6 种杀菌剂对马铃薯黑痣病菌的毒力和拌种防效

侯作鹏[1]， 惠娜娜[2,3]， 李继平[2,3*]， 郑 果[2,3*]， 王 立[2,3]

（1. 甘肃省永昌县农业综合行政执法队，金昌 737200；2. 甘肃省农业科学院植物保护研究所，兰州 730070；3. 农业农村部天水作物有害生物科学观测试验站，天水 741299）

摘要 为了探索马铃薯黑痣病高效防控技术，本研究选择 240 g/L 噻呋酰胺 SC、20%嘧菌酯 WG、10%苯醚甲环唑 ME、0.3%四霉素 AS、100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP、1%申嗪霉素 SC 等 6 种杀菌剂进行室内毒力测定和田间拌种防效试验。结果显示，6 种杀菌剂对马铃薯黑痣病菌均有抑菌作用，其中 1%申嗪霉素 SC、20%嘧菌酯 WG、0.3%四霉素 AS、100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP 等 4 种杀菌剂的抑菌作用较强，EC_{50} 分别为 0.004 4、0.233 6、0.256 2 μg/mL 和 0.475 2 μg/mL。田间拌种结果显示，0.3%四霉素 AS 100 mL 拌 100 kg 种薯，对马铃薯出苗略有抑制作用；3 种生物杀菌剂拌种，均能促进马铃薯植株生长；6 种杀菌剂对马铃薯地中茎黑痣病和薯块黑痣病均有明显的防效，除 0.3%四霉素 AS 处理外，其他 5 种处理均有显著的增产功效，其中 100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP 处理的防效和增产率最高，对马铃薯地中茎黑痣病和薯块黑痣病的防效分别为 69.18%和 50.04%；增产率为 17.13%。

关键词 马铃薯； 黑痣病菌； 杀菌剂； 毒力测定； 拌种； 防效

中图分类号： S435.32 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2021052

Toxicity of six fungicides to potato *Rhizoctonia solani* and control effect of seed tuber dressing

HOU Zuopeng[1]， HUI Nana[2,3]， LI Jiping[2,3*]， ZHENG Guo[2,3*]， WANG Li[2,3]

（1. *Agricultural Comprehensive Administrative Law Enforcement Team of Yongchang County*, *Jinchang* 737200, *China*; 2. *Institute of Plant Protection*, *Gansu Academy of Agricultural Sciences*, *Lanzhou* 730070, *China*; 3. *Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Tianshui*, *Ministry of Agriculture and Rural Affairs*, *Tianshui* 741299, *China*）

Abstract In order to explore the highly effective control technology of potato black scurf caused by *Rhizoctonia solani*, six fungicides, including thifluzamide 240 g/L SC, azoxystrobin 20% WG, difenoconazole 10% ME, tetramycin 0.3% AS, *Pythium oligandrum* 1×10^6/g WP and shenqinmycin 1% SC, were selected to test toxicity in laboratory and control effect of seed tuber dressing in the field. The results showed that the six fungicides had inhibitory effect on *R. solani* of potato. The EC_{50} of shenqinmycin 1% SC, azoxystrobin 20% WG, tetramycin 0.3% AS and *P. oligandrum* 1×10^6/g WP were 0.004 4, 0.233 6, 0.256 2 μg/mL and 0.475 2 μg/mL, respectively. The experiment of seed tuber dressing in the field showed that 100 kg seed potato tubers mixed with 100 mL tetramycin 0.3% AS had a slight inhibitory effect on the emergence of potato seedlings, and three kinds of biological fungicides could promote the growth of potato plants. The results showed that all the six fungicides had significant control effects on potato stem base black scurf and potato tuber black scurf caused by *R. solani*. Except for tetramycin 0.3% AS, the other five treatments had significant yield increasing effects. The control efficacy and yield increasing rate of *P. oligandrum* 1×10^6/g WP treatment were the highest, and the control efficacies on potato stem base black scurf and potato tuber black scurf were 69.18% and 50.04%, respectively, and the yield increasing rate was 17.13%.

Key words potato; *Rhizoctonia solani*; fungicide; toxicity; seed tuber dressing; control effect

马铃薯作为世界第四大粮食作物，具有较强的适应性和丰富的营养，在世界各地广泛种植[1]。甘

收稿日期： 2021－01－25 **修订日期：** 2021－02－04
基金项目： 甘肃省重点研发项目(18YFINA095)；甘肃省农业科学院重点研发计划(2019GAAS23)；甘肃省民生科技专项(20CX9NA091)
* 通信作者 E-mail：李继平 gslip@163.com；郑果 zhengguo@gsagr.ac.cn

肃为马铃薯种植大省，全省种植面积约 66.67 万 hm^2[2]。近年来，随着各地种植面积不断增加，轮作倒茬受限，马铃薯黑痣病呈逐年加重趋势。该病害由立枯丝核菌 *Rhizoctonia solani* Kühn 引起，又称马铃薯茎溃疡，为土传兼种传真菌性病害[3]，主要侵染马铃薯幼芽、茎基部及块茎，严重时导致植株死亡，造成缺苗断垄，薯块染病，形成黑痣状斑点，严重影响马铃薯商品性和产值[4]。目前，马铃薯黑痣病的防控技术主要采用化学农药撒施土壤、种薯拌种和苗期灌根[5-9]。化学农药撒施土壤和苗期灌根存在农药用量大、人工费用高等问题，种薯拌种是最佳的防控途径。为此，本研究选择 20%嘧菌酯水分散粒剂、10%苯醚甲环唑微乳剂、240 g/L 噻呋酰胺悬浮剂等 3 种化学农药和 100 万孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂、1%申嗪霉素悬浮剂、0.3%四霉素水剂等 3 种生物农药，针对马铃薯黑痣病开展了室内毒力测定和大田拌种防效对比试验，以期为生产中马铃薯黑痣病拌种防控提供技术支持。

1　材料与方法

1.1　材料

供试菌株：马铃薯黑痣病菌 *Rhizoctonia solani*，采自甘肃省永昌县东寨镇上四坝村，分离保存在甘肃省农业科学院植物保护研究所经济作物病害研究室。

培养基：马铃薯葡萄糖琼脂培养基。

供试药剂及用量：见表 1。

表 1　供试药剂及用量

Table 1　Test fungicides and dosage

药剂 Fungicide	生产公司 Production company	100 kg 种薯用制剂量 Dosage of 100 kg potato seed tuber
20%嘧菌酯水分散粒剂　azoxystrobin 20% WG	世科姆化学贸易(上海)有限公司	1.25 g
10%苯醚甲环唑微乳剂　difenoconazole 10% ME	河北中保绿农作物科技有限公司	10 g
240 g/L 噻呋酰胺悬浮剂　thifluzamide 240 g/L SC	河北三农农用化工有限公司	10 g
0.3%四霉素水剂　tetramycin 0.3% AS	辽宁微科生物工程股份有限公司	100 mL
100 万孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂　*Pythium oligandrum* 1×10^6/g WP	捷克生物制剂有限公司	35 g
1%申嗪霉素悬浮剂　shenqinmycin 1% SC	上海农乐生物制品股份有限公司	10 g

供试作物：马铃薯，品种为‘大西洋’(原种，切块种薯)。

试验地块：试验地选择在甘肃省永昌县东寨镇上四坝村，海拔 2 100 m，昼夜温差大，年平均气温 4.8℃，年平均降雨量 188 mm，无霜期 135 d 左右。试验地前茬为马铃薯，水浇地，土质为黄黏土，肥力中等。

1.2　方法

1.2.1　含药培养基的配制

在预试验的基础上，根据培养基的用量，用移液枪吸取一定量的药剂母液，将其加入熔化并冷却至 50℃左右的 PDA 培养基中，充分摇匀后等量倒入直径为 9 cm 的培养皿中，配制成含系列浓度药剂的培养基。每个处理重复 4 次，以加入等量的清水处理为空白对照。

1.2.2　供试药剂对马铃薯黑痣病菌的毒力测定

采用菌丝生长速率法。用直径为 4.0 mm 的打孔器从活化 5 d 的菌落边缘打取菌饼，分别移接到含有药剂 5 个梯度浓度 (0.05、0.25、1.25、6.25、31.25 μg/mL)的培养基平板上，置(25±0.5)℃恒温培养箱黑暗培养 7 d 后，十字交叉法测定菌落直径(mm)，求平均值，计算相对抑制率。

菌丝生长抑制率＝[(对照菌落生长直径－处理菌落生长直径)/(对照菌落生长直径－4)]×100%。

1.2.3　马铃薯播种方法

白膜微垄沟穴播种植模式(垄高 15 cm，垄宽 60 cm，沟宽 60 cm)，株行距为 35 cm×60 cm，使用手动穴播机开穴点播。

1.2.4　种薯处理方法

按每 100 kg 种薯用 0.5 L 水，分别按表 1 加入各药剂，配成药液，与切好的种薯充分搅拌混匀，自然阴干后播种。

1.2.5　试验设计

试验共 7 个处理，每处理 3 次重复，每重复小区面积 36 m^2(3.6 m×10 m)，小区间隔 1 m，完全随机排列。

1.2.6　调查方法

出苗时间和出苗率：记录各处理 50%出苗的时间，齐苗后记录全部出苗数。

出苗率＝(出苗数/调查总株数)×100%。

叶色：在苗期目测每小区马铃薯的叶色情况。

采收前每小区任选 5 点，每点测 5 株马铃薯株高。统计分析不同处理对马铃薯出苗及生长的影响。

产量调查：采收期每小区选中间 1 垄，即 1.2 m×10 m，人工采收测产。

增产率＝(处理区产量－空白对照区产量)/对照区产量×100%。

马铃薯黑痣病调查方法：每小区随机选 5 点，每点调查 10 株地中茎发病级别，计算病情指数和防效(分级标准见表 2)。收获后每小区随机选出 50 个薯块，清洗后统计发病级别，计算病情指数及防效(分级标准见表 2)。

薯块病情指数＝Σ(各级薯块数×对应级别值)/(调查薯块数×5)×100；

地中茎病情指数＝Σ(各病级株数×对应级别值)/(总株数×5)×100；

防效＝(对照病情指数－处理病情指数)/(对照病情指数)×100%。

1.3 数据处理

试验数据利用 Excel 2007、DPS 2005.12.26 软件，采用邓肯氏新复极差法(DMRT)对试验数据进行统计分析，并对试验结果进行评价。

表 2 马铃薯黑痣病严重度分级标准[10]

Table 2 Grading standard for severity of potato black scurf

级别值 Grading level	马铃薯黑痣病分级标准 Grading standard of potato black scurf	
	地中茎 Potato stem	薯块 Potato tuber
0	芽或地中茎没有溃疡斑，植株生长正常	薯块表面没有菌核
1	病斑面积占地中茎总面积的 0%～5%	菌核面积占整个薯块面积的 0%～5%
2	病斑面积占地中茎总面积的 6%～35%	菌核面积占整个薯块面积的 6%～35%
3	病斑面积占地中茎总面积的 36%～65%	菌核面积占整个薯块面积的 36%～65%
4	病斑面积占地中茎总面积的 66%～95%	菌核面积占整个薯块面积的 66%～95%
5	病斑面积占地中茎总面积 95%以上或植株枯萎死亡	菌核面积占整个薯块面积的 95%以上

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定

从表 3 可见，采用 DPS 2005.12.26 软件分析，各供试杀菌剂卡方测验值均小于 7.815($\chi^2_{0.05,3}$＝7.815，$r_{0.05}$＝0.878)，表明 6 种供试杀菌剂各自的概率分析模型拟合度较好。各供试杀菌剂的 P 值均大于 0.05，表明误差均方同质性较好。1%申嗪霉素 AS、20%嘧菌酯 WG、0.3%四霉素 AS 和 100 万孢子/g 寡雄腐霉菌 WP 等 4 种杀菌剂对马铃薯黑痣病菌有较强的抑菌作用，其 EC_{50} 依次为 0.004 4、0.233 6、0.256 2 μg/mL 和 0.475 2 μg/mL。10%苯醚甲环唑 ME 和 240 g/L 噻呋酰胺 SC 对马铃薯黑痣病菌的抑菌作用相对较弱，EC_{50} 依次为 11.388 9 μg/mL 和 6.070 8 μg/mL。

表 3 6 种杀菌剂对马铃薯黑痣病菌的室内毒力

Table 3 Indoor inhibitory effect of six fungicides to *Rhizoctonia solani*

药剂 Fungicide	EC_{50}/ μg·mL^{-1}	斜率±标准误 b±SE	χ^2	df	P
20%嘧菌酯 WG azoxystrobin 20% WG	0.233 6	0.954 7±0.078 6	3.300 1	3	0.347 6
10%苯醚甲环唑 ME difenoconazole 10% ME	11.388 9	0.919 2±0.085 9	7.594 7	3	0.055 2
240 g/L 噻呋酰胺 SC thifluzamide 240 g/L SC	6.070 8	1.463 6±0.120 0	4.332 4	3	0.227 7
0.3%四霉素 AS tetramycin 0.3% AS	0.256 2	0.814 1±0.073 8	5.039 7	3	0.168 9
100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP *Pythium oligandrum* 1×10^6/g WP	0.475 2	1.035 8±0.116 6	1.411 7	3	0.702 8
1%申嗪霉素 SC shenqinmycin 1% SC	0.004 4	0.556 6±0.049 2	1.046 1	3	0.790 1

2.2 田间拌种防效

2.2.1 6 种杀菌剂对马铃薯出苗及长势的影响

2020 年 4 月 28 日播种马铃薯，6 月 16 日调查出苗率，7 月 20 日调查根茎部黑痣病危害情况，9 月 21 日调查马铃薯株高，9 月 23 日调查薯块黑痣病发病情况。

田间马铃薯出苗及长势统计显示，20%嘧菌酯 WG、10%苯醚甲环唑 ME、240 g/L 噻呋酰胺 SC、100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP、1%申嗪霉素 SC 拌种马铃薯切块种薯，马铃薯出苗率均在 97%以上，相互间无显著差异，与对照出苗率(97.25%)亦无显著差异。0.3%四霉素 AS 拌种马铃薯，出苗率较低，为 92.39%，显著低于其他处理。100 万孢子/g 寡雄腐霉菌 WP、1%申嗪霉素 SC 拌种，马铃薯成株期

株高为 74.62～76.38 cm，与 0.3%四霉素 AS 拌种处理无显著差异，但显著高于对照（株高 69.82 cm）和其他处理（株高 69.77～71.26 cm），其他处理及对照之间无显著差异。苗期叶色观察显示，3 种生物杀菌剂拌种处理的马铃薯叶片颜色较深，其他处理与对照叶色基本一致（表 4）。该结果表明，0.3%四霉素 AS 100 mL 拌种 100 kg 切块种薯，对种薯出苗略有抑制，拌种浓度偏大；100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP、1%申嗪霉素 SC、0.3%四霉素 AS 拌种切块种薯，具有促进马铃薯植株生长的功效；20%嘧菌酯 WG、10%苯醚甲环唑 ME、240 g/L 噻呋酰胺 SC 拌种切块种薯，所用剂量对切块种薯出苗和长势均无影响。

表 4　6 种杀菌剂拌种对马铃薯出苗及长势的影响[1)]

Table 4　Effects of seed tuber dressing with six fungicides on the emergence and growth of potato plants

处理 Treatment	平均出苗率/% Seedling rate	成熟期平均株高/cm Plant height in mature period	叶色程度 Leaf color
20%嘧菌酯 WG　azoxystrobin 20% WG	(97.16±0.33)a	(71.26±0.63)b	绿
10%苯醚甲环唑 ME　difenoconazole 10% ME	(97.82±0.38)a	(69.77±0.49)b	绿
240 g/L 噻呋酰胺 SC　thifluzamide 240 g/L SC	(97.57±0.30)a	(70.12±0.43)b	绿
0.3%四霉素 AS　tetramycin 0.3% AS	(92.39±0.92)b	(72.64±0.30)ab	深绿
100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP　*Pythium oligandrum* 1×10^6/g WP	(97.33±0.46)a	(76.38±0.27)a	深绿
1%申嗪霉素 SC　shenqinmycin　1% SC	(97.72±0.54)a	(74.62±0.54)a	深绿
CK（未处理）　CK（Untreated）	(97.25±0.47)a	(69.82±0.78)b	绿

1）数据后不同小写字母表示有显著差异（$P\leqslant0.05$）。下同。
Different small letters after the data indicate significant difference（$P\leqslant0.05$）. The same below.

2.2.2　6 种杀菌剂拌种对马铃薯地中茎和薯块黑痣病的防效

6 种杀菌剂拌种，对马铃薯地中茎黑痣病均有明显的防控效果，其中 100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP、240 g/L 噻呋酰胺 SC、0.3%四霉素 AS、20%嘧菌酯 WG 拌种处理防效较高，依次为 69.18%、67.36%、66.05%、65.69%，相互间无显著差异，显著高于 10%苯醚甲环唑 ME 拌种处理的防效（55.83%）。1%申嗪霉素 SC 拌种处理的防效为 58.59%，显著低于 100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP 拌种处理，与其他拌种处理无显著差异（表 5）。

比较不同药剂拌种对马铃薯薯块黑痣病防控效果（表 5），100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP 拌种处理防效最高，为 50.04%，显著高于 20%嘧菌酯 WG、240 g/L 噻呋酰胺 SC、10%苯醚甲环唑 ME 拌种处理（防效依次为 45.90%、44.49%、39.51%），与 1%申嗪霉素 SC、0.3%四霉素 AS 拌种处理（防效分别为 46.73%、47.66%）无显著差异。

该结果表明，100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP、0.3%四霉素 AS 拌种处理对马铃薯地中茎黑痣病和薯块黑痣病均有较好的防控效果；20%嘧菌酯 WG、240 g/L 噻呋酰胺 SC 拌种处理对马铃薯地中茎黑痣病的防控效果较好，但对马铃薯薯块黑痣病的防控效果略低于 100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP 处理；1%申嗪霉素 SC 拌种处理对马铃薯地中茎黑痣病的防控效果较低，但对马铃薯薯块黑痣病的防控效果较好；10%苯醚甲环唑 ME 拌种对马铃薯地中茎黑痣病和薯块黑痣病的防控效果均显著低于其他处理。

表 5　6 种杀菌剂拌种对马铃薯黑痣病的防控效果

Table 5　Control effect of seed tuber dressing with six fungicides on potato black scurf

处理 Treatment	地中茎病情指数 Disease index of potato stem	防效/% Control efficacy	薯块病情指数 Disease index of potato tuber	防效/% Control efficacy
20%嘧菌酯 WG　azoxystrobin 20% WG	(4.09±0.49)cd	(65.69±4.07)ab	(15.97±0.81)c	(45.90±2.73)b
10%苯醚甲环唑 ME　difenoconazole 10% ME	(5.27±0.66)b	(55.83±5.53)c	(17.86±0.63)b	(39.51±2.14)c
240 g/L 噻呋酰胺 SC　thifluzamide 240 g/L SC	(3.90±0.74)d	(67.36±6.23)ab	(16.39±0.23)c	(44.49±0.78)b
0.3%四霉素 AS　tetramycin 0.3% AS	(4.05±0.67)cd	(66.05±5.63)ab	(15.45±0.49)cd	(47.66±1.55)ab
100 万孢子/g 寡雄腐霉 WP　*Pythium oligandrum* 1×10^6/g WP	(3.68±0.41)d	(69.18±3.48)a	(14.75±0.43)d	(50.04±1.47)a
1%申嗪霉素 SC　shenqinmycin 1% SC	(4.94±0.29)bc	(58.59±2.44)bc	(15.73±0.43)cd	(46.73±1.46)ab
CK（未处理）　CK（Untreated）	(11.93±0.21)a	—	(29.52±0.58)a	—

2.3 田间产量对比

由表6可见，100万孢子/g寡雄腐霉WP拌种处理增产率最高，为17.13%，显著高于其他拌种处理；其次为20%嘧菌酯WG、240 g/L噻呋酰胺SC、1%申嗪霉素SC处理，增产率依次为15.26%、14.52%、14.25%，相互间无显著差异；10%苯醚甲环唑ME处理增产率为11.01%，显著低于上述处理；0.3%四霉素AS处理产量显著低于空白对照，该结果主要由出苗率低于对照引起。

表6 6种杀菌剂拌种对马铃薯产量的影响

Table 6 Effects of seed tuber dressing with six fungicides on potato yield

处理 Treatment	小区产量/kg·(12m²)⁻¹ Yield				增产率/% Yield increase rate
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	平均产量 Mean yield	
20%嘧菌酯WG azoxystrobin 20% WG	72.16	71.28	71.47	(71.64±0.27)ab	15.26 b
10%苯醚甲环唑ME difenoconazole 10% ME	68.54	69.06	69.37	(68.99±0.24)c	11.01 c
240 g/L噻呋酰胺SC thifluzamide 240 g/L SC	71.06	71.48	70.99	(71.18±0.15)b	14.52 b
0.3%四霉素AS tetramycin 0.3% AS	57.02	58.45	59.71	(58.39±0.78)e	−6.04 d
100万孢子/g寡雄腐霉WP *Pythium oligandrum* 1×10^6/g WP	73.26	72.87	72.25	(72.79±0.29)a	17.13 a
1%申嗪霉素SC shenqinmycin 1% SC	70.01	71.96	71.05	(71.01±0.56)b	14.25 b
CK(未处理) CK(Untreated)	62.01	63.25	61.19	(62.15±0.60)d	—

3 讨论

室内毒力测定结果显示，20%嘧菌酯WG和100万孢子/g寡雄腐霉WP、1%申嗪霉素SC、0.3%四霉素AS等3种生物杀菌剂对马铃薯黑痣病菌的EC_{50}低于10%苯醚甲环唑ME、240 g/L噻呋酰胺SC等2种化学杀菌剂，表明该4种杀菌剂对马铃薯黑痣病菌抑菌活力高于其他2种杀菌剂，尤其1%申嗪霉素SC抑菌活力最高，该结果与马铃薯地中茎黑痣病防效以及薯块黑痣病防效不一致，主要原因在于马铃薯黑痣病菌对各杀菌剂的敏感度不同，敏感度主要由毒力回归方程的斜率反映，斜率越大，说明病原菌对药剂的敏感度越高，即随着药剂浓度增加抑制率明显增加[11]。1%申嗪霉素SC对马铃薯黑痣病菌EC_{50}最低，为0.004 4 μg/mL，但其斜率最小，为0.556 6，表明1%申嗪霉素SC随着使用浓度的增加其防效增加幅度较小。100万孢子/g寡雄腐霉WP对马铃薯黑痣病菌EC_{50}为0.475 2 μg/mL，但其斜率较大，为1.035 8，表明100万孢子/g寡雄腐霉WP随着使用浓度增加其防效增加幅度较大。

王银钰等[12]测定240 g/L噻呋酰胺SC对马铃薯黑痣病菌的EC_{50}为0.73 μg/mL，斜率为1.3。该结果与本试验测定的斜率(1.463 6)相近，EC_{50}(6.070 8 μg/mL)差距较大，在马铃薯地中茎黑痣病的防效方面差距亦较大，前者防效为12.24%，本试验为67.36%。对比分析，主要原因或与采集分离的马铃薯黑痣病病原菌及田间马铃薯地中茎黑痣病发病严重度差异有关。

乔广行等[13]报道，100万孢子/g寡雄腐霉WP对马铃薯黑痣病菌的EC_{50}为0.549 7 μg/mL，斜率为0.459。该结果与本试验测定的EC_{50} 0.475 2 μg/mL基本一致，但与本试验测定的斜率1.035 8差距较大，主要原因或与采集的马铃薯黑痣病菌菌种差异有关，具体有待进一步研究。

100万孢子/g寡雄腐霉WP拌种，对马铃薯黑痣病地中茎和薯块防控效果均较高，增产显著，表现了较好的安全性和促进马铃薯生长的功效；0.3%四霉素AS 100 mL拌种100 kg种薯，对马铃薯出苗略有抑制。该结果与郑果[14]在甘肃省定西市安定区马铃薯'新大坪'品种上的试验结果一致，具有一定的生产参考价值。本研究结果表明，马铃薯黑痣病拌种的最佳药剂为100万孢子/g寡雄腐霉WP，最佳拌种剂量为35 g/100 kg种薯。

参考文献

[1] 谢从华. 马铃薯产业的现状与发展[J]. 华中农业大学学报(社会科学版)，2012(1):1-4.

[2] 齐恩芳，刘石，贾小霞，等. 甘肃省马铃薯主要病毒病发生情况

调查[J]. 植物保护，2018，44(4)：171－176.

[3] 王洪凯，刘开启，吴洵耻. 丝核菌分类研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版)，1997，28(3)：375－382.

[4] KUHN J G. Die Krankheiten der kulturgewächse，ihre ursachen und ihre verhutung，gustav bosselmann [M]. Berlin：Universitätsbiliothek Johann Christian Senckenberg，1858：312－317.

[5] 孟润杰，王文桥，吴杰，等. 噻呋酰胺与嘧菌酯混配对马铃薯黑痣病菌增效作用及其田间防效[J]. 植物保护学报，2018，45(2)：367－372.

[6] 郭成瑾，张丽荣，王喜刚，等. 宁夏马铃薯黑痣病发生特点及综合防控技术[J]. 宁夏农林科技，2018，59(6)：1－2.

[7] 陈雯廷，蒙美莲，曲延军，等. 马铃薯黑痣病综合防控技术的集成[J]. 中国马铃薯，2015，29(2)：103－106.

[8] 陈爱昌，魏周全，骆得功，等. 甘肃省定西市马铃薯黑痣病菌菌丝融合群的鉴定及药剂筛选[J]. 植物保护，2016，42(1)：197－202.

[9] 张建平，哈斯，程玉臣，等. 几种杀菌剂对马铃薯黑痣病的防效[J]. 中国马铃薯，2014，28(1)：53－56.

[10] 刘宝玉，蒙美莲，胡俊，等. 5 种杀菌剂对马铃薯黑痣病的病菌毒力及田间防效[J]. 中国马铃薯，2010，24(5)：306－310.

[11] 胡秀荣，鹿连明，蒲占湑，等. 7 种杀菌剂对柑橘炭疽病菌的室内毒力测定[J]. 中国农学通报，2010，26(11)：272－275.

[12] 王银钰，崔凌霄，李统华，等. 几种杀菌剂对马铃薯黑痣病的室内毒力及田间药效测定[J]. 中国马铃薯，2020，34(6)：359－365.

[13] 乔广行，黄金宝，刘梅，等. 10 种杀菌剂对马铃薯黑痣病病菌的室内毒力测定[J]. 中国植保导刊，2016，36(12)：64－65.

[14] 郑果，惠娜娜，聂江山，等. 5 种生物杀菌剂拌种防治马铃薯黑痣病的效果[J]. 中国植保导刊，2019，39(12)：73－75.

（责任编辑：田　喆）

（上接 259 页）

[5] 尹可锁，郭志祥，李迅东，等. 香蕉蓟马在花蕾期发生为害动态及精准化学防控研究[J]. 热带作物学报：2021，42(7)：2016－2021.

[6] 尹可锁，杨韶松，郑泗军，等. 吡虫啉不同施药方式防控香蕉蓟马的研究[J]. 中国南方果树，2017，46(2)：111－113.

[7] 尹可锁，郑泗军，杨韶松，等. 利用假茎注射吡虫啉防控香蕉蓟马[J]. 植物保护，2016，42(5)：238－241.

[8] 尹可锁，段玉云，郭志祥，等. 不同时期施用三种杀虫剂防治香蕉花蓟马的比较试验[J]. 中国南方果树，2015，44(6)：82－84.

[9] 付步礼，邱海燕，刘奎，等. 螺虫乙酯等 7 种杀虫剂对香蕉花蓟马的田间防治试验[J]. 中国南方果树，2014，43(1)：54－56.

[10] 卢辉，钟义海，刘奎，等. 6 种杀虫剂对香蕉花蓟马的室内毒力测定[J]. 中国农学通报，2010，26(6)：240－242.

[11] 付步礼，唐良德，刘俊峰，等. 乙基多杀菌素与 4 种杀虫剂复配对黄胸蓟马的联合毒力[J]. 植物保护，2016，42(4)：221－225.

[12] 王咪咪，谢德芳. 套袋对香蕉中吡虫啉和高效氯氰菊酯残留的影响[J]. 农药，2019，58(2)：121－124.

[13] 李强，付步礼，曾东强，等. 香蕉花蕾注射螺虫乙酯和吡虫啉对黄胸蓟马的防效及药剂在果实中的残留[J]. 农药学学报，2019，21(1)：75－81.

[14] 付步礼，曾东强，刘奎，等. 离心管药膜法测试 12 种杀虫剂对香蕉花蓟马的毒力[J]. 热带作物学报，2014，35(2)：344－347.

[15] 李强，付步礼，夏西亚，等. 溴氰虫酰胺对香蕉田间黄胸蓟马的药效及其残留规律[J]. 农药学学报，2017，19(6)：723－728.

[16] 张静，齐会会，朱恩林，等. 花蕾注射防治香蕉黄胸蓟马的药剂筛选及田间防效[J]. 热带作物学报，2019，40(6)：1138－1143.

[17] 夏西亚，付步礼，李强，等. 乙基多杀菌素在香蕉果实、花瓣和土壤中的残留及消解动态分析[J]. 热带作物学报，2017，38(7)：1331－1336.

[18] 李强，付步礼，夏西亚，等. 溴氰虫酰胺对香蕉田间黄胸蓟马的药效及其残留规律[J]. 农药学学报，2017，19(6)：723－728.

[19] KHALIQ A，KHAN A A，AFZAL M，et al. Field evaluation of selected botanicals and commercial synthetic insecticides against *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera：Thripidae) populations and predators in onion field plots [J]. Crop Protection，2014，62：10－15.

[20] ARIAS DE LÓPEZ M，COROZO-AYOVI R E，DELGADO R，et al. Red rust thrips in smallholder organic export banana in Latin America and the Caribbean：pathways for control，compatible with organic certification [J]. Acta Horticulturae，2020(1272)：153－161.

[21] 张凯，冯推紫，熊超，等. 我国化学肥料和农药减施增效综合技术研发顶层布局与实施进展[J]. 植物保护学报，2019，46(5)：943－953.

（责任编辑：田　喆）