

淮北地区冬小麦白粉病 发生程度的预测方法

祁 宜

(安徽宿县行署气象局, 234000)

提 要

分析表明,冬小麦白粉病发生程度的轻重,取决于当地小麦孕穗期前后的光照、降水量、雨日数和日平均相对湿度等气候因素。利用多因子综合相关法,通过计算条件频率,得出淮北地区冬小麦白粉病发病程度的预报方程,其历史拟合率达 91.7%。

关键词: 白粉病发生程度 多因子综合相关法 条件频率

引 言

淮北地区地处北亚热带与暖温带的过渡地带,气候温和,是安徽省主要商品粮生产基地之一,冬小麦是该地主要粮食作物。近年来,由于气候变化异常,导致冬小麦白粉病的大发生,造成较大幅度减产,严重阻碍了淮北平原冬小麦的生产。仅宿县地区 1990 年损失就达 10 万多吨。因此,准确预测白粉病的发生程度并为防治提供服务依据,是淮北地区实现粮食生产再上新台阶的保证之一。

本文利用气候资料,采用多因子综合相关法,建立了淮北地区冬小麦白粉病发生程度的预报模型。代入实时气象资料,即可预报当年该地冬小麦白粉病的发生程度,做到轻发轻防,重发重防,以减少损失。

1 冬小麦白粉病的发生规律及预报方法

1.1 冬小麦白粉病的发生规律

冬小麦白粉病是一种由真菌引起的病害,病菌对温湿度的适应能力很强,在气温为 5—25℃ 之间活动,最适宜的相对湿度为

100%。统计近几年来淮北地区冬小麦白粉病的发生情况,发病一般在 3、4 月份始见,5 月份达到发病盛期,发生程度在中等以上者占 2/3。春季麦苗返青后,菌丝体陆续生出分生孢子梗,并不断产生分生孢子,随气流的传播而扩大蔓延,危害植株,在小麦孕穗期进入高峰,之后逐渐形成闭囊壳。若天气干燥,病菌以囊壳越夏,当天气潮湿时,闭囊壳吸足水分,破壁释放出子囊孢子,侵染自生麦苗,自生麦苗上主生的分生孢子梗越夏后,再侵染秋季麦苗;当冬季降温时,菌丝体主要吸附在植株叶片上越冬,待第二年春季温湿度适宜时,侵染返青后的麦苗。

冬小麦白粉病病菌越夏时,若最热旬平均气温在 23.5℃ 以下,病菌则以分生孢子越夏,直接危害秋季麦苗。统计淮北地区各地最热旬平均气温,均在 27.0℃ 以上,因此,可认为淮北地区冬小麦白粉病不以分生孢子越夏,秋季不会大面积发生。

1.2 多因子综合相关法

多因子综合相关法就是对预报量在各种因素作用下出现的频率作出评估,看它在一定水平上预报量出现某种等级的频率,然后将各种可能的频率综合起来,从各种因素不同等级水平的变化,推论预报量等级的频率。在作预报时,应遵循以下两个原则:(1)按最高频率选定;(2)与历史平均频率相比较,当计算的某级频率比历史平均频率大时,可预报该级,否则预报该级与历史最高级的两种可能。

2 资料的选择与分级

通过小麦白粉病发生程度与气象条件的相关分析,并结合观察和调查情况,得出影响小麦白粉病发生的主要因素:3月下旬至4月下旬总雨日数 X_1 ;4月中旬至4月下旬总降水量 X_2 ;3月下旬至4月上旬总日照时数 X_3 ;4月份日平均相对湿度 X_4 。相关分析使用的资料为1981—1992年。

为了简便运算,所有的资料均采用分级处理(表1)。冬小麦白粉病发生程度(即预报

表1 资料的分级及气候因子分级标准

年代	X_1	X_2	X_3	X_4	Y	分级标准				
						级别	X_1	X_2	X_3	X_4
1981	5	2	4	3	4	1	5.0	0.1	151.0	56.0
1982	1	1	2	2	1		6.8	11.9	137.1	59.6
1983	3	2	2	3	4		6.9	12.0	137.0	59.7
1984	2	1	3	4	2	2	8.6	22.9	123.3	63.2
1985	3	5	3	3	4		8.7	23.0	123.2	63.3
1986	3	2	3	3	1	3	10.4	33.9	109.4	66.8
1987	4	1	5	5	3		10.5	34.0	109.3	66.9
1988	1	1	3	1	1	4	12.2	44.9	95.6	70.4
1989	3	4	1	4	4		12.3	45.0	95.5	70.5
1990	5	3	4	5	5	5	14.0	51.9	81.7	74.0
1991	4	2	4	5	4					
1992	3	1	5	2	3					

量Y)按全国病虫测报分级标准分级,共分为5级,1级轻发,2级中等偏轻,3级中等发病程度,4级中等偏重,5级重发。气候因子则按5级等分法分级。

3 单因素相关分析

根据分级资料,逐一列出预报量Y与自变量 X_1, X_2, X_3, X_4 的单因素列联表,其基本格式如表2。

表2 单因素列联计算格式表

因子	级别	各级Y出现的次数					
		1	2	3	...	L	N_k
X_i	1	N'_{11}	N'_{12}	N'_{13}	...	N'_{1L}	N'_i
	2	N'_{21}	N'_{22}	N'_{23}	...	N'_{2L}	N'_i
	3	N'_{31}	N'_{32}	N'_{33}	...	N'_{3L}	N'_i
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	k	N'_{k1}	N'_{k2}	N'_{k3}	...	N'_{kL}	N'_k
$N \cdot L$	$N^{\cdot 1}$	$N^{\cdot 2}$	$N^{\cdot 3}$...	$N^{\cdot L}$	N^i	

注: N 为出现次数; i 为 X 因子的序号, $i=1$ 时为 X_1 ;L为Y的级别数; k 为 X_i 的级别数; $k \cdot$ 表示 k 固定,L积加; $\cdot L$ 表示L固定, k 积加。

利用表2的格式,将本文所选4个因子的原始资料分级数码制成单因素列联表,见表3(其中 X_2, X_3, X_4 略)。根据单因素列联表,利用式(1)制成单因素相关计算表,见表4(X_2, X_3, X_4 略)。

表3 单因素列联表

X_i 级别	各级Y的出现次数					N_k
	1	2	3	4	5	
X_1	1	2	0	0	0	2
	2	0	1	0	0	1
	3	1	0	1	3	5
	4	0	0	1	1	2
	5	0	0	0	1	1
$N \cdot L$	3	1	2	5	1	12

表4 单因素相关计算表

X _i 级别	Y 出现各级的 P _{L/k}					
	1	2	3	4	5	
1	1	0	0	0	0	
2	0	1	0	0	0	
X ₁	3	0.2	0	0.2	0.6	0
	4	0	0	0.5	0.5	0
	5	0	0	0	0.5	0.5

$$P_{L/k}^i = N_{Lk}^i / N_i \quad (1)$$

其中 P_{L/k}ⁱ 表明在固定的条件下 X 因子固定 i 为定值, 与 X_i 的级别数固定 L 为定值, 预报量 Y 出现级别的次数占总数的频率。

4 预报模型

本文采用的预报方程为:

$$\hat{P}_L = b_{L1} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=2}^s D_{Lk}^i X_{ik} \quad (2)$$

其中 L=1, 2, 3, 4, 5。在本文应用中取 m=4, s=5。

4.1 预报方程系数的求算

采用公式: $b_{L1} = \frac{1}{m} (\sum_{i=1}^m P_{L/1}^i)$ (3)

计算 b_{L1}。其中 L=1, 2, 3, 4, 5。

采用公式: $b_{Lk} = \frac{1}{m} (P_{L/k}^i - P_{L/1}^i)$ (4)

计算 b_{Lk}。

根据公式(3)和公式(4)计算得的 b_{L1}、b_{Lk} 值列入表 5, 即为预报方程测报表。

b_{L1} 的意义是 4 个因素 (X_i) 中所有出现 1 级的平均频率。b₁₁ 是当 X₁ 为 1 级时, 预报量 Y 也出现 1 级的平均频率, b₂₁、b₃₁、b₄₁、b₅₁ 则是当 X₁ 为 1 级时, Y 出现 2 级、3 级、4 级、5 级的平均频率。

公式(4)计算得的 80 个 b_{Lk} 的值, 它们的意义是 X_i 为 2 级、3 级、4 级、5 级与预报量 Y

出现 1 级的频率的比较值, 凡大于同类者为正值, 凡小于同类者为负值, 等于同类者为零。

表5 预报方程测报表

X _i	X _{ik}	\hat{P}_1	\hat{P}_2	\hat{P}_3	\hat{P}_4	\hat{P}_5
X ₁	X ₁₂	-0.25	0.25	0	0	0
	X ₁₃	0.20	0	0.05	0.15	0
	X ₁₄	-0.25	0	0.125	0.125	0
	X ₁₅	-0.25	0	0	0.125	0.125
X ₂	X ₂₂	-0.0375	-0.06	-0.1	0.1875	0
	X ₂₃	-0.1	-0.05	-0.1	0	0.25
	X ₂₄	-0.1	-0.05	-0.1	0.25	0
	X ₂₅	-0.1	-0.05	-0.1	0.25	0
X ₃	X ₃₂	0.125	0	0	-0.125	0
	X ₃₃	0.125	0.0625	0	-0.1875	0
	X ₃₄	0	0	0	-0.0833	0.0833
	X ₃₅	0	0	0.25	-0.25	0
X ₄	X ₄₂	-0.125	0	0.125	0	0
	X ₄₃	-0.1875	0	0	0.1875	0
	X ₄₄	-0.25	0.125	0	0.125	0
	X ₄₅	-0.25	0	0.0833	0.0833	0.0833
	b _{L1}	0.6	0.05	0.1	0.25	0

4.2 预报方程的建立

利用表 5 中 b_{L1} 和 b_{Lk} 的值, 代入预报方程式(2), 即可得出预报方程, 即求得预报量 Y 出现各级频率的值, 根据多因子综合相关法的两个原则, 确定预报量 Y 的级别。因此, 利用表 5, 将当年有关气象要素值代入, 就可以预报淮北地区冬小麦白粉病的发生程度。

4.3 应用示例

已知淮北地区 1987 年 3 月下旬至 4 月下旬总雨日 X₁ 为 11 天 (淮北地区各站平均值, 以下同), 4 月中旬至 4 月下旬总降水量 X₂ 为 8.4mm, 3 月下旬至 4 月上旬总日照时数 X₃ 为 81.7 小时, 4 月份日平均相对湿度

X_4 为 74%。按表 1 的分级标准 X_1 为 4 级, X_2 为 1 级, X_3 为 5 级, X_4 为 5 级, 查阅表 5 中 X_{14} 、 X_{21} 、 X_{35} 、 X_{45} 的对应值, 代入方程式 (2) 中得出 Y 出现各级的频率分别为: $\hat{P}_1 = 0.1$, $\hat{P}_2 = 0.05$, $\hat{P}_3 = 0.5583$, $\hat{P}_4 = 0.2083$, $\hat{P}_5 = 0.0833$ 。比较可知, $\hat{P}_3 = 0.5583$ 最大, 且大于 $\bar{P}_3 = 0.17$, 故可预报淮北地区 1987 年冬小麦白粉病的发生程度为 3 级, 属中等发生程度。

表 5 中虽然没有 X_{21} 的对应值, 但因为各因子的 1 级水平为比较的标准, 可认为是零, 不参加计算, 实际上凡遇 X_i 为 1 级时均按零处理。

5 验证与说明

5.1 历史资料的回代

将 1981—1992 年共 12 年的 4 个因素水平逐一代入预报方程, 计算 12 年的 \hat{P}_1 、 \hat{P}_2 、 \hat{P}_3 、 \hat{P}_4 、 \hat{P}_5 的值, 与实际资料比较, 12 年的历史拟合率为 91.7%, 误差为 8.3%, 随着历史资料序列的增长, 准确率还可提高。

5.2 预报方程的使用说明

5.2.1 检查计算结果是否正确, 应以 $\sum_{L=1}^5 \hat{P}_L = 1$ 或 $\sum_{L=1}^5 \hat{P}_L \approx 1$ 为标准, 如 1992 年, $\hat{P}_1 + \hat{P}_2 + \hat{P}_3 + \hat{P}_4 + \hat{P}_5 = 1$, 其余各年均符合这个规律, 否则计算不正确, 应检查重算。

5.2.2 本文在选取预报因子时, 没有考虑春季温度, 因为春季温度只影响发病的迟早、潜育期长短和病情发展速度及病情终止日期, 并不影响发生程度, 故未选取。

5.2.3 利用模型作预报时, 为了提前作出预报, 必须提前作出所选因子的预报, 如 4 月份日平均相对湿度, 3 月下旬至 4 月下旬雨日数, 3 月下旬至 4 月上旬日照时数和 4 月中、下旬降水量等。因此, 模型的效果一定程度上依据中、长期天气预报的准确率, 随着预报手段的改善和预报准确率的提高, 其效益和前景是很明显的。

参考文献(略)

Forecasting of Powdery mildew of Winter Wheat in the Huaibei Area

Qi Huan

(Suxian Meteorological Bureau, Anhui Province 234000)

Abstract

Analysis shows the seriousness of the powdery mildew of winter wheat in the Huaibei area, Anhui Province, depends on some climatic factors, such as sunshine-hour, precipitation, rainy day, and daily mean relative humidity, etc. . A equation for forecasting how serious powdery mildew of winter wheat is obtained with multiple correlation analysis and its historical fitting probability is 91.7%.

Key Words: powdery mildew multiple correlation analysis condional probability