

巴氏新小绥螨对猎物搜寻能力的研究*

张东旭 孟瑞霞** 张鹏飞 贾永红 彭勇强 韩玉花

(内蒙古农业大学 呼和浩特 010019)

摘 要 巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* (Hughes) 是一种多食性捕食螨, 主要捕食叶螨和蓟马等。因其捕食范围广, 捕食量相对较大, 且易人工繁殖, 因此, 被广泛应用于农业生物防治中。本文利用温室的释放-回收实验研究了巴氏新小绥螨对截形叶螨 *Tetranychus truncatus* 和西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 的搜寻能力。实验共设 3 个处理: (1) 叶螨为害植株与清洁植株; (2) 蓟马虫害植株与清洁植株; (3) 蓟马、叶螨混合为害植株与清洁植株。当捕食螨释放于清洁黄瓜植株和虫(螨)害黄瓜植株交替排列的六角结构的中心时, 2 种害虫(螨)不论是单独危害还是混合危害, 巴氏新小绥螨回收比例随着时间的延长逐渐趋于平缓。释放后 1 d 之内, 叶螨、蓟马及混合猎物处理中回收到的捕食螨分别占释放总量的 $65.25\% \pm 1.61\%$ 、 $62.75\% \pm 1.31\%$ 和 $81.75\% \pm 2.14\%$, 并且虫(螨)害植株上回收到的捕食螨数量明显比清洁植株多, 叶螨、蓟马及混合猎物危害植株回收的捕食螨量分别占释放总量的 $53.5\% \pm 5.6\%$ 、 $49.5\% \pm 3.6\%$ 和 $74.0\% \pm 2.7\%$ 。因此, 巴氏新小绥螨对这 2 种猎物及其混合物均有较强的搜寻能力, 能够有效定位作物中有猎物的植株。同时对利用一种捕食螨生物防治温室中同时发生的 2 种害虫(螨)的可能性进行了讨论。

关键词 巴氏新小绥螨, 释放-回收实验, 搜寻, 截形叶螨, 西花蓟马

Study on the foraging ability of the predatory mite *Neoseiulus barkeri*

ZHANG Dong-Xu MENG Rui-Xia** ZHANG Peng-Fei JIA Yong-Hong

PENG Yong-Qiang HAN Yu-Hua

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

Abstract The predatory mite, *Neoseiulus barkeri* (Hughes), is a generalist mainly preying on spider mites and thrips. This mite is widely used as a bio-control agent due to its wide range of prey, strong predatory ability and ease of artificial rearing. In this paper, the foraging ability of *N. barkeri* with regard to spider mites *Tetranychus truncatus*, Western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and a combination of these prey species was investigated by a series of release-recapture experiments in a greenhouse. There were three treatments: (1) infested plants with spider mites *vs* clean plants; (2) infested plants with thrips *vs* clean plants; (3) infested plants with spider mites and thrips *vs* clean plants. When released inside a hexagon in which the six apices were occupied by cucumber plants that were alternately clean or infested with spider mites, thrips, or mixed prey, the fraction of predators on plants in each treatment stabilized with time within 1 day to levels $65.25\% \pm 1.61\%$, $62.75\% \pm 1.31\%$ and $81.75\% \pm 2.14\%$, respectively. Moreover, significantly more predatory mites were recaptured on infested than on clean plants; $53.5\% \pm 5.6\%$, $49.5\% \pm 3.6\%$ and $74\% \pm 2.7\%$ of all released *N. barkeri* were found on the three kinds of infected plants, respectively. This suggests that *N. barkeri* could accurately locate infested plants, irrespective of whether they were infested with *T. truncatus*, *F. occidentalis* or both prey species. The potential for using this predator to control spider mites and thrips in greenhouses is discussed.

Key words *Neoseiulus barkeri*, release-recapture experiment, foraging, *Tetranychus truncatus*, *Frankliniella occidentalis*

巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* (Hughes) 属植绥螨科 Phytoseiidae、钝绥螨亚科 Amblyseiinae、钝绥螨属 *Amblyseius*、小新绥螨亚属 *Amblyseius* (*Neoseiulus*) (吴伟南, 2009)。该捕食螨广泛分布

* 资助项目: 国家公益性行业(农业)科研专项项目(200903032)。
** 通讯作者, E-mail: mengrx@hotmail.com

于世界各地,我国北京、广州、福建、云南、江西、湖南、河北等大部分省市均有分布(吴伟南,2009)。

巴氏新小绥螨是多食性捕食者,捕食范围广,除了捕食叶螨和蓟马外,还捕食蚜虫、木虱、粉虱、介壳虫、跳虫、跗线螨、丝状菌、线虫和蚊蝇类幼虫等生物,植物花粉和昆虫蜜露也是其补充食物(方小端等,2008;吴伟南等,2008;张金平等,2008)。巴氏新小绥螨捕食量相对比较大,且容易人工繁殖,因此被广泛应用于农业生物防治中(张金平等,2008)。

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 和截形叶螨 *Tetranychus truncatus* 是温室蔬菜与花卉上的重要害虫(螨),植物常受到二者的同时危害。巴氏新小绥螨作为两者的共同捕食者,当2种害虫(螨)都发生时,巴氏新小绥螨可否在温室条件下对2种害虫(螨)同时进行有效控制?然而,在温室这样较大的空间范围内,捕食者有效搜寻定位2种猎物混合危害植株的能力将影响着生物防治的效果。

虽然目前国内对巴氏新小绥螨的研究较多,但巴氏新小绥螨对猎物搜寻能力的研究还很少有报道。本文通过温室的释放回收实验,研究比较了巴氏新小绥螨对截形叶螨、西花蓟马及这2种猎物同时存在时的搜寻能力,探索其能否准确定位作物中被猎物危害的植株,以确定捕食螨搜寻猎物的有效性,为巴氏新小绥螨在生物防治中的利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

巴氏新小绥螨来自中国农科院植保所天敌组。在人工气候箱(温度 25℃,光照 L:D = 16:8,相对湿度 80% ± 5%)中用腐食酪螨 *Tyrophagus putrescentiae* Schrank 饲养,并在实验前 1 d,从饲养料中分离,选择活性较强的雌成螨进行实验。

西花蓟马采自内蒙古农业大学职业技术学院科技园区(包头萨拉齐)的甜椒上,在室内光照培养箱(温度 25℃,光照 L:D = 16:8,相对湿度 65% ± 5%)中用涂有蜂蜜的豆角扩繁;截形叶螨采自内蒙古巴彦淖尔市乌拉特前旗的玉米上,在光照培养箱中用黄瓜幼苗进行多代饲养,饲养条件同上。

1.2 释放-回收实验设计

实验在内蒙古农业大学职业技术学院科技园区的温室中进行,实验期间温度为 (27.65 ± 9.01)℃,湿度为 72.90% ± 23.53% (温室中放入数据采集器 HOB0 Data Loggers, USA,每隔 1 h 记录 1 次)。

室内嗅觉反应实验(如 Y-型嗅觉仪)可以研究捕食者能否区分来自清洁植株和虫(螨)害植株的气味,而温室的释放-回收实验则可在更接近自然的条件下检验捕食者选择寄主植物的能力。本实验参照 Janssen(1999)的方法并稍加改进而成,即在温室地面加铺一张 1 m² 见方的正方形泡沫板,使地面垫高以便于对捕食螨的观察统计。在泡沫板上设置 1 个正六边形,正六边形 6 个顶点距中心的距离均为 40 cm,将 6 个顶点掏空(D = 10 cm),置入 6 盆盆栽的黄瓜植株(4~5 星期),并使泡沫表面的土与花盆内的土齐平。

在实验之前,先把一半的植株即 3 株预先接入足量的单一猎物叶螨,或单一猎物蓟马,或与单一猎物同量的叶螨和蓟马混合物(3 个实验处理),置入气候箱中 7 d 使其充分感染(从黄瓜植株 3~3.5 星期开始)。在有蓟马感染的 2 种处理中,放入温室前需要把蓟马成虫从处理植株上移去,以防止其扩散感染清洁植株;而叶螨处理中的感染植株不需要做类似处理。由于清洁植株比接入害虫(螨)的植株生长得更快一些,较大的植株更有可能被捕食螨发现,所以我们取苗龄稍微小一点(约 3~7 d)的清洁植株以校正植株大小的不同。使虫(螨)害植株和清洁植株交替占据六边形的 6 个角,这样每个清洁植物都有 2 个虫(螨)害植物相邻,反之亦然。每一次重复都要调换虫(螨)害植株和清洁植株的排列位置,这样便形成实验设计的 2 种不同结构:一种是虫(螨)害植株占据着六边形的顶点位置 1、3 和 5,一种是这些植株占据着顶点位置 2、4 和 6。在每一实验系列中,2 种设计结构都要使用相等的次数。

用吸虫器收集大约 100 只巴氏新小绥螨,饥饿 1 h 后放入六边形中心位置的培养皿中(D = 8 cm),捕食螨便开始移动,在 6 株植株间自由进行选择。每次重复均在下午同一时间收集释放捕食螨,次日早上(即捕食螨释放后 13 h)开始统计植株上捕食螨的数量,每 3 h 检查一次,共检查 4 次,并且每次都要移去植株上发现的所有捕食螨。

实验共设 3 个处理:即叶螨为害植株与清洁植株,蓟马虫害植株与清洁植株,蓟马、叶螨混合为害植株与清洁植株。每一处理重复 4 次,每一次都要使用新的植株、猎物和捕食螨,以避免假重复。

1.3 数据分析

每一植株类型(清洁植株和被害植株)以及每一重复实验中回收到的捕食螨数量采用重复的 G -测验以检验其适合度(Sokal and Rohlf, 1995)。并对被害植株上回收到的捕食螨比例经正弦平方根转换后进行方差分析以比较不同猎物处理间的差异显著性,并用 LSD 测验进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 每一处理系列中捕食螨对清洁植株和虫

(螨)害植株的选择性

在叶螨为害植株与清洁植株处理中,在 4 次重复中叶螨为害植株均对捕食螨有显著吸引力,而且 4 次重复汇聚后的总结果也显示在叶螨为害植株回收到的捕食螨数量极显著高于清洁植株回收到的捕食螨数量($G_p = 36.0083, df = 1, P < 0.001$),所释放捕食螨中约 53.5% 选择了被害植株(清洁植株为 11.75%),并且重复之间的异质性也不显著($G_H = 2.77284, df = 3, P = 0.436$),因此巴氏新小绥螨对截形叶螨为害植株有明显的选择性。

在蓟马虫害植株与清洁植株处理中,捕食螨在 3 次重复中均表现对蓟马虫害植株有显著偏爱性,而且 4 次重复汇聚后的总结果也显示了这样的趋向($G_p = 335.035, df = 1, P < 0.001$),约

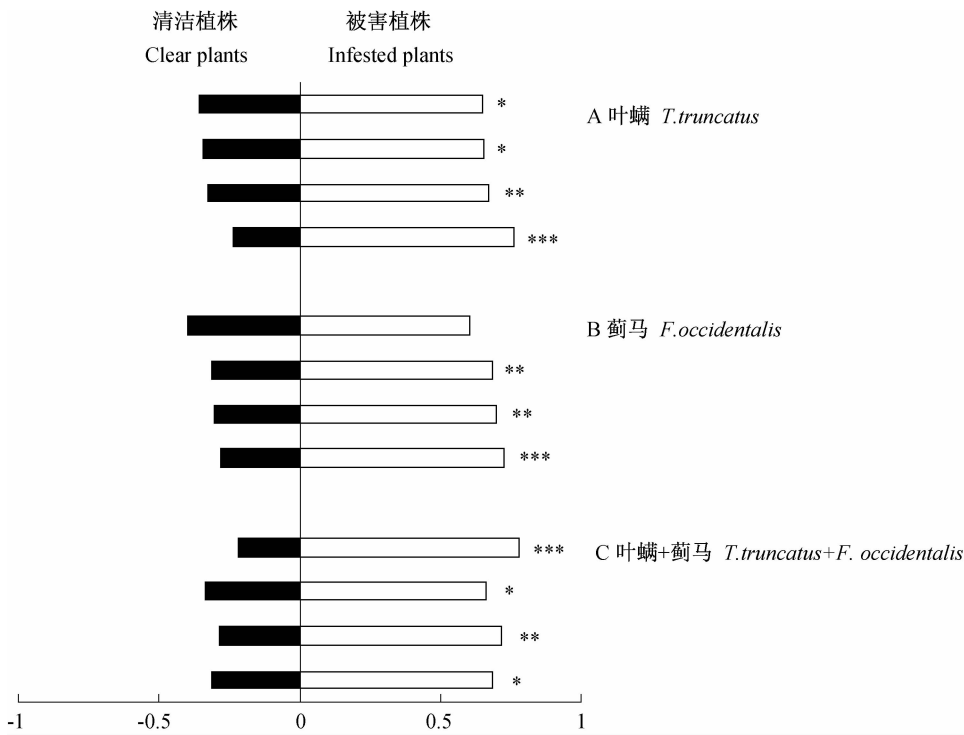


图 1 捕食螨在清洁黄瓜植株(黑色柱)和虫(螨)害黄瓜植株(白色柱)上回收到的比例
Fig.1 The fraction of predatory mites recaptured on clean cucumber plants (black bars) and on infested cucumber plants (white bars)

图中显示的是植株上所回收到的累积捕食螨量的比例。每根柱子代表一次重复。A: 截形叶螨; B: 西花蓟马; C: 截形叶螨 + 西花蓟马。星号表明捕食螨对虫(螨)害植株的明显偏爱性, *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$ (G -测验)。

Histograms are fractions of the cumulative numbers of the predatory mites recaptured on the plants. Each bar represents one replicate. A: *T. truncatus*; B: *F. occidentalis*; C: *T. truncates* + *F. occidentalis*. Asterisks indicate significant preference for infested plants, *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$ (G -test).

49.5% 的捕食螨选择了被害植株 (清洁植株为 13.25%), 重复之间的异质性不显著 ($G_H = 2.3695, df = 3, P = 0.499$), 因此巴氏新小绥螨对西花蓟马虫害植株有明显的选择性。

在叶螨和蓟马混合为害植株与清洁植株处理中, 捕食螨在 4 次重复中均表现对被害植株有显著偏爱性, 而且 4 次重复汇聚后的总结果也显示在被害植株回收到的捕食螨数量极显著高于清洁植株 ($G_P = 52.420, df = 1, P < 0.001$), 约 74% 的捕食螨选择了被害植株 (清洁植株为 7.75%), 并且重复之间的异质性也不显著 ($G_H = 2.80247, df = 3, P = 0.4231$), 因此巴氏新小绥螨对截形叶螨和西花蓟马混合为害植株有明显的优先选择性 (图

1)。

2.2 不同猎物处理对捕食螨回收量的影响

不同猎物处理对虫 (螨) 害植株回收到的捕食螨比例有显著的影响 ($F_{2,9} = 10.3070, P = 0.0047$) (图 2)。当植株上为叶螨与蓟马混合危害时, 被害植株回收到的累积捕食螨量最高, 说明巴氏新小绥螨对该处理的植株有较强的选择趋势, 并显著高于单一猎物处理中回收到的捕食螨量 (LSD test, 混合 *vs* 叶螨: $P = 0.0062$; 混合 *vs* 蓟马: $P = 0.0022$); 而单一猎物叶螨处理与蓟马处理之间无显著差异 ($P = 0.5131$), 说明巴氏新小绥螨对截形叶螨与西花蓟马的搜寻能力相当。

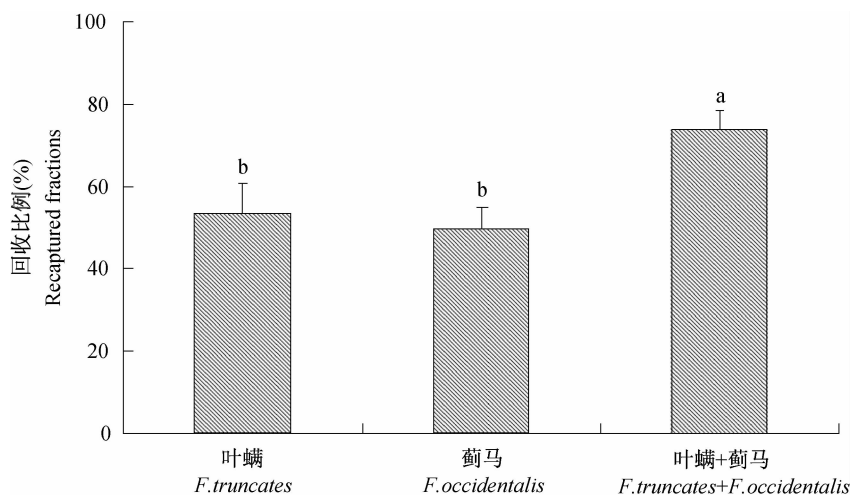


图 2 不同猎物处理对虫 (螨) 害植株上回收到的捕食螨量 (mean $\pm$ SE) 的影响

Fig. 2 The effects of treatments with prey on the fraction of predatory mites recaptured on plants infested with different prey

柱子上的不同字母表示实验处理间差异显著 ($P < 0.05$, 对回收到的捕食螨比例经正弦平方根转换后进行 LSD 测验)。

Histograms with different letters indicate significant differences among treatments ($P < 0.05$, LSD test on arcsine-square root transformed fractions).

虫 (螨) 害植株回收到的捕食螨累积比例随时间的变化趋势见图 3。可以看出捕食螨回收比例随着时间的延长逐渐趋于平缓, 在释放后 22 h, 叶螨与蓟马混合危害植株回收到的累积捕食螨量总是最高, 保持在释放总量的 74%; 叶螨、蓟马单独危害植株回收到的捕食螨量则分别保持在释放总量的 53.5%、49.5%。

2.3 捕食螨回收量随方位的变化趋势

在 3 个处理系列中, 巴氏新小绥螨在有叶螨

危害的 2 个处理中, 总是对东南及正南方向显示略有偏爱性, 而在西北及正北方向回收量略低, 但方向对各处理中回收到的捕食螨量无显著影响 ($P > 0.05$) (图 4), 说明在实验设计中由于光强度及其他因子所造成的不对称对捕食螨的选择性没有显著影响。

3 结论与讨论

我们利用温室的释放-回收实验研究了巴氏新

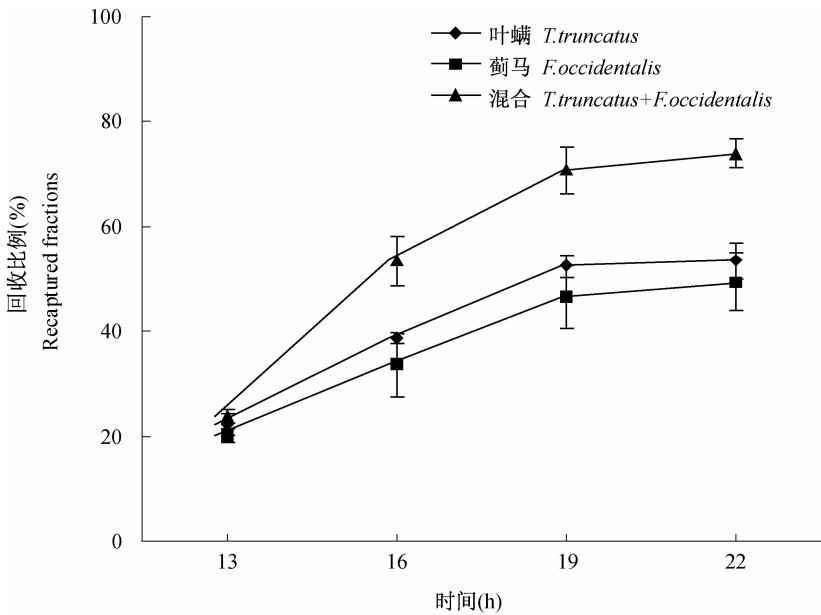


图 3 捕食螨在虫(螨)害植株上随着时间的回收比例 (mean ± SE)

Fig.3 The fraction of predatory mites that was found on infested plants through time (mean ± SE)

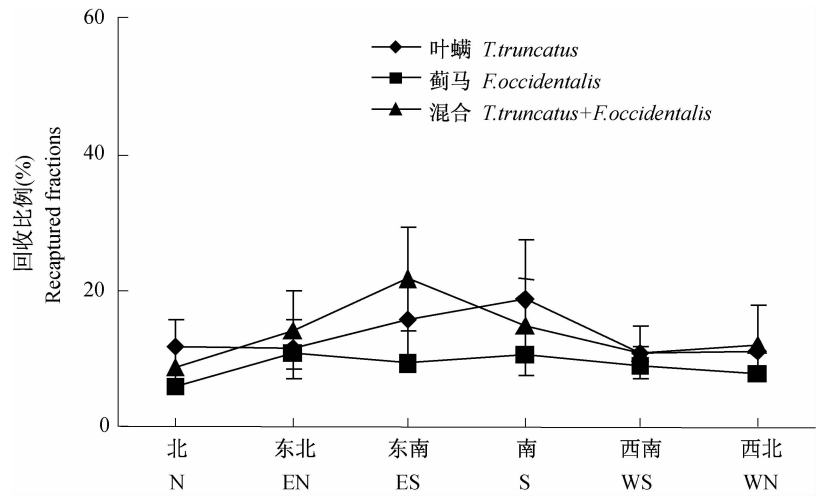


图 4 温室不同地理方向的捕食螨回收比例 (mean ± SE)

Fig.4 The fraction of predatory mites that were found on plants under different orientation (mean ± SE)

小绥螨对截形叶螨和西花蓟马的搜寻能力,结果表明:2 种害虫(螨)不论是单独危害还是混合危害,虫(螨)害植株上回收到的捕食螨数量明显比清洁植株多,因此巴氏新小绥螨对这 2 种猎物及其混合物均有较强的搜寻能力,能够有效定位作物中有猎物的植株。那么,可否利用这一种捕食者来防治 2 种同时被捕食的猎物?徐学农等(2011)在室内人工气候室盆栽条件下研究了另一种多食性捕食螨黄瓜新小绥螨 *Amblyseius*

cucumeris (Oudemans) 与西花蓟马、二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 的相互关系,表明二斑叶螨密度的增加没有显著影响到黄瓜新小绥螨对西花蓟马的控制作用。斯氏钝绥螨 *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) 在温室中也有 2 种以上的共同猎物,是温室小型吸汁性有害生物粉虱、蓟马、叶螨的共同捕食者(孟瑞霞等,2007),Gerben 等(2008)在温室范围内研究了利用斯氏钝绥螨来防治温室中同时发生的蓟马和温室白粉虱

Trialeurodes vaporariorum (Westwood), 证明了从长远角度看, 该捕食螨在 2 种害虫同时发生时可通过似然竞争作用 (apparent competition) 获得比单一害虫存在时更好的生物防治效果。我们这里研究的巴氏新小绥螨虽已显示在温室中并不因另外一种害虫的存在而影响其选择虫 (螨) 害植株的能力, 但在生防实践中能否利用这一捕食螨有效防治 2 种害虫 (螨), 还需要进行深入的研究, 特别是在其中一种猎物蓟马还可能捕食另外一种猎物叶螨卵的复杂体系中。

在类似的释放-回收试验中, 在烟粉虱害植株上回收到的斯氏钝绥螨 *A. swirskii* 稳定在 70% 以上, 而真绥螨 *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) 也在 55% ~ 70% 之间 (Nomikou *et al.*, 2005); 而智利小植绥螨 *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot), 在几小时之内就可以在二斑叶螨危害植株上回收到大约 30% ~ 60% (Janssen, 1999)。我们这里研究的巴氏新小绥螨在释放后 1 d 之内, 叶螨、蓟马及混合猎物处理中回收的捕食螨分别占释放总量的 $65.25\% \pm 1.61\%$ 、 $62.75\% \pm 1.31\%$ 和 $81.75\% \pm 2.14\%$, 而且大部分是在虫 (螨) 害植株上发现的, 分别为 $53.5\% \pm 5.6\%$ 、 $49.5\% \pm 3.6\%$ 和 $74.0\% \pm 2.7\%$, 因此我们这里的实验设计是合理的。同时, 在混合猎物处理中回收到的捕食螨量高于单一猎物处理中回收到的捕食螨量, 这可能是由于混合猎物处理中猎物密度高, 或者是由于植物被危害的程度较高而造成的。

已知捕食螨能够通过植食性害虫 (螨) 诱导产生的植物挥发性气味来定位被其猎物取食的植株 (Sabelis and van de Baan, 1983; Sabelis and Dicke, 1985; Dicke *et al.*, 2000; Nomikou *et al.*, 2005), 从而增加它们搜寻猎物的有效性; 反过来, 一些猎物种类也能够通过化学气味探测到捕食螨的存在 (Pallini *et al.*, 1999), 并且能够区分捕食者是否已经取食了其同种猎物 (Venzon *et al.*, 2000; Nomikou *et al.*, 2003; Meng *et al.*, 2006)。由于本实验所用被害植株是包含有猎物的植株, 而没有设置被猎物危害但不包含猎物的植株的处理, 所以本实验只是证明了巴氏新小绥螨对猎物具有很强的搜索能力, 但不能说明具体是被害植物的挥发物吸引了巴氏新小绥螨, 还是植物上的猎物本身对该捕食螨的作用。

在整个释放-回收过程中, 巴氏新小绥螨略偏

向于东南及正南方的方向, 而在西北及正北方向回收量略低, 产生这样趋势的原因可能有 2 个: (1) 温室的走向是由东向西 (即坐北朝南), 光照 (温度) 可能引起在东南及正南方向上回收的捕食螨量略高一些; (2) 由于温室内的气流方向是从南进, 从北或东出, 所以捕食螨可能会逆着这个气流的方向进行搜寻, 因而造成偏南方向上回收量略高。如果这种偏向性被证明是一个普遍现象, 则提示我们应如何在商业化温室中释放捕食螨, 如从北-西北 (NNW) 方向角开始释放。

参考文献 (References)

- Dicke M, Schutte C, Dijkman H, 2000. Change in behavioral response to herbivore-induced plant volatiles in a predatory mite population. *J. Chem. Ecol.*, 26:1497 - 1514.
- Gerben JM, Van Maanen R, Sebastiaan EF, van Steenpaal, Janssen A, 2008. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one. *Biol. Control*, 44:372 - 379.
- Janssen A, 1999. Plants with spider-mite prey attract more predatory mites than clean plants under greenhouse conditions. *Entomol. Exp. Appl.*, 90:191 - 198.
- Meng RX, Janssen A, Nomikou M, Zhang QW, Sabelis MW, 2006. Previous and present diets of mite predators affect antipredator behaviour of whitefly prey. *Exp. Appl. Acarol.*, 38:113 - 124.
- Nomikou M, Janssen A, Sabelis MW, 2003. Herbivore host plant selection: whitefly learns to avoid host plants that harbour predators of her offspring. *Oecologia*, 136:484 - 488.
- Nomikou M, Meng RX, Schraag R, 2005. How predatory mites find plants with whitefly prey. *Entomol. Exp. Appl.*, 36:263 - 275.
- Pallini A, Janssen A, Sabelis MW, 1999. Spider mites avoid plants with predators. *Exp. Appl. Acarol.*, 23:803 - 815.
- Sabelis MW, Dicke M, 1985. Long range dispersal and searching behaviour//Helle W, Sabelis MW (eds.). *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Amsterdam; Elsevier, 1B. 141 - 160.
- Sabelis MW, van de Baan HE, 1983. Location of distant spider mite colonies by phytoseiid predators: demonstration of specific kairomones emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. *Entomol. Exp. Appl.*, 33:303 - 314.
- Sokal RR, Rohlf FJ, 1995. *Biometry*, 3rd edn. New York: Freeman. 1 - 887.

Venzon M, Janssen A, Pallini A, Sabelis MW, 2000. Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. *Anim. Behav.*, 60:369 – 375.

方小端, 吴伟南, 刘慧, 潘志萍, 郭明昉, 2008. 以植绥螨防治入侵害虫西方花蓟马的研究进展. 中国植保导刊, 28(4):10 – 12.

孟瑞霞, 张青文, 刘小侠, 2007. 利用植绥螨防治烟粉虱的研究进展. 昆虫知识, 44(6):798 – 803.

吴伟南, 2009. 中国动物志无脊椎动物第 47 卷蛛形纲蜱螨亚纲植绥螨科. 北京:科学出版社. 1 – 511.

吴伟南, 方小端, 刘慧, 凌兴汉, 王小川, 2008. 利用巴氏钝绥螨控制番木瓜皮氏叶螨的研究. 中国南方果树, 37(1):50 – 52.

徐学农, Borgemeister C, Poehling HM, 2011. 西花蓟马、二斑叶螨与黄瓜新小绥螨的相互关系研究. 应用昆虫学报, 2011, 48(3):579 – 587.

张金平, 范青海, 张帆, 2008. 应用实验种群生命表评价巴氏新小绥螨对西花蓟马的控制能力. 环境昆虫学报, 30(3):229 – 232.