

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^{*}

刘晓虹^{1**} 聂海静² 徐家连² 刘玉升^{1***}

(1. 山东农业大学植物保护学院, 泰安 2710182; 2. 临沂新莒农生物科技股份有限公司天敌昆虫繁育中心, 临沂 276600)

摘 要 【目的】筛选出适宜二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch、深点食螨瓢虫 *Stethorus punctillum* Weise 生长发育和繁殖的载体植物, 为深点食螨瓢虫的人工生产繁育提供技术支持。【方法】在 (25±1) °C, 光周期 14L: 10D 的条件下, 测定二斑叶螨在花生 *Arachis hypogaea* L.、豇豆 *Vigna unguiculata* (L.) Walp、玉米 *Zea mays* L.、辣椒 *Capsicum annuum* L.、茄子 *Solanum melongena* L. 上的发育历期、产卵量; 深点食螨瓢虫在这 5 种载体植物上的发育历期、产卵量、成虫获得率等。【结果】二斑叶螨和深点食螨瓢虫在不同植物上的生长发育和繁殖均存在显著差异, 二斑叶螨在花生上的发育历期最短, 为 9.8 d; 在花生和豇豆上的平均产卵量最大, 分别是 117.2 粒和 116.0 粒。深点食螨瓢虫在 5 种植物上的发育历期由短到长依次为花生和豇豆 (差异不显著)、玉米、辣椒、茄子; 深点食螨瓢虫在花生、豇豆、玉米、辣椒、茄子上的产卵量依次为 112.6 粒、103.8 粒、85.2 粒、68.2 粒、53.4 粒。成虫获得率在花生、豇豆、玉米、辣椒、茄子上依次是 80.1%、70.3%、66.7%、9.7%、29.8%。【结论】在花生、豇豆、玉米、辣椒、茄子这 5 种供试植物中, 花生是最适宜二斑叶螨和深点食螨瓢虫繁殖的植物。

关键词 载体植物; 二斑叶螨; 深点食螨瓢虫; 发育历期; 产卵量

Effects of different banker plants on the development and reproduction of *Tetranychus urticae* and *Stethorus punctillum*

LIU Xiao-Hong^{1**} NIE Hai-Jing² XU Jia-Lian² LIU Yu-Sheng^{1***}

(1. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; 2. Insect Breeding Center of Linyi New Agricultural Biological Polytron Technologies Inc, Linyi 276600, China)

Abstract [Objectives] To identify the most suitable host plants for the development of *Tetranychus urticae* and *Stethorus punctillum*. [Methods] The developmental duration and fecundity of *T. urticae*, and the developmental duration, fecundity, hatching rate, pupation rate and eclosion rate of *S. punctillum*, were measured at a temperature of (25±1)°C and photoperiod of 14L: 10D, on different host plants. [Results] There were significant differences in the developmental duration of both species on different plants. The shortest developmental period of *T. urticae* was on peanut (9.82 d) and maximum fecundity of this species was recorded on peanuts and cowpeas. The developmental period of *S. punctillum* was shortest on peanut and cowpea (no significant difference), and highest on corn, peppers and eggplant. Fecundity of *S. punctillum* on the different banker plants was, peanut (112.60), cowpea (103.80), corn (85.20), pepper (68.20) and eggplant (53.40) and its adult eclosion rate on different banker plants was, peanut (80.11%), cowpea (70.26%), corn (66.66%), pepper (9.70%) and eggplant (29.81%). [Conclusion] Of the banker plants tested, peanut was the most suitable host for *Tetranychus urticae* and *Stethorus punctillum*.

Key words banker plant; *Tetranychus urticae*; *Stethorus punctillum*; developmental duration; fecundity

*资助项目 Supported projects: 2017CXGC0207

**第一作者 First author, E-mail: 2858776573@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: ysl8877@163.com

收稿日期 Received: 2018-01-16; 接受日期 Accepted: 2018-07-30

叶螨是世界性的重大害虫。以幼螨和成螨聚集在寄主植物叶片、嫩茎、花蕾、果实等处刺吸汁液,导致叶片失绿,影响其进行光合作用,进而造成农作物的减产甚至是绝产,造成重大经济损失。长期以来人们主要依靠化学药剂来控制叶螨的危害,但是化学药剂的频繁使用,导致叶螨的抗药性越来越强(赵卫东等,2011;宫亚军等,2014),不得不更加频繁大量的使用化学药剂来进行控制,如此恶性循环,严重破坏生态环境,杀伤其田间自然天敌,使得叶螨为害更加猖獗,严重影响农产品的品质及产量,现亟需生物防治技术来对叶螨进行生物防治(Howell and Daugovich, 2013),恢复自然生态平衡。

深点食螨瓢虫 *Stethorus punctillum* Weise 属于鞘翅目 Coleoptera、瓢虫科 Coccinellidae、小毛瓢虫亚科 Scymninae,是食螨瓢虫中的优势种,以叶螨为食,捕食量大,繁殖周期短(沈妙青等,1996,1998;杨帅等,2013),具有一定的耐饥饿能力,可对叶螨进行有效控制(方红联,2004; Roy *et al.*, 2005; Matter *et al.*, 2011; 杨帅等,2013)。为了更简单、高效繁育瓢虫,国内外专家对异色瓢虫 *Harmonia axyridis* (Pallas)、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* (Thunberg) 等多种捕食性瓢虫的人工饲料进行了研究,结果发现取食人工饲料瓢虫较捕食自然天敌的瓢虫的体重、化蛹率、羽化率、繁殖力等相关指标显著下降(吕晓东等,2015;王利娜等,2015)。所以到目前为止,为长期稳定的人工繁育深点食螨瓢虫,首先仍需要大量繁育其天然饲料-叶螨以供其取食。在寄主植物-植食性昆虫-捕食性天敌三重营养关系中,寄主植物作为三重营养水平的基层,不仅对植食性昆虫存在直接的影响,对捕食性天敌的存活和行为也存在一定的影响(Al-Zyoud *et al.*, 2005; 梁妍等,2007; 罗宏伟等,2010)。朱砂叶螨取食不同寄主植物后体内的蛋白质含量和脂肪含量等产生显著差异(胡文俐,2016),蚜虫取食不同寄主植物后体内的脂肪酸含量等达到差异水平,进而可以影响七星瓢虫的生长发

育(Giles *et al.*, 2002)。二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch, 属蛛形纲 Arachnida、蜱螨亚纲 Acari、真螨目 Acariformes、叶螨科 Tetranychidae,是叶螨中的常见种。二斑叶螨可为害草莓、月季、板栗等 800 余种寄主植物(甘丽萍和张新虎,2004;牛永浩,2006;Dermauw *et al.*, 2012),同时具有个体小、繁殖力高、世代重叠严重、适应性强等特点。所以本试验选取二斑叶螨作为深点食螨瓢虫的繁育饲料,二斑叶螨的大量扩繁是进行深点食螨瓢虫大规模繁育的前提和基础。不同寄主植物可对二斑叶螨的发育历期和产卵量显著产生影响(牛永浩等,2008;Van *et al.*, 2010),因此,筛选出适合二斑叶螨繁殖的寄主植物可减少寄主植物的种植数量以及在同等时间内繁育出更多的二斑叶螨。

本试验将从二斑叶螨危害严重且易人工种植的花生、豇豆、玉米、辣椒、茄子中筛选出适宜二斑叶螨繁殖的寄主植物,同时从中筛选出适宜深点食螨瓢虫繁殖的最适载体植物,以在相同时间内更经济、高效的繁育深点食螨瓢虫,为深点食满瓢虫的人工繁育及田间释放提供支持。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

深点食螨瓢虫采自山东省泰安市泰山区上梨园村板栗园(36°26'18"N;117°13'34"E)。二斑叶螨培养于山东农业大学植物保护学院站园花生植株上。

1.2 供试寄主植物

供试寄主植物分别是花生、豇豆、玉米、辣椒、茄子。在温室中二斑叶螨较喜为害豇豆、辣椒、茄子,在大田内进行调查时发现玉米是深点食螨瓢虫的转主寄主植物,另外大田内种植的花生受叶螨危害严重,以及结合寄主植物的生长周期,人工种植的难易程度等因素挑选出豇豆、辣椒、茄子、玉米、花生这 5 种常见且易种植的作物作为供试寄主植物。

1.3 试验方法

1.3.1 二斑叶螨在不同寄主植物上的发育及产卵量的测定 在培养皿内放置浸水海绵,其上平铺一张滤纸,将新鲜、干净的 5 种寄主植物叶片各分别放在滤纸上,使叶背面向上,加水于培养皿中至其高度的 2/3 处,以确保叶片新鲜,试验期间视具体情况及时更换叶片。用毛笔将二斑叶螨雌成螨挑在 5 种寄主植物叶片上饲养,每种寄主植物叶片 10 片,直到产卵,产卵后将多余的卵进行挑除,每叶片只留 1 粒卵。即将各培养皿置于温度为 (25±1) °C、光周期 L:D=14:10 的光照培养箱内。每日观察记录叶螨发育状况,记录各螨态的起止时间。待叶螨发育成为成螨后,进行雌雄配对,每日统计产卵量。记录叶螨死亡时间。重复 3 次。

1.3.2 深点食螨瓢虫在寄主植物上繁殖的测定

收集深点食螨瓢虫在不同寄主植物上产的同日龄卵各 30 粒,用已经在不同寄主植物大量繁殖的二斑叶螨来饲喂深点食螨瓢虫,每日观察深点食螨瓢虫的发育状况,记录其各虫态的起止时间。羽化后进行雌雄配对,共计 10 对。深点食螨瓢虫交配产卵后孵化的幼虫单头饲养,统计每日产卵量及卵的孵化数量、化蛹数量、羽化数量,计算孵化率、化蛹率、羽化率及成虫获得率。重复 3 次。

1.4 数据分析

Excel 2013 记录、整理数据,试验中数据运用 Microsoft Excel 2013、IBM Spss Statistics 23 进行分析及绘图。孵化率、化蛹率、羽化率、成虫存活率经反正弦转化后进行单因素方差分析,剩余参数均直接进行单因素方差分析,用 Duncan's 新复极差法 ($P=0.05$) 进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 二斑叶螨在不同寄主植物上的发育及产卵量的测定

不同寄主植物对二斑叶螨各虫态的发育历期有显著影响 (表 1)。在花生、豇豆和玉米叶片上二斑叶螨卵的发育历期分别为 3.5、3.6、3.4 d,显著短于辣椒和茄子上的发育历期。在花生叶片上繁殖的二斑叶螨的世代历期为 9.8 d,显著低于在其他寄主植物上的世代历期。不同寄主植物对二斑叶螨的产卵量和产卵期存在显著影响 (表 2),其中花生和豇豆的每雌平均产卵量为 117.2 粒、116.0 粒 (差异不显著),其次是玉米上二斑叶螨单雌产卵量为 95.1 粒,显著高于在辣椒和茄子上的产卵量。

表 1 不同寄主植物对二斑叶螨发育历期的影响
Table 1 Effect of different host plants on growth of *Tetranychus urticae*

生物学指标 Biological indexes	花生 Peanut	豇豆 Cowpea	玉米 Corn	茄子 Eggplant	辣椒 Pepper
卵历期 Egg duration (d)	3.5±0.0bc	3.6±0.0b	3.4±0.0c	3.9±0.0a	3.8±0.0a
幼螨活动态 Active instar (d)	1.0±0.0d	1.1±0.0c	1.6±0.0b	1.3±0.0c	1.8±0.0a
第一静止期 Protochrysalis (d)	0.9±0.0b	1.0±0.0ab	0.9±0.0b	1.1±0.0a	0.9±0.0b
第一若螨活动态 Protonnymph (d)	1.0±0.0b	0.8±0.0c	1.0±0.0b	1.3±0.0a	1.0±0.0b
第二静止期 Deutouchrysalis (d)	0.8±0.0d	0.9±0.0cd	1.2±0.0a	1.0±0.0bc	1.1±0.0ab
第二若螨活动态 Tritonymph (d)	0.8±0.0b	0.9±0.0b	0.9±0.0b	1.1±0.0a	1.0±0.0b
第三静止期 Quiecence (d)	1.0±0.0c	1.0±0.0b	0.9±0.0c	1.0±0.0a	1.1±0.0c
产卵前期 Preovposition (d)	1.0±0.0e	1.3±0.0d	1.6±0.0c	1.4±0.0a	1.5±0.0b
世代历期 Generation period (d)	9.8±0.1d	10.4±0.1c	11.4±0.1b	12.0±0.1a	12.2±0.1a

数据为平均值±标准误,同行数据后标有不同小写字母者表示差异显著 ($P<0.05$) (Duncan's 新复极差法)。下表同。
Data are mean±SE, and followed by different letters in the same line indicate significant difference ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test. The same below.

表 2 不同寄主植物对二斑叶螨繁殖的影响
Table 2 Effect of different host plants on fecundity of *Tetranychus urticae*

寄主植物 Host plant	平均产卵量 (粒) Average fecundity (grains)	产卵期 (d) Oviposition period	日均产卵量 (粒) Average daily fecundity (grains)
花生 Peanut	117.2±3.3a	20.3±0.4a	5.8±0.2a
豇豆 Cowpea	116.0±3.6a	20.9±0.4a	5.6±0.2a
玉米 Corn	95.1±3.4b	19.0±0.4b	5.0±0.2b
茄子 Eggplant	80.0±2.8c	18.8±0.4b	4.3±0.2c
辣椒 Pepper	63.9±2.3d	14.4±0.2c	4.5±0.2c

2.2 深点食螨瓢虫捕食不同载体植物上二斑叶螨的各虫态历期

深点食满瓢虫的各虫态的生长发育因植物种类的不同而存在显著性差异 (表 3), 主要体现在各虫态历期的长短上, 其中深点食螨瓢虫在花生、豇豆、玉米上繁殖的幼虫期、预蛹期、蛹期显著短于辣椒和茄子上的相对应的各历期。在花生上的深点食螨瓢虫的发育历期最短为 22.3 d, 豇豆 22.8 d, 玉米 23.7 d, 辣椒 25.5 d, 在茄子上的发育历期最长为 26.9 d, 其中在花生

和茄子上繁殖的深点食螨瓢虫的世代历期均值差为 5.5 d。

2.3 深点食螨瓢虫捕食不同载体植物上二斑叶螨的繁殖规律

同一日龄的深点食螨瓢虫在不同载体植物上的产卵量存在显著性差异 (图 1), 在第 4 至第 6 日龄时, 在茄子上繁殖的深点食螨瓢虫产卵前期延长, 产卵量显著低于其他植物上的产卵量。在花生、豇豆、玉米、辣椒叶片上繁殖的深点食螨瓢虫存在两个产卵高峰期分别是第 6 至

表 3 不同载体植物对深点食螨瓢虫各虫态历期的影响
Table 3 Effect of different banker plants on growth of *Stethorus punctillum*

载体植物 Banker plant	卵期 (d) Egg duration	幼虫期 (d) Larval duration	预蛹期 (d) Pre-pupal duration	蛹期 (d) Pupal duration	产卵前期 (d) Pre-oviposition	世代 (d) Generation
花生 Peanut	4.4±0.1d	8.1±0.1d	1.2±0.0c	4.3±0.1bc	4.5±0.0d	22.3±0.1e
豇豆 Cowpea	4.6±0.0c	7.9±0.1cd	1.2±0.0c	4.2±0.1c	4.9±0.1c	22.8±0.2d
玉米 Corn	4.8±0.1b	8.2±0.1c	1.3±0.0b	4.5±0.1b	4.8±0.1c	23.7±0.1c
辣椒 Pepper	5.0±0.1b	8.5±0.1b	1.4±0.0ab	4.9±0.1a	5.7±0.1b	25.5±0.2b
茄子 Eggplant	5.2±0.1a	9.0±0.1a	1.5±0.0a	5.1±0.1a	6.1±0.1a	26.9±0.2a

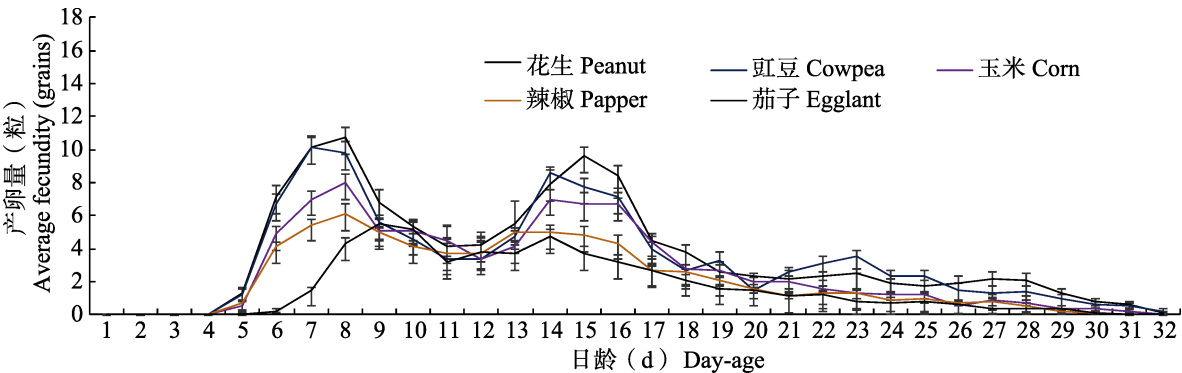


图 1 不同载体植物对深点食螨瓢虫产卵量的影响
Fig.1 Effect of different banker plants on fecundity of *Stethorus punctillum*

第 9 日龄和 14-16 日龄, 在茄子叶片上繁殖的深点食螨瓢虫产卵高峰期在第 9 至第 10 日龄, 在第 10 日龄后产卵量逐渐下降。在第 8 和第 15 日龄深点食螨瓢虫在花生叶片的产卵量达到峰值且显著高于其他植物叶片上的产卵量。深点食螨瓢虫每雌在不同载体植物上的平均产卵量存在显著差异, 由高到低依次为花生 112.6 粒、豇豆 103.8 粒、玉米 85.2 粒、辣椒 68.2 粒、茄子 53.4 粒 (表 4)。

不同载体植物对深点食螨瓢虫的存活率存在显著性差异 (图 2), 深点食螨瓢虫在花生和豇豆上繁殖的孵化率、化蛹率、羽化率差异不显著, 但成虫获得率达到显著水平。豇豆和玉米上深点食螨瓢虫的孵化率、化蛹率、羽化率以及成虫获得率差异不显著, 5 种载体植物上的深点食螨瓢虫成虫获得率由高到低依次是花生 80.1%、豇豆 70.3%、玉米 66.7%、辣椒 39.7%、茄子 29.8%。

表 4 不同载体植物对深点食螨瓢虫平均产卵量的影响

Table 4 Effect of different plants on the average fecundity of *Stethorus punctillum*

载体植物 Banker plant	花生 Peanut	豇豆 Cowpea	玉米 Corn	辣椒 Pepper	茄子 Eggplant
平均产卵量 Average fecundity	112.6±2.6 a	103.8±1.9 b	85.2±1.4 c	68.2±1.9 d	53.4±2.0 e

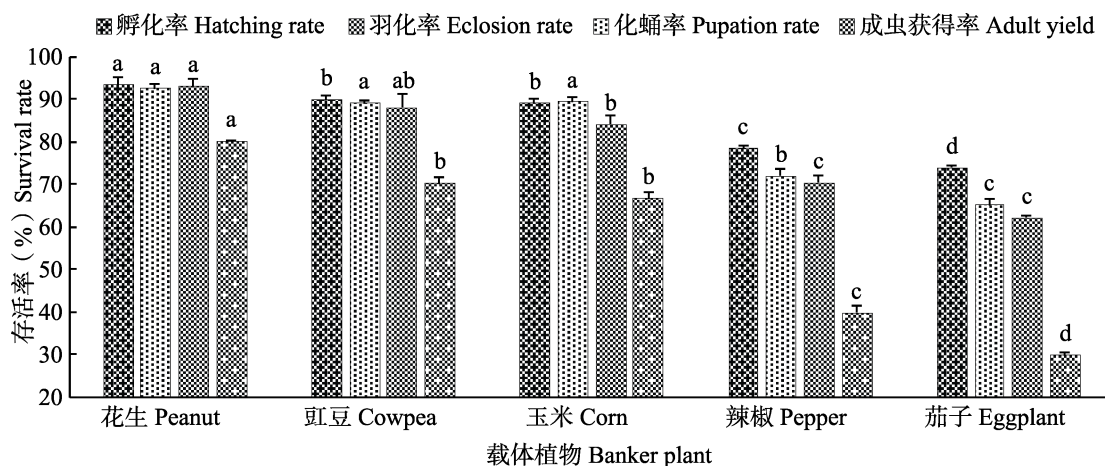


图 2 不同植物对深点食螨瓢虫存活率的影响

Fig.2 The survival rate of *Stethorus punctillum* on different plants

柱上标有不同小写字母者表示差异显著 ($P < 0.05$) (Duncan's 新复极差法)。

Histograms with different letters indicate significant difference ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

3 结论与讨论

试验可知花生和豇豆是适宜二斑叶螨繁殖的寄主植物, 也是适宜深点食螨瓢虫繁殖的植物, 结合深点食螨瓢虫的发育历期、产卵量以及成虫获得率等进行分析得知, 花生是深点食螨瓢虫繁殖的最适植物。

试验中二斑叶螨在不同寄主植物的生长发育及繁殖皆存在显著性差异, 这致使二斑叶螨在不同寄主植物上密度和各虫态的比例不同, 其中二斑叶螨在花生和豇豆叶螨密度大, 使得深点食

螨瓢虫在捕食时更容易找到猎物, 提高了捕食效率, 更利于其生长发育和繁殖。另一方面, 在寄主植物-二斑叶螨-深点食螨瓢虫的三级营养关系中, 由于二斑叶螨是从寄主植物上获得营养物质, 所以深点食螨瓢虫在捕食叶螨的同时间接的从寄主植物上获得了供其生长发育所必需的氨基酸、蛋白质、碳水化合物和脂类等营养物质, 所以寄主植物的营养物质会间接的影响深点食螨瓢虫的生长发育和繁殖, 但究竟是哪一种或某几种的组合更有利于深点食螨瓢虫的繁殖值得进行更为深入的研究。

本试验从 5 种寄主植物中筛选出花生来作为繁育深点食螨瓢虫的寄主植物,二斑叶螨可危害寄主植物种类众多,深点食螨瓢虫可在 120 多种寄主植物上取食叶螨(方红联, 2004),所以仍将会有适宜深点食螨瓢虫繁育的寄主植物的存在,值得去进一步研究。

致谢: 本试验在导师刘玉升教授悉心指导下完成。从试验设计到论文写作等每个环节都给予我巨大帮助。感谢临沂新莒农生物科技股份有限公司徐家连经理对本试验提供的寄主植物种植大棚及试验仪器。

参考文献 (References)

- Al-Zyoud F, Tort N, Sengonca C, 2005. Influence of host plants species of *Bemisia Tabaci* (Genn.) (Hom., Aleyrodidae) on some of the biological and ecological characteristics of the entomophagous *Serangium parcesetosum* Sicard (Col., Coccinellidae). *Journal of Pest Science*, 78 (1): 25–30.
- Dermauw W, Wybouw N, Rombauts S, Menten B, Vontas J, Grbic M, Clark RM, Feyereisen R, Van LT, 2012. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite *Tetranychus urticae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(2): 113–122.
- Fang HL, 2004. Study on the biological characters and control efficacy on crops spider. Doctor dissertation. Yangling: Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry. [方红联, 2004. 深点食螨瓢虫生物学特性及其控害效能的研究. 博士学位论文. 杨凌: 西北农林科技大学.]
- Gan LP, Zhang XH, 2004. Study of biological character of *Tetranychus urticae* (Koch). *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 13(3): 66–69. [甘丽萍, 张新虎. 二斑叶螨实验种群生物学特性的研究. 西北农业学报, 13(3): 66–69.]
- Giles KL, Madden RD, Stockland R, Payton ME, Dillwith JW, 2002. Host plants affect predator fitness via the nutritional value of herbivore prey: investigation of a plant-aphid-ladybeetle system. *BioControl*, 47(1): 1–21.
- Gong YJ, Wang ZH, Shi BC, Cui WX, Jin GH, Sun YY, Wei SJ, 2014. Sensitivity of different field populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to the Acaricides in Beijing area. *Scientia Agricultura Sinica*, 47(15): 2900–2997. [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): 2900–2997.]
- Hu WL, 2016. Preliminary study on the tritrophic interaction among host-plants, *Tetranychus cinnabarinus*(Boisduval) and *Stethorus punctillum* Weise. Master dissertation. Ya'an: 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. 硕士学位论文. 雅安: 四川大学大学.]
- Howell AD, Daugovish O, 2013. Biological control of *Eotetranychus lewisi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry by four *Phytoseiids* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, 106(1): 80–85.
- Liang Y, Zhou YS, Zhou ML, 2007. Effects of three host plants on the growth and development of two mites. *Journal of Anhui Agri. Sci.*, 35(19): 5792, 5905. 梁妍, 周玉书, 周明来, 2007. 三种寄主植物对二斑叶螨生长发育的影响. 安徽农业科学, 35(19): 5792, 5905.
- Lu XD, Liu XC, Jia HR, Han LC, 2015. Present situation and progress on artificial diet for *Harmonia axyridis*. *Shanxi Forestry Science and Technology*, 44(03): 35–36, 66. [吕晓东, 刘随存, 贾荟荣, 韩莉春, 2015. 异色瓢虫人工饲料研究现状和进展. 山西林业科技, 44(03): 35–36, 66.]
- Luo HW, Wang ZH, Wang LD, Huang J, 2010. Effects of host plants on development, survival and reproduction of *Delphastus catalinae* (Horn), a predator of *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 39(3): 231–235. [罗宏伟, 王竹红, 王联德, 黄建, 2010. 寄主植物对烟粉虱捕食性天敌-小黑瓢虫发育、存活和繁殖力的影响. 福建农林大学学报(自然科学版), 39(3): 231–235.]
- Matter MM, El-Shershaby MMA, Farag NA, Gesraha MA, 2011. Impact of temperature and prey density on the predacious capacity and behaviour of *Stethorus punctillum* Weise. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44(2): 127–134.
- Niu YH, 2006. Studies on the biology and control of *Tetranychus urticae* Koch. Doctor dissertation. Yangling: Northwest Agricultural and Forestry University. [牛永浩, 2006. 二斑叶螨 (*Tetranychus Urticae* Koch)生物学特性及防治技术研究. 博士学位论文. 杨凌: 西北农林科技大学.]
- Niu YH, Zhou CY, Hua L, 2008. Establishment and analysis of life table for experimental population of *Tetranychus urticae* Koch on 4 host plants. *Journal of Northwest Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 36(3): 166–170. [牛永浩, 周长勇, 花蕾, 2008. 二斑叶螨在 4 种寄主植物上的实验种群

- 生命表组建与分析. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 36(3): 166–170.]
- 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.
- Shen MQ, Guo ZZ, Xiong JW, 1998. Influence of temperature on the experimental population of *Stethorus punctillum*. *Acta Ecologica Sinica*, 18(2): 71–77. [沈妙青, 郭振中, 熊继文, 1998. 温度对深点食螨瓢虫实验种群的影响. 生态学报, 18(2): 71–77.]
- Shen MQ, Guo ZZ, Xiong JW, 1996. Predation of *Stethorus punctillum* on *panonychus citri*. *Journal of Guizhou Agric. Coll.*, (4): 35–38, 43. [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. 贵州农学院学报 (4): 35–38, 43.]
- Van LT, Vontas J, Tsagkarakon A, Dermauw W, Tirry L, 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40(8): 563–572.
- Wang LN, Chen LH, Zhang LS, Wang SY, Yang HX, 2008. Improved formulations of an artificial diet for larvae of *Propylea japonica*. *Chinese Journal of Biological Control*, 24(4): 306–311. [王利娜, 陈红印, 张礼生, 王树英, 杨海霞, 2008. 龟纹瓢虫幼虫人工饲料的研究. 中国生物防治, 24(4): 306–311.]
- Yang S, He YF, He H, Li T, Wei QY, Feng P, Zhang JP, 2013. Comparison of the predation of *Stethorus punctillum* on *Tetranychus tekestani* and *Tetranychus truncatus*. *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.]
- Zhao WD, Wang KY, Jiang XY, Yi MQ, 2011. Study on the resistance of *Tetranychus urticae* Koch to ixodicide. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 3(3): 86–88. [赵卫东, 王开运, 姜兴印, 仪美芹, 2011. 二斑叶螨对常用杀螨剂的抗药性测定. 农药学报, 3(3): 86–88.]