

文章编号:1003-8701(2005)02-0033-04

玉米丝黑穗病、弯孢叶斑病、玉米螟危害损失及复合经济阈值的研究

刘金文¹, 丛 斌¹, 李茂海²

(1. 沈阳农业大学植物保护学院, 沈阳 110161; 2. 吉林省农业科学院植物保护研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘 要: 采取二次通用旋转设计及病虫 3 因素 6 水平全因子试验, 研究了不同品种条件下, 随着虫量的增加, 穗重的减少与每穗虫量呈曲线相关; 同时对丝黑穗病(A)、弯孢叶斑病(B)、玉米螟虫伤株(C)的复合危害损失(ABC)的研究表明, 病虫对玉米产量的影响均达到了极显著水平, 并存在复合危害关系; 复合危害的损失与品种无关, 其大小依次为: $C < B < A < ABC < (A+B+C)$ 。最后组建了复合危害损失及复合经济阈值模型。经田间小区、大区大面积试验, 能够符合实际生产要求。

关键词: 玉米; 丝黑穗病; 弯孢叶斑病; 玉米螟; 复合经济阈值

中图分类号: S513.08

文献标识码: A

东北地区是我国玉米的主产区, 有 10 余种主要病虫害一直成为该区玉米高产与稳产的限制因素。在过去的一段时间内, 国内外对病虫害经济阈值的研究, 大都停留在单病和单虫上, 实施一种或多种作物的多病虫害的 IPM 计划有很大的局限性, 并且在自然条件下, 这种单一的病与虫的危害是不可能的。目前, 许多学者正从理论上探讨提出病害的多因子与虫害的混合种群复合体经济阈值, 但实际上涉及病虫害的复合危害损失问题报道较少。本文在前人研究的基础上, 进一步从玉米弯孢叶斑病、玉米丝黑穗病和玉米螟复合危害损失及经济阈值进行研究, 为玉米病虫综合防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

玉米品种: 沈试 29、沈农 87 和丹玉 2151。

药剂: 黑穗净(公主岭八达农化公司生产)、斑菌灵(江苏农药公司生产)、异硫磷颗粒剂(沈阳农业大学颗粒剂厂生产)和种衣剂(德国拜耳公司生产)。

菌种及卵块: 丝黑穗病菌由沈阳农业大学植保学院植物免疫研究所、辽宁省农业科学院植保所和吉林省农业科学院植保所提供, 玉米弯孢叶斑病原菌来自沈阳农业大学免疫实验研究所; 玉米螟在沈阳农业大学生物防治研究所室外用黑光灯诱集成虫, 在养虫室内获得卵块。

1.2 试验设计与方法

1.2.1 常规栽培小区试验

选择中等的玉米田, 以东北常发性病虫丝黑穗病、弯孢叶斑病和玉米螟为主要研究对象, 采用三因素二次通用旋转设计, 安排不同的玉米品种, 每区种植 150 株, 株行距为 $13.2 \text{ cm} \times 33.1 \text{ cm}$ 。采用等比法按行接虫, 接卵块量为 0、50、100、150、200、250 块; 丝黑穗在种植时采用菌土接菌法, 每穴菌土量为 50 g, 菌量为 0.2%^[1]; 玉米弯孢叶斑病是在玉米 8 叶 1 心期喷雾接种, 孢悬液浓度为光学显微镜

收稿日期: 2004-12-14

基金项目: 国家自然科学基金 30170625 资助

作者简介: 刘金文(1978-), 男, 黑龙江省绥化人, 沈阳农业大学植物保护学院在读硕士, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究。

10×15 倍下每视野 8~9 个孢子/mL ,接种后 5 d 调查^[2]。小区共 36 个处理 ,2 次重复 ,随机排列 ,小区面积 120 m × 20 m ,设自然发病区和药剂控制丝黑穗病、弯孢叶斑病区作为对照。

1.2.2 小区试验调查方法

在玉米乳熟期进行丝黑穗病株率调查 ,每区 150 株 ,调查发病株数和其他病害发病率 ,在玉米成熟后调查全区发病率。弯孢叶斑病在发病后进行全区调查 ,共 150 株 ,每 10 d 调查一次叶斑病发病率、玉米螟危害率以及其他病虫害。在玉米成熟后 ,每区随机抽取 100 株 ,依受害株进行分级测产。弯孢叶斑病严重度按国家标准分为 6 级 ,即 0、0.5、1、2、3 和 4 级 ;螟害以食叶程度和蛀茎孔数分为 6 级 ;复合受害株则按上述病虫被害度对应分为 1-1 ,1-2 ... ,6-5 ,6-6 ,共 36 类 ,分别取样测定瘪实粒数 ,换算成标准百粒重。抽样后 ,分区测定实际产量。数据处理采用逐步回归、多因子及互作项逐步回归、二次多项式回归及最小二乘法等统计方法 ,借助 SPSS 统计软件组建模型。

2 结果与分析

2.1 玉米螟虫量与穗重的关系

2.1.1 玉米螟虫量对不同穗型的危害规律

表 1 说明 ,当每穗虫量少于 15 头时 ,虫数增加与穗重减少呈负相关 ,随着穗数增加 ,回归斜率变化不大 ,说明不同品种间相同虫量造成不同穗型穗重损失趋势一致^[3]。

2.1.2 玉米螟虫量对穗重损失的影响

对无病穗的虫量进行统计 ,当每穗上的虫量少于 3 头时 ,对穗重影响较小 ,玉米产生了补偿现象 ,每穗虫数达 3 头以上时 ,随虫数的增加 ,穗重逐渐减少。当穗虫超过 20 头时 ,穗重随虫数增加减少趋于平缓^[4]。不同品种的虫数(Z)与穗重(W)间的二次多项式回归方程为 :

丹玉 2151W=-0.064 9+0.284 9lgz r=0.951 7

沈农 87W=-0.063 3+0.266 5lgz r=0.899 7

沈试 29W=-0.086 8+0.396 8lgz y=0.875 6

经 t 检验差异均未达到显著水平 ,说明不同品种对穗重总的影响程度是一致的。

2.2 病虫复合危害产量损失及复合经济阈值

玉米丝黑穗病、玉米弯孢叶斑病与玉米螟混合发生危害 ,以病株和虫伤株作为受害损失统计。其结果 ,丝黑穗病(A)、弯孢叶斑病(B)、玉米螟虫伤株(C)和三者复合受害株(ABC)百穗重的平均产量损失见表 2、3。

表 2 百穗重的平均产量损失				%
品 种	A	B	C	ABC
丹玉 2151	4.30±2.04	4.03±2.37	3.90±2.34	7.52±2.55
沈试 29	24.24±2.56	13.46±3.04	7.75±3.32	30.70±3.32
沈农 87	37.70±3.72	13.15±1.37	8.57±1.74	39.78±4.37

表 3 产量损失率比值							
品 种	A/B	A/C	B/C	ABC/A	ABC/B	ABC/C	ABC/(A+B+C)
丹玉 2151	1.07	1.10	1.03	1.75	1.87	1.93	0.62
沈试 29	1.80	1.90	1.06	1.35	2.43	2.56	0.68
沈农 87	2.87	4.40	1.53	1.06	3.03	4.64	0.67

由表 3 可知 ,相对 3 个品种来讲 ,复合产量损失率只占三者单独造成产量损失率之和的 65.67% ,C<B<A<ABC<(A+B+C) ,说明田间实际产量损失丝黑穗病重于弯孢叶斑病 ,两者也重于玉米螟的危

害 ,原因是丝黑穗病和弯孢叶斑病发病率较高 ,前者一般品种发病率在 7%左右 ;感病品种在 10%~40%^[3] ;个别高感品种在 50%以上 ;后者一般品种发病率在 10%左右 ,感病或高感品种在 50%以上^[4] ;玉米螟虫伤株一般在 10%~15% ,个别年份在 50%以上^[5]。

以上结果通过小区抽样测产和实际测产验证 ,小区产量损失率符合度平均为(85.79±9.75)% ,同时经过方差分析见表 4。从表 4 可以看出 ,在病虫间 $F=13.40>F_{0.05}$,品种与病虫间 $F=10.54>F_{0.05}$,所以该试验病虫间和品种与病虫间的互作效应都是极显著的 ,而品种间无显著差异 ,同时证明病虫对产量影响存在复合危害关系。经回归分析 ,病株、虫株、复合受害株的产量损失与田间受害总损失有关 ,而与品种无关。

根据复合危害病虫株所得到的数据 ,以玉米灌浆后期(8 月 22 日)丝黑穗病株率(x_1)、弯孢叶斑病株率(x_2)、第二代玉米螟虫伤株(x_3)为变量 ,除去不同品种的影响因素 ,建立复合危害产量损失率(Y)的模型^[6] :

$$Y=0.001\ 9+0.082\ 4x_1+0.016\ 5x_2+3.245\ 1x_3+0.063\ 7x_1x_2+0.000\ 8x_1x_3+0.056\ 9x_2x_3+0.968\ 8x_1^2+0.088\ 4x_2^2+0.909\ 7x_3^2$$

$$(R=0.973\ 5\ ,n=12\ ,F=90.830>F_{0.01}\ ,0\leqslant X_1\leqslant 20\ ,0\leqslant X_2\leqslant 17\ ,0\leqslant X_3\leqslant 15)$$

根据产量损失模型及经济阈值定义(Headley ,1972 ;Chiang ,1979 ;Stern1979)^[7-9]推导出病虫危害的复合阈值经济模型为 :

$$X_{ET1}=-0.425\ 3-0.328\ 8x_2-0.004\ 2x_3+[-0.804\ 4x_2^2-9.390\ 0x_3^2-0.585\ 9x_2x_3+0.109\ 3x_2-33.492\ 7x_3+0.160\ 3+1.032\ 2(100CE/NPF)]^{1/2}\tag{1}$$

$$X_{ET2}=-0.360\ 3x_1-0.321\ 9x_3-0.093\ 4+[-10.829\ 5x_1^2-10.187\ 1x_3^2+0.143\ 6x_1x_3-0.864\ 8x_1-36.649\ 2x_3-0.012\ 8+11.312\ 2(100CE/NPF)]^{1/2}\tag{2}$$

$$X_{ET3}=-0.000\ 5x_1-0.031\ 3x_2-1.783\ 6+[-1.065\ 0x_1^2-0.096\ 3x_2^2-0.088\ 7x_1+0.043\ 0x_2-0.070\ 0x_1x_2+3.178\ 9+1.099\ 3(100CE/NPF)]^{1/2}\tag{3}$$

式中 X_{ET1} 表示弯孢叶斑病株率(x_2)、玉米螟虫伤株(x_3)时丝黑穗病株率(x_1)的经济阈值 ; X_{ET2} 、 X_{ET3} 与 X_{ET1} 类同 ; C 为防治总费用 , P 为作物价格 , N 为无病虫害时的产量(kg) , F 为防治效果(%) , E 为临界转移因子。

根据生产实际 ,如果每公顷防治总费用为 202.5 元 ,玉米单价每公斤 0.9 元 ,防治效果按 90%计算 ,总收入为支出的 2 倍^[10] ,根据(1)、(2)与(3)式求得不同产量水平下的经济阈值(表 5)。

表 5 丝黑穗病、弯孢叶斑病和玉米螟复合经济阈值

允许损失率(%)		病虫组合(%)	复合阈值(部分)			
7 500	6.58	丝黑穗病株率	1.00	2.00	3.00	4.00
		虫伤株率	1.00	2.00	3.00	4.00
		叶斑病株率	1.43	1.41	1.40	1.38
7 000	7.16	丝黑穗病株率	2.00	3.00	4.00	5.00
		虫伤株率	2.00	3.00	4.00	5.00
		叶斑病株率	1.45	1.44	1.41	1.40
6 500	7.60	丝黑穗病株率	3.00	4.00	5.00	6.00
		虫伤株率	2.00	3.00	4.00	5.00
		叶斑病株率	1.46	1.46	1.45	1.43
6 000	8.24	丝黑穗病株率	4.00	5.00	6.00	7.00
		虫伤株率	3.00	4.00	5.00	6.00
		叶斑病株率	1.48	1.47	1.45	1.44
5 500	9.78	丝黑穗病株率	5.00	6.00	7.00	8.00
		虫伤株率	4.00	5.00	6.00	7.00
		叶斑病株率	1.50	1.49	1.48	1.47

实际生产中 ,影响病虫复合经济阈值的因素很多 ,因田间的自然因素、病虫害的发生时期、程度和防治费用等而不同 ,本文模拟大田玉米的种植情况获得了接近实际生产中的经济阈值 ,更有利于生产

的需要。

3 大田验证

于 2003 和 2004 年,在辽宁省瓦房店市进行大田检验,在肥密因子、品种和栽培条件均相同的情况下,复合经济阈值的符合率在 $(85\pm 8.3)\%$,利用经济阈值作为防治指标,减少了施药次数和防治面积,经济效益显著。

4 讨 论

在东北地区,丝黑穗病和弯孢叶斑病是玉米发育过程中的主要病害,并且与玉米螟同步发生,存在着交互作用。现在所作的单一防治指标,是在人为的条件下完全排除其他的干扰因素,所得的结果被夸大了 10%~20%。采用复合经济阈值进行防治指导更接近田间实际。

在此次试验中,病虫害虽然造成了一定的损失,但还受外界气候和田间生物因子等条件影响,表现出年度的差异。其中 2003 年病虫害的发病率较高,但复合经济阈值与小区相比符合率高达 93.0%,而 2004 年东北地区春季干旱,玉米病虫害发病率较低,但因干旱造成的产量损失较高,复合经济阈值符合率达 77.5%。同时,经济阈值在耕作制度、品种和防治措施等方面是相对稳定的,适合大田生产。

本文仅就病虫害复合危害损失和经济阈值进行研究,对致病机理和生理生化指标未进行研究。此外,在试验过程中由于工作量等方面的影响,不可避免地受其他多种病虫害的干扰,这有待于建立更完善的防治模型,为指导我国玉米高产稳产作出贡献。

参考文献:

- [1] 王振华,等.玉米丝黑穗病的研究进展[J].玉米科学,2002,10(4):61-64.
- [2] 傅俊范,等.玉米弯孢叶斑病产量损失估计模型的研制[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):468-471.
- [3] 杨之为,等.小麦条锈病与吸浆虫混合危害损失估计[J].西北农业学报,1999,8(1):49-53.
- [4] 文丽萍,等.亚洲玉米螟对玉米的危害损失估计及经济阈值研究[J].中国农业科学,1992,25(1):44-49.
- [5] 杨长城,等.玉米螟不同虫态发生期、发生量对第 1、2 代玉米螟发生程度的影响[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):435-438.
- [6] 何明,等.水稻纹枯病、二化螟危害损失估计及复合经济阈值[J].植物保护学报,1991,18(3):241-246.
- [7] 蒲蛰龙.农作物害虫管理数学模型与应用[M].广州:广东科技出版社,1990:263-292.
- [8] Larry P. Pedigo. Economic threshold and economic injury levels. New York: Department of Entomology Iowa State University, 1996.
- [9] Madden L.V, et al. A loss model for crops[J]. Phytopathology, 1981, 71(7): 685-689.
- [10] 刘忠德,等.玉米粗缩病病情指数与产量损失率关系的测定及经济阈值的研究[J].玉米科学,2001,9(2):70-71.

Study on the Mixed Damage and Economic Threshold Caused by *Sphacelotheca reiliana*, *Curvularia lunata* and *Ostrinia furnacalis*

LIU Jin-wen¹, CONG Bin¹ and LI Mao-hai²

(1. College of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161;

2. Institute of Plant Protection, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: The mixed damage of *Sphacelotheca reiliana* (A), *Curvularia lunata* (B) and *Ostrinia furnacalis* (C) in three maize varieties was studied in Shenyang, Liaoning Province, by applying complete blocking and general quadratic rotation designs. Results showed that the ears weight has curvilinear correlation with each ear midge and there was highly significant damage of A B C and ABC to the maize yield loss. The total yield loss of mixed damage did not have relation to varieties. At the end a simulated model of mixed damage and economic threshold was developed, which is adaptable to field reality in the plot and block field trials.

Key words: Maize; *Sphacelotheca reiliana*; *Curvularia lunata*; *Ostrinia furnacalis*; Mixed economic threshold