

二代玉米螟为害玉米产量损失研究*

周淑香^{1**} 鲁新^{1***} 王振营² 李丽娟¹ 张国红¹ 丁岩¹

(1. 吉林省农业科学院植物保护研究所 公主岭 136100; 2. 中国农业科学院植物保护研究所 北京 100193)

摘要 【目的】研究二代亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 为害对玉米产量的影响。【方法】以“先玉 335”为供试玉米品种, 通过人工接虫模拟二代玉米螟不同发生量为害玉米对产量损失的影响。【结果】随着接卵量增加, 虫孔数和蛀孔隧道长度增加, 玉米单穗粒重降低。单株虫孔数每增加 1 个, 玉米产量损失率增加 4.52%; 隧道长度每增加 10 cm, 产量损失率增加 8.34%。接卵量与玉米产量损失率的关系符合方程 $z = -10.0297 + 4.034 \ln(x)$ 。【结论】根据害虫经济阈值的定义, 推算出二代玉米螟的防治指标为百株累积卵量 12.8 块, 对二代玉米螟的防治决策具有重要指导作用。

关键词 二代玉米螟, 玉米产量损失, 经济阈值

Study on the corn yield loss damaged by the second generation of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée)

ZHOU Shu-Xiang^{1**} LU Xin^{1***} WANG Zheng-Ying² LI Li-Juan¹ ZHANG Guo-Hong¹ DING Yan¹

(1. Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China;

2. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract [Objectives] To study lost corn yield caused by the second generation of *Ostrinia furnacalis* (Guenée) damage.

[Methods] The maize single cross XY335 was artificially infested with the 2nd generation Asian corn borer *O. furnacalis* and subsequent crop damage quantified. [Results] Grain yield per plant was significantly correlated with the number of egg-masses, stalk cavities and tunnel length. Maize yield loss increased by 4.52% with per percent increase in stalk cavities and 8.34% per 10 cm increase in tunnel length. The correlation between yield loss and the number of egg-masses per 100 plants was fitted with the equation: $z = -10.0297 + 4.034 \ln(x)$. [Conclusion] According to the economic threshold definition, the control index of the 2nd generation Asian corn borer is 12.8 egg-masses per 100 plants.

Key words second generation, *Ostrinia furnacalis*, yield loss, corn, economic threshold

亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (以下简称玉米螟)是我国玉米的主要害虫,严重影响玉米的产量和质量。近年来,由于全球气候变暖和主推玉米品种生育期的延长,吉林省玉米螟的发生规律发生了变化,中部主要玉米产区玉米螟由过去每年发生一代半变为每年发生两代(鲁新等, 2005),二代玉米螟的发生为害给玉米产区造成了巨大经济损失。尽管政府部门每年投入近千万元的防治费用,

但是主要针对一代玉米螟进行生物防治,对二代玉米螟的危害没有受到应有的重视。本试验拟通过人工接卵的方法,研究二代玉米螟为害对玉米产量的影响,为吉林省二代玉米螟防治提供理论依据。

* 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(201303026); 吉林省科技发展计划重大项目(20116029)

**E-mail: df-200@yeah.net

***通讯作者, E-mail: luxin58@163.com

收稿日期: 2014-03-15, 接受日期: 2014-04-01

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试玉米品种为“先玉 335”，播种日期 2012 年 4 月 28 日；亚洲玉米螟为实验室饲养种群，室内饲养 3 代后用于实验；试验地点：吉林省农业科学院植物保护研究所试验田（公主岭）。

1.2 田间试验方法

实验采用随机区组设计，每 10 行为 1 个小区，每小区 10 m × 6 m (60 m²)，行距 0.6 m，株距 26 cm，出苗后每小区定株 350 株，于 2011 年 8 月 9 日（2 代玉米螟落卵高峰期）人工接种室内饲养的玉米螟黑头卵块，每百株玉米 0、20、50、100、200、300 块卵，每个卵块 30~40 粒卵，用镊子将卵块夹在玉米花丝上，每个处理重复 3 次，不接卵为对照，每个小区之间设 2 垄隔离行，每个区组间设 2 m 观察道。为了防止 1 代玉米螟自然落卵对试验的干扰，在 1 代玉米螟发生期对接虫区和对照区以氯菊酯 10% 乳油 1 000~1 250 倍液喷雾进行药剂处理。在 2 代发生期，每 3 d 调查 1 次每株玉米上的自然落卵情况，并及时人工去除。秋季收获时调查（1）每小区取 5 点，每点 20 株，剖秆调查植株虫孔数和隧道长度，确定接卵量与虫孔数、隧道长度的

关系；（2）采取随机抽样的方法，逐株调查单株虫孔数和隧道长度，并将每个调查植株编号，将单株雌穗装入网袋，记录植株编号，使雌穗与调查植株对应，待雌穗完全干燥后进行考种，记录每株玉米的主雌穗长度（文中简称雌穗长度）和单株产量，确定虫孔数、隧道长度与玉米产量的关系。

1.3 数据分析

用 One-way ANOVA 进行方差分析，用 LSD 进行差异显著性检验，用 Pearson 相关系数法进行相关性分析。通过回归分析拟合曲线确定接卵量和虫孔数，及虫孔数和产卵损失率的关系方程。以上数据分析均采用统计软件 SPSS15.0 进行。

2 结果与分析

2.1 不同接卵量与虫孔数和隧道长度的关系

从表 1 可以看出，不同接卵量处理之间虫孔数和隧道长度均存在显著差异（虫孔数 $df=5$, $F=21.697$, $P<0.01$ ；隧道长度 $df=5$, $F=22.736$, $P<0.01$ ），随着接卵量的增加虫孔数增加，隧道长度增长，接卵量和虫孔数、隧道长度之间呈显著正相关（虫孔数 $r=0.972$, $P<0.01$ ；隧道长度 $r=0.997$, $P<0.01$ ）。

表 1 不同接卵量处理的虫孔数和隧道长度（百株）
Table 1 Stalk cavities and tunnel length resulting from different egg-masses infestation

接卵量（块·百株 ⁻¹ ） Number of egg-masses infested per 100 plants	虫孔数（个·百株 ⁻¹ ） Stalk cavities per 100 plants	隧道长度（cm·百株 ⁻¹ ） Tunnel length per 100 plants
0	31.0±3.4c	107.33±10.87c
20	65.0±8.13c	246.64±34.53c
50	127.6±20.9bc	522.86±67.64bc
100	199.0±15.3b	788.87±73.11b
200	272.4±33.3ab	1 053.76±157.56ab
300	339.3±46.2a	1 352.17±145.91a

表中同一列数据后标有不同字母表示数据间差异显著（LSD 法， $P<0.01$ ），下表同。
Data with different letters in the same column indicate significant difference (LSD test, $P<0.01$), the same below.

2.2 虫孔数量对玉米产量的影响

随着单株虫孔数增加，玉米雌穗长度缩短，

单株产量降低，虫害植株与健株（虫孔数为 0）之间差异显著（雌穗长度： $df=5$, $F=7.894$,

$P<0.01$; 单株产量: $df=5$, $F=8.482$, $P<0.01$) (表 2); 相关分析表明: 虫孔数与雌穗长度和单株产量呈显著负相关 (雌穗长度: $r=-0.931$, $P=0.022$; 单株产量: $r=-0.971$, $P<0.01$), 与产量损失率呈显著正相关 ($r=0.971$, $P=0.004$); 通过直线回归得出: 单株每增加 1 个虫孔, 单株产量平均减少 10.0 g, 产量损失率平均增加 4.52%。

2.3 隧道长度对玉米产量的影响

随着隧道长度增加, 玉米雌穗长度缩短, 单株产量降低, 虫害植株与健株 (隧道长度为 0) 之间差异显著 (雌穗长度: $df=3$, $F=13.825$, $P<0.01$; 单株产量: $df=3$, $F=13.268$, $P<0.01$) (表 3); 相关分析表明: 隧道长度与雌穗长度和玉米单株产量呈显著负相关 (雌穗长度: $r=-0.975$, $P=0.025$; 单株产量: $r=-0.986$, $P=0.014$), 与产量损失率呈显著正相关 ($r=0.986$, $P=0.014$); 通过直线回归得出: 单株隧道长度每增加 10 cm,

单穗净重平均减少 18.4 g, 玉米产量损失率平均增加 8.34%。

2.4 接卵量对玉米产量的影响

通过回归分析, 拟合曲线得到: 接卵量和虫孔数的关系方程 $y = -280.838 + 100.075 \ln(x)$ ($R^2 = 0.980^{**}$) (1), 其中 x 为百株接卵量, y 为百株虫孔数, 为了去除试验中田间自然落卵的影响, 拟合曲线时用百株校正虫孔数数据代替百株虫孔数, 校正虫孔数 = 处理虫孔数 - 对照虫孔数; 虫孔数和产量损失率关系方程 $z = 2.608 + 0.045y$ ($R^2 = 0.959^{**}$) (2), 其中 y 为百株虫孔数, z 为产量损失率。将方程 (2) 进行变换后得 $y = (z - 2.608) / 0.045$ (3), 将 (3) 带入 (1), 得到接卵量和玉米产量损失率的关系方程 $z = -10.0297 + 4.034 \ln(x)$ (4)。

表 2 玉米螟虫孔数对玉米产量的影响

Table 2 Impact of stalk cavities by *Ostrinia furnacalis* on maize grain yield losses

单株虫孔数 (个) Cavities per plant	调查株数 Number of plants investigated	雌穗长 (cm) Length of ear	单穗粒重 (g) Grain weight per plant	产量损失率 (%) Yield loss rate
0	132	19.03±0.19a	221.24±3.84a	0
1	63	17.62±0.39b	203.99±6.55b	7.79
2	77	16.98±0.42b	188.89±6.47bc	14.62
3	62	16.72±0.51b	184.48±8.42bc	16.62
4	34	16.45±0.79b	173.69±13.03c	21.49
5-10	27	16.41±0.63b	170.26±10.96c	23.04

表 3 玉米螟驻孔隧道长度对玉米产量的影响

Table 3 Impact of the tunnel length by *Ostrinia furnacalis* on maize grain yield

隧道长度 (cm) Tunnel length	调查株 Number of plants investigated	雌穗长 (cm) Ear length	单穗粒重 (g) Grain weight per plant	产量损失率 (%) Yield loss rate
0	132	19.03±0.19a	221.24±3.87a	0
1-10	141	17.27±0.31b	194.24±5.11b	12.20
10-20	86	16.75±0.39bc	184.38±6.47b	16.66
>20	30	15.70±0.74c	163.03±12.38b	26.31

2.5 二代玉米螟危害的经济阈值

根据害虫经济阈值 (防治指标) 的定义, 害

虫防治指标是指挽回收益与防治费用相等时害虫的密度。因此, 根据目前玉米田赤眼蜂防治玉米螟一次的成本 (45 元/hm²) 和玉米价格 (2 元

/kg) 来计算, 相当于 22.5 kg 玉米的价值。在目前吉林省中部玉米平均亩产 9 000 kg/hm² 的条件下, 折算损失率为 0.25%。此值带入接卵量和玉米产量损失率的关系方程, 得到二代玉米螟的防治指标为百株累积卵量 12.8 块。

3 结论与讨论

在我国东北春玉米区的吉林和辽宁省的大部分地区, 亚洲玉米螟每年发生两代, 长期以来认为玉米螟的主要为害世代是第一代, 因此在防治上主要针对一代玉米螟采用卵期释放赤眼蜂, 玉米心叶末期投放颗粒剂以及 Bt 乳剂等防治措施, 虽然达到了一定的防治效果, 但不能完全控制亚洲玉米螟的危害。研究发现二代玉米螟发生轻重主要受田间湿度和天敌数量制约(丛斌等, 2000), 单纯防治一代玉米螟不能有效控制二代。一代防治效果很高, 残虫量很少, 二代玉米螟仍有可能大发生(王喜印等, 2009)。近年来, 随着全球气候的变暖和玉米主栽品种的变化, 二代玉米螟的发生日趋严重, 造成了巨大的经济损失。正确认识二代玉米螟对玉米产量损失的影响具有重要意义。

吴维均和蔡宁华(1963)提出玉米乳熟到完熟阶段单株每增加 1 头玉米螟幼虫产量损失 0.89%, 影响极小; 邱式邦等(1964)提出每增加 1 头玉米螟幼虫产量损失心叶中期为 3.17%, 穗期为 1.84%; 文丽萍等(1992)以蛀孔数为指标分析产量损失率, 提出在两个不同抗性的品种上单株单孔造成的产量损失率平均在 3.06%~5.12%之间。本试验以“先玉 335”为供试玉米品种, 研究了二代玉米螟对玉米产量的影响, 结果表明随着虫孔数增加, 蛀孔隧道长度增加, 玉米单穗粒重降低。单株虫孔每增加 1 个, 单株产量平均减少 10.0 g, 产量损失率平均增加 4.52%; 单株隧道长度每增加 10 cm, 单株产量平均减少 18.4 g, 玉米产量损失率平均增加 8.34%。表明二代玉米螟发生对玉米产量影响较大。

为了指导二代玉米螟的早期防治, 本研究根据害虫经济阈值的定义与计算方法, 得到二代玉米螟的防治指标为百株累积卵量 12.8 块, 对二代玉米螟的防治决策具有指导作用。

玉米螟为害造成的产量损失不仅与为害时玉米的生育时期密切相关(邱式邦等, 1964),

还受玉米品种的影响(Lynch, 1980; 文丽萍等, 1992; Bohn *et al.*, 1999; 王志春等, 2008)。不同玉米品种的抗虫性之间存在一定的差异, 防治指标也可能有所不同, 本试验所用玉米品种“先玉 335”是目前东北地区的主推品种, 由此得出的防治指标具有一定的代表性; 另外本试验采用人工接卵的方法, 试验结果可能与田间自然落卵存在一定误差。

参考文献 (References)

- Bohn M, Kreps RC, Klein D, Melchinger AE, 1999. Damage and grain yield losses caused by European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in early maturing European maize hybrids. *J. Econ. Entomol.*, 92(3): 723–731.
- Lynch RE, 1980. European Corn Borer: yield losses in relation to hybrid and stage of corn development. *J. Econ. Entomol.*, 73(1): 159–164(6).
- 丛斌, 张永军, 王立霞, 杨长城, 杨思咸, 李玉清, 陶福琛, 李相羽, 王丽娜, 2000. 影响第 2 代玉米螟种群数量变动的因素. 沈阳农业大学学报, 31(5): 448–450. [CONG B, ZHANG YJ, WANG LX, YANG CC, YANG SX, LI YQ, TAO FS, LI XY, WANG LN, 2010. Factors of affecting the second-generation Asian maize boror population fluctuation with path analysis method. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 31(5): 448–450.]
- 邱式邦, 周大荣, 董慧芳, 李振先, 1964. 玉米不同生育期遭受螟害对产量损失的影响. 植物保护学报, 3(3): 307–312. [QIU SB, ZHOU DR, DONG HF, LI ZX, 1964. Yield reduction of corn caused by the European corn borer at different development stages. *Acta Phytophylacica Sinica*, 3(3): 307–312.]
- 王喜印, 黄慧光, 徐静华, 张宇, 2009. 2 代亚洲玉米螟重发原因及其与 1 代残虫量关系分析. 中国植保导刊, 29(4): 2, 15–16. [WANG XY, HUANG HG, XU JH, ZHANG Y, 2009. Analysis of the severe occurrence causes of the second generation Asian corn borer and the relationship with the residual corn borer of the first generation. *Chinese Plant Protection*, 29(4): 2, 15–16.]
- 王志春, 钱海涛, 董辉, 王军辉, 王振营, 丛斌, 2008. 亚洲玉米螟为害程度与产量损失研究. 植物保护, 34(1): 112–115. [WANG ZC, QIAN HT, DONG H, WANG JH, WANG ZY, CONG B, 2008. Studies on the damage degree and yield loss by Asian corn borer. *Plant Protection*, 34(1): 112–115.]
- 文丽萍, 王振营, 叶志华, 王跃忠, 何康来, 宋彦英, 1992. 亚洲玉米螟对玉米的为害损失估计及经济阈值研究. 中国农业科学, 25(1): 44–49. [WEN LP, WANG ZY, YE ZH, WANG YZ, HE KL, SONG YY, 1992. Yield losses and economic threshold

- of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*(Guenée) on corn.
Scientia Agricultura Sinica, 25(1): 44–49.]
- 吴维均, 蔡宁华, 1963. 穗期玉米螟为害对夏玉米产量损失影响
初报. 植物保护学报, 2(2) : 135–139.[WU WJ, CAI NH, 1963.
- Effect of European corn borer on yield loss of summer-sown
field corn at ear a preliminary report, *Acta Phytophylacica Sinica*,
2(2) : 135–139.]