林业科学研究 2012,25(4):540～544
Forest Research

文章编号:1001-1498(2012)04-0540-05

主要气象因子对吐鲁番枣实蝇越冬代成虫羽化率的影响

阿地力·沙塔尔[1,2], 温俊宝[1], 骆有庆[1*], 何善勇[1], 喻 峰[3], 陈 梦[4]

(1.北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室,北京 100083; 2.新疆农业大学林学院,新疆 乌鲁木齐 830052; 3.吐鲁番地区森防站, 新疆 吐鲁番 838000; 4.新疆维吾尔自治区林业有害生物防治检疫总站, 新疆 乌鲁木齐 830000)

关键词:气象因子;枣实蝇;羽化率;多元回归方程;决策系统

中图分类号: S763 **文献标识码**:A

Impacts of Main Meteorological Factors on Emergence Rate of *Carpomyia vesuviana* Overwinter Generation Adult in Turpan

ADIL Sattar[1,2], *WEN Jun-bao*[1], *LUO You-qing*[1], *HE Shan-yong*[1], *YU Feng*[3], *CHEN Meng*[4]

(1. Key Laboratory for Forest Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, Xinjiang, China; 3. Turpan Area Forest Protection Station, Turpan 838000, Xinjiang, China; 4. General Station of Forestry Plant Diseases and Insect Pests Prevention and Quarantine of Xinjiang, Urumqi 830000, Xinjiang, China)

Abstract: The partial correlation analysis on the relationship between the main meteorological factors and daily emergence amount of *Carpomyia vesuviana* overwinter generation adult from the beginning to the peak of emergence was conducted. The results of stepwise regression analysis show that the air temperature, the soil temperature and the relative humidity of soil are the main meteorological factors affecting the emergence amount of overwintering emergence. The results of Path analysis and decision-making system analysis show that the air temperature has positive affect on the emergence and is an important index directly impacting on the emergence amount of *C. vesuviana*; The soil temperature is the most important factor limiting the amount of emergence; the soil relative humidity has the greatest comprehensive influence on the amount of emergence. Based on partial correlation analysis, a multiple regression equation was established on the main meteorological factors and *C. vesuviana* overwintering generation adult emergence. The emergence amount predicted by the model is significantly correlated with the amount of emergence which was field measured. So this model is applicable for forecasting the amount of *C. vesuviana* overwintering generation adult.

Key words: meteorological factor; *Carpomyia vesuviana*; emergence rate; multiple regression equation; decision-making system

枣实蝇(*Carpomyia vesuviana* Costa)是我国禁止进境的检疫性入侵害虫,该害虫主要以幼虫蛀食果肉来为害红枣(*Ziziphus jujube* Mill.)和酸枣(*Z. jujuba* var. *spinosa* (Bunge) Hu)等[1-2]。2007年9月在

收稿日期: 2011-12-30

基金项目: 新疆维吾尔自治区林业科技专项资金项目"枣树重大检疫性生物灾害应急检疫监控技术研究";自治区科技攻关项目"枣实蝇综合防治及监控研究"(项目号200831108)和自治区财政林业科技专项资金项目"巴州'红枣一号病'监测技术研究"(项目号200803006)的部分内容

作者简介: 阿地力·沙塔尔(1968—),男,维吾尔族,新疆莎车人,北京林业大学在读博士,副教授. 主要从事林果病虫害教学和科研工作.

*通讯作者: 骆有庆,youqingluo@126.com

我国新疆吐鲁番地区首次发现枣实蝇,据统计,1 106.07 hm^2 枣树受害,封存、销毁枣果 5 000 多万 t,累计经济损失 5 000 余万元。枣实蝇在吐鲁番地区 1 年可发生 2～3 代,以蛹在土壤 15 cm 范围内越冬,翌年 5 月下旬至 6 月上旬羽化最盛,7 月初越冬代成虫羽化完毕,羽化期长达 48 d 之久[3]。因该害虫越冬代成虫羽化期长,而且不整齐,难以掌握其药物防治的最佳时期。为此,研究枣实蝇越冬代发生期与环境因子之间的关系,探究影响成虫羽化的关键因子对于预测预报和防控工作有重要意义。

目前,国内外对枣实蝇发生与气象因子之间的关系研究主要局限于空气温湿度方面[3-8],而枣实蝇一般在土壤中化蛹,土壤温湿度对蛹的生长发育造成的影响比空气温湿度更直接。因此,笔者于 2008 年 5 月 17 日至 7 月 5 日,在吐鲁番市三堡乡英吐尔村对枣园枣实蝇越冬代成虫羽化动态与主要气象因子进行并行监测,分析了枣实蝇越冬代成虫羽化动态与主要气象因子之间的相关性,试图为成虫羽化高峰期的预测、防治适期确定提供参考。

1　试验地的概况

吐鲁番地区位于新疆维吾尔自治区中部,天山东部山间盆地(41°12′～43°40′ N,87°16′～91°55′ E),属典型的大陆性干旱荒漠气候,冬季寒冷,夏季高温炎热,每年 6、7、8 三个月, 平均气温达 38 ℃以上;年平均降水量 16 mm 左右,冬季无稳定积雪,年平均蒸发量达 3 600 mm,全年日照时数为 3 200 h,10 ℃以上有效积温 5 300 ℃以上,无霜期达 210 d。试验地选择在枣实蝇发生最严重的吐鲁番市三堡乡英吐尔村枣园(蛹密度≥200 头·株$^{-1}$),品种为扁核酸,株行距 2 m×8 m,树龄为 3～5 年生,平均冠幅为 3 m 左右,树干基部与灌水沟之间距离为 1 m。枣园枣实蝇羽化期前及羽化期共灌水 3 次,即第 1 次沟灌是 3 月 27 日,第 2 次沟灌是 6 月 5 日,第 3 次沟灌是 6 月 12 日。

2　材料与方法

2.1　仪器设备

Vantage PRO2 型人工气象站(Davis 公司生产)、防虫网(长×宽×高为 50 cm×50 cm×10 cm)4 个边为木质的,上面订铁丝网。

2.2　越冬代成虫羽化数量监测方法

树盘 4 个不同方向布设 4 个防虫网,共铺设 6 棵树盘。从 2008 年 5 月 17 日到 7 月 5 日止,从成虫羽化出土始日开始每天检查 1 次,统计每日 8:30－14:30 各防虫网内羽化出土的成虫数量[4],直至连续 3 d 未见成虫羽化出土为止。

2.3　气象数据的获取及数据统计处理

2008 年 5－7 月,利用 Vantage PRO2 型人工气象站动态监测了枣园的空气温度、露点温度以及土壤温度及相对含水量等因子(以 1 h 为间隔)。从 5 月 17 日到 6 月 5 日为止的枣实蝇越冬代成虫羽化初期到羽化高峰期逐日羽化数量与每日 8:30—14:30 平均气温、露点温度和 10 cm 深的土壤温度、相对含水量[3]之间的关系使用 DPS v7.05 版统计分析软件处理。

3 结果与分析

3.1　气象因子对枣实蝇成虫羽化率的影响及相关分析

枣实蝇成虫始见日到高峰日的逐日羽化数见表 1。

表 1　主要气象因子与吐鲁番枣实蝇羽化数量的关系

日期(月-日)	空气温度/℃	露点温度/℃	土壤温度/℃	土壤相对湿度/%	羽化数量/头
05-17	33.4	14.5	30.5	5.11	2
05-18	32.9	11.8	30.0	4.89	1
05-19	31.7	11.3	28.1	5.80	0
05-20	33.5	10.4	28.4	4.57	0
05-21	33.6	10.8	28.9	3.58	2
05-22	32.2	10.1	28.0	3.23	4
05-23	34.3	13.0	30.1	6.10	3
05-24	31.7	14.5	28.2	4.25	3
05-25	30.1	9.9	24.9	5.10	6
05-26	32.9	9.1	27.7	4.21	2
05-27	34.8	8.6	29.3	5.22	5
05-28	35.6	11.3	30.2	5.12	12
05-29	37.3	11. 8	31.8	4.37	7
05-30	37.6	14.6	32.4	4.54	6
05-31	38.5	14.6	33.7	4.32	10
06-01	37.7	15.6	33.9	4.18	8
06-02	37.9	18.1	33.0	4.15	8
06-03	30.7	16.0	26.9	5.33	6
06-04	34.4	13.8	29.1	5.11	7
06-05	33.4	14.5	30.5	26.93	15
06-06	37.5	12.6	31.7	19.90	12
06-07	36.5	15.1	32.9	16.70	6
06-08	36.7	16.0	31.7	16.83	10
06-09	36.1	16.2	31.9	15.98	1
06-10	38.9	15.3	35.4	14.85	6
06-11	34.7	14.4	29.5	14.78	0
06-12	32.6	10.1	29.0	9.25	5
06-13	30.7	14.2	26.9	25.45	7
06-14	32.9	10.6	29.0	22.25	5
06-15	35.5	12.2	32.0	23.20	5
06-16	34.2	9.9	29.8	23.50	4
06-17	34.8	16.5	29.8	16.50	2

注:从 6 月 18 日到 7 月 5 日之间枣实蝇成虫的羽化数量较少,因此相应数据简略。

对土壤温度、湿度和空气温度、湿度与枣实蝇越冬代成虫始见日到高峰日逐日的羽化数量进行相关显著性分析。由枣实蝇成虫羽化数量与气象因子的相关关系(表2)可见:气象因子是影响枣实蝇成虫羽化数量的主要因素之一。相关分析表明:枣实蝇成虫羽化数量与气象因子呈正相关(表2)。由此说明,枣实蝇羽化数量与这些气象因子的变化有密切关系。

表2 枣实蝇成虫羽化数量与气象因子的相关性

因子	X_1	X_2	X_3	X_4	Y	p 值
X_1	--	0.422*	0.929**	0.175	0.509*	0.013
X_2			0.586**	0.263	0.399	0.059
X_3				0.254	0.458*	0.028
X_4					0.616**	0.002

注:X_1为枣实蝇成虫发生期空气温度;X_2为露点温度;X_3为10 cm深处土壤温度;X_4为10 cm深处土壤湿度,y为枣实蝇羽化数量;*表示0.05水平显著相关;**表示0.01水平显著相关。

3.2 多元回归方程的建立及验证

3.2.1 建立多元回归方程 根据2008年5、6月的观察数据(表1),建立枣实蝇羽化数量与主要气象因子的多元回归方程:

$$Y = -18.2085 + 1.8476X_1 + 0.4987X_2 - 1.6277X_3 + 0.3703X_4$$

上述方程式多元相关系数为0.7944,$n=23$。经偏相关分析(表3)表明:各影响因子与Y的偏相关系数$R_{X_1Y}=0.5336$、$R_{X_2Y}=0.3532$、$R_{X_3Y}=-0.4156$、$R_{X_4Y}=0.6657$;枣实蝇羽化数量与空气温度、空气露点温度和土壤相对湿度呈正相关,但枣实蝇羽化数量(Y)与空气露点温度(X_2)间相关不显著;枣实蝇羽化数量与土壤相对湿度偏相关系数最大,为$R_{X_4Y}=0.6657$,说明在该数据范围内土壤相对湿度的升高有利于枣实蝇羽化数量增长;而枣实蝇羽化数量与土壤温度呈负相关,说明土壤温度偏高或者偏低均将制约枣实蝇羽化数量。

表3 枣实蝇成虫羽化数量与气象因子间的偏相关分析

项目	X_1	X_2	X_3	X_4
偏相关系数	0.5336*	0.3532	-0.4156	0.6657*
T-检验值	2.6012	1.5566	-1.8839	3.6779
p-值	0.0186	0.1380	0.0768	0.0018

注:*在0.05水平上显著相关。

3.2.2 计算结果 多元回归计算结果见表4。

表4 枣实蝇成虫羽化数量实测值和多元回归预测模拟值

日期(月-日)	实测值(Y)	回归预测拟合值(Ym)	Y-Ym
05-17	2	2.9779	-0.9779
05-18	1	1.4399	-0.4399
05-19	0	2.4031	-2.4031
05-20	0	4.3362	-4.3362
05-21	2	3.5400	-1.5400
05-22	4	1.9397	2.0603
05-23	3	4.9103	-1.9103
05-24	3	3.2624	-0.2624
05-25	6	3.6984	2.3016
05-26	2	3.5854	-1.5854
05-27	5	4.6161	0.3839
05-28	12	5.9387	6.0613
05-29	7	6.4468	0.5532
05-30	6	7.4838	-1.4838
05-31	10	6.9491	3.0509
06-01	8	5.5924	2.4076
06-02	8	8.6625	-0.6625
06-03	6	4.6788	1.3212
06-04	7	6.7552	0.2448
06-05	15	11.0569	3.9431
06-06	12	13.1282	-1.1282
06-07	6	9.3893	-3.3893
06-08	10	12.2091	-2.2091

实测羽化数量与预测羽化数量关系密切,相关系数$R=0.868$($p<0.05$),由于F值高于$F_{0.05}$临界值,因此,该羽化数量预测函数有意义。

3.3 影响枣实蝇成虫羽化数量变化的气象因子通径分析

通过逐步回归分析已表明:吐鲁番地区枣实蝇成虫羽化数量主要由空气温度(X_1)、露点温度(X_2)、土壤温度(X_3)、土壤湿度(X_4)综合作用的结果。根据这些因子各相关系数的组成效应,将所选各气象因子(X_i)与羽化数量(Y)的相关系数剖分为直接作用和通过其它因子(X_j)的间接影响两部分进行通径分析[9-10]。表5表明:空气温度(X_1)对枣实蝇成虫羽化数量的直接作用最大,其余依次为土壤温度(X_3)、土壤湿度(X_4)和露点温度(X_2),其中,空气温度(X_1)对枣实蝇成虫羽化数量的直接作用均大于各自的间接作用;空气温度(X_1)直接作用效应主要通过土壤温度(X_3)和露点温度(X_2)而发生。由此表明,空气温度可以作为一个非常重要的直接影响吐鲁番地区枣实蝇成虫羽化数量的参数。此外,在其它因子不发生变化的情况下,土壤湿度(X_4)增加将有利于枣实蝇成虫大量羽化。

表 5　影响枣实蝇成虫羽化数量的主要气象因子相关与通径分析

因子	相关系数	直接作用	间接作用总和	间接作用			
				X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	0.509 1	1.141 7	-0.632 6		0.131 2	-0.863 8	0.100 0
X_2	0.398 8	0.310 6	0.088 2	0.482 4		-0.544 5	0.150 3
X_3	0.457 9	-0.929 8	1.387 7	1.060 7	0.181 9		0.145 1
X_4	0.616 1	0.570 7	0.045 4	0.200 0	0.081 8	-0.236 4	

3.4　气象因子对枣实蝇成虫羽化数量决定程度的分析

决定系数是表示一个自变量对因变量的决定程度,某一性状作用的大小主要由决定系数的大小来决定[9]。经过计算,空气温度、露点温度、土壤温度、土壤湿度及它们的交互效应对枣实蝇成虫羽化数量的总决定系数为:$R^2 = 0.631\ 0$,即这 4 个变量决定了枣实蝇成虫羽化数量变化的 63.10%,可见,这 4 个气象因子是影响枣实蝇羽化数量的主要因素。

鉴于各气象因子变量对枣实蝇成虫羽化数量的直接影响和总影响排序可能会不同,在此引入决策系数概念,即用决策系数把各自变量对响应变量的综合作用进行排序,以确定主要决策变量和限制性变量[10]。决策系数计算公式为:

$$R^2_{(i)} = 2p_i r_{ij} - p_{i2}$$

经过计算,前述 4 个气象因子变量的决策系数分别为:

$$R^2_{(1)} = -14.102\ 7$$

$$R^2_{(2)} = 15.127\ 8$$

$$R^2_{(3)} = -171.604\ 9$$

$$R^2_{(4)} = 37.751\ 0$$

利用 $R^2_{(i)}$ 值可以把各变量对 y 的综合作用由大到小排序,排序最大的变量为主要决策变量,但未必它的直接决定作用大;排序最小的变量,若其决策系数为负,则为主要限制性变量,但未必它的直接决定作用小[9]。决策系数大小排序为:$R^2_{(4)} > R^2_{(2)} > R^2_{(1)} > R^2_{(3)}$。土壤相对湿度($X_4$)的决策系数值最大,说明土壤相对湿度对枣实蝇成虫羽化数量的综合作用最大,被认为是枣实蝇成虫羽化数量的最主要决策因素;而空气温度(X_1)和土壤温度(X_3)对应的决策系数为负值,说明这 2 个因子是影响枣实蝇成虫羽化数量的主要限制因素。

综合分析认为,影响枣实蝇成虫羽化数量的气象因子主要为空气温度和土壤温度。这些因子除单独地作用于枣实蝇成虫羽化数量外,彼此间相互影响、相互关联对枣实蝇成虫羽化数量形成了综合效应。

4　结论与讨论

枣实蝇越冬代成虫始见日到高峰日的逐日羽化数量与各项因子之间的关系,利用 DPS v7.05 版软件进行偏相关分析,结果表明:枣实蝇羽化数量与土壤相对湿度(X_4)偏相关系数和决策系数最大,说明土壤相对湿度对枣实蝇成虫羽化数量的综合作用最大,被认为是枣实蝇成虫羽化数量的最主要决策因素,同时也说明在一定范围内土壤相对湿度的升高有利于枣实蝇羽化数量增长。从表 1 也可看出:枣实蝇羽化对土壤湿度反映较敏感,土壤湿度变化与灌水有直接关系。当 6 月 5 日通过灌水土壤 10 cm 深处的相对湿度由前一日的 5.11% 上升到 26.93% 时,枣实蝇出现了羽化高峰;当土壤相对湿度在 15%～20% 时,高峰随之延长;当土壤相对湿度下降,羽化数量也随之下降。当 6 月 13 日再次灌水后土壤 10 cm 深处的相对湿度上升到 25% 左右时,枣实蝇的羽化又出现了一个小高峰,随土壤相对湿度下降羽化数量也下降。吕文刚等[4]报道,枣实蝇一般在土壤中化蛹,土壤温度和土壤湿度都可以对蛹的生长发育造成直接的影响。何善勇等[3]报道,当气温为 25～35 ℃、相对湿度为 30%～37% 时有利于成虫羽化。在印度 Bawal 地区,Dashad 等[7]观察表明,枣实蝇成虫最适宜的活动温度是 17～25 ℃,湿度是 62.0%～85.5%。Lakra 等[5]观察认为,周平均最低温度为 10～25 ℃、最高温度为 25～40 ℃,相对湿度为 25%～75%,是最适合枣实蝇生存的气象条件。另外,在 7、8 月份每周 20～40 mm 的间断降雨量将促进枣实蝇成虫的羽化。由此可见,本研究所获得的结果与前人研究结果基本一致。

主要气象因子与枣实蝇越冬代成虫羽化率之间建立的多元回归方程,经实测羽化数量与多元回归模拟值的对比发现,实测羽化数量与预测羽化数量关系密切,相关系数 $R = 0.868$($p < 0.05$)。由于 F 值高于 $F_{0.05}$ 临界值,因此,该羽化数量预测函数在预测枣实蝇成虫羽化高峰期和最佳化学防治时期的确

定方面具有较高的应用价值。任何一种预测模型的应用价值在于预测结果与实际值是否吻合。本文所建立的预测模型在本研究得到了较好的验证,但应用于其它地域或实践应用都待进一步深入研究和验证。

分析表明:空气温度、露点温度、土壤温度、土壤湿度4个气象因子决定了枣实蝇成虫羽化数量的63.10%,说明还有其它环境因素影响枣实蝇成虫羽化数量。何善勇等[3]观察发现,吐鲁番枣实蝇越冬代的羽化高峰期与枣树开花盛期相吻合。本文仅围绕着气象因子对枣实蝇成虫羽化数量的影响,未考虑其它因子如食物等生态因子的影响;因此,在今后对决定枣实蝇种群数量的其它方面的主要因素做进一步深入研究。

参考文献:

[1] 张润志,汪兴鉴,阿地力.沙塔尔.检疫性害虫枣实蝇的鉴定与入侵威胁[J].昆虫知识,2007,44(6):928-930

[2] 阿地力·沙塔尔,何善勇,田呈明,等.枣实蝇在吐鲁番地区的发生及蛹的分布规律[J].植物检疫,2008,22(5):295-297

[3] 何善勇,朱银飞,阿地力·沙塔尔,等.吐鲁番地区枣实蝇发生规律[J].昆虫知识,2009,46(6):930-934

[4] 吕文刚,林 伟,李志红,等.枣实蝇在中国适生性初步研究[J].植物检疫,2008,22(6):343-347

[5] Lakra R K,Singh Zile. Seasonal fluctuations in incidence of ber fruitfly *Carpomyia vesuviana* Costa (Diptera:Tephritidae) under Agroclimatic conditions of Hisar[J]. Haryana agric Univ J Res,1985,15(1):42-50

[6] Batra H N. Biology and control of Dacus diversus Conquillet and *Carpomyia vesuviana* Costa and important notes on other fruit flies inIndia[J]. Indian Journal of Agricultural Science,1953,23:87-112

[7] Dashad S S,Chaudhary O P, Rakesh. Studies on the incidence of ber fruitfly (*Carpomyia vesuviana* Costa) in south-western Haryana[J]. Crop Research (Hisar),1999,18(1):115-118

[8] Nandihalli B S,Patil D R,Jagginavar S B,*et al*. Incidence offruit borer (Meridarchis scyrodes Meyr.) and fruit fly (*Carpomyia vesuviana* Costa) on different varieties of ber[J]. Advances inAgricultural Research in India,1996,6:13-18

[9] 何东进,洪 伟,崔春英.通径分析在毛竹枯梢病研究中的应用[J].福建林学院学报,2000,20(3):203-206

[10] 袁志发,周静芋,郭满才,等.决策系数——通径分析中的决策指标[J].西北农林科技大学学报,2001,29(5):131-133