

陕西省关中夏玉米后期钻蛀性害虫的发生及不同玉米品种的抗虫性调查

赵士文¹, 陈秀琳¹, 陈丽慧¹, 于志浩¹, 蒋世雄¹, 赵玉玉¹,
赵玉婉¹, 孙德文², 冯志强³, 杨勤元⁴, 许 焯⁵, 仵均祥^{1*}

(1. 旱区作物逆境生物学国家重点实验室, 西北农林科技大学植物保护学院, 杨凌 712100;

2. 陕西省三原县植保植检站, 三原 713800; 3. 陕西省阎良区植保植检站, 阎良 710000;

4. 陕西省陈仓区植保植检站, 长安 721300; 5. 陕西省富平县植保植检站, 富平 711700)

摘要 为了明确陕西关中地区玉米生长后期钻蛀性害虫的为害情况及不同玉米品种的抗虫性,为玉米后期钻蛀性害虫的有效防治提供依据,在陕西关中选择5个具有代表性的县区进行调查,并且于2016年6月8-10日在阎良区种植21个玉米品种,观察不同品种的抗虫性。结果表明,陕西关中地区玉米生长后期钻蛀性害虫有亚洲玉米螟、棉铃虫和桃蛀螟3种,其所占比例因地而异。玉米后期钻蛀性害虫对21个供试玉米品种为害程度均较高,但不同品种之间受害程度有一定差异。

关键词 玉米钻蛀性害虫; 抗虫性; 为害程度

中图分类号: S476.15 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.05.028

Occurrence of corn borers in late stage of summer-corn and the corn varieties resistant to the borers in Guanzhong of Shaanxi Province

Zhao Shiwen¹, Chen Xiulin¹, Chen Lihui¹, Yu Zhihao¹, Jiang Shixiong¹, Zhao Yuyu¹,
Zhao Yuwan¹, Sun Dewen², Feng Zhiqiang³, Yang Qinyuan⁴, Xu Ye⁵, Wu Junxiang¹

(1. State Key Laboratory of Crop Stress Biology in Arid Areas, College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling 712100, China; 2. Plant Protection and Quarantine Station of Sanyuan County, Shannxi 713800, China; 3. Plant Protection and Quarantine Station of Yanliang District, Shannxi 710000, China; 4. Plant Protection and Quarantine Station of Chencang District, Shannxi 721300, China; 5. Plant Protection and Quarantine Station of Fuping County, Shannxi 711700, China)

Abstract This study aimed to clarify damage of corn borers in late stage of corn and different corn varieties resistant to these corn borers in central Shaanxi area, so that a basis of effective control strategies can be provided. The occurrence and damage of the corn borer were investigated in five counties in central Shaanxi area. Twenty-one corn varieties were selected to investigate the corn resistance to these borers. The results showed that three borer species, *Ostrinia furnacalis* (Guenée), *Conogethes punctiferalis* (Guenée) and *Helicoverpa armigera* (Hübner), occurred in central Shaanxi in late corn growth period and the species proportion differs from region to region. The tested twenty-one maize varieties were all severely damaged by these borers, while the damage levels were different among these varieties.

Key words corn borer; resistance; damage degree

玉米是我国第一大粮食作物,同时也是全世界总产量最高的粮食作物和饲料来源^[1]。其功能的多

样性使它成为具有发展潜力、产业相关度最高的作物,同时在保障我国粮食安全中也发挥着非常重要

收稿日期: 2017-01-12 修订日期: 2017-04-21

基金项目: “十三五”国家重点研发计划(2017YFD0201807)

* 通信作者 E-mail: junxw@nwsuaf.edu.cn

的作用^[2]。但以亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 为代表的玉米钻蛀性害虫自古以来就对玉米的安全生产构成了严重威胁。《诗·小雅·大田》中的“去其螟螣,及其蠹贼”,其中“螟螣”指的是包括玉米螟在内的各种钻蛀性害虫。在陕西,玉米常年受害株率达 30% 左右,减产 10% 左右;发生严重年份受害株率达 90% 以上,减产 30% 左右^[3]。

除亚洲玉米螟外,棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner) 也可以幼虫取食玉米叶片形成孔洞或缺刻,并为害茎秆、雌穗,诱发玉米穗腐病造成严重减产^[5-6]。20 世纪 90 年代以来,随着我国农业种植结构的变革,桃蛀螟 *Conogethes punctiferalis* (Guenée) 在许多玉米种植区对玉米的为害呈明显加重趋势,在有些地区或年份,桃蛀螟已经上升为玉米的主要钻蛀性害虫,为害程度甚至超过玉米螟^[7]。

亚洲玉米螟、棉铃虫和桃蛀螟在玉米田混合发生的现象越来越普遍,特别是在玉米生长后期,一个玉米雌穗上往往可以看到 3 种害虫同时为害,对玉米产量和质量造成了严重的影响。笔者于 2016 年在关中地区对玉米生长后期钻蛀性害虫的为害情况及不同品种的抗虫性进行了较系统的调查研究,旨在为准确掌握玉米生长后期钻蛀性害虫的发生情况和实施有效防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 玉米后期钻蛀性害虫为害情况调查

1.1.1 调查田块

在西安市阎良区、咸阳市三原县、宝鸡市陈仓区、渭南市富平县和杨凌区分别选择当地连片种植、面积较大、长势基本一致的夏玉米田作为调查田块。玉米播种时间为 2016 年 6 月 8—10 日,同一县区内供调查玉米田块播种期相同或者前后相差 2~3 d,播种方式均为条播,密度 4 000~4 500 株/667 m²。玉米主栽品种分别为:‘大丰 30’(阎良区)、‘浚单 20’(三原县和陈仓区)、‘豫玉 30’(富平县)、‘名玉 30’(杨凌区)。玉米长势良好,代表了当地玉米的总体长势情况。

1.1.2 调查方法

于 8 月中下旬进行调查。每个调查县区随机选择 3 块品种相同,长势相似的玉米地,每块地对角线 5 点取样,每点选定 2 行,每行随机调查 10 株,每块地共调查 100 株,逐株记载茎秆的蛀孔数和穗上的

虫量。其中玉米雌穗上的虫量按照剥开苞叶后实际看到的虫数记载,如明显被害但剥开苞叶后幼虫已逃逸,则记为 1 头幼虫。调查过程中发现的幼虫全部采集,室内镜检,确定种类。

1.2 不同品种抗虫性调查

田间抗虫性调查在西安市阎良区的陕西省玉米品种试验基地进行,试验地面积 1.33 hm²,地势平坦,土质肥沃,灌溉条件良好,管理水平较好。田间抗虫性调查为自然发生为害,非人工接虫鉴定。

供试玉米品种共 21 个,分别为‘伟育 187’、‘济玉 5’、‘郑单 958’、‘华农 866’、‘大唐 220’、‘YD2275’、‘先玉 1366’、‘秦鑫 1708’、‘巡天 1102’、‘HX301’、‘WD1868’、‘秋润 90’、‘延科 158’、‘九和玉 1 号’、‘农丰 171’、‘秋丰 526’、‘兴民 35’、‘五谷 563’、‘LT9021’、‘NK233’和‘新单 66’,均由陕西省农业厅农作物品种审定办公室提供。

于 2016 年 6 月 8—10 日进行播种。21 个供试品种随机区组排列,每个品种种植 8 行,品种之间空行隔离,每个品种种植面积约 500 m²。施肥、灌溉等管理措施完全相同。于 8 月中下旬进行调查,每个品种小区对角线 5 点取样,调查方法和虫害记载方法同 1.1.2。

1.3 数据处理

被害株率(%)=(被害株数/调查株数)×100;

茎秆被害率(%)=(被害茎秆数/调查株数)×100;

雌穗被害率(%)=(被害雌穗数/调查穗数)×100;

所有数据在用 Excel 处理的基础上,采用 SPSS 17.0 软件对数据进行统计分析,应用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 玉米生长后期钻蛀性害虫为害情况

2.1.1 总体危害程度

从表 1 可以看出,陕西关中地区玉米生长后期钻蛀性害虫为害非常严重,整株被害率达到了 80.33% 以上,平均为 88.67%;百秆虫量平均为 174.7 头。按照不同部位受害情况进行比较,茎秆被害率平均为 50.93%;百秆虫量平均为 73.2 头。雌穗受害情况更加严重,平均被害率为 78.00%;百穗虫量平均为 104.1 头。这在以往记载的资料中比较罕见,所以安全有效地防治玉米钻蛀性害虫已迫在眉睫。

表 1 陕西关中地区玉米生长后期钻蛀性害虫为害情况¹⁾

Table 1 Damaging situation of maize borers in late stage in Guanzhong area of Shaanxi Province

县区 County	茎秆 Stalk		雌穗 Ear		整株 Whole plant	
	被害率/% Damage rate	虫量/头·(百秆) ⁻¹ Number of borers per 100 stalks	被害率/% Damage rate	虫量/头·(百穗) ⁻¹ Number of borers per 100 ears	被害率/% Damage rate	虫量/头·(百株) ⁻¹ Number of borers per 100 plants
陈仓区 Chencang	(46.00±3.21)ab	(58.7±7.13)a	(75.00±8.54)a	(101.7±1.86)ab	(90.67±1.20)a	(160.0±8.97)bc
杨陵区 Yangling	(58.00±7.09)a	(84.0±13.57)a	(78.00±6.03)a	(114.0±11.72)a	(89.33±1.76)ab	(198.0±17.35)ab
三原县 Sanyuan	(52.00±4.73)ab	(69.7±5.78)a	(84.67±3.48)a	(101.7±2.19)ab	(91.33±4.06)a	(171.3±4.91)abc
阎良区 Yanliang	(60.00±3.51)a	(90.0±8.96)a	(83.33±5.21)a	(120.7±12.47)a	(91.67±4.06)a	(210.7±21.35)a
富平县 Fuping	(38.67±3.84)b	(63.7±12.14)a	(69.00±2.31)a	(82.3±1.20)b	(80.33±2.33)b	(133.3±6.01)c
整体发生情况 Overall occurrence	50.93	73.2	78.00	104.1	88.67	174.7

1) 表中数据除整体发生情况外均为 3 次重复的平均值±标准误,每列不同小写字母表示不同地区在 0.05 水平上差异显著(Duncan 氏新复极差法)。

The data in the table (except the holistic emergence level) are showed as mean±standard error (n=3). Different small letters in each column indicate that there were significant differences at 0.05 level among treatments in different areas by Duncan's new multiple range test.

2.1.2 不同地区为害程度比较

由表 1 可以看出,阎良区玉米整株受害率最高,达 91.67%;百株虫量最多,为 210.7 头。其次为杨陵区,整株受害率和百株虫量分别为 89.33%和 198.0 头,与前者无显著差异。再次为三原县和陈仓区,两者的整株受害率分别为 91.33%和 90.67%,与阎良区和杨陵区差异不大,但百株虫量急剧下降,分别为 171.3 头和 160.0 头。受害最轻的为富平县,整株受害率和百株虫量分别为 80.33%和 133.3 头,受害株率下降不明显,但百株虫量明显较低,仅是受害最重的阎良区百株虫量的 63.27%。从茎秆和雌穗受害情况分别分析,也

表现了相同的受害趋势。由此可见,不同地区玉米后期钻蛀性害虫的发生为害情况有一定差异。

2.2 玉米生长后期钻蛀性害虫种类

2.2.1 关中地区整体情况

由表 2 可知,在整个调查中共采集到的 406 头玉米后期钻蛀性害虫,其中亚洲玉米螟幼虫 302 头,占总数的 74.38%;棉铃虫幼虫 27 头,占 6.65%;桃蛀螟幼虫 77 头,占 18.97%。从总体上来看,关中地区玉米后期钻蛀性害虫仍以亚洲玉米螟占绝对优势,但棉铃虫和桃蛀螟所占比例也很高,特别是桃蛀螟,其数量占到了总虫量的将近 1/5。

表 2 陕西关中地区玉米生长后期钻蛀性害虫种类组成

Table 2 Species composition of borers in late growth of maize in Guanzhong area of Shaanxi Province

县区 County	亚洲玉米螟 <i>O. furnacalis</i>		棉铃虫 <i>H. armigera</i>		桃蛀螟 <i>C. punctiferalis</i>	
	虫量/头·(百株) ⁻¹ Number of borers per 100 plants	占比/% Proportion	虫量/头·(百株) ⁻¹ Number of borers per 100 plants	占比/% Proportion	虫量/头·(百株) ⁻¹ Number of borers per 100 plants	占比/% Proportion
陈仓区 Chencang	53.0	67.95	3.0	3.85	22.0	28.21
杨陵区 Yangling	83.0	82.18	8.0	7.92	10.0	9.90
三原县 Sanyuan	43.0	50.59	11.0	12.94	31.0	36.47
阎良区 Yanliang	75.0	92.59	3.0	3.70	3.0	3.70
富平县 Fuping	48.0	78.69	2.0	3.28	11.0	18.03
总平均 Total mean	60.4	74.38	5.4	6.65	15.4	18.97

2.2.2 不同地区比较

从表 2 可以看出,关中地区不同县区玉米后期钻蛀性害虫的种类组成比例差异很大。阎良、杨凌、富平地区亚洲玉米螟占比较其他两个地区高,这与它们作物种植结构相似(均以小麦玉米为主、其他作物或果树栽培面积很少)有很大的关系。三原县和杨凌区的棉铃虫占比分别为 12.94%和 7.92%,高于其他

3 个地区。三原县的桃蛀螟占比达到了 36.47%,是 4 个区县中最高的,其次是陈仓区,占比为 28.21%,最少的是阎良区,占比只有 3.70%。

2.3 不同玉米品种对玉米后期钻蛀性害虫的抗性

2.3.1 整株受害程度比较

由表 3 可以看出,21 个供试玉米品种对玉米后期钻蛀性害虫的抗性均较差,平均被害株率高达

92.18%,百株虫量高达 236.91 头。其中‘大唐 220’、‘YD2275’和‘九和玉 1 号’被害株率均是 100%,百株虫量分别是 265.0、331.0 和 367.0 头。比较而言,‘秦鑫 1708’虽然被害株率高达 71%,但百株虫量仅是 125.0 头;‘秋丰 526’和‘农丰 171’的

受害株率分别高达 81%和 88%,百株虫量也分别只有 147.0 和 160.0 头。由此可见,总体上供试品种的抗虫性均较差,但不同品种之间的抗虫性差异还是很大的。

表 3 不同玉米品种生长后期钻蛀性害虫发生情况¹⁾

Table 3 The occurrence of borers fed on different corn varieties in late growing period

品种 Variety	茎秆 Stalk		雌穗 Ear		整株 Whole plant	
	被害率/% Damage rate	虫量/头·(百秆) ⁻¹ Number of borers per 100 stalks	被害率/% Damage rate	虫量/头·(百穗) ⁻¹ Number of borers per 100 ears	被害率/% Damage rate	虫量/头·(百株) ⁻¹ Number of borers per 100 plants
伟育 187 Weiyu 187	(72.00±8.75)bcd	(116.0±21.93)bede	(72.50±8.22)abcde	(81.0±4.85)fgih	(92.00±4.06)abcde	(197.0±23.38)fghij
济玉 5 Jiyu 5	(79.00±4.30)ab	(160.0±15.65)ab	(73.00±23.35)abcde	(75.0±12.35)hi	(92.00±2.00)abcde	(235.0±18.57)defgh
郑单 958 Zhengdan 958	(79.00±4.00)ab	(153.0±21.71)ab	(57.00±10.00)e	(77.0±7.52)ghi	(94.00±2.91)abcd	(230.0±25.74)efgh
华农 866 Huanong 866	(95.00±1.58)a	(185.0±19.81)a	(73.00±14.40)abcde	(166.0±24.87)abcd	(98.00±2.00)ab	(351.0±31.20)ab
大唐 220 Datang 220	(78.00±4.90)ab	(141.0±10.30)abc	(84.00±4.18)abcd	(124.0±3.67)cdefgh	(100.00±0.00)a	(265.0±12.94)cdefg
YD2275	(80.00±2.74)ab	(161.0±11.34)ab	(91.00±6.12)ab	(170.0±6.89)abc	(100.00±0.00)a	(331.0±17.56)abc
先玉 1366 Xianyu 1366	(64.00±8.72)bcd	(114.0±17.49)bcde	(97.00±4.47)a	(195.0±10.84)a	(98.00±1.23)ab	(309.0±24.36)abcd
秦鑫 1708 Qinxin 1708	(37.00±4.06)f	(48.0±6.44)f	(77.00±14.83)abcde	(77.0±11.25)ghi	(71.00±4.00)f	(125.0±17.68)j
巡天 1102 Xuntian 1102	(59.00±2.92)cde	(97.0±11.58)cdef	(69.00±23.61)bcde	(97.0±11.47)efghi	(86.00±5.79)bcde	(194.0±17.28)fghij
HX301	(58.00±6.04)cde	(88.0±13.84)def	(74.00±16.81)abcde	(140.0±17.82)bcde	(92.00±5.15)abcde	(228.0±22.00)efgh
WD1868	(46.00±7.97)ef	(76.0±19.33)ef	(85.00±18.23)abcd	(127.0±14.63)cdef	(96.00±2.92)abcd	(200.3±27.05)efghij
秋润 90 Qiurun 90	(82.00±5.15)ab	(157.0±19.14)ab	(89.00±8.22)abc	(125.0±3.54)cdefg	(97.00±1.23)abc	(282.0±22.17)bcde
延科 158 Yanke 158	(79.00±6.20)ab	(150.0±15.17)ab	(86.00±9.62)abcd	(120.0±12.04)defgh	(97.00±2.00)abc	(270.0±24.03)cdef
九和玉 1 号 Jiuhayu No. 1	(81.00±4.30)ab	(189.0±19.46)a	(88.00±5.00)abcd	(178.0±27.32)ab	(100.00±0.00)a	(367.0±46.60)a
农丰 171 Nongfeng 171	(39.00±6.78)f	(48.0±10.07)f	(81.00±13.96)abcde	(112.0±7.84)efghi	(88.00±4.64)bcde	(160.0±16.73)hij
秋丰 526 Qiufeng 526	(57.00±1.22)de	(82.0±4.64)def	(68.00±22.19)bcde	(65.0±13.96)i	(81.00±5.10)ef	(147.0±16.93)ij
兴民 35 Xingmin 35	(58.00±2.00)cde	(96.0±5.10)cdef	(56.00±24.60)e	(105.0±22.69)efghi	(85.00±5.24)de	(201.0±22.77)fghij
五谷 563 Wugu 563	(77.00±5.15)ab	(118.0±10.07)bcde	(85.00±7.58)abcd	(130.0±7.07)cdef	(95.00±2.24)abcd	(248.0±13.19)defg
LT9021	(69.00±2.45)bcd	(115.0±7.07)bcde	(91.00±10.37)ab	(111.0±11.45)efghi	(94.00±1.87)abcd	(226.0±12.08)efghi
NK233	(75.00±2.74)bc	(113.0±15.86)bcde	(64.00±29.71)cde	(104.0±31.04)efghi	(95.00±3.16)abcd	(217.0±42.24)efghi
新单 66 Xindan 66	(81.00±1.87)ab	(132.0±7.52)bcd	(81.00±8.37)abcde	(107.0±7.00)efghi	(96.00±1.00)abcd	(239.0±6.20)defgh
平均 Mean	67.68	118.27	77.93	118.00	92.18	236.91

1) 表中数据除平均值外均为 5 次重复平均值±标准误,每列不同的小写字母表示不同品种虫害发生情况在 0.05 水平上差异显著。(Duncan 氏新复极差法)。

The data in the table (except the average) are showed as mean±standard error ($n=5$). Different lower letters in each column indicate there were significant differences at 0.05 level among occurrence of borers fed on different corn varieties by Duncan's new multiple range test.

2.3.2 不同部位受害程度比较

从茎秆受害情况来看,21 个供试品种的平均茎秆被害率达 67.68%,百秆虫量达 118.27 头。其中受害最重的是‘华农 866’,茎秆被害率高达 95%,百秆虫量达 185 头,明显高于其他供试品种。茎秆被害率最轻的是‘秦鑫 1708’,茎秆被害率和百秆虫量仅分别为 37%和 48 头,其次为‘农丰 171’,茎秆被害率和百秆虫量分别为 39%和 48 头,两者之间无显著差异。

从玉米雌穗受害情况来看,21 个供试品种雌穗的平均受害率达 77.93%,百穗虫量达 118.00 头。其中‘先玉 1366’的雌穗被害率高达 97%,百穗虫量高达 195 头;其次为‘YD2275’,雌穗被害率为 91%,

百穗虫量为 170 头。‘LT9021’的雌穗受害率虽然也高达 91%,但百穗虫量只有 111 头,远远小于‘YD2275’的百穗虫量。雌穗受害最轻的品种是‘郑单 958’,被害率为 57%,百穗虫量为 77 头。‘兴民 35’虽然雌穗受害率只有 56%,还低于‘郑单 958’,但百穗虫量却达 105 头,远远高于‘郑单 958’。

3 结论与讨论

玉米作为陕西关中地区最重要的粮食作物之一,对保障陕西省粮食生产安全具有重要的作用。本文调查结果表明,陕西关中地区玉米生长后期钻蛀性害虫为害非常严重,不同县区玉米后期钻蛀性害虫的为害程度差异很大。玉米后期钻蛀性害虫

有3种,分别是亚洲玉米螟、棉铃虫和桃蛀螟,三者所占比例因地而异,变化很大。亚洲玉米螟虽然仍为优势种,但占比从50.59%至92.59%差异很大。不同玉米品种对玉米后期钻蛀性害虫的抗虫性均较低,玉米受害株率均在71%以上,百株虫量均在125头以上。

早在2006年,王振营等^[7]就报道了桃蛀螟在许多玉米种植区的为害呈明显加重趋势,在有些地区或年份,桃蛀螟已经上升为玉米的主要钻蛀性害虫,为害程度甚至超过亚洲玉米螟。调查结果表明,桃蛀螟在陕西关中的发生情况因地而异,差异很大。在调查的5个县区中,桃蛀螟占玉米后期钻蛀性害虫的比重从3.70%~36.47%不等,平均达18.79%。在今后的防治工作中应该引起高度重视。其中一个典型现象是,陈仓和杨凌属关中西部地区,亚洲玉米螟为玉米后期钻蛀性害虫中的优势种,占比分别是67.95%和82.18%;棉铃虫占比很低,分别为3.85%和7.92%;但桃蛀螟占比大幅度增加,分别达到了28.21%和9.90%。造成这种现象的原因:一是陈仓区所调查田块北边就是宝鸡的北塬,塬上果树栽培面积很大,塬上与塬下的过度坡地植被种类复杂;二是目前杨凌的玉米生产已基本形成了果园包围玉米或者玉米—果园插花种植的局面,对桃蛀螟的发生极为有利。三原县亚洲玉米螟仅占全部玉米后期钻蛀性害虫的50.59%,棉铃虫和桃蛀螟分别占12.94%和36.47%。棉铃虫占比很高,主要是因为三原县是陕西关中地区的老棉区,近年来棉花种植面积虽已大幅度下降,但棉花零星种植仍占有较大的面积。同时,三原县也是一个果蔬生产大县,蔬菜和果树种植面积分别为1.09万hm²和1.13万hm²^[9],为棉铃虫和桃蛀螟的发生提供了有利条件。从总体上来看,关中地区玉米后期钻蛀性害虫仍以亚洲玉米螟占绝对优势,但棉铃虫和桃蛀螟所占比例也很高,特别是桃蛀螟其数量占到了总虫量的将近1/5,这与陕西已成为我国第一水果大省,苹果、梨、桃等桃蛀螟寄主果树栽培面积大幅度增加有很大的关系,同时,这也为陕西关中地区玉米后期钻蛀性害虫的防治提出了新问题。

选育和应用抗虫品种是防治玉米害虫的最经济有效的措施^[11-12]。虽然本试验21个供试品种总体上对玉米后期钻蛀性害虫的抗虫性均较差,被害株率最低为71%,与前人研究的结果基本相同^[12],但不同品种之间的被害株率和百株虫量还是有一定的差异,这为今后选育出更好的抗虫品种提供了参考。

由于本试验调查研究涉及的区域比较广,不同县区所调查的玉米品种不同,加之各地气候条件、耕作栽培制度和玉米栽培管理措施等差异较大,不同县区玉米后期钻蛀性害虫的发生为害情况及害虫种类组成的比较有一定的欠缺之处,但这些调查结果所反映的客观事实对玉米后期钻蛀性害虫的防治还是有非常重要的参考价值。

参考文献

- [1] 马振萍. 玉米种植中的缺锌表现及预防措施[J]. 南方农业, 2016, 10(20):15, 18.
- [2] 郭庆海. 中国玉米产销现状及其发展战略设计[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(4):627-631, 639.
- [3] 西北农学院农业昆虫学教研组. 农业昆虫学(下册)[M]. 北京: 人民教育出版社, 1977: 82.
- [4] 郭井菲. 玉米茎秆机械强度与抗玉米螟钻蛀为害的关系[D]. 北京: 中国农业科学院, 2014.
- [5] 李人杰, 魏铁松, 郭聪聪, 等. 棉铃虫为害与拟轮生镰孢侵染对玉米穗腐病发生及玉米籽粒中伏马毒素污染水平的影响[J]. 植物保护, 2015, 41(4):68-72.
- [6] 宋苗, 汪海, 张杰, 等. 转Btcry1Ah基因抗虫玉米对亚洲玉米螟、棉铃虫和黏虫的抗性评价[J]. 生物技术通报, 2016, 32(6):1-6.
- [7] 王振营, 何康来, 石洁, 等. 桃蛀螟在玉米上危害加重原因与控制对策[J]. 植物保护, 2006, 32(2):67-69.
- [8] 西安晚报. 快速发展的三原全力打造产业发展战略新高地. [EB/OL]. (2016-05-11)[2016-11-13].
- [9] 中国农业百科全书编辑部. 中国农业百科全书总编辑委员会昆虫卷编辑委员会. 中国农业百科全书(昆虫卷)[M]. 北京: 农业出版社, 1990.
- [10] 罗梅浩, 赵艳艳, 刘晓光, 等. 不同玉米品种的抗虫性研究[J]. 玉米科学, 2007, 15(5):34-37.
- [11] 张颖, 王海亭, 罗梅浩, 等. 不同玉米品种的抗螟性研究[J]. 河南农业大学学报, 2009, 43(5):543-546.

(责任编辑: 杨明丽)