



# 真绥螨研究进展\*

吴圣勇 徐学农\*\* 王恩东

(农业部作物有害生物综合治理重点实验室, 中国农业科学院植物保护研究所 北京 100193)

**摘要** 真绥螨 *Euseius Wainstein* 是一类重要的捕食螨, 种类较多且分布广泛, 对农业上多种危害性极大的小型吸汁性害虫(害螨)如蓟马、叶螨、瘿螨等有较好的控制作用。本文从真绥螨生物学学习性、生态学特性、规模化生产和释放应用 4 个方面归纳总结了国内外真绥螨的研究进展, 以期为我国真绥螨的进一步研究与应用提供参考。世界真绥螨的研究零星而不系统, 对其生物学还没有非常深入的研究, 其食性复杂, 难以规模化生产也一直是真绥螨应用的瓶颈, 建议加强营养及规模化生产方面的研究。

**关键词** 真绥螨, 生物学, 影响因子, 应用, 现状

## Advances in the study of *Euseius* spp.

WU Sheng-Yong XU Xue-Nong\*\* WANG En-Dong

(Key Laboratory of Integrated Pest Management in Crops, Ministry of Agriculture,  
Institute of Plant Protection, CAAS, Beijing 100193, China)

**Abstract** *Euseius* spp. are abundant, widely distributed and very important biological control agents that play an active role in suppressing pest insects, or mites, such as thrips, spider mites and gall mites. Advances in research on this group both at home and abroad are summarized, including research on its biological and ecological characteristics, mass rearing, release and application in pest control. So far, research on *Euseius* has been sporadic and non-systematic, and not enough has been done on their biology. The difficulty of rearing *Euseius* spp. has become a bottleneck for their application as biological control agents. Research on the mass rearing of *Euseius* spp. should be intensified.

**Key words** *Euseius* Wainstein, biology, impact factors, application

植绥螨是对农林植物吸汁性害虫防治中重要的生防物之一。真绥螨 *Euseius Wainstein*, 1962 [蜱螨亚纲(Acari): 植绥螨科(Phytoseiidae)] 是植绥螨科中比较重要的一个属, 目前世界上已知约 200 种(McMurtry and Croft, 1997), 我国记录了 22 种。该属捕食螨食性多样, 花粉是其重要的食料, 还可捕食多种害螨、蓟马、粉虱、介壳虫等, 很有应用价值。本文从该属的生物学、生态学、规模化生产和应用等方面作一概述。

## 1 生物学学习性

### 1.1 栖息植物

本属的种类主要栖息于灌木上, 尤其在矮生的灌木林中数量较多, 在果树、蔬菜等经济作物以及杂草上也多有存在。如芬兰真绥螨 *Euseius finlandicus* 多存在于多种果树和榛子灌木树上(Tuovinen and Rokx, 1991; Kropczynska-Linkiewicz et al., 2005; Kabicek, 2008); 棉真绥螨 *Euseius gossipi* 存在于棉花、秋葵、大豆等上(Abdel-Gawaad et al., 1990); 木槿真绥螨 *Euseius hibisci* 和 *Euseius mesembrinus* 存在于柑橘园中(Phillips et al., 1984; Badii and Flores, 1990); 维多利亚真绥螨 *Euseius victoriensis* 存在于大豆上(Bernard et al., 2004); *Euseius sojaensis* 存在于乌菰莓(*Cayratia japonica*)

\* 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903032)。

\*\* 通讯作者, E-mail: xuxn\_99@yahoo.com

收稿日期: 2011-09-27, 接受日期: 2012-03-24

(Thunb.)) 叶子上 (Ozawa and Yano, 2009); *Euseius concordis* 和橘叶真绥螨 *Euseius citrifolius* 存在于芒果树上 (Barbosa *et al.*, 2005), 前者在茶树上也有分布 (Gouvea *et al.*, 2007); 草茎真绥螨 *Euseius stipulatus* 在多种蔬菜上发现, 如辣椒、菠菜、生菜、草莓和胡萝卜等 (Perez Otero *et al.*, 2005)。栗真绥螨 *Euseius castaneae* 存在于多种植

物如板栗、野苋菜、桑树和构树等上 (王源岷和徐筠, 1990; 吴圣勇等, 2009)。

1.2 食性

1.2.1 取食种类 真绥螨可取食多种小型吸汁性害虫、花粉和植物汁液等, 是典型的多食性植绥螨 (表 1)。

表 1 真绥螨取食种类  
Table 1 Species of *Euseius* spp. and their diets

| 捕食螨种类<br>Species of<br>predatory mite | 捕食猎物及食物<br>Preys and diets       | 参考文献<br>References                                                    |
|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <i>E. alatus</i><br>栗真绥螨              | 瘿螨、二斑叶螨、蓖麻花粉<br>西花蓟马、二斑叶螨、玉米花粉   | Melo <i>et al.</i> , 2009<br>吴圣勇等, 2009                               |
| <i>E. castaneae</i><br>橘叶真绥螨          | 瘤瘿螨、茶黄螨                          | Barbosa <i>et al.</i> , 2005;                                         |
| <i>E. citrifolius</i>                 | 橡胶细须螨、冬青小爪螨                      | Cardoso <i>et al.</i> , 2010; Franco <i>et al.</i> , 2010             |
| <i>E. concordis</i>                   | 瘤瘿螨、茶黄螨                          | Barbosa <i>et al.</i> , 2005                                          |
| 芬兰真绥螨                                 | 甘蔗小爪螨、甘蔗叶上的汁液、蜜露                 | Satpathy and Mania, 1970;                                             |
| <i>E. finlandicus</i>                 | 苹果全爪螨、二斑叶螨、太平洋叶螨<br>斯氏针刺瘿螨、柑橘全爪螨 | McMurtry, 1980;<br>Sabelis and Baan, 1983; Dicke <i>et al.</i> , 1990 |
| 棍棒真绥螨                                 | 木薯单爪螨、棉花小爪螨、玉米、蓖麻和木薯花粉; 用水       | Bruce-Oliver <i>et al.</i> , 1996                                     |
| <i>E. fustis</i>                      | 稀释木薯植物韧皮分泌物、蜜露                   |                                                                       |
| 卵圆真绥螨                                 | 温室白粉虱、二斑叶螨、西方花蓟马                 | Pijnakker, 2005; Messelink <i>et al.</i> , 2008;                      |
| <i>E. ovalis</i>                      | 神泽氏叶螨、芒果小爪螨、柑橘全爪螨、玉米、丝瓜花粉        | Nguyen and Shih, 2010                                                 |
| 棉真绥螨                                  | 烟粉虱                              | Abdel-Gawaad <i>et al.</i> , 1990;                                    |
| <i>E. gossypi</i>                     | 二斑叶螨                             | Rasmy <i>et al.</i> , 1991                                            |
| 木槿真绥螨                                 | 鳄梨蓟马、鳄梨小爪螨                       | Yee <i>et al.</i> , 2000;                                             |
| <i>E. hibisci</i>                     | 瘿螨                               | Rice and Jones, 1978                                                  |
| <i>E. mesembrinus</i>                 | 柑橘全爪螨、六点始叶螨、冰叶日中花花粉              | Abou-Setta and Childers, 1989                                         |
| 盾形真绥螨                                 | 多种害虫、介壳虫、粉虱                      | Al-Shammery, 2010                                                     |
| <i>E. scutalis</i>                    | 蜜露、香蒲花粉、受害虫危害寄主而诱导植物产生的汁液        | Nomikou <i>et al.</i> , 2003                                          |
| <i>E. septicus</i>                    | 二斑叶螨                             | Raza <i>et al.</i> , 2005                                             |
| <i>E. sojaensis</i>                   | 神泽氏叶螨、乌莓莓叶片上的“营养珍珠体”             | Ozawa and Yano, 2009                                                  |
| 草茎真绥螨                                 | 柑橘全爪螨                            | Ferragut <i>et al.</i> , 1992;                                        |
| <i>E. stipulatus</i>                  | 西方花蓟马                            | Sengonca <i>et al.</i> , 2004                                         |
| 土拉真绥螨                                 | 柑橘蓟马、柑橘全爪螨                       | Grafton-Cardwell and Ouyang, 1995                                     |
| <i>E. tularensis</i>                  |                                  |                                                                       |
| 维多利亚真绥螨                               | 番茄刺皮瘿螨                           | Steiner and Goodwin, 2005                                             |
| <i>E. victoriensis</i>                |                                  |                                                                       |

注: 瘤瘿螨 *Aceria* spp.; 甘蔗小爪螨 *Oligonychus indicus* Hirst; 苹果全爪螨 *Panonychus ulmi* Koch; 二斑叶螨 *Tetranychus urticae*; 木薯单爪螨 *Mononychellus tanajoa*; 太平洋叶螨 *Tetranychus pacificus*; 斯氏针刺瘿螨 *Aculus schlechtendali*; 棉花小爪螨 *Oligonychus gossypii*; 橡胶细须螨 *Tenuipalpus heveae*; 冬青小爪螨 *Oligonychus ilicis*; 木薯棉粉蚧 *Phenacoccus manihoti*; 鳄梨蓟马 *Cirtothrips perseae*; 鳄梨小爪螨 *Oligonychus perseae*; 西方花蓟马 *Frankliniella occidentalis*; 温室白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum*; 神泽氏叶螨 *Tetranychus kanzawai*; 芒果小爪螨 *Oligonychus mangiferus*; 柑橘全爪螨 *Panonychus citri*; 番茄刺皮瘿螨 *Aculops lycopersici*.

**1.2.2 捕食量** 盾形真绥螨 *E. scutalis* 每雌每天平均取食卵形短须螨 *Brevipalpus obovatus* 成螨 5.01 头或东方真叶螨 *Eutetranychus orientalis* 成螨 4.56 头或取食静息期的柑橘全爪螨 4.84 头 (Donia *et al.*, 1995)。提供各虫态的柑橘全爪螨饲养饥饿过的草茎真绥螨雌成螨,捕食螨除不取食卵外,每小时可以捕食 5.12 头猎物,取食每个猎物平均需要 5.1 min,而只提供柑橘全爪螨雌成螨和卵作为食物时,平均每天捕食 4.51 头雌成螨 (Ferragut *et al.*, 1992)。

张新虎和沈慧敏 (2001) 报道芬兰真绥螨成螨对二斑叶螨 *Tetranychus urticae* 卵和幼若螨捕食功能反应曲线均为 Holling II 型,对卵的最大理论捕食量为 76.34 粒,对幼若螨的最大理论捕食量为 27.32 头。*Euseius sojaensis* 在葡萄上平均每天捕食 5.4 头茶黄蓟马 (Shibao *et al.*, 2004)。

**1.2.3 自残和互残** Allawi (1991) 报道在有限的空间内只用花粉大量饲养盾形真绥螨时,经常相互捕食,但在增加朱砂叶螨幼若螨为食料时,互残现象减少。Schausberger (1997) 在研究芬兰真绥螨、梨盲走螨 *Typhlodromus pyri* 和 *Kampimodromus aberrans* 三者的自残和互残试验时,发现芬兰真绥螨更趋向于捕食它种捕食螨的幼若螨,很少捕食本种的幼若螨,也不易刺破本种及另外两种植绥螨的卵而进行取食。芬兰真绥螨平均每雌每天可以捕食 6.51 头梨盲走螨幼螨或 5.53 头若螨,5.27 头 *Kampimodromus aberrans* 幼螨或 5.95 头若螨,且都能正常产卵。

**1.2.4 捕食喜好性** Cardoso 等 (2010) 研究橘叶真绥螨的捕食喜好性时,提供足够的橡胶细须螨 *Tenuipalpus heveae* 各虫态为猎物,在 72 h 内,橘叶真绥螨可以捕食橡胶细须螨幼螨 15 头,若螨 14.5 头,成螨 7.4 头或卵 2.2 粒,进而认为橘叶真绥螨对橡胶细须螨幼若螨有较大的选择喜好性。McMurtry 等 (1992) 用石榴小爪螨 *Oligonychus punicae*、二斑叶螨和冰叶日中花花粉的提取物研究木槿真绥螨的取食反应,发现木槿真绥螨雌成螨对三者的提取物均有较高的取食喜好性,但对石榴小爪螨的提取物表现出负 (negative) 产卵反应。Badii 等 (2004) 发现在提供同样密度的各发育阶段的二斑叶螨时,木槿真绥螨更喜欢取食卵。

**1.2.5 趋性反应** Rasmy 等 (1991) 研究棉真绥螨对二斑叶螨、薯蓣癭螨 *Eriophyes dioscoridis* 和

*Brevipalpus pulcher* 的不同趋性反应时,发现棉真绥螨对二斑叶螨和 *Brevipalpus pulcher* 有较强的趋性,并推测二斑叶螨和 *Brevipalpus pulcher* 释放的化学信息素影响了捕食螨的行为。Dicke 等 (1988) 分别用嗅觉分析仪、捕食模型和电泳分离法研究芬兰真绥螨对苹果全爪螨和斯氏针刺癭螨的选择趋性时,3 种方法得出的结果均一致,即都是对斯氏针刺癭螨表现出捕食趋性。Sabelis 和 Baan (1983) 用“Y”型嗅觉分析仪研究芬兰真绥螨对大豆叶片上的二斑叶螨和苹果叶片上的柑橘全爪螨危害后的趋性反应时,得出芬兰真绥螨对苹果叶片上的柑橘全爪螨具有较强的趋性反应。

Nomikou 等 (2005) 在温室黄瓜上间隔性释放温室白粉虱,几天后调查发现,在被粉虱危害叶片上的盾形真绥螨数量显著多于干净叶片。并推测,盾形真绥螨可以根据粉虱危害植物后释放的化学物质定位植物。

**1.2.6 耐饥性** 盾形真绥螨第一若螨在没有食物供给时,不能发育至第二若螨,5~7 d 后死亡 (Momen and Abdel-Khalek, 2009)。其雌成螨在干净的黄瓜叶片和豌豆叶片上能分别存活 3 d 和 2.27 d (Hafez *et al.*, 1998),在不交配的情况下,可以饥饿 6.6 d (El-Halim *et al.*, 2000)。

### 1.3 越冬场所

Broufas 等 (2002) 调查柑橘园中芬兰真绥螨的越冬场所时,发现越冬态的苹小卷夜蛾茧附近的树皮裂缝是其最主要的越冬场所,其次,在果实收获后的花梗里、死的介壳虫或草蛉茧里以及被蚜虫寄生的干瘪枝杈处都是捕食螨的越冬场所。Bellini 等 (2005) 调查发现,橡胶树周围的多种杂草,如天蚕藻、藿香蓟等都是橘叶真绥螨转移寄主和越冬场所。木槿真绥螨可以在果园杂草和地面植物上越冬 (Rice and Jones, 1978)。

### 1.4 发育和生殖

真绥螨的个体发育经历卵、幼螨、第 1 若螨、第 2 若螨和成螨几个阶段。

卵圆真绥螨在 25℃,湿度为 75% 的条件下,以神泽氏叶螨为食物,雌雄螨的发育历期分别为 5.19 d 和 5.02 d,雌雄成螨的寿命分别为 16.24 d 和 12.91 d (Shih, 2010)。在 25℃,湿度为 70%,L:D = 14:10 的实验室条件下,用蓖麻花粉饲养 *Euseius alatus* 时,从卵至成螨各阶段的平均发育历

期均为 24 h,产卵期为 26.5 d,每雌日均产卵量为 1.4 粒,内禀增长率为 0.217,平均每 3.2 d 捕食螨种群增长 1 倍,一代后 (14.1 d) 种群数量增长 21.4 倍 (Reis and Alves,1997)。盾形真绥螨雌成螨至少交配 2 次才能达到最大产卵量 (Bounfour and McMurtry,1987)。棉真绥螨雄螨一生可进行 7 次交配,并具有较高的生殖能力 (Elsawi and Abou-Awad,1992)。

## 2 环境因子对生长发育及活动的影响

### 2.1 温度

Melo 等 (2009) 研究在不同温度下 (湿度为 70%、L:D = 12:12) 的 *Euseius alatus* 生物学习性时,得出在 18、21、24、27、30、33℃ 下雌成螨的产卵期分别为 14.0、8.1、5.5、4.9、3.8 和 3.1 d;卵、幼螨、第 1 若螨、第 2 若螨和成螨的发育起点温度分别为 12.52、13.85、14.86、14.86 和 13.31℃,有效积温分别为 22.32、14.23、16.23、17.3 和 70.16 日·度,并从发育生命表参数值分析得出 30℃ 为 *Euseius alatus* 最适合发育和繁殖温度。Kasap (2009) 用二斑叶螨为食物,并辅以桦树花粉饲喂芬兰真绥螨,在 16、20、25 和 30℃,湿度为 65%、L:D = 16:8 的条件下,发育至雌螨的历期分别为 29.48、18.15、7.28 和 5.90 d,25℃ 时的单雌总产卵量最高,为 30.53 粒,而在 30℃ 时的单雌日均产卵量最高,为 1.80 粒,内禀增长率也最大,为 0.220。Abou-Setta 和 Childers (1987) 研究发现 *Euseius mesembrinus* 的最适合生长和繁殖温度为 26~30℃。将草茎真绥螨雌雄螨置于 32℃ 交配后,雌螨将不产卵 (Ferragut *et al.*, 1987)。

彭艳等 (2009) 研究发现,温度对尼氏真绥螨 *Euseius nicholsi* 卵的孵化和孵化后性比均有较大的影响。在 19~25℃ 及 28~31℃ 范围内,孵化率随温度的升高而增大;在 25~28℃ 范围内,孵化率随温度的升高而显著减小。

### 2.2 湿度

真绥螨的生长发育通常需要有较高的湿度条件。70%~90% 的相对湿度是爱泽真绥螨 *Euseius aizawai* 卵孵化的最适湿度 (Li *et al.*, 2006)。相对湿度 50% 以下时,草茎真绥螨的卵不能正常孵化 (Ferragut *et al.*, 1987)。当温度保持在 25℃,相对

湿度分别为 33%、57%、73% 和 95% 时,在 73% 相对湿度下,盾形真绥螨的产卵量和卵孵化率最高,且捕食效率也较大 (El-Halim *et al.*, 2000)。然而盾形真绥螨卵在相对湿度 15% 条件下仍能孵化,未成熟期在 35℃ 虽然具有较高的致死率,但发现仍有捕食螨能正常发育,被认为是能耐温和耐旱的植绥螨 (Bounfour and McMurtry, 1987)。芬兰真绥螨的 RH<sub>50</sub> (50% 卵孵化的相对湿度) 为 53.1%,也是一种比较耐旱的植绥螨 (Schausberger, 1998)。

### 2.3 光照

Broufas 等 (2006) 研究冷藏储存和光周期对芬兰真绥螨的滞育解除的影响时,将滞育后芬兰真绥螨保持在 5℃ 下,保存时间分别为 7、10 和 13 周,然后放到 20℃ 条件下,有 50% 的雌成螨解除滞育的时间 (TA<sub>50</sub>) 随保存时间的延长而延长;将滞育的芬兰真绥螨保存在 20℃ 和连续变化的不同光照比 (L:D = 16:8, 14:10 和 13:11) 的条件下,滞育也很快解除。结果表明,寒冷 (5℃) 并非是芬兰真绥螨滞育的先决条件,光周期也是影响滞育的重要因素。

Broufas 和 Koveos (2001) 从 1997 到 1999 年在桃园中调查研究发现,芬兰真绥螨雌成螨在 10 月的第一周全部滞育,将滞育的捕食螨转移到实验室后,温度控制在 20℃,在 8:16h 的光照比条件下,93.7 d 后滞育解除;在 16:8h 光照比条件,不到 20 d,滞育解除。

### 2.4 食物

多食性的真绥螨,食物种类对其个体生长发育影响很大,花粉可起到重要作用。

秦素研和刘怀 (2006) 研究表明,用朱砂叶螨 + 花粉的组合更有利于尼氏真绥螨的生长发育和繁殖。Li 等 (2006) 用丝瓜、石榴、马桑、玉米等 19 种植物花粉作为饲料,研究爱泽真绥螨的生物学习性。结果显示,饲喂 8 种花粉可以使其完成生活史。取食马桑、玉米花粉或二者的混合花粉后,雌成螨寿命最长,且产卵期也最长;取食石榴、白桦花粉后,幼螨的存活率最高,为 70% 和 82%;取食丝瓜和石榴的混合花粉后,单雌产卵量最高,为 54.5 粒。Momen 和 El-Sawi (2008) 研究发现盾形真绥螨在取食蓖麻花粉后,比取食东方真叶螨等猎物后的发育历期短,且产卵量也较高。雌成

螨的寿命为 21.37 d, 内禀增长率最高, 为 0.338。Nomikou 等(2004)研究表明, 盾形真绥螨在取食香蒲花粉后, 相对于用单一的烟粉虱幼虫为猎物饲喂后产卵量增加, 但对烟粉虱的捕食率反而下降。

## 2.5 植物和植物营养状况

Seelmann 等(2007)对多种植物的调查研究发现, 芬兰真绥螨喜欢在毛少或比较光滑的植物叶片上栖息(reside)和活动, 而在毛多的叶片上存活率低, 且对猎物的捕食效率下降, 进而推测植物叶片上毛的多少影响了捕食者与猎物的相互关系。

在提供食物的情况下, 盾形真绥螨在用涕灭威(aldicarb)处理过的黄瓜叶片上存活率只有没有被处理过的叶片上的 1/10, 而巴氏钝绥螨却不受影响, 进而推测盾形真绥螨可能取食某些植物叶片组织的汁液(Nomikou *et al.*, 2003)。Grafton-Cardwell 和 Ouyang (1996)在分析柑橘叶片的营养状况对土拉真绥螨的影响时, 表明当对柑橘植株施肥浓度下降时, 叶片所含的 N、K、M<sub>n</sub> 和 Z<sub>n</sub> 含量也相应下降, 土拉真绥螨从第二代之后, 产卵量下降, 且产卵量降低与 N 和 M<sub>n</sub> 含量降低呈显著线性相关, 进而推测土拉真绥螨可以取食叶片汁液, 且汁液的营养状况影响捕食螨的生殖。

## 2.6 化学药剂

浓度为 1 ppm 的阿维菌素对未成熟期的棉真绥螨具有 12% ~ 20% 的致死率; 用阿维菌素处理过的二斑叶螨作为棉真绥螨的食物时, 雌螨产卵量明显降低, 发育至未成熟期的致死率达到 60%。用 250 ppm 的三氯杀螨醇处理二斑叶螨后, 棉真绥螨雌成螨取食后, 在 24 ~ 192 h 内, 死亡率从 30% 提高到 80%。192 h 后, 雌成螨几乎不产卵(Reda and El-Banhawy, 1988)。0.5 ppm 三十烷醇、8 ppm 杀灭菊酯和 33 ppm 氯氰菊酯不仅对尼氏真绥螨雌成螨杀伤力较小, 而且能刺激产卵。然而, 25 ~ 50 ppm 二氯苯醚菊酯对其生存和繁殖却有很大影响(张格成和李继祥, 1989)。Marchesini 和 Gambaro (1989)调查发现芬兰真绥螨在苹果树的分布和种群密度与使用杀菌剂和杀虫剂有直接关系。

用硫液(sulfur)喷洒过的葡萄叶片, 不仅可以杀死太平洋叶螨, 还会杀死柑橘上主要天敌——

木槿真绥螨, 且对后者影响更大, 导致后期害螨爆发危害(English-Loeb *et al.*, 1986)。Khan 和 Morse (2006)研究 4 种防治柑橘蓟马的药剂对土拉真绥螨的影响。结果表明, 施用氟氯氰菊酯 1 d 后, 对捕食螨就有较高的致死率, 而阿维菌素和溴虫腈是对土拉真绥螨影响最小的杀虫剂。

## 2.7 紫外线

Onzo 等(2010)研究紫外线对棍棒真绥螨的影响, 发现波长为 320 ~ 340 nm 的紫外线(A)对棍棒真绥螨没有影响, 而波长为 282 ~ 320 nm 的紫外线(B)对其有较高的致死率。对接有棍棒真绥螨雌成螨的木薯叶片下表面用紫外线 B 照射, 捕食螨存活率仅为 36%, 产卵量和卵孵化不受影响, 但若对产下的卵直接用紫外线 B 照射, 则卵不能孵化。

## 3 大量饲养

Allawi (1991)报道用各种花粉, 如蓖麻、玉米等花粉以及其他植物性材料为食物, 能大量繁殖盾形真绥螨。El-Halim 等(2000a, 2000b)研究食物种类对盾形真绥螨繁殖的影响, 结果表明, 由东方真叶螨和烟粉虱各虫态并辅以棕榈花粉组成的多型食物或由二斑叶螨卵、棕榈花粉和椰枣花粉的混合食料最适合盾形真绥螨的规模化饲养。而饲喂单一的食物, 捕食螨生殖率最低。*Euseius addoensis* 在只提供橘硬蓟马 *Thrips aurantii* 时, 难以饲养并建立稳定种群, 必须要辅以花粉或其它替代食物才能繁殖多代(Grout and Stephen, 1994)。

Shirdel 等(2003)在豆叶上接入二斑叶螨并提供杏仁花粉作为补充饲料便可在室内成功饲养芬兰真绥螨。Tanigoshi 等(1983)通过在实验室和温室饲养木槿真绥螨时发现, 冰叶日中花和宽叶香蒲花粉能提供适合木槿真绥螨生长和繁殖的营养, 在温室中种植的普通大豆植株叶片上提供以上两种花粉, 接种捕食螨 4 周后, 种群增长约 67 倍。

## 4 释放与应用

Grafton-Cardwell 等(1999)调查显示, 在有豆科植物如毛茛野豌豆、蚕豆和豌豆等覆盖的脐橙园中释放土拉真绥螨 4 周后, 捕食螨种群迅速增

长。另据报道,在 5 月份,柑橘园中按照 750 头/枝释放盾形真绥螨可以将柑橘全爪螨控制在较低密度水平 (Donia *et al.*, 1995)。在柑橘园中柑橘蓟马 *Scirtothrips citri* 发生危害前期,按照一次释放 2 000 头/株土拉真绥螨并撒放一些苹果花粉,可显著增加捕食螨种群密度,从而有效控制柑橘蓟马危害 (Grafton-Cardwell and Ouyang, 1995)。

张良武和曹爱华 (1993) 在柑橘园中小面积释放用赤眼蜂蛹饲养的尼氏真绥螨后的一个月后,在释放区内,柑橘全爪螨为 4.65 头/叶,无虫叶率为 19%,基本保持在释放前水平,空白区上升到 9.59 头/叶的水平,无虫叶率则降至 6%,表明用赤眼蜂蛹作为替代饲料所饲养的尼氏真绥螨具有控制柑橘园中柑橘全爪螨的能力。

Gan-Mor 等 (2010) 通过大田试验证明,在有鳄梨小爪螨 *Oligonychus perseae* 危害的多种植物中提供花粉,不仅有助于增加盾形真绥螨的种群数量,还能提高其对猎物的捕食能力和控制效果。

## 5 建议与展望

McMurtry 和 Croft (1997), 吴伟南等 (2008) 根据植绥螨的取食习性和相关的生物学与形态学特征,将植绥螨分为 4 种生活类型:只取食叶螨的专性捕食者、选择性捕食者、杂食性捕食者、嗜食花粉的捕食者。真绥螨属被划为第 4 种类型。由此可见花粉对真绥螨的食性和生长繁殖影响很大,成为划分该属的依据之一。因此在规模化饲养方面,多数学者便通过筛选花粉和配置人工饲料等进行尝试。由于具有兼性捕食的真绥螨,可以取食某些花粉后完成发育,保持种群增长,且花粉具有来源广、易收集、储存时间长和成本低等优点,成为真绥螨规模化饲养的比较理想的补充或替代饲料。但是花粉和人工饲料营养成分存在差异,影响捕食螨的生长发育,且长期用非自然猎物饲养的捕食螨,可能导致其遗传退化或捕食效率下降等问题。我们通过室内对栗真绥螨的初步研究发现,用从自然界人工采集的花粉饲喂的栗真绥螨比用市场上蜜蜂采集并通过加工过花粉饲喂后的产卵量高,且不同的花粉对栗真绥螨的饲养效果也具有很大差异。因此,有必要对花粉和真绥螨营养学方面开展研究。

世界上近 30 种植绥螨被规模化商品化生产,其中真绥螨中仅有一种。真绥螨的规模化生产一

直是饲养过程中的一个难点问题,应加强此方面的研究。

近年来,随着大棚蔬菜面积的不断扩大,粉虱和蓟马的发生呈现上升势头,给各地蔬菜带来了很大的威胁。如何控制二者危害,是目前比较紧迫的课题,而利用捕食螨天敌进行生物防治是重要的方法之一。一些学者已报道了几种对粉虱及蓟马有一定控制作用的真绥螨种类。如 Pijnakker (2005) 发现卵圆真绥螨能在温室白粉虱危害的玫瑰植株上迅速定殖,在 10 种被测试的捕食螨中是对粉虱控制作用最有效的。Messelink 等 (2006) 同样发现,卵圆真绥螨对温室白粉虱有较大的防治潜力。而且,对西方花蓟马的控制作用甚至超过了黄瓜新小绥螨 *Neoseiulus cucumeris*。Sengonca 等 (2004) 发现柑橘真绥螨、芬兰真绥螨和草茎真绥螨对西方花蓟马均有较强的捕食作用。我们在捕食螨研究中也发现了栗真绥螨对西方花蓟马的捕食作用与黄瓜新小绥螨相当 (吴圣勇等, 2009)。因此,应加强上述几种真绥螨的大量饲养和应用研究,探寻以释放捕食螨为主的生物防治方法控制温室蔬菜和花卉植物上的主要害虫,提高绿色蔬菜和花卉品质。

真绥螨是大田、种植园、森林等普遍存在、种群分布数量较大的捕食性天敌 (Ragusa and Paoletti, 1985; Feres and Moraes, 1998; Mineiro *et al.*, 2006; Praslicka and Bartekova, 2008; Praslicka *et al.*, 2009), 已经成为农林害虫防治中重要的生防资源。目前国内开展研究的主要是尼氏真绥螨、芬兰真绥螨、栗真绥螨和卵圆真绥螨等,主要研究生物学、饲养和抗性品系培育等,对规模化饲养和释放应用方面的研究较少,因此,积极发掘具有应用潜力的品种,探索规模化饲养方法,结合大田和温室释放,合理评价田间效果是今后开展真绥螨研究的方向。

## 参考文献 (References)

- Abdel-Gawaad AA, El-Sayed AM, Shalaby FF, Abo-El-Ghar MR, 1990. Natural enemies of *Bemisia tabaci* Genn. and their role in suppressing the population density of the pest. *Agr. Res. Rev.*, 68(1):185–195.
- Abou-Setta MM, Childers CC, 1989. Biology of *Euseius mesembrinus* (Acari:Phytoseiidae): Life tables and feeding behavior on tetranychid mites on citrus. *Environ.*

- Entomol.* ,18:665 – 669.
- Abou-Setta MM, Childers CC, 1987. Biology of *Euseius mesembrinus* (Acari:Phytoseiidae): life tables on ice plant pollen at different temperatures with notes on behavior and food range. *Exp. Appl. Acarol.* ,3(2):123 – 130.
- Allawi TF, 1991. Biological and ecological studies on indigenous and introduced phytoseiid mites; Mass rearing and study of the effect of different pollen and other plant derivatives on the fecundity and longevity of *Euseius scutalis* (A.-H.). *Dirasat. Series B, Pure Appl. Sci.* ,18(1):57 – 67.
- Al-Shammery KA, 2010. Different biological aspects of the predaceous mite *Euseius scutalis* (Acari:Gamasida:Phytoseiidae) and the effects due to feeding on three tetranychid mite species in Hail, Saudi Arabia. *Asian. J. Biol. Sci.* ,3(2):77 – 84.
- Badii MH, Flores AE, 1990. Ecological studies of mites on citrus in Nuevo Leon, Mexico: preliminary surveys for phytoseiids. *Int. J. Acarol.* ,16(4):235 – 239.
- Badii MH, Hernandez-Ortiz E, Flores AE, Landeros J, 2004. Prey stage preference and functional response of *Euseius hibisci* to *Tetranychus urticae* (Acari:Phytoseiidae, Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* ,34(3/4):263 – 273.
- Barbosa FR, Goncalves ME de C, Moreira WA, Alencar JA de, Souza EA de, Silva CSB da, Souza A de M, Miranda I da G, 2005. Arthropods-pest and predators associated with mango trees at the vale do Sao Francisco, Northeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* , 34(3):471 – 474.
- Bellini MR, Moraes GJ de, Feres RJF, 2005. Weeds as alternative substrates to phytoseiids (Acari, Phytoseiidae) in rubber tree *Hevea brasiliensis*, Muell. Arg. (Euphorbiaceae) cultivation. *Rev. Bras. Zool.* ,22(1):35 – 42.
- Bernard MB, Horne PA, Hoffmann AA, 2004. Developing an ecotoxicological testing standard for predatory mites in Australia: acute and sublethal effects of fungicides on *Euseius victoriensis* and *Galendromus occidentalis* (Acarina:Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* ,97(3):891 – 899.
- Bounfour M, McMurtry JA, 1987. Biology and ecology of *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acarina:Phytoseiidae). *Hilgardia* , 55(5):1 – 23.
- Broufas GD, Koveos DS, Georgatsis DI, 2002. Overwintering sites and winter mortality of *Euseius finlandicus* (Acari:Phytoseiidae) in a peach orchard in northern Greece. *Exp. Appl. Acarol.* ,26(1/2):1 – 12.
- Broufas GD, Koveos DS, 2001. Cold hardiness characteristics in a strain of the predatory mite *Euseius* (*Amblyseius*) *finlandicus* (Acari:Phytoseiidae) from Northern Greece. *Ann. Entomol. Soc. Am.* ,94(1):82 – 90.
- Broufas GD, Pappas ML, Koveos DS, 2006. Effect of cold exposure and photoperiod on diapause termination of the predatory mite *Euseius finlandicus* (Acari:Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* ,35(5):1216 – 1221.
- Bruce-Oliver SJ, Hoy MA, Yaninek JS, 1996. Effect of food sources associated with cassava in Africa on the development, fecundity and longevity of *Euseius fustis* (Pritchard and Baker) (Acari:Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* ,20(2):73 – 85.
- Cardoso MSM, Vieira MR, Figueirav JC, Silva HAS, 2010. Predatory activity of *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari:Phytoseiidae) on *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari:Tenuipalpidae). *Arq. Inst. Biol. (Sao Paulo)* ,77(3):471 – 476.
- Dicke M, Sabelis MW, Jong M de, Alers MPT, 1990. Do phytoseiid mites select the best prey species in terms of reproductive success? *Exp. Appl. Acarol.* , 8(3):161 – 173.
- Dicke M, Sabelis MW, Jong M de, 1988. Analysis of prey preference in phytoseiid mites by using an olfactometer, predation models and electrophoresis. *Exp. Appl. Acarol.* , 5(3/4):225 – 241.
- Donia ARA, Helal EM, El-Hamid MMA, Zakzouk EA, 1995. Mass rearing and field evaluation of released predaceous mite, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) on the citrus whitefly, *Aleurotrachelus citri* (Priesner & Hosny). *Alexandria J. Agr. Res.* ,40(3):209 – 219.
- El-Halim SMA, Hanna MA, Abdella MM, Ramadan MF, 2000. Evaluation of food type, availability of food and competition as factors affecting mass rearing of the predaceous mite *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acari:Phytoseiidae). *Egypt. J. Biol. Pest. Co.* ,10(1/2):33 – 38.
- El-Halim SMA, Hanna MA, Abdella MM, Ramadan MF, 2000. Factors affecting biological aspects of *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acari:Phytoseiidae). *Egypt. J. Biol. Pest. Co.* ,10(1/2):57 – 66.
- Elsawi SA, Abou-Awad BA, 1992. Starvation and fertilization affecting reproduction in *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot and *A. gossipi* El-Badry (Acari, Phytoseiidae). *J. Appl. Entomol.* ,113(3):239 – 243.
- English-Loeb GM, Flaherty DL, Wilson LT, Barnett WW, Leavitt GM, Settle WH, 1986. Pest management affects spider mites in vineyards. *Calif. Agr.* ,40:3 – 4, 28 – 30.
- Feres RJF, Moraes GJ de, 1998. Phytoseiid mites (Acari:

- Phytoseiidae) from woody areas in the State of Sao Paulo, Brazil. *Syst. Appl. Acarol.* ,3:125 – 132.
- Ferragut F, Garcia-Mari F, Costa-Comelles J, Laborda R, 1987. Influence of food and temperature on development and oviposition of *Euseius stipulatus* and *Typhlodromus phialatus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* , 3 (4):317 – 329.
- Ferragut F, Laborda R, Costa-Comelles J, Garcia-Mari F, 1992. Feeding behaviour of *Euseius stipulatus* and *Typhlodromus phialatus* on the citrus red mite *Panonychus citri* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Entomophaga* , 37(4):537 – 543.
- Franco RA, Reis PR, Zacarias MS, Oliveira DC, 2010. Influence of the webbing produced by *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) on associated predatory phytoseiids. *Neotrop. Entomol.* , 39 (1): 97 – 100.
- Gan-Mor S, Weintraub P, Ronen B, Argov Y, Maoz Y, Adar E, Palevsky E, 2010. Electrostatic applicator for predators food deposition and population augmentation on pepper and avocado. *Aspect Appl. Biol.* ,99:425 – 430.
- Gouvea Ade, Zanella CF, Mazaro SM, Donazzolo J, Alves LFA, 2007. Association and population density of mite predators in the mate-tea tree *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae) with or without the presence of phytophagous mites. *Cienc. Rural.* ,37(1):1 – 6.
- Grafton-Cardwell EE, Ouyang YuLing, 1995. Manipulation of the predacious mite, *Euseius tularensis* (Acari: Phytoseiidae), with pruning for citrus thrips control. Thrips biology and management: proceedings of the 1993 International Conference on Thysanoptera. 251 – 254.
- Grafton-Cardwell EE, Ouyang Y, 1995. Augmentation of *Euseius tularensis* (Acari:Phytoseiidae) in citrus. *Environ. Entomol.* ,24(3):738 – 747.
- Grafton-Cardwell EE, Ouyang Y, Bugg RL, 1999. Leguminous cover crops to enhance population development of *Euseius tularensis* (Acari:Phytoseiidae) in citrus. *Biol. Control.* ,16(1):73 – 80.
- Grafton-Cardwell EE, Ouyang Y, 1996. Influence of citrus leaf nutrition on survivorship, sex ratio, and reproduction of *Euseius tularensis* (Acari: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* ,25(5):1020 – 1025.
- Grout TG, Stephen PR, 1994. Importation of *Neoseiulus cucumeris*; how will it affect existing thrips control by *Euseius addoensis* on Citrus? *Citrus J.* ,4(2):22 – 24.
- Hafez SM, Megali MK, Habashy NH, 1998. Preying efficiency and behaviour of *Euseius scutalis* (A. -H. ) on two vegetable crops in laboratory studies. *Egypt. J. Agr. Res.* , 76(1):69 – 76.
- Kabicek J, 2008. Cohabitation and intraleaf distribution of phytoseiid mites (Acari:Phytoseiidae) on leaves of *Corylus avellana*. *Plant Prot. Sci.* ,44(1):32 – 36.
- Kasap I, 2009. Influence of temperature on life table parameters of the predaceous mite *Euseius finlandicus* (Oudemans) (Acari:Phytoseiidae). *Turk. J. Agr. For.* , 33(1):29 – 36.
- Khan I, Morse JG, 2006. Impact of citrus thrips chemical treatments on the predatory mite *Euseius tularensis*. *J. Appl. Entomol.* ,130(6/7):386 – 392.
- Kropeczynska-Linkiewicz D, Kazmierczak B, Gorecka J, 2005. The potential of native phytoseiid species for the control of spider mites on lindens in nurseries. *Bull. OILB/ SROP* , 28(1):171 – 174.
- Li D, He Y, Li H, 2006. Biology and life table of the predatory mite *Euseius aizawai* (Acari: Phytoseiidae). *System. Appl. Acarol.* ,11(2):159 – 165.
- Marchesini E, Gambaro PI, 1989. Study on phytoseiids in vineyards of Valpolicella in relation to control programmes. Comparison between two species; *Amblyseius aberrans* (Oud.) and *Typhlodromus pyri* Scheuten. *Redia* , 72(2): 609 – 621.
- McMurtry JA, Moraes GJ de, Johnson HG, 1992. Arrestment responses of some phytoseiid mites to extracts of *Oligonychus punicae*, *Tetranychus urticae* and pollen. *Isr. J. Entomol.* ,15/16:29 – 34.
- McMurtry JA, Croft BA, 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* , 42:291 – 321.
- McMurtry JA, 1980. Biosystematics of three taxa in the *Amblyseius finlandicus* group from South Africa, with comparative life history studies (Acari:Phytoseiidae). *Int. J. Acarol.* ,6(2):147 – 156.
- Melo JW da S, Domingos CA, Galvao AS, Gondim Junior MGC, Moraes GJ de, 2009. Biology of predator mite *Euseius alatus* DeLeon (Acari:Phytoseiidae) under different temperatures. *Acta Sci -Agr.* ,31(3):391 – 396.
- Messelink GJ, Maanen R van, Steenpaal SEF van, Janssen A, 2008. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biol. Control.* ,44(3):372 – 379.
- Messelink GJ, Steenpaal SEF van, Ramakers PMJ, 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *Biol. Control.* ,51 (6):753 – 768.



- Mineiro JL de C, Sato ME, Raga A, Arthur V, Cangani KG, Barbosa FV, 2006. Diversity of mites (Arachnida: Acari) on five cultivars of two species of coffee (*Coffea* spp.) in Garca, State of Sao Paulo, Brazil. *Arq. Inst. Biol.* (Sao Paulo), 73(3):333–341.
- Momen FM, Abdel-Khalek AA, 2009. Juvenile survival and development of *Typhlodromips swirskii*, *Euseius scutalis* and *Typhlodromus athiasae* (Acari: Phytoseiidae) feeding on con- and heterospecific immatures. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, 44(1):167–176.
- Momen FM, El-Sawi S, 2008. Life-history traits of the predacious mite, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) on eggs of three insects (Lepidoptera: Noctuidae). *Egypt. J. Biol. Pest. Co.*, 18(2):283–287.
- Nguyen TV, Shih CT, 2010. Development of *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) and *Euseius ovalis* (Evans) feeding on four tetranychid mites (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) and pollen. *J. Asia-Pacific Entomol.*, 13(4):289–296.
- Nomikou M, Janssen A, Sabelis MW, 2003. Phytoseiid predator of whitefly feeds on plant tissue. *Exp. Appl. Acarol.*, 31(1/2):27–36.
- Nomikou M, Janssen A, Sabelis MW, 2003. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on nonprey food sources. *Exp. Appl. Acarol.*, 31(1/2):15–26.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW, 2004. Vulnerability of *Bemisia tabaci* immatures to phytoseiid predators; consequences for oviposition and influence of alternative food. *Entomol. Exp. Appl.*, 110(2):95–102.
- Nomikou M, Meng RX, Schraag R, Sabelis MW, Janssen A, 2005. How predatory mites find plants with whitefly prey. *Exp. Appl. Acarol.*, 36(4):263–275.
- Onzo A, Sabelis MW, Hanna R, 2010. Effects of ultraviolet radiation on predatory mites and the role of refuges in plant structures. *Environ. Entomol.*, 39(2):695–701.
- Ozawa M, Yano S, 2009. Pearl bodies of *Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep. (Vitaceae) as alternative food for a predatory mite *Euseius sojaensis* (Ehara) (Acari: Phytoseiidae). *Ecol. Res.*, 24(2):257–262.
- Perez Otero R, Mansilla Vazquez P, Lopez Villarreal MJ, 2005. First inventory of phytoseiids found on horticultural crops growing in O Salnes area (NW Spain). *Boletín De Sanidad Vegetal Pla.*, 31(3):343–351.
- Phillips P, Wood C, Blake M, 1984. Interaction of predaceous mites and thrips in Ventura. *Citrograph*, 69(9):229–230, 232.
- Pijnakker J, 2005. A predatory mite for control of greenhouse whitefly on roses. *PHM. Revue. Horticole*, 467:37–40.
- Pijnakker J, 2005. Biocontrol of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* with the predatory mite *Euseius ovalis* in cut roses. *Bull. OILB/SROP*, 28(1):205–208.
- Praslicka J, Bartekova A, 2008. Occurrence of predatory mites of the Phytoseiidae family on apple-trees in integrated and ecological orchards. *Plant Prot. Sci.*, 44(2):57–60.
- Praslicka J, Bartekova A, Schlarmannova J, Malina R, 2009. Predatory mites of the Phytoseiidae family in integrated and ecological pest management systems in orchards in Slovakia. *Biologia* (Bratislava), 64(5):959–961.
- Ragusa S, Paoletti MG, 1985. Phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) of corn and soybean agroecosystems in the lowlying plain of Veneto (N-E Italy). *Redia*, 68:69–89.
- Rasmy AH, Abdel-Rahman HA, Abdel-Kader MM, Hussein HE, 1991. Different responses of three predatory mite species to *Tetranychus urticae*, *Eriophyes dioscoridis* and *Brevipalpus pulcher*: evidence for the existence of kairomones and allomones. *Entomophaga*, 36(1):131–137.
- Raza ABM, Afzal M, Bashir MH, 2005. Biology of *Euseius septicus* Chaudhari (Acari: Phytoseiidae) preying on two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) at different temperatures. *Pak. Entomol.*, 27(1):85–88.
- Reda AS, El-Banhawy EM, 1988. Effect of avermectin and dicofol on the immatures of the predacious mite *Amblyseius gossipi* with a special reference to the secondary poisoning effect on the adult female (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 33(3):349–355.
- Reis PR, Alves EB, 1997. Biology of the predatory mite *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae). *An. Soc. Entomol. Bra.*, 26(2):359–363.
- Rice RE, Jones RA, 1978. Mites in almonds and stone fruits. *Calif. Agr.*, 32(4):20–21.
- Sabelis MW, Baan HE van der, 1983. Location of distant spider mite colonies by phytoseiid predators; demonstration of specific kairomones emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. *Entomol. Exp. Appl.*, 33(3):303–314.
- Satpathy JM, Mania PK, 1970. New record of a Phytoseiid mite, *Amblyseius finlandicus* Oudem. occurring in sugarcane with notes on its life history and bionomics. *J. Bombay. Nat. Hist. Soc.*, 66(3):648–655.
- Schausberger P, 1997. Inter- and intraspecific predation on immatures by adult females in *Euseius finlandicus*,

- Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* ,21(3):131–150.
- Schausberger P, 1998. The influence of relative humidity on egg hatch in *Euseius finlandicus*, *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari, Phytoseiidae). *J. Appl. Entomol.* ,122(9/10):497–500.
- Seelmann L, Auer A, Hoffmann D, Schausberger P, 2007. Leaf pubescence mediates intraguild predation between predatory mites. *Oikos*, 116(5):807–817.
- Sengonca C, Zegula T, Blaeser P, 2004. The suitability of twelve different predatory mite species for the biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Z. Pflanzenschut.* ,111(4):388–399.
- Shibao M, Ehara S, Hosomi A, Tanaka H, 2004. Seasonal fluctuation in population density of phytoseiid mites and the yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) on grape, and predation of the thrips by *Euseius sojaensis* (Ehara) (Acari: Phytoseiidae). *Appl. Entomol. Zool.* ,39(4):727–730.
- Shih CT, 2010. Development of *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) and *Euseius ovalis* (Evans) feeding on four tetranychid mites (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) and pollen. *J. Asia-Pacific Entomol.* ,13(4):289–296.
- Shirdel D, Kamali K, Ostovan H, Arbabi M, 2003. Comparison of rearing methods of two predatory mites species *Typhlodromus kettanehi* Dosse and *Euseius finlandicus* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae). *Appl. Entomol. Phytopathol.* ,70(2):25–27.
- Steiner M, Goodwin S, 2005. Managing tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyiidae) in greenhouse tomato crops. *Bull. OILB/SROP*, 28(1):245–248.
- Tanigoshi LK, Nishio-Wong JY, Fargerlund J, 1983. Greenhouse- and laboratory-rearing studies of *Euseius hibisci* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae), a natural enemy of the citrus thrips, *Scirtothrips citri* (Moulton) (Thysanoptera: Thripidae). *Environ. Entomol.* ,12(4):1298–1302.
- Tuovinen T, Rokx JAH, 1991. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on apple trees and in surrounding vegetation in southern Finland. Densities and species composition. *Exp. Appl. Acarol.* ,12(1/2):35–46.
- Yee WL, Phillips PA, Rodgers J, Faber BA, 2000. Abundance and population trends of predators of *Scirtothrips perseae* (Thysanoptera: Thripidae) and *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae) on avocado in Ventura County, California. California Conference on Biological Control II, The Historic Mission Inn Riverside, California, USA, 11–12 July. 195–200.
- 彭艳, 金道超, 韦莉丽, 陈继辉, 2009. 饲油茶花粉的尼氏真绥螨性分配的初步研究. 贵州农业科学, 37(8):81–82.
- 秦素研, 刘怀, 2006. 食物对尼氏真绥螨发育繁殖和朱砂叶螨捕食量的研究. 西南农业大学学报, 28(1):87–89.
- 王源岷, 徐筠, 1990. 北京地区的植绥螨. 北京农业科学(增刊):2.
- 吴伟南, 欧剑峰, 黄静玲, 2008. 中国动物志——植绥螨科. 北京科学出版社. 215–243.
- 吴伟南, 张金平, 方小端, 刘慧, 郭明昉, 2008. 植绥螨的营养生态学及其在生物防治上的应用. 中国生物防治, 24(1):85–90.
- 吴圣勇, 徐学农, 王恩东, 2009. 栗真绥螨和黄瓜新小绥螨对西方花蓟马初孵幼虫功能反应的比较. 中国生物防治, 25(4):295–298.
- 张格成, 李继祥, 1989. 七种农药对柑桔害螨天敌——尼氏钝绥螨的影响. 中国柑橘, 18(4):35–36.
- 张新虎, 沈慧敏, 2001. 芬兰钝绥螨对二点叶螨捕食作用的研究. 甘肃科学学报, 13(2):35–37.
- 张良武, 曹爱华, 1993. 应用赤眼蜂蛹人工饲养尼氏钝绥螨的研究简报. 生物防治通报, 9(1):9–11.