

# 黄河中下游小麦赤霉病气象指数的建立与应用

贾金明

(河南省濮阳市气象局,457000)

## 提 要

按照小麦赤霉菌的活动规律,把小麦赤霉菌活动周期划分为三个时段,即菌丝体形成期、越冬休止期和侵染流行期。分时段选取有植病流行病学意义的气象因子,组成小麦赤霉病气象指数,建立小麦赤霉病气象条件的分析、评价与预报指标,经应用,取得较好的效果。

**关键词:** 灌溉麦区 小麦赤霉病 气象指数 应用

## 引 言

以前小麦赤霉病主要分布在 $32^{\circ}\text{N}$ 以南的湿润、半湿润地区,近些年来,黄河中下游麦区灌溉面积迅速扩大,产量水平不断提高,亩产已由80年代初的100kg左右,提高到400kg以上,田间郁蔽情况加重,加之同期气候也在变暖,灌区小气候明显暖湿化,与小麦赤霉病所需的暖湿条件趋于吻合。来自植保部门的资料<sup>[1]</sup>显示,洛阳、焦作、新乡、濮阳等市的冬麦灌溉区赤霉病时有发生。1985年、1990年和1998年发病较重,特别是1985年,濮阳市小麦发病面积占收获面积的76%,造成小麦严重减产。事实上,该区已成为河南省小麦赤霉病向北蔓延的临界区。临界区的气候对小麦赤霉病反映较为敏感。本文通过该区的小麦赤霉病气象条件分析,找出敏感因子,对小麦赤霉病气象指标与分析评价及预报方法作一些探讨。

### 1 阶段划分

据研究与观察,秋季当日平均气温降到 $12^{\circ}\text{C}$ 左右时,小麦赤霉菌便以菌丝体的形式潜入到作物残体和杂草上,逐渐进入越冬休止期,冬季赤霉菌活动完全停止。春季当日

平均气温回升到 $10^{\circ}\text{C}$ 以上时,赤霉菌便形成子囊壳和孢子,并以孢子的形式进行初次侵染,引起麦穗发病。

根据小麦赤霉菌的活动规律,作者将小麦赤霉菌的活动周期划分为三个阶段。第一个阶段为10月下旬至11月下旬,称作秋末菌原体形成期,此期的气象条件影响着进入越冬期菌源量的多少;12月至第二年3月为第二阶段,称作赤霉菌越冬休止期,此期的气象条件影响着赤霉菌的越冬存活率;第三阶段为4月至5月中旬,赤霉菌子囊壳逐渐发育成熟,4月下旬至5月中旬正是黄河中下游地区小麦的抽穗开花期,是小麦赤霉病侵染的关键期,此期的气象条件直接影响着小麦赤霉病的发病与流行程度。

## 2 小麦赤霉病气象指数的建立

### 2.1 气象因子的选取

赤霉病资料来自濮阳市植保部门,气象资料来自濮阳市气象局。

根据大田作物残体带菌率和小麦病穗率调查资料与气象资料的相关分析,并参照小麦赤霉病流行年份的气象条件分析,作者在菌原体形成期、越冬休止期、春季侵染期三个

阶段中,共选取 12 个有植物病害流行病学<sup>[2]</sup>意义并与作物残体带菌率、小麦病穗率显著相关的气象因子,经规格化处理后,组建成小麦赤霉病气象指数。各阶段所选因子为:

秋末菌丝体形成期:10月中旬至11月上旬日平均温度 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ 的天数;11月降水日数、平均最低气温、日照时数。

越冬休止期:12月至3月雨量、降水日数、平均相对湿度、日照时数。

春季侵染期:4月26日至5月15日的日平均气温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度 $\geq 75\%$ 天数、降雨量、平均相对湿度、日照时数。

## 2.2 因子处理

黄河中下游冬麦区,小麦整个生育期都处在干旱与半干旱的气候背景下,雨湿条件欠佳,一般年份不利于小麦赤霉病的发生与流行,只有小麦赤霉病发病与流行的主导气象因子接近历史极大值(日照为极小值)时,才会出现适宜发病与流行的气象条件。因此,对上文中所列 12 个因子分别进行规格化处理。其中温度、湿度、降水、雨日一类因子对小麦赤霉病为正贡献,用式(1)进行计算:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \quad (1)$$

日照时数一类因子对小麦赤霉病为负贡献,则用式(2)进行计算:

$$Y_{ij} = 1 - \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \quad (2)$$

式中:  $Y_{ij}$  为规格化因子,  $X_{ij}$  为气象因子,  $X_{j\max}$  和  $X_{j\min}$  分别为  $X_{ij}$  的最大值和最小的值。

处理后的规格化因子理论最大值为 1, 最小值为 0, 因子间消除了量纲差异, 按前面划分的三个阶段, 分别用式(3)进行叠加:

$$R_{ik} = \sum_{j=1}^m Y_{ij} \quad (3)$$

$$(k = 1, 2, 3, m = 4, 12)$$

本文将  $R_{ik}$  定名为小麦赤霉病气象指数。其值大, 表示气象条件有利于小麦赤霉病的发生, 反之则不利于小麦赤霉病的发生。通过发病流行年份和不发病年份的气象指数分析, 可进一步制定出各阶段的小麦赤霉病气象指数指标, 并以此对小麦赤霉病气象条件作定量分析评价与预报。

## 2.3 气象指数的统计与分析

各阶段气象指数见表 1。

表 1 历年小麦赤霉病气象指数

年代	$R_{i1}$	$R_{i2}$	$R_{i3}$	$R_{i4}$	年代	$R_{i1}$	$R_{i2}$	$R_{i3}$	$R_{i4}$
1955	3.00	2.27	0.72	5.99	1978	1.59	1.32	0.78	3.69
1956	0.62	1.73	1.16	3.51	1979	1.72	1.90	1.67	5.29
1957	0.60	1.93	0.89	3.42	1980	1.29	1.84	1.26	4.32
1958	1.55	1.09	1.73	4.37	1981	1.55	0.65	0.28	2.48
1959	1.62	1.83	1.85	5.30	1982	1.22	1.48	1.80	4.50
1960	1.80	1.59	1.37	4.76	1983	2.39	0.67	2.55	5.61
1961	1.78	0.47	0.75	3.00	1984	1.22	0.62	2.02	3.86
1962	2.66	1.52	0.84	5.02	1985	2.71	2.72	2.96	8.39
1963	2.60	0.47	2.20	5.27	1986	1.46	1.06	1.24	3.76
1964	1.87	2.86	2.58	7.32	1987	1.16	2.18	1.36	4.70
1965	1.83	1.36	1.23	4.42	1988	1.54	0.96	1.50	4.00
1966	2.13	0.74	0.90	3.77	1989	0.89	2.35	2.14	5.38
1967	1.45	1.57	0.42	3.44	1990	2.12	3.52	2.28	7.92
1968	2.40	0.54	0.80	3.74	1991	2.33	1.81	1.05	5.19
1969	1.81	3.15	2.16	7.12	1992	1.06	1.78	2.01	4.85
1970	1.09	0.83	2.04	3.96	1993	1.13	2.14	3.04	6.31
1971	1.18	1.54	0.91	3.63	1994	2.67	1.18	1.65	5.50
1972	1.76	2.39	1.20	5.35	1995	2.64	1.72	1.58	5.94
1973	2.23	1.72	2.17	6.12	1996	1.19	1.11	1.75	4.05
1974	1.04	0.84	0.64	2.52	1997	2.61	1.44	2.64	6.69
1975	2.31	2.07	1.66	6.04	1998	2.51	2.09	3.64	8.24
1976	1.91	2.04	1.32	5.27	1999	2.11	1.40	1.40	4.91
1977	1.53	0.78	2.11	4.42	2000	1.55	1.67	1.54	4.76

注:  $R_{i4}$  为三阶段气象指数之和称总指数

1955~2000 年, 秋末菌丝体形成期气象指数的平均值为 1.77, 最大值为 3.0, 最小值 0.6。中度以上发病年份的气象指数为 2.12~2.71。由此确定秋末菌丝体形成期的适宜气象指数下限值为 2.0。即  $R_{i1} \geq 2.0$  时说明当年秋末的气象条件适宜于菌原体形

成,反之则不适宜菌原体的形成。用此指标评价历年秋末菌原体形成期的气象条件,46年中适宜年份有16年,占34.8%,其中前28年中有7年,占前28年的25%,近18年中有9年,占近18年的50%。

越冬休止期的气象指数46年(1955~2000年)平均值为1.59,最大值为3.52,最小值为0.47。中度以上发病年份的气象指数为2.09~3.52。若以 $R_{i_2} \geq 2.0$ 为赤霉菌越冬的适宜气象指数,则46年中 $R_{i_2} \geq 2.0$ 的年份有12年,占26.1%,前28年中有6年,占前28年的21.4%;近18年中有6年,占近18年的33.3%。

春季侵染期的气象指数46年平均值为1.59,最大值为3.64,最小值为0.28。中度以上发病年份的气象指数为2.28~3.64,若以 $R_{i_3} \geq 2.0$ 为春季侵染期的适宜气象指数,则46年中 $R_{i_3} \geq 2.0$ 的年份有16年,占34.8%;其中前28年中有6年,占21.4%;后18年中有10年,占55.6%。

以上秋、冬、春三个阶段的气象指数统计分析结果表明,黄河中下游麦区的气象条件,多数年份不适宜菌原体形成、越冬存活与春季侵染。但80年代以来,适宜年份有明显增多趋势,三个阶段的适宜年份分别比80年代前增加了25%、12%和34%。这一变化说明该区气象条件正在向着有利于赤霉病发生的方向变化。

#### 2.4 小麦赤霉病气象指标的建立

来自当地植保部门的小麦赤霉病观察记录有16年(1985~2000),其中1985年为重病年,1990和1998年为中度病年,其余年份为轻病年或未查到病穗年份。另据了解,1982年前,当地未发现过小麦赤霉病。

用历年的气象指数与小麦赤霉病发生情

况相对照,结果显示,中度以上发病年份各阶段的气象指数均大于2,总气象指数 $R_{i_4}$ (三阶段气象指数之和)在7.92~8.39之间。这一分析结果说明,该区中度以上小麦赤霉病的发生与流行,是年度内三个阶段的气象条件都适宜赤霉菌活动的结果。若秋、冬季气象条件不适宜,则不会有发病所需的菌源量,侵染期气象条件不适,则不会侵染发病。据此确定,中度以上小麦赤霉病发病流行的气象指标为:各时段气象指数均大于2.0,或总气象指数大于7.5,否则为轻病或无病年份。

将上述指标代入到1955~2000年的记录中检验,符合中度以上发病流行指标的年份只有1985年、1990年和1998年,其余年份为轻病或无病年份,这与实际情况完全相符。检验效果非常显著,此指标可用于赤霉病气象条件的分析、评价与预报。

### 3 应用与效果

#### 3.1 用气象指数作逐步消空

小麦赤霉病气象指标中规定,只有三阶段的气象指数均大于2.0时,才会有中度以上的小麦赤霉病发生。当秋末的气象指数小于2时,就可以在12月初作出来年春季不会有中度以上小麦赤霉病发生的预报。若秋末的气象指数大于2,冬季的气象指数小于2,则可以在4月初作出无中度以上小麦赤霉病发生的预报。

小麦赤霉病在黄河中下游麦区是小概率事件,通过秋冬两阶段逐步消空,可将80%以上的年份排除在发病范围之外,这样我们只对不足20%的年份作出预报就可以了<sup>[3,4]</sup>。

#### 3.2 小麦赤霉病气象指数预报

用逐步消空方法排除了秋末或冬季气象指数小于2的年份发生赤霉病的可能。当秋

末和冬季的气象指数均大于2时,能否发生赤霉病,还要看侵染期的气象指数预报,或总气象指数预报。

作者用两种方法对气象指数进行预报,一是利用短期气候预测产品,根据气象要素预报值,测算出气象指数值。二是利用数理统计方法,建立多元回归方程,直接预报出气象指数值,其形式为:

$$W = 2.2868 - 0.0207X_1 - 0.0055X_2 + 0.0784(X_3 - 1000) + 1.0081X_4$$

式中:  $W$  为总气象指数预报值,  $X_1$  为12月至2月的日照百分率,  $X_2$  为12月至2月的蒸发量,  $X_3$  为3月平均气压,  $X_4$  为一、二阶段气象指数之和。

经检验,  $R = 0.9049$ ,  $F = 46.35$ , 绝对误差为0.6252, 相对误差为12.6%。回归效果显著。

当然还可以用其他方法对气象指数进行预报,这里不再列举。

#### 4 结 语

(1)近十几年来,黄河中下游灌溉麦区的气候趋于暖湿性改变,利于小麦赤霉病发生的气象因素增加,这是一个值得注意的问题。

(2)受资料所限,本文只给出了发生中度以上小麦赤霉病的气象指数下限指标,将发病情况分为中度以上和中度以下两类。资料多时还可以细分。

(3)小麦赤霉病气象指数是多个有植病流行病学意义的气象要素的集合,它对菌源形成和侵染情况有较好的指示作用,因此可用作赤霉病气象条件的分析、评价与预报。

(4)黄河中下游麦区地理位置偏北,小麦赤霉病的发病与否,不仅与侵染期的气象条件有关,还受到病原体形成期气象条件的制约,这一点和长江中下游赤霉病常发区是不同的。其他麦区在建立小麦赤霉病气象指数时,还应结合当地的气候情况。

#### 参考文献

- 1 濮阳市植保植检站. 小麦赤霉病的发生危害及其防治. 濮阳农业局. 1986:3~13.
- 2 增士迈等. 植物病害流行病学. 北京:农业出版社,1986:87~92,183~197.
- 3 彭治班,吴宝俊,江剑民等. 提高小概率事件预报成功率的一条途径. 气象,2000,26(2):3~5.
- 4 孔燕燕,彭治班,赵秀英,吴宝俊,张纪淮. 寻找降雹预报指标集的一种方法:逐步消空法. 气象,2000,26(10):10~14.

## Development and Application of Wheat Scab Weather Index in Yellow River Basin

Jia Jinming

(Puyang Meteorological Office, Henan Province 457000)

#### Abstract

According on the law of the wheat scab activities, its life cycle is divided into three periods, they are hypha formation period, winter resting period, and spread period. Meteorological elements for each period are chosen as wheat scab weather indexes, which are used to analysis, evaluate and forecast the wheat scab weather conditions.

**Key Words:** irrigated wheat area wheat scab weather indexes application