

## 13 种杀菌剂对冬小麦雪腐病菌的毒力测定

苗 笛,代丽婷,张艳菊

(东北农业大学 农学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**为筛选出有效的冬小麦雪腐病菌杀菌剂以指导小麦生产,以冬小麦感病材料 337 为试材,采用 13 种杀菌剂对冬小麦雪腐病菌的毒力进行研究。结果表明:13 种药剂在系列浓度下对冬小麦雪腐病菌菌丝的生长及孢子的萌发均有不同程度的抑制作用,并对该病害具有一定的防治效果。50%腐霉利 WP 对冬小麦雪腐病菌的防治效果最佳,其  $EC_{50}$  为  $2.88 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,菌丝抑制率达到 85.48%,孢子萌发抑制率为 65.4%,相对防效高达 95.7%;12.5%腈菌唑 EC 的防治效果次之, $EC_{50}$  为  $4.62 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,孢子萌发抑制率为 66.5%,相对防效为 87.1%;50%多菌灵 WP 效果最差。

**关键词:**杀菌剂;冬小麦雪腐病;毒力测定

**中图分类号:**S435.12

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)06-0064-07

冬小麦雪腐病是由半知菌门雪腐格氏霉 *Gerlachia nivalis* (Ces. ex Sacc.) W. Gams et E. Mull 侵染引起的真菌病害<sup>[1]</sup>。在我国以新疆近山冬麦区发生最重,维吾尔自治区的北部地区发生严重,重病年减产 30% 左右,毁种田可达 15% 以上<sup>[2]</sup>。近年来,雪腐病在湖北、四川平原冬麦区、宁夏、青海、甘肃及西藏春麦区也不同程度地发生,其产量损失远远超过锈病、赤霉病及白粉病,成为小麦生产上值得重视的新问题。2011 年 4 月,在黑龙江省饶河县发现有冬小麦雪腐病的发生,发病率为 10%~30%,严重的可达 50%。

防治冬小麦雪腐病,除了采用基本的农业防治措施之外<sup>[3-5]</sup>,还应该进行药剂防治<sup>[6-8]</sup>及生物防治<sup>[9-11]</sup>等措施,目前农业生产中仍然以化学农药防治为主<sup>[12]</sup>。该研究选用了 13 种杀菌剂,对冬小麦雪腐病进行了药剂筛选并进行了室内毒力测定,筛选出对该病菌抑菌效果显著的杀菌剂,以期为大田防治提供有效的参考,为生产实践提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

供试冬小麦雪腐病菌由东北农业大学植物病理研究室提供。供试作物为冬小麦感病材料

337。供试药剂为 80%百菌清 WP(惠州市中迅化工有限公司)、50%异菌脲 WP(江西禾益化工有限公司)、50%腐霉利 WP(住友化工(上海)有限公司)、10%苯醚甲环唑 WG(浙江世佳科技有限公司)、70%噁霉灵 WP(青岛海纳生物科技有限公司)、50%多菌灵 WP(淄博奥发农药化工有限公司)、80%代森锰锌 WP(山西永合化工有限公司)、250 g·L<sup>-1</sup>嘧菌酯 SC(先正达(中国)投资有限公司)、40%氟硅唑 EC(江苏建农农药化工有限公司)、430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇 SC(江苏七洲绿色化工股份有限公司)、12.5%腈菌唑 EC(华北制药集团爱诺有限公司)、2%春雷霉素 AS(华北制药集团爱诺有限公司)及 3 g·L<sup>-1</sup>多抗霉素 AS(沈阳中科生物工程有限公司)。

#### 1.2 方法

1.2.1 不同杀菌剂对病原菌菌丝生长的抑制效果测定 采用生长速率法测定各杀菌剂对病原菌的抑制效果。将每种供试药剂配制成有效成分浓度为  $0.1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液 100 mL,再用无菌水稀释至所需的系列浓度,制成不同浓度的含药 PDA 培养基;每个浓度设 3 次重复,以不加药培养基为空白对照。将 PDA 平板上培养 3 d 的病菌用直径 10 mm 的灭菌打孔器打取相同菌龄的菌饼,之后将菌饼移到各含药 PDA 平板中心,22℃ 下黑暗培养。第 10 天用十字交叉法<sup>[13]</sup>测量菌落的直径,取平均值,计算抑菌率,将浓度转为对数值,抑制生长率转为机率值,用最小二乘法建立毒力回归方程,并进行相关显著性分析,计算其  $EC_{50}$ 。

抑菌率(%)=[(CK 净生长量-处理净生长量)/CK 净生长量]×100

净生长量=菌落直径-菌饼直径

收稿日期:2014-02-22

基金项目:黑龙江省教育厅科学技术研究资助项目(1155 1058)

第一作者简介:苗笛(1988-),女,黑龙江省延寿县,硕士,从事寄主与病原物的相互作用研究。E-mail: miaodi880308@163.com。

通讯作者:张艳菊,女,博士,教授,博士生导师,从事寄主与病原物的相互作用及植物病原生物学研究。E-mail: zhangyanju1968@163.com。

1.2.2 不同杀菌剂对病原菌孢子萌发率的测定

取 1 mL 浓度为  $1 \times 10^5$  个孢子 $\cdot$ mL $^{-1}$  的孢子悬浮液,加入 9 mL 浓度为各初筛药剂 EC $_{50}$  的药液中,在 22℃ 黑暗条件下培养。重复 3 次。并设置空白对照。24 h 后吸取少量孢子悬浮液滴在玻片上,在显微镜下观察孢子萌发情况,每处理观察 10 个视野共计 300 个孢子。孢子萌发形成的芽管长度大于孢子半径视为萌发。与对照比较并计算各处理的孢子萌发抑制百分率<sup>[14-15]</sup>。

孢子萌发率(%)=(萌发的孢子/300)×100

孢子萌发抑制率(%)=(对照孢子萌发率-药剂处理孢子萌发率)/对照孢子萌发率×100

1.2.3 不同杀菌剂对冬小麦雪腐病的防治效果

从不同杀菌剂抑制病原菌菌丝生长的测定结果中筛选出抑制率能达到 50% 以上的药剂,并且每种药剂选择 3 个相应的浓度。在幼苗长出 1 叶期时喷雾接菌法进行接种,接种浓度在  $1 \times 10^5$  个孢子 $\cdot$ mL $^{-1}$ ,每处理 3 次重复,每重复 10 株幼苗。接种后保湿 48 h,接种后 3 d 进行施药处理,以接菌不施药的植株为对照,在对照处理出现萎蔫后开始调查(施药 10 d 后调查)。调查发病率,记录病害级数,计算病情指数及相对防效。数据采用 DPS v7.05 统计软件进行统计分析<sup>[16]</sup>。

调查数据采用邓肯新复极差法进行分析,以叶片为单位按 0~4 级标准调查病情<sup>[17]</sup>。

0 级,全株无病;1 级,病苗几乎与健苗相似,但在受病的局部确有菌体产生,倒 3 叶及其叶鞘发病,或全株仅 1 片叶发病,发病面积占叶面积的 10% 以下;2 级,病苗上有明显的症状发生,但无枯苗和死亡现象,倒 2 叶及其叶鞘发病,或全株有

2 片叶发病,发病面积占叶面积的 10%~25%;3 级,病苗症状明显,受病麦苗发生部分枯黄现象,剑叶鞘发病并开始枯死,剑叶发病面积占叶面积 25% 以下,或剑叶鞘下的任一叶鞘枯死及全株 3 片叶都发病,且发病面积占叶面积的 25%~50%;4 级,病苗全株死亡,整株呈现黄枯状。抗感程度按病情指数划分,I(免疫),病情指数(DI)=0;R(抗病), $0 < DI \leq 20$ ;MR(中抗), $20 < DI \leq 40$ ;S(感病), $40 < DI \leq 60$ ;HS(高感), $DI > 60$ 。

发病率(%)=发病株数/总株数×100

病情指数 =  $\sum$  (各级病株数 × 相对级数值) / (总株数 × 4) × 100

防治效果(%)=(对照区病情指数-处理区病情指数)/对照区病情指数×100

2 结果与分析

2.1 不同杀菌剂对病原菌菌丝生长的抑制效果

生长速率法测定的结果(见表 1)表明,13 种杀菌剂在设定的浓度范围内,对病原菌菌丝的生长有不同程度的抑制作用,且随着药剂浓度的增加菌落直径减小,抑制率增长。从菌落生长直径的大小和抑制率可以看出,700 mg $\cdot$ L $^{-1}$  的 50% 腐霉利 WP 对病原菌的抑制作用最强,抑制率达到 85.48%;200 mg $\cdot$ L $^{-1}$  的嘧菌酯 SC 对病原菌的抑制作用最弱,仅为 6.32%。平均抑菌率能达到 50% 以上的有 40% 氟硅唑 EC、430 g $\cdot$ L $^{-1}$  戊唑醇 SC、50% 腐霉利 WP 和 80% 百菌清 WP;其它药剂的抑菌率均低于 50%。

表 1 不同浓度杀菌剂对雪腐格氏霉菌菌丝的抑制作用

Table 1 The inhibition effect of fungicide with different concentrations on hyphae of *G. nivalis*

药剂名称	质量浓度/mg $\cdot$ L $^{-1}$	菌落直径/mm	抑菌率/%	平均抑菌率/%
Fungicides	Concentration	Colony diameter	Inhibition rate	Average inhibition rate
250 g $\cdot$ L $^{-1}$ 嘧菌酯 SC	600	48.30	25.43	11.91
250 g $\cdot$ L $^{-1}$ Azoxystrobin	400	55.13	14.88	
	300	60.56	6.50	
	250	60.62	6.40	
	200	60.68	6.32	
2% 春雷霉素 AS	200	38.01	41.31	23.24
2% Kasugamycin	70	46.17	28.72	

续表 1

Continuing Table 1

药剂名称 Fungicides	质量浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Concentration	菌落直径/mm Colony diameter	抑菌率/% Inhibition rate	平均抑菌率/% Average inhibition rate
40% 氟硅唑 EC 40% Flusiazole	40	51.87	19.92	61.01
	30	55.68	14.04	
	20	56.87	12.20	
	100	17.37	73.18	
	70	20.98	67.62	
12.5% 腈菌唑 EC 12.5% Myclobutanil	50	22.98	64.53	45.62
	40	29.56	54.35	
	30	35.37	45.39	
	160	28.57	55.90	
	120	30.61	52.75	
430 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 戊唑醇 SC 430 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ Tebuconazole	60	36.38	43.84	62.31
	40	40.15	38.01	
	30	40.42	37.60	
	200	16.87	73.96	
	100	19.37	70.10	
70% 啉霉灵 WP 70% Hymexazol	70	21.65	66.57	46.28
	50	28.83	55.49	
	40	35.36	45.41	
	800	31.61	51.51	
	600	31.44	51.47	
50% 腐霉利 WP 50% Procymidone	500	34.18	47.22	68.18
	300	36.36	43.87	
	200	40.61	37.31	
	700	9.40	85.48	
	350	13.33	79.42	
50% 异菌脲 WP 50% Iprodione	200	20.30	68.67	37.74
	170	24.57	62.07	
	140	35.45	45.27	
	1200	34.66	46.49	
	800	35.98	44.45	
10% 苯醚甲环唑 WG 10% Difenoconazole	600	41.48	35.96	44.16
	500	44.38	31.48	
	450	45.13	30.32	
	50	29.21	54.91	
	25	33.01	49.04	
	17	36.29	43.97	
	13	39.67	38.76	

续表 1  
Continuing Table 1

药剂名称 Fungicides	质量浓度/mg·L <sup>-1</sup> Concentration	菌落直径/mm Colony diameter	抑菌率/% Inhibition rate	平均抑菌率/% Average inhibition rate
	10	42.67	34.13	
80%百菌清 WP	8000	15.00	76.85	54.31
80% Chlorothalonil	2700	24.02	62.92	
	1600	31.56	51.28	
	1100	36.76	43.25	
	900	40.66	37.23	
3 g·L <sup>-1</sup> 多抗霉素 AS	15	28.68	55.72	40.48
3 g·L <sup>-1</sup> Polyoxin	7.5	36.85	43.11	
	5	40.72	37.14	
	4	42.09	35.03	
	3	44.44	31.39	
80%代森锰锌 WP	2000	35.32	45.47	38.17
80% Mancozeb	1300	36.11	44.26	
	1000	39.04	39.73	
	800	42.81	33.91	
	750	46.99	27.46	
50%多菌灵 WP	800	38.56	40.47	29.11
50% Carbendazim	600	39.93	38.35	
	500	43.38	33.02	
	450	50.09	22.67	
	350	57.63	11.03	
空白对照(CK)	0	64.77	—	—

由表 2 的毒力回归方程和有效中浓度 EC<sub>50</sub> 可以看出,50%腐霉利 WP 和 12.5%腈菌唑 EC 抑制效果最佳,EC<sub>50</sub> 分别为 2.88 和 4.62 mg·L<sup>-1</sup>; 50%多菌灵 WP、50%异菌脲 WP 和 3 g·L<sup>-1</sup>多抗霉素 AS 抑制作用效果最差,EC<sub>50</sub> 值分别为 2 614.00、2 106.52 和 1 396.00 mg·L<sup>-1</sup>。

表 2 13 种杀菌剂对冬小麦雪腐病菌的毒力回归方程

供试药剂 Fungicides	毒力回归方程 Regression equation	EC <sub>50</sub> / mg·L <sup>-1</sup>	相关系数 Correlation coefficient
50%多菌灵 WP 50% Carbendazim	y=0.0001x+0.2386	2614.00	R <sup>2</sup> =0.8931
50%异菌脲 WP 50% Iprodione	y=0.000046x+0.4031	2106.52	R <sup>2</sup> =0.9305
3 g·L <sup>-1</sup> 多抗霉素 AS 3 mg·L <sup>-1</sup> Polyxin	y=0.0002x+0.2208	1396.00	R <sup>2</sup> =0.8583
40%氟硅唑 EC 40% Flusiazole	y=0.0005x+0.0597	880.60	R <sup>2</sup> =0.9535
10%苯醚甲环唑 WG 10% Difenoconazole	y=0.0002x+0.3447	776.50	R <sup>2</sup> =0.8277
250 g·L <sup>-1</sup> 啉菌酯 SC 250 g·L <sup>-1</sup> Azoxystrobin	y=0.0006x+0.0346	775.67	R <sup>2</sup> =0.9573

续表 2

Continuing Table 2

供试药剂 Fungicides	毒力回归方程 Regression equation	EC <sub>50</sub> / mg·L <sup>-1</sup>	相关系数 Correlation coefficient
430 g·L <sup>-1</sup> 戊唑醇 SC 430 g·L <sup>-1</sup> Tebuconazole	$y=0.0015x+0.1230$	251.33	$R^2=0.8915$
80% 百菌清 WP 80% Chlorothalonil	$y=0.0015x+0.3295$	113.67	$R^2=0.9782$
80% 代森锰锌 WP 80% Mancozeb	$y=0.0046x+0.3357$	35.72	$R^2=0.8418$
70% 噁霉灵 WP 70% Hymexazol	$y=0.0037x+0.3967$	27.92	$R^2=0.8861$
2% 春雷霉素 AS 2% Kasugamycin	$y=0.0194x+0.2717$	11.77	$R^2=0.9857$
12.5% 腈菌唑 EC 12.5% Mycobutanil	$y=0.0013x+0.4940$	4.62	$R^2=0.9143$
50% 腐霉利 WP 50% Procymidone	$y=0.0008x+0.4977$	2.88	$R^2=0.8926$

## 2.2 不同杀菌剂对病原菌孢子萌发的测定结果

由表 3 可看出,12.5% 腈菌唑 EC、50% 腐霉利 WP、70% 噁霉灵 WP 对孢子萌发抑制作用较强,其中 12.5% 腈菌唑 EC 的孢子萌发抑制率最

大,为 66.5%;50% 多菌灵 WP、50% 异菌脲 WP 和 3 g·L<sup>-1</sup> 多抗霉素 AS 对孢子萌发的抑制效果最差,孢子萌发抑制率为 0。

表 3 13 种杀菌剂对孢子萌发率的影响

Table 3 The effect of 13 fungicides on spore germination rate

供试药剂 Fungicides	EC <sub>50</sub> / mg·L <sup>-1</sup>	孢子萌发抑制率/% Spore germination inhibition rate
50% 多菌灵 WP 50% Carbendazim	2614.00	0
50% 异菌脲 WP 50% Iprodione	2106.52	0
3 g·L <sup>-1</sup> 多抗霉素 AS 3 g·L <sup>-1</sup> Polyxin	1396.00	0
40% 氟硅唑 EC 40% Flusiazole	880.60	5.4
10% 苯醚甲环唑 WG 10% Difenoconazole	776.50	6.8
250 g·L <sup>-1</sup> 啞菌酯 SC 250 g·L <sup>-1</sup> Azoxystrobin	775.67	7.5
430 g·L <sup>-1</sup> 戊唑醇 SC 430 g·L <sup>-1</sup> Tebuconazole	251.33	15.4
80% 百菌清 WP 80% Chlorothalonil	113.67	20.8
80% 代森锰锌 WP 80% Mancozeb	35.72	44.5
70% 噁霉灵 WP 70% Hymexazol	27.92	60.4
2% 春雷霉素 AS 2% Kasugamycin	11.77	50.8
12.5% 腈菌唑 EC 12.5% Mycobutanil	4.62	66.5
50% 腐霉利 WP 50% Procymidone	2.88	65.4
对照(CK)	0	86.5

## 2.3 不同杀菌剂对冬小麦血腐病的防治效果

表 4 结果表明,从不同杀菌剂抑制病原菌菌丝生长的测定结果中筛选出抑菌率能达到 50% 以上的 8 种药剂对小麦雪腐病的防治效果差异显著,其中 60 mg·L<sup>-1</sup> 的 50% 腐霉利 WP 效果最好,相对防效达到 95.7%;其次是 20 mg·L<sup>-1</sup> 的 50% 腐霉利 WP 和 10 mg·L<sup>-1</sup> 的 12.5% 腈菌唑 EC,相对防效达到 88.6% 和 87.1%。200 mg·L<sup>-1</sup> 的

3 g·L<sup>-1</sup> 多抗霉素 AS 和 200 mg·L<sup>-1</sup> 的 10% 苯醚甲环唑 WG 防效最差,相对防效分别为 9.9% 和 12.8%。这 8 种药剂的防治效果依次为 50% 腐霉利 WP>12.5% 腈菌唑 EC>70% 噁霉灵 WP>80% 百菌清 WP>430 g·L<sup>-1</sup> 戊唑醇 SC>40% 氟硅唑 EC>10% 苯醚甲环唑 WG>3 g·L<sup>-1</sup> 多抗霉素 AS。

表 4 不同杀菌剂对病原菌的防治效果  
Table 4 The control effect of different fungicides on *G. nivalis*

药剂处理 Fungicides	质量浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Concentration	发病率/ $\%$ Incidence	病情指数 Disease index	相对防效/ $\%$ Control efficiency
40% 氟硅唑 EC	1400	90.0	27.5	52.9 fg
40% Flusiazole	1000	90.0	33.3	42.9 h
	800	96.7	44.2	24.2 ijk
12.5% 腈菌唑 EC	10	80.0	7.5	87.1 ab
12.5% Mycobutanil	4	93.3	11.7	80.0 bc
	2	100.0	15.0	74.3 c
430 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 戊唑醇 SC	600	86.7	24.2	58.5 ef
430 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ Tebuconazole	400	100.0	40.8	30.0 ij
	200	96.7	47.5	18.5 klm
50% 腐霉利 WP	60	90.0	2.5	95.7 a
50% Procydione	20	90.0	6.7	88.6 ab
	10	90.0	8.3	85.7 b
70% 噁霉灵 WP	16	76.7	11.7	80.0 bc
70% Hymexazol	6	83.3	16.7	71.4 cd
	2	86.7	20.8	64.3 de
10% 苯醚甲环唑 WG	800	90.0	40.0	31.4 i
10% Difenconazole	600	90.0	47.5	18.5 klm
	200	96.7	50.8	12.8 lm
80% 百菌清 WP	900	93.3	20.8	64.3 de
80% Chorothalonil	120	90.0	30.0	48.5 gh
	50	96.7	40.8	30.0 ij
3 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 多抗霉素 AS	1400	93.3	43.3	25.7 ijk
3 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ Polyxin	600	93.3	46.7	20.0 jkl
	200	96.7	52.5	9.9 m
CK		100.0	58.3	

注:同列中不同字母表示差异达到显著水平。  
Note:Different lowercase letters represent significant difference at 0.05 level.

3 结论与讨论

雪腐病是由多种耐低温的病原菌侵染引起、为害(冬)小麦幼苗、导致苗腐的一类病害<sup>[17]</sup>。冬末春初,冬小麦刚返青时,积雪较多的地区由于雪腐病的发生,造成麦苗成条成块枯萎,死亡率极高,直接影响产量。近年来,随着黑龙江省冬小麦种植面积的扩大,因雪腐病导致冬小麦枯萎死亡的情况严重,给产量造成了很大损失,黑龙江省于1996年在饶河县首先发现雪腐病的危害。了解和掌握其发生原因,采取行之有效的综防措施,是

确保冬小麦丰产优质的关键。药剂防治是冬小麦雪腐病防治中的重要措施,该文研究了13种杀菌剂对冬小麦雪腐病病菌的抑制效果,对于指导病害的防治具有一定的借鉴作用。  
该试验结果表明,杀菌剂对离体条件的雪腐病菌菌丝及孢子活性有影响,通过盆栽试验进一步反映了药剂的防治效果,但在大田试验中还会受到其它因素的影响,因此对于筛选出来的药剂直接应用于大田防治,还需更进一步的试验研究验证。

13 种药剂对冬小麦雪腐病菌的室内测定结果表明,以 50% 腐霉利 WP 效果最好,其  $EC_{50}$  为  $2.88 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,菌丝抑制率达到 85.48%,孢子萌发抑制率为 65.4%;12.5% 腈菌唑 EC 次之,孢子萌发抑制率为 66.5%, $EC_{50}$  为  $4.62 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ;50% 多菌灵 WP 效果最差, $EC_{50}$  为  $2\ 614.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。筛选出的 8 种药剂防效试验中,60  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 50% 腐霉利 WP 效果最好,相对防效达到 95.7%;其次是 20  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 50% 腐霉利 WP 和 10  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 12.5% 腈菌唑 EC。表明,50% 腐霉利 WP 对冬小麦雪腐病菌的防治效果最佳,12.5% 腈菌唑 EC 的防治效果次之。

#### 参考文献:

- [1] 喻璋,李大伟,朱明德,等. 河南省小麦叶枯病真菌病原研究[J]. 华北农学报,1993(S1):97-104.
- [2] 周武臣,白玲. 伊犁地区冬小麦雪霉、雪腐病初探[J]. 新疆农业科技,1999(3):18.
- [3] 商鸿生,王凤乐. 我国小麦叶枯性病害研究进展[J]. 麦类作物学报,2001(3):18-19.
- [4] 赵宜谦. 新疆伊犁地区冬小麦雪霉病调查初报[J]. 植物保护学报,1964(4):81-82.
- [5] 聂述先,施永春,杜文芳. 小麦雪腐病和雪霉病的发生与防治[J]. 甘肃农业科技,2006(7):68-69.
- [6] 杨幼平. 扑草净影响小麦雪腐病、纹枯病的田间观察[J]. 环境科学进展,1993(6):72-74.
- [7] 商鸿生,王凤乐. 我国小麦叶枯性病害研究进展[J]. 麦类作物学报,2001(3):18-19.
- [8] 康业斌. 雪腐格氏霉侵染小麦的环境因素[J]. 华北农学报,1996,11(4):48-51.
- [9] 郭金鹏,刘晓昌,全赞华,等. 芽孢杆菌 HSY-8-1 对植物病原真菌的抑制及其抑菌产物特性[J]. 吉林农业大学学报,2010,32(1):29-33,50.
- [10] Tahsein A,Zahra O,Chris W. Application and evaluation of *Pseudomonas* strains for biocontrol of wheat seedling blight[J]. Crop Protection,2008,27:532-536.
- [11] Jens P L,Thomas H E,Jolanta J L,et al. Biological control of snow mould(*Microdochium nivale*) in winter cereals by *Pseudomonas brassicacearum* MA250. [J]. Biocontrol,2008,53:651-665.
- [12] 唐圣华,万秀清,郭兆奎,等. 烟草赤星病拮抗生防菌 BS06-1 的筛选[J]. 安徽农业科学,2008,36(35):15564-15565,15595.
- [13] 李明远,李固本,裘季燕. 北京蔬菜病情志[M]. 北京:北京科技出版社,1987:115.
- [14] 张志英,杜相革. 竹醋液复合硅对番茄叶霉病菌室内抑菌效果的研究[J]. 中国农学通报,2012(24):231-235.
- [15] 赵永强. 烟草根黑腐病菌的分子检测与室内药剂筛选[D]. 泰安:山东农业大学,2009.
- [16] 唐启义. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [17] Tamotsu H,Nan X,Oleg B. Cold Adaptation in the Phytopathogenic Fungi Causing Snow Molds[J]. Mycoscience,2009,50:26-38.

## Toxicity Determination of 13 Kinds of Fungicides to *Gerlachia nivalis*

MIAO Di,DAI Li-ting,ZHANG Yan-ju

(College of Agriculture,Northeast Agricultural University,Harbin,Heilongjiang 150030)

**Abstract:** In order to screen the effective fungicides for winter wheat to guide its production, taking infected winter wheat 337 as material, the toxicity of 13 kinds of fungicides to *Gerlachia nivalis* was studied. The results indicated that 13 kinds of fungicides had different inhibitory effect on the mycelium growth and spore germination of *Gerlachia nivalis* under the tested concentration, and had control efficiency on the disease. 50% procymidone wattle powder (WP) showed the best effect and its effective concentration ( $EC_{50}$ ) was  $2.88 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , hyphae inhibition rate and spore germination inhibition rate were 85.5% and 65.4% respectively, the relative control efficiency was as high as 95.7%. The following was 12.5% myclobutanil EC with  $EC_{50}$  of  $4.62 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , spore germination inhibition rate was 66.5% and the relative control efficiency was 87.1%. 50% carbendazim WP showed the lowest inhibition effect to *Gerlachia nivalis*.

**Key words:** fungicide; *Gerlachia nivalis*; toxicity test