

大棚草莓棉蚜分布规律及其生态调控意义研究

李星月, 刘奇志, 李贺勤, 周 成, 栾小兵

(中国农业大学 农学与生物技术学院, 农业部生物防治重点开放实验室, 北京 100193)

摘 要:以“红颜”草莓为试材,研究了草莓棉蚜在大棚中小空间的分布特点,并进行了棉蚜危害程度与温度、湿度及光照强度的相关性分析研究。结果表明:在没有天敌的情况下,棉蚜在2个具有相似环境的集中中心发生,且2个中心温度均在28℃左右,湿度为50%~60%;在封闭的小空间内,棉蚜的分布与温度、湿度以及光照强度3个环境因素都有较高的相关性,相关程度为光照强度>湿度>温度;此外,蚜虫在花柱和根状茎的分布数量最多,匍匐茎几乎没有分布,草莓叶片不同位置蚜虫数量的差异也很明显,叶柄的蚜虫量最多,其次是叶背面,叶正面的蚜虫最少。

关键词:棉蚜;草莓;空间分布;灰色关联度;生态调控

中图分类号:S 668.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)02-0124-04

草莓(*Fragaria ananassa* Duch)属蔷薇科草莓属宿根性多年生草本植物,又名红莓、杨莓、地莓。草莓原产于欧洲,以其柔软多汁、营养丰富而著称,素有“水果皇后”的美称。草莓产业在我国占有重要地位,长期以来保持着大规模的种植水平,同时近年来呈现出稳定增长的趋势,但是在生产过程中,草莓的一系列病虫害危害日益严重,如蚜虫、粉虱、叶螨等,其中草莓蚜虫的为害极大,成为草莓生产的一大障碍^[1-6]。为害草莓的蚜虫种类有数种,常见的有桃蚜(*Myzus persicae* Sulzer)、棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)和马铃薯长管蚜(*Macrosiphon euphorbiae*)等。蚜虫在草莓植株上全年均有发生,以夏初和秋初密度最大,多群聚于草莓花序、嫩叶、嫩心和幼嫩花蕾繁殖,取食汁液、蜜露污染叶片。蚜虫更是病毒的传播者,其传毒所造成的危害损失远大于其本身危害所造成的损失^[7]。

目前国内研究主要集中在桃蚜、烟粉虱、斜纹夜蛾等害虫在草莓上的为害特点、生活习性及其与环境条件的关系,国外对不同草莓品种对棉蚜的抗性进行了研究^[7-10],但是鲜见棉蚜在温室大棚草莓中的空间分布特点的研究。为了更好地了解温室大棚草莓蚜虫的发生规律,做好草莓蚜虫的预测预报及综合防治,该试验对

北京市农林科学研究院果树林业研究所的有机草莓温室大棚中的棉蚜空间分布,及其与温度、湿度及光照强度的关系进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在北京市农林科学研究院林业果树研究所设施草莓基地进行(北纬38°54',东经116°23',海拔62 m)。该基地年平均气温12.5℃,年平均降雨量628.9 mm,气候、土壤和水利条件均适宜草莓生长。基地主要采用9×50 m²薄膜覆盖大棚,大棚内共设75垄(畦)南北走向的田块,每畦平行等间种植2列草莓苗,不同畦间的列间距为40 cm,同一畦间的列间距为10 cm,株(行)间距平均为15 cm。

1.2 试验材料

供试草莓品种为“红颜”,该品种位于基地北部一个6 a重茬草莓大棚,周围是其它的草莓棚,光照较强,土壤湿度适宜,采用滴灌的方式调节湿度。该大棚于9月底移栽草莓苗,根据生长需要,配施SA土壤修复剂(中国农业大学昆虫与线虫实验室开发),BGB草莓抗重茬剂(北京市嘉博文生物科技有限公司生产),116菌肥(北京市兴农宝典生物科技中心生产)以及AAA生物防治剂(三安农业科技有限公司生产)。

1.3 试验方法

1.3.1 蚜虫分布调查 在草莓蚜虫危害盛期进行逐株3次调查,记录每株发病草莓在坐标轴上的位置,并且调查每株发病草莓植株的蚜虫量,从周缘到中心随机取3片复叶,每片复叶3片小叶,因此每株发病草莓以9片小叶上的蚜虫总量作为调查虫量。在此基础上分别记录被蚜虫危害的叶片正面、背面和叶柄的蚜虫数量。

第一作者简介:李星月(1987-),女,博士研究生,研究方向为有害生物综合防治。

责任作者:刘奇志(1959-),女,博士,教授,现主要从事昆虫和线虫及农业环境生物污染治理新技术等研究工作。E-mail:lqzyx126@126.com。

基金项目:农业公益性行业科研专项资助项目(201003064-04, 201003043-02);现代农业产业技术体系资助项目(CARS-29)。

收稿日期:2013-10-24

1.3.2 空间小环境测定 为了研究棉蚜发生与空间小环境的关系,将草莓温室大棚环境分成若干小空间进行测定,用环境监测仪器-温室娃娃(国家农业信息化工程技术研究中心研制)对大棚各个小空间的日平均温度、湿度及光照强度进行测定。

1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 17.0 软件进行分析,采用单因素方差分析中的 Turkey 固定极差检验法分析不同处理之间的差异显著性。采用灰色关联度法进行棉蚜危害程度与温度、湿度及光照强度的相关性分析^[11-12]。

2 结果与分析

2.1 棉蚜发生的平面分布及小区域蚜虫发病率比较

由图 1 可知,棉蚜在草莓大棚中呈聚集分布,靠北边呈 2 个聚集中心。棉蚜的发病位置集中在第 10~30 垄以及第 50~70 垄(从西到东依次),且集中发生于每垄的第 1~15 株草莓苗(从北到南依次)往南推移,棉蚜的发病株逐渐减少。

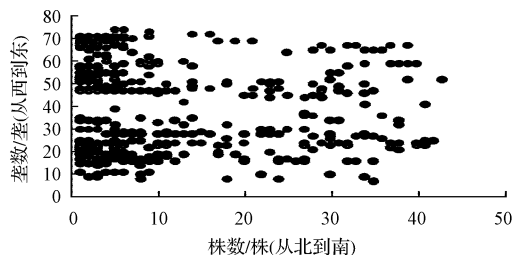


图 1 棉蚜在草莓大棚里的发生位置

注:黑点表示有蚜虫发生的植株,东面为棚门开口,北面为棚墙,南面为棚角。

Fig. 1 The position of plants with *Aphis gossypii* occurrence in strawberry greenhouse

Note: Black points represent plants with aphids, the east is the shed opening, the north is the casing wall, and south is the shed angle.

从图 2 可以看出,棉蚜平均发病率以第 19~35 垄最高,其次是第 46~58 垄,且这 2 个区域每垄的第 1~10 株位置的发病率大于 10%,明显高于其它位置。而 36~45 垄的发病率最低,平均发病率在 5% 以下。根据病害发生程度分级标准,棉蚜发生程度分为 5 级^[13]:发病率在 5% 以下为零星,5%~10% 的为轻度,11%~30% 的为中度,31%~50% 的为重度,大于 50% 的为大流行。由此可知,边缘地带(第 1~18 垄、第 59~73 垄)为轻度虫害,次边缘地带(第 19~35 垄、第 46~58 垄)为中度虫害,而中部地带(第 36~45 垄)为零星虫害。

2.2 草莓植株不同部位的蚜虫量比较

由图 3 可以看出,草莓不同类型茎上的蚜虫发生数量也有显著性差异。其中,花柱的蚜虫数量最多,在 100 只左右,其次是根状茎,60 只左右,新茎和匍匐茎的蚜虫数量较少,尤其是匍匐茎,在 10 只以下。

从图 4 可以看出,草莓叶片上的棉蚜虫量在不同区域也有显著差异,其中,次边缘地带(第 19~35 垄、第 46~

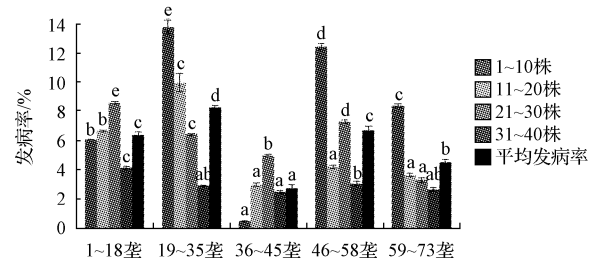


图 2 草莓大棚不同区域蚜虫发病率

Fig. 2 Incidence of *Aphis gossypii* in different regions of strawberry greenhouse

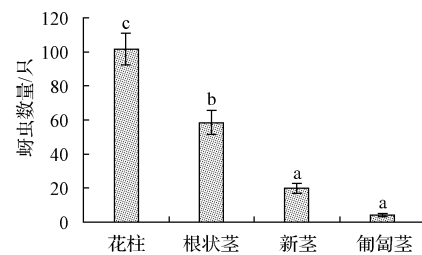


图 3 草莓不同类型茎的蚜虫量比较

Fig. 3 Comparison on quantity of *Aphis gossypii* on different types of strawberry stems

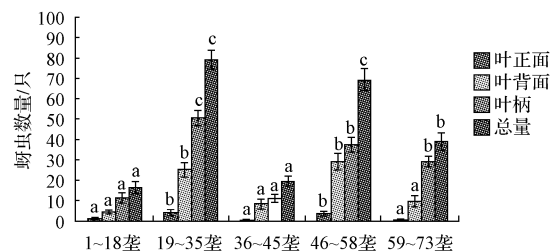


图 4 草莓叶片不同部位蚜虫量

Fig. 4 Quantity of *Aphis gossypii* on different parts of strawberry leaves

58 垄)的蚜虫总量最大,叶正面、叶背面、叶柄位置上的蚜虫数量也最多。边缘地带(第 1~18 垄、第 59~73 垄)和中部地带(第 36~46 垄)棉蚜数量相当,各部位的蚜虫数量也仅为次边缘地带的 50%。此外,叶片不同位置的蚜虫数量也有很明显的差异,叶柄蚜虫量最大,其次是叶背面,叶正面的蚜虫最少。

2.3 草莓大棚内小空间温度比较

从图 5 可以看出,每垄 4 个点(从北向南依次)的温度差异不显著,但是从东到西的草莓大棚内温度有差异,表现为最东部(第 3~8 垄)温度最高,中部(第 18~58 垄)温度比较均匀,大棚西部(第 63~73 垄)温度最低。从图 6 可以看出,每垄 4 个点(从北向南依次)的湿度没有明显的变化,但是棚内从东到西的湿度有变化,表现为最东部(第 3~18 垄)以及最西部(第 63~73 垄)的湿度较中部(第 23~58 垄)高,而东部的湿度稍高于西部,中部的湿度相对均匀。从图 7 可以看出,在未盖膜的情况下,棚内的整体光照强度从北到南的 4 点依次增

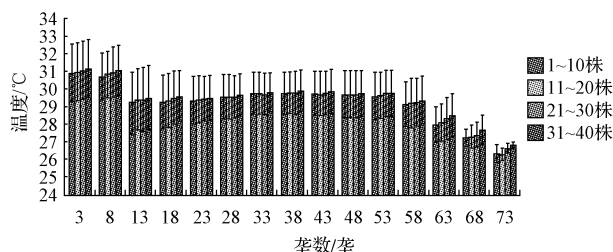


图5 草莓大棚内小区域的日平均温度比较及其走势

Fig. 5 Daily average temperature of small areas in strawberry greenhouse

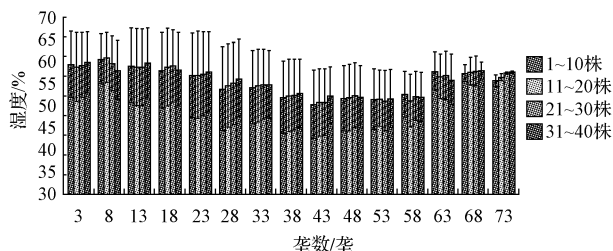


图6 草莓大棚内小区域的日平均湿度比较及其走势

Fig. 6 Daily average humidity of small areas in strawberry greenhouse

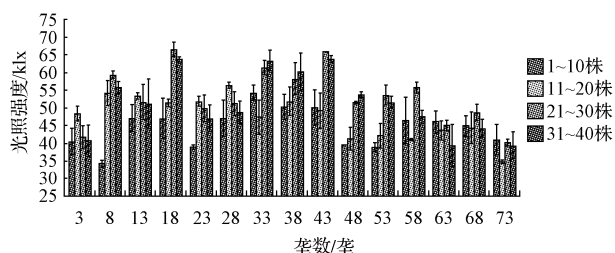


图7 草莓大棚内小区域的日平均光照强度比较及其走势

Fig. 7 Daily average illumination intensity of small areas in strawberry greenhouse

强,且草莓棚内中部(第18~58垄)的光照强度高于东部(第63~73垄)和西部(第3~13垄)。

2.4 棉蚜发病株数与大棚温度、湿度及光照强度的灰色关联分析

灰色关联分析是根据因素之间发展趋势的相似或相异程度,衡量因素间关联度的一种方法。从表1可以

表1 温度、湿度和光照强度与棉蚜危害程度的灰色关联度

Table 1 The gray relational degrees between *Aphis gossypii* Glover and temperature, humidity and illumination intensity

垄数/垄	因子			垄数/垄	因子		
	温度	湿度	光照强度		温度	湿度	光照强度
3	0.648	0.650	0.682	43	0.733	0.734	0.742
8	0.557	0.573	0.765	48	0.570	0.568	0.577
13	0.521	0.725	0.702	53	0.569	0.571	0.572
18	0.525	0.521	0.541	58	0.609	0.613	0.641
23	0.584	0.585	0.560	63	0.521	0.523	0.542
28	0.560	0.550	0.586	68	0.520	0.520	0.521
33	0.684	0.678	0.697	73	0.570	0.568	0.598
38	0.591	0.591	0.593	平均	0.584	0.598	0.713

看出,无论是在小模块空间内,还是在整个大棚范围内,温度、湿度和光照强度与棉蚜发病株数的关联度均大于0.5,且光照强度的关联度大于其它2个环境因子,关联度由大到小依次为光照强度>湿度>温度。

3 讨论

棉蚜在草莓植株上常年均可受害,以初夏和初秋密度最大。棉蚜具有孤雌生殖的遗传特性,繁殖能力强,繁殖速度快,而蚜虫能否对植物造成严重为害,则取决于蚜虫是否有适宜繁殖的气候条件和蚜虫对寄主植物的适应性、喜食寄主的数量或面积、寄主的生育阶段以及捕食、寄生于蚜虫的天敌种类、数量等因素的相互关系。也就是说,蚜虫的发生消长常随着气候、食料、天敌3个因素的改变而变化^[14-16]。

在大面积的露天环境中,蚜虫地理分布主要取决于温度、蚜虫的食性和寄主植物等条件。其中,棉蚜对温度的反应较为敏感,适应的温度为23~27℃,并在相对湿度40%~60%之间生长发育较适宜,气温高于27℃或低于6℃时则繁殖受抑制,相对湿度在80%或40%以下时,虫口数量迅速降低^[17-18]。

然而,在草莓大棚中棉蚜的分布与环境的关系则有所差别,大棚里没有发现蚜虫的天敌出现,棉蚜的分布与温度、湿度及光照强度的关系尤为显著。棉蚜集中发生的2个中心,具有相似的环境,温度适中(28℃左右),湿度也适中(50%~60%)。而大棚东部的温度较高,湿度较大,西部温度较低,湿度较大的环境中,棉蚜相对不适宜生长。而在大棚正中部的10垄草莓苗的棉蚜发生率相对较低,而此10垄的光照强度相对最强,原因是棉蚜具有一定的避光性,表明强光照强度对棉蚜的发生有一定的抑制作用。

灰色关联法是根据诸因素间动态过程的相似性或相异程度来衡量因素间发展态势的一种方法,与其它的数理统计方法相比,具有分析方法简单、结果准确等优点,在农业生态系统上应用广泛^[19]。将棉蚜在草莓大棚中各小气候空间的危害程度与其温度、湿度及光照强度采用灰色关联法分析发现,封闭的小空间范围内,棉蚜的分布与温度、湿度以及光照强度3个环境因素都有较高的相关性,而相关程度为光照强度>湿度>温度。说明蚜虫的避光性在该情况下,对其空间分布具有较为关键作用,光照强度是该条件下的主要气候因子,具体是强光照的小空间里棉蚜的危害程度明显降低。

此外,蚜虫在植物不同部位的分布也有不同,与新茎和匍匐茎相比,花柱和根状茎的蚜虫数量最多,匍匐茎几乎没有分布;草莓叶片不同位置的蚜虫数量的差异也很明显,叶柄的蚜虫量最多,其次是叶背面,叶正面的蚜虫最少。花柱是为开花坐果输送营养物质,而根状茎是贮藏营养物质的器官,所以棉蚜在此部位分布居多。一般以植株的幼嫩部位的叶片分布较多,在植株幼嫩部

位大量繁殖无翅蚜,而在衰老的叶片上,有翅蚜比例较高。同时,由于蚜虫的避光性,草莓叶正面的蚜虫数量显著低于叶背面的数量,并且集中分布在叶基和叶柄部位。

基于该试验结果,提出在草莓大棚的栽培管理下,温度、湿度以及光照强度变化是当年棉蚜发生的重要因素。相关报道,草莓“佐贺红宝”栽培中,在对温室采用上午的高温(30℃)管理及夜间的低温(5℃)管理,可促进大果的形成及高糖度果实的产生^[20],且为防止草莓休眠,温度要高一些,一般白天控制在28~30℃^[21]。结合棉蚜的适应温度23~27℃分析,若通过管理调节,将平均气温升高(>28℃),但不超过35℃;同时,保温初期将空气湿度保持在85%~90%,对棉蚜有抑制作用,并且不会对草莓的生长造成不良影响。此外,可以增加光照时间,并通过改善大棚设施,增强大棚光照强度,这样可以用生态调控有效防治棉蚜危害。

鉴于棉蚜在草莓大棚里面的分布规律,以及对草莓植株的不同部位不同的食性偏好,在采用药物防治的措施中,可以考虑不同区域、不同部位的侧重打药,这样既能有效控制棉蚜的危害,也能节省农药,降低农药污染和残留,对草莓的品质提高和环境保护有益。

参考文献

- [1] 邓明琴,雷家军.中国果树志·草莓卷[M].北京:中国林业出版社,2005.
- [2] 谭昌华,代汉萍,雷家军.世界草莓生产与贸易现状及发展趋势(上)[J].世界农业,2003(5):10-12,40.
- [3] 谭昌华,代汉萍,雷家军.世界草莓生产与贸易现状及发展趋势(下)[J].世界农业,2003(6):16-19.
- [4] 王玉坤,张放,祝庭耀.国内草莓生产现状和发展趋势[J].烟台果树,2003(3):1-2.
- [5] 童英富,郑永利.草莓主要病虫害及其综合治理技术[J].安徽农学通报,2006,12(2):89-90.
- [6] 王娜,孙红霞,李利华,等.草落苗圃主要昆虫种群动态监测[J].浙江农业学报,2007,19(5):346-351.
- [7] 廖建明.草莓上桃蚜的发生规律与防治对策[J].中国南方果树,2007,36(2):62-63.
- [8] 孙红霞,李强,张长波,等.大棚草莓斜纹夜蛾的空间分布型[J].果树学报,2007,24(5):663-668.
- [9] 沈斌斌,任顺祥.几种生态因子对烟粉虱种群的影响[J].安徽农业科学,2007,35(3):758-759.
- [10] Ashwin V P, Daniel J C, Silvia R. Trends in fruit yield and quality, susceptibility to powdery mildew (*Sphaerotheca macularis*), and aphid (*Aphis gossypii*) infestation for seven strawberry cultivars grown without pesticides in a passively ventilated greenhouse using pinebark as soilless substrate[J]. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 2003, 116: 63-72.
- [11] 胡长效,丁梁斌,杨培,等.梨二叉蚜-天敌关系灰色关联度分析[J].江西农业学报,2006,18(5):66-69.
- [12] 董民,张项武,杜相草.有机桃园天敌与蚜虫的互作关系及生态调控措施[J].植物保护学报,2011,38(4):327-332.
- [13] 舒军.谈谈几种森林虫害的调查方法[J].科技信息,2007(13):24.
- [14] 廖建明.草莓蚜虫的发生规律与防治对策[J].内蒙古农业科技,2007(1):111-112.
- [15] Claudia C, Nancy G. Presence of the aphid, chaetosiphon fragaefolii, on strawberry in Argentina[J]. Journal of Insect Science, 2010, 10(9):1-9.
- [16] Krczal H. Investigations on the biology of the strawberry aphid (*Chaetosiphon fragaefolii*), the most important vector of strawberry viruses in West Germany[J]. Acta Horticulturae, 1982, 129: 63-68.
- [17] 慕彩芸,车翌,道然加帕依,等.新疆东疆棉蚜发生发展气象等级预报模型[J].干旱气象,2010,28(4):489-493.
- [18] 许殿武,于小平,宋振宇.浅析阜阳棉花蚜虫发生与为害的规律[J].安徽农学通报,2008,14(13):153.
- [19] 孙才志,孙炳双.改进的灰色关联度在农业系统中的应用[J].农业系统科学与综合研究,2001,17(1):5-8.
- [20] 须海丽.不同的温度管理对草莓果实单果重及糖度的影响[J].北方园艺,2006(6):30-31.
- [21] 李玉臣.大棚草莓无公害高产栽培技术[J].北方园艺,2012(21):44-45.

Research on Spatial Distribution and Ecological Control of *Aphis gossypii* Glover in Greenhouse Strawberry

LI Xing-yue, LIU Qi-zhi, LI He-qin, ZHOU Cheng, LUAN Xiao-bing

(The Ministry of Agriculture Key Laboratory of Pest Bio-control, College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193)

Abstract: Taking ‘Hongyan’ strawberry as material, the spatial distribution of cotton aphids in a small relatively closed space without any natural enemy was studied, and the relationship between damage degree and temperature, humidity and illumination intensity was studied. The results showed that cotton aphid was concentrated in two center of the similar environment with 28℃ and RH 50%~60%. The distribution of aphides had high correlation with temperature, humidity and illumination intensity, and the correlation degree were different with illumination intensity>humidity>temperature. Moreover, the most number of aphids was in style and the rhizomes, and almost no distribution in stolons. Aphid population at different positions of strawberry leaves also had obvious difference with petioles the most aphides, followed by back, with front the least.

Key words: *Aphis gossypii* Glover; *Fragaria ananassa* Duch; spatial distribution; grey correlative degree; ecological control