5 种杀菌剂对青贮玉米 3 种病害的田间防治效果

刘 勇[1]， 周 俗[1*]， 张 玉[1*]， 王泽英[2]，
刘 刚[1]， 道里刚[1]， 康晓慧[3]， 李世洪[4]

（1. 四川省草原科学研究院，成都 611731；2. 盐源县农牧局，梁山 615000；3. 西南科技大学生命科学与工程学院，绵阳 621000；4. 四川省眉山市洪雅县农业和畜牧局，眉山 620300）

摘要 为有效防治青贮玉米 *Zea mays* Linn. 锈病、小斑病和大斑病，筛选出低毒、无公害的高效防治杀菌剂，选用哈茨木霉水分散粒剂（1 亿 cfu/g）、枯草芽孢杆菌可湿性粉剂（1 000 亿孢子/g）、37%苯醚甲环唑水分散粒剂、15%三唑酮可湿性粉剂和 80%代森锰锌可湿性粉剂 5 种杀菌剂进行田间药效试验。结果表明，1 亿 cfu/g 哈茨木霉 WG 对青贮玉米 3 种病害的田间防效最优，37%苯醚甲环唑 WG 对小斑病的防效最好，15%三唑酮 WP 对锈病的防效最理想，80%代森锰锌 WP 对大斑病的防效最优。

关键词 杀菌剂； 青贮玉米； 病害

中图分类号： S 435.131，S 476 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018421

Field control effects of 5 fungicides on 3 diseases of silage maize

LIU Yong[1]， ZHOU Su[1]， ZHANG Yu[1]， WANG Zeying[2]，
LIU Gang[1]， DAO Ligang[1]， KANG Xiaohui[3]， LI Shihong[4]

（1. *Sichuan Academy of Grassland Sciences*，*Chengdu* 611731，*China*；2. *Agriculture & Animal Husbandry Bureau of Yanyuan County*，*Liangshan* 615000，*China*；3. *School of Life Science and Engineering of Southwest University of Science and Technology*，*Mianyang* 621000，*China*；4. *Agriculture & Animal Husbandry Bureau of Hongya County*，*Meishan* 620300，*China*）

Abstract To effectively control the rust disease（*Puccinia sorghi*），southern leaf blight disease（*Bipolaris maydis*）and northern leaf blight disease（*Exserohilum turcicum*）of silage corn（*Zea mays* Linn.），the field control effect of five fungicides including *Trichoderma harzianum*（100 million cfu/g）WG，*Bacillus subtilis*（100 billion spores/g）WP，difenoconazole 37% WG，triadimefon 15% WP and mancozeb 80% WP were evaluated. The results demonstrated that *Trichoderma harzianum* WG was the most effective fungicide against the three diseases of silage corn，difenoconazole 37% WG，triadimefon 15% WP and mancozeb 80% WP was high effective to the southern leaf blight，the rust disease，and southern leaf blight，respectively.

Key words fungicide； silage corn； disease

青贮玉米是重要的禾本科饲草之一，营养价值高，牲畜喜食，在全国大部分地区均有种植。随着农业供给侧结构性改革和“粮改饲”政策的深入推进，青贮玉米种植面积逐年扩大。据全国畜牧总站统计[1]，青贮玉米在全国的种植面积由 2006 年的 142 万 hm^2 增加到 2016 年的 227 万 hm^2；2016 年，四川省青贮玉米种植面积为 16 万 hm^2，较 2015 年新增面积 2.67 万 hm^2。研究发现，青贮玉米病害主要有条形柄锈菌 *Puccinia sorghi* 引起的锈病、大斑凸脐蠕孢 *Exserohilum turcicum* 引起的大斑病、玉蜀黍平脐蠕孢 *Bipolaris maydis* 引起的小斑病、玉米节壶菌 *Physoderma maydis* 引起的褐斑病和立枯丝核菌 *Rhizoctonia solani* 引起的纹枯病等 5 种[2-10]。该 5 种病害近年来在四川、贵州、云南等地区随青贮玉米种植面积的增加均有逐年加重的趋势[11-12]，发病率达 15%～50%，病情指数为 25～60[2-3, 13]，直接造成青

收稿日期： 2018－09－28 **修订日期：** 2018－12－15
基金项目： 国家现代农业产业技术体系-四川创新团队；四川省科技支撑计划（2016NZ0038）；四川省应用基础研究项目（2017JY0292）
* 通信作者 E-mail：zhousu666@163.com；zhangyforage@163.com

贮玉米产量降低、品质下降[14-19],一般可导致青贮玉米减产 10%～20%[20-22],重者达 50%以上甚至颗粒无收。为此,本研究筛选了 5 种不同类型的杀菌剂进行田间防效试验,并对其药效进行准确评价,以期为大面积推广应用提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

供试作物:青贮玉米,品种为'雅玉 8 号',四川西南科联种业有限公司。

防治对象:青贮玉米锈病、小斑病和大斑病。

供试杀菌剂:哈茨木霉水分散粒剂(WG)1 亿 cfu/g,成都特普生物科技股份有限公司;枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(WP)1 000 亿孢子/g,37%苯醚甲环唑水分散粒剂(WG),河北冠龙农化有限公司;15%三唑酮可湿性粉剂(WP),江苏七洲绿色化工股份有限公司;80%代森锰锌可湿性粉剂(WP),利民化工股份有限公司。

1.2　试验地概况

试验地位于四川省眉山市洪雅县中保镇平乐村,地处四川盆地西南边缘,属中亚热带湿润气候,土壤肥力中等,年降雨量 1 435 mm,年无霜期 307 d,年平均气温 16.6℃。

1.3　试验设计

试验共设 6 个处理,分别为哈茨木霉 WG 900 g/hm^2,枯草芽孢杆菌 WP 150 g/hm^2,37%苯醚甲环唑 WG 300 g/hm^2,15%三唑酮 WP 1 200 g/hm^2,80%代森锰锌 WP 900 g/hm^2,以喷清水为空白对照(CK)。4 次重复,小区面积 6 m×6 m,共设置试验小区 6×4=24 个。

试验材料播种于 2018 年 5 月 26 日,喷药时间为 2018 年 7 月 10 日 17:00－19:00,此时青贮玉米已播种 45 d,处于拔节期,施药时天气多云转晴,无风,平均气温 27.5℃,日照时数 12 h,药后 24 h 内未降水。喷药器械为农用背负式手动喷雾器(3WBS-16A,衡阳市韶峰喷雾器有限公司),均匀喷雾,每小区用水量 1 050 kg/hm^2。

1.4　调查方法

采用样方对角线法 5 点取样,每点选取 2 株,每株上、中、下各选 2 片叶调查病害发生情况。分别于喷药前(7 月 10 日),喷药后 7 d 和 14 d 共 3 次定点调查各处理发病率、病情严重度,计算病情指数,评价防效。

$$发病率=\frac{病株(器官、叶)数}{调查总株(器官、叶)数}\times 100\%。$$

病害严重度分级参照农业行业标准"牧草病害调查与防治技术规程"(NY/T 2767－2015),根据发病的植物器官面积或体积占调查的植物器官总面积或总体积的百分率,用分级法表示,设 8 级,分别用 1%、5%、10%、20%、40%、60%、80% 和 100% 表示。待获得若干样本的严重度数值后,采用加权平均法计算出平均严重度。

$$平均严重度=\frac{\Sigma(分级数值\times病叶数)}{总病叶数};$$

病情指数=发病率×平均严重度×100;

防治效果=[1－(施药前对照区病情指数×施药后处理区病情指数)/(施药后对照区病情指数×施药前处理区病情指数)]×100%。

2　结果与分析

2.1　5 种杀菌剂对青贮玉米锈病的田间药效

对 5 种供试杀菌剂对青贮玉米锈病药后 7 d 和 14 d 的防治效果(表 1)进行方差分析,结果表明,其处理间的 F 值分别为 38.675 和 47.663,均大于 $F_{0.01}=7.01$,表现为极显著差异。1 亿 cfu/g 哈茨木霉 WG 900 g/hm^2 和 15%三唑酮 WP 1 200 g/hm^2 对青贮玉米锈病的防效显著优于其他处理,7 d 和14 d 的防效分别为 66.28%～72.15%和 64.73%～67.15%,其他 3 种药剂对玉米锈病防效 7 d 和 14 d 分别为 55.32%～56.84%和 51.55%～54.56%,差异不显著。

2.2　5 种杀菌剂对青贮玉米小斑病的田间药效

5 种供试杀菌剂对青贮玉米小斑病药后 7 d 和 14 d 的防效经方差分析表明,其处理间的 F 值分别为 56.387 和 66.269,均大于 $F_{0.01}=7.01$,表现为极显著差异。1 亿 cfu/g 哈茨木霉 WG 900 g/hm^2 和 37%苯醚甲环唑 WG 300 g/hm^2 对青贮玉米小斑病的防效处理显著优于其他处理,7 d 和 14 d 防效分别为 63.80%～66.74%和 58.37%～64.92%,其他 3 种药剂对玉米小斑病 7 d 和 14 d 防效分别为 49.23%～51.12%和 42.17%～48.12%,差异不显著(表 2)。

2.3　5 种杀菌剂对青贮玉米大斑病的田间药效

5 种杀菌剂对青贮玉米大斑病药后 7 d 和 14 d 的防效(表 3)经方差分析表明,其处理间的 F 值分别为 45.336 和 56.312,均大于 $F_{0.01}=7.01$,表现为极显著差异。药后 7 d,80%代森锰锌 WP 900 g/hm^2 对青贮玉米大斑病的防效与 1 亿 cfu/g 哈茨木霉 WG 900 g/hm^2 无显著差异,但显著高于其余 3 个药剂处理;药后 14 d,1 亿 cfu/g 哈茨木霉 WG 900 g/hm^2 对青贮玉米大斑病的防效显著优于 37%苯醚甲环

唑 WG 300 g/hm²，与其他处理间则无显著差异。1 亿 cfu/g哈茨木霉 WG 和 80%代森锰锌 WP 药后 7 d 和 14 d 的防效在 60%以上，其他 3 种药剂防效均在 60%以下。

表 1　5 种杀菌剂对青贮玉米锈病的田间防效1)

Table 1　Field control efficacies of five fungicides on the rust disease of silage maize

处理 Treatment	药前病指 Disease index before spraying	药后 7 d 7 days after spraying		药后 14 d 14 days after spraying	
		病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy
1 亿 cfu/g 哈茨木霉菌 WG 900 g/hm² *Trichoderma harzianum* 1×10⁸ cfu/g WG 900 g/hm²	12.33	6.27	66.28 aA	8.54	64.73 aA
1 000 亿孢子/g 枯草芽孢杆菌 WP 150 g/hm² *Bacillus subtilis* 1×10¹¹ spore/g WP 150 g/hm²	14.21	9.25	56.84 bB	12.68	54.56 bB
37%苯醚甲环唑 WG 300 g/hm² difenoconazole 37% WG 300 g/hm²	8.65	5.69	56.39 bB	8.23	51.55 bB
15%三唑酮 WP 1 200 g/hm² triadimefon 15% WP 1 200 g/hm²	12.57	5.28	72.15 aA	8.11	67.15 aA
80%代森锰锌 WP 900 g/hm² mancozeb 80% WP 900 g/hm²	9.78	6.59	55.32 bB	9.14	52.41 bB
清水空白对照 Water	10.25	15.46	—	20.13	—

1) 表中单元格里“—”表示该处无数据；同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)，同列不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下同。The “—” in the table indicates that there is no data; The different small letters in the same column mean the significant difference at $P<0.05$, the different capital letters in the same column mean the significant difference at $P<0.01$. The same below.

表 2　5 种杀菌剂对青贮玉米小斑病的田间防效

Table 2　Field control efficacies of five fungicides on the southern leaf blight of silage maize

处理 Treatment	药前病指 Disease index before spraying	药后 7 d 7 days after spraying		药后 14 d 14 days after spraying	
		病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy
1 亿 cfu/g 哈茨木霉菌 WG 900 g/hm² *Trichoderma harzianum* 1×10⁸ cfu/g WG 900 g/hm²	8.19	4.21	63.80 aA	6.34	58.37 abAB
1 000 亿孢子/g 枯草芽孢杆菌 WP 150 g/hm² *Bacillus subtilis* 1×10¹¹ spore/g WP 150 g/hm²	11.47	7.96	51.12 bB	10.12	48.03 bB
37%苯醚甲环唑 WG 300 g/hm² difenoconazole 37% WG 300 g/hm²	11.16	5.27	66.74 aA	7.28	64.92 aA
15%三唑酮 WP 1 200 g/hm² triadimefon 15% WP 1 200 g/hm²	7.56	5.45	49.23 bB	8.13	42.17 cC
80%代森锰锌 WP 900 g/hm² mancozeb 80% WP 900 g/hm²	10.21	7.31	49.57 bB	9.85	48.12 bB
清水空白对照 Water	9.48	13.46	—	17.63	—

表 3　5 种杀菌剂对青贮玉米大斑病的田间防效

Table 3　Field control efficacies of five fungicides on the northern leaf blight of silage maize

处理 Treatment	药前病指 Disease index before spraying	药后 7 d 7 days after spraying		药后 14 d 14 days after spraying	
		病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy	病情指数 Disease index	防效/% Control efficacy
1 亿 cfu/g 哈茨木霉菌 WG 900 g/hm² *Trichoderma harzianum* 1×10⁸ cfu/g WG 900 g/hm²	13.09	7.98	61.08 abAB	10.33	60.36 aA
1 000 亿孢子/g 枯草芽孢杆菌 WP 150 g/hm² *Bacillus subtilis* 1×10¹¹ spore/g WP 150 g/hm²	12.17	8.24	56.77 cC	10.75	55.63 abAB
37%苯醚甲环唑 WG 300 g/hm² difenoconazole 37% WG 300 g/hm²	9.69	6.32	58.36 bB	8.66	55.11 bB
15%三唑酮 WP 1 200 g/hm² triadimefon 15% WP 1 200 g/hm²	10.35	6.83	57.87 bB	9.87	56.03 abAB
80%代森锰锌 WP 900 g/hm² mancozeb 80% WP 900 g/hm²	15.29	8.94	62.67 aA	12.13	60.15 aA
清水空白对照 Water	12.08	18.92	—	25.05	—

3　结论与讨论

本试验结果表明,对青贮玉米锈病、小斑病和大斑病 3 种主要病害防效最优的分别是 15%三唑酮 WP 1 200 g/hm^2、37%苯醚甲环唑 WG 300 g/hm^2 和 80%代森锰锌 WP 900 g/hm^2。

5 种杀菌剂防治 3 种青贮玉米病害在药后 14 d 的防效大多均低于药后 7 d 的防效,表明 5 种供试杀菌剂在防治 3 种青贮玉米病害时具有明显的时效性,药后 14 d 防效会有所下降,这与其他学者研究结果相一致[23]。在青贮玉米种植和病害管理上,可选用哈茨木霉、苯醚甲环唑、三唑酮、代森锰锌等杀菌剂对青贮玉米锈病、小斑病和大斑病进行防治,但是在防治过程中应注意杀菌剂的时效性、混用等问题。

为有效防治青贮玉米病害,国内外学者对一些杀菌剂进行了毒力测定和筛选[24-32],结论各有不同。对青贮玉米锈病,谢谦等[33]的研究认为,30%苯醚甲环唑·丙环唑 SC 药后 14 d 防效理想,刘翠娜等[30]则认为 12.5%烯唑醇 WP 对玉米锈病防治效果好。对青贮玉米小斑病,甘林等[34]的研究表明,75%百菌清 WP 和 80%代森锰锌 WP 对小斑病菌的抑制作用最好,谢伟烈等[35]认为 7.5%氟环唑 EC 田间防治小斑病防效最好,马佳等[36]则认为哈茨木霉对玉米小斑病的防效最好。对青贮玉米大斑病,关成宏等[37]认为 36%烯肟菌胺·氟环唑悬浮剂的防治效果及持续控制作用较好,沙洪珍等[38]的研究表明 25%丙环唑乳油可有效防治玉米大斑病,张晓翔等[39]认为 18.7%嘧菌酯·丙环唑 SC 对玉米大斑病的田间防效最好。这些研究结果不一致的原因可能是由于青贮玉米病害发生的复杂性、病原菌的生理生化特性不同及各地区的气候条件不同。

本文通过对青贮玉米 3 种主要病害田间药效试验,筛选出 37%苯醚甲环唑 WG 对小斑病的防效最好,15%三唑酮 WP 对锈病的防效最理想,80%代森锰锌 WP 对大斑病的防效最优。该结果可为田间青贮玉米病害的防治提供有针对性的科学合理的用药指导,防止盲目用药,提高防治效果。该研究主要进行了青贮玉米锈病、小斑病、大斑病的防治药剂筛选研究。国外针对杀菌剂对其他饲草病害的防治研究有很多[40-49],而国内这方面的研究还较少。本文研究成果可为青贮玉米生产和管理提供依据,也可为发展草地畜牧业、生态治理饲草和病害防治提供参考。

参考文献

[1] 全国畜牧总站. 中国草业统计(2016)[M]. 北京:中国农业出版社,2017.

[2] 陈莉敏,周俗,康晓慧,等. 达州地区饲用玉米主要病害调查报告[J]. 草业与畜牧,2016(6):49-52.

[3] 刘勇,周俗,张玉,等. 青贮玉米锈病空间分布研究[J]. 草学,2018(4):49-53.

[4] 梁永亮,康晓慧,张洪,等. 饲用玉米大斑病病原菌毒素粗提液致病机理研究[J]. 安徽农业科学,2018(24):135-139.

[5] KINYUA Z M,SMITH J J,KIBATA G N,et al. Status of grey leaf spot disease in Kenyan maize production ecosystems [J]. African Crop Science Journal,2010,18(4):183-194.

[6] UNARTNGAM J,JANRUANG P,TO-ANAN C. Genetic diversity of *Puccinia polysora* in Thailand based on inter simple sequence repeat (ISSR) markers analysis [J]. International Journal of Agricultural Technology,2011,7(4):1125-1137.

[7] CROUCH J A,SZABO L J. Real-time PCR detection and discrimination of the southern and common corn rust pathogens *Puccinia polysora* and *Puccinia sorghi* [J]. Plant Disease,2011,95:624-632.

[8] 张利. 四川地区牧草病害调查及禾本科牧草锈病的研究[D]. 绵阳:西南科技大学,2012.

[9] 张利,康晓慧,周俗,等. 四川|地区禾本科牧草真菌病害调查及综合防治研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(29):17899-17901.

[10] 戴法超,高卫东,王晓鸣,等. 53 份玉米品种(组合)对 4 种玉米病害的抗性评价[J]. 植物保护,1997,23(4):15-17.

[11] 周俗. 四川草原有害生物与防治[M]. 成都:四川科学技术出版社,2017.

[12] 全国畜牧总站. 中国草原生物灾害[M]. 北京:中国农业出版社,2018.

[13] 梁永亮. 四川人工牧草主推区牧草病害及饲用玉米大斑病和褐斑病致病机理研究[D]. 绵阳:西南科技大学,2018.

[14] 陈光华,毛浓翔,林伟锋,等. 玉米大斑病品种抗病性对比试验[J]. 陕西农业科学,2014,60(5):1-3.

[15] MUNKVOLD G P,O'MARA J K. Laboratory and growth chamber evaluation of fungicidal seed treatments for maize seedling blight caused by *Fusarium* species [J]. Plant Disease,2002,86(2):143-150.

[16] ESKER P,SHAH D A,BRADLEY C A,et al. Perceptions of midwestern crop advisors and growers on foliar fungicide adoption and use in maize [J]. Phytopathology,2018,108(9):1078-1088.

[17] MALLOWA S O,ESKER P D,PAUL P A,et al. Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions [J]. Phytopathology,2015,105(8):1080-1089.

[18] CALDWELL P M,WARD J M J,MILES N,et al. Assessment

of the effects of fertilizer applications on gray leaf spot and yield in maize [J]. Plant Disease, 2002, 86(8): 859 - 866.

[19] 李俊虎. 两种杀菌剂对玉米褐斑病控制作用及病害危害机理初探[D]. 泰安:山东农业大学,2011.

[20] MUNKVOLD G P, WEIENETH L, PROCTOR R, et al. Pathogenicity of fumonisin-producing and nonproducing strains of Aspergillus species in section *Nigri* to maize ears and seedlings [J]. Plant Disease, 2017, 102(2): 282 - 291.

[21] SILVA M P D, TYLKA G L, MUNKVOLD G P. Seed treatment effects on maize seedlings coinfected with *Fusarium* spp. and *Pratylenchus penetrans* [J]. Plant Disease, 2016, 100(2): 431 - 437.

[22] OLUKOLU B, TRACY W, WISSER R J, et al. A genome-wide association study for partial resistance to maize common rust [J]. Phytopathology, 2016, 106(7): 745 - 751.

[23] ADEE E, DUNCAN S. Timing of strobilurin fungicide for control of top dieback in corn [J]. Plant Health Progress, 2017, 18(2): 129 - 135.

[24] DARINO M A, ROCHI L, LIA V V, et al. Virulence characterization and identification of resistant maize lines to *Puccinia sorghi* Schwein present in the Argentine corn belt region [J]. Plant Disease, 2016, 100(4): 770 - 776.

[25] PATAKY J K, BLOCK C C, MICHENER P M, et al. Ability of an ELISA-based seed health test to detect *Erwinia stewartii* in maize seed treated with fungicides and insecticides [J]. Plant Disease, 2004, 88(6): 633 - 640.

[26] MEGUMI Y, TAKASHI N, MICHIYOSHI A, et al. Effect of the timing of fungicide application on fusarium head blight and mycotoxin accumulation in closed-flowering barley [J]. Plant Disease, 2008, 92(8): 1164 - 1170.

[27] LUNA M P R, WISE K A. Timing and efficacy of fungicide applications for Diplodia ear rot management in corn [J]. Plant Health Progress, 2015, 16(3): 123 - 131.

[28] PAUL P A, MADDEN L V, BRADLEY C A, et al. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U. S. corn belt [J]. Phytopathology, 2011, 101(9): 1122.

[29] SISSON A, KANDEL Y, ROBERTSON A, et al. Effect of foliar fungicides on hail-damaged corn [J]. Plant Health Progress, 2016, 17(1): 6 - 12.

[30] 刘翠娜,邢小萍,李洪连,等. 化学农药对玉米中后期几种病虫害的田间防治效果[J]. 河南科学,2014,32(4):527 - 530.

[31] 钟凯. 7 种进口杀菌剂防治玉米中后期主要病害效果初探[J]. 基层农技推广,2016,4(6):41 - 44.

[32] 隋韵涵,肖淑芹,董雪,等. 九种杀菌剂对 *Fusarium verticillioides* 和 *F. graminearum* 毒力及玉米穗腐病的防治效果[J]. 玉米科学,2014,22(2):145 - 149.

[33] 谢谦,王双全,李颖,等. 玉米锈病防治杀菌剂筛选试验[J]. 现代农业科技,2018(10):122.

[34] 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.

[35] 谢伟烈,郑卓辉,谢艳华,等. 5 种杀菌剂防治甜玉米小斑病田间药效试验[J]. 广东农业科学,2013,40(9):77 - 79.

[36] 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.

[37] 关成宏,董爱书,胡新,等. 几种杀菌剂对黑龙江高寒地区玉米大斑病的防治效果[J]. 农药,2015,54(2):133 - 135.

[38] 沙洪珍,迟畅,何智勇,等. 几种杀菌剂防治玉米大斑病的田间药效试验[J]. 东北农业科学,2017,42(6):36 - 37.

[39] 张晓翔,刘微,范文忠. 不同杀菌剂防治玉米大斑病田间药效试验[J]. 吉林农业,2016(21):70 - 71.

[40] KANDEL Y R, HUNT C L, KYVERYGA P, et al. Differences in small plot and on-farm trials for yield response to foliar fungicide on soybean [J]. Plant Disease, 2018, 102(1): 140 - 145.

[41] SISSON A J, KANDEL Y R, HART C E, et al. Effect of foliar fungicide and insecticide on hail-damaged soybean [J]. Plant Health Progress, 2016, 17(2): 141 - 148.

[42] MENGISTU A, KELLY H M, BELLALOUI N, et al. Tillage, fungicide, and cultivar effects on frogeye leaf spot severity and yield in soybean [J]. Plant Disease, 2014, 98(11): 1476 - 1484.

[43] BRADLEY C A. Effect of fungicide seed treatments on stand establishment, seedling disease, and yield of soybean in North Dakota [J]. Plant Disease, 2008, 92(1): 120 - 125.

[44] DORRANCE A E, CRUZ C, MILLS D, et al. Effects of foliar fungicide and insecticide applications on soybean in Ohio [J]. Plant Health Progress, 2010, 11(1): 1 - 7.

[45] MUELLER D S, WISE K A, DUFAULT N S, et al. Using fungicides to manage diseases on field crops-sugar beet [M]// Fungicides for field crops. St. Paul, Minnesota: APS Press, 2013: 92 - 94.

[46] KANDEL Y R, MUELLER D S, HART C E, et al. Analyses of yield and economic response from foliar fungicide and insecticide applications to soybean in the north central United States [J]. Plant Health Progress, 2016, 17(4): 232 - 238.

[47] WILLYERD K T, LI C, MADDEN L V, et al. Efficacy and stability of integrating fungicide and cultivar resistance to manage Fusarium head blight and deoxynivalenol in wheat [J]. Plant Disease, 2012, 96(7): 957 - 967.

[48] POLANCO L R, RODRIGUES F A, MOREIRA E N, et al. Management of anthracnose in common bean by foliar sprays of potassium silicate, sodium molybdate, and fungicide [J]. Plant Disease, 2014, 98(1): 84 - 89.

[49] SALGADO J D, LINDSEY L, PAUL P A. Effects of row spacing and nitrogen rate on wheat grain yield and profitability as influenced by diseases [J]. Plant Disease, 2017, 101(12): 1998 - 2011.

(责任编辑:杨明丽)