

陕西杨凌麦长管蚜发生预测模型构建与验证

解 锋¹, 王世锋², 苏海燕³, 廖淑霞⁴, 胡想顺⁵

- (1. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省西安市临潼区穆寨街办农业综合服务中心, 陕西 西安 710600;
3. 陕西省西安市临潼区园艺工作站, 陕西 西安 710600; 4. 杨陵区委考核督查办, 陕西 杨凌 712100;
5. 西北农林科技大学 植保学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:为了预测麦长管蚜田间发生发展程度,及时制定综合防治策略,根据历年来杨凌区麦长管蚜的种群发生程度和气象数据,利用多元相关性分析和多元线性回归法构建了杨凌地区3月下旬到5月下旬各旬麦长管蚜的发生程度的预测模型。从16个气象因子中发现旬均温度、旬均相对湿度和旬均气压与当旬麦长管蚜的发生相关系数排在最前3位。用三个气象因素构建的各旬线性回归模型经实践验证表明对当旬麦长管蚜发生程度预测的准确率为100%(3月下旬)、100%(4月上旬)、100%(4月中旬)、90%(4月下旬)、75%(5月上旬)、85%(5月中旬)、100%(5月下旬),总体准确率90%。由此得出结论本文构建的预测模型可用于指导实践中麦长管蚜的综合防治。

关键词:小麦;麦长管蚜;预测预报;多元线性回归;主成分分析法

中图分类号:S433 **文献标识码:**A **文章编号:**0488-5368(2021)05-0032-03

Construction of Occurrence and Predicting Model of *Sitobion Avenae* in Yangling of Shaanxi Province

XIE Feng¹, WANG Shifeng², SU Haiyan³, LIAO Shuxia⁴, HU Xiangshun⁵

- (1. Yangling Vocational & Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China ; 2. Muzhai Street Office, Lintong District, Xi'an, Shaanxi 710600, China ;
3. Lintong District Horticultural Station, Xi'an, Shaanxi 710600, China ; 4. Yangling District Inspection Office, Yangling, Shaanxi 712100, China ;
5. State Key Laboratory for Crop Stress Biology, Key Laboratory of Northwest Loess Plateau Crop Pest Management of Ministry of Agriculture, College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to predict the occurrence and development of *S. avenae* and to formulate IPM control strategy, a predicting model of occurrence degree on wheat from late March to late May in Yangling district was established by using multiple correlation analysis and multiple linear regression method based on the population occurrence degree and meteorological data of *S. avenae* in Yangling for years. It was found that the correlation coefficients of the occurrence of *S. avenae* with ten-day average temperature, ten-day average relative humidity and ten-day average air pressure were the top three from 16 meteorological factors. The linear regression model constructed by the three meteorological factors for each ten-day period was verified by practice. The results showed that the predicting accuracy for occurrence degree of *S. avenae* was 100% (late March), 100% (early April), 100% (mid April), 90% (late April), 75% (early May), 85% (mid May) and 100% (late May), and the overall accuracy was 90%. It was concluded that the predicting model established in this paper can be used to guide the comprehensive control of wheat aphid in practice.

Key words: Wheat; *S. avenae*; Predicting; Multiple linear regression; Principal component analysis

收稿日期:2020-09-05 修回日期:2020-10-15

基金项目:国家重点研发计划(2016YFD0300705);农业部西北荒漠绿洲作物有害生物综合治理重点实验室开放基金(KFJJ20180107)。

第一作者简介:解锋(1975-),男,陕西西安人,硕士,副教授,从事农业气象及气象灾害防御的研究与教学工作。

通信作者:胡想顺。

我国是小麦种植大国,麦长管蚜 *Sitobion avenae* 是小麦穗期最主要的害虫种类,防治主要依靠化学农药^[1]。但化学防治不可避免地会杀死天敌,增加麦长管蚜的抗药性,还会污染环境,破坏田间生态系统的稳定。及时对麦长管蚜的发生与发展做出准确的预测,可以及时指导、制定麦田小麦蚜虫防治的综合治理措施。

气象因素如温度、湿度、干旱和降雨等气象因子是影响麦长管蚜发生的重要因素^[2-7]。气象因素如何影响蚜虫的种群发展,与各地的气象因素密切相关。笔者根据杨凌(武功)1980—1987、2004—2008、2010—2016的百株蚜量和气象因子,利用多元线性相关分析和回归法构建了麦长管蚜发生百株蚜量值与气象因子间的多元回归模型,这对麦长管蚜发生的预测及预报,及时精准防控麦长管蚜意义重大。

1 材料与方 法

1.1 数据来源

麦长管蚜种群动态数据来源于西北农林科技大学昆虫生态学研究团队于1980—1987年,2004—2008年以及2010—2016年的统计数据。数据收集的地点是陕西杨凌西北农林科技大学实验田,时间为每年3月15日到5月30日。每5 d采集一次数据,换算为百株蚜量,进一步根据百株蚜量转换为发生级别(表1)。

表1 根据百株蚜量划分蚜情发生级别

发生级别	百株蚜量/(头,X)
1级	$X \leq 250$
2级	$250 < X \leq 500$
3级	$500 < X \leq 1\ 000$
4级	$1\ 000 < X \leq 1\ 500$
5级	$1\ 500 < X \leq 2\ 000$
6级	$X > 2\ 000$

注:气象数据来源通过中国气象数据网(data.cma.cn)获得。

表2 各旬百株蚜量与气象因子间的回归方程

时间	回归方程
3月中旬	$y = -0.89x_1 - 1.28x_2 + 0.34x_3 + 13.68$
3月下旬	$y = 8.92x_1 + 1.36x_2 - 0.79x_3 - 147.39$
4月上旬	$y = -16.42x_1 - 3.33x_2 - 1.31x_3 + 509.42$
4月中旬	$y = 2.47x_1 - 6.58x_2 + 5.02x_3 + 435.83$
4月下旬	$y = -20.13x_1 - 3.76x_2 - 0.35x_3 + 774.61$
5月上旬	$y = 22.58x_1 - 11.11x_2 + 3.20x_3 + 709.21$
5月中旬	$y = -60.82x_1 - 1.23x_2 + 4.34x_3 + 1787.26$
5月下旬	$y = 102.16x_1 + 27.57x_2 - 5.47x_3 - 3506.92$

通过表3就可以看出,利用1980—1987年、2004—2008年数据构建的预测方程,预测2010—2016年的蚜虫发生程度,3月中、下旬,4月上、中

1.2 数据处理

将所有数据到整理Excel表中。首先进行百株蚜量与16种单旬气象因素:平均风速、最大风速、最大风速的风向、极大风速、极大风速的风向、20—8时降水量、8—20时降水量、平均气温、日最高气温、日最低气温、平均气压、日最高本站气压、日最低本站气压、日照时数、平均相对湿度、最小相对湿度的相关性分析,接着选取相关性高的气象因子,以田间百株蚜量y为自变量,选取的气象因素为因变量,在SPSS软件中建立多元线性回归模型,构建麦长管蚜不同时期的发生预测模型。得出近几年的麦长管蚜预测数量后,并与真实麦蚜发生数据进行对比,确定模型的可行性。

2 结果与分析

2.1 杨陵区麦长管蚜蚜量与气象因素的相关性分析

与麦长管蚜的种群数量正相关性最强的气象因子是旬均温度、旬均相对湿度和旬均气压,相关系数分别为0.27、0.19和0.11。其他相关系数均低于0.09。因此选取因子是旬均温度、旬均相对湿度和旬均气压作为因变量进行多元线性回归分析。

2.2 杨陵区麦长管蚜多元线性回归模型

2.2.1 杨陵区麦长管蚜发生预测模型构建 利用1980—1987,2004—2007共12 a间杨陵3月中旬到5月下旬这段时间各旬百株蚜量(y)与旬平均温度 x_1 、 x_2 旬相对湿度和日最高气压 x_3 多元线性回归方程如表2所示。

2.2.2 杨陵区预测模型的验证 用2010—2016年的数据对预测方程进行验证,实际发生值与预测值比较如表3。

和下旬全部与实际发生值基本相同。5月上旬2012年预测值是2,实际值是1;2014和2015年预测值为2,实际观测值为1,准确率为57.14%;5月

中旬 2016 年预测值为 2, 实际观测值为 1, 准确率为 85.71%, 所有这些预测值与观测值之间的等级

表 3 各旬回归方程预测麦长管蚜发生程度与实际发生程度比较(预测/实际观察)

年份	3 月中	3 月下	4 月上	4 月中	4 月下	5 月上	5 月中	5 月下
2010	1/1	1/1	1/1	2/2	3/3	4/4	3/3	1/1
2011	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
2012	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	1/1	1/1
2013	1/1	1/1	1/1	1/1	3/3	3/3	2/2	1/1
2014	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/1	1/1	1/1
2015	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2	2/1	1/1	1/1
2016	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2	3/3	2/1	1/1
准确率/%	100	100	100	100	100	57.14	85.71	100

3 讨论

麦长管蚜的准确测报是国际难题, 干扰麦长管蚜种群动态的因素包含生物的和非生物的, 非生物因素主要就是气象因素。我们的结果表明, 影响当旬麦长管蚜种群动态的主要气象因素包括温度、湿度和气压。另外, 也有学者报到气流^[8]、低空风向^[9, 10]、日照时长^[11]以及微环境^[12]等也会影响麦长管蚜的种群数量。实践表明, 小麦进入灌浆期后, 降雨也是影响麦长管蚜种群数量的最重要因素^[6, 12, 13]。除了气象因素, 小麦品种特性, 天敌等生物因素也会影响麦长管蚜的种群动态^[1]。笔者发现, 除了旬均温度和湿度外, 旬均气压也是影响麦长管蚜发生的因素之一。

近年来, 我国学者应用局部支持向量回归、大数据以及傅立叶级数修正等方法对麦长管蚜的发生进行了预测预报, 取得了良好的效果^[14~16]。笔者使用传统的多元线性回归法, 构建了杨凌区各旬麦长管蚜的种群发生程度的预测模型, 此方法应用简单, 便于理解。然而实际上, 蚜虫种群发生与当旬气象因素之间可能并不是简单的线性关系, 多个气象因素之间可能还会存在共线性问题。本模型也忽略掉了许多关键的非线性的因果关系, 如连日风雨。因此, 以 2010—2016 年年数据进行验证时, 准确率相对不高。但如果以 1980—1987 年、2004—2008 年以及 2010—2016 年共 20 年的数据进行预测值和实际观察值比较时, 4 月下旬准确率为下降为 90%, 但 5 月上旬准确率上升为 75%, 5 月中旬上升为 85%, 蚜虫危害关键期(4 月下旬, 5 月上旬和中旬)总体准确率达到 90%。重要的是所有预测值与实际观察值间的差值均没有超过 1, 这对一个模型来讲已经是相当不错的成绩。

麦长管蚜主要在穗部为害, 笔者的预测预报模

型 5 月上旬预测结果和实际发生情况差距最大, 除了连日风雨影响之外, 可能还有以下几个原因: ①缺少对施肥、灌溉、土壤类型等非生物因素, 以及小麦品种抗性、天敌等非生物因素的考虑; ②数据采集时间并不特别统一准确, 调查样本量太小; ③周围农田 5 月上旬田间防治蚜虫时的农药漂移等。特别是农药漂移, 很可能是造成预测值与实际观察值不符的最主要原因(观察值均低于预测值)。预测预报需要长期的数据观察和记录, 稳定不受干扰的数据观察场所, 准确而且标准的数据记录方法应该是预测预报关键。

参 考 文 献:

- [1] Hu XS, Liu YJ, Wang YH, Wang Z, Yu XL, Wang B, Zhang GS, Liu XF, Hu ZQ, Zh HY, Liu TX. Resistance of wheat accessions to the English grain aphid *Sitobion avenae* [J]. PLoS One, 2016, 11(06): e015615.
- [2] 丁世飞. 小麦穗期麦长管蚜发生程度的预测模型研究[J]. 昆虫知识, 1996(03): 102-104.
- [3] 钱秀娟, 梁俊燕, 刘长仲. 皋兰麦长管蚜的田间消长规律及预测模型[J]. 甘肃农业大学学报, 2004(02): 183-185.
- [4] Henderson D, Willimas CJ, Miller JS. Forecasting late blight in potato crops of southern Idaho using logistic regression analysis[J]. Plant disease, 2007, 91: 951-956.
- [5] Dutta S, Bhattacharya B K, Rajak D R. Modelling regional level spatial distribution of aphid (*Lipaphis erysimi*) growth in Indian mustard using satellite-based remote sensing data[J]. International Journal of Pest Management, 2008, 54(01): 51-62.
- [6] 肖志强. 陇南山区小麦蚜虫发生气象条件及程度预测模型[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(33): 119-122.
- [7] Manson WJ, Hack RA. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects[J]. Bioscience, 1987, 27(02): 110-119.

(下转第 39 页)