

# 小麦赤霉病危害损失与防治指标研究

宋凤仙

张忠山

张匀华\*

(河南省农科院植保所, 郑州 450002)

(黑龙江八一农垦大学, 佳木斯 154007)

**摘 要** 小麦赤霉病是影响河南省小麦产量和质量的主要病害之一。一般年份病情指数每增加1%, 产量损失率约增加0.5%; 病穗率每增加1.3%, 病粒率约增加0.5%。根据防治小麦赤霉病的投入和产出情况, 制定出亩产300kg、350kg、400kg不同产量水平麦田的赤霉病防治指标, 即病情指数(%)分别为2.3~2.7、1.9~2.3、1.6~2.0; 病穗率(%)分别为11.7~12.3、11.2~11.7、10.9~11.4。在赤霉病严重发生年份, 防治指标可适当降低。

**关键词** 小麦赤霉病 危害损失 防治指标

近年来, 小麦赤霉病已上升为河南省小麦的主要病害。查明小麦赤霉病产量损失, 制定出合理的防治指标, 是小麦赤霉病综合防治的重要依据。小麦赤霉病危害损失研究以往多采用选择不同病级单株进行测产的方法, 而单株个体间差异较大, 且在同一田块内很难同时找出穗形大小一样的不同病级的单株, 不同田块的单株又由于肥力、密度和品种等因素的差别亦难于相互比较。因此, 我们于1987~1988年采用以小区为抽样单元统计病情和产量, 并进行相应的数理统计分析的方法, 对河南省小麦赤霉病产量损失进行了初步研究, 推导出病情与产量和质量之间相互关系的数学模型, 并从防治效益和品质两方面对其防治指标作了探讨。现将研究结果报道如下。

## 1 研究方法

### 1.1 试验地点与品种

试验分别在信阳、洛阳、新乡农科所试验地进行。信阳的参试品种是陕农7859和信阳861; 洛阳的参试品种是郑引一号和百泉3039; 新乡是百泉3039。

### 1.2 小区试验设计

小区面积6m<sup>2</sup>, 每品种设8~10个病情梯度处理, 随机排列, 3次重复。

### 1.3 田间病情调查

通过自然发病和人工接种造成不同的病情梯度。在小麦灌浆期、乳熟期、成熟期各调查一次病情, 调查各处理的病穗率, 病穗严重度, 计算病情指数。

病穗严重度分级标准:

0级 无病;

1级 病小穗数占全小穗数的1/4以下;

表1 小麦赤霉病病情指数与产量损失情况

(单位:kg)

处 理 型	信 阳				洛 阳				新 乡			
	信阳861	陕农7859	郑引一号	百泉3039	百泉3039	百泉3039	百泉3039	百泉3039	百泉3039	百泉3039	百泉3039	百泉3039
	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数	病情指数
	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)	产量损失率(%)
	亩产	亩产	亩产	亩产	亩产	亩产	亩产	亩产	亩产	亩产	亩产	亩产
	347.7	329.0	410.1	382.3	424.4	419.4	419.4	419.4	419.4	419.4	419.4	419.4
1	2.9	1.6	0.03	2.13	5.1	0.60	5.1	0.60	5.1	0.60	5.1	0.60
2	10.7	3.3	0.53	6.87	4.44	3.85	10.2	3.85	4.44	3.85	4.44	3.85
3	42.3	5.5	0.53	14.45	8.54	4.30	14.6	4.30	8.54	4.30	8.54	4.30
4	59.1	37.7	1.15	17.38	10.37	8.75	23.6	8.75	10.37	8.75	10.37	8.75
5	52.1	41.8	1.33	19.73	11.28	11.45	27.6	11.45	11.28	11.45	11.28	11.45
6	60.5	27.3	1.61	24.19	14.40	11.64	30.2	11.64	14.40	11.64	14.40	11.64
7	64.0	41.1	2.22	27.53	15.83	15.02	38.2	15.02	15.83	15.02	15.83	15.02
8	52.7	41.1	2.74	34.62	18.56	24.75	50.7	24.75	18.56	24.75	18.56	24.75
9	51.7	34.2	3.65	42.22	23.11	—	—	—	—	—	—	—
10	64.4	42.7	5.09	45.32	26.29	—	—	—	—	—	—	—

\* 新乡试点第1组数据为1987年适播,第2组为1988年适播,第3组为1988年晚播,其它试点均为1988年适播。

2 级 病小穗数占全小穗数的  $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ ;

3 级 病小穗数占全小穗数的  $\frac{3}{4} \sim \frac{1}{2}$ ;

4 级 病小穗数占全小穗数的  $\frac{3}{4}$  以上。

$$\text{病情指数}(D) = \frac{\sum (\text{各级病穗数} \times \text{各级代表值})}{4 \times \text{调查总穗数}} \times 100$$

#### 1.4 收获与考种

将每小区两边行去掉后收获, 作为小区产量, 并调查记载病粒率。

## 2 研究结果

### 2.1 产量损失率与病情指数的关系

从信阳、洛阳、新乡三个试点田间病情调查及室内考种结果可以看出, 所有参试品种基本是随着接种浓度的增大, 发病程度逐渐加重, 产量损失亦逐渐加大。为了弄清小麦赤霉病不同病情对产量损失的影响, 同时便于与病情中长期预测预报配套使用, 对本病害流行终止期(为小麦成熟期)的病情与产量损失率进行了回归分析。由于人工药剂控制未获得无病小区, 因此先求出病情指数与亩产量的回归关系, 以回归关系中的  $\alpha$  值求算出产量损失率 ( $Y = \frac{\alpha - \text{实测亩产量}}{\alpha}$ ), 结果见表 1。为了弄清病情指数与产量损失率的关系, 对三个试点的最终病情指数( $D$ )与产量损失率( $Y$ )进行相关和回归分析。结果表明, 各试点的最终病情指数与产量损失率都有极显著的线性相关关系(表 1)。

表 2 小麦赤霉病最终病情指数( $D$ )与产量损失率( $Y$ )相关回归分析结果

年 份	品 种	回 归 方 程	相关系数	播期	地点
1988	信阳 861	$Y = 0.0370 + 0.4231D \pm 3.8691$	0.9363**	适播	信阳
1988	陕农 7859	$Y = 0.1045 + 0.5431D \pm 2.4996$	0.9970**	适播	信阳
1988	郑引一号	$Y = -0.0004 + 0.6093D \pm 0.4035$	0.9295**	适播	洛阳
1988	百泉 3039	$Y = 0.0043 + 0.5666D \pm 1.2888$	0.9888**	适播	洛阳
1987	百泉 3039	$Y = 0.1312 + 0.4414D \pm 1.8957$	0.9670**	适播	新乡
1988	百泉 3039	$Y = 0.0005 + 0.5451D \pm 1.0635$	0.9716**	适播	新乡
1988	百泉 3039	$Y = 0.0007 + 0.5200D \pm 3.4411$	0.9494**	晚播	新乡

对以上数据进行协方差分析表明, 上述所有方程的回归系数可用公共回归系数  $b = 0.4925$  代替。对各试点资料的协方差分析表明, 新乡试点的三个回归方程属同质方程, 可合并为  $Y = 0.2025 + 0.4925D \pm 2.3592$ 。多年多点多品种及新乡试点协方差分析结果见表 3。洛阳、信阳两试点四品种的矫正回归方程见表 4。

表 3 病情指数与产量损失率关系的协方差分析结果

参 数 项	多年多点多品种分析		新乡试点分析	
	F	F <sub>0.05</sub>	F	F <sub>0.05</sub>
回归高度 a	7.96	2.27	3.22	3.63
回归系数 b	1.88	2.39	1.92	2.93

表4 洛阳、信阳试点的矫正方程

品 种	矫 正 方 程	地 点
信阳 861	$Y = 0.0370 + 0.4925D \pm 3.8691$	信阳
陕农 7859	$Y = 0.1045 + 0.4925D \pm 3.9032$	信阳
郑引一号	$Y = -0.0004 + 0.4925D \pm 0.4035$	洛阳
百泉 3039	$Y = -0.0043 + 0.4925D \pm 1.2888$	洛阳

以上统计结果表明,在河南省豫南(信阳)、豫北(新乡)、豫西(洛阳)地区麦田赤霉病病情指数每增加1%时,产量损失率约增加0.5%。说明不同品种不同产量水平在同一病情时,产量损失率基本相同。

## 2.2 病穗率与病情指数的关系

小麦赤霉病产量损失是根据病情流行预测值估算而得到的,而病情流行程度预测值一般预测的是最终病穗率。为了便于计算产量损失率,将百泉 3039 和信阳 861 的病穗率( $R$ )与病情指数( $D$ )作相关回归分析(见表5),相关程度均达极显著水平。其回归方程见表6。

对上述两品种的资料作协方差分析表明,两品种的回归方程属同质方程,合并后的公共方程为: $R = 0.8254 + 1.2680D \pm 3.9936$  ( $r = 0.9910^{**}$ )。统计结果表明,在病情指数每增加1%时,病穗率增加1.3%。

表5 百泉 3039 与信阳 861 两品种各处理病穗率与病情指数

品 种	项 目	处 理									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
百泉 3039	病穗率(%)	5.1	16.7	26.0	35.8	39.8	43.3	48.9	56.2	59.7	70.2
	病 情 指 数	2.13	6.87	14.45	17.38	19.73	24.19	27.53	34.62	42.22	45.32
信阳 861	病穗率(%)	6.6	21.3	62.3	76.6	83.9	84.9	86.7	87.7	86.2	92.1
	病 情 指 数	2.9	10.7	42.3	59.1	57.4	60.8	64.0	62.7	61.7	64.4

表6 小麦赤霉病病情指数( $D$ )与病穗率( $R$ )相关回归分析

品 种	回 归 方 程	相关系数
百泉 3039	$R = 7.6477 + 1.3842D \pm 4.0180$	0.9828 <sup>**</sup>
信阳 861	$R = 5.8966 + 1.3111D \pm 3.8380$	0.9887 <sup>**</sup>

## 2.3 病粒率与病情指数的关系

小麦赤霉病不仅影响小麦产量,而且严重影响小麦的品质。当小麦赤霉病病情指数达到一定程度时,病粒率就会超过国家商品粮收购标准(病粒率4%以下),涉及到是否可以食用的问题。因此,需要进一步明确病粒率( $P$ )与病情指数( $D$ )的关系,以便确定合理的防治指标。

百泉 3039 是河南省比较感病且具有一定代表性的品种,对其两播期的病粒率与病情指数

资料作相关分析(见表 7)。结果表明,相关程度达极显著水平,其适期播种的回归方程为: $P = 0.3181 + 0.4514D \pm 1.0938 (r = 0.9580^{**})$ ;晚期播种的回归方程为: $P = -0.4374 + 0.4638D \pm 1.3923 (r = 0.9890^{**})$ 。对两播期的资料作协方差分析表明,两播期的回归方程属同质方程,可合并为  $P = 0.0797 + 0.4532D \pm 1.1924 (r = 0.9870^{**})$ 。说明病情指数每增加 1% 时,病粒率相应增加 0.5%,当麦田病情指数达到 9% 以上时,病粒率即超过 4%,亦即这类麦田的小麦不能作为商品粮,而应转为它用或脱毒加工后方可食用。

表 7 两种播期的病粒率和病情指数

播 期	项 目	处 理							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1988 年适播	病情指数	0.60	3.85	4.30	8.75	11.45	14.45	16.80	22.85
	病粒率(%)	0.6	2.7	1.2	3.1	6.7	7.0	9.1	9.5
1988 年晚播	病情指数	0.45	5.5	13.70	21.90	29.10	38.40	46.8	49.80
	病粒率(%)	0.3	1.7	4.1	10.9	14.9	16.9	19.8	23.5

## 2.4 防治指标的确定

小麦赤霉病受众多生物、生态、社会等因素的影响。一般说来,防治决策应是病害造成的产量损失大于防治费用,也就是防治以后挽回的产值大于防治费用,才具有经济效益,否则可不防治。但对于赤霉病的经济允许危害水平,不仅要考虑产量损失,而且要注意赤霉病粒率不能超过 4%,不然的话,农户虽有产量,但无商品价值,这是小麦赤霉病与其它病害显著不同的特点。

2.4.1 允许危害产量水平的计算 根据我所药剂防治试验结果,在小麦扬花期防治 1~2 次,防治效果( $f$ )达 80% 以上,工本费( $M$ )为 3.5 元/亩(杀菌剂 1.5 元/亩,人工、机械费 2 元/亩),小麦价格( $c$ )按 0.7 元/kg 计算,允许危害产量损失水平  $L = \frac{M \times f}{c} = \frac{3.5 \times 0.8}{0.7} = 4 \text{ kg}$ 。

2.4.2 允许危害产量损失率估计 将允许危害产量水平( $L$ )值除以该麦田的亩产量( $N$ ),可得到允许危害产量损失率( $LY$ ),  $LY = \frac{L}{N} = \frac{M \times f}{c \times N}$ 。目前河南省小麦生产高、中、低水平一般为亩产 400kg、350kg、300kg 左右,其允许危害产量损失率分别为 1.00%、1.14%、1.33%。

2.4.3 防治指标的计算 根据产量损失率( $Y$ )、病穗率( $R$ )及病粒率( $P$ )、允许危害产量损失水平( $L$ )和允许危害产量损失率( $LY$ )计算得防治指标,其计算公式如下:

$$\text{病情指数} \quad D = \frac{LY - Y_a}{Y_b}; LY = 1.00\% \sim 1.33\%; Y_a = -0.0043 \sim 0.2025; Y_b = 0.4925.$$

$$\text{病穗率} \quad R = 0.8254 + 1.2680D$$

$$\text{病粒率} \quad P = 0.0797 + 0.4532D$$

河南省不同小麦产量水平麦田,赤霉病防治指标计算结果见表 8。

从经济效益和品质两方面综合分析,以防治效益算得的防治指标内的病粒率未超过 4%,所以应以防治效益算得的防治指标为准。即当预测到田间病情指数或病粒率达到以上防治指标时,应及时组织防治,这样才会得大于失,否则将会得不偿失。

表8 河南省不同产量水平麦田赤霉病防治指标

产量(kg/亩)	产量允许损失率(%)	防治指标		病粒率(%)
		病情指数(%)	病穗率(%)	
300	1.33	2.3~2.7	11.7~12.3	1.1~1.3
350	1.14	1.9~2.3	11.2~11.7	0.9~1.1
400	1.00	1.6~2.0	10.9~11.4	0.8~1.0

### 3 结论与讨论

对多年多点多品种资料的统计分析表明,小麦赤霉病产量损失率( $Y$ )与病情指数( $D$ )的回归关系,豫北地区为: $Y = 0.2025 + 0.4925D$ ;豫南、豫西地区产量损失率的回归系数也为0.4925。说明不同品种不同产量水平在同一病情时,产量损失率基本相同。

为了更好地与病害预测模型相适应,进一步明确了病穗率( $R$ )与病情指数( $D$ )的关系,其回归方程是: $R = 8.8254 + 1.2680D$ 。

小麦赤霉病防治指标研究,应包括产量损失和对品质的影响两个方面,因此,统计分析了病粒率( $P$ )与病情指数( $D$ )的关系,其回归方程为: $P = 0.0797 + 0.4532D$ 。

根据产量允许损失率及允许病粒率等条件,确定在一般发病年份亩产400~300kg水平的地方,防治指标应为:病情指数1.6%~2.7%,病穗率10.9%~12.3%。在病害严重发生年份,防治指标可以适当降低。

本文研究的允许产量损失率必须随着产量、小麦价格、防治费用和防治效果等的变化有所变动。

试验中部分小区是以喷洒多菌灵抑制病情发展的,喷洒多菌灵对产量有无其它影响,上海农科院植保所已做了研究,结果表明,喷药小区与不喷药小区产量无显著差异(经 $t$ 测验差异不显著),因此不需要校正。

鸣谢 本研究是在何家泌先生指导下完成的,特此致谢。

## 参 考 文 献

- 1 钱才方,徐雍皋. 小麦赤霉病损失率测定方法的商榷. 植物保护,1985(2):32~33
- 2 卓仁英. 小麦赤霉病与产量损失. 植物保护,1983(2):22~23
- 3 肖悦岩. 关于防病效果计算公式的见解. 植物保护,1986(5):51~52
- 4 李大伟等. 小麦赤霉病对产量的损失测定. 河南农业大学学报,1986,20(3):360~362
- 5 宋凤仙等. 河南省小麦赤霉病发生规律及流行动态经验模型研究,河南农业科学,1988(1):13~16
- 6 Zadoks JC. 论作物损失估计之概念基础—阈值理论. 国外农学—植物保护,1987(2):11~15
- 7 Madden LV, Renny-pacher SP et al. A loss model for crops. Phytopathology,1981(71):685-689

## Studies on the Yield Losses of Wheat Caused by Wheat Scab

Song Fengxian      Zhang Zhongshan

(Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002)

Zhang Yunhua

(University of Heilongjiang August First Land Reclamation) .

**Abstract** This work was carried out during 1987—1988. Field experiments were distributed at three locations in Henan province. Four cultivars were used as experimental materials and different severity of disease was made by different intensity of field inoculation. The result showed that when the disease index increased by 1%, the yield loss increased by 0.5%, the percentage of the diseased ear increased by 1.3% and the percentage of diseased grain increased by 0.5%. The economic threshold of controlling the disease was based upon the yield level of wheat crop. If the yield level ranged at 4.5, 5.25 and 6.0 tons per hectare, the disease indices of economic thresholds of controlling were calculated as 2.3%—2.7%, 1.9%—2.3% and 1.6%—2.6% respectively. The extension of the usage of these economic thresholds was also decreased.

**Key words:** Wheat scab; Yield loss; Economic threshold