



外来入侵烟粉虱生物特性及其种群数量变动规律研究

李达林¹, 汪恩国¹, 林凌伟²

(¹浙江省临海市植物检疫站, 浙江临海 317000; ²临海市农科所, 浙江临海 317000)

摘要:为了揭示外来入侵烟粉虱种群数量季节性消长和年度间变动规律, 提高监测与防控水平, 2005—2010年通过饲养观察以及采用塑料黄板涂抹机油系统诱集烟粉虱成虫等方法研究。结果表明, 烟粉虱种群季节性消长呈双峰型曲线变化, 其夏峰期在5月中旬至9月上旬, 其夏峰量占当年总量的66.29%, 其秋峰期在10月中旬至11月下旬, 出现频率为50%, 其秋峰量占当年总量的17.3%, 随后转入大棚和温暖的露地越冬场所越冬, 在露地越冬频率为20%; 年度间种群运动呈二项式曲线变化: $M_{\text{露地}} = 312.21N^2 - 6187.1N + 30787$ ($n=5, r=0.9834^{**}$), $M_{\text{大棚}} = 564.7 N^2 - 10506N + 49013$ ($n=5, r=0.9967^{**}$)。影响种群变化主要有基数、气候、耕作和洪涝等, 其中气温是关键因子, 其烟粉虱虫口密度(M)随气温(T)的变化而变化, 其线性关系模型为 $M=0.607T-4.0645$, $n=36$; $r=0.6826^{**}$; 其曲线关系模型为 $M = 0.0071T^2 + 0.3513T - 2.2188$, $n=36$; $r=0.6846^{**}$, 当旬平均气温在8~10℃时种群处存活临界状态, 当旬平均气温在10~20℃时种群数量处低密度状态并呈低位运行, 当旬平均气温处20℃以上时种群数量随气温升高而升高, 当旬平均气温处30℃以上时种群数量呈回落态势。

关键词: 烟粉虱; 生物特性; 种群数量; 变动规律; 影响因子

中图分类号: S436.3

文献标志码: A

论文编号: 2011-0631

Study on Biological Characteristics and Population Dynamics of Whitefly (*Bemisia tabaci*) in Growing Vegetables in the Suburbs

Li Dalin¹, Wang Enguo¹, Lin Lingwei²

(¹Plant Protection and Quarantine Station of Linhai City of Zhejiang Province, Linhai 317000, Zhejiang, China;

²Linhai Academy of Agricultural Science, Linhai 317000, Zhejiang, China)

Abstract: In order to explore population dynamics of whitefly (*Bemisia tabaci*) in growing vegetables in the suburbs, and improve monitoring and control techniques, adult whitefly (*Bemisia tabaci*) were reared and trapped with oil painting yellow plastic plates during 2005–2010. It showed that annual population dynamics of whitefly might be described by bimodal curve, the summer peak usually appeared during mid-May and early September, and the autumn peak usually came between mid-October and late November. The adults could live in greenhouse for one year and had an overwintering rate of 20% in the open. Between the year to year movement of whitefly could be described by bimodal curve and the curve model was $M_{\text{露地}} = 312.21N^2 - 6187.1N + 30787$ ($n=5, r=0.9834^{**}$) and $M_{\text{大棚}} = 564.7 N^2 - 10506N + 49013$ ($n=5, r=0.9967^{**}$). There were four main factors affecting whitefly population, i.e., base population, climate, farming system and flood inundation, and the most important factor was temperature. The whitefly population density (M) was changed with temperature (T), the linear relationship could be described by the model $M=0.607T-4.0645$, $n=36$; $r=$

基金项目: 浙江省科技计划项目“外来入侵生物烟粉虱发生危害规律和综合治理研究”(2004C32087)。

第一作者简介: 李达林, 男, 1957年出生, 浙江临海人, 农艺师, 主要从事植物疫情监测与防控研究。通信地址: 317000 浙江省临海市东方大道219号16F 临海市植物保护检疫站, Tel: 0576-85389876。

通讯作者: 汪恩国, 男, 1959年出生, 浙江临海人, 研究员, 本科, 主要从事农业植物有害生物监测预警与综合治理技术研究推广。通信地址: 317000 浙江省临海市东方大道219号16F 植保站, Tel: 0576-85389228, E-mail: lhweg2011@163.com。

收稿日期: 2011-07-21, **修回日期:** 2011-09-19。



0.6826^{**}, and the curve model was $M = 0.0071T^2 + 0.3513T - 2.2188$, $n=36$; $r=0.6846^{**}$. When 10 days' average temperature was between 8–10℃, the whitefly population was in survival critical situation. The population density was the small at the 10 days' average temperature of 10–20℃. When 10 days' average temperature was above 20℃, the population increased very fast with the increasing of temperature. However, the whitefly population decreased to a comparative bust at the 10 days' average temperature of above 30℃. Afterwards, the population increased to the peak again, and caused the heavy damage of autumn vegetable production.

Key words: Whitefly (*Bemisia tabaci* (Gennadius)); Biological Characteristics; Population; Population Dynamics; Effect Factors

0 引言

烟粉虱[*Bemisia tabaci*(Gennadius)]是一种世界性害虫,南美洲、欧洲、非洲、亚洲、大洋洲的很多国家和地区都有分布,并在菜豆、棉花、番茄、烟草和木薯等作物上造成了严重危害损失,如也门的西瓜、墨西哥的番茄、印度的豆类、日本的花卉一品红等遭受此虫的危害都十分严重^[1]。20世纪90年代中后期B型烟粉虱入侵中国,广西、云南、广东、海南、江苏、浙江和上海等地番茄、烟草、黄秋葵和番木瓜等多种作物遭受其危害严重,并呈逐年加重和扩展蔓延趋势,在许多地区暴发成灾,被称为农业“超级害虫”^[1-2]。作为一种外来入侵有害生物,2001年随花卉苗木调运传入台州临海,随后在瓜类、茄果类、豆类、十字花科等多种蔬菜发生危害,给农业生产造成严重损失,成为蔬菜的灾害性害虫^[3-8]。目前,国内外诸多学者对烟粉虱的分类学、生物学、行为学及防治对策等领域做了大量研究,罗晨^[9]、吴秋芳^[10]等先后通过烟粉虱分类、起源与分布、防治等研究,明确了烟粉虱基础生物学特性;万方浩^[1]、褚栋^[11-12]等针对烟粉虱入侵后的暴发性及生态系统的可侵入性,开展了烟粉虱的入侵机制、成灾机理和控制基础研究,着重阐述了B型烟粉虱入侵扩散与其种间的竞争机制;但仍有很多问题远未深入及系统研究,尤其对种群生态及其运动规律方面研究较鲜见^[13-17]。为了明确外来入侵烟粉虱主要生物学特性,探索烟粉虱种群发生规律,提高其监测预警与防控水平,笔者于2005—2010年应用饲养方法和黄板系统诱集监测技术,开展了外来入侵烟粉虱主要生物特性与种群数量变动规律研究,以期揭示其种群数量季节性消长和年度间变动规律,并为其监测与防控提供参考。

1 材料与方法

1.1 生物特性观察

越冬情况应用冬春露地系统性诱成虫监测动态,分析冬春存活和气候变化关系;生物特性于2005—2006年采取饲养方式进行观察,寄主植物选用花卉一品红和紫羽甘蓝,采用盆栽加盖尼龙罩,虫源选自当地

自然寄主生存虫口或接虫进行观察,探索其生活习性和发生代次。

1.2 种群数量系统监测

采用黄板诱集烟粉虱成虫的办法进行调查:(1)监测地点:临海市城郊蔬菜生产基地;(2)监测时间:2006—2010年周年监测;(3)监测作物:分大棚蔬菜和露地蔬菜两大类型,大棚盖膜时间为12月下旬至次年4月下旬,此后为揭膜开棚,全年种植番茄/青菜/黄瓜/番茄组合;而露地蔬菜全年种植青菜/黄瓜/豇豆/短时休闲/青菜组合;(4)监测方法:采用自制塑料黄板(30 cm × 45 cm),板面涂机油诱集,查1次虫涂1次机油;大棚、露地监测点各在作物上悬挂4张黄板,间距15~20 m,挂板高度常年为离地面80~100 cm,隔5天记载1次诱虫量。

1.3 影响种群数量变动因子分析

根据烟粉虱种群存活动态和运动特征,结合气象资料和田间调查情况,寻求影响种群数量消长的主要相关因素。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱主要生物特性观察

2.1.1 越冬情况 根据2006—2010年临海市城郊蔬菜基地田间烟粉虱系统监测结果见表1。从表1中的结果可以看出,烟粉虱成虫越冬与否主要取决于冬季气温状况。根据气象资料分析,12月中旬至次年2月中旬平均气温在8℃以下,则露地成虫不能越冬,12月中旬至次年2月中旬平均气温在8.5℃以上,则露地成虫可以越冬。

2.1.2 发生代次 根据2005年10月至2006年5月对烟粉虱室内饲养观察,饲养寄主选择烟粉虱特别喜食的花卉为‘一品红’,个别时段辅之于番茄或红茄植株。从饲养结果可知,烟粉虱在临海发生11代,以伪蛹越冬,从第2代开始明显出现世代重叠现象,各代成虫的羽化盛期大体为越冬代2月下旬至3月中旬、第1代4月下旬至5月上旬、第2代5月下旬至6月上旬、第3代6月中旬至7月上旬、第4代7月中下旬、第5代8月上



表1 露地系统冬季气温与越冬成虫关系表

头/板

年份(月/旬)	平均气温/℃	露地系统各旬成虫诱量(月/旬)							
		12/中	12/下	1/上	1/中	1/下	2/上	2/中	2/下
2005年12/中—2006年2/中	7.82	—	—	—	—	—	0	0	0
2006年12/中—2007年2/中	8.54	28	4	2	2	2	6	5	7
2007年12/中—2008年2/中	7.77	3	4	0	0	0	0	1	1
2008年12/中—2009年2/中	8.70	20	18	0	0	0	0	0	0
2009年12/中—2010年2/中	7.81	1	0	0	0	0	0	0	0

旬、第6代8月下旬至9月上旬、第7代9月中旬至9月下旬初、第8代9月下旬末至10月旬、第9代10月中下旬、第10代11月上中旬、第11代以伪蛹进入越冬期。2006年5月又将在一品红上越冬后繁殖的第1代烟粉虱(共26盆)移入玻璃房内进行种群发生数量变动观察,结果前期数量增加相对比较缓慢,6月开始虫量逐渐增加,7月以后明显上升,8、9月数量急增达到高峰,10月中旬以后随着气温下降,虫量开始回落,就代数而言,第4、第5、第6、第7、第8代这五代的发生虫量相对较高,危害也最为严重。

2.1.3 生活习性 经饲养得知,烟粉虱为过变态昆虫,其个体发育经卵—若虫—拟蛹—成虫4个阶段、成虫喜欢在幼嫩叶上取食、产卵,卵呈长椭圆形、卵量集中在植株上部嫩叶、卵多产于叶背、极个别产于叶面,产卵作无规则排列,成堆的见多,卵基部有一卵柄,插入植物组织中,刚产下的卵呈浅白色,上覆盖有腊粉、肉眼较难分辨,在普通扩大镜下,可清晰见到虫卵的卵柄垂直埋于叶组织中,随发育而逐渐变成褐黑色。据观察每雌产卵量约80~120粒左右。若虫分4龄,初孵若虫可在卵壳周围1~2 cm左右范围内活动,最后选择合适部位定居,一般以叶脉附近较多,以后不再转叶为害,若虫蜕皮时,基本上也在原位置,不挪位进行,进入第4龄时,若虫会分泌大量蜡质、体壁增厚、变硬、外表光

滑、若虫在其内慢慢变成拟蛹、外观黄色、呈蛋糕状。

室内饲养观察和大棚为害植株调查表明,随着寄主植物的生长,成虫逐渐向上部叶片转移,最后形成各种虫态在植株自上而下的垂直分布状态,即最上部的嫩叶多为成虫和初产的卵,中部的叶片以褐黑色即将孵化的卵及初龄若虫和2~3龄若虫居多,最下部的叶片上则集中伪蛹及蛹壳。成虫在羽化前期可在拟蛹上清晰见到两红色的眼点,羽化时,蛹壳背部呈倒“T”形开裂,成虫从“⊥”形开裂缝中,先胸部、后头部逐渐蜕出,刚羽化的成虫一般在拟蛹壳旁垫伏不动,两翅在虫体背面褶皱,约15 min左右,双翅才平展开来。一般常见♂、♀成对排列,数量多时,可见多头成虫群集在一堆现象,观察表明,成虫常躲在叶片密集处,一般在25~30℃左右时,表现活跃,短距离飞行能力较强,稍有惊动,就四处飞散。温度降低到15℃以下时,反应迟钝,一般垫伏不动。在室温降至7℃时,成虫开始陆续死亡。但在饲养过程中发现,在室温12℃的情况下,仍见到有成虫羽化,即有少量成虫还有飞翔能力。

2.2 种群数量变动规律

2.2.1 季节性消长规律 根据2006—2010年临海城郊蔬菜基地大棚和露地两大系统烟粉虱种群数量变动监测,结果见图1~2。经图1~2显示,烟粉虱种群数量季节性消长呈双峰型曲线变化,其中夏高峰期峰时长峰量

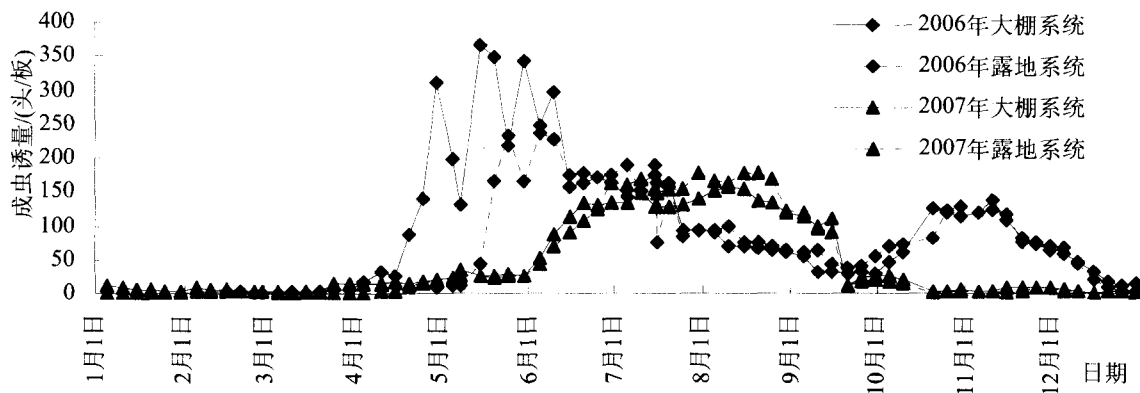


图1 2006—2007年烟粉虱种群消长动态

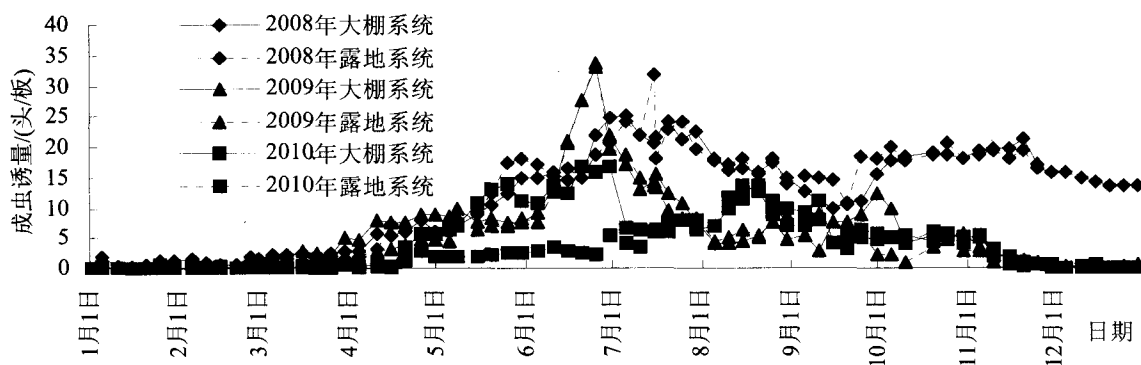


图2 2008—2010年烟粉虱种群消长动态

大,秋峰期峰时短峰量低,年度间差异大。其成虫始见期,2006—2010年露地系统分别出现在4月30日、1月5日、2月20日、3月10日和3月25日,分别较大棚系统迟74天、0天、46天、5天、79天,平均迟41天,这主要是年度间冬春气温高低变化所致;烟粉虱成虫数量成峰期露地系统与大棚系统基本相似,2006—2010年夏峰期分别出现在4月下旬至7月下旬、6月中旬至9月中旬、5月下旬至9月中旬、5月上旬至7月下旬、5月中旬至9月上旬,其夏峰量露地系统分别为2556头、2873头、459头、245头、147头,分别占当年总量的54.5%、86.1%、52.9%、65.9%和68.4%,而大棚系统夏峰量分别为4048头、2610头、435头、258头、265头,分别占当年总量的64.4%、79.3%、58.5%、57.8%和75.1%;夏峰之后会产生1个相对明显的低谷,其低谷期一般可达20~45天;其秋峰期分别出现在10月下旬至11月中旬、11月中下旬、10月上旬至11月下旬、9月中旬至10月上旬、10月中下旬,其秋峰量露地系统分别为689头、25头、204头、14头、20头,分别仅占当年总量的14.7%、0.7%、23.5%、3.8%和9.3%,而大棚系统秋峰量分别为719头、35头、190头、51头和26头,也分别仅占当年总量的11.4%、1.1%、25.5%、11.4%和7.4%。随后进入12月中下旬种群数量锐减,露地和大棚都处于低位状态,并开始转入温暖的露地越冬场所和大棚内越冬生活。

2.2.2 年度运动规律 综观2006—2010年年烟粉虱种群数量变化,2006—2007年为烟粉虱种群数量高发的年份,2008—2010年为烟粉虱种群数量轻发的年份,其运动轨迹以 M 为全年成虫诱量(头/板)、 N 为数值化年份(以2001年初入侵年为第1年,即2006—2010年的 $N=6,7,8,9,10$),经计算机统计分析,其运动轨迹为露地系统: $M_{\text{露地}}=312.21N^2-6187.1N+30787$ ($n=5, r=0.9834^{**}$), 大棚系统: $M_{\text{大棚}}=564.7 N^2-10506N+49013$ ($n=5, r=0.9967^{**}$)。由此可知,烟粉虱种群运动周期为9~10年,

近年种群数量趋向低谷运动,其后将趋上升运动。

2.3 影响种群变动的主要因子

2.3.1 种群基数 基数是种群发生发展的重要内在基础。通过2006—2010年大棚系统和露地系统监测结果,经统计分析表明,4月烟粉虱成虫数量是全年种群数量存在发展的重要基数,其密度高低与全年诱量呈显著正相关关系,其相关方程式为: $Y=8.3879M_4+1286.9$ ($n=10, r=0.7082^{**}$)。

2.3.2 气候条件 根据对气象要素与烟粉虱成虫数量发生关系分析,气温对烟粉虱种群数量变动存在极显著相关关系。应用2008—2010年36个旬期统计分析见图3。经图3表明,烟粉虱虫口密度(M)是随气温的变化而变化,其线性关系模型为: $M=0.607T-4.0645$ ($n=36, r=0.6826^{**}$), 其曲线模型为 $M=0.0071T^2+0.3513T-2.2188$ ($n=36, r=0.6846^{**}$)。由此可见,当旬平均气温在5~8℃以下时烟粉虱较难成活,8~10℃处存活临界状态;当旬平均气温在10~20℃时烟粉虱种群数量处低密度状态,并呈低位运行;当旬平均气温处20℃以上烟粉虱种群数量增速较快,并随气温升高而升高;当旬平均气温处30℃以上烟粉虱种群数量是随着气温的升高而有所影响,并导致低谷期出现。随后随着夏秋气候的适宜促进,秋峰再度明显显现,形成秋季危害。

2.3.3 耕作条件 作为烟粉虱种群时序运动,主要取决于种群基数和气温变化两大因子的相互作用;作为烟粉虱栖息与繁衍环境,耕作条件对其有较大的影响。根据大棚蔬菜和露地蔬菜两大系统监测,表明大棚栽培条件烟粉虱基本上可周年发生与活动,而露地栽培条件的烟粉虱在非暖冬情况下1—3月较难生存或较少活动。由此可见,冬春期大棚系统烟粉虱虫口数量显著高于露地系统,其1—3月大棚系统平均虫口密度高于露地系统2.74倍,其4—5月大棚系统平均虫口密度高于露地系统1.67倍,进入6月两大系统基本一致,

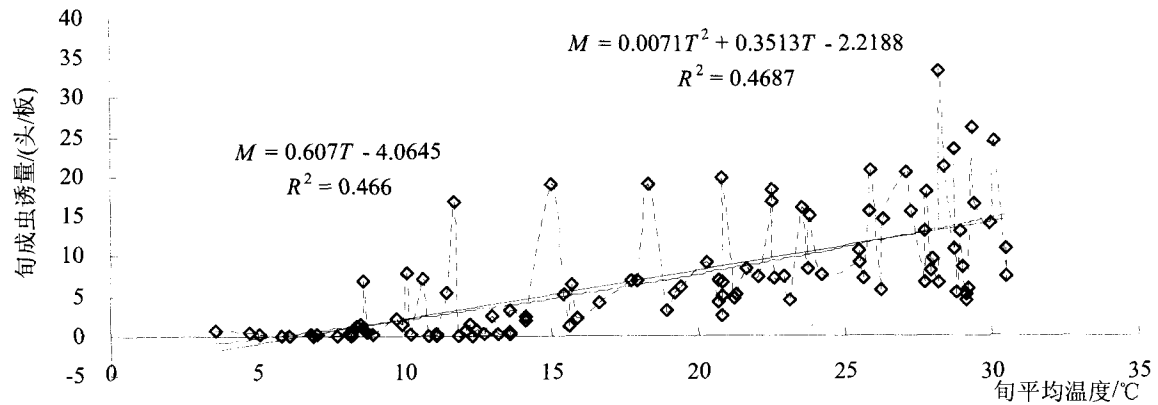


图3 2008—2010年烟粉虱种群数量与当旬气温关系曲线

随后7—12月时序数量波动基本呈同步变化,但在暖冬下的12月中旬至2月上旬大棚系统单板诱量显著高于露地1~3倍(表2)。这是烟粉虱进入大棚过冬的结果。

2.3.4 台风洪涝淹没 经调查发现,台风洪涝淹没对烟粉虱种群影响较大。从表3中的结果可以看出,2007年9月19日城郊蔬菜基地受台风暴雨侵袭,全基地高水位受淹30 h以上,烟粉虱种群数量急剧下降,其中露

地蔬菜虫口下降84.16%,大棚蔬菜虫口下降81.11%;10月11日再次遭受台风暴雨与洪涝受淹影响,但强度弱,尤其大棚系统受淹时间较短,故露地蔬菜虫口再次下降90%,而大棚蔬菜虫口仅下降14.08%,并持续保持低位运行到年底。而大田科技示范园区大棚甜瓜未遭遇洪涝淹没影响,则其叶面9—11月种群数量持续保持在0.5头/cm²(相当诱量300~500头/板)以上。

表2 2006—2010年大棚系统和露地系统各月度烟粉虱成虫黄板诱集累计数量表

头/板

年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	总和
露地系统	2006	0.00	0.00	10.00	630.0	1158.0	935.00	477.75	296.25	470.50	571.25	143.0	4691.75
	2007	4.75	17.00	3.75	50.50	151.50	598.75	1113.00	972.50	351.00	34.75	29.00	3336.50
	2008	0.00	3.25	12.25	30.75	72.75	103.50	162.50	100.25	92.00	95.50	108.27	866.93
	2009	0.00	0.00	4.75	20.75	40.75	121.50	86.75	37.00	38.75	14.25	6.25	372.25
	2010	0.33	0.67	0.75	6.25	12.75	19.25	42.00	61.75	36.50	24.50	10.00	215.00
	平均	1.02	4.18	4.30	23.65	181.55	400.20	467.85	329.85	162.90	127.90	144.95	1896.49
大棚系统	2006	0.00	5.50	18.25	611.0	1600.0	1197.00	990.00	419.50	211.25	463.50	586.50	6282.25
	2007	39.00	28.50	37.50	96.75	164.25	648.00	934.50	844.75	383.25	59.00	39.75	3292.75
	2008	5.50	7.25	14.00	34.00	60.00	107.25	156.75	99.00	71.25	92.00	116.50	813.32
	2009	0.00	1.00	16.75	45.50	49.75	126.00	90.50	30.50	45.00	29.75	9.75	445.75
	2010	0.75	1.00	2.75	16.25	62.50	86.25	47.00	62.00	37.25	25.75	11.00	353.25
	平均	9.05	8.65	17.85	160.7	387.30	432.90	443.75	291.15	149.60	134.00	152.70	2237.46

表3 台风洪涝对蔬菜基地烟粉虱发生影响情况调查表(2007 临海)

虫口数量调查	监测地点	台风洪涝情况	台风前		台风后		虫口减退/%
			时期	诱量/(头/板)	时期	诱量/(头/板)	
9月19日台风洪涝前后虫口数量调查	城郊蔬菜基地	露地寄主 没顶受淹30 h以上	9/1—9/15	303	9/20-9/30	48	84.16
		大棚寄主 没顶受淹30 h以上	9/1—9/15	323	9/20-9/30	61	81.11
10月11日台风洪涝前后虫口数量调查	城郊蔬菜基地	露地寄主 受淹20 h以上	9/30—10/10	50	10/20-10/30	5	90.00
		大棚寄主 受淹10 h以上	9/30—10/10	71	10/20-10/30	61	14.08

3 结论与讨论

通过对烟粉虱饲养观察研究,烟粉虱在浙中临海地区年发生11代,以成虫羽化盛期计,越冬代2月下旬

至3月中旬、第1代4月下旬至5月上旬、第2代5月下旬至6月上旬、第3代6月中旬至7月上旬、第4代7月中下旬、第5代8月上旬、第6代8月下旬至9月上旬、



第7代9月中旬至9月下旬初、第8代9月下旬末至10月上旬、第9代10月中下旬、第10代11月上中旬、第11代进入越冬期,从第2代开始世代重叠现象严重;以时序数量变化计,6月份虫量开始逐渐增加,7月以后明显上升,8、9月数量急增达到高峰,10月中旬以后随着气温下降,虫量开始回落,故全年以第4、第5、第6、第7、第8代这五代的发生虫量相对较高,危害最为严重。这为烟粉虱监测预警提供了理论基础。

通过对城郊蔬菜基地大棚和露地两大系统持续诱集监测,烟粉虱种群在浙中临海地区的大棚系统可周年发生,在露地系统也可越冬发生,但可越冬频率仅为20%,其越冬与否主要取决于12月中旬至次年2月中旬的平均气温,其临界为8~8.5℃,凡此时平均气温在8℃以下则不能越冬,在8.5℃以上则可越冬。全年种群数量消长呈双峰型季节性变化,其成虫始见期年度之间差异很大,露地系统早发年份在1月上旬,迟发年份在4月下旬,较其相应的大棚系统平均迟41天(0~79天);其成虫数量高峰期露地系统与大棚系统基本相似,其中夏峰期早发年份在4月下旬至7月下旬,迟发年份在6月中旬至9月中旬,一般在5月中旬至9月上旬,其夏峰量露地系统占当年总量的65.56%(52.9%~86.1%),大棚系统占当年总量的67.02%(57.8%~79.3%);其秋峰期一般在10月中旬至11月下旬,出现频率为60%~80%,其秋峰量露地系统占当年总量的15.83%(9.3%~23.5%),大棚系统占当年总量的13.93%(7.4%~25.5%)。随后进入12月中下旬种群数量锐减,露地和大棚都处于低位状态,并开始转入温暖的露地越冬场所和大棚内越冬生活。这与饲养结果基本一致,生产上可应用制订针对性相应措施,对及时指导防控具有重要意义。

通过试验和生物统计表明,影响烟粉虱种群数量消长的主要因素在于种群基数、气候条件、耕作制度和台风暴雨洪涝淹没等,其中关键因素在于气温条件。林克剑^[18]、曲鹏^[19]、陈常理^[20]等通过不同的恒定温度条件研究了B型烟粉虱种群的生长和发育认为,烟粉虱种群发育和繁殖适宜范围20~32℃,最适温度为26℃,内禀增长力最高在29℃。通过2008—2010年田间持续监测与其气象资料统计分析认为:烟粉虱虫口密度(M)是随当旬平均气温(T)的变化而变化,其线性关系模型为 $M=0.607T-4.0645$, $n=36$; $r=0.6826^{**}$;其曲线关系模型为 $M=0.0071T^2+0.3513T-2.2188$, $n=36$; $r=0.6846^{**}$,表明当旬平均气温在5~8℃以下时烟粉虱较难成活,当旬平均气温在8~10℃时种群处存活临界状态;当旬平均气温在10~20℃时种群数量处低密度状态并呈低位运行;当旬平均气温处20℃以上种群数量增速较快,并随气温升高而升高;当旬平均气温处30℃

以上种群数量有所回落并出现相对低谷期。随后种群数量又回升成峰,并对秋季蔬菜产生较重危害。

通过田间2006—2010年连续5年监测,临海城郊蔬菜基地烟粉虱种群数量呈逐渐下降趋势,即其种群运动轨迹为露地系统: $M_{\text{露地}}=312.21N^2-6187.1N+30787$ ($n=5$, $r=0.9834^{**}$),大棚系统: $M_{\text{大棚}}=564.7N^2-10506N+49013$ ($n=5$, $r=0.9967^{**}$)。如此变化规律,是烟粉虱种群内因长期运动所致,还是环境外力(耕作、气候、天敌或防控等)推动所致,尚需进一步研究。

参考文献

- [1] 刘树生,张友军,罗晨,等.烟粉虱[A].见:万方浩,郑小波,郭建英,主编.重要农林外来入侵物种的生物学与控制[C].北京:科学出版社,2005:69-128.
- [2] 万方浩,张桂芬,刘树生,等. B型烟粉虱的入侵机理与控制基础——国家重点基础研究发展计划“农林危险生物入侵机理与控制基础研究”进展[J].中国科学,2009(2):141-148.
- [3] 董国堃,林凌伟,叶建人,等.浙东南沿海地区烟粉虱的发生及其防治[J].长江蔬菜,2004(12):35-36.
- [4] 虞铁俊,汪恩国,陈林松.烟粉虱种群数量消长规律与模型测报技术研究[J].中国农学通报,2007,23(9):440-444.
- [5] 詹才灼,汪恩国.外来入侵烟粉虱发生危害与防控技术[J].安徽农学通报,2008,14(9):192-193.
- [6] 李方嘉,汪恩国.外来入侵生物烟粉虱寄主植物与为害特性调查[J].安徽农学通报,2011(11):141-142.
- [7] 汪恩国,陈林松,蒋尚军,等.番茄地烟粉虱空间格局参数特征及其应用[J].植物保护,2007,33(6):113-116.
- [8] 虞铁俊,汪恩国,陈林松,等.烟粉虱成虫在西兰花菜地种群分布型及抽样技术[J].浙江农业学报,2007,19(6):444-448.
- [9] 罗晨,张芝利.烟粉虱的发生与防治[J].植保技术与推广,2002,22(3):35-37.
- [10] 吴秋芳,花蕾.烟粉虱研究进展[J].河南农业科学,2006(6):19-23.
- [11] 褚栋,张友军,丛斌,等.世界性重要害虫B型烟粉虱的入侵机制[J].昆虫学报,2004(3):400-406.
- [12] 褚栋,刘国霞,陶云荔,等.烟粉虱Q型与B型种群动态及其影响因素研究进展[J].植物保护学报,2007(3):326-330.
- [13] 符伟,徐宝云,吴青君,等.寄主植物对B型烟粉虱个体发育和种群繁殖的影响[J].植物保护,2008,33(5):113-116.
- [14] 朱龙宝,郭亚军,莫婷,等.江苏省江都市烟粉虱的寄主及种群消长动态调查[J].江苏农业科学,2009(2):119-121.
- [15] 马绍国,哈金华,朱建祥,等.宁夏地区烟粉虱生活习性及其发生规律研究[J].宁夏农林科技,2004(4):9-10.
- [16] 李杰,于江南,王登元,等.吐鲁番地区外来入侵生物烟粉虱发生迁移规律研究[J].新疆农业科学,2008(6):1116-1120.
- [17] 龚伟荣,刁春友,杜予州,等.江苏省烟粉虱发生规律与综合防治技术[J].江苏农业科学,2006(6):169-171.
- [18] 林克剑,吴孔明,魏洪义,等.温度和湿度对B型烟粉虱发育、存活和生殖的影响[J].植物保护学报,2004(2):166-172.
- [19] 曲鹏,谢明,岳梅,等.温度对B型烟粉虱试验种群的影响[J].山东农业科学,2005(4):36-37.
- [20] 陈常理,韦茂兔,李明江,等.温度对B型烟粉虱存活率和保护酶系的影响[J].浙江农业科学,2010(4):853-854.