

徐世才,陈邦凯,魏婷婷,等. 延安烟区烟粉虱空间分布和垂直分布规律[J]. 江苏农业科学,2017,45(15):85-87.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.15.021

延安烟区烟粉虱空间分布和垂直分布规律

徐世才,陈邦凯,魏婷婷,云 龙,杨 林,杨 珣,邓振山,肖金学

(1. 延安大学生命科学学院,陕西延安 716000; 2. 陕西省宜川县烟草专卖局,陕西宜川 716000)

摘要: 为了解延安地区烟粉虱卵、若虫、成虫在烟区的空间分布和垂直分布情况。采用 5 点取样法每隔 7 d 定点调查各个时期烟粉虱的数量,用扩散指标、Taylor 幂法则及 $Lwao m^* - \bar{x}$ 回归对采集量进行计数。Taylor 幂法则回归方程为 $\lg S^2 = 1.25 \lg \bar{x} + 0.617$; $Lwao m^* - \bar{x}$ 的回归式为 $m^* = 1.132 + 1.608\bar{x}$, 烟粉虱空间分布型为负二项分布,主要分布在烟草的上部叶片。延安地区烟粉虱的空间格局是以个体群为基本成分呈聚集分布,且密度越高,聚集度越大。

关键词: 烟草; 烟粉虱; 负二项分布; 平均拥挤度; 聚集型分布; 空间分布; 垂直分布

中图分类号: S435.72 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)15-0085-03

烟粉虱 [*Bemisia tabaci* (Gennadius)] 属同翅目粉虱科昆虫,是一种世界性害虫。近年来,烟粉虱在延安地区对烟草危害越来越严重,导致烟草产量连年大幅度下降,有的地方甚至绝收,严重挫伤了种植户的积极性。目前国内外学者对烟粉虱在生物学、生态学、发生规律等方面做了大量研究,并在防治措施和技术等方面做了大量工作^[1-4]。国内对烟粉虱的研究报道主要集中在广东、河北等地,对延安市烟田烟粉虱的研究尚未见报道。本研究以烟田里的烟粉虱为目标,围绕种群生态学加以探讨,分析其空间分布、垂直分布,提出烟粉虱生态控制有效途径和合理方法。在实践上对控制烟粉虱大发生、减少经济损失、指导基地的建设与生产有着重要的意义,对陕北毗邻省区烟粉虱的防治、田间调查、危害损失估计具有广泛的应用和参考价值,对提高农民的收入和生态环境的改

善具有积极的意义。该研究的全面实施不仅丰富了种群生态学,而且为区域经济发展提供理论依据和技术支持,促使研究区生态环境的有效改善。因此对烟粉虱空间分布、垂直分布展开研究,不仅能产生直接的经济效益,而且具有重大的生态效益和社会效益,具有广阔的应用前景。在烟粉虱综合治理的实践中发现,烟粉虱的分布很不均匀^[5-6],为此在 2015 年,笔者对延安烟区烟草上烟粉虱的空间分布型以及垂直分布进行了详细的调查。

1 材料与方法

1.1 烟粉虱空间分布调查方法

2015 年 7 月到 9 月初,选择延安市被烟粉虱危害比较严重的烟区:南泥湾老沟村、富县牛武镇、宜川英旺乡,采用 5 点取样法每隔 7 d 每次定点调查 200 株烟草,调查时分别记录各植株定点的上下部位的 2 张叶片(主要在叶背面)烟粉虱数量。

1.2 数据处理

1.2.1 频次分布检验 频次分布检验采用二项分布、泊松分布、负二项分布、核心分布和泊松二项分布进行。根据理论频次分布公式求出理论频次,将各田块实查频次和理论频次进行比较,经卡方检验确定是否符合某种理论分布。

收稿日期:2016-05-25

基金项目:陕西省高水平大学建设专项资金生态学(编号:2012SXTS03);陕西省教育厅专项基金(编号:14JK1837);延安市科学技术惠民项目(编号:2014HM-04);陕西省烟草公司科技专项(编号:2013KTIDZ-03-02)。

作者简介:徐世才(1973—),男,陕西榆林人,硕士,副教授,硕士生导师,研究方向为昆虫生态与综合防治。E-mail: shicaixu@163.com。

量与太平洋海温场的遥相关及其可能机制[J]. 昆虫学报,2007,50(6):578-587.

[8] 侯婷婷. 稻飞虱发生的气候背景及风险分析[D]. 北京:中国农业大学,2004:1-36.

[9] 于彩霞,霍治国,张 蕾,等. 中国稻飞虱发生的大气环流指示指标[J]. 生态学杂志,2014,33(4):1053-1060.

[10] 钱 拴,霍治国. 大气环流对中国稻飞虱危害的影响及其预测[J]. 气象学报,2007,65(6):994-1002.

[11] 肖彤斌,吴凤芝,芮 凯,等. 稻飞虱在海南省的发生特点及防治措施[J]. 广东农业科学,2008(4):42-43.

[12] 王月娇,陈 辉. 海南文昌稻飞虱发生规律及防治对策[J]. 农技服务,2007,24(10):48.

[13] 姜 燕,霍治国,李世奎,等. 全国小麦条锈病长期预报模型比较研究[J]. 自然灾害学报,2006,15(6):109-113.

[14] 刘祖建,陈 冰,陈蔚辉,等. 广东省西南部稻飞虱发生期和发生程度的气象预测模型[J]. 中国农业气象,2013,34(2):204-209.

[15] 霍治国,李茂松,李 娜,等. 季节性变暖对中国农作物病虫害的影响[J]. 中国农业科学,2012,45(11):2168-2179.

[16] 叶彩玲,霍治国,丁胜利,等. 农作物病虫害气象环境成因研究进展[J]. 自然灾害学报,2005,14(1):90-97.

[17] 霍治国,王石立. 农业与生物气象灾害[M]. 北京:气象出版社,2009:163-212.

[18] 包云轩,田 琳,谢晓金,等. 基于大气环流特征量的白背飞虱发生程度短期预报模型[J]. 中国农业气象,2014,35(4):440-449.

[19] 姚德宏,陈雄飞,姚士桐,等. “卡努”(0515)台风在褐飞虱突增中的作用探析[J]. 中国农业气象,2007,28(3):347-349.

1.2.2 烟粉虱空间分布型的测定:聚集度指标检验 丛生指标^[7-8]:

$$I = (s^2/\bar{x}) - 1。$$

式中: s^2 为样本方差; \bar{x} 为样本平均数。当 $I=0$ 时,烟粉虱空间分布为随机分布;当 $I<0$ 时,为均匀分布;当 $I>0$ 时,为聚集分布。

负二项分布指标^[9]:

$$C_A = 1/K = (s^2/\bar{x} - 1)/\bar{x}。$$

式中: C_A 为负二项分布值,其性质与 K 相同,采用倒数后, $C_A=0$ 为随机分布; $C_A<0$ 为均匀分布; $C_A>0$ 为聚集分布。 C_A 越大聚集度越高。

聚块指标^[10]:

$$m^*/\bar{x} = [(\sum_1^n X_1^2/\sum_1^n X_2^2) - 1]/\bar{x}。$$

式中: m^* 为平均拥挤度。当 $m^*/\bar{x}=1$ 时,烟粉虱空间分布为随机分布; $m^*/\bar{x}<1$ 时,为均匀分布; $m^*/\bar{x}>1$ 时,为聚集分布。

综上所述:当 $I=0, C_A=0, m^*/\bar{x}=1$ 时,为随机分布; $I<0, C_A<0, m^*/\bar{x}<1$ 时,为均匀分布; $I>0, C_A>0, m^*/\bar{x}>1$ 时为聚集分布。

1.2.2.1 应用 Taylor 幂法则确定烟粉虱空间分布型^[10]

Taylor 幂法则公式:

$$\lg S^2 = \lg a + b \times \lg \bar{x}。$$

当 $\lg a=0, b=1$ 时,烟粉虱空间分布为随机分布;当 $\lg a>0, b=1$ 时,为聚集分布,但不依赖于密度;当 $\lg a>0, b>1$ 时,为聚集分布,依赖密度;当 $\lg a<0, b<1$ 时,为均匀分布。

1.2.2.2 应用平均拥挤度 m^* 和平均密度 \bar{x} 回归分析确定空间分布型^[11] 公式:

$$m^* = \alpha + \beta \bar{x}。$$

当 $\alpha=0$ 时,分布的基本成分是单个个体;当 $\alpha<0$ 时,个体间相互排斥;当 $\alpha>0$ 时,个体间相互吸引,分布的基本成分是个体群。当 $\beta=1$ 时,为随机分布;当 $\beta<1$ 时,为均匀分布,当 $\beta>1$ 时,为聚集分布。

α 与 β 的不同组合揭示了种群的不同分布型:

当 $\alpha\approx 0, \beta\approx 1$ 时为随机分布或泊松二项分布;当 $\alpha>0, \beta\approx 1$ 时或 $\alpha\approx 0, \beta>1$ 时或 $\alpha>0, \beta>1$ 时为聚集分布。其中, $\alpha>0, \beta\approx 1$ 时为核心分布; $\alpha\approx 0, \beta>1$ 时为公式 K 值的负二项分布; $\alpha>0, \beta>1$ 时为不同聚集分布(二项分布)。

1.3 烟粉虱垂直分布调查方法

2015 年 7 月到 8 月期间,于每月 10、20、30 日对延安市烟区被烟粉虱危害比较严重的生产区:南泥湾老沟村、富县牛武镇、宜川英旺乡,用 5 点取样法定点每次调查 100 株烟草,调查时分别记录各植株定点的上下部位的 2 张叶片(主要在叶背面)烟粉虱数量。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱空间分布结果

2.1.1 频次分布检验 将每株烟草上的烟粉虱实查频次分布与理论频次分布进行比较,经卡方检验(表 1)表明,烟粉虱在野外属于负二项分布,不符合二项分布、泊松分布、泊松负二项分布,除去密度很高的 8 月 12 日、8 月 19 日 2 次外,其他也属于核心分布。

表 1 烟粉虱空间分布型频次分布检验

调查时间 (月-日)	平均密度 (头/株)	二项分布	泊松分布	负二项分布	核心分布	泊松负二项分布
07-01	1.16	24.43**	12.32**	0.26 [—]	0.63 [—]	11.80**
07-08	3.40	6.21*	25.69**	1.97 [—]	1.08 [—]	8.01*
07-15	6.52	78.26**	41.17**	3.11 [—]	2.12 [—]	24.32**
07-22	6.57	7.38*	8.89*	2.16 [—]	1.27 [—]	34.12**
07-29	6.60	18.53**	28.56**	0.76 [—]	1.18 [—]	11.28*
08-05	10.24	27.25**	39.25**	2.56 [—]	2.50 [—]	51.03**
08-12	31.12	38.98**	41.96**	1.25 [—]	9.31*	13.26**
08-19	29.12	41.19**	36.03**	1.31 [—]	12.81**	38.17**
08-26	4.00	45.39**	10.68*	1.25 [—]	1.31 [—]	9.12*
09-02	2.16	38.06**	29.57**	0.09 [—]	1.03 [—]	15.24**

注:“*”表示不符合;“**”表示极不符合;—表示符合理论分布。

2.1.2 烟粉虱烟区空间分布型

2.1.2.1 烟粉虱聚集度指标 由表 2 可知,当 $I>0, C_A>0, m^*/\bar{x}>1$ 时,表明烟粉虱在烟区是聚集分布。

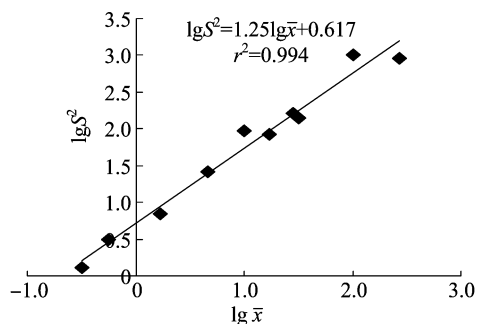
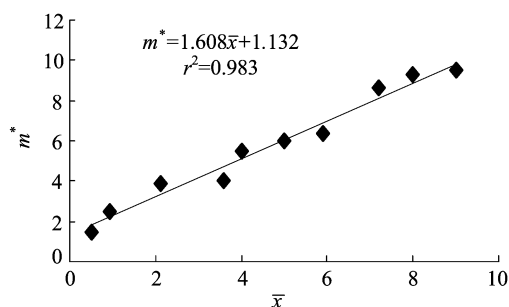
2.1.2.2 Taylor 幂法则分析 通过计算可以得 $a、b$ 值,得出 $\lg \bar{x}$ 和 $\lg S^2$ 的一维线性回归方程(图 1): $\lg S^2 = 1.25 \lg \bar{x} + 0.617, r = 0.997$ 。 $n-2 = 10-2 = 8$,查 r 界值表可知: $r_{0.01}(8) = 0.765$,因 $r>r_{0.01}(8)$,故 $P<0.01$,呈极显著相关。

从回归方程中可知 $\lg a = 0.617>0, b = 1.25>1$,表明烟粉虱呈聚集分布,并且聚集程度随种群密度的升高而增加。

2.1.2.3 平均拥挤度指标 Lwao 平均拥挤度 m^* 和平均密度 \bar{x} 的回归式通过计算得出 $m^*-\bar{x}$ 的回归式(图 2)。

表 2 烟粉虱的聚集度指标值

调查时间 (月-日)	聚集度指标值					
	\bar{x}	S^2	I	C_A	m^*	m^*/\bar{x}
07-01	1.16	2.02	0.74	0.64	1.71	1.47
07-08	3.40	2.31	2.17	1.64	4.78	1.40
07-15	6.52	5.67	0.78	0.65	8.23	1.26
07-22	6.57	7.82	2.26	1.27	6.71	2.40
07-29	6.60	2.37	0.26	0.12	8.27	1.25
08-05	10.24	1.73	0.31	0.10	12.58	1.23
08-12	31.12	6.52	1.25	0.38	29.73	0.96
08-19	29.12	10.13	1.30	0.34	29.98	1.02
08-26	4.00	5.26	0.77	0.18	2.72	0.68
09-02	2.16	4.07	1.16	0.18	4.21	1.95

图1 $\lg S^2$ 与 $\lg \bar{x}$ 线性回归方程图2 m^* 与 \bar{x} 的线性回归方程

$m^* = 1.608\bar{x} + 1.132, r = 0.991$ 。 $n - 2 = 10 - 2 = 8$ 。

查 r 界值表可知: $r_{0.01}(8) = 0.765$, 因 $r > r_{0.01}(8)$, 故 $P < 0.01$, 呈极显著相关。

从回归方程中可知: $\alpha = 1.132 > 0, \beta = 1.608 > 1$; 表明烟粉虱的种群个体间相互吸引, 分布基本成分为个体群 ($\alpha > 0$), 基本成分的空间分布型是聚集分布, 且测定结果与聚集度指标检验结果相一致。回归模型中, m^* 与 \bar{x} 之间相关极显著 ($F = 116.03 > F_{0.01} = 11.26$, 表 3), 说明该模型能很好地反映烟粉虱的分布情况。

表 3 烟粉虱分布型显著性检验

变异来源	df	SS	MS	F	$F_{0.01}$
回归分析	1	93.72	93.72	116.03	11.26
残值	8	8.21	0.31		
总值	9	101.93			

2.1.3 空间分布型的聚集因素分析^[12] 利用聚集均数 λ 分析昆虫分布的聚集原因:

$$\lambda = [m / (2K)] \times r。$$

式中: m 表示害虫平均密度, 头/株; K 为负二项分布式中 K 值; r 为具有自由度等于 $2K$ 的 χ^2 (卡方) 分布函数, 即 r 等于“ χ^2 (卡方) 值表”中自由度等于 $2K$ 与概率 ($P = 0.05$) 对应的 χ^2 (卡方) 值, 根据公式计算 λ 值。

由上面数据可得出, 平均密度 $m = 10.089$, 负二项分布参数 $K = 0.527$, 查 χ^2 表得 $r = 1.386$, 故计算 λ 值如下:

$$\lambda = [m / (2K)] \times r = 10.089 / (2 \times 0.527) \times 1.386 = 13.267 > 2。$$

烟粉虱种群聚集均数 $\lambda > 2$, 根据对昆虫的聚集因素分析可知, $\lambda > 2$ 说明烟粉虱聚集是由其自身的聚集行为与环境的综合作用引起的。

2.2 垂直分布的结果

由表 4 可以看出, 在烟粉虱卵、若虫、成虫的各个时期烟草的上部叶片总比底部叶片上的烟粉虱多。说明了烟粉虱更喜欢在幼嫩的叶片上产卵, 体现了烟粉虱的趋嫩性。

表 4 烟粉虱各个时期的垂直分布情况

分布位置	卵	若虫	成虫
上叶片	496	488	391
下叶片	357	407	265

3 结论与讨论

根据空间分布型和垂直分布研究得出, 延安市烟草上烟粉虱的频次分布为负二项分布, 空间分布型为聚集型分布, 且密度越高, 呈现出聚集度越大的趋势, 分析烟粉虱的聚集原因是其自身和环境共同的作用结果。烟粉虱的垂直分布主要集中在烟草的上部叶片。一般认为, 对于聚集型的昆虫来说, 采用线性抽样法较好, 如对角线、平行线取出的样本具有代表性, 且在一定的条件下根据序贯抽样的理论确定所抽取的样本数, 这样可以提高测报的可靠性和精度。同时, 在烟粉虱的防治上根据其空间分布型特征进行选择防治, 这样既节省人力、物力, 又减少化学农药的环境污染, 有利于烟草上的昆虫生存系统的相对稳定, 对有效防治烟粉虱具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 褚栋, 毕玉平, 张友军, 等. 烟粉虱生物型研究进展[J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3398-3405.
- [2] 曹风勤, 刘万学, 范中南, 等. B 型烟粉虱对三种寄主植物及其挥发物的行为反应[J]. 昆虫学报, 2008, 51(8): 830-838.
- [3] 马来宝, 朱兆庆, 葛玉林, 等. 2006 年兴化市烟粉虱大暴发原因及综防措施[J]. 江苏农业科学, 2007(5): 84-86.
- [4] 邱宝利, 任顺祥, 肖燕, 等. 蚜小蜂和粉虱壳孢对烟粉虱的控制作用研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2251-2254.
- [5] 杨子琦, 曹华国. 园林植物病虫害防治图鉴[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002.
- [6] 吴淑芳. 桃树蚜虫越冬卵空间分布规律[J]. 河南林业科技, 2009, 29(3): 35-36.
- [7] 李培兴, 李云, 张春海, 等. 桃蚜在桃园的种群消长动态和空间分布型研究[J]. 山东农业科学, 2009(4): 83-85.
- [8] 陶莉, 李朝品. 腐食酪螨种群消长及空间分布型研究[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2006, 26(10): 944-947.
- [9] 沈斌斌, 任顺祥, 周建华, 等. 烟粉虱成虫空间分布型的研究[J]. 昆虫知识, 2005, 42(5): 544-546.
- [10] 徐世才, 沈雪健, 韩秀昆, 等. 延安地区东亚钳蝎的空间分布型及随季节分布情况探究[J]. 中药材, 2013, 36(12): 1914-1917.
- [11] 李建军, 李修炼, 冯纪年, 等. 黄刺蛾幼虫在核桃幼园的空间分布型及抽样技术[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(36): 21074-21078.
- [12] 汪恩国, 陈克松, 李达林, 等. 玉米田斜纹夜蛾空间分布型及抽样技术[J]. 昆虫知识, 2004, 41(6): 585-588.