



叶螨的重要天敌——深点食螨瓢虫的研究进展*

张 娜** 刘玉升 谢丽霞***

(山东农业大学植物保护学院, 山东省蔬菜病虫生物学重点实验室, 泰安 271018)

摘 要 叶螨个体小、分布广、繁殖力高、扩散速度快, 易对化学杀虫剂产生抗性, 在农业生产中为害严重且防治困难, 是世界性的重要害虫。在果园等农业生态系统中, 深点食螨瓢虫 *Stethorus punctillum* Weise 是食螨瓢虫和叶螨天敌中的优势种, 对叶螨种群的生物防治起着极其重要的作用。本文综述了深点食螨瓢虫的研究进展, 主要包括形态特征、地理分布、发生规律、生态学、行为学、人工饲养等方面的研究, 阐明了深点食螨瓢虫作为叶螨天敌的重要作用, 以期充分利用该瓢虫生物防治叶螨提供科学参考。

关键词 深点食螨瓢虫; 叶螨; 生物防治; 捕食; 天敌

Advances in research on *Stethorus punctillum*, an important predator of the spider mite

ZHANG Na** LIU Yu-Sheng XIE Li-Xia***

(College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Shandong Provincial Key Laboratory for Biology of Vegetable Diseases and Insect Pests, Taian 271018, China)

Abstract The spider mite an important global pest due to its small size, wide distribution, high reproductive capacity, rapid dispersal and resistance to insecticides. *Stethorus punctillum* Weise is a natural predator of spider mites that plays an important role in the biological control of these pests in orchards and other agricultural ecosystems. We summarize progress in research on *S. punctillum*, including its morphological characteristics, geographical distribution, occurrence, ecology, ethology, feeding and related factors affecting predation. This review documents the important role of *S. punctillum* in controlling spider mites and promotes the further utilization of this species as a biological control for these pests.

Key words *Stethorus punctillum*; spider mite; biological control; predation; natural enemy

叶螨隶属于蛛形纲 Arachnida, 蜱螨亚纲 Acari, 绒螨目 Trombidiformes, 叶螨科 Tetranychidae, 是果树、蔬菜、粮食及经济作物的世界性重要害虫。叶螨繁殖速度快, 发生代数多, 为害重, 对化学杀螨剂的抗药性产生快, 进一步加大了防治难度(蒋红波等, 2016; 封云涛等, 2018)。针对叶螨的为害现状, 生物防治具有对叶螨种群控制效果持久, 对环境无污染的优点, 因此人们对叶螨天敌的研究与利用开展

较早并不断深入(庞雄飞和毛金龙, 1975; 刘晓虹等, 2018)。

深点食螨瓢虫 *Stethorus punctillum* Weise (1891), 又名深点颧瓢虫, 隶属于鞘翅目 Coleoptera 瓢虫科 Coccinellidae(庞雄飞, 1966), 是食螨瓢虫的优势种, 具有出现早、数量多、发生期长, 控制叶螨迅速高效等诸多优点(Roy et al., 2002, 2005; 方红联, 2004), 是果园等农业生态系统中控制叶螨种群的重要因素(Poza

*资助项目 Supported projects: 国家自然科学基金项目(31970401)

**第一作者 First author, E-mail: 764076392@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: xielixia2006@163.com

收稿日期 Received: 2019-04-13; 接受日期 Accepted: 2019-06-16

et al., 2005; *Franin et al.*, 2014; *Latifian*, 2017; 刘晓虹等, 2019a, 2019b)。

1 形态特征

深点食螨瓢虫的卵肉眼可见, 长椭圆形或圆筒形, 灰白色, 在幼虫出壳前变为深灰色, 长 0.36-0.46 mm, 宽约 0.21 mm, 孵化时色较暗。幼虫体长 2.8-3.0 mm, 体宽 0.6-0.7 mm, 低龄幼虫淡黄色, 老熟时体中部土红至土黄色, 有许多长而分支的毛。除头部外, 体节共 13 节, 具黑色斑纹, 每一胸节背面有一对长而不规则的黑斑, 腹部比头胸长, 化蛹前全身呈浅红色。蛹为离蛹, 黑色, 卵圆形, 小而扁, 长约 1.6 mm, 翅芽突出, 全身被有黄色短毛, 肛门节粘有脱下的幼虫皮 (朱福杏, 1980; 杨海峰和王惠珍, 1981)。成虫卵圆形, 呈半球形拱起, 体黑色生有稀疏、纤细的淡黄到白色的短绒毛, 各地区体长、宽有差异。口器、触角、足股节末端、胫节和跗节均为黄色, 腿节基部黑褐色, 端部褐黄色。小盾片较小。头、前胸背板、鞘翅及腹面均有较深的刻点, 两侧刻点粗而密; 前胸腹板前缘中央微向前弧形突出, 无纵隆线。雌雄形态有差别, 雌性第 6 腹板中央部分向外突出, 而雄性向内凹陷, 且外生殖器阳基短而细长, 中叶正面观两侧几乎平行, 端部收窄 (刘崇乐, 1962; 蒲天胜和庞雄飞, 1986; *Iqbala et al.*, 2018)。

2 地理分布

深点食螨瓢虫最早被发现于古北区的欧洲, 随后在非洲、亚洲、美洲和大洋洲均有分布 (庞雄飞和毛金龙, 1975; 赵富强, 2004; *Roy et al.*, 2005)。截至 2016 年 5 月, 深点食螨瓢虫在我国的黑龙江、辽宁、内蒙古、河南、河北、北京、山东、山西、陕西、安徽、新疆、甘肃、湖北、江苏、上海、湖南、贵州、四川、江西、浙江、福建和广西等 22 个省市已有分布记录 (宗良炳等, 1982; 李文江, 1985; 杨孝龙等, 1992; 洪思泽等, 1995; 刘永江等, 1998; 任宝君和马桂珍, 2000; 齐巧丽等, 2009; 成玲玉等, 2014; 李广等, 2016; 胡文俐, 2016), 是一种分布广

泛、适应能力强的食螨瓢虫。

3 发生规律

深点食螨瓢虫属完全变态类型, 一生经过卵、幼虫、蛹和成虫 4 个阶段, 其中幼虫通常为 4 个龄期。该瓢虫以成虫在树皮、卷叶、落叶层或土缝中越冬 (*Roy et al.*, 2005)。越冬、出蛰和发生世代数在不同地区存在差异 (表 1)。

4 生态学

4.1 温、湿度对深点食螨瓢虫生长发育和寿命的影响

沈妙青和郭振中 (1998) 研究了温度对深点食螨瓢虫种群的影响, 结果表明从卵期到产卵前期最高临界发育温度为 34.19-35.68 °C, 超过此温区将不再发育; 最低临界发育温度为 9.74-12.20 °C; 最适发育温度为 24.96-26.11 °C。从整个世代看, 其最低临界发育温度、最适发育温度和最高临界发育温度分别为 10.02、26.22 和 34.02 °C。Parvin 等 (2010) 在 29.18 °C 和相对湿度 82.13% 的实验室条件下, 观察到深点食螨瓢虫以二斑叶螨为食, 从卵发育到成虫需 (14.67±0.17) d。方红联 (2004) 在实验室条件下研究得出卵、幼虫、蛹和成虫的发育起点温度分别为 10.1、9.7、14.2、12.7 °C。*Roy* 等 (2002, 2003) 研究了在 10-38 °C (±0.5 °C) 范围内的 12 个恒温条件下该瓢虫取食迈克氏叶螨 *Tetranychus mcdanieli* 的发育情况, 结果表明深点食螨瓢虫在 14-34 °C 范围内均能发育为成虫。发育的最适温度范围为 24-30 °C, 各虫态及全世代平均发育历期随温度升高而缩短。在温度 20-25 °C 时, 幼虫可有 5 个龄期, 25 °C 以上多为 4 个龄期, 少有 3 个龄期的个体。最适产卵温度为 25 °C, 高于 38 °C 时幼虫不能孵化。低于 9.1 °C 和高于 35 °C 时, 成虫和幼虫的活动均受到抑制 (刘永生, 2002; *Ali et al.*, 2014)。此外, 在对低温的耐受方面, 深点食螨瓢虫的成虫 > 幼虫 > 蛹 (方红联, 2004)。可见, 温度对深点食螨瓢虫的发育历期和寿命都有显著的影响, 而相对湿度对其无显著影响 (*Biswas et al.*, 2007)。

表 1 我国各地区记录的深点食螨瓢虫发生规律
Table 1 The occurrence rule of *Stethorus punctillum* in China

地区 Region	发生世代数 Number of generations	出蛰期 Post-hibernation	发生盛期 Occurrence peak	越冬期 Hibernation	参考文献 References
辽宁 Liaoning	4-5	5 月上旬 Early May	7-9 月 July to September	9 月下旬 Late September	辽宁省复县得利寺果树 科学实验站, 1977 Delisi Fruit tree science experiment station, Fuxian, Liaoning province, 1977
河南 Henan	4-5	3 月 March	7-9 月 July to September	10 月下旬 Late October	姜廷荣等, 1982
山东 Shandong	4-5	4 月 April	7-8 月 July to August	10 月下旬 Late October	梁玉本, 2002
新疆 Xinjiang		5 月中下旬 Mid-late May	7-8 月 July to August	10 月下旬 Late October	陈芳等, 2004b
湖北 Hubei	4-5	3 月下旬 Late March	6-9 月 June and September	11 月 November	刘永生和匡银近, 2000
江苏 Suzhou	4	4 月上旬 Early April	7、9 月 July and September	11 月下旬 Late November	朱福杏, 1980
上海 Shanghai		4 月 April	9 月 September	11 月 November	上海师范大学生物系, 1976 Biology department, Shanghai Normal University, 1976
湖南 Hunan		4 月 April	6 月中下旬 Mid-late June	11 月 November	周程爱等, 1990
贵州 Guizhou	6	3 月 March	6-9 月 June to September	10 月下旬 Late October	方红联, 2004
福建 Fujian	6	3 月 March	6-9 月 June to September	10 月下旬 Late October	方红联, 2004
四川 Sichuan	7-8	3 月 March	9-10 月 September to October	11 月 November	张权炳, 2004

4.2 寄主植物对深点食螨瓢虫繁殖的影响

寄主植物对深点食螨瓢虫的繁殖具有影响。在花生、豇豆、玉米、辣椒和茄子这 5 种供试植物中,花生是最适宜二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 和深点食螨瓢虫繁殖的植物 (Bayoumy *et al.*, 2014; 刘晓虹等, 2019b)。而以转基因玉米作为寄主植物,尚未发现对深点食螨瓢虫的毒害作用。研究者先分别用 Bt 玉米和非 Bt 玉米饲养二斑叶螨 2 个月后,再用取食两种玉米的二斑叶螨分别喂食深点食螨瓢虫,结果显示幼虫、成虫的存活发育和成虫的干重无差异;但 Bt 处理组的雌性瓢虫产卵前期更短,繁殖力更强,可能是由于 Bt 玉米和非 Bt 玉米间的某种

未知特性的差异所致 (Álvarez-Alfageme *et al.*, 2008; Li and Romeis, 2010)。

4.3 捕食功能研究

关于深点食螨瓢虫对叶螨捕食作用的研究较多。周程爱等 (1990) 通过观察桔园里的深点食螨瓢虫对柑橘全爪螨 *Panonychus citri* 的捕食作用,发现深点食螨瓢虫的捕食功能属于 Holling II 型,成虫的搜索效应是幼虫的 1.47 倍,处置时间是幼虫的 6.50 倍。3 龄、4 龄幼虫和成虫为主要捕食虫态,4 龄幼虫喜食柑橘全爪螨的卵或幼螨,成虫取食混合螨态的日捕食量可达 40.5 头,能较好控制柑橘全爪螨 (胡学难, 1994; 沈妙青等, 1996; 刘永生和匡银近, 2000)。与

对柑橘全爪螨的捕食喜好性相似,深点食螨瓢虫对二斑叶螨的卵、幼螨和若螨的捕食量均大于成螨。3 龄幼虫对二斑叶螨的卵有强烈的偏好,在二斑叶螨为害发生水平低等或中等时,该瓢虫能将害螨种群的发生量控制在经济阈值以下,北美地区已成功利用深点食螨瓢虫来防治二斑叶螨 (Raworth, 2001)。任茂琼等 (2014) 及卢永宏和杨群芳 (2010) 分别研究了微小花蝽 *Orius minutus*、深点食螨瓢虫、食螨瘿蚊 *Acaroletes* sp. 和塔六点蓟马 *Scolothrips takahashii* 等多种天敌对朱砂叶螨的捕食作用。在朱砂叶螨的众多天敌中,深点食螨瓢虫仍是优势种,且该瓢虫的种内干扰作用和种内竞争强度最小 (杨群芳和卢永宏, 2011; 任茂琼等, 2014)。通过研究深点食螨瓢虫、中华草蛉和塔六点蓟马等天敌对截形叶螨 *Tetranychus truncates* 的捕食作用,同样发现深点食螨瓢虫是天敌中的优势种,且对截形叶螨的卵有明显偏好 (郭文超等, 2003; 张坤, 2015; 木叶沙尔·艾尔肯和阿地力·沙塔尔, 2016)。鲁素玲等 (2001) 和蒋世铮等 (2012) 研究了深点食螨瓢虫等天敌对土耳其斯坦叶螨 *Tetranychus turkestanii*、山楂叶螨 *Amphitetranychus viennensis* 的捕食功能研究,该瓢虫捕食量随猎物密度的增加而增大且在捕食过程中种内干扰作用增大。顾耘等 (1996)、杨帅等 (2013) 比较了深点食螨瓢虫对朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* 与二斑叶螨的捕食作用,该瓢虫的幼虫和成虫均喜食二斑叶螨;截形叶螨与土耳其斯坦叶螨相比,深点食螨瓢虫偏好截形叶螨 (Roy *et al.*, 1999; Rott and Ponsonby, 2000; Ragkou *et al.*, 2004)。

在对深点食螨瓢虫联合其他天敌对叶螨捕食作用研究的基础上,学者们陆续开展了深点食螨瓢虫-其他生防制剂联合防治叶螨的应用研究。田明义 (1995) 在分析桔园中的两种主要天敌对柑橘全爪螨的控制作用时,发现尼氏钝绥螨 *Amblyseius nicholsi* 和深点食螨瓢虫这两种天敌共同作用,不到一个月的时间,害螨种群密度下降更为迅速。近年来,国内已有不少联合防治的报道。

4.4 影响深点食螨瓢虫捕食作用的因素

4.4.1 温度和寄主植物的影响 温度和寄主植物会对深点食螨瓢虫的捕食作用产生影响。Rott 和 Ponsonby (2000) 在研究深点食螨瓢虫幼虫对二斑叶螨的捕食行为时发现,该瓢虫在 20-30 °C 间的活动能力随温度升高而明显增强,同时湿度的影响不显著。近年来,国内外学者研究了寄主植物-叶螨-深点食螨瓢虫三者之间的关系,发现寄主植物除了影响瓢虫和叶螨的生长繁殖,还会影响瓢虫对叶螨的捕食 (杨德松, 2005; Bayoumy *et al.*, 2014; 胡文俐, 2016)。

4.4.2 杀虫剂的影响 随着化学农药的发展,长期、广泛使用杀虫剂,使害虫产生了不同程度的抗性,在农业生产中存在着刚一发现害虫或害虫尚未发生就喷施农药的现象,意欲提前预防却造成了天敌数量减少甚至死亡,害虫更猖獗 (马玉婷等, 2017)。生态系统本身具有一定的调节能力,在不施药的情况下,天敌和害虫可在一定数量下保持相对稳定。目前,国内化学药剂对深点食螨瓢虫影响的研究较少。孙菊新和李爱华 (1991) 测定了多种杀螨剂对深点食螨瓢虫的毒性,结果显示对害螨速效的灭扫利、NC-129、NNI-850、Fufast 和克螨特对深点食螨瓢虫的幼虫有很高的毒性,而螨死净、阿波罗、尼索朗和双甲脒对该瓢虫相对安全 (王爱文等, 1994)。陈芳等 (2004a) 用氧化乐果、辛硫灭扫利、杀螨灵和尼索朗等 5 种杀虫剂对深点食螨瓢虫的敏感性进行了测定,结果表明同一地区的瓢虫对不同药剂的敏感性有差异,有机磷杀虫剂对深点食螨瓢虫的毒力远大于菊酯类杀虫剂和杀螨剂。此外,在使用过化学药剂的果园里,深点食螨瓢虫的密度明显低于未用药剂的果园 (Kasap, 2011)。作为非神经毒性昆虫生长调节剂,苯氧威具有接触和胃的作用,能抑制该瓢虫变态到成虫阶段,对深点食螨瓢虫的发育和繁殖有不利影响 (Nienstedt and Miles, 2008)。芬布他汀,是一种有机锡杀虫剂,可以在正常的田间条件下控制叶螨,过量使用本产品会减少叶螨的数量从而使深点食螨瓢虫的数量减少。拟除虫菊酯类杀虫

剂和有机磷杀虫剂可改变深点食螨瓢虫的季节性活动 (Roy *et al.*, 2005)。其他产品,如肥皂、精油和涂抹贴纸,若深点食螨瓢虫直接接触到这些产品的喷雾,可能会造成伤害。这些产物对深点食螨瓢虫几乎没有残留作用。除化学农药外, Alakhdar 和 Elsamahy (2016) 测定了二氧化硅纳米粒子对二斑叶螨和朱砂叶螨的毒性,结果表明不同浓度的二氧化硅纳米粒子对两种叶螨均有致死作用,但会造成深点食螨瓢虫的死亡率达到 97.5%,因此二氧化硅纳米粒子不适合与深点食螨瓢虫联合控制田间的叶螨。为了保护蔬菜和果树免受病虫害,世界各国推荐使用环境友好型的硫磺配方 (Sulfur dust application) 有害生物综合治理方案。Gesraha 和 Ebeid (2019) 通过研究硫磺配方对病虫害和天敌的作用,表明硫磺配方既能控制某些害虫、害螨和植物病害,又能对天敌成虫产生最小或无害的影响;同时深点食螨瓢虫对硫磺配剂的敏感性强于七星瓢虫。合理选择药剂,保护和利用叶螨天敌,是果园害螨综合治理的主要宗旨。筛选对深点食螨瓢虫低毒、对害螨高效的杀螨剂,探索化学药剂与深点食螨瓢虫等天敌的联合防控,进而达到绿色高效地控制害螨,是今后应当努力的方向。

4.4.3 光照的影响 光照对深点食螨瓢虫捕食的影响研究较少。在温室条件下,LED 灯能促进该瓢虫对二斑叶螨的捕食 (Ahmed *et al.*, 2014), LED 灯在生物控制方面的成功贡献主要取决于每种捕食者的特定颜色,这种颜色能够将其吸引到特定的害虫种群中。在 2012 年和 2013 年中,在白色 LED 灯下,二斑叶螨的减少率分别为 91.79% 和 93.20%,而蓝色 LED 灯下二斑叶螨的减少率分别为 74.06% 和 79.27%。在 2012 年和 2013 年,与对照组不使用 LED 灯相比,虫害减少了 57.90% 和 50.75%。具体原因和机理还有待进一步探究。

5 行为学

5.1 食性与觅食行为

深点食螨瓢虫食性较专一,主要以叶螨为

食,国内外文献大多记载其对叶螨具有专食性,但 Castillo (2016) 曾观察到该瓢虫有取食木虱卵的行为,且在食物缺乏、饥饿状态时会取食蚜虫和花粉、有蚜虫蜜露的菊花、蚕豆叶和植物分泌物等食料 (Bakr *et al.*, 2009)。

深点食螨瓢虫取食叶螨时,不是直接吞食叶螨,而是用大颚夹住叶螨吸取其组织液 (姜廷荣等, 1982; 陈文龙和袁韶红, 1993; Congdon *et al.*, 1993)。Fleschner (1950) 的研究表明深点食螨瓢虫通过直接的躯体接触来完成对猎物的搜索。Putman (1955) 发现,在桃园生态系统中,深点食螨瓢虫的成虫和幼虫似乎能够随机定位叶螨。然而, Hull 等 (1977) 研究发现该瓢虫能够发现种群密度很低时的叶螨,这表明瓢虫可能通过其他方式而非随机搜索来定位叶螨。Congdon 等 (1993) 通过研究对深点食螨瓢虫与叶螨之间的关系,发现当瓢虫和叶螨的种群密度都较低时,瓢虫能够在发生早期主动定位并搜索到低密度的叶螨种群,表明深点食螨瓢虫作为一种生物控制剂的有效性,可能不是主要基于数值响应,而是基于对叶螨的定位能力,以及瓢虫自身的扩散能力。深点食螨瓢虫除对叶螨种群有定位能力外,还会受植物挥发性物质的影响。Maeda 等 (2015) 曾研究了人工合成的挥发性物质对深点食螨瓢虫的吸引力,将顺式-3-己烯-1-醇、顺式-3-己酯乙酸酯和水杨酸甲酯 (MeSA) 的混合物,以及每种单独化合物对深点食螨瓢虫的吸引力进行了比较,结果表明雌成虫易被混合的挥发物所吸引,但不易被单一挥发性物质所吸引,而雄虫则不易被混合物所吸引。

5.2 生殖行为

深点食螨瓢虫羽化初期不进行交配活动,需经历 2-3 d 的交配前期,交配后雌成虫的产卵前期为 (5.27 ± 0.28) d,且该瓢虫迁飞至一个新地方时,需一周左右的产卵前期,雌成虫每天至少吃 20 头叶螨才开始并持续产卵 (Riddick *et al.*, 2012)。该瓢虫世代重叠明显,有多次交尾习性。雌成虫单个分散产卵,集中在羽化后的 6-16 d 内,约占总产卵量的 68.97%,喜将卵产在被叶

螨为害的厚实且浓绿的叶片背面的叶脉两侧,或者不平整叶片的褶皱处,花生茎秆凹陷处等位置,这种产卵场所的选择有利于后代的生存(Mayhew, 2001)。受到逆境胁迫时,深点食螨瓢虫能够在短时间内大量繁衍后代,有利于其种群的延续(郭薇, 2010; 刘晓虹等, 2019a)。

此外,深点食螨瓢虫的其他行为学研究较少,该瓢虫的成虫还具有假死性和向光性,食物短缺时具有种内自残行为(姜廷荣等, 1982; 张权炳, 2004; 赵富强, 2004)。

6 人工饲养

昆虫人工饲料的研究已有 70 年以上的历史,天然食料是昆虫最好的饲料,但要大规模地饲养天敌昆虫,必须努力研发其人工饲料。前人利用鲜猪肝匀浆、蔗糖、蜂蜜、葡萄糖、酵母、花粉以及多种氨基酸等配制人工饲料,用于深点食螨瓢虫的人工饲养试验,结果深点食螨瓢虫幼虫虽能正常发育至成虫,雌成虫的存活时间也能高达 32 d,但未实现产卵(赵富强, 2004; Bakr *et al.*, 2009),且在实验室条件下较易出现因饲料缺乏而不能完全发育的情况。天敌昆虫的大量繁殖和释放,是害虫生物防治的重要手段之一。目前,深点食螨瓢虫的人工繁育过程中,人工饲料的研发尚不成熟,靶标猎物仍是繁育深点食螨瓢虫的最优食料。因此,在现阶段若要大量繁殖该瓢虫,需通过大量繁育其猎物——叶螨来实现。除去食料因素以外,不同寄主植物既影响叶螨,也影响其天敌深点食螨瓢虫的生长发育和繁殖,也影响在寄主植物上取食叶螨的深点食螨瓢虫的生长发育和繁殖。所以,人工繁育深点食螨瓢虫,筛选出既适宜叶螨又适宜该瓢虫生长发育的寄主植物也至关重要(刘晓虹, 2018; 刘晓虹等, 2018a; 刘玉升, 2012)。

饲养空间对该瓢虫的生长发育也有一定影响,刘晓虹(2018)通过在 60、250、500、700、1 000 和 1 400 mL 的空间和 5 个密度(2、6、10、14 和 18 对/瓶)下饲养深点食螨瓢虫,得出在 700 mL 的饲养空间下繁育 6 对深点食螨瓢虫,是最适的繁育空间-密度,此条件下深点食螨瓢

虫产卵期最长、产卵量最大。

7 结语

叶螨的发生和危害已成为日益严重的全球性问题。随着新时代生态文明建设和农业绿色发展进程的不断推进,对叶螨生物防治的要求已经越来越紧迫。截至目前,有关深点食螨瓢虫的研究大多集中在利用其对果园害螨的防治和应用上,而对其他作物,尤其是温室农作物的防治研究相对较少。与此同时,深点食螨瓢虫作为一种重要的叶螨天敌,我们亟需通过建立和保护深点食螨瓢虫的越冬群体,实现该瓢虫的早繁技术,筛选出人工繁育该瓢虫的最优载体植物,进而对该瓢虫开展“天敌功能团”的联合利用、性信息素、化学信息物质、低毒化学药剂筛选、人工规模化饲养和田间释放等相关技术开展深入的研究,努力向着“嵌入式害虫生物防治”新技术体系发展,力求实现科学、绿色、高效地防控叶螨。

参考文献 (References)

- Ahmed R, Lazic S, Bursic V, 2014. Compatibility among insect predators and Light Emitting Diodes (LEDs) against the two forms of *Tetranychus urticae* in greenhouses. *IJCBS Research Paper*, 1(5): 2349–2724.
- Alakhdar HH, Elsamahy MFM, 2016. Relative toxicity of silica nanoparticles to two tetranychids and three associated predators. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(2): 283–286.
- Ali A, Ahmad S, Ali H, 2014. Effect of temperature on immature stages of small black ladybird beetle *Stethorus punctum*, Leconte (Coleoptera: Coccinellidae) and percent mortality. *Entomologia Generalis*, 35(2): 129–136.
- Álvarez-Alfageme F, Ferry N, Castanera P, Ortego F, Gatehouse AMR, 2008. Prey mediated effects of Bt maize on fitness and digestive physiology of the red spider mite predator *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae). *Transgenic Research*, 17(5): 943–954.
- Bakr RFA, Genidy Noha AM, Gesraha MA, Farag NA, Elbehery HHA, 2009. Biological study of the coccinellid predator, *Stethorus punctillum* under different constant temperatures. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 2(1): 1–7.
- Bayoumy MH, Osman MA, Michaud JP, 2014. Host plant mediates foraging behavior and mutual interference among adult *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae) preying on *Tetranychus*

- urticae* (Acari: Tetranychidae). *Environmental Entomology*, 43(5): 1309–1318.
- Biswas GC, Islam W, Haque MM, 2007. Biology and predation of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Biological Science*, 15: 1–5.
- Castillo CI, Fu Z, Jensen AS, 2016. Arthropod pests and predators associated with bittersweet nightshade, a noncrop host of the potato psyllid (Hemiptera: Trioizidae). *Environmental Entomology*, 45(4): 873–882.
- Chen F, Wang Y, He FD, 2004a. Safety evaluation of several pesticides against *Stethorus punctum*. *Xinjiang Farmland Reclamation Science & Technology*, (4): 35–36. [陈芳, 王元, 贺福德, 陈振华, 2004a. 几种农药对深点食螨瓢虫的安全性评价. *新疆农垦科技*, (4): 35–36.]
- Chen F, Wang Y, He FD, Liu BZ, 2004b. Observation on the growth and decline of *Stethorus punctum* in the eggplant field. *China Plant Protection*, 24(6): 14–15. [陈芳, 王元, 贺福德, 刘宝振, 2004b. 茄田深点食螨瓢虫田间消长观察. *中国植保导刊*, 24(6): 14–15.]
- Chen WL, Yuan SH, 1993. Study and utilization of *Stethorus* spp. *Plant Doctor*, 6(4): 5–7. [陈文龙, 袁韶红, 1993. 食螨瓢虫研究及利用概述. *植物医生*, 6(4): 5–7.]
- Cheng LY, Sattar A, Zhang JP, 2014. A preliminary report on pest mites and their natural enemies in Xinjiang Jujube orchards. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 37(2): 144–152. [成玲玉, 阿地力·沙塔尔, 张建萍, 2014. 新疆枣园害螨和天敌种类调查及其发生动态研究. *新疆农业大学学报*, 37(2): 144–152.]
- Congdon BD, Shanks CH, Antonelli AL, 1993. Population interaction between *Stethorus punctum* picipes (Coleoptera: Coccinellidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in red raspberries at low predator and prey densities. *Environmental Entomology*, 22(6): 1302–1307.
- Fang HL, 2004. Study on the biological characters and control efficacy on crops spider. Master thesis. Yangling: Northwest A & F University. [方红联, 2004. 深点食螨瓢虫生物学特性及其控害效能的研究. 硕士学位论文. 杨凌: 西北农林科技大学.]
- Fleschner C, 1950. Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. *Hilgardia*, 20: 233–265.
- Franin K, Božena Barić, Gabrijela Kuštera, 2014. Fauna of ladybugs (Coleoptera: Coccinellidae) in the vineyard agroecosystem. *Entomologia Croatica*, 18(1/2): 27–35.
- Gesraha MA, Ebeid AR, 2019. Impact of sulfur dust application on the abundance of two important coccinellid predators in marrow fields. *Bulletin of the National Research Centre*, (43): 34.
- Gu G, Zhang YC, Zhang ZF, 1996. Predation of *Stethorus punctum* on *Tetranychus urticae*. *Journal of Environmental Entomology*, 18(4): 163–166. [顾耘, 张迎春, 张振芳, 1996. 深点食螨瓢虫对二斑叶螨捕食作用的研究. *环境昆虫学报*, 18(4): 163–166.]
- Guo W, 2010. Behavioral strategy of mating and oviposition of adult *ophraella communis*. Master thesis. Changsha: Hunan Agricultural University. [郭薇, 2010. 广聚萤叶甲成虫交配与产卵行为策略. 硕士学位论文. 长沙: 湖南农业大学.]
- Guo WC, Tu Er X, Xu JJ, He J, Lu SL, 2003. Preliminary studies on varieties of natural enemies and predatory effect of *Stethorus punctillum* Weise in corn field in Xinjiang. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 40(2): 81–83. [郭文超, 吐尔逊, 许建军, 何江, 鲁素玲, 2003. 新疆玉米害螨天敌种类及其优势种天敌控害效应研究. *新疆农业科学*, 40(2): 81–83.]
- Hong SZ, Huang J, Luo XN, 1995. The fauna and geographical distribution of *Stethorus gilvifrons* in Fujian province. *Entomological Journal of East China*, 4(1): 19–24. [洪思泽, 黄建, 罗肖南, 1995. 福建省食螨瓢虫区系及地理分布. *华东昆虫学报*, 4(1): 19–24.]
- Hu WL, 2016. Preliminary study on the tritrophic interactions among host-plant, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) and *Stethorus punctillum* Weise. Master thesis. Chengdu: Sichuan Agricultural University. [胡文俐, 2016. 寄主植物-朱砂叶螨-深点食螨瓢虫三者相互关系的初步研究. 硕士研究论文. 成都: 四川农业大学.]
- Hu XN, Li XP, Yan QW, Wu ZX, Zhi JR, 1994. Studies of assisting in moving mite-eating ladybeetles to control red mite. *Guizhou Science*, 12(1): 56–57. [胡学难, 李小平, 严起前, 伍中兴, 邹军锐, 1994. 助迁释放深点食螨瓢虫防治桔全爪螨的研究. *贵州科学*, 12(1): 56–57.]
- Hull LA, Asquith D, Mowery PD, 1977. The mite searching ability of *Stethorus punctum* within an apple orchard. *Environmental Entomology*, 6: 684–688.
- Iqbal Z, Nasir MF, Bodlah I, Szawaryn K, 2018. Review of *Clitostethus* Weise, *Parastethorus* Pang et Mao and *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) from Pakistan. *Oriental Insects*, 53(3): 340–355.
- Jiang HB, Feng YC, Liu SH, Wang JJ, 2016. Heterologous expression of *PcSOD3* from *Panonychus citri* and the anti-Oxidant activity of its recombinant enzyme. *Scientia Agricultura Sinica*, 49(24): 4735–4744. [蒋红波, 冯英财, 刘世火, 王进军, 2016. 柑橘全爪螨 *PcSOD3* 的异源表达及其重组酶的抗氧化活性. *中国农业科学*, 49(24): 4735–4744.]
- Jiang SZ, Ren DX, Zhang WZ, Smtjiang, 2012. Predation on *Tetranychus viennensis* Zacher. by natural enemies in Korla pear orchard. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 28(22): 179–183. [蒋世铮, 任德新, 张文忠, 赛买提江, 2012. 香梨园主要天敌

- 对山楂叶螨的捕食作用. 中国农学通报, 28(22): 179–183.]
- Jiang TR, Zhang LB, Wei XT, 1982. Biology and utilization of *Stethorus punctillum*. *Natural Enemies of Insects*, 4(4): 34–36. [姜廷荣, 张立本, 魏新田, 1982. 深点食螨瓢虫的生物学及其利用. 环境昆虫学报, 4(4): 34–36.]
- Kasap I, 2011. Seasonal population development of spider mites (Acari: Tetranychidae) and their predators in sprayed and unsprayed apple orchards in Van, Turkey. *Zoosymposia*, (6): 111–117.
- Kogan M, Croft BA, Sutherst RF, 1999. Applications of ecology for integrated pest management. *Ecological Entomology*, (2): 681–736.
- Latifian M, 2017. Integrated pest management of date palm fruit pests: a review. *Journal of Entomology*, 14(3): 112–121.
- Liaoning Province Fuxian Delisi Fruit Tree Science Experiment Station, 1977. Protection and utilization of *stethorus punctillum*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 14(2):55–56. [辽宁省复县得利寺果树科学实验站, 1977. 深点食螨瓢虫的保护和利用. 昆虫知识, 14 (2): 55–56.]
- Li G, Che SC, Qiu LF, Shao JL, Zhong L, Han M, Zhao Y, Wang JH, 2016. Research on the occurrence regularities of ladybugs in green space of Beiwu. *Journal of Environmental Entomology*, 38(2): 305–312. [李广, 车少臣, 仇兰芬, 邵金丽, 仲丽, 韩名, 赵羽, 王建红, 2016. 北坞园林绿地捕食性瓢虫发生规律及生态位的研究. 环境昆虫学报, 38(2): 305–312.]
- Li WJ, 1985. A preliminary study on *stethorus punctillum*. *Chinese Journal of Biological Control*, 1(1): 53. [李文江, 1985. 深点食螨瓢虫的初步观察. 生物防治通报, 1(1): 53.]
- Li Y, Romeis J, 2010. Bt maize expressing Cry3Bb1 does not harm the spider mite, *Tetranychus urticae*, or its ladybird beetle predator, *Stethorus punctillum*. *Biological Control*, 53(3): 337–344.
- Liang YB, 2002. The living habits and utilization of natural enemies of mites. *Fruit Growers' Friend*, (6): 32–33. [梁玉本, 2002. 螨类天敌昆虫的生活习性及其利用途径. 果农之友, (6): 32–33.]
- Liu CL, 1962. A new species of ladybug from China and its external genitalia. *Acta Entomologica Sinica*, 11(3): 259–268. [刘崇乐, 1962. 中国瓢虫新种记述和关于瓢虫外生殖器的论述. 昆虫学报, 11(3): 259–268.]
- Liu XH, Nie HJ, Liu YS, 2018a. Effects of different feeding space and density on the reproduction of *Stethorus punctillum* Weise. *Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition)*, 49(4): 685–688. [刘晓虹, 聂海静, 刘玉升, 2018a. 不同饲养空间及密度对深点食螨瓢虫繁殖的影响. 山东农业大学学报(自然科学版), 49(4): 685–688.]
- Liu XH, 2018b. Research on the biological characteristics and artificial rearing technique of *Stethorus punctillum* Weise. Master thesis. Taian: Shandong Agricultural University. [刘晓虹, 2018. 深点食螨瓢虫生物学与人工繁育技术的研究. 硕士学位论文. 泰安: 山东农业大学.]
- Liu XH, Nie HJ, Qi NP, Liu XC, Liu YS, 2019a. Study on mating and oviposition behaviors of *Stethorus punctillum* Weise. *Journal of Environmental Entomology*, 41(1): 181–186. [刘晓虹, 聂海静, 齐乃萍, 刘晓辰, 刘玉升, 2019a. 深点食螨瓢虫交配及产卵习性研究. 环境昆虫学报, 41(1): 181–186.]
- Liu XH, Nie HJ, Xu JL, Liu YS, 2019b. Effects of different banker plants on the development and reproduction of *Tetranychus urticae* and *Stethorus punctillum*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 56(1): 135–141. [刘晓虹, 聂海静, 徐家连, 刘玉升, 2019b. 不同载体植物对二斑叶螨-深点食螨瓢虫生长发育和繁殖的影响. 应用昆虫学报, 56(1): 135–141.]
- Liu YJ, Xue X, Wang SH, Wu N, Qian DM, 1998. The species and distribution of ladybug in Inner Mongolia. *Journal of Inner Mongolia Normal University (Educational Science)*, (4): 4–7. [刘永江, 薛祥, 王淑海, 乌宁, 乾德门, 1998. 内蒙古瓢虫的种类及其分布. 内蒙古师范大学学报(教育科学版), (4): 4–7.]
- Liu YS, 2002. A preliminary study on biological characteristics and predation of *Stethorus punctillum*. *South China Fruits*, 31(1): 15–16. [刘永生, 2002. 深点食螨瓢虫生物学特性及捕食功能反应的初步研究. 中国南方果树, 31(1): 15–16.]
- Liu YS, 2012. Insect Production. Beijing: Higher Education Press. 1–276. [刘玉升, 2012. 昆虫生产学. 北京: 高等教育出版社. 1–276.]
- Liu YS, Kuang YJ, 2000. A preliminary study on biological characteristics and predation of *Stethorus punctillum*. *Hubei Forestry Science and Technology*, 113(3): 24–26. [刘永生, 匡银近, 2000. 深点食螨瓢虫生物学特性及捕食功能反应初探. 湖北林业科技, 113(3): 24–26.]
- Lu SL, Liu XN, Zhang JP, 2001. A preliminary study on the predatory functional responses of three kinds of natural enemies on *Tetranychus turkestanii*. *Journal of Shihezi University (Natural Science)*, 5(3): 194–196. [鲁素玲, 刘小宁, 张建萍, 2001. 3种天敌对土耳其斯坦叶螨的捕食功能反应的初步研究. 石河子大学学报(自科版), 5(3): 194–196.]
- Lu YH, Yang QF, 2010. Evaluation of dominant natural enemies preying on *Tetranychus cinnabarinus*. *Journal of Environmental Entomology*, 32(4): 556–560. [卢永宏, 杨群芳, 2010. 朱砂叶螨优势种天敌昆虫的评价. 环境昆虫学报, 32(4): 556–560.]
- Ma YT, Wei J, Li XG, 2017. Advance on detection method of insecticide resistance. *Current Biotechnology*, 7(4): 272–278, 353. [马玉婷, 魏娟, 李相敢, 2017. 昆虫抗药性检测方法研究进展. 生物技术进展, 7(4): 272–278, 353.]

- Maeda T, Kishimoto H, Wright LC, James DG, 2015. Mixture of synthetic herbivore-induced plant volatiles attracts more *Stethorus punctum picipes* (Casey) (Coleoptera: Coccinellidae) than a single volatile. *Journal of Insect Behavior*, 28(2): 126–137.
- Mayhew PJ, 2001. Herbivore host choice and optimal bad motherhood. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(4): 165–167.
- Muyeshaer A, Adily S, 2016. Control role of enemies in *Tetranychus truncatus* Ehara. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 39(1): 66–69. [木叶沙尔·艾尔肯, 阿地力·沙塔尔, 2016. 主要天敌对截形叶螨的控制作用研究. 新疆农业大学学报, 39(1): 66–69.]
- Nienstedt KM, Miles M, 2008. Aged-residue method for evaluating toxicity of plant protection products to *Stethorus punctillum* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae). *Pesticides and Beneficial Organisms*, (35): 122–127.
- Pang XF, 1966. A new species of the genus coccinella from Guangdong *Stethorus* Weise in Guangdong. *Zoological Systematics*, 3(1): 76–81. [庞雄飞, 1966. 广东拱颞瓢虫属新种记述. 动物分类学报: 英文版, 3(1): 76–81.]
- Pang XF, Mao JL, 1975. The important natural enemies of spider mites-*Stethorus gilvifrons* (Coccinellidae: *Stethorus*). *Acta Entomologica Sinica*, 18(4): 69–75. [庞雄飞, 毛金龙, 1975. 叶螨的重要天敌——食螨瓢虫(瓢虫科, 食螨瓢虫属 *Stethorus*). 昆虫学报, 18(4): 69–75.]
- Parvin M, Asgar A, Haque MM, 2010. Voracity of three predators on two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and their developmental stages. *Research Journal of Agriculture & Biological Sciences*, 6(1): 77–83.
- Plant Protection Class, Grade 73, Department of Biology, Shanghai Normal University, 1976. A preliminary study on *Stethorus punctillum*. *China Cotton*, (5): 28, 32. [上海师范大学生物系 73 级植保班, 1976. 深点食螨瓢虫初探. 中国棉花, (5) 28, 32.]
- Poza MDL, Pons X, Farinos GP, Lopez C, Ortego F, Eizaguirre M, Castanera P, Albajes R, 2005. Impact of farm-scale Bt maize on abundance of predatory arthropods in Spain. *Crop Protect*, 24(7): 677–684.
- Pu TS, Pang XF, 1986. A description of *Stethorus* Weise in Guangxi. *Guangxi Agricultural Sciences*, (6): 34–39. [蒲天胜, 庞雄飞, 1986. 广西食螨瓢虫属 *Stethorus* Weise 记述. 南方农业学报, (6): 34–39.]
- Putman WL, 1955. Bionomics of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) in Ontario, 1. *The Canadian Entomologist*, 87(1): 25.
- Qi QL, Li DX, Zhao BT, Feng JA, 2009. Primary Investigation on species of ladybirds in the farmland of Baoding Region. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 37(15): 7048–7049. [齐巧丽, 李德新, 赵斌涛, 冯继安, 2009. 保定地区农田瓢虫种类的初步调查. 安徽农业科学, 37(15): 7048–7049.]
- Ragkou VS, Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Tomanovid Z, 2004. Daily consumption and predation rate of different *Stethorus punctillum* instars feeding on *Tetranychus urticae*. *Phytoparasitica*, 32(2): 154–159.
- Raworth DA, 2001. Development, larval voracity, and greenhouse releases of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae). *The Canadian Entomologist*, 133(5): 4.
- Ren BJ, Ma GZ, 2000. Investigation and protection of natural enemies of dominant species of disease and insect in apple orchards in northwest Liaoning. *China Plant Protection*, 20(1): 26–27. [任宝君, 马桂珍, 2000. 辽西北地区苹果园病虫优势种天敌资源的调查与保护. 中国植保导刊, 20(1): 26–27.]
- Ren MQ, Lu YH, Yang QF, 2014. Interspecific and intraspecific mutual interference and competition of 3 species of natural enemy insects. *China Plant Protection*, 34(8): 14–17. [任茂琼, 卢永宏, 杨群芳, 2014. 3 种朱砂叶螨捕食性天敌昆虫干扰及其竞争作用研究. 中国植保导刊, 34(8): 14–17.]
- Riddick EW, Rojas MG, Ramos JM, Allen M, 2012. *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, (4): 1.
- Rott AS, Ponsonby DJ, 2000. The effects of temperature, relative humidity and hostplant on the behaviour of *Stethorus punctillum* as a predator of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Biocontrol (Dordrecht)*, 45(2): 155–164.
- Roy M, Brodeur J, Cloutier C, 2002. Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Environmental Entomology*, 31(1): 177–187.
- Roy M, Brodeur J, Cloutier C, 2003. Effect of temperature on intrinsic rates of natural increase (r_m) of a coccinellid and its spider mite prey. *BioControl*, 48(1): 57–72.
- Roy M, Brodeur J, Cloutier C, 2005. Seasonal activity of the spider mite predators *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Neoseiulus fallacis* (Acarina: Phytoseiidae) in raspberry, two predators of *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Biological Control*, 34(1): 47–57.
- Roy M, Brodeur J, Cloutier C, 1999. Seasonal abundance of spider mites and their predators on Red Raspberry in Quebec, Canada. *Environmental Entomology*, 28(4): 735–747.
- Shen MQ, Guo ZZ, 1998. Influence of temperature on the experimental population of *Stethorus punctillum*. *Acta Ecological Science*, 18(2): 181–187. [沈妙青, 郭振中, 1998. 温度对深点食螨瓢虫实验种群的影响. 生态学报, 18(2):

- 181–187.]
- Shen MQ, Guo ZZ, Xiong JW, 1996. Predation of *Stethorus punctum* on *Panonychus citri*. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 15(4): 35–38. [沈妙青, 郭振中, 熊继文, 1996. 深点食螨瓢虫对桔全爪螨的捕食作用. 山地农业生物学报, 15(4): 35–38.]
- Sun JX, Li AH, 1991. Determination of the toxicity of new acaricide to natural enemies of mite. *Deciduous Fruits*, (3): 9–11. [孙菊新, 李爱华, 1991. 新杀螨剂对叶螨天敌的毒性测定. 落叶果树, (3): 9–11.]
- Tian MY, 1995. Efficacy of *Amblyseius nicholsi* and *Stethorus punctillum* as natural enemies of citrus red mite. *Chinese Journal of Biological Control*, 11(4): 153–155. [田明义, 1995. 应用排除法分析两种天敌对桔全爪螨的控制作用. 中国生物防治学报, 11(4): 153–155.]
- Wang AW, Hao K, Zhou JB, Yang YP, 1994. Amitraz prevents and controls *Panonychus ulmi*. *Agricultural Chemical*, 33(3): 33. [王爱文, 郝铠, 周积兵, 杨雅萍, 1994. 双甲脒防治苹果全爪螨. 农药, 33(3): 33.]
- Yang DS, 2005. Study on the relationships between cotton and *Tetranychus turkestanii* Ugarov et Nikolski and three kinds of natural enemies. Master thesis. Shihezi: Shihezi University. [杨德松, 2005. 棉花-土耳其斯坦叶螨-三种天敌的关系研究. 硕士学位论文. 石河子: 石河子大学.]
- Yang HF, Wang HZ, 1981. Identification of eleven common ladybug larvae. *Xinjiang Agricultural Sciences*, (1): 20–23. [杨海峰, 王惠珍, 1981. 十一种常见瓢虫幼虫的识别. 新疆农业科学, (1): 20–23.]
- Yang QF, Lu YH, 2011. Study on predation of *Stethorus punctillum* and *Scolothrips takahashii* on *Tetranychus cinnabarinus*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(3): 622–625. [杨群芳, 卢永宏, 2011. 深点食螨瓢虫和塔六点蓟马对朱砂叶螨的捕食作用. 应用昆虫学报, 48(3): 622–625.]
- Yang S, He YF, He H, Li T, Wei QY, Feng P, Zhang JP, 2013. Comparison of the Predation of *Stethorus punctillum* on *Tetranychus turkestanii* and *Tetranychus truncates*. *Journal of Shihezi University (Natural Science)*, 31(1): 10–13. [杨帅, 贺亚峰, 何欢, 李婷, 卫秋阳, 冯盼, 张建萍, 2013. 深点食螨瓢虫对土耳其斯坦叶螨和截形叶螨捕食作用的比较. 石河子大学学报(自然科学版), 31(1): 10–13.]
- Yang XL, Shen MQ, 1992. Armored scale eating ladybeetles and mite eating ladybeetles in Guizhou and their utilization. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 11(2): 47–57. [杨孝龙, 沈妙青, 1992. 贵州食盾蚧瓢虫、食螨瓢虫及其保护利用研究. 山地农业生物学报, 11(2): 47–57.]
- Zhang QB, 2004. The most common beneficial organisms in citrus gardens (Three). *South China Fruits*, 33(4): 24–25. [张权炳, 2004. 柑桔园中常见的最主要有益生物(三). 中国南方果树, 33(4): 24–25.]
- Zhang S, 2015. Study on the composition of natural enemy and their role in the intercropping orchard of Jujube in Xinjiang. Master thesis. Urumqi: Xinjiang Agricultural University. [张坤, 2015. 枣园不同间作模式下的天敌组成和作用评价. 硕士学位论文. 乌鲁木齐: 新疆农业大学.]
- Zhang YX, Lin GY, Wei H, Lin JZ, Tian RD, Chen X, Zeng Y, 2016. Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) as a biological control for *Oligonychus ununguis* (Jacobi) (Acari: Tetranychidae). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 53(1): 55–63. [张艳璇, 林公羽, 魏辉, 林坚贞, 田瑞冬, 陈霞, 孙莉, 曾宜, 2016. 从捕食者、猎物的生物学分析胡瓜新小绥螨对针叶小爪螨的控制作用. 应用昆虫学报, 53(1): 55–63.]
- Zhao FQ, 2004. Eat mite ladybug man-days deeply to raise and look for edible behavior the research that studied. Master thesis. Yangling: Northwest A&F University. [赵富强, 2004. 深点食螨瓢虫人工饲养和觅食行为学的研究. 硕士学位论文. 杨凌: 西北农林科技大学.]
- Zhou CA, Zou JJ, Peng JC, OuYang ZY, Hu LC, Yang ZL, Wang XB, 1990. Study on the predation effect of *Stethorus Punctillum* on *Panonychus citri*. *Plant Protection*, 27(S1): 25–27. [周程爱, 邹建掬, 彭俊彩, 欧阳志云, 胡良成, 杨自力, 王小波, 1990. 深点食螨瓢虫对柑桔全爪螨的捕食作用研究. 植物保护, 27(S1): 25–27.]
- Zhu FX, 1980. Study on *Stethorus punctillum* Weise. *Jiangsu Sericulture*, (4): 15–17. [朱福杏, 1980. 深点食螨瓢虫 (*Stethorus punctillum* Weise) 的研究. 江苏蚕业, (4): 15–17.]
- Zong LB, Zhong CZ, Lei ZL, 1982. Species and distribution of beneficial ladybugs in Hubei. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 1(4): 49–55. [宗良炳, 钟昌珍, 雷朝亮, 1982. 湖北省有益瓢虫的种类和分布. 华中农学院学报, 1(4): 49–55.]