防治玉米叶斑病高效药剂筛选及药剂减施增效技术

李聪聪, 王亚娇, 栗秋生, 吴玉星, 王鹏, 孔令晓*

(河北省农林科学院植物保护研究所, 河北省有害生物综合防治工程技术研究中心, 农业农村部
华北北部作物有害生物综合治理重点实验室, 保定 071000)

摘要 为有效防治玉米小斑病和弯孢叶斑病并减少化学农药使用量,本研究采用菌丝生长速率法从11种杀菌剂中选取抑菌效果较好的8种药剂进行田间小区药效试验。同时选取对两种叶部病害兼具防效的最佳药剂再与中量元素水溶肥、腐植酸、氨基寡糖素、芸苔素内酯等产品混配开展田间药效试验,确定该药剂田间施用浓度和增效组合。结果显示,各供试药剂对2种病菌菌丝生长具有不同的抑制作用,其中25%丙环唑 EC、25%戊唑醇 WP、40%氟硅唑 EC、30%氟菌唑 WP、12.5%烯唑醇 WP在供试各浓度下对2种病菌抑制率均为100%,田间小区药效筛选测定中,25%戊唑醇 WP防治效果最好,对玉米小斑病和弯孢叶斑病两种叶部病害防效分别为81.07%和72.22%。田间试验中,25%戊唑醇 WP防治玉米小斑病和弯孢叶斑病的最佳施用浓度为2 000倍液,防效分别为59.48%和53.96%。在减量50%情况下防效有所下降,配施氨基寡糖素后,防效可提高37.40个百分点和22.98个百分点,与最佳施用浓度防效相当,达到了减药增效的作用。

关键词 杀菌剂筛选; 玉米小斑病; 弯孢叶斑病; 减施增效

中图分类号: S435.131 文献标识码: B DOI: 10.16688/j.zwbh.2021098

Screening of high effective fungicides for controlling maize leaf spot and the technology for fungicide reduction and synergism

LI Congcong, WANG Yajiao, LI Qiusheng, WU Yuxing, WANG Peng, KONG Lingxiao*

(Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northern Region of North China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, IPM Center of Hebei Province, Institute of Plant Protection, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Baoding 071000, China)

Abstract In order to effectively control Southern corn leaf blight and Curvularia leaf spot and reduce the use of chemical pesticides, eight fungicides with better inhibition effect were selected from 11 fungicides by mycelial growth rate method for field test. Meanwhile, the best fungicide for the two kinds of leaf diseases was mixed with medium elements, humic acid, amino-oligosaccharide, brassinolide and other products to determine the field application concentration and synergistic combination of the fungicide. The results showed that all the tested fungicides had different inhibitory effects on the mycelial growth of the two pathogens. The inhibition rates of propiconazol 25% EC, tebuconazole 25% WP, flusilazole 40% EC, triflumizole 30% WP and diniconazole 12.5% WP were all 100% at each tested concentration. Field trials demonstrated that tebuconazole 25% WP had the highest control effect with the efficacy of 81.07% and 72.22% on Southern corn leaf blight and Curvularia leaf spot, respectively. The optimum application concentration of tebuconazole 25% WP for Southern corn leaf blight and Curvularia leaf spot was 2 000 times, and the control efficacies were 59.48% and 53.96%, respectively. The control effect decreased when the dosage was reduced by 50%, and the control efficacy was increased by 37.40 percentage points and 22.98 percentage points by the combined application of amino-oligosaccharide, which was equivalent to that at the optimum application concentration, achieving the effect of fungicide reduction and synergism.

Key words fungicide screening; southern corn leaf blight; Curvularia leaf spot; reduce application and increase efficiency

收稿日期: 2021-02-23 修订日期: 2021-03-25

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0300705)

* 通信作者 E-mail: konglingxiao163@163.com

玉米是我国种植面积最大的粮食作物之一,同时也是我国重要的饲料作物和经济作物,在农业生产和经济发展中占有重要地位。由 *Bipolaris maydis* 引起的玉米小斑病和由 *Curvularia lunata* 引起的弯孢叶斑病是黄淮海夏玉米产区主要的叶部病害^[1-2]。玉米小斑病可在整个生育期内发生,但在抽雄、灌浆期发病尤为严重,主要危害玉米叶片,最初侵染植株的下部叶片,并逐渐向上部叶片蔓延,在玉米抽穗灌浆期时病斑最多,严重时导致叶片枯萎死亡,严重影响玉米的产量^[3-4]。玉米弯孢叶斑病在玉米抽雄后发展蔓延迅速,流行频率高,主要侵染穗上叶片,病斑密集,严重的致使叶片枯死,一般减产 20%~30%,严重地块可减产 50%^[5-6],因此有必要加强对玉米小斑病和弯孢叶斑病的监测与防控。

目前培育抗性品种和化学药剂是防治玉米叶部病害的主要方法^[7]。抗病品系育种周期长,加之长时间种植单一的抗病品种,致使生理小种多变,抗性易丧失,因此化学药剂防治对玉米叶部病害占有不可或缺的地位。当前用于玉米叶部病害防治的化学药剂较多,主要有腐霉利、百菌清、春雷霉素、异菌脲、代森锰锌、氟啶胺、腈苯唑等^[8-9],但存在的主要问题是用药杂乱、药量大和防治时间不准确,筛选高效药剂及混施的增效产品可以减少田间施药量、延缓病原菌的抗药性,是玉米绿色生产的需要也是保护环境和生态安全的重要措施。

与化学药剂混施的增效产品有植物生长调节剂、叶面肥、诱抗剂等。作为植物生长调节剂的芸苔素、速效胺鲜酯等具有渗透性强、内吸快的特点,能有效增加叶绿素含量,提高光合作用效率,提高作物的抗寒、抗旱、抗盐碱等抗逆性,显著减少病害的发生^[10]。叶面肥,如中量元素和腐植酸等,具有缓释、高效、环保等特点,能够补充营养促进植物生长^[11-12]。诱抗剂,如寡糖·链蛋白、氨基寡糖素等,能够诱导激活植物的免疫系统,提高植物对病害的诱导抗病性^[13]。目前对于玉米叶部病害防控增效产品的筛选鲜有报道。因此,本研究通过菌丝生长速率法及田间小区药效试验从常用的 11 种杀菌剂中筛选防治效果较好的化学药剂,并通过田间药效试验明确其适宜的最佳施用浓度,在此基础上减施 50%并混配增效产品,以期达到农药减量增效的目的,为科学合理防治玉米叶部病害提供技术依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试玉米品种:‘先玉 335’。

供试菌株:玉米小斑病菌 *B. maydis*、弯孢叶斑病菌 *C. lunata* 均由河北省农林科学院植物保护研究所真菌病害实验室分离保存。

供试药剂:25%丙环唑乳油(EC),新加坡利农有限公司;25%戊唑醇可湿性粉剂(WP),青岛瀚生生物技术股份有限公司;40%氟硅唑乳油(EC),上海杜邦农化有限公司;30%氟菌唑可湿性粉剂(WP),上海生农生化制品股份有限公司;12.5%烯唑醇可湿性粉剂(WP),江苏建农农药化工有限公司;25%吡唑醚菌酯微乳剂(ME),青岛泰生生物技术有限公司;10%苯醚甲环唑水分散颗粒剂(WG),先正达苏州作物保护有限公司;25%咪鲜胺水乳剂(EW),河南新农化工有限公司;70%甲基硫菌灵可湿性粉剂(WP),江苏龙灯化学有限公司;80%多菌灵可湿性粉剂(WP),河北冠龙农化有限公司;50%咯菌腈可湿性粉剂(WP),先正达苏州作物保护有限公司。

供试增效产品:0.004%芸苔素内酯水剂(AS),云南云大科技农化有限公司;35.4%中量元素水溶肥料水剂(AS),德国阿格鲁肯特殊肥料有限公司;4%腐植酸水剂(AS),保定市根地高工贸有限公司;2%氨基寡糖素水剂(AS),河北冠龙农化有限公司。

1.2 方 法

1.2.1 防治玉米小斑病、弯孢叶斑病药剂抑菌率测定

采用生长速率法对 11 种杀菌剂进行了室内筛选,将各种药剂与 PDA 培养基混合配制成推荐剂量及 1/2 推荐剂量的含药平板培养基,每处理 4 次重复;用直径为 6 mm 的打孔器打取预先培养的玉米小斑病菌和弯孢叶斑病菌菌饼,分别接种于各处理平板培养基中央,25℃恒温培养箱黑暗条件下培养,5 d 后测量菌落直径,以无药剂的小斑病菌和弯孢叶斑病菌 PDA 培养基为对照,按照下列公式计算抑菌率。抑菌率=[(对照菌落直径-菌饼直径)-(处理菌落直径-菌饼直径)]/(对照菌落直径-菌饼直径)×100%。

1.2.2 杀菌剂对玉米小斑病及弯孢叶斑病田间药效测定

试验于 2018 年在河北省农林科学院植物保护

研究所内进行,共设2个小区,每小区长3.5 m,宽9.5 m,每行15株,每处理3行。利用高粱粒培养基扩繁玉米小斑病菌和玉米弯孢病菌,分别制备浓度为 1×10^4 个/mL和 1×10^5 个/mL的分生孢子悬浮液。待玉米长到13叶期,参照供试药剂推荐剂量均匀喷施于植株叶片,施药24 h后,采用叶面喷雾法,分别接种2种病菌分生孢子悬浮液,清水喷雾为对照,10 d后调查发病级别,按下列方法计算病情指数和防治效果。病情指数= Σ (各级病株数 $\times$ 病级)/ (调查总株数 $\times$ 最高病级) $\times 100$;防治效果=(对照病情指数-处理病情指数)/对照病情指数 $\times 100\%$ 。

1.2.3 25%戊唑醇 WP 田间施用技术

试验于2018年和2019年在河北省农林科学院植物保护研究所农场进行,于夏播时期正常播种,行距60 cm,株距25 cm,小区面积24 m²,3次重复,正常肥水管理。将25%戊唑醇 WP 分别稀释1 500倍液、2 000倍液及2 500倍液,于玉米13叶期进行叶面喷雾,药后24 h分别接种浓度为 1×10^4 个/mL玉米小斑病菌及 1×10^5 个/mL弯孢病菌分生孢子悬浮液,20 d充分发病后调查发病情况,并根据1.2.2方法计算防治效果,确定适宜的药剂施用浓度。

基于对两种病害最佳药剂施用浓度的筛选结果,将中量元素水溶肥、腐植酸、氨基寡糖素、芸苔素内酯按照药剂用量减少50%进行混配,以单剂最佳施用浓度为药剂对照,清水为空白对照,各处理小区设计同上述方法,并计算防治效果,明确具有增效作用的最佳混配组合。

1.3 调查标准

玉米小斑病分级标准^[14]为0级:免疫,不发病;1级:叶片上有零星病斑,病斑面积 $\leq 5\%$;3级:穗下叶片有少量病斑,占叶面积的6%~10%,穗上叶片有零星病斑;5级:穗下叶片上病斑较多,占叶面积的11%~30%,穗上叶片有少量病斑;7级:穗下叶片和穗上叶片有大量病斑,占叶面积的31%~70%;9级:全部叶片基本被病斑覆盖,叶片枯死。

玉米弯孢叶斑病分级标准^[15]:0级:免疫,不发病;1级:仅在下部叶片上有少量病斑,病斑面积 $\leq 10\%$;3级:植株下部叶片有一定量病斑,占叶面积的11%~30%;5级:植株上部叶片有少量病斑,下部叶片病斑较多,占叶面积的31%~50%;7级:植株上部叶片和下部叶片均有大量病斑,占叶面积的51%~70%;9级:全部叶片基本被病斑覆盖,叶片枯死。

1.4 数据分析

采用Excel 2007基础性数据分析,SPSS 22.0软件进行统计分析,Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 供试药剂对玉米小斑病菌和弯孢叶斑病菌抑制作用

采用菌丝生长速率法测定了11种杀菌剂对玉米小斑病菌及弯孢叶斑病菌菌丝生长的抑制作用,结果表明(表1),各供试药剂对2种病菌菌丝生长具有不同的抑制作用,25%丙环唑 EC、25%戊唑醇 WP、40%氟硅唑 EC、30%氟菌唑 WP、12.5%烯唑醇 WP 在供试各浓度下对2种供试病原菌抑制率均为100%,能够完全抑制2种病菌菌丝的生长,其中40%氟硅唑 EC 的有效成分用量最低,为50~100 mg/L,25%丙环唑 EC 的有效成分用量较高,为250~500 mg/L。其次为25%咪鲜胺 EW 3 000倍液和1 500倍液,对玉米小斑病菌和弯孢叶斑病菌的抑菌率分别为83.89%~93.12%和84.24%~87.80%,而70%甲基硫菌灵 WP 和80%多菌灵 WP 抑菌效果相对较差。

2.2 杀菌剂对玉米小斑病及弯孢叶斑病的田间防治效果

选取平皿抑制效果较好的8种杀菌剂,测定了常规推荐浓度对玉米小斑病及弯孢叶斑病的田间防治效果,结果显示(表2),供试药剂对两种叶部病害都有显著的防治效果,对玉米小斑病防效在32.4%~81.07%之间,对弯孢叶斑病的防治效果为41.41%~72.22%。

对玉米小斑病,25%戊唑醇 WP 2 000倍液防效最高,为81.07%,显著高于其他杀菌剂;其次为25%丙环唑 EC 1 000倍液、40%氟硅唑 EC 8 000倍液及25%吡唑醚菌酯 ME 1 000倍液,防治效果分别为64.55%、63.53%和61.99%;30%氟菌唑 WP 2 000倍液、10%苯醚甲环唑 WG 600倍液、25%咪鲜胺 EW 2 000倍液和12.5%烯唑醇 WP 2 000倍液防治效果相对较差,防效为32.24%~55.29%。

在玉米弯孢叶斑病防效测定中,25%戊唑醇 WP 2 000倍液、25%丙环唑 EC 1 000倍液、25%吡唑醚菌酯 ME 1 000倍液的防治效果显著优于其他药剂,防治效果分别为72.22%、69.06%和

68.73%,其次为 12.5%烯唑醇 WP 2 000 倍液和 40%氟硅唑 EC 8 000 倍液,防治效果为 60.91%和 54.98%,10%苯醚甲环唑 WG 600 倍液、30%氟菌唑 WP 2 000 倍液、25%咪鲜胺 EW 2 000 倍液防治

效果较差。

综合分析 25%戊唑醇 WP 2 000 倍液对玉米小斑病和弯孢叶斑病的防治效果最佳,且有效成分用量相对较少。

表 1 杀菌剂对玉米小斑病菌及弯孢叶斑病菌菌丝生长的抑制作用¹⁾

Table 1 Inhibitory effect of fungicides on mycelial growth of *Bipolaris maydis* and *Curvularia lunata*

药剂 Fungicide	稀释倍数 Dilution ratio	有效成分用量/ mg · L ⁻¹ Active ingredient	玉米小斑病菌 <i>B. maydis</i>		玉米弯孢叶斑病菌 <i>C. lunata</i>	
			菌落直径/cm Colony diameter	抑菌率/% Inhibition rate	菌落直径/cm Colony diameter	抑菌率/% Inhibition rate
25%丙环唑 EC	1 000	250	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
propiconazol 25% EC	500	500	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
25%戊唑醇 WP	2 000	125	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
tebuconazole 25% WP	1 000	250	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
40%氟硅唑 EC	8 000	50	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
flusilazole 40% EC	4 000	100	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
30%氟菌唑 WP	2 000	150	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
triflumizole 30% WP	1 000	300	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
12.5%烯唑醇 WP	2 000	62.5	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
diniconazole 12.5% WP	1 000	125	(0.00±0.00)j	100.00	(0.00±0.00)j	100.00
25%吡唑醚菌酯 ME	1 000	250	(0.66±0.17)hi	87.03	(1.37±0.16)g	74.30
pyraclostrobin 25% ME	500	500	(0.72±0.02)gh	85.92	(1.28±0.30)g	76.08
10%苯醚甲环唑 WG	1 000	100	(1.38±0.47)f	72.89	(1.95±0.13)f	63.41
difenoconazole 10% WG	500	200	(1.01±0.44)g	80.16	(1.97±0.14)f	63.04
25%咪鲜胺 EW	3 000	100	(0.82±0.42)gh	83.89	(0.84±0.18)h	84.24
prochloraz 25% EW	1 500	200	(0.35±0.25)ij	93.12	(0.65±0.22)i	87.80
70%甲基硫菌灵 WP	2 000	350	(4.33±0.39)b	15.03	(4.77±0.06)b	10.57
thiophanate-methyl 70% WP	1 000	700	(4.00±0.90)b	21.41	(4.20±0.20)d	21.20
80%多菌灵 WP	1 200	666.67	(4.25±0.22)b	16.50	(4.47±0.10)c	16.20
carbendazim 80% WP	600	1 333.33	(3.65±0.10)c	28.29	(4.12±0.25)d	22.76
50%咯菌腈 WP	8 000	62.5	(3.20±0.22)d	37.13	(2.44±0.11)e	54.22
fludioxonil 50% WP	4 000	125	(1.51±0.33)f	70.33	(0.94±0.24)h	82.36
对照 CK	—	—	(5.09±0.15)a	0.00	(5.33±0.06)a	0.00

1) 表中数据为平均值±标准差。同列数据后不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 0.05 水平差异显著。下同。

Data in the table are mean±SD. Different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level by Duncan's new multiple range test. The same applies below.

表 2 杀菌剂对玉米小斑病及弯孢叶斑病的田间药效测定

Table 2 Field efficacy of fungicides against Southern corn leaf blight and *Curvularia* leaf spot

药剂 Fungicide	稀释倍数 Dilution ratio	有效成分用量/ g · (hm ²) ⁻¹ Active ingredient dosage	玉米小斑病 Southern corn leaf blight		玉米弯孢菌叶斑病 <i>Curvularia</i> leaf spot	
			病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy
25%戊唑醇 WP	2 000	56.25	(9.72±0.8)e	81.07	(16.98±1.9)f	72.22
25%丙环唑 EC	1 000	112.5	(18.21±2.4)d	64.55	(18.91±1.4)f	69.06
25%吡唑醚菌酯 ME	1 000	112.5	(19.52±2.5)cd	61.99	(19.11±1.8)f	68.73
12.5%烯唑醇 WP	2 000	28.13	(24.80±1.2)c	51.73	(23.89±2.4)e	60.91
40%氟硅唑 EC	8 000	22.5	(18.74±1.4)d	63.53	(27.51±2.8)de	54.98
10%苯醚甲环唑 WG	600	90	(34.80±3.4)b	32.24	(30.66±2.8)cd	49.83
30%氟菌唑 WP	2 000	67.5	(25.22±1.2)c	50.91	(32.27±1.8)bc	47.19
25%咪鲜胺 EW	2 000	56.25	(22.96±3.1)cd	55.29	(35.80±2.1)b	41.41
对照 CK	—	—	(51.37±3.0)a	—	(61.11±1.9)a	—

2.3 25%戊唑醇 WP 田间减施增效施用技术

2.3.1 叶面喷雾防治玉米小斑病及弯孢叶斑病的用药适宜浓度

在玉米的 13 叶期测定不同浓度 25% 戊唑醇 WP 对玉米小斑病及弯孢叶斑病防治效果,结果表明(表 3),25% 戊唑醇 WP 对玉米小斑病及弯孢叶斑病的防效均随施药浓度增加而提高。25% 戊唑醇 WP 1 500 倍液和 2 000 倍液对玉米小斑病的防效分

别为 62.28% 和 59.48%,两者之间无显著差异,但均显著高于 2 500 倍液的防效 39.57%;对玉米弯孢叶斑病,25% 戊唑醇 WP 戊唑醇 1 500 倍液和 2 000 倍液的防效差异不显著,分别为 61.83% 和 53.96%,均显著高于 2 500 倍液的防效 41.21%。综合分析,25% 戊唑醇 WP 2 000 倍液田间防治两种玉米叶部病害的防效高且药剂有效成分用量低,是防治玉米小斑病及弯孢叶斑病的适宜浓度。

表 3 25%戊唑醇 WP 防治玉米小斑病及弯孢叶斑病的施用浓度筛选

Table 3 Selection of concentration of tebuconazole 25% WP against Southern corn leaf blight and Curvularia leaf spot

喷药浓度/倍 Spraying concentration	有效成分用量/ g · (hm ²) ⁻¹ Active ingredient dosage	玉米小斑病 Southern corn leaf blight		玉米弯孢菌叶斑病 Curvularia leaf spot	
		病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy
		1 500	75	(20.00±1.18)c	62.28
2 000	56.25	(21.48±2.57)c	59.48	(28.17±3.41)bc	53.96
2 500	45	(32.04±2.53)b	39.57	(35.97±1.06)b	41.21
对照 CK	—	(53.02±3.04)a	—	(61.19±1.49)a	—

2.3.2 减药增效产品选择及田间防治效果

采用 25% 戊唑醇 WP 4 000 倍液分别与中量元素、腐植酸、氨基寡糖素、芸苔素内酯等混配,田间接种测定对玉米小斑病及弯孢叶斑病的防治效果。结果显示(表 4),25% 戊唑醇 WP 4 000 倍液与 4 种增效产品混配后均能使其对玉米小斑病及弯孢叶斑病的防效提高。在玉米小斑病防效测定中,25% 戊唑醇 WP 4 000 倍液与氨基寡糖素、芸苔素、腐植酸混配后防效均达到 50% 以上,其中与氨基寡糖素混配后防效最高,为 63.80%,相比单剂

25% 戊唑醇 WP 4 000 倍液防治效果提高了 37.40 百分点,与单剂 25% 戊唑醇 WP 2 000 倍液防治效果无显著差异。

在玉米弯孢叶斑病的防效测定中,仍然是 25% 戊唑醇 WP 4 000 倍液与氨基寡糖素混配后防效最高,为 64.10%,其次为 25% 戊唑醇 WP 4 000 倍液与腐植酸混配,防效为 58.40%,相比单剂戊唑醇 WP 4 000 倍液的防效分别提高了 22.98 百分点和 17.28 百分点,与单剂戊唑醇 WP 2 000 倍液的防效无显著性差异。

表 4 防治玉米小斑病及弯孢叶斑病减药增效组合的田间效果

Table 4 Field effect of the combination of reducing fungicide and increasing efficiency on controlling

Southern corn leaf blight and Curvularia leaf spot

处理 Treatment	稀释倍数 Dilution ratio	有效成分用量/ g · (hm ²) ⁻¹ Active ingredients dosage	玉米小斑病 Southern corn leaf blight		玉米弯孢菌叶斑病 Curvularia leaf spot	
			病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy
			25% 戊唑醇 WP tebuconazole 25% WP	2 000	56.25	(21.23± 2.21)ef
	4 000	28.13	(37.75± 1.40)c	26.40	(44.24± 2.70)d	41.12
35.4% 中量元素水溶肥 AS medium elements 35.4% AS	4 000	39.38	(42.29± 1.72)b	17.55	(60.19± 3.24)b	19.91
4% 腐植酸 AS humic acid 4% AS	100	180	(41.02± 0.87)b	20.03	(53.29± 2.80)c	29.09
2% 氨基寡糖素 AS oligosaccharins 2% AS	100	90	(39.96± 1.95)bc	22.08	(47.89± 2.41)d	36.28
0.004% 芸苔素内酯 AS brassinolide 0.004% AS	2 000	0.009	(40.69± 2.33)bc	20.67	(53.43± 2.48)c	28.90

续表 4 Table 4(Continued)

处理 Treatment	稀释倍数 Dilution ratio	有效成分用量/ g · (hm ²) ⁻¹ Active ingredients dosage	玉米小斑病 Southern corn leaf blight		玉米弯孢菌叶斑病 Curvularia leaf spot	
			病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy
35.4%中量元素水溶肥 AS+25%戊唑醇 WP medium elements 35.4% AS+tebuconazole 25% WP	4 000+	39.38+	(32.06± 0.59)d	37.50	(37.47± 3.20)e	50.14
4%腐植酸 AS+25%戊唑醇 WP humic acid 4% AS+tebuconazole 25% WP	100+	180+	(23.95± 1.46)e	53.30	(31.26± 3.27)fg	58.40
2%氨基寡糖素 AS+25%戊唑醇 WP amino-oligosaccharide 2% AS+tebuconazole 25% WP	100+	90+	(18.57± 2.27)f	63.80	(26.98± 2.91)g	64.10
0.004%芸苔素内酯 AS+25%戊唑醇 WP brassinolide 0.004% AS+tebuconazole 25% WP	2 000+	0.009+	(23.32± 1.84)e	54.53	(35.67± 2.67)ef	52.53
对照 CK	—	—	(51.29± 0.92)a	—	(75.15± 1.88)a	—

由此可见,25%戊唑醇 WP 用量减少 50%同时配施氨基寡糖素,能提高对玉米小斑病和弯孢叶斑病两种叶部病害的防效,与单剂 25%戊唑醇 WP 2 000 倍液相比,防效差异不显著,但降低了药剂的有效成分用量 50%,达到了减药增效的防治效果。

3 结论与讨论

据报道,戊唑醇和烯唑醇对玉米小斑病菌的抑制作用最强,EC₅₀分别为 0.201 8 μg/mL 和 0.273 5 μg/mL,甲基硫菌灵对玉米弯孢叶斑病菌菌丝生长几乎没有抑制作用^[8,16]。本研究采用菌丝生长速率法和田间小区药效测定相结合的方法开展了不同杀菌剂对玉米小斑病菌、弯孢叶斑病菌的抑制作用和病害田间防治效果研究,结果发现,在抑制菌丝生长方面,三唑类杀菌剂效果较好,能够完全抑制玉米小斑病菌和弯孢叶斑病菌的菌丝生长,而 70%甲基硫菌灵 WP 和 80%多菌灵 WP 抑制作用较差,抑菌率低于 30%;25%戊唑醇 WP 对两种病害的田间防治效果最高,防效分别为 81.07%和 72.22%。戊唑醇是具有独特作用机制的三唑类杀菌剂,除了存在与其他三唑类相同的作用位点外,还能够抑制真菌麦角甾醇生物合成,同时还能够引起病原菌细胞膜透性发生改变,导致细胞壁加厚,抑制病原菌菌丝的生长并对菌丝形态和结构有致畸作用^[17],本试验结果表明,25%戊唑醇 WP 对玉米小斑病和弯孢叶斑病两种夏玉米叶部病害防治效果较好。

化学药剂叶面喷雾是防治玉米叶部病害的主要手段,但是,生产上存在盲目用药和用药量过大等问

题,因此改善常规的农药施用方法,是增加防效、降低成本和减轻环境污染的重要措施^[18]。氨基寡糖素是一种植物功能调节剂,也是一种新型生物农药,具有活化植物细胞、促进植物生长、调节植物抗性、激活植物防御反应、启动抗病基因表达等作用^[19]。有研究表明,5%氨基寡糖素 AS 50.0~83.3 mg/L 与 25%丙环唑 EC 225.0~250.0 mg/L 混配,对香蕉褐缘灰斑病的防效达到了 79.65%~86.94%,高于两个单剂单独使用的防治效果^[20]。余中莲^[21]利用氨基寡糖素与枯草芽胞杆菌桶混后对荔枝霜疫霉病的防治效果为 58.08%,相比单剂分别提高了 3.03 百分点和 25.66 百分点。从本研究结果来看,25%戊唑醇 WP 用量减少 50%并配施 2%氨基寡糖素 AS,能提高对玉米小斑病和弯孢叶斑病两种叶部病害的防效,与 25%戊唑醇 WP 2 000 倍液的防效无显著性差异,达到了减药增效的防治效果。同时与常规施药法相比,本研究不仅减少了农民在整个生育期内防治玉米叶斑病所使用的农药施用量和施药次数,还在一定程度上降低了成本,减轻了环境污染。毕秋燕等^[22]用 40%氟硅唑 EC 与 50%醚菌酯 WG 和助剂 0.1% NF-100 协同减量进行混配后对梨树褐斑病持效期可达 50 d,田间防效能够达到 70%以上。可见,合理利用复配剂能够取得更好的防治效果,可以提高减药增效技术实施的应用性。

随着人们对生态环境和食品安全意识的提高,特别是在当前提倡“药肥双减”的背景下,本研究仍需结合田间管理、了解产量变化等因素多方面分析,进一步探索更加合理、高效的田间药剂防治技术,以为生产上科学合理防治玉米主要病害制定更具现

实指导性的综合防控体系,最终实现减量不减效的目的。

参考文献

[1] 郭宁, 马井玉, 张海剑, 等. 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[J]. 植物保护, 2017, 43(4): 213-217.

[2] 梅丽艳, 李志勇, 郭梅. 玉米弯孢菌叶斑病产量损失测定及药剂防治[J]. 玉米科学, 2003, 11(2):93-95.

[3] 钟承茂. 玉米小斑病发生规律与综合防治技术[J]. 农技服务, 2008, 25(2):83-84.

[4] 潘彩霞, 徐立, 李兵, 等. 玉米小斑病的危害和防治[J]. 中国农村小康科技, 2010(12):54-55.

[5] 孔德颖. 木霉可湿性粉剂对玉米小斑病的生物防治作用[J]. 耕作与栽培, 2016(5):32-34.

[6] 李金堂, 傅俊范. 玉米弯孢菌叶斑病发病率与严重度的关系[J]. 植物保护学报, 2009, 36(6):569-570.

[7] 胡锐, 邢彩云, 李元杰, 等. 玉米弯孢霉叶斑病发生及防治[J]. 中国农技推广, 2011, 27(11):42-43.

[8] 李广领, 高扬帆, 陈锡岭, 等. 8种新型杀菌剂对2种玉米致病菌的室内毒力测定[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(12):2265-2266.

[9] 甘林, 王志纯, 代玉立, 等. 不同杀菌剂对玉米小斑病菌的抑制作用及其防治效果[J]. 福建农业学报, 2015, 30(12):1160-1165.

[10] TIAN Qiuying, CHEN Fanjun, LIU Jinxin, et al. Inhibition of maize root growth by high nitrate supply is correlated with reduced IAA levels in roots [J]. Journal of Plant Physiology, 2008, 165(9):942-951.

[11] 李霞, 蒋文春, 刁钰婵, 等. 中量元素肥对玉米生理指标和产

[20] 中华人民共和国农业部. 农药田间药效试验准则(二)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004: 111-113.

[21] ANDERSON J C, DUBETZ C, PALACE V P. Neonicotinoids in the Canadian aquatic environment: a literature review on current use products with a focus on fate, exposure, and biological effects [J]. Science of the Total Environment, 2015, 505: 409-422.

[22] MORRISSEY C A, MINEAU P, DEVRIES J H, et al. Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: a review [J]. Environment International, 2015, 74: 291-303.

[23] 范银君, 史雪岩, 高希武. 新烟碱类杀虫剂吡虫啉和噻虫嗪的代谢研究进展[J]. 农药学报, 2012, 14(6): 587-596.

[24] 高志山, 张学峰, 刘海涛, 等. 新烟碱类杀虫剂种子包衣防治麦蚜的可行性评价[J]. 植物保护学报, 2016, 43(5): 864

量性状的影响[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(4):412-414.

[12] 孙志梅, 刘欢, 苗泽兰, 等. 腐植酸肥料对玉米和小麦生长发育的影响[J]. 腐植酸, 2015(2):20-24.

[13] 陈益生, 田新湖, 林乐全. 氨基寡糖素对茶树抗病增产效果研究[J]. 茶叶学报, 2019, 60(3):122-124.

[14] 中华人民共和国农业部. 玉米抗病虫性鉴定技术规范: NY/T1248.2-2006 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

[15] 张婷, 朱洁伟, 武向文, 等. 拮抗木霉菌对玉米弯孢叶斑病的诱导抗性作用[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2011, 29(4):38-41.

[16] 孔凡彬, 高扬帆, 陈锡岭, 等. 9种药剂对玉米弯孢叶斑病菌的室内抑菌实验[J]. 河南科技学院学报(自然科学版), 2005, 33(4):63-64.

[17] JIN Lili, LIU Xiangyang, DI Yali, et al. Baseline sensitivity and control efficacy of DMI fungicide epoxiconazole against *Sclerotinia sclerotiorum* [J]. European Journal of Plant Pathology, 2015, 141(2):237-246.

[18] 李少卡, 何凡, 陈哲, 等. 防治荔枝炭疽病的药剂筛选及田间应用[J]. 农药, 2019, 58(10):773-776.

[19] 严凯, 宋宝安, 杨松, 等. 0.5%氨基寡糖素 AS 对烟草 TMV 的抑制及作用机制的初步研究[J]. 农药, 2007, 46(4):280-282.

[20] 漆艳香, 谢艺贤, 彭军, 等. 5%氨基寡糖素水剂与25%丙环唑乳油混配对香蕉褐缘灰斑病的防效研究[J]. 现代农业科技, 2020(19):100-102.

[21] 余中莲. 氨基寡糖素诱导荔枝果实对霜疫霉病的抗性[D]. 福州: 福建农林大学, 2012.

[22] 毕秋艳, 赵建江, 王文桥, 等. 不同作用机制杀菌剂对梨树主要病害的协同增效作用及减量施药流程制定[J]. 植物保护学报, 2019, 46(6):1343-1356.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 341 页)

-872.

[25] ELBERT A, HAAS M, SPRINGER B, et al. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection [J]. Pest Management Science, 2008, 64(11): 1099-1105.

[26] 吴凌云, 李明, 姚东伟. 新烟碱类杀虫剂与种子处理[J]. 农药, 2009, 48(12): 868-871.

[27] 巴吐西, 张智, 寇爽, 等. 噻虫嗪种衣剂对草地贪夜蛾生命参数的影响[J]. 植物保护学报, 2020, 47(4): 891-899.

[28] 田体伟, 王丽莎, 王燕, 等. 3种新烟碱类种子处理剂对玉米及其主要害虫的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44(11): 73-78.

[29] 姜军, 赵霞, 黄璐, 等. 玉米种衣剂研究进展[J]. 河北农业科学, 2008, 12(9): 49-50.

[30] 杨丹, 郑娟莉, 李飞, 等. 中国生物型种衣剂的研究进展[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(22): 9-12.

(责任编辑: 田 喆)