

# 大豆灰斑病流行动态预测\*

刘学敏 张明厚

(东北农业大学植保系, 哈尔滨 150030)

李本宁

张运权

胡国华

(宝泉岭农科所)

(854 农场)

(红兴隆农科所)

## 摘 要

1989—1992 年对黑龙江省三江平原 6 个国营农场田间大豆灰斑病进行系统调查, 共获得了 130 余组田间病害流行数据资料, 利用 5 种生长模型对其进行拟合检验, 通过比较绝对系数 ( $R^2$ ) 和回归误差 (SS), 认为 Logistic 模型能较好地拟合大豆灰斑病田间动态变化过程。通过对影响田间发病的多种因素进行分析,  $t_1$  时病情 ( $X_{t_1}$ )、日均温度 (T)、日均相对湿度 (RH)、叶面湿润时数 (WP) 及雨日数 (RD) 是对大豆灰斑病发展影响较大的因子, 利用逐步回归分析建立了大豆灰斑病田间增长速率的预测式, 并对田间病害动态进行了预测。

**关键词** 大豆灰斑病; 侵染速率; 动态预测

大豆灰斑病 [*Cercosporidium sojinum* (Hara.) Liu et Guo] (异名 *Cercospora sojina* Hara) 是一典型的流行病, 在黑龙江省东部的三江平原和中部绥化地区发生严重, 流行年除造成严重减产外, 还引致籽粒斑驳降低品质, 是目前黑龙江省大豆生产上危害最大的病害之一<sup>[1,7,9,11]</sup>。大豆灰斑病的发生呈明显的爆发性和间歇性, 准确的预测是经济有效防治病害的必要前提。在黑龙江省垦区目前采用的防治措施为抗病育种和多菌灵飞防, 但由于没有准确的预报作依据, 往往造成不必要的浪费, 使得投入产出比例不适当。为有效地控制大豆灰斑病的危害, 1989—1992 年我们在三江平原设立了十余个田间病害流行观测点, 系统调查病害田间消长动态, 通过分析影响病害发生的诸多因素建立大豆灰斑病发生动态预测式。

\* 国家自然科学基金和黑龙江省教委资助项目。

本文于 1995 年 5 月 19 日收到。

This paper was received on May 19, 1995.

## 材料与方 法

### 一、基 点 与 田 间 小 区 设 置

1989—1992 年在 854 农场、853 农场、红兴隆农科所、宝泉岭农科所及延军农场、普阳农场等地设十余个大豆灰斑病系统调查点。小区面积 1 亩,分种 2 个品种,常规管理。品种为合丰 25(中抗)和红丰 3(高感)。

### 二、调 查

采用对角线五点法取样,每点 20 株,每品种共计 100 株。花期( $R_1$ )<sup>[13]</sup>以前调查植株全部叶片、花期后把植株分成上、中、下三层,每层取三片叶,调查记录病叶率和严重度<sup>[2]</sup>。每年自 6 月中旬起,每隔 5 天调查 1 次,直到叶黄为止。

### 三、气 象 资 料 采 集

日均温、日降雨量、雨日等数据来源于观测点所在地的气象台(站),叶面湿润时数(结露时间)用重力式结露仪测出。

## 结 果 与 分 析

### 一、病 害 增 长 模 型 的 选 择

为较好的反映大豆灰斑病田间流行过程,选用 Logistic、Gompertz、Weibull、Richards 和指数方程<sup>[10,12]</sup>对 4 年 130 余组资料在 PC 机上用 SYSTAT 软件包采用 Marquardt 法进行拟合,比较回归决定系数( $R^2$ )和回归误差(SS),确定 Logistic 模型为最优方程。Logistic 模型拟合检验结果见表 1。

表 1 大豆灰斑病田间资料拟合检验

Table 1 Goodness test of data from the fields

年 度 Year	品 种 Cultural	流 行 场 次 No. of epidemic	决 定 系 数 ( $R^2$ ) Determination coefficient ( $R^2$ )	回 归 误 差 (SS) Standard error of regression (SS)
1989	合丰 25 Hefeng 25	24	0.972	0.012
	红丰 3 Hongfeng 3	24	0.989	0.023
1990	合丰 25 Hefeng 25	30	0.965	0.029
	红丰 3 Hongfeng 3	24	0.988	0.0098
1991	合丰 25 Hefeng 25	20	0.988	0.019
	红丰 3 Hongfeng 3	24	0.976	0.014
1992	合丰 25 Hefeng 25	18	0.99	0.033
	红丰 3 Hongfeng 3	20	0.972	0.009

从表1可见, Logistic( $I = \frac{1}{1 + a \times \exp(-b \times t)}$ )模型在拟合供试2个品种大豆灰斑病的消长动态中,具有较高的 $R^2$ 值和较小的SS值,故确定 Logistic 模型为大豆灰斑病增长过程的模拟模型。

## 二、病害增长速率的预测

### 1. 增长速率 $r$ 值的求算

根据病害田间增长规律,确定采用“两点法”计算表观侵染速率  $r$  值<sup>[8]</sup>。

$$r = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \{ \text{Logit}(X_2) - \text{Logit}(X_1) \}$$

### 2. 病害增长率的预测

选用1989—1992年病害流行过程中9~13天(潜育期7~9天)内的日均温( $T$ )、日均相对湿度( $RH$ )、日降雨量0.1mm以上的雨日数( $RD$ )、日雨量( $RQ$ )、叶面湿润时数( $WP$ )、及 $t_1$ 时病情( $X_{t_1}$ )和雨日频率( $RP$ )(一定范围内雨日数与总天数比值)等7个因子,经过不同转换构成30个自变量,在PC机上用Plotit软件包进行逐步回归分析,获得两个品种病害增长率的预测方程。

红丰3:

$$r = -0.3099 + 0.6977 \times 10^{-2} \text{Ln}\left(\frac{X_{t_1}}{1 - X_{t_1}}\right) - 0.8916 \times 10^{-4} T^2 + 0.6869 \times 10^{-2} RH$$

$$- 0.4175 \times 10^{-2} WP + 0.5043 \times 10^{-3} RD^2$$

$$R = 0.81 \quad Q = 0.09022$$

合丰25:

$$r = -0.05654 + 0.1510 \times 10^{-1} \text{Ln}\left(\frac{X_{t_1}}{1 - X_{t_1}}\right) - 0.2081 \times 10^{-4} T^2 + 0.7894 \times 10^{-2} RH$$

$$- 0.1014 \times 10^{-2} WP + 0.2971 \times 10^{-3} RD^2$$

$$R = 0.88 \quad Q = 0.04432$$

### 3. 病害增长率预测式的检验

取1992年854农场和宝泉岭农科所未用于组建模型的两场流行资料进行检验,结果列于表2

表2 实测  $r$  值与估计  $\hat{r}$  值比较

Table 2 Comparison of observed and estimated values of apparent infection rate( $r$ )

地点 Location	品种 Cultivar	数据组数 No. of data	实测值 Observed value	估计值 Estimated value
854农场 Farm 854	合丰25 Hefeng25	6	0.1106	0.1120
	红丰3 Hongfeng 3	5	0.1317	0.1226
宝泉岭农科所 Baoquanling Institute	合丰25 Hefeng 25	8	0.1010	0.0931
	红丰3 Hongfeng 3	6	0.1911	0.1856

统计分析表明,估计值( $\hat{r}$ )和实测值( $r$ )具有明显的线性关系,直线方程  $\hat{r} = -0.003268 + 0.9849r$ ,相关系数  $r = 0.9932$ ,  $F = 146.27 > F_{0.01} = 98.5$ ,相关性极显著。

### 三、病害增长动态的预测

病害预测的第一步是根据  $t_1$  时病情  $X_{t1}$  和 9~13 天内的气象资料计算出  $r$  值,第二步将  $r$  值和  $X_{t1}$  代入 Logistic 方程,算出第  $t_2(=t_1+2 \times (9\sim 13))$  天的病叶率,即一个潜育期以后的田间发病率。

$$\begin{cases} r=f(X_{t1}, RH, T, RD, WP) \\ \frac{X_{t2}}{(1-X_{t2})} = \frac{X_{t1}}{(1-X_{t1})} e^{r(t2-t1)} \end{cases}$$

用此法推算 854 农场和宝泉岭农科所两场病害流行过程,结果列于图 1。

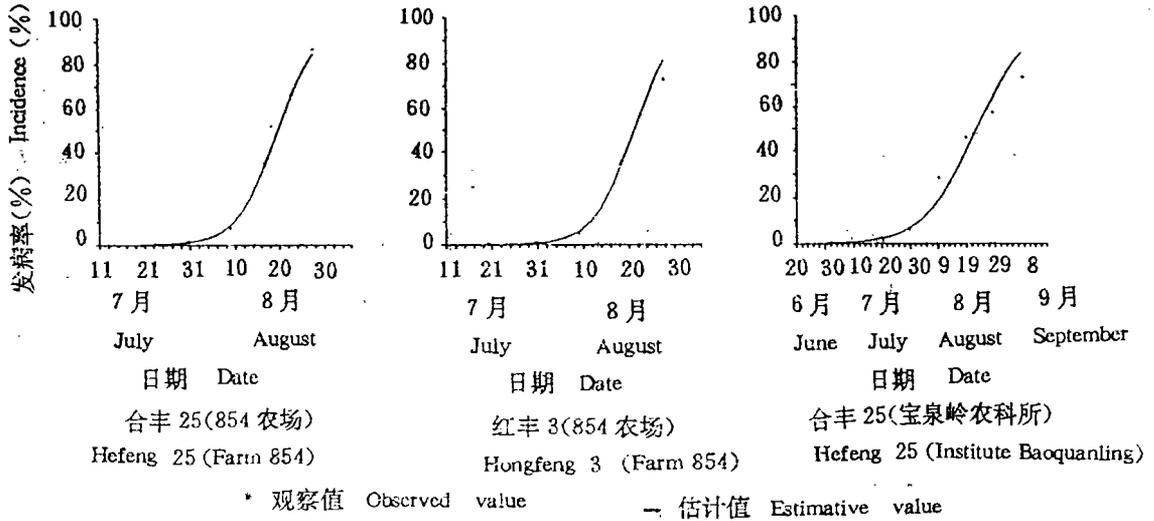


图 1 预测模型的检验(1992)

Fig. 1 The test of forecasting model(1992)

## 讨 论

1. 植物病害预测的中心问题乃是流行速度的预测<sup>[8]</sup>。流行速度决定于寄主、病原和环境三方面的相互作用<sup>[8]</sup>,在寄主抗病性一定的情况下,根据病情和环境条件可以预测田间病害增长速率。通过调查我们发现,大豆灰斑病田间病害增长速率( $r$ 值)不高,一般在 0.1—0.2 之间,因此  $t_1$  时病情  $x_{t1}$  在病害流行中具有重要作用,直接影响田间病害发生程度,是预测灰斑病发生程度的一个重要因素。其它流行性较强的病害如马铃薯晚疫病和小麦条锈病,虽然流行速度较高,但也不超过 0.5 和 0.3,说明田间发病程度是流行速度和  $t_1$  时病情相互作用的结果。利用多年多点田间系统调查资料,我们建立了田间病害增长速率的短期预报式(一个潜育期),本模型是利用气象观测值和病害观查值相结合所得,能较好地反应田间病害动态变化。

2. 大豆灰斑病是一多循环性病害,初侵染的主要来源是病残体带菌<sup>[5,14]</sup>,田间为害主要是病菌再侵染的结果。温度、相对湿度决定病害的传染期<sup>[4]</sup>,叶面湿润时数、温度决定病菌

的侵染<sup>[1]</sup>,此外温度还决定病害的潜育期<sup>[9]</sup>,因此根据这些气象资料可以预测田间病害增长速率。

3. 黑龙江省的三江平原地势低洼、空气潮湿,大豆灰斑病每年都有不同程度发生,田间病叶率随时间变化过程呈现明显的“S”型曲线。在拟合过程中我们选用了5种“S”型曲线方程进行运算,通过比较 $R^2$ 值和SS发现 Logistic 模型对于所有场次的流行数据资料均具有较高的拟合精度,Gompertz 模型对于大多数场次的的数据资料有较高的拟合精度,但在某些场次的流行模拟中表现不稳定,其它模型拟和精度都较低,此外利用“两点法”计算表现侵染速率时亦获得了较好的结果。因此确定 Logistic 模型为大豆灰斑病田间变化过程的最优方程。

4. 大豆灰斑病是东北地区流行的重要病害,尤其在黑龙江省东部发生普遍,危害严重,且有间歇爆发的特点,目前生产上急需准确适用的测报方法指导防治工作。已有的测报模型主要通过分析气象历史资料,建立经验式<sup>[6,9]</sup>。在4年中我们对黑龙江省三江平原低洼潮湿的854,853农场,宝泉岭农管局所属农场以及较干旱的红兴隆农科所等多个点进行了系统调查,直接获得了大量的田间病害流行数据资料,并且利用结露仪直接测得了田间结露时间,最后利用气象观测值和初始病情调查值相结合的方法建立动态模型,预测田间病害的动态变化。该模型能客观反映病害发生状况,避免单纯依靠气象预报,克服忽略病原的片面性。通过多年多点的观测,我们已获得了大量的田间观测资料,为进一步深入研究建立了基础。

5. 本文提出的大豆灰斑病增长速率预报模型是一经验式,病害增长动态预测式是机理模型,因此最终预测模型可视为机理模型,这对于病害消长动态理论分析具有重要意义,在生产上亦有一定的指导意义。由于我们所采用的仅仅是4年资料,分析病害流行的更详尽因素尚显不足,因此该模型在生产上运用也还有一定差距,还需进一步检验和修改,此外为更有效的指导生产实践,还应在预报周期上做进一步努力,这也是我们下一步的工作目标。

## 参 考 文 献

- [1] 刘学敏、张明厚,1993,植物病理学报,23(4):321~325
- [2] 刘学敏、李长友、张明厚,1991,大豆科学,10(4):330-334
- [3] 刘学敏、张明厚、谢仲秋,1995,植物病理学报,25(1):29~34
- [4] 刘学敏、张明厚、谢虹,1995,大豆科学,14(1):21~29
- [5] 钟兆西、王伟,1991,东北农学院学报,22(1):15~19
- [6] 南都国、辛惠普等,1992,黑龙江八一农大学报,1:45~51
- [7] 姚浩然等,1989,大豆科学,8(1):75~85
- [8] 曾士迈、杨演,1986,植物病害流行病学,农业出版社
- [9] 靳学慧、辛惠普等,1993,植物保护学报,20(3):253~260
- [10] Berger, R. D. 1981, *Phytopathology*, 71(9):716~719
- [11] Bishit, V. S. and Sinclair, J. B. 1985, *Plant Disease*, 69(5):436~439
- [12] Campell, C. L. and Madden, L. V. 1990, *Introduction to Plant Disease Epidemiology*, New York
- [13] Fehr, W. R. et al. 1974, *Crop Science*, 11:929~931

[14] Sinclair. J. B. 1990, Compendium of Soybean Disease, APS

## EPIDEMIOLOGY FORECASTING OF SOYBEAN FROGEYE LEAFSPOT OF SOYBEAN

Liu Xuemin Zhang Minghou

(Department of Plant Protection, Northeast  
Agricultural University, Harbin 150030)

Li Benning

Zhang Yunquan

Hu Guohua

(Institute Baoquanting)

(Farm 854)

(Institute Hongxinglong)

### Abstract

5 types of growing models were applied to simulate 130 groups of data obtained by systemic survey of frog-eye leaf spot caused by *Cercosporidium sojinum* Liu et Guo (*Cercospora sojina* Hara) in commercial fields of 6 state farms in Sanjian Plain, Heilongjiang province in 1989-1992. The results showed that Logistic model was the best one for simulating the disease progress curve. By using primary disease incidence and several climate factors, predicting models for apparent infection rate of two cultivars were developed as follow:

Hongfeng 3:

$$r = -0.3099 + 0.6977 \times 10^{-2} \ln\left(\frac{X_n}{1-X_n}\right) - 0.8916 \times 10^{-4} T^2 + 0.6869 \times 10^{-2} RH$$

$$- 0.4175 \times 10^{-2} WP + 0.5043 \times 10^{-3} RD^2$$

$$R = 0.81 \quad Q = 0.09022$$

Hefeng 25:

$$r = -0.05654 + 0.1510 \times 10^{-1} \ln\left(\frac{X_n}{1-X_n}\right) - 0.2081 \times 10^{-4} T^2 + 0.7894 \times 10^{-2} RH$$

$$- 0.1014 \times 10^{-2} WP + 0.2971 \times 10^{-3} RD^2$$

$$R = 0.88 \quad Q = 0.04432$$

(r-the apparent infection rate, T-daily mean temperature, RH-relative humidity, RD-rain day, WP-leaf wetness period.)

**Key words** Frog-eye leaf spot of soybean; Daily apparent infection rate; Epidemiology forecasting