

两种捕食螨对苹果园叶螨的控制效果*

唐文颖^{1**} 曲诚怀² 杨勤民¹ 肖云丽^{1***}

(1. 山东省植物保护总站, 济南 250100; 2. 山东牟平区植保站, 烟台 264100)

摘要 【目的】以螨治螨是害虫生物防治的一个重要部分,也是果园害虫生态控制的重要措施。通过在苹果园人为释放捕食螨的方法,定量分析加州新小绥螨 *Neoseiulus californicus* (McGregor) 和东方钝绥螨 *Amblyseius orientalis* (Ehara) 对苹果园 2 种害螨(苹果全爪螨 *Panony chusulmi* (Koch) 和山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* Zacher) 捕食效果,为开展果园害虫生态调控提供科学依据。【方法】于 2019 年 5-10 月份在胶东半岛烟台市牟平区果园中释放加州新小绥螨和东方钝绥螨,比较分析释放捕食螨区域与对照苹果树上苹果全爪螨和山楂叶螨种群数量的变化。【结果】2 种捕食螨均能适当地果园生态环境,释放后能够迅速发挥控害作用。其中,加州新小绥螨对叶螨的控制作用达到 84.8%-100%,东方钝绥螨对叶螨的控制作用达到 90%-100%,且东方钝绥螨的防治效果略优于加州新小绥螨。【结论】加州新小绥螨和东方钝绥螨 2 种捕食螨在胶东半岛对苹果叶螨防控效果比较理想,均可作为苹果园叶螨生物防治的天敌。**关键词** 苹果叶螨;生物防治;加州新小绥螨;东方钝绥螨;捕食效果

Control of leaf mites by two predatory mites in apple orchards

TANG Wen-Ying^{1**} QU Cheng-Huai² YANG Qin-Min¹ XIAO Yun-Li^{1***}

(1. Plant Protection Station of Shandong Province, Jinan 250100, China;

2. Plant Protection Station of Muping District, Yantai 264100, China)

Abstract 【Objectives】Using predatory mites to control plant leaf mites is standard biological-control practice and also an important method in pest ecosystem-control. We quantitatively analyzed the effect of 2 kinds of predatory mites, *Neoseiulus californicus* (McGregor) and *Amblyseius orientalis* (Ehara) on the abundance of plant leaf mites, including *Panony chusulmi* (Koch) and *Tetranychus viennensis* Zacher. 【Methods】The two predatory mites were released on apple trees from May to October 2019. 【Results】Both species of predatory mites adapted to the ecological environment of the orchard and easily controlled leaf mites; the control efficiency of *N. californicus* (McGregor) was 84.8%-100% and that of *A. orientalis* (Ehara) was 90%-100%. 【Conclusion】The 2 species of predatory mites are ideal biological control agents for leaf mites in apple orchards in Shandong province.

Key words apple leaf mite; biological control; *Neoseiulus californicus* (McGregor); *Amblyseius orientalis* (Ehara); predation effect

利用自然天敌控制害虫是害虫综合管理的一项重要措施(戈峰, 2020)。山东作为苹果的主产区,常年种植苹果面积约 30 万 hm^2 (朱海燕和刘学忠, 2018)。以山楂叶螨和苹果全爪螨为主的苹果叶螨,通过若螨和成螨刺吸苹果叶片

汁液,影响苹果叶片光合作用,造成叶片焦枯或脱落,导致树体和果实发育不良,严重影响苹果的生产(顾耘和吕瑞云, 2017; 高越等, 2019)。而长期以来,生产上对苹果叶螨的防治主要以化学防治为主,这不仅破坏了果园生态平衡,减少

*资助项目 Supported projects: 国家重点研发计划重点专项(2017YFD0200400); 农业技术试验示范与服务支持类项目-蜜蜂授粉与病虫害绿色防控技术集成与示范项目(2130106)

**第一作者 First author, E-mail: 470528161@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: luckyily68@163.com

收稿日期 Received: 2020-07-14; 接受日期 Accepted: 2020-11-23

了天敌数量,降低了对苹果叶螨的控制作用(王洪涛等,2012),而且易导致苹果农药残留,严重影响有机、绿色果品的生产。因此,开展苹果害虫的生物防治十分必要,其中以螨治螨的生物防治手段已成为防治苹果叶螨的重要选择之一(黄婕等,2020)。

加州新小绥螨 *Neoseiulus californicus* (McGregor) 和东方钝绥螨 *Amblyseius orientalis* (Ehara) 均隶属于属寄螨目 Paratiformes、革螨亚目 Gamasida、植绥螨科 Phytoseiidae。其中,加州新小绥螨为新小绥属 *Neoseiulus*, 广泛分布于美洲、南非、欧洲南部、地中海沿岸和日本等地(Fraulo and Liburd, 2007)。该螨对温湿度适应范围广、对杀螨剂有抗性、耐饥饿能力强(Tusset *et al.*, 2016), 已在国外开发为重要的天敌产品(Gotoh *et al.*, 2006; 徐学农和王恩东, 2007), 并在田间释放使用(Mcmurtry *et al.*, 2013); 在我国, 也开展了加州新小绥螨对柑橘全爪螨 *Panony chuscitri* (McGregor)、截形叶螨 *Tetranychus truncates* Ehara 及土耳其斯坦叶螨 *Tetranychus turkestanii* (Ugarov & Nikolskii) 的捕食作用分析(覃贵勇等, 2013; 汪小东等, 2014a, 2014b)。东方钝绥螨 *Amblyseius orientalis* (Ehara) 为钝绥螨属 *Amblyseius*, 是中国常见的植绥螨。已有研究表明, 它对柑橘全爪螨 *Panony chuscitri* (McGregor)、苹果全爪螨 *Panony chusulmi* (Koch)、山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* Zacher 都有很好的防治效果(杨子琦等, 1987)。为了发挥加州新小绥螨和东方钝绥螨的控害功能, 还进一步在室内研究了加州新小绥螨品系对苹果全爪螨控制潜力(Gotoh *et al.*, 2006; Ei TAJ and Jung, 2012; 黄婕等, 2020), 东方钝绥螨对烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius)、柑橘全爪螨、苹果全爪螨、山楂叶螨的捕食效应(张守友等, 1992; 甘明等, 2001; 杨静逸等, 2018)。但在果园生态系统中, 有关加州新小绥螨和东方钝绥螨在苹果树上对苹果叶螨的捕食效果尚未见报道。

以螨治螨被认为是果园害虫生物防治的一个重要手段。前期的研究表明, 不同生态措施苹果园主要害虫及天敌发生特征不同, 生物防治处

理区的天敌在一定程度上可抑制害虫发生的种群密度(肖云丽等, 2020)。那么在苹果园中, 捕食螨对害虫的控制作用到底有多大? 这是有效开展苹果园害虫生物防治的前提, 也是评价天敌控害作用的基础。本文通过人为释放捕食螨的方法, 分析加州新小绥螨和东方钝绥螨对苹果园 2 种害螨捕食效果, 以期对苹果园害螨的生物防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间与地点

2019 年, 在烟台市牟平区大窑街道新福村, 选择增富山家庭农场乔化苹果园(E121°76', N37°38') 作为试验园。试验果树品种为红富士, 树龄 8 年, 株行距 4 m×4 m。试验区为 2 行苹果树, 每行 30 株, 共计 60 株树。

1.2 试验设计

试验设 3 个处理: 处理 1 为加州新小绥螨释放区; 处理 2 为东方钝绥螨释放区; 处理 3 为空白对照区。其中, 处理 1 和处理 2 各设 3 个重复, 每个重复选择 2×5 株果树, 共 10 株。距此 1 行外, 另选定未释放捕食螨的果树作为空白对照区, 不挂捕食螨, 不施杀螨剂。

各处理区选定的果树管理相同, 且从苹果花前开始直到试验结束不喷施任何杀螨剂。

1.3 供试捕食螨与释放

加州新小绥螨、东方钝绥螨产品规格为 5 000 头/袋。于 2019 年 5 月 23 日苹果树发现苹果害螨(以山楂叶螨和苹果全爪螨为主), 5 月 31 日每株苹果树苹果害螨数量达到 100 头以上时, 开始释放捕食螨。加州新小绥螨、东方钝绥螨每株树 3 袋, 将成品捕食螨袋口剪开一个角, 开口朝上放在苹果树主干上、中、下部位背阴处, 每处放一袋并固定, 即每株树释放捕食螨数量为 15 000 头。

1.4 调查方法

捕食螨释放前选择空白对照区的 2 棵苹果

树, 4 月底开始调查苹果害螨, 每 7 d 调查一次, 若每株苹果树苹果害螨数量达到 100 头以上, 即开始释放捕食螨。捕食螨释放后每 7 d 调查 1 次; 释放 1 月后, 每 30 d 调查 1 次, 调查至 9 月底。

处理 1 和处理 2, 每个重复固定调查 2 株苹果树, 每株树选择东、西、南、北和中 5 个方位, 每个方位取 4 片叶, 记录叶螨数量和捕食螨活动情况。空白对照区固定调查 2 株树的叶螨数量。

调查的叶螨数量是山楂叶螨和苹果全爪螨之和, 没有具体区分叶螨种类。以空白对照区的调查数据作为当地苹果叶螨的发生动态依据。

1.5 数据处理与分析

采用 SPSS 22.0 软件进行数据统计及单因素方差分析 (ANOVA), 并对数据的差异显著性进行 Duncan's 多重比较。

减退率计算方法:

$$\text{减退率}(\%) = \frac{\text{活螨数5月31日} - \text{活螨数}}{\text{活螨数}(5\text{月31日})} \times 100,$$

防控效果计算方法:

$$\text{防治效果}(\%) = \frac{\text{处理减退率} - \text{对照减退率}}{1 - \text{对照减退率}} \times 100.$$

其中活螨数指每次调查时的苹果害螨数。

2 结果与分析

2.1 不同处理果树上苹果叶螨发生动态比较

人工释放加州新小绥螨、东方钝绥螨与对照区的苹果叶螨发生动态如图 1 所示。在对照区, 苹果叶螨全年出现 2 次发生高峰。自 5 月底开始, 随着气温的升高, 害螨数量逐渐增加, 呈上升趋势, 至 6 月 14 日叶螨数量达到高峰, 为 110 头, 害螨种类以山楂叶螨为主; 6 月底, 害螨种群数量急剧下降, 呈现低谷; 7 月 30 日达到第二高峰, 为 132.5 头, 种类以苹果全爪螨为主。而在加州新小绥螨和东方钝绥螨释放区中, 苹果叶螨的第一发生高峰阶段, 其种群数量并未呈现上升趋势, 说明加州新小绥螨和东方钝绥螨释放前期对苹果叶螨的控制效果明显; 在害螨发生的第二高峰阶段, 3 次调查的害螨种群数量均低于 5 头, 显示 2 种捕食螨后期仍具有较强的控害作用。

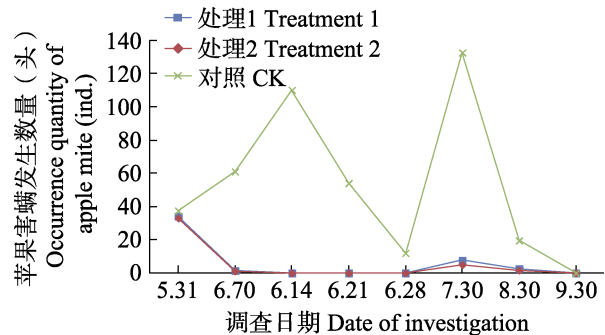


图 1 人工释放加州新小绥螨、东方钝绥螨与对照区的苹果叶螨发生动态

Fig. 1 The dynamic occurrence of *Neoseiulus californicus* and *Amblyseius orientalis* in artificially released and the control area

处理 1: 加州新小绥螨处理区;

处理 2: 东方钝绥螨处理区。下图同。

Treatment 1: The *Neoseiulus californicus* treatment zone;

Treatment 2: The *Amblyseius orientalis* treatment zone.

The same below.

2.2 两种捕食螨对苹果叶螨的捕食作用

不同捕食螨释放处理区苹果叶螨数量及其差异性统计分析表明, 5 月 31 日释放捕食螨当天调查, 3 个处理区的害螨数量相当, 无显著差异; 但释放后的第 1 个月内, 每 7 d 调查一次, 都显示捕食螨释放处理区的苹果叶螨数量都显著低于对照未释放区 (图 2)。

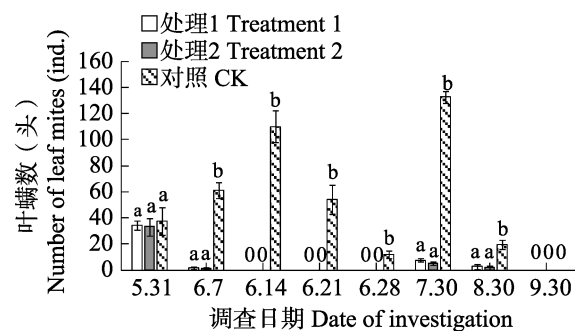


图 2 释放加州新小绥螨、东方钝绥螨后与对照未释放区苹果叶螨数量及其差异性分析

Fig. 2 Analysis on the quantity and difference of apple leaf mite in the treatment and control areas of *Neoseiulus californicus* and *Amblyseius orientalis*

图中数据为平均值 ± 标准误, 柱上标有不同小写字母表示各处理间叶螨数差异显著 ($P < 0.05$)。

Date are mean ± SE. Histograms with different lowercase letters between treatments indicate significant difference in the amount of leaf mites ($P < 0.05$).

进一步对不同时期 2 种捕食螨对苹果叶螨的减退率进行分析(表 1)显示,6 月 7 日的释放加州新小绥螨、东方钝绥螨处理区的苹果叶螨密度显著下降,其中释放加州新小绥螨处理区每 20

片叶仅有 1.5 头害螨,减退率达到 95.6%(表 1);释放东方钝绥螨处理区每 20 片叶仅有 1.2 头害螨,减退率达到 96.4%,它们都明显地低于对照区。

表 1 释放加州新小绥螨、东方钝绥螨后与对照未释放区苹果叶螨减退率
Table 1 Reduction rate of apple leaf mite in the unreleased areas of the control and the released areas of *Neoseiulus californicus* and *Amblyseius orientalis*

处理 Treatment	减退率 (%) Reduction rate						
	6.7	6.14	6.21	6.28	7.30	8.30	9.30
释放加州新小绥螨处理区 Release of the <i>Neoseiulus californicus</i> treatment zone	95.6	100	100	100	77.5	92.1	100
释放东方钝绥螨处理区 Release of the <i>Amblyseius orientalis</i> treatment zone	96.4	100	100	100	84.8	94.8	100
对照处理 CK	- 62.7	- 193.3	- 44.0	68.0	- 253.3	48.0	100

6 月 14 日调查,对照区苹果叶螨达到全年发生高峰期;而释放加州新小绥螨、东方钝绥螨处理区均未查到苹果叶螨,这两个处理的叶螨减退率均达到 100%,说明两种捕食螨对苹果叶螨捕食效果显著。从释放捕食螨 14 d 到 28 d,在处理区一直未再查到苹果害螨。

释放后的第 2 个月底(7 月 30 日)调查,对照区苹果叶螨达到全年最高值,为 132.5 头;释放区亦均查到叶螨,但种群数量较低,其中释放加州新小绥螨处理区叶螨数为 7.7 头,释放东方钝绥螨处理区叶螨数为 5.0 头,说明两种捕食螨仍对苹果叶螨具有较强的捕食作用,对照区的活螨数与两处理区相比存在显著性差异。

从 8 月份开始,苹果叶螨种群密度开始自然消退,捕食螨的捕食效果也随之降低,但与对照区相比也存在显著性差异。到 9 月份,苹果叶螨全部自然消退。

2.3 两种捕食螨对果树叶螨控制效果

从图 3 加州新小绥螨和东方钝绥螨对苹果害螨的控制效果可以看出,自 5 月 31 日释放捕食螨后,一周时间即开始发挥控害作用。释放后第 7 天调查,释放加州新小绥螨处理区的防效达到 97.3%,释放东方钝绥螨处理区对叶螨的防效达到 97.8%;释放后的第 2、3、4 周调查,释放加州新小绥螨处理区和释放东方钝绥螨处理区

对叶螨的防效均达到 100%,即 3 次调查处理区内未再查到苹果害螨。[user1]

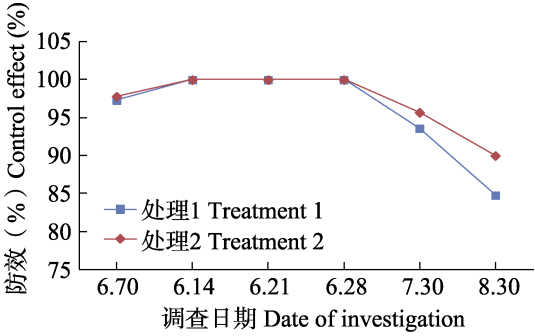


图 3 释放加州新小绥螨和东方钝绥螨后对苹果害螨的防治效果

Fig. 3 Control effect of releasing *Neoseiulus californicus* and *Amblyseius orientalis* on apple mites

在害螨发生的第二高峰阶段,7 月 30 日调查,在处理区均查到苹果叶螨,但发生数量较低,其中释放加州新小绥螨处理区对叶螨的防效为 93.6%,释放东方钝绥螨处理区对叶螨的防效为 95.7%;从 8 月份开始,苹果叶螨种群密度开始自然消退,捕食螨防效也随之降低,释放加州新小绥螨处理区和释放东方钝绥螨处理区防效分别为 84.8%和 90.0%,为释放捕食螨后最低值。

3 结论与讨论

加州新小绥螨和东方钝绥螨是叶螨的重要天敌(张守友等,1992;汪小东等,2014b)。而

以螨治螨作为害虫生物防治的一个重要部分,是果园害虫生态控制的重要措施(梁居林, 2013)。本研究通过在苹果园人为释放捕食螨方法,定量分析了加州新小绥螨和东方钝绥螨对苹果园 2 种害螨捕食效果,结果表明加州新小绥螨和东方钝绥螨自 5 月下旬在果园释放后,能够适应当地果园生态环境,并能尽快发挥控制害螨的作用,对全年苹果害螨的 2 个发生高峰均起到很好的控制效果,且控制持效期长达 3-4 个月,可以取代化学农药防控苹果害螨,达到农药减施增效的目的。

本研究还发现,在山东胶东半岛苹果产区,东方钝绥螨对苹果害螨的防控作用要略微优于加州新小绥螨,但差异不显著。大田试验显示,5-8 月份加州新小绥螨和东方钝绥螨能在胶东半岛顺利世代繁殖,二者均可作为苹果害螨生物防治天敌的一种选择。

胶东半岛属北温带季风型大陆性气候,受海洋影响明显,表现出春冷、夏凉、秋暖、冬温,昼夜温差小、无霜期长、大风多、湿度大等海洋性气候特点。自 5 月 31 日释放加州新小绥螨和东方钝绥螨后,6 月初-8 月底,随着气温的升高,定期或不定期用手持放大镜观察,在苹果树内堂及中部叶片上,一直有大量加州新小绥螨和东方钝绥螨生存,说明捕食螨能够适应胶东半岛果园生态环境。但进入 9 月份,随着气温下降,捕食螨数量陆续下降,至 9 月 30 日才调查不到活动的捕食螨。因此,9 月以后,2 种捕食螨能否顺利越冬存活、进而翌年发挥控害作用有待继续研究。有研究显示加州新小绥螨具有较强的捕食能力,同时对温湿度适应范围广、耐饥饿能力强、对杀螨剂有抗性、可以生活在害螨的结网里等优势(McMurtry *et al.*, 2013; Tusset *et al.*, 2016)。若能在胶东半岛成功定殖,将大大节约捕食螨饲养和释放成本,亦能为大面积示范推广提供依据。

肖云丽等(2020)研究表明,果园内自然生草可为捕食螨自然生存提供了有利环境。因此在应用捕食螨防控苹果叶螨时,一定要提供捕食螨生存的优良环境,尽量避免清耕、化学除草等管理措施。此外,释放捕食螨这一生物防治措施也

要结合其他病虫害的防治措施,整合到害虫综合管理措施中尽量选择低毒的化学农药或生物农药,优化果园生态环境的良性循环,从而发挥以螨治螨的控害功能(戈峰, 2020)。

致谢:感谢中国农业科学院植物保护研究所徐学农老师团队提供释放用的捕食螨。

参考文献 (References)

- Ei TAJ HF, Jung C, 2012. Effect of temperature on the life-history traits of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Panonychus ulmi*. *Experimental & Applied Acarology*, 56(3): 247–260.
- Fraulo AB, Liburd OE, 2007. Biological control of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. *Experimental and Applied Acarology*, 43(2): 109–119.
- Gan M, Li MH, Hu SQ, 2001. Predation effect of *Amblyseius orientalis* on *Panonychus citri*. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 25(2): 131–133. [甘明, 李明慧, 胡思勤, 2001. 东方钝绥螨对柑桔全爪螨捕食效应的研究. 南昌大学学报(理科版), 25(2): 131–133.]
- 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.]
- Ge F, 2020. From ‘comprehensive’ to ‘integrated’ pest management. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(1): 1–9. [戈峰, 2020. 害虫管理: 从“综合”到“整合”. 应用昆虫学报, 57(1): 1–9.]
- Gotoh T, Tsuchiya A, Kitashima Y, 2006. Influence of prey on developmental performance, reproduction and prey consumption of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & Applied Acarology*, 40(3/4): 189–204.
- Gu Y, Lu RY, 2017. New Trends and advances in occurrence and control of apple diseases and insect pests in Jiaodong area in recent years. *YanTai Fruits*, 137(1): 20–22. [顾耘, 吕瑞云, 2017. 近年来胶东地区苹果病虫害发生与控制的新趋势和新进展. 烟台果树, 137(1): 20–22.]
- Huang J, Wang M, Men XY, Ji J, Liu YJ, Yin SY, 2020. Predation of European red mite *Panonychus ulmi* by predatory mite *Neoseiulus californicus* at different stages. *Journal of Plant Protection*, 47(1): 46–52. [黄婕, 王蔓, 门兴元, 季洁, 刘永杰, 尹淑艳, 2020. 加州新小绥螨对苹果全爪螨各螨态的捕食作用. 植物保护学报, 47(1): 46–52.]

- Liang JL, 2013. Discussion on the integrated control technique of acarasis in citrus. *Agriculture and Technology*, 33(8): 114–115. [梁居林, 2013. 柑桔以螨治螨为主的综合防治技术探讨. 农业与技术, 33(8): 114–115.]
- McMurtry JA, Moraes GJD, Sourassou NF, 2013. Revision of the lifestyles of *Phytoseiid* mites (Acari: *Phytoseiidae*) and implications for biological control strategies. *Systematic & Applied Acarology*, 18(4): 297–320.
- Qin GY, Li Q, Yang QF, Wang HJ, Jiang CX, 2013. Potential of predacious mite *Neoseiulus californicus* in controlling citrus red mite *Panonychus citri*. *Acta Phytophylacica Sinica*, 40(2): 149–154. [覃贵勇, 李庆, 杨群芳, 王海建, 蒋春先, 2013. 加州新小绥螨对柑橘全爪螨的控制潜力. 植物保护学报, 40(2): 149–154.]
- Tusset AM, Piccirillo V, Balthazar JM, 2016. A note on SDRE control applied in predator-prey model: Biological control of spider mite *Panonychus ulmi*. *Journal of Biological Systems*, 24(2): 333–344.
- Wang HT, Wang PS, Si SD, Luan BH, Wang YZ, 2012. Resistance monitoring of different *Panonychus ulmi* populations to four acaricides in Shandong Province. *Journal of Fruit Science*, 29(6): 1083–1087. [王洪涛, 王培松, 司树鼎, 栾炳辉, 王英姿, 2012. 山东地区不同苹果全爪螨种群对 4 种杀螨剂的抗药性检测. 果树学报, 29(6): 1083–1087.]
- Wang XD, Liu F, Zhang JH, Yuan XP, Zhao YY, 2014a. Predation of predatory mite *Neoseiulus californicus* on strawberry spider mite *Tetranychus turkestanii*. *Acta Phytophylacica Sinica*, 41(1): 20–24. [汪小东, 刘峰, 张建华, 袁秀萍, 赵伊英, 2014. 加州新小绥螨对土耳其斯坦叶螨的捕食作用. 植物保护学报, 41(1): 20–24.]
- Wang XD, Zhang JH, Huang YQ, Yuan XP, He M, Li Q, Zhao YY, 2014b. Predation of *Neoseiulus californicus* on *Tetranychus truncatus*. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 23(2): 39–43. [汪小东, 张建华, 黄艳勤, 袁秀萍, 何森, 李倩, 赵伊英, 2014. 加州新小绥螨对截形叶螨的捕食作用. 西北农业学报, 23(2): 39–43.]
- Xiao YL, Cai ZP, Zhang XR, 2020. Selection, configuration and application of functional plants in orchards. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(1): 49–58. [肖云丽, 蔡志平, 张兴瑞, 2020. 果园功能植物的筛选、配置及应用. 应用昆虫学报, 57(1): 49–58.]
- Xu XN, Wang ED, 2007. Statue and analysis of overseas natural enemies merchandise. *Chinese Journal of Biological Control*, 23(4): 373–382. [徐学农, 王恩东, 2007. 国外昆虫天敌商品化现状及分析. 中国生物防治, 23(4): 373–382.]
- Yang JY, Sheng FJ, Song ZW, Lu JL, Xu XN, Li DS, Wang ED, 2018. Functional responses of *Amblyseius orientalis* and *A. tsugawai* to eggs and 1st instars of *Bemisia tabaci*. *Chinese Journal of Biological Control*, 34(2): 214–219. [杨静逸, 盛福敬, 宋子伟, 吕佳乐, 徐学农, 李敦松, 王恩东, 2018. 东方钝绥螨与津川钝绥螨对烟粉虱卵及 1 龄若虫的功能反应比较. 中国生物防治学报, 34(2): 214–219.]
- Yang ZQ, Cao KJ, Li WP, 1987. A preliminary study on *Amblyseius orientalis*. *Natural Enemies of Insects*, 9(4): 203–206. [杨子琦, 曹克加, 李卫平, 1987. 东方钝绥螨研究初报. 昆虫天敌, 9(4): 203–206.]
- Zhang SY, Cao XW, Han ZQ, Wu WN, 1992. Natural control of *Amblyseius orientalis* on two species of leaf mites in apple orchard. *Natural Enemies of Insects*, 14(1): 21–24. [张守友, 曹信稳, 韩志强, 吴伟南, 1992. 东方钝绥螨对苹果园两种叶螨自然控制作用研究. 昆虫天敌, 14(1): 21–24.]
- Zhu HY, Liu XZ, 2018. Analysis on problems in supply-side of apple industry and its countermeasures-taking Shandong province as an example. *Forestry Economics*, 13(7): 67–70. [朱海燕, 刘学忠, 2018. 苹果产业供给侧存在的问题分析及对策—以山东省为例. 林业经济, 13(7): 67–70.]