

大豆灰斑病对大豆产量影响的定量分析*

王 伟 宋晓涛** 钟兆西 张明厚

(东北农业大学植保系 哈尔滨 150030)

摘 要

通过在田间进行人工接种模拟自然发病流行的情况,确定大豆灰斑病发病为 2 级时是引起大豆减产的病情低限。采用二元多项式逐步回归法,建立了生育期(生长发育天数)和病级单独及联合起来对单株产量、瘪荚率和百粒重影响的优化方程,同时建立了灰斑病对大豆田间群体产量损失估计模型。并且通过相关性分析,确定始粒期病情对大豆产量影响最大,建立了关键点模型。

关键词 病级;病情指数;生育期;逐步回归;产量损失估计模型

黑龙江省大豆灰斑病的发生呈明显的间歇性,在病害流行年份,造成大豆产量、品质严重损失,一般可降低产量 10-15%,百粒重下降 2-3g,蛋白质和油份含量均不同程度降低。已成为黑龙江省大豆生产的一大病害。目前对该病防治时期的确定及造成的产量损失估计尚无系统的研究,使病害的控制具有一定的盲目性。作者拟定量地分析大豆灰斑病发生对产量的综合影响,以明确病情与产量的关系和对灰斑病防治的有效时期,以及在病害流行时期预测病害所造成的损失。为大豆的生产、病害防治决策及综合治理提供可靠的依据。

材料与方法

一、大豆灰斑病对产量构成因素的影响

1. 供试品种 合丰 25

2. 菌种来源及繁殖 从东北农学院内采集分离的单孢菌株,在 PDA 上扩大培养,高粱粒培养基上繁殖孢子。

3. 处理方法 在东农试验地内设置对照和处理小区各 5 个。对照区内多菌灵控制,使之不发病。在处理区内,从 6 月末开始每隔 5 天接种 1 次孢子悬液,直至鼓粒期,造成不同

* 国家自然科学基金资助项目。

** 哈尔滨市农业生产资料公司。

本文于 1996 年 1 月 10 收到。

This paper was received on Jan. 10, 1996.

的发病程度,并使田间的病情发展尽量符合自然发病。

4. 调查方法 分别在始花期 (R₁)、盛花期 (R₂)、始荚期 (R₃)、始粒期 (R₄)和鼓粒期 (R₅)于处理小区内选择不同病级的植株挂牌,每病级挂 100株 对照区内选无病株挂牌 100株。收获后调查每株的瘪荚率、百粒重和产量。

二、大豆灰斑病田间群体产量损失估计

1. 供试品种 合丰 25 红丰 3号。

2. 菌种 仍采用本院分离的单孢菌株,在高粱粒上繁殖孢子。

3. 处理方法 在东农试验地内,每品种设置 7个处理,4次重复,共 56个小区,小区行数为 6行长 6m,行距 75cm 从 6月 25日开始,每隔 5天用不同浓度的孢子悬液接种,以造成不同的发病流行程度。据调查病情的结果,调整接种的时间和浓度,使之与自然发病相一致,直至鼓粒期。对照区用多菌灵控制,使之不发病

4. 调查方法 始花期开始调查田间各小区病情,以后每隔 5天调查 1次,并记录其生育期。调查采用普遍使用的 7级标准。收获时,每小区收中间两行考种及测小区产量。

结果与分析

一、大豆灰斑病对产量构成因素的影响

由于早期发病轻,因此,始荚期只得到 4个级别的病株,而后相继得到更高级别的病株。将在不同生育期获得的不同病级的单株测得的产量、瘪荚率和百粒重分别取 80株平均,结果如表 1

表 1 不同生育期的病级对产量、瘪荚率和百粒重的影响

Table 1 The influence of disease with each class of severity on yield, abortive pod rate and weight of 100 seeds

生育期 Growth stages	R ₃					R ₄					R ₅						
病级 Class of severity	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	5	6
产量 (g) Yield (g)	15.7	15.5	13.0	12.0	15.7	14.8	13.3	12.2	10.7	7.25	15.7	15.6	15.4	12.9	12.4	10.9	7.7
瘪荚率 Seedless pod rate	28.9	30.3	35.6	41.5	28.9	28.7	33.3	44.7	54.3	59.6	28.9	29.6	30.3	32.7	40.8	48.9	55.2
百粒重 (g) Weight of 100 seeds	18.9	18.9	18.2	17.9	18.9	18.6	17.9	17.3	17.1	16.5	18.9	18.7	18.0	17.6	17.5	17.0	16.0

经方差分析,用 LSR方法比较,α= 0.05时,对照与 1 2级在同一水平,而与其它各级差异显著。说明病害发生较轻时对产量及各组成因素影响不大,只有达到 2级以上才对产量有较大的影响。

建立模型

a 自变量的选择

X₁ 生育期 将生育期量化为连续的时间天数。由于早期发病轻或不发病,因此从始花期开始计算天数,据调查结果,大豆合丰 25 生育期量化为 R₁= 0, R₂= 10, R₃= 27, R₄= 40, R₆= 50

X₂ 病级 各生育期在田间小区调查指定病株的级别。

b 因变量的选择

Y 各病级植株的单株产量

J 各病级植株的瘥荚率

B 各病级植株的百粒重

c 可供选择的变量设置 7个:

X₁, X₂, X₁X₂, X₁², X₂², X₁³, X₂³

由此,通过二元多项式逐步回归法,分别建立生育期和病级对产量、瘥荚率及百粒重影响的优化方程

在 IBM 386机上进行处理,获得模型:

$$Y = 15.779 - 0.887X_2 + 3.703 \times 10^{-2} X_1 X_2 - 0.22X_2^2$$

$$R^2 = 0.957 \quad F = 96.408^*$$

$$J = 28.565 - 0.16X_1 X_2 + 2.653X_2^2 - 0.212X_2^3$$

$$R^2 = 0.945 \quad F = 74.184^*$$

$$B = 19.05 - 0.469X_2$$

$$R^2 = 0.994 \quad F = 250.909^*$$

Y: 单株产量 (g) J 瘥荚率 (%) B 百粒重 (g)

X₁: 生育期 (天数) X₂: 该生育期病级

由模型可见,各因素除与病级有关外,也与生育期和病级的互作有关。其中百粒重模型中无生育期,说明病害只要达到一定程度就对百粒重有影响。

二、大豆灰斑病田间群体产量损失估计

1. 生育期、病情对产量损失的影响

将田间获得的小区产量及各生育期的病情指数列于表 2

结果表明:各小区由于病情发展不同,所造成的产量损失也不同,发病重的小区产量损失大,发病轻的则损失较小

建立模型

合丰 25 的生育期量化同前,红丰 3 号的生育期量化为 R₁= 0, R₂= 10, R₃= 20, R₄= 37, R₆= 45

设置可供选择的变量 15个:

X₁, X₂, X₁X₂, X₁², X₂², X₁X₂², X₁²X₂, X₁X₂², X₁³X₂, X₁²X₂², X₁³X₂², X₁²X₂³, X₁³, X₂³

采用二元多项式逐步回归的方法,以生育期和病情指数为自变量,产量为因变量,建立生育期和病情指数对产量影响的优化模型:

$$Y = 1713 - 23.4X_1 - 57.6X_2 + 1.095X_2^2 - 1.596 \times 10^{-3} X_1^3 - 7.32 \times 10^{-3} X_2^3 \quad (\text{合丰 25})$$

$$R^2 = 0.4944 \quad F = 22.292^{**}$$

表 2 不同生育期病情对大豆产量的影响

Table 2 The influence of the disease severity in various growth stages on yield

重复		合丰 25 Hefeng 25				红丰 3号 Hong feng 3			
Repeat		1	2	3	4	1	2	3	4
1区 Group 1	S	R ₁ 0	0	0	0.07	0	0.7	0	0.7
		R ₂ 2.0	2.7	1.6	1.8	1.3	4.0	2.7	1.8
		R ₃ 16.7	15.3	15.4	6.7	16.0	14.0	12.7	8.0
	Y	R ₄ 17.0	17.3	18.0	16.7	18.7	15.3	16.7	15.3
		R ₅ 28.7	26.0	25.0	22.0	23.3	19.3	18.7	18.0
		1119.0	1146.5	1173.3	1172.2	1227.5	1287.4	1197.0	1219.7
2区 Group 2	S	R ₁ 0	0	0.07	0	0	0.7	0.7	0
		R ₂ 4.0	3.2	4.3	2.3	4.0	6.7	4.3	1.3
		R ₃ 17.3	12.0	10.0	12.0	16.0	14.0	16.7	12.7
	Y	R ₄ 20.0	18.7	19.3	18.0	22.3	15.3	19.3	16.7
		R ₅ 30.0	28.7	21.3	27.3	28.7	18.7	26.7	20.0
		1106.6	1090.2	1044.2	1133.2	1156.6	1204.0	1077.0	1187.5
3区 Group 3	S	R ₁ 0.07	1.3	1.3	1.3	1.3	0.7	1.3	0.7
		R ₂ 10.0	4.8	4.5	5.6	4.0	4.8	6.7	2.3
		R ₃ 16.7	15.3	12.7	15.3	15.3	14.0	10.7	12.7
	Y	R ₄ 16.7	16.7	19.3	16.7	18.7	16.7	19.0	16.7
		R ₅ 23.3	33.3	25.3	32.7	26.7	21.3	33.3	21.3
		1030.0	1033.4	1001.7	1035.8	1086.0	1172.5	1028.6	1143.0
4区 Group 4	S	R ₁ 0	1.3	1.3	0.7	1.3	2.0	2.7	2.0
		R ₂ 6.0	5.8	4.9	5.3	4.3	6.0	5.8	4.5
		R ₃ 17.3	18.7	16.7	15.3	13.3	14.0	16.0	6.7
	Y	R ₄ 27.3	31.3	30.7	26.0	19.3	19.2	33.7	16.7
		R ₅ 54.0	58.7	58.7	56.7	42.3	29.3	46.7	26.0
		1009.4	1001.4	970.5	986.0	985.5	1089.7	990.2	1258.2
5区 Group 5	S	R ₁ 1.3	1.3	2.0	1.3	2.0	2.7	4.0	2.0
		R ₂ 8.7	5.6	5.3	5.5	6.0	5.3	10.03	5.6
		R ₃ 18.0	18.0	16.7	18.0	16.7	16.7	17.3	16.0
	Y	R ₄ 34.0	40.7	33.3	41.3	30.0	26.0	41.3	31.3
		R ₅ 61.3	71.3	58.0	66.7	48.7	47.3	56.0	58.0
		982.4	965.6	922.4	926.0	928.5	1031.5	976.0	984.3
6区 Group 6	S	R ₁ 1.3	2.0	1.3	0	2.6	4.0	3.3	4.0
		R ₂ 5.3	6.3	6.3	5.8	10.7	9.3	8.7	10.0
		R ₃ 20.7	17.3	18.7	18.0	19.3	16.7	17.3	18.0
	Y	R ₄ 44.7	40.0	37.3	42.7	36.7	32.0	40.7	34.0
		R ₅ 71.3	68.7	68.7	56.0	50.0	48.6	60.0	48.7
		948.5	871.8	880.5	882.8	872.5	955.0	912.4	958.5
对照 CK	S	0	0	0	0	0	0	0	0
	Y	1126.0	1148.0	1194.6	1145.2	1256.4	1309.2	1206.5	1123.2

注: S- 病情指数, Y- 小区产量 Note S- Disease intensity index, Y- Yield of group

$$Y = 1840.05 + 25.55X_1 - 54.56X_2 + 8.88 \times 10^{-1}X_3^2 - 3.0 \times 10^{-3}X_1^3 - 5.16 \times 10^{-3}X_2^3$$

(红丰 3号)

$R^2 = 0.505$ $F = 23.282^*$

Y= 每公顷产量 (kg)

X₁= 生育期(天数) X₂= 该生育期病情指数

以病情指数为横轴,产量为纵轴,分别绘出各生育期病情指数与产量关系曲线,如图

1 图 2

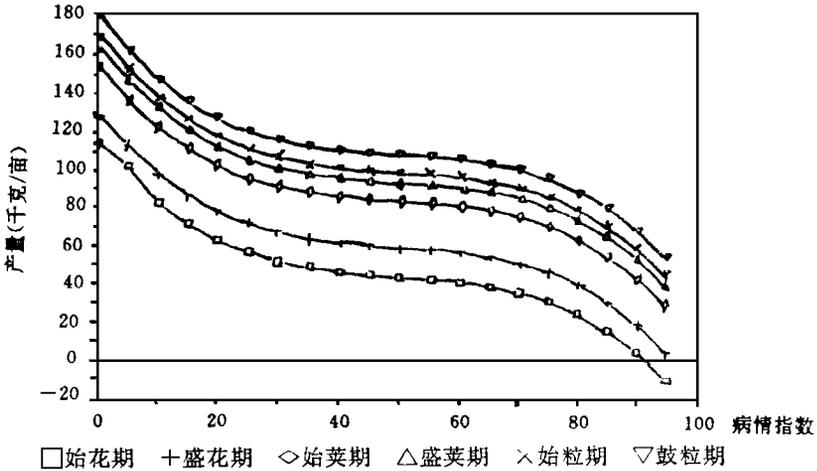


图 1 合丰 25 各生育期病情指数与产量的关系

Fig. 1 Relation of disease intensity index with yield of Hefeng 25

由图 1 2可见,病害发生越早,对产量影响越严重

2 影响产量的关键期分析

病害对作物产量的影响与整个生育期病情有关,但通常只有一个或几个生育期病情对产量影响较大,有些生育期病情制约着大豆的产量,也是防治病害的有效时期,为了寻找这个关键期,把两个品种不同生育期的病情与产量进行相关分析,结果如表 3

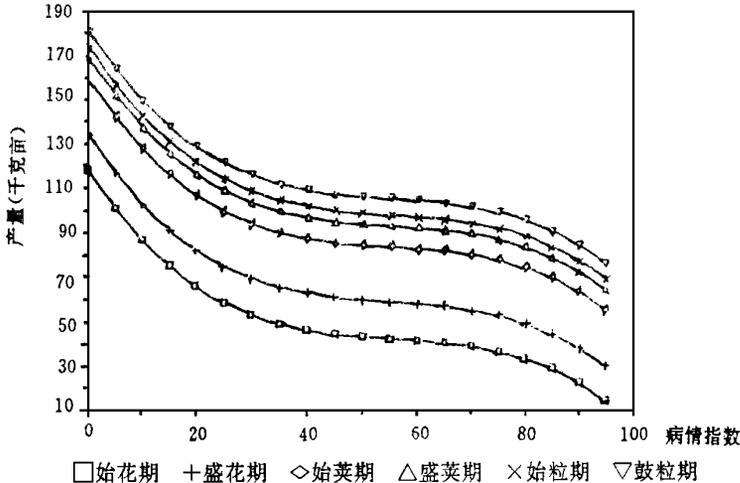


图 2 红丰 3号各生育期病情指数与产量的关系

Fig. 2 Relation of disease intensity index with yield of Hongfeng 3

表 3 各生育期病指与产量相关分析

Table 3 Analysis of correlation of disease intensity index with yield

品种		相关系数			
Variety		Coefficient of correlation			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₅	R ₆
合丰 25 Hefeng 25	0.697	0.666	0.603	0.838	0.786
红丰 3号 Hongfeng 3	0.767	0.718	0.495	0.823	0.727

结果表明,始粒期的相关系数最大,其贡献分别为 23.34% 和 23.31%,因此可以认为始粒期就是灰斑病影响产量的关键生育期。

将始粒期生育期代入上述模型,可得关键点模型:

$$Y = 2548.35 - 57.6X + 1.097X^2 - 6.72 \times 10^{-3}X^3 \quad (\text{合丰 25})$$

$$Y = 2632.35 - 54.6X + 8.88 \times 10^{-1}X^2 - 5.16 \times 10^{-3}X^3 \quad (\text{红丰 3号})$$

Y: 每公顷产量 (kg)

X: 关键期 (始粒期) 病情指数

讨 论

本试验是在多年大豆灰斑病发生流行规律的研究基础上进行的,由于试验设计模拟自然发病情况,在准确性和应用性上提供了保证。同时生育期的量化也克服了有些模型中由于将生育期固定在某一点时间而不便于应用并造成误差。

灰斑病对大豆产量构成各因素影响的不一致,反映了该病对大豆产量影响的机制。关键期分析结果与董加耕等结论相吻合,即结荚期到鼓粒期是产量的主要积累时期,该期的叶面积指数决定大部分大豆产量。

在群体产量损失估计模型建立时,利用了众多不同流行速度和程度的信息,并考虑到了生育期及病情对产量的综合影响。关键点模型也是在利用所有生育期病指与产量损失信息的前提下完成的。这与常见的仅用某一时期的病情进行产量损失估计有所不同。本文所建模型可以在大豆任何发育期间预测病害对单株及群体产量的影响,简单、易行,并准确地确定是否进行防治及防治的有效时期,以指导制定综防措施,非常适合目前的大豆生产状况,具有较高的应用价值。本模型只是利用 2 年内的数据建立起来的只适用于一定的发病范围 (病指 18.0-71.3%),还有待进一步的检验和完善。

参 考 文 献

- [1] 周汝鸿等, 1983, 植物保护学报, 10(1): 39-46
- [2] 杨之为等, 1990, 植物病理学报, 20(1): 73-78
- [3] 董加耕等, 1991, 大豆科学, 10(4): 261-268
- [4] Bachman P. A. et al., 1979, Phytopathology, 69: 562-564
- [5] Madden L. V. et al., 1981, Phytopathology, 71: 685-689

QUANTITATIVE ANALYSIS OF YIELD LOSS OF SOYBEAN
DUE TO THE INFECTION BY *Cercospora sojae*

Wang Wei Song Xiaotao Zhong Zhaoxi Zhang Minghou

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

Abstract

By field inoculation to simulate the natural occurrence of frog-eye leaf-spot of soybean in order to get plots with different disease severity the influence of each class of disease severity on yield, abortive pod rate and weight of 100 seeds were assessed. The result show that severity of class 2 induced obvious yield loss. Three optimized models for the influence of different class of severity in various growth stages were established by binary polynomial stepwise regression analysis with growth stage and severity class as independent variables and yield, abortive pod rate and weight of 100 seeds as dependent variables. The models of population yield loss due to infection of soybean frog-eye leaf spot were also established by the same way. By analysis of correlation it was shown that the seed beginning stage was the critical growth stage for yield loss assessment, the disease severity of that stage caused the greatest yield loss. Two models for critical point were developed.

Key words Class of severity; Disease intensity index; Growth stage; Stepwise regression; Model for loss assessment