

doi:10.11937/bfyy.20170281

## 常见设施蔬菜二斑叶螨的综合防治

王富强<sup>1</sup>, 刘鲁江<sup>1</sup>, 傅常智<sup>1</sup>, 苏彦宾<sup>1</sup>, 张天柱<sup>1,2</sup>

(1. 北京中农富通园艺有限公司, 北京 100083; 2. 中国农业大学 水利与土木工程学院, 北京 100083)

**摘要:**二斑叶螨近年来已经成为设施蔬菜栽培的主要虫害之一, 它从发现到蔓延继而难于控制, 引起了蔬菜生产相关工作者的广泛关注。现通过对近年来有关二斑叶螨防治体系的研究, 阐明了包括设施环境、栽培方式、生产管理、生物防治、化学防治的综合防控体系建立的必要性。

**关键词:**设施蔬菜; 二斑叶螨; 害螨优势种群; 综合防控体系

**中图分类号:**S 436.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)15-0061-05

设施蔬菜生产和露地蔬菜生产相比, 有着隔离外部环境的特点, 能够避免部分自然气候的影响, 但同时也促使了一些病虫害的蔓延。从 20 世纪 80 年代至今, 由于二斑叶螨相关针对性防治方式的研发远远落后于其为害的发展速度, 导致了其在部分地区设施蔬菜生产上呈现猖獗之势。因此, 结合前人研究成果和果蔬生产要求, 制定更加完善的综合防控体系显得十分必要。

### 1 螨情及为害

叶螨种类繁多, 有记载的我国分布就有 150 余种<sup>[1]</sup>。二斑叶螨(*Tetranychus urticae* Koch) 隶属于蜱螨目(Acarina) 叶螨科(Tetranychidae), 植食性且食性极杂, 能够为害 800 余种农林

作物<sup>[2]</sup>。常见设施蔬菜中的茄子、菜豆、甜(辣)椒、黄瓜等容易受害, 在我国北方, 每年发生 12~15 代, 世代重叠。以滞育雌螨形态在土块缝隙、植株残体、宿根杂草根际等处越冬, 经过冬季的低温刺激, 翌年 3 月, 外界日平均温度达到 10℃ 以上时, 开始活跃取食, 体色发生变化, 冬型红色体色逐步褪去, 转化为桔红色或锈色夏型体色, 体侧黑色斑块重现; 出蛰后, 在十字花科、菊科植物和草莓等早春寄主上吐丝结网取食兼营孤雌生殖, 随温度升高, 生育期缩短, 30℃ 以上时, 完成卵、幼螨、若螨、成螨一个世代仅需 13 d<sup>[3]</sup>; 然后, 以受害寄主为中心凭借风力、流水、昆虫、鸟兽、外引苗木或农事操作向设施蔬菜迁移, 7—8 月发展成为害盛期。二斑叶螨活动范围温度为 8.8~43.8℃, 属低温活动型害螨<sup>[4]</sup>, 适生温度 13~35℃, 其种群数量和温度升降呈正相关, 其最适相对湿度范围为 40%~70%, 高温干燥是诱发二斑叶螨发生的直接因素, 其次, 生态因素与人为因素间接影响螨情发展。

设施蔬菜中, 尤以早春茬茄子和菜豆生产中后期受害最重。二斑叶螨首先聚集在植株根颈部为害; 逐步迁移至中下部老叶正反面刺吸汁液, 使老叶呈现灰白色小点, 加快叶片老化速度(图 1); 最后到达植株顶梢, 有研究称, 一头二斑叶螨每分钟能够刺穿 18~22 个叶片细胞<sup>[5]</sup>, 新生叶片水分丧失, 并受其分泌毒素影响而严重褪绿继而变为

**第一作者简介:**王富强(1980-), 男, 河北沧州人, 本科, 农艺师, 研究方向为蔬菜工厂化育苗及植物保护。E-mail: 15735503877@163.com.

**责任作者:**张天柱(1968-), 男, 山西神池人, 博士, 教授, 中国农业大学农业规划科学研究所所长, 中国农业大学 MBA 中心导师, 研究方向为设施园艺环境工程及农业建筑与乡镇规划和动物生物环境工程。E-mail: zhang-tianzhu@263.net.

**基金项目:**国家现代农业大宗蔬菜产业技术体系资助项目(CARS-25-D-04)。

**收稿日期:**2017-04-05

红褐色,萎缩卷曲,新梢叶尖常见害螨吐丝结网聚集栖息(图 2)。研究表明,蔬菜叶片叶绿素含量受害后明显下降,可溶性蛋白质、游离氨基酸随螨情发展而明显增加,二斑叶螨的为害会造成作物植株对全磷、全钾的吸收减少,但不会明显抑制对氮素的吸收利用<sup>[6-7]</sup>,最终导致整株落叶早衰,产量锐减。



图 1 中下部老叶受害状

Fig. 1 Damage of middle and lower leaves

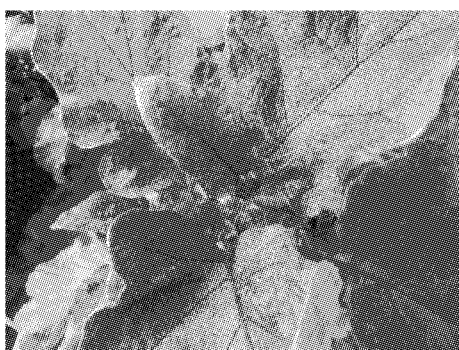


图 2 害螨在新梢处结网聚集

Fig. 2 Mites in new shoots at the net accumulation

## 2 优势种群的确定

二斑叶螨主要分布在纬度较高的广义寒带和温带地区,在我国主要分布于东北、华北、西北及苏皖 2 个省北部。卵,透明至黄色、桔红色球形;幼螨,近圆球形,长约 0.15 mm,宽约 0.12 mm,体色半透明至淡黄色;若螨,椭圆形,体侧具明显深色斑块,刚毛长,体色近红黄色,聚集到一定密度时,迁移群体体色呈橙黄色,其中第二若螨期的雄螨体形小于雌螨;成螨,梨形,雌螨体形长 0.42~0.59 mm,宽 0.28~0.32 mm,体侧具一对黑斑,

外侧 3 裂,呈横“山”字形,菱形背,体色桔红色、红色或锈色,雄成螨体形小于雌成螨<sup>[8]</sup>。由于二斑叶螨和朱砂叶螨等害螨在形态上极其相似,传统认知中,常把朱砂叶螨作为蔬菜主要害螨类型。随着形态学和分子生物学的发展,二者在足 1 胫节刚毛数变异率、雄螨阳茎形态、第 2、3 对背中毛之间的肤纹突起密度等方面都存在显著差异。王少丽等<sup>[9]</sup>于 2009—2013 年在北京、河北采取定点和不定点方式采集害螨进行鉴别,表明二斑叶螨和截形叶螨是部分地区蔬菜作物上的优势叶螨种类,而二斑叶螨的耐药性比截形叶螨更强,已经上升为该设施蔬菜的主要害螨种类<sup>[10]</sup>。

## 3 综合防控体系的建立

### 3.1 综合防控的必要性

全球变暖的大环境下,为害蔬菜生产的病虫害潜育期缩短、世代增多,使得防治难度远远大于以往<sup>[11]</sup>,同时,分布在低海拔地区的病虫害向高海拔地区迁移的这种可能性越来越明显<sup>[12]</sup>,戴万安等<sup>[13]</sup>在 2009—2010 年间在西藏发现了蔬菜的二斑叶螨的为害;当下,随着我国农业由传统农业向现代农业的转型,设施蔬菜产业的社会化分工已经日臻完善,相关种苗产业发展方兴未艾,种苗的远距离调运一方面适应了蔬菜产业的规模化生产,另一方面也造成二斑叶螨等以往被忽视的病虫害的传播;设施蔬菜产业在部分地区还处于松散式生产、经营,“预防为主,综合防治”的植保方针在部分蔬菜产区未落到实处,“点”式防治不能有效的控制二斑叶螨等虫害;二斑叶螨体形较小,在蔬菜生产过程中容易被忽视,当叶片出现明显被害症状时,往往已经错过了最佳防治时期;3 月底至 4 月初,正值设施越冬蔬菜盛产期,二斑叶螨的为害能够大幅度降低蔬菜的产量和质量,造成经济损失。

### 3.2 加强螨情预测预报

早在 20 世纪 80 年代,我国设施蔬菜还未发现螨为害问题,董慧芳等<sup>[14]</sup>就呼吁对二斑叶螨加强螨情预测防治工作。现在,计算机技术已经应用在农业病虫害防控工作上,基于二斑叶螨生活史、气候变化、作物物候期,运用物联网、大数据技术建立,诸如 SVR、BP 神经网络预测等模

型<sup>[15-16]</sup>,及时发布螨情预警,以便有针对性的制定防治预案。

### 3.3 控制设施环境

蔬菜生产设施内小气候的营造是蔬菜生产的第一要素,包括温度、湿度、光照、CO<sub>2</sub> 浓度等因子。设施内相对湿度一般都高于 60%,日平均温度不低于 13℃,外覆盖物阻隔了大部分紫外线以及雨水,在寒冷的冬季,设施内空气流动受限。这使得二斑叶螨在蔬菜生产设施内生育期提前,世代重叠<sup>[17]</sup>。在满足蔬菜自身环境需求的同时,结合气象和生物数据采集,利用设施内环境调控设备创造一个不利于二斑叶螨繁育的环境,现代化智能温室配备的计算机遗传算法、模糊推理结合环境调控设备能够实现这一点<sup>[18]</sup>。

### 3.4 转变栽培方式

设施蔬菜一般是周年供应为主,单一作物复种指数的提高给二斑叶螨的繁衍生息提供了充足的食物来源,人为的延长了害螨危害周期。合理的调整种植茬口,协调劳动力投入和经济效益的同时,最大限度的规避二斑叶螨的为害。建议一年一熟地区以茄科-十字花科-葫芦科蔬菜轮作制为主;三年两熟地区以一年一大茬栽培方式<sup>[19]</sup>为主。以一年一大茬辣椒为例,6月末7月初,设施内隔离育壮苗;8月中下旬在温室中定植;11月初始收直到翌年7月初,二斑叶螨为害盛期正值辣椒生产末期,螨害影响降到了最低限度。7月中旬至8月上旬,一般为节能型日光温室的闲置期,此时,及时拆除棚膜,营造大田环境,雨水的冲刷作用和致病菌能够降低二斑叶螨虫口密度。耿书宝等<sup>[20]</sup>研究表明,马铃薯叶片能够吸引二斑叶螨,但在其上幼螨死亡率达 84%;大蒜叶片上害螨选择率仅为 37.5%,在设施蔬菜产区周边区域种植马铃薯或设施内间作大蒜都能够减少二斑叶螨种群数量。

### 3.5 规范生产管理

现代设施蔬菜生产是集机械自动化控制、生物高新技术、环境调控技术为一体的系统工程<sup>[21]</sup>,尽管我国设施蔬菜生产有着每年 10% 的增速<sup>[22]</sup>,但由于劳动力资源配置的不合理性,还存在着生产的盲目性、田间管理上粗放性等问题,一线员工的文化水平偏低,部分设施蔬菜产业还停

留在劳动密集型阶段。二斑叶螨体形小,具有聚集结网习性,当寄主植物营养物质被吸取殆尽后,借助风力作用,害螨往往随风飘荡,迁徙为害;二斑叶螨取食时,口针首先要刺穿叶片的表皮及海绵叶肉组织,然后到达栅状组织,吸取其间的细胞液和叶绿素。受传统农业片面追求产量意识的影响,过量的氮肥投入使得植株叶片叶色变深、细胞增大、细胞壁变薄,茎秆柔软、徒长。叶片下表皮细胞的这种变化使得二斑叶螨的取食更加便利,还原糖、水解氮化物含量高的幼嫩组织促进了害螨繁殖速度;二斑叶螨始发为害植株根颈部,并向上迁移,结合植株整枝操作,及时去除下部老叶,带出设施集中处理,以温室越冬茄子生产为例,4月初,及时打掉门茄下部老叶和僵果,设置粘虫环带,不仅有利于养分集中供给果实,也阻隔了害螨的迁移途径;秋末冬初,结合冬灌,通过彻底清除生产设施区域内的杂草枯枝,集约化处理蔬菜废弃物,减少二斑叶螨越冬寄主。

### 3.6 生物防治

随着农业转方式、调结构工作的推进,环境友好型病虫害防治已经得到农业工作者的认同。二斑叶螨的生物防治是综合防控体系中的重要环节,主要是利用捕食性天敌和生物制品来防治其危害。优势种捕食性天敌对害螨表现出一定的跟随效应,防控效果高于寄生性类群<sup>[23]</sup>,捕食性天敌包括捕食性昆虫、捕食性蜘蛛、捕食性螨类等(图 3)。如食螨瓢虫、小花蝽、草蛉、蓟马、捕食螨等 10 多种捕食性天敌,前人利用深点食螨瓢虫、芬兰钝绥螨、长毛钝绥螨、巴氏钝绥螨防治二斑叶螨都取得了较好成果<sup>[24-26]</sup>,董慧芳等<sup>[27]</sup>、宫亚军等<sup>[28]</sup>研究表明,按照益害比 1:10~1:30 释放智利小植绥螨,在二斑叶螨发生早期 2~3 周能够达到 100% 的防治率;黄增玉等<sup>[29]</sup>利用二斑叶螨喂食南方小花蝽,存活率为 59.68%,南方小花蝽雌雄个体虽能交配,但未能产卵,可作为潜在的生物防治资源;汪浩等<sup>[30]</sup>研究显示,印楝素、藜芦碱能够作为二斑叶螨为害早期用药,且对捕食螨低毒,具有良好的兼容性;阿维菌素由于连年施用,二斑叶螨已经对其产生较大抗药性,不再适合作为综合防控用药<sup>[31]</sup>;徐美娟等<sup>[32]</sup>在室内测定了 MA-1 绿僵菌在孢子浓度 1 亿个·mL<sup>-1</sup>下,二斑叶螨校正死亡率为 78.3%,绿僵菌、藻菌为今后

的二斑叶螨生物防治提供了新的参考;另外,高脂膜等生物制剂,虽不能直接杀伤害螨,却可以起到驱避害虫、抑卵孵化等功效,可以作为辅助防治用剂。



图3 设施内释放巴氏钝绥螨

Fig. 3 The release of the blunt mite was carried out in the facility

### 3.7 化学防治

有机磷、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯等类杀虫剂杀虫谱广、速效,但由于长期的应用导致二斑叶螨的抗药性增强,以拟除虫菊酯类为例,甘肃兰州种群对甲氰菊酯、氯氰菊酯的抗性指数分别为11.54和10.03,对高效氯氟氰菊酯和甲氰菊酯3种药剂的抗性,山东寿光种群达6.33、10.36倍,山东烟台种群达15.45倍和31.30倍,我国不同地区的二斑叶螨对联苯菊酯的抗性水平最高,达到高抗到极高抗水平;传统杀螨剂中的有机氯类、有机硫类等长期使用后也出现了防效下降的现象,多地二斑叶螨种群对三氯杀螨醇和炔螨特的抗性指数分别达111.64和90.08,对哒螨灵抗性倍数高达105.47倍,对四螨嗪的抗性倍数为122.26<sup>[33-36]</sup>。刘庆娟等<sup>[37]</sup>研究表明,谷胱甘肽S-转移酶解毒活性的提高是二斑叶螨对甲氰菊酯产生抗性的原因之一;羧酸酯酶的变化可能与二斑叶螨对哒螨灵抗性的增强有关;周兴隆等<sup>[38]</sup>对二斑叶螨基因表达水平的定量分析表明,CYP392A16基因在二斑叶螨多重抗性的形成中起主要作用。建议在农药品种选择上,兼顾保护天敌,选用新型农药、剂型<sup>[39-40]</sup>。如,24%螺螨酯SC 4 000~5 000倍液、11%乙螨唑SC 4 000倍

液、20%阿维·螺螨酯SC 3 000~4 000倍液、20%丁氟螨酯乳油6 000倍液、43%联苯肼酯SC 3 000~4 000倍液等,从4月初开始防治,间隔15 d,防治2~3次,此外,99%矿物油EC在我国防治果树害螨上已获登记<sup>[41]</sup>,应用在设施蔬菜生产上有一定前景。

## 4 结语

完善田间管理制度,实行设施蔬菜管理方式的转变,用工业理念发展农业。建立二斑叶螨综合防控体系,坚持预防为主,以农业、生物防治为主,化学防治为辅。把综合防控体系的建立和设施蔬菜产区绿色发展理念相结合,实现设施蔬菜全生产链的结构性优化。

## 参考文献

- [1] 王冬生,马恩沛.中国始叶螨属四新种记述(蜱螨亚纲:叶螨科)[J].昆虫学报,1992(4):493-499.
- [2] 孟和生,王开运,姜兴印,等.二斑叶螨发生危害特点及防治对策[J].应用昆虫学报,2001,38(1):52-54.
- [3] 俞润萍.日光温室香瓜茄(人参果)二斑叶螨的发生与防治[J].中国蔬菜,2016(4):92-94.
- [4] 王慧英.中国经济昆虫志:螨目,叶螨总科[M].北京:科学出版社,1981:11-12.
- [5] 匡海源,程立生.关于区分朱砂叶螨和二斑叶螨两个近似种的研究[J].昆虫学报,1990(1):109-116.
- [6] 黎志辉,鲁亚.二斑叶螨对菜豆叶片几种生理指标的影响[J].安徽农业科学,2011,39(13):7683-7684.
- [7] 孙月华,邵军锐,田甜.二斑叶螨为害对菜豆生理指标的影响[J].生态学杂志,2014,33(4):1010-1014.
- [8] 杨庆爽.(六)主要叶螨种类及其防治(续)[J].植物保护,1981(6):26-28.
- [9] 王少丽,张友军,吴青君,等.京冀地区蔬菜叶螨优势种类鉴定[J].环境昆虫学报,2014(4):481-486.
- [10] 朱亮,康总江,魏书军,等.2012年北京各区县不同寄主上二斑叶螨发生调查[J].北方园艺,2013(4):120-123.
- [11] 付雅丽,刘铁铮,牛瑞生,等.气候变化对蔬菜产业发展的影响及对策[J].河北农业科学,2009,13(11):25-26.
- [12] 李淑华.气候变暖对病虫害的影响及防治对策[J].中国农业气象,1993,14(1):41-43.
- [13] 戴万安,杨杰,罗布,等.西藏温室二斑叶螨的发生与防治初探[C]//中国植物保护学会2010年学术年会,2010.
- [14] 董慧芳,郭玉杰.应该重视二斑叶螨在我国的传播问题[J].植物保护,1987(1):47.
- [15] 赵雷,杨波,刘勇,等.基于大数据的玉米田四代棉铃虫发生量的预测模型[J].大数据,2016(1):68-75.

- [16] 高宁. 基于BP神经网络的农作物虫情预测预报及其 MATLAB实现[D]. 合肥:安徽农业大学, 2003.
- [17] 李本鑫, 张清丽. 温室环境对病虫害发生的影响[J]. 农业与技术, 2004, 24(1): 84, 90.
- [18] 孙传恒, 杨信廷. 可控环境下温室蔬菜病虫害发生特点及预警技术研究[C]//中国植物保护学会会员代表大会暨2005年学术年会, 2005.
- [19] 潘军. 荷兰尖椒北方日光温室一年一大茬栽培技术[J]. 现代农业科技, 2010(4): 149-150.
- [20] 耿书宝, 陈汉杰, 张金勇, 等. 二斑叶螨对几种植物的选择性观察[J]. 果树学报, 2014(5): 917-921.
- [21] 李文荣. 论设施农业的创新与发展[J]. 农机化研究, 2007(8): 183-186.
- [22] 喻景权. "十一五"我国设施蔬菜生产和科技进展及其展望[J]. 中国蔬菜, 2011(2): 11-23.
- [23] 蔡仁莲, 金道超, 郭建军, 等. 菜豆田叶螨及天敌复合生态系统群落组成及其主成分分析[J]. 应用昆虫学报, 2015(1): 249-259.
- [24] 顾耘, 张迎春, 张振芳. 深点食螨瓢虫对二斑叶螨捕食作用的研究[J]. 环境昆虫学报, 1996(4): 18-21.
- [25] 侯爱平, 张艳璇, 王坤泉, 等. 利用长毛钝绥螨控制茄子二斑叶螨[C]//全国生物防治学术讨论会论文摘要集, 1995.
- [26] 张新虎, 沈慧敏. 芬兰钝绥螨对二点叶螨捕食作用的研究[J]. 甘肃科学学报, 2001, 13(2): 35-37.
- [27] 董慧芳, 郭玉杰. 应用智利小植绥螨防治温室一串红上二斑叶螨的试验[J]. 中国生物防治, 1985(1): 12-15.
- [28] 宫亚军, 王泽华, 王魁, 等. 智利小植绥螨对茄子二斑叶螨控制效果研究[J]. 应用昆虫学报, 2015(5): 1123-1130.
- [29] 黄增玉, 黄林茂, 黄寿山. 两种猎物对南方小花蝽种群增长的影响及其对二斑叶螨的控害潜能[J]. 生态学报, 2011, 31(10): 2947-2952.
- [30] 汪浩, 康向辉, 赖多, 等. 印楝素对二斑叶螨的影响及对草莓上捕食螨兼容性[J]. 世界农药, 2013, 35(3): 28-31.
- [31] 沈一凡, 沈慧敏, 岳秀利, 等. 二斑叶螨抗阿维菌素品系选育及其解毒酶系活力变化[J]. 植物保护, 2014(5): 44-48.
- [32] 徐美娟, 宋勇义. 一株绿僵菌对苹果二斑叶螨的室内致病力测定[J]. 现代农业科技, 2012(4): 186.
- [33] 张志刚, 沈慧敏, 段辛乐, 等. 二斑叶螨对螺螨酯抗药性及楚18种杀螨剂交互抗性[J]. 植物保护, 2011, 37(1): 82-85.
- [34] 李瑞娟, 王开运, 姜兴印, 等. 二斑叶螨的抗药性研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2005, 36(4): 637-639.
- [35] 刘庆娟. 二斑叶螨抗药性及药剂混配效果研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2012.
- [36] 高新菊, 张志刚, 段辛乐, 等. 二斑叶螨抗四螨嗪品系筛选及其解毒酶活力变化[J]. 中国农业科学, 2012, 45(7): 1432-1438.
- [37] 刘庆娟, 刘永杰, 于毅, 等. 二斑叶螨对七种杀螨剂的抗药性测定及其机理研究[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(2): 376-381.
- [38] 周兴隆, 杨顺义, 郝雨, 等. 二斑叶螨多重抗性品系最优内参基因的筛选及CYP392A亚家族基因的表达分析[J]. 昆虫学报, 2015, 58(11): 1229-1236.
- [39] 张坤鹏, 官庆涛, 武海斌, 等. 11种杀螨剂对异色瓢虫的安全性比较[J]. 环境昆虫学报, 2014(5): 768-774.
- [40] 刘平, 尚素琴, 张新虎. 9种常用杀螨剂对巴氏新小绥螨和二斑叶螨的毒力及毒力选择性研究[J]. 植物保护, 2014(5): 181-184.
- [41] 周铁锋, 叶恭银, 余秋珠, 等. 茶园冬季封园对茶橙瘿螨和假眼小绿叶蝉控害效果评价[J]. 浙江农业科学, 2011(4): 892-894.

## Integrated Pest Management of *Tetranychus urticae* Koch for Common Greenhouse Vegetables

WANG Fuqiang<sup>1</sup>, LIU Lujiang<sup>1</sup>, FU Changzhi<sup>1</sup>, SU Yanbin<sup>1</sup>, ZHANG Tianzhu<sup>1,2</sup>

(1. Beijing Zhongnong Futong Horticulture Corporation Limited, Beijing 100083; 2. College of Water Resources & Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

**Abstract:** In recent years, *Tetranychus urticae* Koch has become one of the main pests of facility vegetable cultivation. It causes the extensive concern of the vegetable production related workers because it is difficult to control from discovery to spread. In this paper, the necessity to establish comprehensive prevention control system including facilities environment were expanded, cultivation mode, production management, biological and chemical control through the analysis of the related research about prevention and control system of *Tetranychus urticae* Koch in recent years.

**Keywords:** greenhouse vegetables; *Tetranychus urticae* Koch; dominant population; integrated pest management