

技术与应用

Technology & Application

苯醚甲环唑和丙环唑对黄淮海夏玉米区主要叶斑病的防治效果

郭 宁¹, 马井玉², 张海剑¹, 石 洁^{1*}, 李 坡¹, 孙 华¹

(1. 河北省农林科学院植物保护研究所, 农业部华北北部作物有害生物综合治理重点实验室, 河北省农业有害生物综合治理工程技术研究中心, 保定 071000; 2. 山东省济宁市农业科学院, 济宁 272100)

摘要 为有效控制玉米后期叶斑病, 本研究通过人工接种和自然发病两种方式, 针对玉米小斑病、南方锈病和弯孢叶斑病进行了叶斑病防治技术的研究。结果表明, 选用 10% 苯醚甲环唑 WG 和 45% 丙环唑 ME, 在玉米大喇叭口期采用机械喷雾的方式施药 1 次, 对玉米小斑病、南方锈病和弯孢叶斑病都具有一定的防治作用, 其中 10% 苯醚甲环唑 WG 对小斑病的最高防效为 63.83%, 挽回产量 14.52%。两种药剂对弯孢叶斑病的最高防效都在 60% 以上, 挽回产量最高达 11%, 但对南方锈病的防治效果并不理想, 最高为 29.91%。

关键词 苯醚甲环唑; 丙环唑; 玉米; 玉米小斑病; 南方锈病; 弯孢叶斑病; 防治效果

中图分类号: S 435.13 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.04.038

Control efficacy of difenoconazole and propiconazole on leaf spots in summer corn growing region in Huanghuaihai

Guo Ning¹, Ma Jingyu², Zhang Haijian¹, Shi Jie¹, Li Po¹, Sun Hua¹

(1. Plant Protection Institute of Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northern Region of North China, Ministry of Agriculture, IPM Centre of Hebei Province, Baoding 071000, China; 2. Jining Academy of Agricultural Sciences, Shandong 272100, China)

Abstract To find the effective control method for southern corn leaf blight, southern rust and *Curvularia* leaf spot on the late growth stage of corn, two fungicides were applied on corn whorl-stage after artificial inoculation and naturally infection, respectively. The control efficacy of the two fungicides and their effects on yield were evaluated. The results showed that both difenoconazole 10% WG and propiconazole 45% ME had certain control effects against leaf spots artificially inoculated and naturally infected. Among all treatments, difenoconazole 10% WG showed higher control efficacy on southern corn leaf blight than others with control efficacy of 63.83% and saved the yield by 14.52%. The control efficacy of the two fungicides on corn *Curvularia* leaf spot were over 60% and the yields were 11% higher than that of the control. While their control efficacy on the southern rust was lower as 29.91%.

Key words difenoconazole; propiconazole; maize; southern corn leaf blight; southern rust; *Curvularia* leaf spot; control efficacy

玉米是我国黄淮海区域种植面积和产量最大的粮食作物。近年来, 随着种植结构的调整和耕作栽培方式的转变, 玉米后期叶斑病的发生呈加重趋势^[1-2], 严重威胁玉米生产安全。目前, 黄淮海区域玉米上主要发生的叶斑病有南方锈病、弯孢叶斑病和小斑病, 生产上对玉米叶斑病的防治主要依赖于

抗病品种, 但由于生产品种抗性单一以及病原菌生理小种多变, 常导致抗病品种抗性丧失, 加之育种家主动选择性不足和育种周期长的特点, 致使抗病品种不能完全满足生产需要。玉米叶部病害多发生在玉米生长后期, 此时期田间植株高大, 施药困难, 对化学防治造成了一定的难度, 这些因素都导致玉米后期叶

收稿日期: 2016-08-23 修订日期: 2016-11-17

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-02)

* 通信作者 E-mail: shij99@163.com

斑病田间防治成为重大生产问题^[3]。因此研究玉米叶斑病适宜的防治技术成为亟需解决的问题。

郑明祥等^[4]的研究表明,在玉米苗期和孕穗期施药对减轻玉米生育后期南方锈病的发生具有一定作用。2011年国家现代农业玉米产业技术体系病虫害防控研究室经过系统研究,提出玉米生长中后期叶斑病的防治前移技术,即在大喇叭口期喷施长效杀菌剂预防后期叶斑病。该技术一经推出,各地针对当地主要叶斑病进行了推广验证^[5-8]。但由于选用的药剂不同,导致防治效果各不相同。基于此,本文在对玉米小斑病、南方锈病和弯孢叶斑病施药时期前移技术研究的基础上,通过人工接种和自然发病两种方法,探讨防治玉米叶斑病的科学方法,筛选兼顾多种叶斑病防治的化学药剂,为有效防治玉米叶斑病开辟新途径,为病菌的抗性治理及正确制定病害防控策略提供基本理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试玉米品种、药剂和病原菌

供试玉米品种为‘郑单 958’,由北京德农种业有限公司提供。供试药剂为 45%丙环唑 ME(河北冠龙农化有限公司)和 10%苯醚甲环唑 WG(瑞士诺华公司)。供试病原菌包括小斑病病菌 *Bipolaris maydis*、弯孢叶斑病病菌 *Curvularia lunata* 和南方锈病病菌 *Puccinia polysora*,均由河北省农林科学院植物保护研究所玉米综防课题组分离鉴定,纯化培养后备用。病菌分离采用方中达^[9]的方法。

1.2 培养基和试验仪器

马铃薯葡萄糖琼脂(potato dextrose agar, PDA)培养基:马铃薯 200 g、葡萄糖 20 g、琼脂 18 g、蒸馏水 1 000 mL。摇床,上海智诚分析仪器制造有限公司;光照培养箱,上海新苗医疗器械制造有限公司;BH-2 型奥林巴斯显微镜,奥林巴斯中国有限公司;HWS 智能恒温恒湿箱,宁波海曙赛福实验仪器厂。

1.3 试验设计

试验于 2012 年在河北省农林科学院植物保护研究所试验农场(保定市)、河南省漯河市、山东省莱州市和安徽省萧县 4 个地区进行,在莱州市、漯河市和萧县选择病害常发地,分别进行玉米小斑病、南方锈病和弯孢叶斑病的防治试验,在保定市采用人工接种 3 种病菌进行病害防治试验。试验分为 3 个处理:45%丙环唑 ME 3 000 倍、10%苯醚甲环唑 WG

1 000 倍和清水对照,于玉米大喇叭口期用背负式电动喷雾器进行叶面喷雾 1 次,用量按照 60 L/667 m² 进行折算。各处理区正常夏播时期播种,行距 60 cm,株距 25 cm,每小区种植面积 27 m²,3 次重复。在河北保定市于玉米抽雄期进行病原菌人工接种。

1.4 人工接种方法

小斑病病菌选用田间典型小斑病病斑上分离的 5 个 O 小种菌株混合后接种。菌株在玉米粒培养基上分别扩繁后等比例混合后,配制成分生孢子悬浮液;弯孢叶斑病病菌选用 2011 年自田间典型弯斑病病斑上分离并鉴定的新月弯孢。菌株在高粱粒培养基上扩繁后配制成分生孢子悬浮液;南方锈病病菌采集自广西农业科学院玉米研究所(南宁)试验地,将叶片上的夏孢子洗脱并过滤,制成孢子悬浮液。均采用喷雾法接种,接种浓度为显微镜 20×10 视野下 15~20 个孢子,每种病害按种植面积全小区接种。

1.5 调查方法

收获前 15 d 对所有处理进行调查。玉米小斑病和弯孢叶斑病病情分级标准^[10]为:0 级,免疫,不发病;1 级,叶片上无病斑或仅在穗位下部叶片上有零星病斑,病斑占叶面积≤5%;3 级,穗位下部叶片上有少量病斑,占叶面积 6%~10%,穗位上部叶片有零星病斑;5 级,穗位下部叶片上病斑较多,占叶面积 11%~30%,穗位上部叶片有少量病斑;7 级,穗位下部叶片或穗位上部叶片有大量病斑,病斑相连,占叶面积 31%~70%;9 级,全株叶片基本为病斑覆盖,叶片枯死。南方锈病病情分级标准^[10]:1 级,叶片上无病斑或仅有无孢子堆的过敏性反应;3 级,叶片上有少量孢子堆,占叶面积≤25%;5 级,叶片上有中量孢子堆,占叶面积 26%~50%;7 级,叶片上有大量孢子堆,占叶面积 51%~75%;9 级,叶片上有大量孢子堆,占叶面积 76%~100%,叶片枯死。

发病率(%)=(发病株数/调查总株数)×100;

病情指数=100×Σ(各级病株数×各级代表值)/(调查总株数×最高级代表值);

病害防效(%)=

$$\frac{\text{空白对照病情指数}-\text{药剂处理病情指数}}{\text{空白对照病情指数}} \times 100;$$

每处理小区 4 面各去除边行 4 行,剩下试验区域 5 点取样,每点连续选取 10 穗,晾干后测量穗长、穗粗、穗行数、行粒数、穗重、粒重等指标。并对小区产量进行测定。

1.6 统计方法

采用 Microsoft Excel 2003 软件进行数据整理,用 DPS 软件(Version 7. 05)进行数据的多元统计分析,采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同药剂处理对玉米叶斑病的控制作用

2.1.1 不同药剂处理对玉米小斑病的控制作用

在人工接种和自然发病两种模式下,两种药剂

对玉米小斑病都有一定的防治效果(表 1),处理后病情指数与对照差异显著。其中 10%苯醚甲环唑 WG 对玉米小斑病的控制作用较好,人工接种模式下的防治效果达到了 63. 83%,是 45%丙环唑 ME 的 2. 36 倍;自然发病下 10%苯醚甲环唑 WG 的防治效果为 44. 40%,较人工接种防效降低了 19. 43 百分点,但仍然高于 45%丙环唑 ME 的防治效果(35. 01%) (表 1)。

表 1 不同药剂对玉米小斑病的防治效果¹⁾

Table 1 Control effect of two fungicides on southern corn leaf blight

药剂 Fungicide	稀释倍数 Dilution ratio	人工接种	Inoculation	自然发病	Natural infection
		病情指数 Disease index	防效/% Control effect	病情指数 Disease index	防效/% Control effect
45%丙环唑 ME 45% propiconazole ME	3 000	(49. 98±4. 09)bB	(27. 02±1. 16)bB	(22. 57±2. 27)bAB	(35. 01±2. 80)aA
10%苯醚甲环唑 WG 10% difenoconazole WG	1 000	(24. 68±1. 57)cB	(63. 83±2. 70)aA	(19. 14±2. 38)bB	(44. 40±6. 49)aA
对照 CK		(68. 59±6. 69)aA	—	(34. 67±2. 78)aA	—

1) 表中数据为平均值±标准误。同列中不同小写字母表示差异显著 $P<0. 05$,不同大写字母表示差异极显著 $P<0. 01$ 。下同。
Data in the table are mean±SE. Different small letters in the same column indicate significant difference at 0. 05 level. Different capital letters in the same column indicate significant difference at 0. 01 level. The same below.

2.1.2 不同药剂对南方锈病的控制作用

对南方锈病发病级别的调查结果(表 2)表明,经 45%丙环唑 ME 与 10%苯醚甲环唑 WG 处理后,玉米的病情指数都低于对照,特别是在自然发病情况下,与对照的差异达到极显著水平,但

两种药剂对南方锈病的防治效果均较低,都在 30%以下。其中,10%苯醚甲环唑 WG 的防治效果好于 45%丙环唑 ME,人工接种和自然发病条件下其防治效果分别为 45%丙环唑 ME 的 2. 64 倍和 1. 48 倍。

表 2 不同药剂对南方锈病的防治效果

Table 2 Control effect of two fungicides on southern rust

药剂 Fungicide	稀释倍数 Dilution ratio	人工接种	Inoculation	自然发病	Natural infection
		病情指数 Disease index	防效/% Control effect	病情指数 Disease index	防效/% Control effect
45%丙环唑 ME 45% propiconazole ME	3 000	(38. 67±5. 86)aA	(11. 35±4. 64)aA	(26. 93±1. 59)bB	(18. 42±2. 22)aA
10%苯醚甲环唑 WG 10% difenoconazole WG	1 000	(30. 57±0. 57)aA	(29. 91±8. 48)aA	(24. 00±1. 33)cC	(27. 27±1. 44)aA
对照 CK		(43. 62±4. 96)aA	—	(32. 96±1. 32)aA	—

2.1.3 不同药剂对弯孢叶斑病的控制作用

对弯孢叶斑病防治效果的调查结果(表 3)表明,在人工接种和自然发病两种模式下,经 45%丙环唑 ME 和 10%苯醚甲环唑 WG 处理的玉米病情指数都

低于对照,并且差异极显著,同时两种药剂对弯孢叶斑病的防效相当,说明 45%丙环唑 ME 和 10%苯醚甲环唑 WG 对该病都起到了一定的控制作用。两种药剂人工接种的防效低于自然发病情况下的防效。

表 3 不同药剂对弯孢叶斑病的防治效果

Table 3 Control effect of two fungicides on corn *Curvularia* leaf spot

药剂 Fungicide	稀释倍数 Dilution ratio	人工接种	Inoculation	自然发病	Natural infection
		病情指数 Disease index	防效/% Control effect	病情指数 Disease index	防效/% Control effect
45%丙环唑 ME 45% propiconazole ME	3 000	(38. 37±6. 70)bB	(46. 31±4. 45)aA	(11. 19±0. 27)bB	(61. 05±3. 34)aA
10%苯醚甲环唑 WG 10% difenoconazole WG	1 000	(39. 61±6. 43)bB	(43. 29±9. 49)aA	(10. 89±0. 13)bB	(62. 09±3. 07)aA
对照 CK		(70. 77±9. 11)aA	—	(29. 11±2. 44)aA	—

2.2 不同药剂处理后产量性状调查结果

2.2.1 不同药剂处理对玉米小斑病区玉米产量及其构成因素的影响

在人工接种和自然发病两种模式下,经两种药剂处理的玉米产量都高于对照,经 10%苯醚甲环唑 WG 处理的玉米产量均高于 45%丙环唑 ME 处理,产量挽回效果明显。人工接种模式下,喷施 45%丙

环唑 ME 后玉米产量为 10 383.56 kg/hm²,挽回产量 6%,而喷施 10%苯醚甲环唑 WG 后玉米产量达到 11 217.94 kg/hm²,挽回产量 14.52%,是 45%丙环唑 ME 处理的 2.42 倍。此外,两种药剂处理后玉米穗长、穗粗、穗行数、行粒数和单穗粒重都好于对照处理,其中在人工接种模式下,丙环唑处理的玉米穗粗较对照增加了 0.15 cm,与对照差异显著(表 4)。

表 4 不同药剂处理对玉米小斑病区玉米产量及其构成因素的影响

试验方法 Method	处理 Treatment	穗长/cm Ear length	穗粗/cm Ear diameter	穗行数/行 Kernel row number	行粒数/粒 Kernel number per row	单穗粒重/g Mean kernal weight per ear	产量/kg·(hm ²) ⁻¹ Yield
人工接种 Inoculation	45%丙环唑 ME	(19.71±0.72)aA	(5.39±0.03)aA	(15.45±0.23)aA	(38.15±0.49)aA	(250.93±7.05)aA	(10 383.56±792.37)aA
	45% propiconazole ME						
	10%苯醚甲环唑 WG	(21.31±2.28)aA	(5.30±0.06)bAB	(15.48±0.14)aA	(37.61±0.65)aA	(244.16±6.35)aA	(11 217.94±598.37)aA
	10% difenoconazole WG						
	对照 CK	(18.60±1.12)aA	(5.24±0.06)bB	(15.41±0.08)aA	(36.75±0.50)aA	(234.21±4.53)bA	(9 795.32±557.79)aA
自然发病 Natural infection	45%丙环唑 ME	(15.97±0.15)aA	(5.06±0.03)bB	(16.57±1.31)aA	(33.71±0.42)aA	(197.58±3.32)bA	(12 409.20±209.95)aA
	45% propiconazole ME						
	10%苯醚甲环唑 WG	(15.86±0.07)aA	(5.05±0.00)bB	(17.84±2.06)aA	(33.11±0.21)aA	(197.10±1.66)bA	(12 476.75±216.65)aA
	10% difenoconazole WG						
	对照 CK	(18.60±1.12)aA	(5.24±0.06)aA	(15.41±0.08)aA	(36.75±0.50)aA	(234.21±4.53)aA	(12 263.55±98.04)aA

2.2.2 不同药剂处理对南方锈病区玉米产量及其构成因素的影响

两种模式下,经两种药剂处理后玉米的产量都高于对照,喷施 10%苯醚甲环唑 WG 后玉米的产量高于喷施 45%丙环唑 ME。在人工接种模式下,喷施 45%丙环唑 ME 后玉米产量为 10 751.42 kg/hm²,仅挽回产量 0.46%,而喷施 10%苯醚甲环唑 WG 后玉米产量达到 11 644.35 kg/hm²,挽回

产量 8.8%,是 45%丙环唑 ME 的 19.13 倍。此外,经两种药剂处理后玉米穗长、穗粗、穗行数、行粒数和单穗粒重都好于对照或与对照相当,其中人工接种模式下,两种药剂处理的单穗粒重与对照差异显著,经 45%丙环唑 ME 处理后玉米穗长在两种模式下较对照分别增加了 1.67 cm 和 1.24 cm,并在自然发病模式下与对照差异显著(表 5)。

表 5 不同药剂处理对南方锈病区玉米产量及其构成因素的影响

试验方法 Method	处理 Treatment	穗长/cm Ear length	穗粗/cm Ear diameter	穗行数/行 Kernel row number	行粒数/粒 Kernel number per row	单穗粒重/g Mean kernal weight per ear	产量/kg·(hm ²) ⁻¹ Yield
人工接种 Inoculation	45%丙环唑 ME	(20.44±0.12)aA	(5.35±0.04)aA	(15.40±0.10)aA	(38.37±0.49)aA	(243.77±8.84)aA	(10 751.42±449.29)aA
	45% propiconazole ME						
	10%苯醚甲环唑 WG	(18.30±0.49)bA	(5.36±0.10)aA	(15.65±0.05)aA	(37.87±0.52)aA	(244.74±8.17)aA	(11 644.35±750.64)aA
	10% difenoconazole WG						
	对照 CK	(18.77±0.79)abA	(5.25±0.03)aA	(15.41±0.20)aA	(37.82±0.43)aA	(239.53±8.79)bA	(10 702.06±637.52)aA
自然发病 Natural infection	45%丙环唑 ME	(15.21±0.64)aA	(4.00±0.15)aA	(13.13±0.19)aA	(31.17±0.98)aA	(108.79±3.01)aA	(8 747.02±319.02)aA
	45% propiconazole ME						
	10%苯醚甲环唑 WG	(14.85±0.27)abA	(4.12±0.11)aA	(13.03±0.30)aA	(30.61±1.47)aA	(107.54±6.13)aA	(8 988.17±98.67)aA
	10% difenoconazole WG						
	对照 CK	(13.97±0.37)bA	(3.91±0.13)aA	(13.25±0.09)aA	(31.93±0.79)aA	(105.33±5.01)aA	(8 630.21±145.01)aA

2.2.3 不同药剂处理对弯孢叶斑病区玉米产量及其构成因素的影响

两种模式下,经两种药剂处理后玉米产量都高于对照。人工接种模式下施用 45%丙环唑 ME 挽回产量损失的效果最好,施用后玉米产量为 11 121.07 kg/hm²,

挽回产量 11.00%,施用 10%苯醚甲环唑 WG 后玉米的产量为 10 789.34 kg/hm²,挽回产量 7.69%,较 45%丙环唑 ME 低 3.31 百分点(表 6)。自然发病模式下,两种药剂处理后玉米产量相当。此外,两种药剂处理后玉米穗长、穗粗、穗行数、行粒数和单

穗粒重都高于对照处理(表 6),其中人工接种模式下 10%苯醚甲环唑 WG 处理后玉米穗粗较对照增加 0.22 cm,达到差异显著水平。45%丙环唑 ME

处理后玉米行粒数较对照增加了 1.91 粒,与对照差异显著;自然发病条件下,喷施 10%苯醚甲环唑 WG 后玉米穗长较对照增加 2.04 cm,差异显著。

表 6 弯孢叶斑病区不同药剂处理对玉米产量及其构成因素的影响

Table 6 Effect of different fungicides on corn yield and its component factors in corn <i>Curvularia</i> leaf spot field plot							
试验方法 Method	处理 Treatment	穗长/cm Ear length	穗粗/cm Ear diameter	穗行数/行 Kernel row number	行粒数/粒 Kernel number per row	单穗粒重/g Mean kernal weight per ear	产量/kg·(hm ²) ⁻¹ Yield
人工接种 Inoculation	45%丙环唑 ME	(19.58±0.72)aA	(5.33±0.04)abA	(15.68±0.06)aA	(37.20±0.24)aA	(251.55±2.43)aA	(11 121.07±407.72)aA
	45% propiconazole ME						
	10%苯醚甲环唑 WG	(20.84±1.93)aA	(5.43±0.08)aA	(15.72±0.18)aA	(36.91±0.72)abA	(242.75±10.67)aA	(10 789.34±661.00)aA
	10% difenoconazole WG						
	对照 CK	(18.69±0.73)aA	(5.21±0.05)bA	(15.44±0.12)aA	(35.29±0.10)bA	(223.90±5.16)aA	(10 019.22±727.19)aA
自然发病 Natural infection	45%丙环唑 ME	(17.43±0.13)bA	(5.31±0.09)aA	(15.58±0.09)aA	(36.45±0.58)aA	(232.76±5.93)aA	(10 308.72±254.06)aA
	45% propiconazole ME						
	10%苯醚甲环唑 WG	(19.31±0.65)aA	(5.35±0.05)aA	(15.83±0.12)aA	(36.87±0.64)aA	(246.59±2.67)aA	(10 483.96±510.02)aA
	10% difenoconazole WG						
	对照 CK	(17.27±0.03)bA	(5.19±0.07)aA	(15.44±0.14)aA	(36.00±0.47)aA	(227.31±5.34)aA	(9 515.59±704.63)aA

3 结论与讨论

玉米叶斑病主要发生在玉米抽雄期后,此时玉米植株高大,加之植株间密度提升,田间郁闭,使用人工背负机械进行喷药作业极其困难,难以命中靶标。2013 年,马佳等^[8]在玉米大喇叭口期喷药,间隔 7 d 后再喷 1 次药,成熟期最高防效达到 56.25%。王晓鸣等^[5]2015 年以玉米大斑病、小斑病和南方锈病为靶标,选用保护与治疗兼顾的内吸性杀菌剂,在玉米 10~13 叶期(大喇叭口期)采用 1 次机械喷雾的方式进行田间作业,有效降低了玉米生产后期叶斑病发生程度。为保障试验成功,本研究采用自然发病和人工接种的方法,于玉米大喇叭口期施药,结果表明,45%丙环唑 ME 和 10%苯醚甲环唑 WG 对玉米小斑病、南方锈病和弯孢叶斑病都起到了一定的防治作用,最高防效为 63.83%,挽回产量损失 14.52%。表明在玉米大喇叭口期施药不仅能解决操作难度问题,而且可以解决生产中大面积推广应用难的问题,有效降低病害的发病程度,达到防病增产的目的。

由于施药时期前移,药效持续性成为衡量药剂防治效果的关键因素之一,本研究选用的苯醚甲环唑和丙环唑属于三唑类杀菌剂,具有杀菌谱广、持效期长、内吸传导性强等特点^[11-12]。李金堂和默书霞^[13]用 25%丙环唑 EC 和 10%苯醚甲环唑 WG 防治玉米灰斑病,施药 15 d 后 25%丙环唑 EC 的防效 53.04%,而 10%苯醚甲环唑 WG 的防效仅为 28.28%。李红霞和马志强^[14]研究表明 10%苯醚甲环唑 WG 防治

草莓白粉病持效期约为 18 d,田间防效 80%以上。本研究中 10%苯醚甲环唑 WG 的持效期长于 45%丙环唑 ME,施药后 45 d(收获前 15 d)对小斑病的最高防效达到 63.83%,对弯孢叶斑病的防治效果为 46.31%。可作为防治前移药剂兼防两种病害。

在对 3 种叶斑病的防治中发现,两种药剂对南方锈病的防治效果并不理想,最高仅为 29.91%(表 2),可能与病原菌的侵染部位和侵入时期有关。据报道南方锈病的初侵染源可能来自于中国大陆以外的其他地区,通过大气活动携带进境^[15],因此初侵染主要发生在中上部叶片^[5],而田间杀菌剂主要喷施部位为向籽粒输送营养物质的果穗上下方功能叶片,对上部叶片上的病菌防效较差。南方锈病病原菌的侵入时期在 6 叶期,而在大喇叭口期喷药为时较晚,对病菌的预防效果较差。

近年来,三唑类杀菌剂药害不断发生^[16-17],主要是由于使用时期不当或药剂使用过量抑制植株体内赤霉素的合成,从而抑制作物的生长发育。大喇叭口期是玉米营养生长旺盛阶段,较抽雄后期易产生药害,在使用时应注意药剂用量控制,避免药害发生。

参考文献

[1] 王振营,王晓鸣.加强玉米有害生物发生规律与防控技术研究保障玉米安全生产[J].植物保护学报,2015,42(6):865-868.
[2] 石洁,王振营,何康来.黄淮海地区夏玉米病虫害发生趋势与原因分析[J].植物保护,2005,31(5):63-65.

- [6] 花冬梅. 冬季温室白粉虱的发生与防治[J]. 植物医生, 2003, 16(6): 11-12.
- [7] 李清西, 赵莉. 温室白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum* Westwood 生物学及其防治[J]. 新疆农业大学学报, 1997, 20(2): 22-28.
- [8] 向玉勇, 李子忠, 张帆, 等. 烟粉虱和温室粉虱的研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2004, 23(4): 352-359.
- [9] 石勇强, 惠伟, 陈川, 等. 国内温室白粉虱的生物学习性与防治研究综述[J]. 陕西农业科学, 2002(9): 19-21.
- [10] 崔旭红, 陈艳华, 谢明, 等. B型烟粉虱和温室白粉虱在温度逆境下的生存特性比较[J]. 昆虫学报, 2007, 50(12): 1232-1238.
- [11] 郑长英, 冯志国, 王雅卉, 等. 烟粉虱和温室白粉虱在相同生境下的种间竞争研究[J]. 农学学报, 2012, 2(8): 20-24.
- [12] 徐宝云, 张友军, 朱国仁, 等. 不同类型杀虫剂对温室白粉虱若虫的毒力研究[J]. 农药科学与管理, 1999, 20(3): 20-21.
- [13] 李彦蓉, 任璐, 韩巨才. 温室白粉虱对常用杀虫剂的敏感性测定[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2011, 31(2): 134-136.
- [14] 王俊平, 张爱霞, 郑长英, 等. 常用杀虫剂对烟粉虱和温室白粉虱的毒力测定[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2012, 29(3): 1-4.
- [15] 胡学雄, 白义川, 李晓炜, 等. 10种杀虫剂对温室白粉虱成虫抗药性的检测[J]. 天津农业科学, 2006, 12(1): 25-27.
- [16] Gorman K, Devine G, Bennison J, et al. Report of resistance to the neonicotinoid insecticide imidacloprid in *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae)[J]. Pest Management Science, 2007, 63(6): 555-558.
- [17] Karatolos N, Denholm I, Williamson M, et al. Incidence and characterisation of resistance to neonicotinoid insecticides and pymetrozine in the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae)[J]. Pest Management Science, 2010, 66(12): 1304-1307.
- [18] 官亚军, 王泽华, 康总江, 等. 新型双向传导杀虫剂—螺虫乙酯对Q型烟粉虱的防治效果[J]. 植物保护, 2012, 38(6): 157-160.
- [19] Longhurst C, Babcock J M, Denholm I, et al. Cross-resistance relationships of the sulfoximine insecticide sulfoxaflor with neonicotinoids and other insecticides in the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* [J]. Pest Management Science, 2013, 69(7): 809-813.
- [20] Nauen R, Reckmann U, Thomzik J, et al. Biological profile of spirotetramat (Movento®)—a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against sucking pest species [J]. Bayer CropScience Journal, 2008, 61(2): 245-278.
- [21] Gorman K, Hewitt F, Denholm I, et al. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK [J]. Pest Management Science, 2002, 58(2): 123-130.
- [22] Okazaki S, Yoshimatsu H, Wada S, et al. Decrease in susceptibility to acetamiprid of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) collected in Oita Prefecture [J]. Kyushu Plant Protection Research, 2010, 56: 83-87.
- [23] 苏毅, 蔡新. 阿克泰防治温室白粉虱的研究[J]. 农药科学与管理, 2001, 22(3): 24-25.
- [24] 刘慧莲. 不同药剂对设施蔬菜温室白粉虱防治药效试验[J]. 北方园艺, 2011(24): 165-166.
- [25] Roditakis E, Fytrou N, Staurakaki M, et al. Activity of flonicamid on the sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and its natural enemies [J]. Pest Management Science, 2014, 70(10): 1460-1467.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 217 页)

- [3] 王晓鸣, 晋齐鸣, 石洁, 等. 玉米病害发生现状与推广品种抗性对未来病害发展的影响[J]. 植物病理学报, 2006, 36(1): 1-11.
- [4] 郑明祥, 胡务义, 阮义理, 等. 玉米南方型锈病夏孢子的侵染时期[J]. 植物保护学报, 2004, 31(4): 439-440.
- [5] 王晓鸣, 巩双印, 柳家友, 等. 玉米叶斑病药剂防控技术探索[J]. 作物杂志, 2015(3): 150-154.
- [6] 张伟, 苏前富, 李红, 等. 吉林省玉米大斑病药剂防控前移技术研究[C]//中国植物保护学会 2014 年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014.
- [7] 韩海亮, 谭禾平, 赵福成, 等. 甜糯玉米小斑病发生规律及前移防治试验[J]. 浙江农业科学, 2014 (12): 1862-1864.
- [8] 马佳, 张婷, 王猛, 等. 玉米小斑病发生前期化学防治初步研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2013, 31(4): 45-50.
- [9] 方中达. 植病研究方法[M]. 第3版. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [10] 王晓鸣, 石洁, 晋齐鸣, 等. 玉米病虫害田间手册[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2010.
- [11] Li Yuanbo, Dong Fengshou, Liu Xingang, et al. Studies of enantiomeric degradation of the triazole fungicide hexaconazole in tomato, cucumber, and field soil by chiral liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chirality, 2013, 25(3): 160-169.
- [12] 周子燕, 李昌春, 高同春, 等. 三唑类杀菌剂的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(27): 11842-11844.
- [13] 李金堂, 默书霞. 玉米灰斑病药剂防治持效期研究[J]. 中国植保导刊, 2013, 33(5): 55-60.
- [14] 李红霞, 马志强. 几种杀菌剂对草莓白粉病的防效研究[J]. 农药学报, 2003, 5(3): 50-54.
- [15] 郭云燕, 陈茂功, 孙素丽, 等. 中国玉米南方锈病病原菌遗传多样性[J]. 中国农业科学, 2013, 46(21): 4523-4533.
- [16] 杜宜新, 朱春雨, 阮宏椿, 等. 七种杀菌剂对蘑菇褐腐病菌的药效及对双孢蘑菇的安全性评价[J]. 农药学报, 2013, 15(6): 635-642.
- [17] 邢会琴, 马建仓, 毛涛, 等. 防治玉米苗枯病室内药剂筛选[J]. 中国农学通报, 2010, 26(9): 319-322.

(责任编辑: 杨明丽)