

气象因素对三江平原大豆菌核病的影响及预测模型的创建

顾鑫

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/农业部佳木斯作物有害生物科学观测试验站,黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:为了准确及时地预测大豆菌核病的发生发展,于2004~2012年在三江平原定点、定期调查大豆田大豆菌核病的发生情况,并采用逐步回归分析和通径分析研究了大豆开花期6个气象因子及田间子囊盘个数与大豆菌核病发病率的关系,同时还建立了大豆菌核病的逐步回归预测模型。结果表明:大豆开花期间7月降雨量、7月平均气温以及7月田间子囊盘个数3个因子对大豆菌核病的发病率影响最为关键,预测模型可以提前20 d左右对大豆菌核病的发生进行中期预测,2012年预测发病率与实际发病率基本相符。

关键词:大豆菌核病;气象因子;通径分析;回归方程

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2013)05-0680-03

Effects of Meteorological Factors on Soybean *Sclerotinia sclerotiorum* in Sanjiang Plain and Related Prediction Model Establishment

GU Xin

(Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests of Jiamusi, Ministry of Agriculture, Jiamusi 154007, China)

Abstract: In order to predict the development of soybean *Sclerotinia sclerotiorum* accurately and timely, the occurrence of sclerotia at fixed point in Sanjiang Plain from 2004 to 2012 was surveyed, and the relations between the incidence of sclerotia stem rot and 6 meteorological factors at soybean flowering as well as the apothecium number was studied by stepwise regression and path analysis. And the stepwise regression prediction model of soybean sclerotia stem rot was established. Results showed the precipitation, average temperature and apothecium number in July had vital impact on the incidence of soybean sclerotia. The prediction model could forecast the occurrence of sclerotia for about 20 days in advance, and the forecasting incidence was basically consistent with the actual results in 2012.

Key words: Soybean *Sclerotinia sclerotiorum*; Meteorological factor; Path analysis; Regression equation

大豆菌核病 [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] 一直是三江平原大豆生产上的主要病害^[1],它具有危害严重、分布广泛、寄主众多等特点^[2],同时三江平原重迎茬现象的增多也加重了菌核病的危害^[3]。菌核病的发病部位主要在根茎部,一旦发病化学药剂的防治效果很不理想。大豆菌核病的子囊盘一般出现在大豆开花之前,子囊盘的出现时期与大豆的开花期有一段时间的重叠,因此这段时期的气象因子对土壤中的菌核萌发感染起着决定性的作用^[4]。现采用逐步回归分析和通径分析的方法研究了三江平原地区2004~2012年大豆开花期间主要气象因子与菌核病发生的关系,旨在为大豆菌核病预测预报提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大豆品种为合丰45。大豆开花期间的气象因子数据来源于黑龙江省农业科学院佳木斯分

院气象哨及佳木斯气象局。

1.2 试验设计

试验于2004~2012年在黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验地进行。选择多年连续种植大豆的地块进行调查。机械开沟施肥,施肥量为磷酸二铵 $150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,尿素 $45\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。每年5月初播种,在65 cm宽的垄上种植2小行大豆,小行间距15 cm,密度为 $25.0\times 10^4\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

1.3 测定项目与方法

每年在试验地进行调查点的选定,田间随机取10点,每点 20 m^2 。在7月1日(大豆封垄期)开始调查大豆菌核病子囊盘萌发个数,每3 d调查1次。在7月末(大豆开花末期)调查发病率、发病严重程度并计算病情指数。发病严重程度分级标准^[5]:

1级:全株无症状或茎上有微小点状病斑,植株生长正常;

3级:前期叶腋处及侧枝轻度感病,后期主茎上病斑长度小于3 cm,瘪荚率低于10%;

收稿日期:2013-04-18

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201103016-03A2);黑龙江省农业科技创新工程重点项目。

作者简介:顾鑫(1980-),男,硕士,助理研究员,主要从事大豆病害研究。E-mail:guxin1111@163.com。

5 级:前期主茎及侧枝均生有菌丝并呈水浸状腐烂,后期主茎上病斑长度 3~6 cm,病斑处苍白,瘿荚率为 10%~30%;

7 级:前期主茎和侧枝均生长大量菌丝,呈严重水浸状腐烂,后期病斑处苍白,主茎内外密生菌核,病斑长度 6~15 cm,瘿荚率为 30%~50%;

9 级:前期严重感病,基本上达到枯死程度,后期主茎上病斑超过 15 cm,病茎内外密生菌核,瘿荚率达 50% 以上。

病情指数 = $100 \times \sum(\text{各级病叶数} \times \text{各级代表值}) / (\text{调查总叶数} \times \text{最高级代表值})$ 。

试验将 9 个年份的 6 月平均气温(X_1)、7 月平均气温(X_2)、8 月平均气温(X_3)、6 月平均降水量(X_4)、7 月平均降水量(X_5)、8 月平均降水量(X_6)、6 月平均日照时数(X_7)、7 月平均日照时数(X_8)、8 月平均日照时数(X_9)和 7 月田间子囊盘萌发个数(X_{10})10 个指标设为自变量,将 9 个年份的 7 月末大豆菌核病平均病情指数(Y)设为因变量,进行逐

步回归分析和通径分析。用所有测定指标对提取的主成分进行逐步回归分析,回归分析中 F 值采用浮动临界值的方法,由 DPS 软件完成^[6]。利用逐步回归中保留的测定指标及主成分的相关系数构造方程求得测定指标对主成分的直接和间接通径系数,并计算各测定指标对主成分的直接、间接及总决定系数。

1.4 数据分析

采用 DPS 7.05 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 大豆菌核病发病率与主要气象因子

三江平原地区 2004~2012 年大豆开花期间的气象因子、田间菌核量及病情指数列于表 1。2009 年病害发生的最为严重,病情指数达到 22.18%,然后依次为 2006、2010 和 2004 年。2005 年病情指数最低,为 11.52%。

表 1 2004~2012 年三江平原大豆菌核病病情指数与主要气象因子

Table 1 Disease incidence of soybean sclerotia and mean values of several meteorological factors in Sanjiang Plain from 2004 to 2012

年份 Year	气温 Temperature/°C			降水量 Precipitation/mm			日照时数 Sunshine hours/h			田间菌核量 Field sclerotia number per 20 m ²	病情指数 Y Disease index/%
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	
	2004	18.67	19.04	19.86	79.66	92.67	78.14	311.23	318.74	297.09	21
2005	15.21	19.24	20.44	75.42	77.97	68.57	291.14	289.54	294.67	14	11.52
2006	14.39	19.03	19.61	81.38	88.27	77.97	308.09	327.08	298.49	22	20.14
2007	13.81	20.32	20.88	62.56	63.47	68.63	282.54	301.94	301.25	10	18.25
2008	15.12	19.78	20.18	62.57	74.94	72.81	299.12	307.59	298.44	12	17.36
2009	18.71	19.06	19.75	77.1	92.64	76.74	281.15	338.23	304.17	26	22.18
2010	17.34	19.11	19.77	78.2	89.97	78.75	281.25	281.01	317.58	20	20.13
2011	15.26	20.06	20.61	57.32	69.43	56.67	282.29	299.79	286.95	10	17.52
2012	15.87	20.31	21.14	57.13	59.7	52.17	285.79	281.31	344.49	9	13.25

2.2 多元回归分析及预测模型的建立

逐步回归分析结果表明,利用开花期气象因子对大豆菌核病的发生情况进行模拟效果最好,筛选得到 6 月平均气温(X_1)、7 月平均气温(X_2)、7 月平均降水量(X_5)、8 月平均降水量(X_6)、7 月日照时数(X_8)和 7 月田间子囊盘萌发个数(X_{10})共 6 个因子(表 3)。其中 6 月平均气温(X_1)、7 月平均日照时数(X_8)和 8 月平均降水量(X_6)与大豆菌核病的病情指数呈负相关;7 月平均气温(X_2)、7 月平均降水量(X_5)和 7 月田间子囊盘萌发个数(X_{10})与病情指

数呈正相关。

依据筛选出来的对大豆菌核病影响较为显著的因子,采用逐步回归分析的方法建立其流行程度的预测模型: $Y = -395.446 - 1.013X_1 + 18.612X_2 + 0.845X_5 - 0.038X_6 - 0.023X_8 + 0.548X_{10}$ 。预测模型的 F 值的显著水平 $P = 0.0015 < 0.05$,所建立的回归方程可以使用。对每个因子与 Y 进行 t 检测,结果表明:6 个因子中除了 8 月平均降水量(X_6)差异不显著外,7 月日照时数(X_8)差异显著,其余均达到极显著水平(表 2)。

表2 复相关关系及F检验

Table 2 Complex correlation and F-test

偏相关 Partial correlation	t 检验值 t-test value	P-值 P-value
$r(y, X_1) = -0.9965$	16.9413	0.0004
$r(y, X_2) = 0.9994$	39.4039	0.0001
$r(y, X_5) = 0.9987$	27.4896	0.0001
$r(y, X_6) = -0.8911$	2.7776	0.0691
$r(y, X_8) = -0.9655$	5.2434	0.0135
$r(y, X_{10}) = 0.9966$	16.9863	0.0004
相关系数 Correlation coefficient	$R = 0.9998$	
F 值 F value	$F = 672.5418$ Df = (6, 2)	
P-值 P-value	$P = 0.0015$	
剩余标准差 Residual standard deviation	$S = 0.1518$	
调整后的相关系数 Adjustment of the correlation coefficient	$Ra = 0.9990$	

利用回归预测模型的预测值与2004~2012年发生程度的实际值进行回归拟合,由表3可以看出该模拟方程拟合误差绝对值小于0.5,说明拟合效果较好。利用该方程可对三江平原大豆菌核病的发生发展进行20d左右的中短期预测。可结合大豆开花期的气象因子与田间子囊盘萌发个数,预测大豆菌核病的发病程度。

表4 气象因子与大豆菌核病发病率的通径分析

Table 4 The path coefficient of meteorological factors and the disease incidence

因子 Factors	直接 Directly	通过 X_1 Through X_1	通过 X_2 Through X_2	通过 X_5 Through X_5	通过 X_6 Through X_6	通过 X_8 Through X_8	通过 X_{10} Through X_{10}
X_1	-0.5317	-	-1.7403	2.1013	-0.0415	-0.0394	0.6710
X_2	3.0786	0.3005	-	-3.0458	0.0893	0.0634	-0.9134
X_5	3.1621	-0.3533	-2.9653	-	-0.0946	-0.0765	0.9583
X_6	-0.1098	-0.2010	-2.5054	2.7237	-	-0.0725	0.8160
X_8	-0.1366	-0.1534	-1.4280	1.7706	-0.0583	-	0.6768
X_{10}	1.0136	-0.3520	-2.7742	2.9896	-0.0884	-0.0912	-

3 结论与讨论

建立回归模型时对关键气象因子的筛选尤为重要,入选因子必须与病害的发生有显著相关性,才能保证方程的准确可靠,而逐步回归分析既可以实现对各影响因素的筛选,又可建立回归方程,是一种较为实用的分析方法^[7]。本文利用逐步回归分析和通径分析研究了大豆开花期间的气象因子对大豆菌核病发病的影响,同时将田间子囊盘萌发个数作为一个因子引入到方程中,以提高方程预测的准确性及实用性。试验筛选出的6个因子证明了

表3 气象因子回归方程拟合结果

Table 3 The matching results of the simulative equation with meteorological factors

样本 Sample	实际值 Actual value	预测值 Predicted value	拟合误差 Fitting error
1	19.3200	19.4321	-0.1121
2	11.5200	11.4473	0.0727
3	20.1400	20.2240	-0.0840
4	18.2500	18.2292	0.0208
5	17.3600	17.3491	0.0109
6	22.1800	22.0787	0.1013
7	20.1300	20.1076	0.0224
8	17.5200	17.4676	0.0524
9	13.2500	13.3344	-0.0844

2.3 气象因子与大豆菌核病发病率的通径分析

通过对主成分逐步回归分析保留了对主成分影响显著的6个因子:6月平均气温(X_1)、7月平均气温(X_2)、7月平均降水量(X_5)、8月平均降水量(X_6)、7月日照时数(X_8)和7月田间子囊盘萌发个数(X_{10})。将这6个因子进行通径分析得出:7月平均降水量(X_5)和7月平均气温(X_2)的直接通径系数最大,是对大豆发病率影响最大的气象因子,其次为7月田间子囊盘萌发个数(X_{10}) (表4)。通径分析的决定系数 R^2 为0.99950,剩余通径系数为0.02226,说明这6个因子对8月下旬大豆菌核病病情指数影响的比重高达99.95%。

大豆开花期间7月降雨量、7月平均气温和7月田间子囊盘个数3个因子为影响菌核病发生的关键因子,这与实际生产中的结果相吻合^[1,8]。大豆菌核病的发生不仅与气象因子有关,还与栽培模式、化肥施用量、品种抗病性等有很大关系。试验采用的垄上双行栽培模式、播种密度、整地措施等均为三江平原常用的种植方法,化肥施用量采用的常规用量,有一定的代表性。同时三江平原大豆主栽品种对菌核病的抗病性差异不大,所以方程能够排除其他因素的干扰,很好地进行20d左右的中短期预测。

(下转第686页)