

冬小麦黄矮病预测模型研究*

范绍强 谢咸升 李峰 尹青云 郑王义

(山西省农业科学院小麦研究所 临汾 041000)

摘要 简析了冬小麦黄矮病流行的预报因子及其对病害发生的显著影响、黄矮病流行趋势预测的研究动态,并采用多元回归分析法建立了冬小麦黄矮病预测模型($Y = -1.0944 - 0.0322 X_1 + 0.2604 X_2 + 0.1049 X_3 - 0.0062 X_4 + 0.0382 X_5$),经回归检验其历史拟合率高达87.5%。

关键词 冬小麦 黄矮病 预报因子 预测模型

Forecast model of BYDV in winter wheat .FAN Shao-Qiang, XIE Xian-Sheng, LI Feng, YIN Qing-Yun, ZHENG Wang-Yi(Wheat Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Linfen 041000, China), *CJEA*, 2006, 14(2):147 ~ 149

Abstract The forecast factors of BYDV popularity and their prominent effect on the disease are analyzed and the study developments of forecast on current BYDV are summarized .The forecast model of BYDV— $Y = -1.0944 - 0.0322 X_1 + 0.2604 X_2 + 0.1049 X_3 - 0.0062 X_4 + 0.0382 X_5$ —is constituted using the regressive analysis method . The model 's ratio according with the history equal 87.5% by the regressive test .

Key words Winter wheat, BYDV, Forecast factor, Forecast model

(Received March 9,2005; revised April 19,2005)

小麦黄矮病的发生为害一般流行年份产量损失为3%~10%,中等偏重和大流行年份损失达30%~35%,个别重病地高达80%~90%^[1,2,10],而准确预报该病是最经济有效防治的关键。20世纪60年代中期~90年代末期我国冬、春麦区尤其是北方麦区曾发生7次较大规模流行黄矮病,而气候因子是其流行的关键因素。冯崇川等^[3]研究提出预测小麦黄矮病分档统计法和多元线性回归法,并利用气象因素作为预测参数建立预测式;近年来有关该方面的研究侧重于小麦黄矮病流行株系监测^[4],而对该病流行程度则缺乏系统研究。本研究建立了冬小麦黄矮病预测模型,为有效防治小麦黄矮病提供科学依据。

1 研究方法

本研究依据1960年以来陕西、宁夏和山西等省主要小麦黄矮病流行区病害发生资料,分析该病害流行年份相似性以及历年来各省间病害发生程度相关性。研究建立的冬小麦黄矮病预测模型采用山西省晋南麦区1981~2004年监测资料,选取临猗、万荣、闻喜、绛县、侯马、翼城、襄汾和洪洞8个市(县)代表地块调查3个因素,即11月下旬越冬蚜量、翌年4月上旬蚜量,分别折算为平均百株蚜量,病情级别于5月中旬调查自然发病情况,按5级划分^[5];根据前人^[6,7]对小麦黄矮病流行的气象因子分析,选择7月份、10月份和翌年2月份、4月份平均气温及小麦种植年度10~3月份总降雨量5因素作为预测分析原始数据。运用各预报因子与病情级别相关性决定自变数的取舍,采用多元回归分析法建立回归方程预测式并进行通径分析,确定各自变数相对重要性;用多年调查数据和气象资料验证回归方程的准确性,计算历史拟合率,绘制回归模型实测检验图。

2 结果与分析

2.1 各麦区小麦黄矮病流行趋势相关性

表1表明,小麦黄矮病流行具有地理广阔性,全国各麦区小麦黄矮病流行有密切联系,陕西和山西省2个冬麦区小麦黄矮病流行年份及病害程度基本一致,其病情级别相关系数 $r = 0.69^{**}$ ($n = 38$),达极显著水

* 山西省科技厅科技攻关项目(002018)资助

收稿日期:2005-03-09 改回日期:2005-04-19

平;春麦区宁夏回族自治区和其他区域小麦黄矮病流行与 2 个冬麦区也极具相似性,与山西省发病级别相关性分别为 $r=0.67^{**}$ ($n=21$)和 $r=0.78^{**}$ ($n=23$)。由于麦蚜大多在春麦区和内蒙古自治区等地不能越冬,因而可推断出只有在冬麦区致病性强的麦二叉蚜轻发生时,才不致引起整个麦区小麦黄矮病病害流行,这进一步提示了冬春麦区小麦黄矮病流行的内在联系。故可利用冬麦区麦蚜种类、虫口密度和气象因子,异地预测春麦区小麦黄矮病发生程度。

表 1 全国主要麦区小麦黄矮病历年病情级别概况*

Tab.1 General situation on level of BYDV in the main wheat area of China

地 区 Regions	病情级别 Level of BYDV 年 份 Years												
	1964	1966	1970	1973	1977	1978	1980	1982	1987	1991	1996	1998	1999
陕 西	3	4	4	4	2~3	3	1~4	2	2	-	1	1~3	4~5
山 西	5	5	5	5	2	3~5	3~5	2	1	1	2	3~4	5
宁 夏	-	-	5	4~5	1~2	-	2~3	1~2	5	-	-	-	-
其 他	-	3~5	3~5	3~5	-	3~5	3~5	-	1~3	1~3	-	-	3~4

* 病情级别按 5 级划分,未列出年份和“-”为非流行年。

表 2 各预报因子与病情级别相关性

Tab.2 Correlation analysis on the forecast factors and level of BYDV

预报因子 Forecast factors	X_1 (7 月份平均气温) Average air temperature in July	X_2	X_3	X_4	X_5
X_2 (10 月份平均气温)	-0.2808				
X_3 (越冬百株蚜量)	-0.2462	0.2018			
X_4 (10~3 月份总降雨量)	-0.1136	-0.0603	-0.2053		
X_5 (2 月份平均气温)	-0.1036	0.4602**	0.0931	-0.1102	
Y (病情级别)	-0.3110*	0.4090**	0.8816**	-0.3879**	0.3056*

* 和 ** 分别表示 0.05 和 0.01 水平显著; $\nu=44$ 时, $r_{0.05}=0.288$, $r_{0.01}=0.372$ 。

度正相关;各预报因子与病情级别相关性 7 月份平均气温和 10~3 月份总降雨量对小麦黄矮病发生具有显著和极显著负向影响,即 7 月份平均气温偏低、10~3 月份总降雨量大对小麦黄矮病流行极为有利;10 月份平均气温和越冬百株蚜量对小麦种植年度小麦黄矮病发生均具极显著正相关,2 月份平均气温对该病的发生有显著影响。对所筛选的 5 个预报因子作

相对于病情级别的散点图,并绘出线性趋势线(见图 1 和图 2),表明诱导小麦黄矮病发生的 5 个因子中越冬百株蚜量和 10~3 月份总降雨量对该病发生较敏感,温度尤其是 2 月份平均气温对该病的发生影响较小。但由于各因素间存在不同程度制约性,因而单从相关性分析和线性图说明预报因子对病情级别相对重要性,其结果尚较牵强。

2.3 小麦黄矮病预测模型

采用多元回归分析法,应用 1981~2000 年资料求得 5 元线性回归方程为:

$$Y = -1.0944 - 0.0322 X_1 + 0.2604 X_2 + 0.1049 X_3 - 0.0062 X_4 + 0.0382 X_5 \quad (1)$$

该方程自变数范围 X_1 的区间[23.8, 33.5], X_2 的区间[10.3, 14.7], X_3 的区间[0.6, 28.9], X_4 的区间[37.4, 162.0], X_5 的区间[-1.2, 3.9]。因偏回归系数本身并不能反映自变数相对重要性,为消除单位和变异度不同的影响,计算了表示 X_i 对病情级别(Y)相对重要性的统计数——通径系数,分别为 -0.0928、0.7628、0.8633、-0.2150 和 0.0633。各通径系数具有相对独立性,其绝对值大小可直接反映各预报因子对病情级别的影响程度,因而得出 5 个预报因子中越冬百株蚜量(X_3)对病情级别(Y)的影响最大,10 月份平

2.2 预报因子与病情级别相关性

根据山西省晋南麦区蚜虫消长动态、小麦黄矮病监测资料以及当地同年度气象资料,计算 7 个预报因子与病情级别之间相关系数,运用相关分析对多项因子进行筛选,结果有 5 个预报因子对小麦黄矮病发生具有显著影响(见表 2),预报因子之间 10 月份平均气温与翌年 2 月份平均气温具高

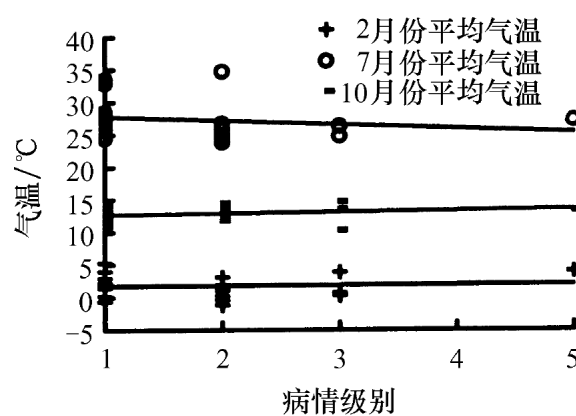


图 1 气温对病情级别的影响
Fig.1 Influence of air temperature to illness level

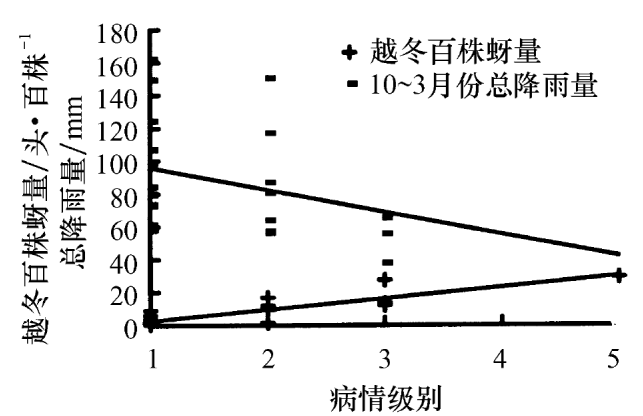


图 2 其他因子对病情级别的影响
Fig.2 Influence of else factors to illness level

均气温(X_2)次之,2月份平均气温(X_5)对病情级别(Y)的影响最小,同时各预报因子对病情级别的增抑作用与相关分析结果相符,但此回归关系是否真实可靠,尚需作进一步检验。

对 5 元线性回归方程进行假设检验结果见表 3,所选 5 个自变数的综合对病情级别(Y)效应达极显著水平,且剩余方差较小,因而确定各预报因子与病情级别(Y)具有真实的 5 元线性回归关系。将 1981 ~ 2004 年预报因子所对应的观测数值代入预测方程进行验证,其结果见图 3,在历史回报中只有 1982 年、1997 年和 1999 年回报

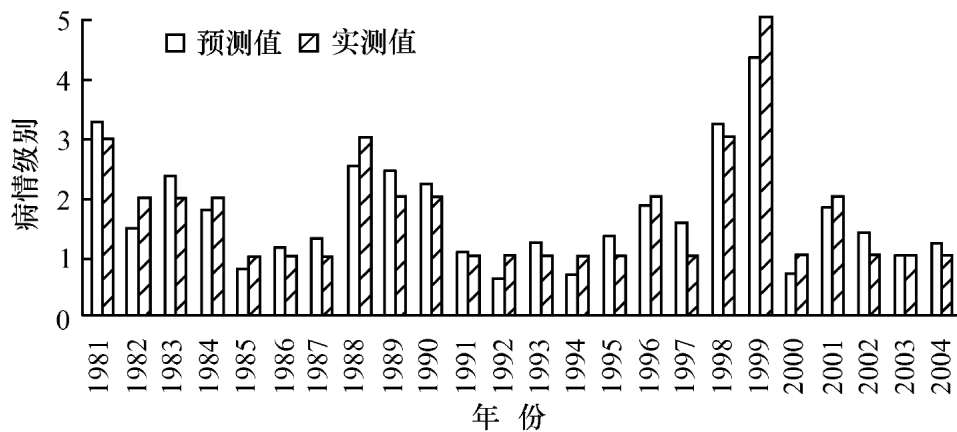


图 3 回归模型实测检验

Fig 3 Test of the regressive model

证明麦二叉蚜确是小麦黄矮病毒 3 种致病性株系的有效传毒介体,因而将麦二叉蚜所占比例、虫口密度及带毒率作为测报重要依据。董庆周等^[9]研究认为小麦黄矮病流行程度与春小麦生长期间主要气象因子相关不密切,而与冬麦区发病程度有关,并提出远期流行预测模式 $Y = -0.37 + 0.91 X$ (Y 为病情级别, X 为东南方冬麦区病情级数)和近期流行预测模式 $Y = -0.62 + 0.69 X$ (Y 为后期病株率, X 为拔节期百株蚜量),冬春麦区小麦黄矮病流行有重要相关性,而对冬麦区小麦黄矮病流行的预测关系整个麦区该病的预防。本研究认为毒源、媒介虫源是小麦黄矮病流行的基础,干旱温暖的气象因子是该病流行的关键因素。流行年份起主导作用的是越冬前麦二叉蚜数量,7 月份气温偏低、冬季温暖、冬春雨水少、早春气温回升快,有利于麦二叉蚜繁衍滋生。本研究建立的小麦黄矮病预测模型可应用于晋南麦区,且适用于整个黄淮麦区和与之气象因子相似冬麦区,但随时间的推移和环境条件发生变化,应用该模型时应对预报因子进行调整和筛选,并对回归方程进行校正,以达到最佳预报效果。

参 考 文 献

- 曹亚萍,张明义,范绍强等.抗黄矮病小麦品系粒重遗传特性研究.中国生态农业学报,2004,12(1):33~35
- 王黎明,刘树兵,李兴锋等.小麦黄矮病抗性基因及其鉴定研究进展.麦类作物学报,2003,23(3):123~127
- 冯崇川等.冬小麦黄矮病春季流行指标与预测预报.植物保护学报,1983,10(2):118~121
- 刘艳,钱幼亭,梁影屏.晋南冬麦区大麦黄矮病毒流行株系监测及防治策略探讨.植物保护学报,2002,29(4):300~304
- 张秦凤,朱象三,金欣藻等.小麦品种抗耐黄矮病性鉴定初步研究.植物保护学报,1989,16(1):38~41
- 周广和.从预测预报实践中谈小麦黄矮病发生流行规律.植物保护,1982,8(1):10~13
- 相建业,冯崇川.小麦黄矮病预测预报.植物保护学报,1994,21(1):73~77
- 周广和,成卓敏,钱幼亭.小麦黄矮病毒 4 种株系鉴定与应用.中国农业科学,1987,20(4):7~12
- 董庆周,李效禹,孟庆祥等.宁夏地区春小麦黄矮病流行趋势预测的初步研究.植物保护学报,1994,21(4):297~303
- Makkouk K.M, Kumari S.G, Kadirova Z. First record of barley yellow dwarf virus-RPV infecting wheat in Uzbekistan. Plant Disease, 2001, 85(10):1122

表 3 回归方差分析

Tab.3 Variance analysis of regressive

项目	自由度	平方和	均方	方差	$F_{0.01}$ 测验值
Items	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of squares	Variance	$F_{0.01}$ value
回归	5	18.7633	3.7527	21.5605**	4.70
残差	14	2.4367	0.1741		
总计	19	21.2			

** 表示达极显著水平。

级别与实测值相差近 1 个级别,其余 21 年均正确,其历史拟合率高达 87.5% (2001 ~ 2004 年资料中 X_1 和 X_5 取值区间分别扩展到 34.7 和 5.3),基本符合率为 12.5%,准确率较高,证明该回归方程真实可靠,可用于预测未来小麦黄矮病流行趋势,以达到科学预防的目的。

3 小结与讨论

小麦黄矮病流行区之间病害发生具高度正相关,周广和等^[8]研究发现麦二叉蚜大发生是小麦黄矮病大流行的前提,并应用株系类型从理论上