

# 小麦赤霉病产量损失预测方法研究

宋迎波 陈 晖 王建林

(国家气象中心, 北京 100081)

**提 要:** 赤霉病是影响小麦产量的主要病害之一, 开展小麦赤霉病产量损失预报对农业生产和国家粮食安全都具有重要意义。利用全国小麦赤霉病产量损失资料、旬平均气温、旬降水量、旬日照时数、旬阴雨日数等资料, 根据动态综合聚类指标, 建立了赤霉病对小麦产量造成损失的动态预测方法。预测结果表明, 10年增减符号预测正确率达90%, 产量损失预测平均准确率达75.5%。

**关键词:** 气象要素 小麦赤霉病 产量损失 综合聚类分析

## Study on Forecast Yield Loss of Wheat Scab

Song Yingbo Chen Hui Wang Jianlin

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

**Abstract:** The wheat scab is one of the most serious disasters affecting wheat yield. It is important to forecast the yield loss of wheat scab for the agricultural production and the national foodstuff security. The method was developed dynamically to forecast yield loss of wheat scab by using the data of yield loss of wheat scab and ten-days average temperature, ten-days precipitation, ten-days sunshine, ten-days precipitation days and the index of composite cluster analysis. The results show that the accuracy of tendency forecast is 90%, and the average accuracy of quantitative forecast is 75.5% for 10 years. This method is simple operation with high accuracy and good prospects.

**Key Words:** meteorological factor wheat scab yield loss composite cluster analysis

## 引言

小麦是我国主要的粮食作物之一，在其生长发育过程中，会发生多种病虫害危害，其中赤霉病是影响小麦产量、品质的重要病害之一。赤霉病的发生、发展通常与温度、湿度、降水等气象因子密切相关，因此，赤霉病是一种典型的气象病害<sup>[1]</sup>。

小麦赤霉病是温暖多雨和气候湿润地区小麦的重要病害，分布地带很广。在赤霉病大流行年，小麦的病穗率可达50%~100%，减产10%~40%，中度流行年的病穗率在30%~50%，减产5%~15%<sup>[2]</sup>。图1给出了1961—2001年因赤霉病导致的全国小麦总产量的损失情况，从图中可以看出，在1961—2001年的41年间，有20年全国小麦总产量的年损失在 $10 \times 10^4$ 吨以下，有18年总产量的年损失为 $10 \times 10^4 \sim 60 \times 10^4$ 吨，1985年、1989年和1998年总产量的年损失达 $80 \times 10^4 \sim 165 \times 10^4$ 吨。由此可见，赤霉病对全国小麦产量的影响是相当严重的。

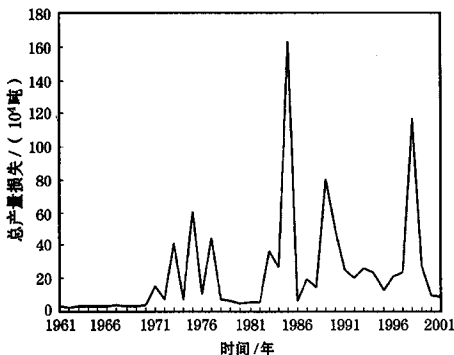


图1 1961—2001年全国小麦赤霉病总产量损失

另外，由于近几年小麦品种的调整，易感病品种小麦的种植面积逐年扩大，因此，

加强小麦赤霉病危害方面的研究与服务就显得特别重要。有关小麦赤霉病方面的研究已开展较多<sup>[3-8]</sup>，但这些研究多侧重于赤霉病发生气象条件、发生程度和流行趋势预报，而对由于赤霉病的发生所造成的小麦产量损失涉及较少。鉴于此，从指导农业生产的实际出发，拟研究一种能够用于业务服务的小麦赤霉病产量损失动态预测方法。

## 1 资料与处理

### 1.1 资料

文中所用全国小麦赤霉病产量损失( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )和发生面积( $\text{khm}^2$ )资料来自农业部全国农业技术推广服务中心测报处。将1997—2001年5年各省(市、区)小麦赤霉病平均发生面积占全国平均总发生面积百分率在3%以上的省份确定为小麦赤霉病主要发生区域，具体为江苏、四川、河南、湖北、山东、陕西、安徽、浙江8省(见图2)。以各主要省赤霉病发生面积百分率为权重，结合资料的完整性状况，在不同省份选取一定数量的代表站(见表1)。文中所用气象资料为各代表站1961—2001年逐旬平均气温( $^{\circ}\text{C}$ )、降水量(mm)、日照时数(小时)和阴雨日数(天)。

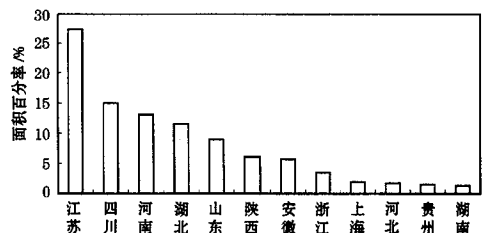


图2 不同省(市)小麦赤霉病发生面积占全国总发生面积的百分率

表 1 赤霉病主要发生地区代表站

省份	代表站					
江苏	赣榆	盱眙	南京	东台	南通	常州
四川	重庆	万县	酉阳	—	—	—
河南	许昌	南阳	西华	—	—	—
湖北	荆州	天门	武昌	—	—	—
山东	青岛	莒县	—	—	—	—
陕西	商州	安康	—	—	—	—
安徽	滁县	六安	—	—	—	—
浙江	杭州	—	—	—	—	—

## 1.2 资料处理

气象要素值采用式 (1) 处理:

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} / n \quad (1)$$

式 (1) 中  $X_i$  为 1961—2001 年某个气象要素 (平均气温、降水量、日照时数、雨日)  $n$  个代表站的平均值;  $X_{ij}$  为第  $j$  个代表站的某一种气象要素值;  $i$  为年代;  $j$  为代表站序号;  $n$  为代表站个数, 文中  $n=22$ 。

小麦赤霉病产量损失采用式 (2) 处理:

$$\Delta Y_i = \frac{Y_i - \bar{Y}}{\bar{Y}} \times 100\% \quad (2)$$

式 (2) 中  $Y_i$  为 1961—2001 中某一年小麦赤霉病的产量损失 ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ), 即单位面积小麦因发生赤霉病而造成的实际产量损失;  $\bar{Y}$  为 1971—2000 年 30 年小麦赤霉病的平均产量损失 ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ );  $\Delta Y_i$  为某一年与 30 年平均小麦赤霉病产量损失的增减百分率。

## 2 基本方法

根据相似分析原理, 利用式 (3)、式 (4)、式 (5) 建立综合聚类指标, 运用综合聚类指标找出历史上与预测年气象条件相似的年型, 依据相似年赤霉病的发生情况, 来预测当年赤霉病造成的小麦产量损失<sup>[9,10]</sup>。

相似距离

$$d_{ik} = \sqrt{\sum (X_{ij} - X_{kj})^2} \quad (3)$$

相关系数

$$r_{ik} = \frac{\sum (X_{ij} - \bar{X}_i)(X_{kj} - \bar{X}_k)}{\sqrt{\sum (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 \sum (X_{kj} - \bar{X}_k)^2}} \quad (4)$$

综合聚类指标

$$C_{ik} = \frac{r_{ik}}{d_{ik}} \times 100\% \quad (5)$$

式 (3) ~ (5) 中  $X_{kj}$  为预报年小麦播种至发布预报时全国平均的旬平均气温、旬降水量、旬日照时数和旬阴雨日数气象要素序列,  $X_{ij}$  为历史上任意一年同一时段同类气象要素的全国平均序列,  $k$  为预报年,  $i$  为 1961—2001 年中的任意一年,  $j$  为播种旬到预报当旬的序列号。  $C_{ik}$  为综合聚类指标,  $C_{ik}$  越大, 则预报年与历史某一年的相似程度越高。虽然气象条件相似的年份小麦赤霉病产量损失有一定的相似性, 但不一定完全一致; 因此, 在每次预测时, 分别从气温、降水、日照、雨日 4 个要素中依次选取 3 个最为相似的年型 (可选取 12 个相似年型), 综合分析 12 个相似年小麦赤霉病产量损失的增减百分率, 利用式 (6) 确定预报年小麦赤霉病产量损失的增减百分率。

$$\Delta Y_k = \begin{cases} \frac{\sum \Delta Y_{i(+)} }{l} & (l > m) \\ \frac{\sum \Delta Y_{i(-)} }{m} & (l < m) \end{cases} \quad (6)$$

式 (6) 中  $\Delta Y_k$  为小麦赤霉病产量损失的增减百分率预报值,  $\sum \Delta Y_{i(+)}$  为 12 个相似年中赤霉病产量损失的增减百分率为正的各个值的累加,  $\sum \Delta Y_{i(-)}$  为 12 个相似年中赤霉病产量损失的增减百分率为负的各个值的累加,  $l$  为 12 个相似年中赤霉病产量损失的增减百分率为正值的个数,  $m$  为 12 个相似年中赤霉病产量损失的增减百分率为负

值的个数。

旬，分别对1992—2001年共10年全国小麦赤霉病产量损失的增减百分率进行了动态预测，结果见表2。

### 3 结果分析

利用上述方法，于3月上旬到5月上

表2 小麦赤霉病产量损失的增减百分率动态预测结果(%)

年代	实际	增减百分率预测							最终增减符号 预测正确与否
		3月上旬	3月中旬	3月下旬	4月上旬	4月中旬	4月下旬	5月上旬	
1992	-39.5	-47.7	-48.6	-49.6	-49.6	-48.3	-48.4	-52.4	是
1993	-24.9	-55.6	-56.0	-53.6	-53.6	-53.6	-53.5	-53.5	是
1994	-18.5	-48.1	-47.2	-50.5	-54.1	-51.8	-51.8	-50.1	是
1995	-44.8	-51.5	-52.8	-51.6	-51.6	-53.6	-54.9	-55.9	是
1996	-17.9	-46.4	-38.6	-38.1	-37.6	-40.8	-37.6	-39.8	是
1997	-33.2	-48.8	-49.9	-46.4	-49.6	-54.1	-48.8	-46.2	是
1998	46.5	-41.5	-41.5	-39.1	-39.1	-48.0	-43.4	-43.3	否
1999	-38.9	-42.0	-42.6	-40.0	-36.8	-48.0	-45.1	-45.6	是
2000	-43.2	-30.8	-30.8	-34.8	-38.3	-42.9	-39.3	-41.8	是
2001	-49.7	-47.8	-47.6	-53.5	-53.5	-56.9	-56.9	-53.5	是
平均增减 正确率(%)		90	90	90	90	90	90	90	

从表2可以看出，1992—2001年小麦赤霉病产量损失增减百分率动态预测中最终增减符号预测结果除1998年为错误外，其余9年从3月上旬至5月上旬的预测均为正确；不同时期的10年平均增减正确率均为90%，完全能够满足业务服务的需要。

根据增减百分率预测结果，利用式(7)

$$Y_i = \frac{\Delta Y_i \times \bar{Y}}{100} + \bar{Y} \quad (7)$$

对小麦赤霉病产量损失进行了动态预测，结果见表3。

表3 小麦赤霉病产量损失动态预测结果(kg·hm<sup>-2</sup>)

年代	实际	3月上旬		4月上旬		5月上旬		平均准确率/%
		预测	准确率/%	预测	准确率/%	预测	准确率/%	
1992	57.3	49.6	86.3	47.8	83.2	46.4	80.7	83.4
1993	71.2	42.1	59.0	44.0	61.7	48.0	67.3	62.7
1994	77.2	49.2	63.8	43.5	56.4	45.6	59.1	59.8
1995	52.3	46.0	88.1	45.9	87.9	42.8	82.0	86.0
1996	77.9	50.8	65.4	59.2	76.1	52.2	67.2	69.6
1997	63.3	48.5	76.6	47.8	75.4	54.3	85.7	79.3
1998	138.9	55.5	39.9	57.7	41.6	50.1	36.0	39.2
1999	57.9	55.0	94.9	59.9	96.5	52.2	90.2	93.9
2000	53.8	65.6	78.6	58.5	91.7	57.4	93.8	88.0
2001	47.7	49.5	96.6	44.1	92.1	43.1	90.1	92.9
平均准确率/%			74.9		76.3		75.2	75.5

从表 3 可以看出, 1992—2001 年小麦赤霉病产量损失预测的准确率除 1998、1994 年偏低外, 其它 8 年达到了 62.7%~93.9%; 3 月上旬、4 月上旬和 5 月上旬 10 年平均预测准确率分别为 74.9%、76.3% 和 75.2%, 总平均准确率为 75.5%, 一定程度上可以满足小麦赤霉病产量损失业务预报的要求。

#### 4 结 语

利用旬平均气温、旬降水量、旬日照时数、旬阴雨日数等气象资料, 根据动态综合聚类指标, 开展赤霉病造成的小麦产量损失动态预测, 平均准确率为 75%, 而且方法简单、便于业务应用。但小麦赤霉病的发生除与气象条件有着密不可分的关系外, 还与越冬菌量、小麦栽培管理、品种抗性等有关, 仅用气象条件来预测赤霉病对小麦产量造成的损失存在一定的局限性, 会在一定程度上影响预测的准确性。因此, 在具体业务服务工作中还应综合考虑各方面的因素, 不能仅考虑气象条件。

#### 参考文献

- 1 喻璋, 郭天财, 陈志申等编著. 小麦赤霉病及其防治 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1987: 31-39.
- 2 陆维忠, 程顺和, 王裕中主编. 小麦赤霉病研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2001: 14-23.
- 3 汤志成, 居为民. 江苏小麦赤霉病预报的气象模式 [J]. 植物保护学报, 1990, 17 (1): 73-78.
- 4 韩长安, 邹光中, 王志平. 小麦赤霉病发生和危害程度的模式 [J]. 上海农业学报, 1994, 10 (2): 67-70.
- 5 霍治国, 姚彩文, 姜瑞中等. 我国小麦赤霉病最大熵谱预报模式研究 [J]. 植物病理学报, 1996, 26 (2): 117-122.
- 6 曹祥康, 陈爱光, 田平阳. 福建省小麦赤霉病气候预报初探 [J]. 中国农业气象, 1994, 15 (3): 33-35.
- 7 居为民, 高苹, 金龙等. 模型参数对赤霉病人工神经网络预报模型精度的影响 [J]. 气象, 2000, 26 (12): 12-15.
- 8 贾金明. 黄河中下游小麦赤霉病气象指数的建立与应用 [J]. 气象, 2002, 28 (3): 50-53.
- 9 王建林, 宋迎波. 棉花产量动态预测方法研究 [J]. 中国棉花, 2002, 29 (9): 5-7.
- 10 王建林, 太华杰. 棉花年景评价方法 [J]. 气象, 1997, 23 (4): 24-27.