

中图分类号: S532; S482.2 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635 (2012) 01-0036-04

5 种药剂对马铃薯晚疫病的防治效果分析

闵凡祥¹, 郭梅², 高云飞², 王晓丹², 胡林双², 魏琪², 董学志², 张铨哲^{1*}, 武佩祥³

(1. 东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院脱毒苗木所, 黑龙江 哈尔滨 150086;
3. 黑龙江省马铃薯原种繁殖场, 黑龙江 嫩江 161449)

摘要: 试验在田间测定了克露、达克宁、银法利、瑞凡和中药杀菌剂 5 种药剂对马铃薯晚疫病的防治效果。结果表明: 5 种药剂对马铃薯晚疫病均具有明显的防治效果和增产效果, 防治效果最好的是银法利, 其次为瑞凡、达克宁、克露和中药杀菌剂, 增产 62%~155%, 晚疫病烂薯率为 1.20%~8.09%。根据病害发展曲线, 病害发展前期使用 5 种药剂, 均可达到显著防治效果。病害发展后期, 建议选择银法利和瑞凡药剂。注意每种药剂交替使用, 避免产生抗药性。

关键词: 马铃薯; 晚疫病; 杀菌剂; 防治效果

Analysis of Control Efficacy for Five Fungicides on Potato Late Blight

MIN Fanxiang¹, GUO Mei², GAO Yunfei², WANG Xiaodan², HU Linshuang², WEI Qi²,
DONG Xuezhi², ZHANG Xuanzhe^{1*}, WU Peixiang³

(1. Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China; 2. Virus-free Seedling Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 3. Heilongjiang Seed Potato Propagation Base, Nenjiang, Heilongjiang 161449, China)

Abstract Control efficacy of five fungicides on potato late blight was determined in field experiment. The five fungicides had obvious effects on potato late blight control and increased yield. The best fungicide was Fluopicolide, followed by Mandipropamid, Chlorothalonil, Cymoxanil + mancozeb and Matrine. Yield was increased by 62%-155% compared with control, and tuber rot percentage was only 1.20%-8.09%. According to the test curve of disease development, all of the five fungicides used in the prophase of disease development could achieve a significant control effect. In the anaphase of disease development, however, Fluopicolide and Mandipropamid were recommended. Each fungicide should be used alternatively to avoid resistance to fungicides.

Key Words: potato; late blight; fungicide; control efficacy

由致病疫霉 *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary 引起的马铃薯晚疫病是目前危害马铃薯生产最严重的病害^[1], 其具有很高的流行性, 每年在全世界因晚疫病损失约 170 亿美元, 我国损失约 10 亿美元^[2]。目前, 马铃薯晚疫病防治仍然以化学药剂为主, 每年全球因晚疫病药剂花费高达 30 亿~50 亿美元^[3-4]。由于生产中防治药剂品种繁多, 成分各不相同, 作用方式各有优势, 一旦选药不正确很难有效控制马铃薯晚疫病, 并且盲目过度施药既增加生产成本, 又使病原菌产生抗药性^[5], 对环境造成较大危害。因

此, 明确现有常规药剂田间防治效果就显得尤为重要。本试验根据病害发展情况, 调查不同时期药剂防治效果、收获后产量和烂薯率, 采用 AUDPC 值田间统计分析方法, 明确试验药剂防治效果, 通过病害发展曲线, 确定各个时期选择何种药剂, 为马铃薯晚疫病防治提供准确数据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验品种: 田间试验采用感病品种费乌瑞它。

收稿日期: 2011-09-15

基金项目: 科技部国际科技合作计划项目 (2010GR0002); 黑龙江省国际科技合作项目 (WB09B102-2); 哈尔滨市科技攻关计划项目 (2010AA6CN07)。

作者简介: 闵凡祥 (1980-), 男, 在读硕士, 助理研究员, 主要从事马铃薯真菌病害研究。

* 通信作者 (Corresponding author): 张铨哲, 教授, 博士, 研究方向为真菌病害的综合防治, E-mail: zhe3850@yahoo.com.cn。

表 1 供试药剂名称、有效成分、作用机制及使用量
Table 1 Fungicide name, active component, mode of action and dosage

处理 Treatment	杀菌剂 Fungicide	有效成分 Active component	作用机制 Mode of action	公顷总用量 Application / ha
A	中药杀菌剂	4%苦参碱	保护	1500 mL
B	克露	72%代森锰锌 + 霜脲氰	内吸兼保护	1500 g
C	对照 (CK)			
D	达克宁	75%百菌清	保护	1500 g
E	银法利	68.75%氟吡菌胺 + 霜霉威 + Hcl	内吸	1125 mL
F	瑞凡	25%双炔酰菌胺	保护	750 mL

试验药剂：供试药剂为克露、达克宁、银法利、瑞凡和黑龙江省农业科学院脱毒苗木所实验室提取的中药杀菌剂(表 1)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

2010 年, 田间试验地点位于哈尔滨市呼兰区庆平村, 该地点每年均有晚疫病发生, 播种时间为 4 月 20 日, 株距为 25 cm, 行距为 68 cm。试验设置 1 个空白对照, 5 个处理(表 1), 每个处理 5 次重复, 随机区组排列, 每个小区面积 40 m², 四周设保护行。

根据测报结果进行喷药, 采用背负式手动喷雾器进行茎叶均匀喷雾, 直至轻微滴水, 药液使用量见表 1。

表 2 马铃薯晚疫病病害调查标准

Table 2 Potato late blight disease survey standard

发病百分率 Severity (%)	症状描述 Description
0	田间植株健康, 没有发病
0.01	调查区有 1~2 片叶发病
0.05	调查区有 3~5 片叶或 1 个复叶发病
0.1	调查区有 10 片叶发病, 孢子形成菌丝清晰可见
0.5	平均每个植株有 1 片叶发病(全田约 25~40 片病叶)
1.0	平均每个植株 4 片叶发病(全田约 100 片病叶)
2.5	平均每个植株 8~10 片叶发病(全田约 200~250 片病叶)
10	平均每个植株有 1~5 个复叶发病
25	田间有 25% 叶片发病, 但大部分叶片仍保持绿色
50	田间有 50% 叶片发病, 全田颜色变成褐绿色
75	田间 75% 叶片发病, 25% 叶片仍保持绿色
95	田间除了茎以外叶仅有一点绿色
99	叶片仅有一点点叶是绿色, 植株茎开始发病
100	叶片和茎部完全死亡

1.2.2 病害调查方法及分级标准

每次喷施药剂前进行调查, 日期分别为 7 月 30 日, 8 月 3 日, 8 月 7 日, 8 月 13 日, 8 月 19 日, 8 月 21 日, 8 月 24 日和 8 月 27 日。每个小区调查 25~30 株, 采用标准如表 2^[9]。

1.2.3 数据处理方法

将马铃薯叶片发病情况详细记录, 利用病害发展病程曲线下面积 (Area under disease progress curve, AUDPC) 来描述, 这一参数能够有效描述病情发展累积情况。发病越严重, AUDPC 值越大, 药剂防治效果越差, 反之, 则效果显著。对不同处理 AUDPC 值进行显著性分析。其 AUDPC 计算公式^[7]:

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^n [(X_{i+1} + X_i) / 2] [T_{i+1} - T_i]$$

其中, n =总调查次数, X_i =第 i 次调查的严重程度, T_i 为第 i 次调查的时间。

1.2.4 产量分析及块茎晚疫病发病情况调查

每个小区调查 2 垄, 每垄 5 m, 调查株数、产量和晚疫病烂薯数量, 计算单株产量及 667 m² 产量, 晚疫病病薯率。

2 结果与分析

2.1 不同药剂处理田间病害调查分析

田间病害调查结果显示(图 1): 对照首先发病, 发病日期为 8 月 3 日, 仅有 3~5 片叶发病, 其它处理均未发病; 到 8 月 13 日所有处理均有不同程度病害发生, 对照小区平均发病百分率为 15.3%, 中药杀菌剂、克露、达克宁平均发病百分率分别为 0.32%、0.43%和 1.4%, 银法利和瑞凡处理, 平均发病率仅为 0.004%和 0.062%; 8 月 19 日, 对照发病百分率为 78%, 非常严重, 中药杀菌剂、克露、达克宁平均发病百分率分别为 7%、6.3%和 10%, 而

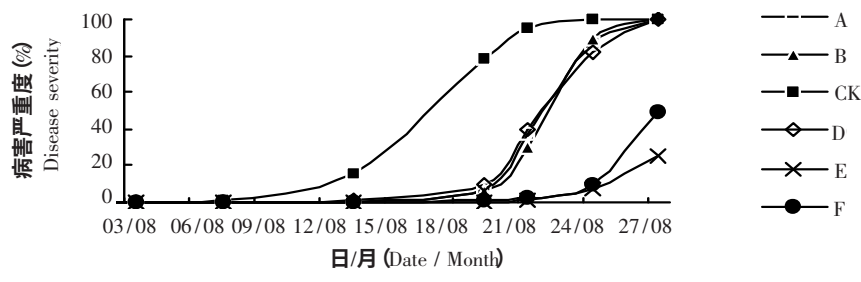


图 1 不同处理的病害发展曲线

Figure 1 Disease development curves of various treatments

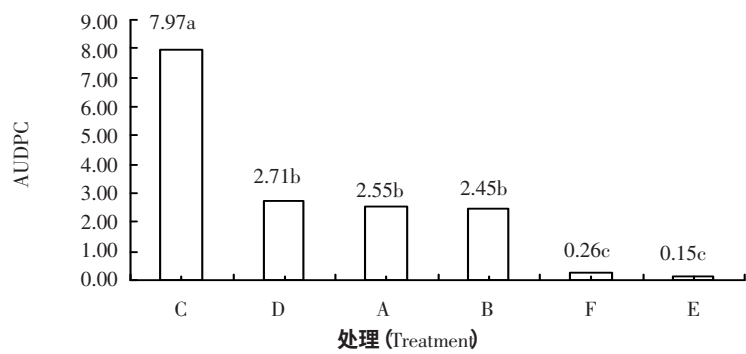


图 2 不同处理间 AUDPC 差异显著性分析 ($P < 0.05$)

Figure 2 Significant analyses for AUDPC in various treatments

银法利和瑞凡依然较轻, 仅为 0.54% 和 1.14%; 8 月 24 日, 对照发病百分率已达 100%, 中药杀菌剂、克露、达克宁平均发病百分率分别为 75%、80% 和 75%, 银法利和瑞凡病害发展较慢, 病害发病百分率为 7% 和 10%。将以上数据处理后, 计算出病害发展病程曲线下面积 (AUDPC) (图 2), 分别为: 对照 7.97; 达克宁 2.71; 中药杀菌剂 2.55, 克露 2.45; 瑞凡 0.26; 银法利 0.15。根据 AUDPC 值

大小, 防治效果由高到低依次为银法利、瑞凡、克露、中药杀菌剂和达克宁。采用邓肯多重极差法 (LSR 法) 进行方差显著性分析 (图 2), 5 种药剂与对照相比均达显著水平, 银法利和瑞凡之间区别不显著, 克露、中药杀菌剂和达克宁之间区别不显著, 银法利和瑞凡同克露、中药杀菌剂和达克宁相比差异达显著水平。田间调查显示, 对照在未喷施任何药剂情况下, 8 月 3 日开始发病, 8 月 24 日,

表 3 不同处理产量和烂薯率测定

Table 3 Yield and rot rate of potato tubers in various treatments

处理 Treatment	单株产量 (kg) Yield per plant	单产 (t / hm) Yield per hectare	增产 (%) Increase compared with control	晚疫病烂薯率 (%) Rot rate	显著性 Significance	
					0.05	0.01
E	1.17	35.03	155	1.20	a	A
F	1.14	33.96	147	1.50	a	A
D	0.96	28.56	108	5.95	b	B
B	0.86	25.68	87	8.09	c	C
A	0.75	22.26	62	7.65	d	D
C	0.46	13.74	0	38.59	e	E

对照发病率达 100%, 20 d 后马铃薯植株全部死亡。由图 1 可以看出, 8 月 19 日之前, 5 种杀菌剂防治效果无区别, 因此, 可根据生产者自身经济情况选择 1~5 种杀菌剂类型, 进行病害防治。但 8 月 19 日之后, 通过病害发展可以看出, 采用克露、中药杀菌剂和达克宁的处理病害发展迅速, 而银法利和瑞凡防治病害发展缓慢, 因此, 建议选择银法利和瑞凡两种药剂。

2.2 不同药剂处理有效产量结果分析

不同处理产量各不相同, 产量最高是银法利, 其次是瑞凡、达克宁、克露和中药杀菌剂, 采用邓肯多重极差法 (*LSR* 法) 进行方差显著性分析, 与对照相比增产效果极显著 (表 3), 银法利增产最高达 155%, 中药杀菌剂处理最低为 62%。晚疫病烂薯率调查结果显示, 防治效果由高到低依次为银法利、瑞凡、达克宁、克露和中药杀菌剂 (表 3)。

3 讨 论

目前关于马铃薯晚疫病防治的药剂种类较多, 例如: 甲霜灵、恶霜灵、丙森锌、霜脲氰、代森锰锌、氰霜唑、氟吡菌胺 + 霜霉威、氟啶胺和烯酰吗啉等^[8], 由于受致病菌、品种和地域限制, 各种药剂防治效果不同。关于马铃薯晚疫病药剂防治报道也较多^[9-13], 但都局限于采用国标 GB / T 17980-34-2000 方法, 其中病级分级标准分为 6 个级别, 只调查 2~3 株, 计算喷药后防治效果。本试验采用欧洲病害分级标准, 分为 14 个级别, 更加细致, 调查 25~30 株, 调查末次施药后病害发展曲线下面积 (AUDPC), 跟踪交替施药对晚疫病病害整个病程的影响, 避免了一般田间药效试验偏重评估最后一次施药的影响而低估了整个施药处理对多种病害的影响, 其试验结果可能更为准确, 此方法可供评估交替施药对其作物病害发展的影响时参考。且 AUDPC 方法简单易行, 使用多重评价, 而且不需要数据转化, 有助于同一试验及同一生长季中不同品种、基因型或处理进行比较分析。

本试验使用 5 种杀菌剂, 防治效果由高到低依次为银法利、瑞凡、克露、中药杀菌剂和达克宁。试验发病前期, 5 种药剂作用效果无差别, 发病后期, 防治效果差别非常显著, 喷施银法利和瑞凡病害发展缓慢, AUDPC 值较低, 与对照和其它药剂相

比效果达极显著水平; 而克露、达克宁和中药杀菌剂病害发展迅速, 但与对照相比, 作用效果仍极显著。因此, 考虑防治效果和成本, 结合自身经济条件, 在晚疫病发生前期喷施克露、达克宁和中药杀菌剂即可有效防治, 但要注意为了避免抗药性的产生, 内吸性药剂喷施要交替次数 1~2 次。马铃薯晚疫病发生后期, 建议使用银法利和瑞凡, 能够有效控制病害发展。5 种杀菌剂在增产、降低烂薯率方面效果显著, 尤其以银法利和瑞凡显著, 增产效果达 155% 和 147%, 烂薯率仅为 1.2% 和 1.5%。因此, 以上 5 种药剂可在生产上进一步推广。

马铃薯晚疫病发生主要受气象因素控制, 因此, 病害防治同时要结合其它防治措施, 利用测报模型, 及时准确掌握病害发展情况, 结合药剂防治, 合理选择和喷施杀菌剂, 可以有效控制病害发生及发展。

[参 考 文 献]

- [1] 谢开云, 车兴壁, Christian D, 等. 比和时马铃薯晚疫病预警系统及其在我国的应用[J]. 马铃薯杂志, 2001, 15(3): 76-71.
- [2] Fry W E, Goodwin S B. Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*: chronology, pathways and implications [J]. Plant Disease, 1993, 77: 653-661.
- [3] Judelson H S, Blanco F A. The spores of *Phytophthora* weapons of the plant destroyer [J]. Nature Reviews Microbiology, 2005(3): 47-58.
- [4] Halder K, Kamoun S, Hiller N L, et al. Common infection strategies of pathogenic eukaryotes [J]. Nature Reviews Microbiology, 2006 (4): 922-931.
- [5] 曹继芬, 孙道旺, 杨明英, 等. 云南番茄致病疫霉的交配型、甲霜灵敏感性及毒力类型[J]. 菌物学报, 2006, 25(3): 488-495.
- [6] James W C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases [J]. Canadian Plant Disease, 1971, 51(2): 39-65.
- [7] 王秀娜, 段霞瑜, 周益林. 小麦品种多样性对白粉病及产量和蛋白质的影响[J]. 植物病理学报, 2011, 41(3): 285-294.
- [8] 刘琼光, 陈洪, 罗建军, 等. 10 种杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果与经济效益评价[J]. 中国蔬菜, 2010(20): 62-67.
- [9] 耿坤, 张斌, 余杰颖, 等. 几种杀菌剂防治马铃薯晚疫病试验[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(2): 112-114.
- [10] 王长魁, 王多成. 不同杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果及经济效益分析[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(3): 290-292.
- [11] 孔令强, 韩文贺. 福帅得和科佳防治马铃薯晚疫病药效试验[J]. 山东农业科学, 2011(3): 92-93.
- [12] 吴健国, 张昌杰, 尤爱琴, 等. 银法利等药剂防治马铃薯病害的效果[J]. 浙江农业科学, 2011(2): 378-379.
- [13] 胡尊艳, 夏平, 李志新, 等. 6 种药剂防治马铃薯晚疫病药效试验[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(2): 106-108.