



刘洋,赵秀梅,郑旭,等.马铃薯晚疫病对甲霜灵和精甲霜灵抗药性的田间药效试验[J].黑龙江农业科学,2022(6):53-56,83.

马铃薯晚疫病对甲霜灵和精甲霜灵抗药性的田间药效试验

刘洋,赵秀梅,郑旭,王立达,李青超,刘悦,兰英,韩业辉

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为明确甲霜灵和精甲霜灵对马铃薯晚疫病的田间防治效果,选用甲霜灵、精甲霜灵及复配制剂,氟吡菌胺、代森锰锌及其复配制剂作为对照药剂,分别设置常规剂量,通过田间小区药效试验,验证马铃薯晚疫病对甲霜灵和精甲霜灵的抗药性。结果表明:第3次施药后14 d,30%氟吡菌胺·甲霜灵水分散粒剂、10%氟吡菌胺水分散粒剂对马铃薯晚疫病的防治效果均大于70%,防效较好,并且持效期较长;58%甲霜·锰锌可湿性粉剂、68%精甲霜·锰锌水分散粒剂处理对马铃薯晚疫病的防治效果为47.82%~50.15%;80%代森锰锌可湿性粉剂、20%甲霜灵水分散粒剂、24%精甲霜灵水乳剂处理对马铃薯晚疫病的防治效果为25.17%~28.85%,防效较差。综上可知,田间马铃薯晚疫病病原菌对甲霜灵、精甲霜灵已产生了较强的抗药性。

关键词:马铃薯晚疫病;甲霜灵;精甲霜灵;抗药性

马铃薯是粮菜兼用作物,也是重要的食品工业原料,在粮食安全与农业种植结构调整中发挥重要作用。我国是马铃薯生产大国,马铃薯种植面积和总产量均居世界第一位,2018年马铃薯种植面积达489.09万 hm^2 ,占世界总种植面积的27.82%,总产量达到9645.33万t,占世界总产量的26.21%^[1]。黑龙江省是我国马铃薯商品薯主产区,也是重要的种薯繁育基地,由致病疫霉菌(*Phytophthora infestans*)引起的晚疫病是马铃薯生产中具有暴发性、流行性和毁灭性的重要病害,一般发生年份可造成马铃薯减产20%~30%,严重暴发流行年份减产可达50%以上,甚至绝收,对马铃薯的生产安全构成严重威胁^[2-3]。

目前,生产中主要依靠化学杀菌剂防治马铃薯晚疫病,但由于杀菌剂使用方式不合理及部分杀菌剂作用机制单一,致病疫霉菌已对部分杀菌剂产生了不同程度的抗药性^[4-5]。甲霜灵、精甲霜灵为苯基酰胺类杀菌剂,具有良好的内吸传导,对卵菌菌丝生长、休止孢萌发均具有较强的抑制作用,是防治晚疫病的代表性药剂。近年来,国内外相继报道马铃薯晚疫病病原菌对甲霜灵、精甲霜灵产

生了抗性^[6-8]。黑龙江省应用甲霜灵、精甲霜灵及混配制剂防治马铃薯晚疫病已超过10年。为明确二者田间防治效果,选用甲霜灵、精甲霜灵和氟吡菌胺、代森锰锌及其复配制剂常规剂量,通过田间小区药效试验,验证马铃薯晚疫病对甲霜灵、精甲霜灵的抗药性,为该药剂的再评价登记及科学使用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2020年在黑龙江省齐齐哈尔市梅里斯区黑岗子村进行。地势平坦,具备喷灌条件,栽培管理条件一致。试验地前茬为西瓜,未施用对本试验有影响的农药。试验地土壤类型为碳酸盐黑钙土,土壤肥力中等,有机质含量3%,pH7.0。

1.2 材料

试验马铃薯品种为V7,为当地常规种植品种。

试验药剂:58%甲霜·锰锌(10%+48%)可湿性粉剂,四川润尔科技有限公司生产;68%精甲霜·锰锌(4%+64%)水分散粒剂,瑞士先正达作物保护有限公司生产;30%氟吡菌胺·甲霜灵(10%+20%)水分散粒剂,江西中迅农化有限公司生产;80%代森锰锌可湿性粉剂,陶氏益农农业科技(中国)有限公司生产;20%甲霜灵水分散粒剂,江西中迅农化有限公司生产;24%精甲霜灵水乳剂,一帆生物科技集团有限公司生产;10%氟吡菌胺水分散粒剂,江西中迅农化有限公司生产。

收稿日期:2022-02-23

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX14);中国科学院战略性先导科技黑土粮仓专项“面向全域定制的作物品种优选与栽培技术集成与示范”(XDA28130504)。

第一作者:刘洋(1985—),男,硕士,农艺师,从事植物保护研究。E-mail:520128247@qq.com。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验共 8 个处理,分别为 58%甲霜·锰锌可湿性粉剂、68%精甲霜·锰锌水分散粒剂、30%氟吡菌胺·甲霜灵水分散粒剂、80%代森锰锌可湿性粉剂、20%甲霜灵水分散粒剂、24%精甲霜灵水乳剂、10%氟吡菌胺水分散粒剂 7 种杀菌剂常规剂量处理,并设清水对照处理(表 1)。

表 1 试验药剂处理设计

处理	试验药剂	有效成分用量/ (g·hm ⁻²)
1	58%甲霜·锰锌可湿性粉剂	1218(210+1008)
2	68%精甲霜·锰锌水分散粒剂	1224(72+1152)
3	30%氟吡菌胺·甲霜灵水分散粒剂	360(120+240)
4	80%代森锰锌可湿性粉剂	1152
5	20%甲霜灵水分散粒剂	240
6	24%精甲霜灵水乳剂	72
7	10%氟吡菌胺水分散粒剂	120
8	清水对照(CK)	-

采取小区试验,各处理设置 4 次重复,共计 32 个小区,每个小区面积 28 m² (2 垄×1.4 m 垄距×10 m 垄长),第 1 次重复顺序排列,其他 3 次重复随机区组排列。

4 月 25 日整地,4 月 30 日起垄施肥,底肥施用专用氮磷钾复混肥(N14-P22-K14)750 kg·hm⁻²。5 月 5 日试验田马铃薯播种,机械点播,播种密度 6 万株·hm⁻²。试验地采用播后苗前土壤处理除草,播种后 3 d 土表喷施 960 g·L⁻¹精异丙甲草胺乳油(金都尔)1.13 L·hm⁻²+70%噻草酮可湿性粉剂 600 g·hm⁻²。5 月 22 日马铃薯出苗,出苗率大于 95%。

于马铃薯晚疫病发病初期喷雾施药试验,每间隔 7 d 施药 1 次,视病害发生情况施药 3 次。第 1 次施药时间是 7 月 26 日,第 2 次施药时间是 8 月 1 日,第 3 次施药时间是 8 月 7 日。施药采用新加坡利农私人有限公司生产的利农 HD400 背负式喷雾器械,扇形喷头,喷液量为 600 L·hm⁻²,配药时采用二次稀释法,即先配成母液再进一步稀释,其后正常管理。

1.3.2 安全性调查 施药后观察各药剂处理对马铃薯生长有无药害,如有药害记录药害的类型和程度,按照药害分级方法记录每小区的药害程度,以一、+、++、+++、++++表示,一:无

药害;+:轻度药害,不影响作物正常生长;++:中度药害,可复原,不会造成作物减产;+++ :重度药害,影响作物正常生长,对作物产量和质量造成一定程度的损失;++++:严重药害,作物生长受阻,产量和质量损失严重。此外,也要记录对作物的其他有益影响(如促进成熟、刺激生长等)^[9]。

1.3.3 防治效果调查 施药前调查病情基数,防治效果调查分别于第 1 次施药后 7 d、第 2 次施药后 7 d 及末次施药后 14 d 进行。试验每小区对角线五点取样,每点取 2~3 株,调查全部叶片发病级别、病情指数,根据病情指数计算防治效果。马铃薯晚疫病发病级别分级标准,0 级:无病斑;1 级:病斑面积占整个叶面积 5%以下;3 级:病斑面积占整个叶面积 6%~10%;5 级:病斑面积占整个叶面积 11%~20%;7 级:病斑面积占整个叶面积 21%~50%;9 级:病斑面积占整个叶面积 50%以上^[9]。

病情指数(%)=
$$\frac{\sum [\text{各级病叶数} \times \text{相对级数值}]}{\text{调查总数} \times 9} \times 100$$

防治效果(%)=
$$\frac{\text{对照区病情指数}-\text{处理区病情指数}}{\text{对照区病情指数}} \times 100$$

1.3.4 数据分析 试验数据采用 DPS 7.05 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 安全性

施药后调查发现,所有处理的马铃薯生长均正常,叶片颜色、大小、植株高度、开花整齐度等与空白对照无差异,无药害(一)发生。并且未发现试验各药剂处理对其他非靶标生物有影响,表明各药剂处理在试验剂量范围内安全性良好。

2.2 防治效果

由表 2 可知,第 1 次施药后 7 d,处理 1~处理 7 对马铃薯晚疫病的防治效果分别是 68.43%、71.58%、80.72%、53.32%、56.86%、58.27%和 78.56%,其中处理 3(30%氟吡菌胺·甲霜灵水分散粒剂)、处理 7(10%氟吡菌胺水分散粒剂)对马铃薯晚疫病的防治效果较好,二者与其他试验处理间防治效果均差异显著;处理 4(80%代森锰锌可湿性粉剂)、处理 5(20%甲霜灵水分散粒剂)、处理 6(24%精甲霜灵水乳剂)对马铃薯晚疫病的防治效果较差,三者间防治效果差异不显著,但显著低于其他试验处理。

由表 3 可知,第 2 次施药后 7 d,处理 1~处

理7对马铃薯晚疫病的防治效果分别是61.25%、65.86%、78.59%、42.78%、45.53%、46.88%和75.65%,其中处理3(30%氟吡菌胺·甲霜灵水分散粒剂)和处理7(10%氟吡菌胺水分散粒剂)对马铃薯晚疫病的防治效果均大于75%,二者与其他试验处理间防治效果间差异均显著;处理4(80%代森锰锌可湿性粉剂)、处理5(20%甲霜灵水分散粒剂)和处理6(24%精甲霜灵水乳剂)对马铃薯晚疫病的防治效果为42.78%~46.88%,三者间防治效果差异不显著,但显著低于其他处理。

由表4可知,第3次施药后14 d,处理1~处理7对马铃薯晚疫病的防治效果分别是47.82%、

50.15%、72.70%、25.17%、28.02%、28.85%和70.95%,其中处理3(30%氟吡菌胺·甲霜灵水分散粒剂)和处理7(10%氟吡菌胺水分散粒剂)对马铃薯晚疫病的防治效果均大于70%,二者与其他试验处理间防治效果间差异均显著;处理1(58%甲霜·锰锌可湿性粉剂)和处理2(68%精甲霜·锰锌水分散粒剂)对马铃薯晚疫病的防治效果分别为47.82%和50.15%,二者与其他试验处理间防治效果均差异显著;处理4(80%代森锰锌可湿性粉剂)、处理5(20%甲霜灵水分散粒剂)和处理6(24%精甲霜灵水乳剂)对马铃薯晚疫病的防治效果均低于30%,防效较差,三者间防治效果差异不显著,但显著低于其他处理。

表2 第1次施药后7 d各处理的防治效果

处理	调查总叶数	0级叶数	1级叶数	3级叶数	5级叶数	7级叶数	9级叶数	病情指数/%	防治效果/%
1	174.25	115.25	55.25	3.75	0	0	0	4.26	68.43 b
2	178.75	123.75	51.75	3.25	0	0	0	3.83	71.58 b
3	169.25	131.00	37.50	0.75	0	0	0	2.60	80.72 a
4	165.00	86.50	71.00	7.50	0	0	0	6.29	53.32 c
5	173.75	97.25	69.25	7.25	0	0	0	5.82	56.86 c
6	179.25	104.00	67.50	7.75	0	0	0	5.62	58.27 c
7	172.00	130.25	40.25	1.50	0	0	0	2.89	78.56 a
8(CK)	167.75	56.00	71.50	34.00	6.25	0	0	13.50	-

注:表中数据为4次重复平均值。不同小写字母表示处理间差异显著(Duncan多重比较, $P<0.05$)。下同。

表3 第2次施药后7 d各处理的防治效果

处理	调查总叶数	0级叶数	1级叶数	3级叶数	5级叶数	7级叶数	9级叶数	病情指数/%	防治效果/%
1	174.25	47.75	70.00	50.75	5.75	0	0	16.02	61.25 b
2	178.75	59.75	69.00	45.50	4.50	0	0	14.13	65.86 b
3	169.25	81.00	65.00	23.25	0	0	0	8.85	78.59 a
4	165.00	32.75	46.25	62.25	23.75	0	0	23.66	42.78 c
5	173.75	40.00	46.50	65.25	22.00	0	0	22.52	45.53 c
6	179.25	42.25	50.25	65.00	21.75	0	0	21.95	46.88 c
7	172.00	72.75	71.00	28.25	0	0	0	10.06	75.65 a
8(CK)	167.75	10.25	21.50	59.75	54.25	22.00	0	41.36	-

表4 第3次施药后14 d各处理的防治效果

处理	调查总叶数	0级叶数	1级叶数	3级叶数	5级叶数	7级叶数	9级叶数	病情指数/%	防治效果/%
1	174.25	16.00	35.50	40.00	58.75	24.00	0	39.30	47.82 b
2	178.75	21.75	36.75	40.25	56.50	23.50	0	37.55	50.15 b
3	169.25	36.25	64.50	46.75	21.75	0	0	20.56	72.70 a
4	165.00	3.75	13.75	36.25	49.50	44.50	17.25	56.36	25.17 c
5	173.75	7.50	15.50	38.50	50.25	46.50	15.50	54.24	28.02 c
6	179.25	9.25	16.75	39.25	51.50	45.25	17.25	53.59	28.85 c
7	172.00	31.75	66.25	48.75	25.25	0	0	21.88	70.95 a
8(CK)	167.75	0	4.75	13.75	27.25	72.00	50.00	75.35	-

综上所述,氟吡菌胺对马铃薯晚疫病的防治效果较好;甲霜灵、精甲霜灵对马铃薯晚疫病的防治效果较差,说明田间马铃薯晚疫病的病原菌对甲霜灵、精甲霜灵已产生了较强的抗药性。

3 讨论

罗彦涛等^[10]研究得出马铃薯晚疫病菌对氟吡菌胺有较高的抗性风险。吴杰等^[11]研究发现在河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江等地区马铃薯晚疫病菌对氟吡菌胺普遍产生低水平抗性。本试验中氟吡菌胺及复配制剂对马铃薯晚疫病的防治效果较好,可能在本试验地区抗性水平极低或还未产生抗性。目前,在我国北方马铃薯一季作区晚疫病菌普遍对甲霜灵及精甲霜灵产生抗性,抗性菌株已占优势^[12];路粉等^[13]研究表明,在河北、吉林、内蒙古地区,甲霜灵、对马铃薯晚疫病的防效显著低于其他新型药剂。本试验的田间药效验证结果与之相同。可见,在黑龙江省,田间马铃薯晚疫病对甲霜灵、精甲霜灵已产生了较强的抗药性。

甲霜灵、精甲霜灵在国内外使用防治马铃薯晚疫病已将近 30 年,由于作用位点单一和药剂的不合理使用,如今已经面临严重的抗性风险,田间防治效果明显下降,已不能有效防治马铃薯晚疫病。生产中应暂停使用甲霜灵、精甲霜灵单剂防治马铃薯晚疫病,可选用氟噻唑吡乙酮、氟醚菌酰胺、氟吡菌胺等作用机理不同的药剂作为替代药剂,或与啞菌酯、氰霜唑、烯酰吗啉、氟吗啉等高效内吸性强的杀菌剂交替、轮换、混合使用,严格依照推荐剂量、施药间隔期精准施药,延缓马铃薯晚疫病菌的抗药性。此外,在发病初期选用枯草芽孢杆菌、丁子香酚、多抗霉素、申嗟霉素等生物药剂防治马铃薯晚疫病,绿色安全、毒性低、无污染,尤其是可以降低抗药性的产生^[14-15]。

4 结论

本研究通过田间试验结果可以看出,30%氟吡菌胺·甲霜灵水分散粒剂、10%氟吡菌胺水分散粒剂对马铃薯晚疫病的防治效果均大于 70%,防效较好,并且持效期较长;58%甲霜·锰锌可湿性粉剂、68%精甲霜·锰锌水分散粒剂处理对马铃薯

晚疫病的防治效果一般;80%代森锰锌可湿性粉剂、20%甲霜灵水分散粒剂、24%精甲霜灵水乳剂处理对马铃薯晚疫病的防治效果较差。马铃薯晚疫病病原菌已经对甲霜灵、精甲霜灵产生较强的抗药性。

参考文献:

- [1] 罗其友,高明杰,张烁,等. 中国马铃薯产业国际比较分析[J]. 中国农业资源与区划,2021,42(7):1-8.
- [2] 周阳,赵中华,杨普云,等. 近年马铃薯晚疫病发生特点与防控对策[J]. 中国植保导刊,2014,34(6):63-66.
- [3] 吕文河,敖翔,吕典秋,等. 2013-2015 年黑龙江省马铃薯晚疫病菌群体结构研究[J]. 东北农业大学学报,2018,49(1):19-26.
- [4] 张欣杰,宋文睿,陈汉,等. 马铃薯晚疫病化学防控现状与展望[J]. 中国植保导刊,2021,41(6):33-39.
- [5] MORTON V,STAUB T. A short history of fungicides[J]. APSnet Feature Articles, 2008 [2022-01-10]. https://www.researchgate.net/publication/270743690_A_Short_History_of_Fungicides. DOI: 10. 1094/APSnetFeature-2008-0308.
- [6] 王文桥,王丽,韩秀英,等. 北方五省(区)马铃薯晚疫病菌对甲霜灵和精甲霜灵的敏感性检测[J]. 植物保护,2012,38(3):116-121.
- [7] 姚国胜,吕国朝,杨志辉,等. 马铃薯晚疫病菌对甲霜灵敏感性及其交配型测定[J]. 华北农学报,2007,22(S1):260-262.
- [8] 陈良华,杨志辉,丁明亚,等. 河北、吉林两省马铃薯晚疫病菌对 3 种杀菌剂的敏感性测定[J]. 中国农学通报,2009,25(13):171-174.
- [9] 农业部农药检定所. 农药田间药效试验准则(一)[M]. 北京:中国标准出版社,2000:141-143.
- [10] 罗彦涛,孟润杰,赵建江,等. 马铃薯晚疫病菌对氟吡菌胺抗性突变体的获得及其生物学性状[J]. 中国农业科学,2016,49(19):3733-3745.
- [11] 吴杰,赵建江,路粉,等. 马铃薯晚疫病菌对氟吡菌胺抗性监测及 9 种常规药剂对马铃薯晚疫病田间防效评估[J]. 植物病理学报,2020,51(1):85-94.
- [12] 秦帅,柯岩,汪杰,等. 马铃薯晚疫病防治药剂研究进展[J]. 现代农药,2020,19(4):8-15.
- [13] 路粉,赵建江,刘晓芸,等. 马铃薯晚疫病菌对甲霜灵的抗性监测及替代药剂防治效果[J]. 中国农业科学,2018,51(14):2700-2710.
- [14] 刘许辉,张绿红,贾清云,等. 马铃薯晚疫病药剂田间防治效果研究进展[J]. 农技服务,2022,39(2):69-71.
- [15] 张茂明,顾鑫,杨晓贺,等. 六种生物药剂防治马铃薯晚疫病的筛选试验[J]. 黑龙江农业科学,2021(12):40-43.

(下转第 83 页)

[14] LI C J,SUN Q,CHEN Z,et al. Model of vegetation resto-
ration on the roadside slopes of Chengnan Expressway[J].
Plant Diversity and Resources,2013,35(2):187-194.

农业生态规划为例[J]. 福建林业科技,2012,39(1):
115-119.

[15] 倪川. 观光农业生态园规划浅析——以福鼎秦屿镇冷城村

[16] 阎娜. 关中传统民居建筑雕刻艺术研究[D]. 西安:西安理
工大学,2010.

Investigation on Garden Plants Application and Speeies Diversity in Beichen Park of Ankang City

ZHANG Xin-tong,ZHANG Hai-jun,GUO Pei-jie,QUAN Mao-yuan,YU Gui-hua

(School of Modem Agriculture & Biotechnology, Ankang University, Ankang 725000, China)

Abstract:In the modern life, the park green space plays an important role in the urban environment and development. In order to master the garden plant disposition pattern, plant community structure and species diversity of Beichen Park in Ankang City was selected as the object to carry out investigation and research. Through field investigation, we calculated and analyzed a large amount of plant data, and counted the important value, richness index and diversity index of each plant. The results showed that there were 56 species, 52 genera and 36 families of garden plants in Beichen Park. The first three important values of tree layer were *Cinnamomum camphora*, *Magnolia grandiflora* and *Osmanthus fragrans*. The first three important values of shrub layer were *Pittosporum tobira*, *Ligustrum lucidum* and *Gardenia jasminoides*. The most important value of the herb layer was *Cynodon dactylon*. The species richness index and diversity index of arbor layer were the highest, and those of herb layer were the lowest. The plant community and landscape of Beichen Park were well arranged, but the shortage was that there were few herbaceous plant species, the plant community mostly uses native tree species, and the exotic tree species were seldom planted. It is suggested to increase the planting of exotic tree species which are feasible through long-term test.

Keywords: garden plants; plant configuration; species diversity; Ankang City

(上接第 56 页)

Field Efficacy Test of Potato Late Blight Resistance to Metalaxyl and Metalaxyl-M

LIU Yang, ZHAO Xiu-mei, ZHENG Xu, WANG Li-da, LI Qing-chao, LIU Yue, LAN Ying,
HAN Ye-hui

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract:In order to clarify the field control effect of metalaxyl and metalaxyl-M on *Phytophthora infestans*, metalaxyl, metalaxyl-M and compound preparations were selected, fluopicolide, mancozeb and their compound preparations were used as control agents, routine doses were set separately, through the field community efficacy test, to verify the resistance of potato late blight to metalaxyl and metalaxyl-M. The results showed that 14 days after the third application, the control effects of 30% fluopicolide•metalaxyl water dispersible granules and 10% fluopicolide water dispersible granules on *Phytophthora infestans* were more than 70%, with good control effect and long duration; The control effects of 58% metalaxyl•mancozeb wettable powder and 68% metalaxyl-M•mancozeb water dispersible granule on *Phytophthora infestans* were 47.82%-50.15%; The control effects of 80% mancozeb wettable powder, 20% metalaxyl water dispersible granule and 24% metalaxyl-M water emulsion on *Phytophthora infestans* were 25.17%-28.85%, with poor control effect. In conclusion, *Phytophthora infestans* in the field had developed strong resistance to metalaxyl and metalaxyl-M.

Keywords: potato late blight; metalaxyl; metalaxyl-M; resistance