

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2021.03.012

蚜虫对设施辣椒产量和品质的影响

金 玲¹⁺, 戴 莹²⁺, 张海波², 于淦军^{2*}, 周福才³, 周 晨²,
陈永明⁴, 王凤良¹, 陈 华¹, 朱加萍¹, 车晋英¹, 杨荣明^{2*}

¹盐城市大丰区植物保护站, 江苏 盐城 224100; ²江苏省植物保护植物检疫站, 江苏 南京 210009;
³扬州大学园艺与植物保护学院, 江苏 扬州 225009; ⁴江苏省盐城市植物保护站, 江苏 盐城 224002

摘要:【目的】探讨不同蚜害等级危害对设施辣椒产量和品质的影响,为设施蔬菜的科学防控、按质定价及制定蚜虫经济阈值提供参考。【方法】通过田间蚜虫量调查,进行蚜害分级,并测定不同蚜害等级下辣椒叶片和果实的 SPAD 值,采收后记录单株果数,称重,计算座果率及单株果重等产量指标;同时测定不同蚜害等级下辣椒果实可溶性蛋白、可溶性糖、维生素 C 含量等品质指标。【结果】当蚜害等级达 III 级及以上时,即可导致设施辣椒产量和品质相关指标明显下降,且随着蚜害等级增加,下降越显著。当蚜害等级达 V 时,辣椒叶片和果实的 SPAD 值比对照分别下降了 38.29% 和 29.49%,辣椒座果率比对照下降了 21.28%,单株果重比对照下降了 40.09%,且 1、2 级果数量明显减少;辣椒可溶性糖、维生素 C 含量比对照分别下降了 35.66%、39.29%,可溶性蛋白含量略有下降,但与对照无显著差异。【结论】当蚜害等级为 III 级以上,即株虫量为 50 头以上时,辣椒产量、品质出现明显下降,因此,当辣椒整株虫量达 50 头以上时要及时进行蚜虫防治。

关键词: 蚜虫; 辣椒; SPAD 值; 产量指标; 品质指标



开放科学标识码
(OSID 码)

The influence of aphids on the yield and quality of facility peppers

JIN Ling¹⁺, DAI Ying²⁺, ZHANG Haibo², YU Ganjun^{2*}, ZHOU Fucan³, ZHOU Chen², CHEN Yongming⁴,
WANG Fengliang¹, CHEN Hua¹, ZHU Jiaping¹, CHE Jinying¹, YANG Rongming^{2*}

¹Plant Protection Station of Dafeng District, Yancheng City, Yancheng, Jiangsu 224100, China;

²Plant Protection and Quarantine Station of Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210009, China;

³College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009, China;

⁴Plant Protection and Quarantine Station of Yancheng District, Yancheng, Jiangsu 224002, China

Abstract: 【Aim】To explore the effects of different levels of aphid damage on the yield and quality of greenhouse peppers and to provide a basis for the prevention and control of vegetables, pricing according to quality, and establishment of economic thresholds for aphids. 【Method】Through the investigation of aphid quantity in the field, aphid classification was carried out, and the SPAD values of pepper leaves and fruit under different aphid levels were determined. After harvesting, the number of fruits per plant was recorded and weighed, and yield indices such as fruit set rate and fruit weight per plant were calculated. Soluble proteins, soluble sugar, and vitamin C contents of pepper fruit under different aphid damage levels were also determined. 【Result】Levels III and above of aphid damage caused a significant decline in yield and quality of greenhouse peppers, and the degree of decline was more significant with an increased level of aphid damage. When the aphid level reached V, the SPAD value of leaves and fruit of the pepper plant significantly decreased by 38.29% and 29.49%, respectively, the fruit setting rate by 21.28%, the fruit weight per plant by 40.09%, as well as the number of 1st and 2nd grade fruit. The amounts of soluble sugar and vitamin C in pepper decreased by 35.66% and 39.29%, respectively. The crude protein content decreased slightly, but was not significantly different between pepper and the control. 【Conclusion】When aphid infestation reached more than 50 insects i.e., level III and above, yield and quality of

收稿日期 (Received): 2021-01-08 接受日期 (Accepted): 2021-05-20
基金项目: 江苏现代农业(蔬菜)产业体系(JATS(2020)306); 江苏省科技支撑计划项目(农业部分)(BE2017347)
作者简介: 金玲, 女, 农艺师。研究方向: 蔬菜病虫绿色防控技术。E-mail: 5080380@qq.com。戴莹, 女, 农艺师。研究方向: 病虫测报及防控技术。E-mail: 67945358@qq.com
* 为并列第一作者(The two authors contributed equally as first author)
* 通信作者(Author for correspondence): 于淦军, E-mail: 397509896@qq.com; 杨荣明, E-mail: 736321360@qq.com

pepper significantly decreased suggesting that this number can be considered the threshold for aphid control.

Key words: aphids; pepper; SPAD value; yield index; quality index

辣椒 *Capsicum annuum* L. 是一种茄科辣椒属植物, 属一年或多年生草本植物, 含有多种维生素、蛋白质、糖类、色素、辣椒碱和矿物质, 辣椒中维生素 C 的含量在蔬菜中占首位(刘易伟等, 2014), 是深受人们喜爱的蔬菜品种。辣椒在全国各地都有着广泛的栽培, 但在生产过程中, 常受到多种病虫害的困扰, 其中蚜虫 Aphidoidea 是危害辣椒生产最严重的害虫之一(罗素兰等, 2003), 蚜虫活动常导致辣椒减产, 造成严重的经济损失(唐平华等, 2013)。

蚜虫是设施蔬菜上的重要害虫, 我国已知种类达 1000 余种(方燕等, 2006), 几乎能以所有的蔬菜作物为寄主植物, 其中棉蚜 *Aphis gossypii* Glover、桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 对葫芦科、茄科、十字花科蔬菜的危害尤为严重, 棉蚜是江苏设施辣椒上的优势种。蚜虫为刺吸式口器害虫, 对寄主植物的危害主要为吸取植物汁液、传播植物病毒、排泄的蜜露引发煤污病(周晓静等, 2012), 严重影响受害作物的品质和产量, 甚至可导致植株死亡, 毁棚绝收(周勇等, 2009)。棉蚜因具有个体较小、生活周期短、生活史复杂、繁殖力强等特征而存在不易发现、扩散蔓延迅速、防控困难等问题(乔格侠等, 2011)。

目前, 针对蚜虫的研究主要集中在防治药剂的筛选、蚜虫选择性及其对植物抗性方面, 蔬菜产量及其品质的影响因素研究主要集中在栽培技术与肥水管理方面, 而关于蚜虫危害对蔬菜产量及品质

的影响研究鲜有报道。在设施蔬菜生产过程中, 除了要保证蔬菜产量, 对其营养品质的要求也越来越高(杨爱民等, 2014), 为进一步明确蚜虫危害对设施蔬菜产量及品质的影响, 本试验就不同程度蚜虫危害对椒座果率、单株果数、单果重等产量指标及辣椒可溶性糖、维生素 C 及可溶性蛋白含量等品质指标进行研究, 以期为设施蔬菜按质定价及制定蚜虫经济阈值、科学防控措施提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试辣椒为江苏省农业科学院蔬菜研究提供的苏椒 5 号。试验于江苏省盐城市大丰区刘庄镇温室大棚内进行, 温室长 40 m、宽 6 m, 上盖塑料薄膜, 未覆盖裙膜。土壤质地为砂壤土, pH 值 7.5, 有机质含量 1.43%, 土壤肥力中等。2020 年 7 月 5 日辣椒催芽后播于穴盘内, 待辣椒苗长出 3~4 片真叶时, 选长势相近、健壮的辣椒苗于 8 月 6 日定植于棚内, 行距 40 cm, 株距 30 cm。各处理栽培管理措施一致。

1.2 试验方法

1.2.1 田间蚜虫量调查及蚜害分级 蚜虫为辣椒田间自然发生, 经鉴定为棉蚜。虫量调查方法: 盛果期调查每株辣椒的蚜虫数量, 将辣椒植株上蚜虫的虫量按蚜害等级划分标准(罗菊花等, 2011; 张海波等, 2019)进行分级记录, 单株挂牌、标记。其中, 蚜害等级 I 蚜虫较少, 作为对照(表 1)。

表 1 蚜害等级划分标准
Table 1 Classification criteria of aphid damage levels

蚜害等级 Grade	蚜虫量及症状 The number of aphid and harm symptom
I (对照 CK)	全株有少量蚜虫(10 头以下) There are a few aphids in the whole plant (less than 10 aphids)
II	全株有一定量蚜虫(10~50 头) There are a certain number of aphids (10~50 aphids) in the whole plant
III	全株有中等量蚜虫(50~200 头), 植株中上部茎秆、叶片较多蚜虫 The whole plant had a moderate number of aphids (50~200 aphids), there are more aphids in the middle and upper stems and leaves of the plant
IV	全株有大量蚜虫(200~500 头), 植株中上部茎秆、叶片蚜虫聚集, 叶片出现煤污 There are a large number of aphids (200~500 aphids) in the whole plant, aphids gather on stalks and leaves in the upper part of the plant, and sooty mold appears on the leaves
V	全株有极多蚜虫(500 头以上), 植株中上部茎秆、叶片密布蚜虫, 叶片大量煤污 There are many aphids in the whole plant (more than 500 aphids), the middle and upper stems and leaves of the plant are densely covered with aphids, and sooty mold present on leaves.

1.2.2 SPAD 值测定 在盛果期, 每个蚜害等级随机选取 5 株辣椒, 采摘同一部位叶片和成熟度和大小一致、果面光洁无病斑的果实, 使用叶绿素计

SPAD-502 测定 SPAD 值。试验重复 3 次。

1.2.3 产量指标测定 每个蚜害等级随机选取 10 株记录单株辣椒总开花数, 在采收期, 按标记对辣椒

进行人工分期全部采收,记录单株结果数量,计算座果率(座果率/%=结实数/开花数×100);摘取辣椒植株上所有果实,称重,计算单果重;对单株所有果实称重,计算单株果重。将果实按单果重进行分级:果重≥60 g 为 1 级, 20 g ≤果重<60 g 为 2 级,果重<20 g 为 3 级;其中,1~2 级果为大果,3 级为小果。

1.2.4 品质指标测定 品质指标测定在盛果期进行。每蚜害等级随机选取 3 株辣椒,采摘成熟度和大小一致、果面光洁无病斑的果实,测定可溶性蛋白、可溶性糖、维生素 C 含量,试验重复 3 次。可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定,可溶性糖含量采用苯酚比色法测定,维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛滴定法测定(高俊凤,2006)

1.3 数据处理与分析

试验数据采用 DPS 软件处理,Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同蚜害等级危害对辣椒叶片和果实的 SPAD 值影响

不同蚜害等级蚜虫危害对辣椒叶片和果实的叶绿素 SPAD 值均有明显影响(图 1)。当蚜害等级为 I~II 时,叶片和果实的 SPAD 值均略有下降;当蚜害等级达 IV 时,叶片和果实的 SPAD 值开始出现明显下降,比对照(等级 I)分别下降了 33.33%、23.08%,当蚜害等级达 V 时,叶片和果实的 SPAD 值比对照分别下降了 38.29%、29.49%,叶片中 SPAD 值下降幅度更大。

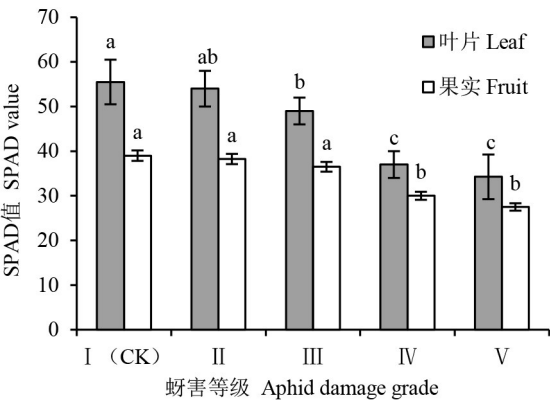


图 1 蚜害等级对辣椒叶片和果实 SPAD 值影响
Fig.1 Effect of of aphid damage on the SPAD content of pepper leaves and fruits

不同小写字母表示不同蚜害等级间差异显著(P<0.05)。
Different lowercase letters indicate significant differences between different levels (P<0.05).

2.2 不同蚜害等级危害对辣椒产量的影响

2.2.1 蚜虫危害对辣椒结实率及果重的影响 由表 2 可知,蚜虫危害降低了辣椒座果率、单株果数、单果重及单株果重。随着蚜害等级增大,辣椒座果率呈现明显下降趋势,当蚜害等级大于 II 时,辣椒座果率分别比对照下降了 10.48% (III)、18.90% (IV)、21.28% (V)。当蚜害等级大于 III 时,单株果数分别比对照下降了 21.16% (IV)、25.89% (V)。蚜害等级为 I~IV 时对单果重影响较小,当蚜害等级达 V 时,单果重显著低于对照,下降了 19.34%。当蚜害等级大于 II 时,辣椒单株果重分别比对照下降了 18.96% (III)、32.65% (IV)、40.09% (V)。

2.2.2 蚜虫危害对辣椒果实大小的影响 由表 3 可见,随蚜虫虫量的增加,1、2 级果(大果)数量明显减少,3 级(小果)数量无明显变化,1、2 级果数量的减少是单株果数下降的主要原因。

2.2.3 蚜虫危害对辣椒品质的影响 由表 4 可知,蚜虫危害对辣椒品质有明显的影响,随蚜害等级的增加,辣椒果实中可溶性糖、维生素 C、可溶性蛋白含量均不同程度降低。当蚜害等级大于 II 时,辣椒可溶性糖含量显著低于对照,分别下降了 7.85% (III)、18.53% (IV)、35.66% (V)。当蚜害等级为 I~IV 时,辣椒维生素 C 含量略有下降,当蚜害等级达 V 时,维生素 C 含量比对照下降了 39.29%。蚜虫取食后辣椒果实可溶性蛋白含量略有下降,但与对照无显著差异(P>0.05)。

3 讨论与结论

根据害虫的取食方式、危害部位,可将其分为直接性害虫和间接性害虫(盛承发,1993)。直接性害虫取食农作物最终生长时期的收获部分,如果实、种子等,而取食非收获部分的属间接性害虫,如叶片、繁殖器官、根茎、刺吸汁液等。间接性害虫危害与产量及品质关系更为复杂,因为这与被害植物本身的补偿能力、发育阶段、害虫的取食方式及部位等诸多因素有关(金开正等,2001)。蚜虫作为一种间接害虫,探明其对作物产量及品质的影响任务艰巨且意义深远。

蚜虫危害辣椒时吸取植物汁液,分泌蜜露引发煤污病,降低叶片光合作用,诸多研究发现,蚜虫危害对其寄主作物产量有严重影响,袁浩(2013)研究发现麦长管蚜 Sitobion avenae (Fabricius)取食可显著降低小麦 Triticum aestivum L.的有效穗粒数和千

粒重,且随着虫口密度增加,降低越明显;刘磊等(2015)通过试验证明了金银花 *Lonicera japonica* Thunb.被蚜虫危害后,产量大幅减少。本研究发现,辣椒受蚜虫危害后,果实和叶片中叶绿素 SPAD 值明显下降,从而影响同化产物的合成,使座果率、单果重和单株果重下降,且随着蚜害等级的增加,辣椒座果率、单株果数和单株果重下降越明显,其中大果

减少更为显著;杨益众等(1992)发现当禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* L.数量达 120 头·株⁻¹时,蛋白质含量下降 5.23%,相关人体必需氨基酸含量也明显下降。本研究发现,蚜虫受害后,辣椒果实的可溶性糖、维生素 C 含量也有不同程度的减少,且蚜害等级越大,下降越明显,但不同的是可溶性蛋白含量并未显示显著下降。

表 2 蚜虫危害对辣椒结实率及果重的影响
Table 2 Effect of aphid damage on pepper seed setting rate and fruit weight

蚜害等级 Aphid damage grade	辣椒产量指标 Pepper production index			
	座果率 Fruit setting rate/%	单株果数/个 Number of fruits	单果重 Single fruit weight/g	单株果重 Fruit weight per plant/g
I (对照 CK)	61.83±2.18a	26.42±1.74a	47.58±2.54a	1259.67±82.12a
II	57.38±1.57a	25.83±1.38a	45.55±3.17ab	1174.29±26.50ab
III	51.35±1.16b	23.17±1.86ab	43.79±2.46ab	1020.83±100.35bc
IV	42.93±0.97c	20.83±1.20b	40.56±2.61ab	848.41±63.82cd
V	40.55±2.25c	19.58±1.59b	38.38±2.56b	754.69±59.60d

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
The data in the same column with different lowercase letters indicate significant differences ($P<0.05$).

表 3 蚜虫危害对辣椒果实大小的影响
Table 3 Effects of aphid damage on pepper fruit size

蚜害等级 Aphid damage grade	不同等级辣椒果实个数/个 Number of pepper fruits of different grades		
	1 级 Level 1	2 级 Level 2	3 级 Level 3
I(对照 CK)	8.15±1.27a	11.55±0.61a	6.71±1.08a
II	7.56±1.14a	11.27±0.63a	6.94±1.24a
III	5.88±0.77ab	10.13±0.31a	7.15±0.83a
IV	4.74±0.48b	8.64±0.36b	7.21±0.84a
V	4.06±0.61b	7.96±0.41b	7.53±1.05a

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
The data in the same column with different lowercase letters indicate significant differences ($P<0.05$).

表 4 蚜虫危害对辣椒品质的影响
Table 4 Effects of aphid damage on the quality of pepper

蚜害等级 Aphid damage grade	辣椒品质指标 Pepper quality indexes		
	可溶性糖含量 Soluble sugar content/ (g·kg ⁻¹)	维生素 C 含量 Vitamin C content/ (g·kg ⁻¹)	可溶性蛋白含量 Soluble protein content/ (g·kg ⁻¹)
I(对照 CK)	25.10±0.64a	0.56±0.06a	12.38±0.85a
II	24.33±0.66ab	0.51±0.04a	11.73±1.03a
III	23.13±0.33b	0.47±0.05ab	10.23±1.03a
IV	20.45±0.66c	0.43±0.06ab	10.08±0.68a
V	16.15±0.56d	0.34±0.02b	9.98±0.92a

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
The data in the same column with different lowercase letters indicate significant differences ($P<0.05$).

害虫数量与产量关系的一般反应曲线明确地指出,在一定虫量范围内,害虫对植物产量形成没有影响,甚至具有一定增产作用,当植物补偿能力低于危

害水平时才产生损失(管致和,1981; Tammes, 1961),这也是制定害虫危害经济阈值的概念依据。因此,害虫综合治理必须考虑危害经济阈值,科学制定防治策略。本研究结果表明,在蚜害等级 I~II 级即株虫量为 50 头以下时,辣椒产量、品质未出现明显下降;当蚜害等级为 III 级以上即株虫量为 50 头以上时,辣椒产量、品质出现明显下降。因此,当辣椒整株虫量达 50 头以上时要及时进行防治,这一结果可为设施蔬菜按质定价及制定蚜虫经济阈值、科学防控措施等提供参考。

参考文献

方燕, 乔格侠, 张广学, 2006. 蚜虫寄主植物与取食部位的多样性. 动物分类学报, 31(1): 31-39.
高俊凤, 2006. 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社.
管致和, 1981. 昆虫的为害对寄主植物产量的影响. 昆虫知识(1): 42-44.
金开正, 丁长命, 俞祥群, 陈文岳, 景晓阳, 2001. 害虫密度与作物产量损失预测的一种新方法. 生物数学学报, 16(2): 207-212.
刘磊, 张文丹, 祝国栋, 李朝霞, 薛明, 2015. 蚜虫为害对金银花产量和品质的影响及休眠期蚜虫防治技术研究//中国植物保护学会. 病虫害绿色防控与农产品质量安全——中国植物保护学会 2015 年学术年会论文集. 长春: 中国植物保护学会: 371-375.
刘易伟, 胡文忠, 姜爱丽, 刘程惠, 白露露, 2014. 辣椒的营

养价值及其加工品的研发进展. 食品工业科技, 35(15): 377-381.

罗菊花, 黄木易, 赵晋陵, 黄文江, 张竞成, 董莹莹, 王锦地, 2011. 冬小麦灌浆期蚜虫危害高光谱特征研究. 农业工程学报, 27(7): 215-219.

罗素兰, 张圣经, 长孙东亭, 2003. 辣椒蚜虫种类的调查. 生物学杂志, 20(1): 22-24.

乔格侠, 秦启联, 梁红斌, 曹雅忠, 许国庆, 高占林, 徐伟钧, 武予清, 李学军, 赵章武, 成新跃, 2011. 蚜虫新型预警网络的构建及其绿色防控技术研究. 应用昆虫学报, 48(6): 1596-1601.

盛承发, 1993. 间接性害虫为害与作物产量损失的关系 I. 食叶害虫. 应用生态学报, 4(2): 192-197.

唐平华, 张国平, 朱明库, 任丽军, 胡宗利, 2013. 蚜虫防治技术研究进展. 植物保护, 39(2): 5-12, 19.

杨爱民, 周福才, 胡其靖, 陈学好, 张建军, 任佳, 周建华, 邵久之, 2014. 烟粉虱对辣椒产量和品质的影响. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 35(1): 86-89.

杨益众, 林冠伦, 胡长富, 1992. 麦蚜为害对小麦品质和产量的影响及其防治指标的初步研究. 植物保护学报, 19(2): 152, 158.

袁浩, 2013. 麦长管蚜危害对优质专用小麦产量和面粉品质特征的影响. 硕士学位论文. 泰安: 山东农业大学.

张海波, 周福才, 顾爱祥, 张芳, 邬亚红, 韩杜斌, 2019. 种植茼蒿对蚕豆苜蓿蚜的田间控制作用. 生物安全学报, 28(4): 254-258.

周晓静, 白素芬, 李欣, 闫凤鸣, 2012. 蜜露检测法在转基因棉抗蚜性指标中的应用. 河南农业大学学报, 46(1): 53-57.

周勇, 桑芝萍, 金建国, 赵建, 陈迎春, 2009. 设施蔬菜病虫害发生特点及绿色防控技术. 现代农业科技, 4(18): 171-172.

TAMMES P M L, 1961. Studies of yield losses II: injury as a limiting factor of yield. *Tijdschrift Over Plantenziekten*, 67(3): 257-263.

(责任编辑:郑珊珊)

征订启事

《生物安全学报》是由中国植物保护学会与福建省昆虫学会共同主办的面向生物安全科学国际前沿的中英文学术刊物。本刊为季刊, 每年 2、5、8、11 月 15 日出版。国内统一连续出版物号(刊号) CN 35-1307/Q, 国际标准刊号 ISSN 2095-1787。每期定价 28 元, 全年 112 元(不含邮资)。

订阅方式 纸本征订: 请将征订回执单和汇款凭证复印件发邮件至 jbscn@fafu.edu.cn。
电子版征订: 点击首页中的“RSS”或“E-mail 订阅”进行电子版订阅。

汇款办法 银行汇款或邮局汇款(汇款单上请注明“订阅《生物安全学报》”)。收到款项后, 我校财务处即开具正式发票。

银行汇款 开户银行: 中国农业银行福州农大支行 开户名称: 福建农林大学
账 号: 13130701040000016

邮局汇款 地址: 福建省福州市上下店路 15 号福建农林大学《生物安全学报》编辑部
邮编: 350002

《生物安全学报》征订回执单

征订单位				邮箱	
发票抬头				税号	
详细地址				邮政编码	
收件人				电话	
单价(元)	112.00	征订份数		汇款金额	
汇款方式	() 邮局汇款 () 银行汇款			汇款时间	