ochiai N, Toshima K, Dekeyser MA, Matsuda K, Takeda M, 2012. A novel action of highly specific acaricide; bifenazate as a synergist for a GABA-gated chloride channel of *Tetranychus urticae* [Acari: Tetranychidae]. *Neurotoxicology*, 33(3): 307–313.

Kazak C, 2008. The development, predation, and reproduction of *Phytoseiulus persimilis* athias-henriot (Acari: Phytoseiidae) from Hatay fed *Tetranychus cinnabarinus boisduval* (Acari: Tetranychidae) larvae and protonymphs at different temperatures. *Turkish Journal of Zoology*, 32(4): 407–413.

Laing JE, 1968. Life history and life table of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. *Acarologia*, 10(4): 578–588.

Nyoike TW, Liburd OE, 2013. Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on marketable yields of field-grown strawberries in north-central Florida. *J. Econ. Entomol.*, 106(4): 1757–1766.

Ochiai N, Mizuno M, Mimori N, Miyake T, Dekeyser M, Canlas LJ, Takeda M, 2007. 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*. *Experimental and Applied Acarology*, 43(3): 181–197.

Opit GP, Nechols JR, Margolies DC, 2004. Biological control of twospotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), using *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseidae) on ivy geranium: assessment of predator release ratios. *Biological Control*, 29(3): 445–452.

Stavrinides MC, 2010. The effects of timing and rate of release on population growth of *Phytoseiulus persimilis* reared on *Tetranychus urticae*. *Phytoparasitica*, 38(4): 349–354.

Tello V, Vargas R, Araya J, Cardemil A, 2009. Biological parameters of *Cydnodromus picanus* and *Phytoseiulus persimilis* raised on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Ciencia E Investigacion Agraria*, 36(2): 277–289.

Van Leeuwen T, Vanholme B, Van Pottelberge S, Van Nieuwenhuyse P, Nauen R, Tirry L, Denholm I, 2008. Mitochondrial heteroplasmy and the evolution of insecticide resistance: non-Mendelian inheritance in action. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(16): 5980–5985.

Van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, Dermauw W, Tirry L, 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochem. Mol. Biol.*, 40(8): 563–572.

Zhang F, Tang B, Tao SX, Xiong JW, Geng XL. 2005. Recent advances on phytoseiid mass rearing and conservation in China. *Chinese Bulletin of Entomology*, 42(2): 139–143. [张帆, 唐斌, 陶淑霞, 熊继文, 耿小丽, 2005, 中国植绥螨规模化饲养及保护利用研究进展. 昆虫知识, 42(2): 139–143.]