

汉中地区小麦条锈病流行程度预测研究

胡小平¹, 杨之为¹, 李振岐¹, 邓志勇², 柯长华¹¹ 西北农林科技大学植物保护系, 陕西杨陵 712100² 汉中地区农技推广中心, 陕西汉中 723000

S435.121.4

S431.3

[摘要] 利用陕西汉中地区24年(1974~1997年)的小麦条锈病病情、菌量、品种和气象资料, 采用逐步回归法分析了影响汉中小麦条锈病流行的因子, 求得最优回归子集, 包括春季菌量、秋季菌量、感病品种面积比例、4月份降雨量和4月份平均温度。用前20年资料建立了多元线性回归方程, 对1994~1997年小麦条锈病的流行程度作短期预测(以残差绝对值 ≤ 0.5 为标准统计), 结果表明, 方程预测的准确率为75%。

[关键词] 小麦条锈病; 流行因子分析; 流行程度预测; 汉中地区

[中图分类号] S435.121.45; S431.3

[文献标识码] A

小麦条锈病(*Puccinia striiformis* West.) 一直是我国麦区的主要病害之一。小麦条锈病菌在汉中地区不能越夏, 属冬繁区^[1,2]。据报道^[2,3], 陕西汉中地区小麦条锈病自建国以来, 先后有8年(1957, 1965, 1973, 1975, 1977, 1979, 1980, 1981年)大流行, 累计发病面积60余万 hm^2 , 其中发病严重的约27万 hm^2 , 损失小麦约7.5万t。1973~1998年共有6次较大流行, 流行频率达23%。关于汉中地区小麦条锈病流行因子的分析, 曾有过一些报道^[4], 但这些研究只是一些经验性的讨论, 没有更深入地研究影响其流行的主导因子。本研究是在20多年田间调查的基础上, 分析了影响汉中地区小麦条锈病的流行因素, 并建立了条锈病流行程度预测模型, 以期对汉中地区小麦条锈病的防治工作有一定的指导作用。

1 材料和方法

秋季菌量(12月份每667 m^2 病叶数)(X_1)、春季菌量(3月下旬每667 m^2 病叶数)(X_2)、感病品种面积比例(X_{15})和成株期病害流行程度(Y)由汉中地区病虫测报站提供, 小麦条锈病的流行程度分级标准是: 病害发生的平均严重程度 $<5\%$ 为1级, $5\% \sim 10\%$ 为2级, $10.1\% \sim 20\%$ 为3级, $20.1\% \sim 40\%$ 为4级, $>40\%$ 为5级。1月份平均温度(X_3)、2月份平均温度(X_4)、3月份平均温度(X_5)、4月份平均温度(X_6)、11月份平均温度(X_7)、12月份平均温度(X_8)、1月份降雨量(X_9)、2月份降雨量(X_{10})、3月份降雨量(X_{11})、4月份降雨量(X_{12})、11月份降雨量(X_{13})和12月份降雨量(X_{14})由汉中地区气象站提供。其中秋季菌量、11和12月份均指上1年的资料。

[收稿日期] 1999-03-19

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(39770486)

[作者简介] 胡小平(1971—), 男, 助教, 硕士

逐步回归及多元线性回归均采用“SAS”统计分析软件包计算。回测及预测结果以残差绝对值(小数点后只保留1位) ≤ 0.5 为标准统计。

2 结果与分析

2.1 汉中地区小麦条锈病流行因子的筛选

对1974~1993年的资料进行逐步回归,变量进入模型和从模型中剔除的显著水平均设为0.05,采用Mallows提出的 $C(p)$ 统计法求最优子集。表1给出了各因子进入最优子集的先后顺序及其对 R^2 的贡献、总 R^2 的变化、 $C(p)$ 值的变化、引进每个因子的 F 值及检验概率。其中 $C(p)$ 值最小模型的变量就是所要选的最优子集。结果表明,影响汉中地区小麦条锈病流行程度的因子包括春季菌量(X_2)、秋季菌量(X_1)、感病品种面积比例(X_{15})、4月份降雨量(X_{12})和4月份平均温度(X_6)。从表1可以看出春季菌量(X_2)对 R^2 的贡献最大,说明春季菌量对汉中地区小麦条锈病的流行程度影响最大。这与汉中地区小麦条锈病的流行程度的历史资料基本相符,如汉中地区在1975,1977,1979,1980和1981年小麦条锈病大流行,其春季菌量依次为18.70,15.50,35.50,68.00和15.30(每667 m²病叶数),显著高于非流行年份的平均值3.01(每667 m²病叶数)。秋季菌量(X_1)对 R^2 的贡献次之,以上5个大流行年的秋季菌量依次为2.80,1.89,6.17,1.90和16.86(每667 m²病叶数),显著高于非流行年份平均值0.74(每667 m²病叶数)。感病品种面积比例(X_{15})对 R^2 的贡献为0.083 9,同样,5个大流行年份对应的感病品种面积比例依次为40%,70%,80%,80%和30%,均高于非流行年份的平均值17%。4月份降雨量(X_{12})和4月份平均温度(X_6)对 R^2 的贡献依次为0.035 3和0.026 8,这与小麦条锈菌的喜低温特性相符,历史资料证明,凡4月份降雨量偏多,4月份平均温度偏低的年份小麦条锈病均发病重。

表1 变量进入最优子集的顺序及检验结果

变量	变量进入顺序	对 R^2 的贡献	总 R^2 的变化	$C(p)$ 值	F 值	概率值
X_2	1	0.486 8	0.486 8	48.421 3	20.889 3	0.000 2
X_1	2	0.258 7	0.745 6	15.923 2	21.355 9	0.000 1
X_{15}	3	0.083 9	0.829 5	6.735 5	9.841 6	0.005 2
X_{12}	4	0.035 3	0.864 8	4.028 5	4.960 7	0.038 2
X_6	5	0.026 8	0.891 6	2.457 2	4.446 4	0.049 2

2.2 预测模型的建立与检验

以春季菌量(X_2)、秋季菌量(X_1)、感病品种面积比例(X_{15})、4月份降雨量(X_{12})和4月份平均温度(X_6)为自变量,以小麦条锈病流行程度(Y)为因变量,用前20年的资料进行回归,建立预测模型,方程参数拟合结果见表2,方程的方差分析结果见表3。得到的多元线性方程为:

$$Y = -4.699\ 158 + 0.199\ 445X_1 + 0.052\ 963X_2 + 0.314\ 299X_6 + 0.014\ 257X_{12} + 0.008\ 677X_{15}$$

$$R^2 = 0.891\ 6, X_1 \in [0, 16.86], X_2 \in [0, 72], X_6 \in [12.09, 17.17],$$

$$X_{12} \in [12.20, 127.60], X_{15} \in [4, 80]$$

表 2 汉中地区小麦条锈病预测方程参数估计

变量	参数估计	标准误差	T 值	概率值
INTERCEP	-4.699 158	2.656 366	-1.769	0.096 7
X ₁	0.199 445	0.031 574	6.317	0.000 1
X ₂	0.052 963	0.010 458	5.065	0.000 2
X ₆	0.314 299	0.164 674	1.909	0.077 0
X ₁₂	0.014 257	0.004 723	3.019	0.009 2
X ₁₅	0.008 677	0.005 798	1.496	0.156 7

表 3 汉中地区小麦条锈病预测方程的方差分析表

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	概率值
Model	5	38.223 11	7.644 62	28.337	0.000 1
Error	14	3.776 89	0.269 78		
Total	19	42.000 00			

建立多元线性回归方程的决定系数是 0.891 6, 检验概率是 0.000 1。对 1974~1993 年的回测结果及其与实测值的残差如表 4 所示, 残差之和为 $-1.587 62 \times 10^{-14}$, 残差平方和为 3.776 9, 预测残差平方和为 7.902 2, 回测值的历史符合率为 85%。

表 4 汉中地区小麦条锈病预测方程的回测值及残差

年份	实测值	回测值	标准误差	回测值的 95%下限值	回测值的 95%上限值	残 差
1974	1.000 0	1.453 3	0.289	0.178 5	2.728 1	0.453 3
1975	4.000 0	2.911 4	0.177	1.734 2	4.088 7	1.088 6
1976	1.000 0	1.387 1	0.318	0.081 1	2.693 1	-0.387 1
1977	4.000 0	3.483 0	0.351	2.138 2	4.827 7	0.517 0
1978	1.000 0	1.273 3	0.360	-0.082 3	2.628 9	-0.273 3
1979	4.000 0	4.244 7	0.284	2.975 1	5.514 3	-0.244 7
1980	5.000 0	5.112 4	0.445	3.646 1	6.578 8	-0.112 4
1981	5.000 0	4.931 5	0.465	3.435 9	6.427 2	0.068 5
1982	2.000 0	1.443 7	0.168	0.272 9	2.614 5	0.556 3
1983	2.000 0	2.321 2	0.261	1.074 8	3.567 6	-0.321 2
1984	1.000 0	0.717 4	0.211	-0.485 4	1.920 2	0.282 6
1985	1.000 0	1.208 4	0.156	0.045 3	2.371 6	-0.208 4
1986	1.000 0	1.013 7	0.173	-0.160 5	2.188 0	-0.013 7
1987	1.000 0	1.034 8	0.208	-0.165 0	2.234 6	-0.034 8
1988	1.000 0	0.514 5	0.222	-0.697 0	1.726 0	0.485 5
1989	1.000 0	1.895 4	0.340	0.563 7	3.227 1	-0.895 4
1990	1.000 0	0.918 5	0.199	-0.274 2	2.111 2	0.081 5
1991	2.000 0	2.365 0	0.264	1.115 3	3.614 8	-0.365 0
1992	1.000 0	1.080 5	0.300	-0.206 1	2.367 2	-0.080 5
1993	1.000 0	0.689 9	0.228	-0.526 9	1.906 8	0.310 1

用已建立的多元线性回归方程对汉中地区 1994~1997 年小麦条锈病的流行程度进行预测, 结果依次为 0.768 8, 0.507 6, 3.112 1, 1.339 3, 预测的准确率为 75%, 预测结果符合率较高, 有一定的实用价值。

3 讨 论

对汉中地区小麦条锈病 24 年历史资料的分析表明,春季菌量、秋季菌量、感病品种面积比例、4 月份降雨量和 4 月份平均温度是影响汉中地区小麦条锈病流行程度的主要因子,为汉中地区小麦条锈病的预测预报提供了理论依据。建立的预测模型预测效果较好,但该模型仅从菌源、气象因素及感病品种面积比例等方面进行了初步探讨,其他如小麦品种的抗病性和病原菌的致病性等因素在预测中的作用,有待于今后进行深入地研究,建立的预测模型还需要进行多年多点验证。

[参考文献]

- [1] 陕甘川小麦条锈病越夏考察组. 陕、甘、川三省毗邻地区小麦条锈病越夏考察纪要[J]. 植物保护, 1981, 7(1): 6~8.
- [2] 杨治华, 李少春, 吴志清. 汉中地区小麦条锈病菌越夏菌源研究[J]. 植物保护, 1985, 11(3): 2~4.
- [3] 常雨龙. 汉中地区小麦条锈病的调查报告[J]. 陕西农业科学, 1982, (2): 19~21.
- [4] 谢水仙, 陈汉吾. 汉中地区小麦条锈病发生动态研究[J]. 植保技术与推广, 1997, 17(1): 6~9.

Studies on the prediction of wheat stripe rust epidemics in Hanzhong District of Shaanxi Province

HU Xiao-ping¹, YANG Zhi-wei¹, LI Zhen-qi¹, DENG Zhi-yong², KE Chang-hua¹

(¹ Department of Plant Protection, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

(² Hanzhong Agrotechnology Extension Centre, Hanzhong, Shaanxi 723000, China)

Abstract: Factors of wheat stripe rust epidemics were studied on the basis of analyzing the data of disease, pathogen, varieties and meteorology via stepwise regression. The results showed that key factors affecting the epidemics of wheat stripe rust were the density of pathogens in spring, the density of pathogens in autumn, the ratio of susceptible varieties, precipitation in April and average daily temperature in April. Prediction model was set up through using selected factors with data of 1974—1993. Short time span prediction of 1994—1997 was carried out respectively, with statistical standard as the absolute value of residue below or equal to 0.5. It is indicated that predictive accurate ratio of the equation reached to 75 %.

Key words: wheat stripe rust (*Puccinia striiformis* West.); factors analysis; prediction; Hanzhong District