

不同药剂防治马铃薯黑痣病的田间药效试验

崔凌霄¹,魏立娟¹,韩相鹏²,杨成德¹,薛莉¹,张俊莲³

(1. 甘肃农业大学 植物保护学院/甘肃省农作物病虫害生物防治工程实验室,兰州 730070;2. 定西市植保植检站,甘肃定西 743000;3. 甘肃省作物遗传改良与种质创新重点实验室,兰州 730070)

摘 要 为筛选出防治马铃薯黑痣病最佳药剂,对 9 种杀菌剂和 5 种菌肥进行田间药效试验。结果表明,30%噻呋·嘧菌酯 30 mL/667m²、250 g/L 戊唑醇 5 mL/667m² 和 300 g/L 醚菌·啶酰菌 5 mL/667m² 防效较好,依次为 62.4%、53.1%和 50.7%,其他药剂防效均低于 50%;测产结果表明,1,2-苯并噻唑-3-铜 30 mL/667m²、1,2-苯并噻唑-3-铜 40 mL/667m²、250 g/L 戊唑醇 5 mL/667m²、300 g/L 醚菌·啶酰菌 5 mL/667m² 和 30%噻呋·嘧菌酯 30 mL/667m² 的总产量分别为 3 287.80 kg/667m²、3 172.46 kg/667m²、3 104.37 kg/667m²、3 080.75 kg/667m² 和 2 654.14 kg/667m²,增产率分别是 42.54%、37.54%、34.59%、33.56%和 15.06%,商品薯产量占总产量的比值分别为 50.85%、48.31%、66.56%、47.68%和 65.29%。综合考虑,药剂噻呋·嘧菌酯和戊唑醇具有良好的防病促生效果,建议在生产上推广应用。

关键词 马铃薯;黑痣病;杀菌剂;防效

中图分类号 S435.32 **文献标志码** A **文章编号** 1004-1389(2019)05-0815-05

马铃薯为继玉米、小麦和水稻之后的“世界第四大粮食作物”^[1],种植便捷,产量高,是备受人们喜爱的粮饲兼用作物之一。

甘肃省是国内马铃薯种植大省,尤其定西马铃薯更是世界闻名。但是,随着种植面积扩大,重茬现象普遍,致土传病害发生严重,特别是黑痣病近年来成为甘肃省薯块主要病害之一。黑痣病又称立枯丝核菌病、茎基腐病、丝核菌溃疡病和黑色粗皮病等,是以带病种薯和土壤传播的病害^[2],该病原菌主要危害马铃薯的幼芽、茎基及块茎,造成缺苗断垄,严重时整株死亡,使薯块商品性大大降低^[2-4]。

目前生产上用于防治马铃薯黑痣病的药剂较少,中国获得防治黑痣病登记的品种仅有嘧菌酯、咯菌腈及噻呋酰胺^[5]。据报道,吡唑醚菌酯和氟唑环菌胺^[6]对马铃薯黑痣病的防效也很理想。

因此,本研究通过田间药剂防治试验,以期筛选出马铃薯黑痣病的良好防治药剂,为马铃薯黑痣病的大面积防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点及品种

试验地设在甘肃省定西市安定区团结镇马铃薯种植区,该区域海拔 2 180 m 左右,年平均气温 6.2℃,年均降雨量 430 mm。播种地块地势及肥力均一致,前茬种植马铃薯,正常田间管理,自然发病。

供试品种:‘陇薯 5 号’。

1.2 供试药剂

供试药剂为 400 g/L 克菌·戊唑醇(悬浮剂,安道麦马克西姆有限公司)、30%噻呋·嘧菌酯(悬浮剂,陕西上格之路生物科学有限公司)、1.9%辛菌胺醋酸盐(水剂,海利尔药业集团股份有限公司)、24%噻呋酰胺(悬浮剂,河北三农农用化工有限公司)、250 g/L 戊唑醇(水乳剂,安道麦马克西姆有限公司)、17%唑醚·氟环唑(悬乳剂,巴斯夫欧洲公司)、300 g/L 醚菌·啶酰菌(悬浮剂,巴斯夫欧洲公司)、77%硫酸铜钙(可湿性粉剂,墨西哥英吉利工业公司)和 1,2-苯并噻唑-3-

收稿日期:2018-08-07 修回日期:2018-09-10
基金项目:国家马铃薯产业技术体系项目(CARS-10-P18)。
第一作者:崔凌霄,女,博士研究生,研究方向为植物病理学。E-mail:644165217@qq.com
通信作者:杨成德,男,教授,研究方向为植物病害及微生物资源。E-mail:yangcd@gsau.edu.cn

铜(乳油剂,先正达公司),菌液 A1、菌液 A2、菌液 3、混合菌肥(262AG6+262XY2+263XY3)和菌肥 ZA1 均由甘肃农业大学研制。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 2017 年 4 月 24 日(播种期)对晾晒后的马铃薯种子进行拌种试验处理,2 种菌肥采用干拌方式,其他药剂及菌液均为湿拌,具体用量见表 1。采用完全随机设计,共 19 个处理,以无药剂拌种为对照,每个处理 3 次重复(表 1),每个小区面积 2.4 m×10 m,共 57 个小区。

1.3.2 调查时间及方法 在出苗期(约播种后 40 d)调查出苗率,每小区随机选取 20 株测量株高。播种后 100 d,每小区随机挖取 5 株调查茎基部发病情况,并计算病情指数及相对防治效果。收获期,每小区随机选取 2.4 m² 测产。采用新复极差法进行各处理间差异显著性分析。

马铃薯黑痣病茎基部分级标准^[7]为:

0 级,茎部无任何病斑;1 级,茎部病斑面积占地下茎面积的 1%~5%;2 级,茎部病斑面积占地下茎面积的 6%~25%;3 级,茎部病斑面积占地下茎面积的 26%~50%;4 级,茎部病斑面积占地

下茎面积的 51%~75%;5 级,茎部病斑面积占地下茎面积的 76%~100%。

出苗率=(出苗数/播种数)×100%

病情指数=[Σ(各级病薯数)×各级代表值]/(调查总薯数×最高代表值)×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%

1.4 数据处理

所得数据采用 Excel 2007,SPSS 19.0 软件进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 马铃薯黑痣病田间症状

黑痣病在马铃薯的不同生长期均可发生。苗期侵染顶芽和茎基部,顶芽被侵染后引起死亡;茎基部感病形成褐色水渍状病斑;生长期主要侵染地下茎和匍匐茎产生褐色溃疡型病斑(图 1-a);成熟期主要侵染块茎,感病严重导致匍匐茎顶端不能膨大结实,感病较轻导致块茎畸形生长,变小,块茎上形成黑色土颗粒状附着物,即病原菌的菌核(图 1-b)。



a. 茎基部症状 Stem base symptoms;b. 块茎症状 Tuberous symptoms

图 1 马铃薯黑痣病症状

Fig. 1 Symptoms of potato black scurf

2.2 药剂防治试验

2.2.1 药剂处理对马铃薯出苗率及株高的影响

2017 年 6 月 7 日田间调查结果表明(表 1),对照出苗率为 96%,唑醚·氟环唑处理有药害,出苗率为 0%,混合菌肥处理出苗率低于对照,戊唑醇、醚菌·啉酰菌和 1,2-苯并噻唑-3-铜(20 mL/667m²)处理与对照相等,噻呋酰胺(25 mL/667m²)处理略高于对照,其余处理 100%出苗。从苗期平均株高可见,戊唑醇处理株高显著低于对照,其余(除唑醚·氟环唑处理)对马铃薯

生长均没有抑制作用,且辛菌胺醋酸盐、1,2-苯并噻唑-3-铜(30 mL/667m²)和 1,2-苯并噻唑-3-铜(40 mL/667m²)处理平均株高达 24.36 cm、21.74 cm 和 25.04 cm,显著高于对照。该结果说明唑醚·氟环唑对马铃薯有药害,不能用于拌种,戊唑醇对马铃薯前期生长有抑制作用,辛菌胺醋酸盐和 1,2-苯并噻唑-3-铜对马铃薯前期促生作用明显。

2.2.2 药剂处理对马铃薯黑痣病的防治效果

马铃薯生长期茎基部黑痣病调查结果表明(表

1),除唑醚·氟环唑、菌液 A2、菌液复 3 和混合菌肥 4 种处理外,其他各处理对其均有一定防治效果,相对防效为 3.4%~62.4%,其中噻呋·嘧菌酯、戊唑醇和醚菌·啉酰菌处理防效均高于 50%,噻呋·嘧菌酯防效高达 62.4%,说明该药剂是防治马铃薯黑痣病的良好药剂; 15

mL/667m² 噻呋酰胺、25 mL/667m² 噻呋酰胺和 35 mL/667m² 噻呋酰胺处理防效分别为 3.4%、22.5%和 33.1%,说明噻呋酰胺高浓度防效强于低浓度。菌液 A1 和菌肥 ZA1 处理的防效分别为 37.6%和 48.7%,且高于部分化学药剂处理,说明这两种菌肥可作为防治马铃薯黑痣病的绿色农药。

表 1 不同药剂处理对马铃薯黑痣病的防治效果
Table 1 Control effect of potato black scurf by different drug treatments

处理 Treatment	药剂 Drug name	药量 Dose	出苗率/% Emergence rate	平均株高/cm Average plant height	病情指数 Disease index	防效/% Control effect
1	400 g/L 克菌·戊唑醇 Corynebacterium tebuconazole	5 mL/667m ²	100	18.45 cde	65	8.5
2	30%噻呋·嘧菌酯 Thiflufur azoxystrobin	30 mL/667m ²	100	20.86 cd	26.7	62.4
3	1.9%辛菌胺醋酸盐 Octylamine acetate	100 mL/667m ²	100	24.36 ab	58.6	17.5
4	24%噻呋酰胺 Thifluzamide	15 mL/667m ²	100	20.79 cd	68.8	3.4
5	24%噻呋酰胺 Thifluzamide	25 mL/667m ²	97	17.03 e	55	22.5
6	24%噻呋酰胺 Thifluzamide	35 mL/667m ²	100	20.46 cd	47.5	33.1
7	250 g/L 戊唑醇 Tebuconazole	5 mL/667m ²	96	13.22 f	33.3	53.1
8	17%唑醚·氟环唑 Oxazole ether epoxiconazole	60 mL/667m ²	—	—	—	—
9	300 g/L 醚菌·啉酰菌 Kresoxim-methly-boscalid	5 mL/667m ²	96	19.76 cde	35	50.7
10	77%硫酸铜钙 Copper calcium sulphate	12.5 mL/667m ²	100	18.03 de	51.7	27.2
11	1,2-苯并噻唑-3-铜 1,2-Benzothiazole-3-copper	20 mL/667m ²	96	18.38 cde	50	29.6
12	1,2-苯并噻唑-3-铜 1,2-Benzothiazole-3-copper	30 mL/667m ²	100	21.74 bc	62	12.7
13	1,2-苯并噻唑-3-铜 1,2-Benzothiazole-3-copper	40 mL/667m ²	100	25.04 a	54.3	23.5
14	菌液 A1 Bacteria liquid A1	250 mL/667m ²	100	19.78 cde	44.3	37.6
15	菌液 A2 Bacteria liquid A2	250 mL/667m ²	100	18.56 cde	71.1	0
16	菌液复 3 Bacteria liquid repeat 3	250 mL/667m ²	100	20.13 cde	78.2	0
17	混合菌肥 Mixed fertilizer (262AG6+262XY2+263XY3)	15 000 g/667m ²	95	20.52 cd	71	0
18	菌肥 ZA1 Bacterial fertilizer ZA1	15 000 g/667m ²	100	18.04 de	36.4	48.7
19	对照 CK		96	17.52de	71	

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。
Note:The data in the same column with different lowercase letters indicates significant difference(P<0.05).

2.2.3 药剂处理对马铃薯产量的影响 收获期测产结果显示(表 2),除辛菌胺醋酸盐、噻呋酰胺(15 mL/667m²)和菌肥 ZA1 处理外,其他 15 个处理均比对照增产,增幅为 0.36%~42.54%; 1,2-苯并噻唑-3-铜(30 mL/667m²)处理总产量最高,为 3 287.80 kg/667m²,比对照增产 42.54%,其商品薯产量占总产量的 50.85%;其次为 1,2-苯并噻唑-3-铜(40 mL/667m²)、戊唑醇和醚菌·啉酰菌处理的增产效果较好,增产率分别为 37.54%、34.59%和 33.56%,商品薯产量占总产量的 48.31%、66.56%和 47.68%;噻呋·嘧菌酯

处理增产率为 15.06%,但商品薯产量占总产量的比值达 65.29%。1,2-苯并噻唑-3-铜(20 mL/667m²)处理增产最低,总产量为 2 315.08 kg/667m²,比对照增产 0.36%,其商品薯产量占总产量的 49.40%。从增产率 and 经济效益综合来看,1,2-苯并噻唑-3-铜(30 mL/667m²)和 1,2-苯并噻唑-3-铜(40 mL/667m²)处理虽然增产效果明显,但其商品薯产量较低,经济效益差;噻呋·嘧菌酯处理增产率略低,但其商品薯产量高,经济效益好;戊唑醇处理表现最好,使马铃薯既有较高增产效果,又能保证其较好的商品性。

表 2 药剂处理对马铃薯产量的影响

Table 2 Effect of potato production by different drug treatments

处理 Treatment	药名 Drug name	商品薯产量/ (kg/667m ²) Commodity potato production	总产量/ (kg/667m ²) Total output	增产/ (kg/667m ²) Yield increase	增产率/% Yield increase rate
1	400 g/L 克菌·戊唑醇 Corynebacterium tebuconazole	1 528.56	2 533.24	226.51	9.82
2	30%噻呋·嘧菌酯 Thiflufur azoxystrobin	1 732.83	2 654.14	347.40	15.06
3	1.9%辛菌胺醋酸盐 Octylamine acetate	1 165.88	2 263.67	—43.08	—1.87
4	24%噻呋酰胺(15 mL/667m ²) Thifluzamide	1 459.08	2 134.43	—172.31	—7.47
5	24%噻呋酰胺(25 mL/667m ²) Thifluzamide	1 399.33	2 431.81	125.07	5.42
6	24%噻呋酰胺(35 mL/667m ²) Thifluzamide	1 135.31	2 659.70	352.96	15.31
7	250 g/L 戊唑醇 Tebuconazole	2 066.34	3 104.37	797.63	34.59
8	17%唑醚·氟环唑 Oxazole ether epoxiconazole	—	—	—	—
9	300 g/L 醚菌·啉酰菌 Kresoxim-methly-boscalid	1 468.81	3 080.75	774.01	33.56
10	77%硫酸铜钙 Copper calcium sulphate	1 324.29	2 501.28	194.55	8.44
11	1,2-苯并噻唑-3-铜(20 mL/667m ²) 1,2-Benzothiazole-3-copper	1 143.64	2 315.08	8.34	0.36
12	1,2-苯并噻唑-3-铜(30 mL/667m ²) 1,2-Benzothiazole-3-copper	1 671.69	3 287.80	981.06	42.54
13	1,2-苯并噻唑-3-铜(40 mL/667m ²) 1,2-Benzothiazole-3-copper	1 532.73	3 172.46	865.72	37.54
14	菌液 A1 Bacteria liquid A1	1 329.85	2 479.05	172.31	7.47
15	菌液 A2 Bacteria liquid A2	1 556.35	2 640.24	333.51	14.46
16	菌液复 3 Bacteria liquid repeat 3	1 288.16	2 479.05	172.31	7.47
17	混合菌肥 Mixed fertilizer (262AG6+262XY2+263XY3)	1 371.54	2 663.87	357.13	15.49
18	菌肥 ZA1 Fertilizer ZA1	1 101.96	2 283.12	—23.63	—1.02
19	对照 CK	1 240.92	2 306.15		

3 结论与讨论

马铃薯黑痣病是种薯或土壤带菌传播的病害,控制难度较大且发生日益严重,影响马铃薯的产量与品质。该病害生产上通常采取综合防治方法,但主要种植区在难以进行有效轮作的情况下,药剂防治是相对简单易行的防治途径^[8]。李乾坤等^[4]在马铃薯播种前用 0.1%多菌灵、0.1%福美双和 0.5%福尔马林浸种,结果表明 3 种药剂均对马铃薯黑痣病有较好的防病效果;刘宝玉等^[9]用 5 种杀菌剂对马铃薯黑痣病的病菌毒力及田间防效进行测定,发现嘧菌酯、噻氟菌胺、百菌清和抑霉唑沟施和拌种对地中茎防病效果均较好。但总体来看,防治该病害的药剂较少,可供选择的种类不多。本研究使用拌种法对防治马铃薯黑痣病药剂进行筛选,结果表明,用 60 mL/667m² 的 17%唑醚·氟环唑处理后的马铃薯未出苗,说明该药剂对马铃薯有药害,因此建议不要用于拌种;本研究中 24%噻呋酰胺 35 mL/667m² 拌种防效为 33.1%,与陈爱昌等^[10]的报道相比,防效略低,可能是由药剂用量、马铃薯品种和病原菌菌株差异等引起,但还需调整施药浓度继续进行试验;乔广行等^[8]认为 430 g/L 戊唑醇 5 mL/667m² 对马铃薯黑痣病病原的抑菌活性较好,本研究结果与

其一致,250 g/L 戊唑醇 5 mL/667m² 对马铃薯黑痣病防效达 53.1%,增产率为 34.59%,故该药可用于防治马铃薯黑痣病,但对马铃薯的前期生长有抑制作用;本研究显示,30%噻呋·嘧菌酯 30 mL/667m² 药量拌种处理的防效最佳,达到 62.4%,增产率为 15.06%,说明该药可用于控制马铃薯黑痣病。由于不同的栽培管理和环境条件等对马铃薯的生长发育都有一定影响,所以可能导致试验中药剂的防效和产量有一定差异,从经济、安全和有效方面综合考虑,30%噻呋·嘧菌酯和 250 g/L 戊唑醇都值得在生产中推广应用。本研究中菌液 A1 和菌肥 ZA1 的防效高于部分化学药剂处理,但是菌液 A1 使马铃薯增产效果不明显,菌肥 ZA1 使其减产,说明菌液 A1 可抑制马铃薯黑痣病病原菌的生长,其对马铃薯的促生作用有待进一步研究。

参考文献 Reference:

[1] HADI M R, BALALI G R. The effect of salicylic acid on the reduction of *Rhizoctonia solani* damage in the tubers of marfona potato cultivar[J]. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, 2010, 7 (4): 492-496.

[2] 曹春梅,张智芳,李文刚,等. 新型杀菌剂对马铃薯黑痣病菌的室内毒力测定和田间效果分析[J]. *中国马铃薯*, 2011, 25(4): 246-250.

CAO CH M, ZHANG ZH F, LI W G, et al. Toxicity bioassay and field trial of novel fungicides against *Rhizoctonia solani* [J]. *Chinese Potato Journal*, 2011, 25(4): 246-250.

[3] 蔡煌. 防治马铃薯黑痣病[J]. 植保技术与推广, 1996, 1(1):45.
CAI H. Control of potato black shank[J]. *China Plant Protection*, 1996, 1(1):45.

[4] 李乾坤, 孙顺娣, 李敏权. 马铃薯立枯丝核菌病的研究[J]. 中国马铃薯, 1998, 2(2):79-85.
LI Q K, SUN SH D, LI M Q. Studies on *Rhizoctonia* disease in potato[J]. *Chinese Potato Journal*, 1998, 2(2):79-85.

[5] 茹李军, 郑雪松, 卢伟平, 等. 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂防治马铃薯黑痣病的室内及田间试验[J]. 中国马铃薯, 2016, 30(2):112-117.
RU L J, ZHENG X S, LU W P, *et al.* Toxicity bioassay and field trial of strobilurin fungicides against potato black scurf[J]. *Chinese Potato Journal*, 2016, 30(2):112-117.

[6] 张国辉, 郭志乾, 林深源, 等. 健达防治马铃薯黑痣病田间药效试验[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(6):362-366.
ZHANG G H, GUO ZH Q, LIN SH Y, *et al.* Experimental control efficacy of Jianda on potato black scurf in field[J]. *Chinese Potato Journal*, 2014, 28(6):362-366.

[7] WEINHOLD A R, BOWMAN T, HALL D H. *Rhizoctonia* disease of potato: effect on yield and control by seed tuber treatment[J]. *Plant Disease*, 1982, 66(9):815-818.

[8] 乔广行, 黄金宝, 刘梅, 等. 10种杀菌剂对马铃薯黑痣病菌的室内毒力测定[J]. 中国植保导刊, 2016, 36(12):64-65.
QIAO G X, HUANG J B, LIU M, *et al.* Toxicity bioassay of five fungicides against *Rhizoctonia solani* [J]. *China Plant Protection*, 2016, 36(12):64-65.

[9] 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.
LIU B Y, MENG M L, HU J, *et al.* Virulence and control efficacy in field of five fungicides on *Rhizoctonia solani* of potato[J]. *Chinese Potato Journal*, 2010, 24(5):306-310.

[10] 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.
CHEN A CH, WEI ZH Q, LUO D G, *et al.* Fungicide screening and identification of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* on potato [J]. *Plant Protection*, 2016, 42(1):197-202.

Field Efficacy Test of Different Pesticides against Potato Black Scurf

CUI Lingxiao¹, WEI Lijuan¹, HAN Xiangpeng²,
YANG Chengde¹, XUE Li¹ and ZHANG Junlian³

(1. Laboratory of Biocontrol Engineering of Crop Pests and Diseases in Gansu Province, College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. Dingxi Plant Protection Plant Inspection Station, Dingxi Gansu 743000, China; 3. Gansu Key Lab of Crop Improvement and Germplasm Enhancement, Lanzhou 730070, China)

Abstract In order to screen the best pesticides to prevent and control potato black scurf, nine fungicides and five bacterial fertilizer were tested in the field. The results showed that the control effects of 30% thiflufur azoxystrobin at 30 mL/667m², 250 g/L tebuconazole at 5 mL/667m² and 300 g/L kresoxim-methly-boscalid at 5 mL/667m² were better, followed by 62.4%, 53.1% and 50.7%, respectively. Other treatments are less than 50%. Determination of yield results showed that the total yields of 1,2-benzothiazole-3-copper at 30 mL/667m², 1,2-benzothiazole-3-copper at 40 mL/667m², 250 g/L tebuconazole at 5 mL/667m², 300 g/L kresoxim-methly-boscalid at 5 mL/667m² and 30% thiflufur azoxystrobin 30 mL/667m² were 3 287.80 kg/667 m², 3 172.46 kg/667 m², 3 104.37 kg/667 m², 3 080.75 kg/667 m² and 2 654.14 kg/667 m², respectively, with the yield increasing rates of 42.54%, 37.54%, 34.59%, 33.56% and 15.06%. The ratios of commercial potato yields to total production were 50.85%, 48.31%, 66.56%, 47.68% and 65.29%, respectively. Comprehensive consideration, thiflufur azoxystrobin and tebuconazole have good anti-disease and promoting effects. Proposed production can be large-scale application of them.

Key words Potato; Black scurf; Bactericide; Control efficacy

Received 2018-08-07 **Returned** 2018-09-10

Foundation item National Potato Industry Technology System Project(No. CARS-10-P18).

First author CUI Lingxiao, female, doctoral student. Research area: plant pathology. E-mail: 644265217@qq.com

Corresponding author YANG Chengde, male, professor. Research area: plant diseases and microbial resources. E-mail: yangcd@gsau.edu.cn