

李华伟, 罗文彬, 纪荣昌, 等. 不同药剂组合对马铃薯晚疫病防治效果及产量的影响 [J]. 福建农业学报, 2013, 28 (8): 812—816.
LI H-W, LUO W-B, JI R-C, et al. Effects of Different Fungicide Combinations on the Control of Potato Late Blight and Yield of Potato [J].
Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2013, 28 (8): 812—816.

不同药剂组合对马铃薯晚疫病防治效果及产量的影响

李华伟, 罗文彬, 纪荣昌, 刘中华, 许泳清, 邱永祥, 邱思鑫, 汤 浩

(福建省农业科学院作物研究所, 福建 福州 350013)

摘要: 以马铃薯晚疫病品种费乌瑞它为试验对象, 采用 68% 精甲霜锰锌可湿粉剂、70% 安泰生丙森锌可湿粉剂和 64% 恶霜锰锌可湿粉剂 3 种药剂进行马铃薯晚疫病的防治试验, 结果表明: 交替使用其中 2 种或 3 种药剂防治马铃薯晚疫病的效果优于单一使用 1 种药剂; 68% 精甲霜锰锌可湿粉剂与 70% 安泰生丙森锌可湿粉剂、70% 安泰生丙森锌可湿粉剂与 64% 恶霜锰锌可湿粉剂、68% 精甲霜锰锌可湿粉剂与 64% 恶霜锰锌可湿粉剂 3 种组合交替施用共喷药 4 次, 防效分别为 65.96%、61.70%、60.34%, 商品薯产量比对照分别增产为 61.74% 和 60.07% 和 52.01%。生产上可选用药剂交替使用来防治马铃薯晚疫病。

关键词: 马铃薯; 晚疫病; 杀菌剂; 防治效果

中图分类号: S 435

文献标识码: A

Effects of Different Fungicide Combinations on the Control of Potato Late Blight and Yield of Potato

LI Hua-wei, LUO Wen-bin, JI Rong-chang, LIU Zhong-hua, XU Yong-qing, QIU Yong-xiang,

QIU Si-xin, TANG Hao

(Institute of Crop Sciences, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: The effects of three fungicide combinations on the control of the susceptible potato cultivars/ varieties Favorite were investigated, including Metalaxyl-M mancozeb (68% WG), Antracol propineb (70% WP) and Oxadixyl mancozeb (64% WP). Our results showed that the controlling effect of the combination of two or three fungicides is better than a single one. After the alternative application of Metalaxyl-M mancozeb (68% WG) and Antracol propineb (70% WP), Antracol propineb (70% WP) and Oxadixyl mancozeb (64% WP), Metalaxyl-M mancozeb (68% WG) and Oxadixyl mancozeb (64% WP) for four times, the control effects were reached 65.96%, 61.70% and 60.34% and the yields were increased by 61.74%, 60.07% and 52.01% respectively. Our results suggest that alternately application of fungicides will be benefit for the control of late blight.

Key words: potato; potato late blight; fungicide; control effect

马铃薯晚疫病是由致病疫霉 *Phytophthora infestans* 引起的病害, 严重影响马铃薯产量和质量, 一般年份减产 10% ~ 20%, 严重年份减产 30% 以上^[1]。近年来, 随着福建省马铃薯引种和育种进程的加快, 加上冬种马铃薯效益的提高, 福建省马铃薯种植面积逐年增加^[2], 而马铃薯晚疫病已成为影响福建省马铃薯生产的最主要病害之一, 2012 年宁德市马铃薯晚疫病大爆发, 马铃薯严重减产, 部分田块绝收。目前化学药剂是防控马铃薯晚疫病的主要途径之一, 由于长期使用单一药剂,

晚疫病病菌对药剂产生抗药性, 造成防治效果不佳, 给生产带来严重损失^[3~4]。为提高马铃薯晚疫病的防治效果, 2013 年选用 3 种药剂设置 7 种施药处理对马铃薯晚疫病进行田间防治试验, 以为大田防控马铃薯晚疫病提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验在晚疫病常年发生较重的福安市溪柄镇宁德市农业科学研究所试验基地进行, 溪柄镇属亚热

收稿日期: 2013-07-02 初稿; 2013-07-29 修改稿

作者简介: 李华伟 (1982—), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事马铃薯病害防控技术研究 (E-mail: hwlphoto@126.com)

通讯作者: 汤浩 (1968—), 男, 研究员, 主要从事马铃薯育种栽培研究 (E-mail: tanghao918@sohu.com);

邱思鑫 (1974—), 男, 博士, 研究员, 主要从事甘薯病虫害防控机理研究 (E-mail: quisixin@yahoo.com.cn)

基金项目: 现代农业产业技术体系项目 (CARS-10); 福建省财政专项——福建省农业科学院科技创新团队建设项目 (CXTD-1-1301)

带海洋性气候，海拔 10 m，雨量充沛，年均气温 13.6~19.8℃，年均降雨量 1 480 mm。试验地选择平整、不积水的开阔田地，前茬作物为甘薯。

1.2 供试品种

供试品种为马铃薯晚疫病感病品种费乌瑞它。

1.3 供试药剂

68%精甲霜锰锌可湿粉剂（瑞士先正达作物保护有限公司、剂量 1 800 g·hm⁻²）、70%安泰生丙森锌可湿粉剂（德国拜耳作物科学公司、剂量 2 550 g·hm⁻²），64%恶霜锰锌可湿粉剂（郑州郑

氏化工有限公司、剂量 1 950 g·hm⁻²）。

1.4 试验设计

试验设计采用随机区组设计，如表 1 所示共设 8 个处理，3 次重复，24 个小区，小区面积 24 m²。马铃薯于 2013 年 1 月 17 日播种，单垄双行种植，密度 67 500 株·hm⁻²，硫酸钾型复合肥 1 500 kg·hm⁻² 和有机肥 2 250 kg·hm⁻² 为底肥，中间不追肥。垄宽（包沟）1.2 m，垄高 0.3 m，地膜覆盖（白膜），地膜覆盖采用半覆盖法，试验期间田间栽培管理为常规方法。

表 1 不同药处理剂组合

Table 1 Different treatment fungicide combinations

处理	药剂处理			
	第 1 次(3 月 12 日)	第 2 次(3 月 22 日)	第 3 次(4 月 3 日)	第 4 次(4 月 13 日)
1	68%精甲霜锰锌	68%精甲霜锰锌	68%精甲霜锰锌	68%精甲霜锰锌
2	70%丙森锌	70%丙森锌	70%丙森锌	70%丙森锌
3	64%恶霜锰锌	64%恶霜锰锌	64%恶霜锰锌	64%恶霜锰锌
4	68%精甲霜锰锌	70%丙森锌	68%精甲霜锰锌	70%丙森锌
5	70%丙森锌	64%恶霜锰锌	70%丙森锌	64%恶霜锰锌
6	68%精甲霜锰锌	64%恶霜锰锌	68%精甲霜锰锌	64%恶霜锰锌
7	68%精甲霜锰锌	70%丙森锌	64%恶霜锰锌	—
CK	对照(清水)	对照(清水)	对照(清水)	对照(清水)

1.5 施药和调查方法

使用可控压手动喷雾器，全株均匀喷施，喷药量以叶面滴水为度。根据马铃薯晚疫病病情分级标准：农药田间药剂实用准则确定施药时间，每隔 10 d 左右用药 1 次^[5]，共施药 3~4 次，第 1 次施药时间为 3 月 12 日，第 2 次施药为 3 月 22 日，第 3 次施药时间为 4 月 3 日，第 4 次施药时间为 4 月 13 日。

每次施药前和最后 1 次施药 10 d 左右调查晚疫病发病情况，采取对角线调查，每个小区取 5 点，每个点调查 5 株，每株调查全部叶片数，按照马铃薯晚疫病分级标准进行调查，统计病级，计算病情指数和防治效果。

马铃薯晚疫病病情分级标准参照文献 [5]，分级标准为 0 级：叶片无病斑；1 级：病斑面积占叶片面积的 5% 以下；3 级：病斑面积占叶片面积的 6%~10%；5 级：病斑面积占叶片面积的 11%~20%；7 级：病斑面积占叶片面积的 21%~50%；9 级：病斑面积占叶片面积的 50% 以上；

病情指数=[Σ (各级病叶数×相对病级数值)/(调查总叶片数×9)]×100

$$\text{防治效果}(\%) = [(CK \text{ 病情指数} - \text{处理病情指数}) / CK \text{ 病情指数}] \times 100$$

产量调查：于 2013 年 5 月 10 日收获，收获时对各小区进行测产，按大薯和小薯分开统计，大薯 (≥ 50 g)，小薯 (< 50 g)，商品薯率为大薯占生物产量的比率。

1.6 数据处理

采用 Excel2003 整理试验数据，利用 DPS 7.5 软件进行方差分析，差异显著性分析采用 Duncan's 新复极差法。

2 结果与分析

2.1 气象因素对晚疫病的影响

马铃薯晚疫病流行因素主要跟温度和湿度有关，田间马铃薯晚疫病流行的关键气象条件为 24 h 内至少有 6 h 降雨且温度不低于 10℃；空气相对湿度至少连续 6 h 保持在 90% 以上^[6~8]。晚疫病菌孢子囊繁殖的温度为 9~22℃，低于 7.2℃ 或高于 25.5℃，对晚疫病的流行不利^[9~10]。根据调查结果，第 1 次施药前 3 月 1~11 日平均温度为 11.10℃，连续 8 d 最低气温低于 10℃，平均空

相对湿度为 85.26%，连续 6 d 空气相对湿度低于 85%，气温和湿度偏低，未见马铃薯晚疫病发生。因此这一时期的气象条件不利于马铃薯晚疫病的发生，这和袁宗胜研究结果相符^[2]。第 1 次施药后温度升高，田间空气相对湿度高于 90% 持续 7 d，田间开始出现中心病株。根据收集到的气象数据（图 1），试验地点 3 月 12 日至 4 月 30 日的田间平均相

对湿度为 91.41%，平均温度为 14.94℃，4 月中下旬时的气象条件适合病害流行，病害发展迅速，到 4 月下旬病指达到最高。因此福安马铃薯晚疫病发生在 3 月中旬至 4 月下旬，这一时期的温度和湿度有利于马铃薯晚疫病的发生病情指数增加，是防治马铃薯晚疫病的关键和最佳时期。

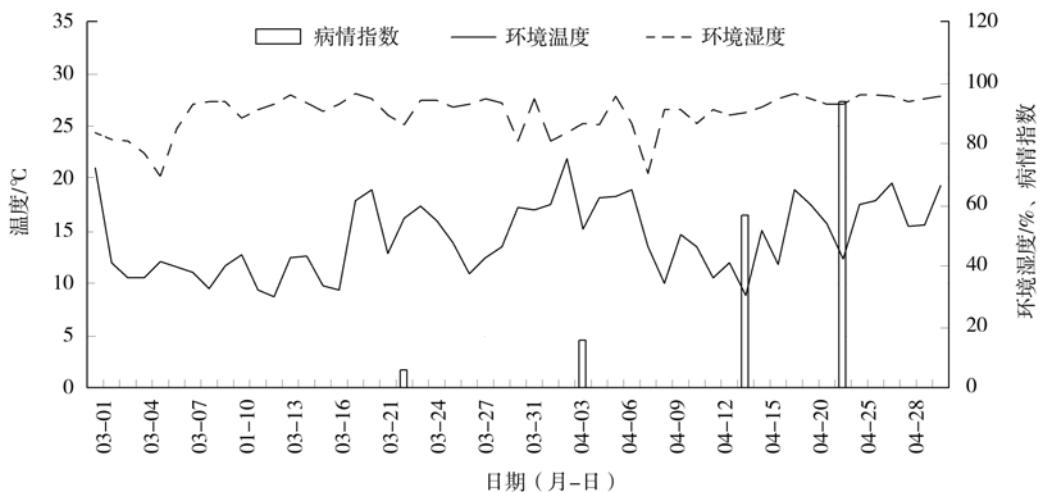


图 1 气象因子对马铃薯晚疫病发生的影响

Fig. 1 Effect of meteorological factors on the occurrence of potato late blight

注：病情指数为 CK 病情指数。

2.2 药剂处理对马铃薯晚疫病防治效果的影响

前 3 次施药后的防病效果以后一次施药前的病情指数计算前 1 次施药后的防病效果，以第 4 次施药后第 9 d 的病情指数计算第 4 次施药后的防病效果，结果见表 2。从表 3 可以看出，连续喷施 4 次单一药剂的处理，以处理 2 (70% 安泰生丙森锌) 防治效果最好，防效为 54.96%，其次是处理 1 (68% 精甲霜锰锌)，防效为 48.94%，防效最差的为处理 3 (64% 恶霜锰锌)，防效仅为 42.20%。交替喷施 2 种和 3 种药剂时，防效均高于单一喷施 1 种药剂，其中交替使用 2 种药剂的处理 4 (68% 精甲霜锰锌和 70% 丙森锌交替使用各 2 次) 和处理 5 (70% 丙森锌和 64% 恶霜锰锌交替使用各 2 次) 的防效较好，防效分别为 65.96% 和 61.70%，与单一使用 1 种药剂的防效差异极显著。交替使用 2 种药剂的处理 6 (68% 精甲霜锰锌和 64% 恶霜锰锌交替使用各 2 次) 和交替使用 3 种药剂的处理 7 (68% 精甲霜锰锌、70% 丙森锌、64% 恶霜锰锌交替使用各 1 次)，防治效果分别为 60.34% 和 59.57%，与处理 2、3 差异极显著。

2.3 药剂处理对马铃薯产量的影响

不同药剂处理对马铃薯产量的影响见表 3，从表 3 可以看出，不同药剂处理对马铃薯均具有保产作用，以药剂组合处理的保产效果较好，处理 4 (68% 精甲霜锰锌和 70% 丙森锌交替使用各 2 次) 和处理 5 (70% 丙森锌和 64% 恶霜锰锌交替使用各 2 次) 的产量最高，分别达 33 488.96 kg · hm⁻² 和 33 141.56 kg · hm⁻²，产量比未用药剂处理的对照产量增产达 60% 以上，差异达极显著，商品薯率分别为 87.05% 和 86.55%；处理 6 (68% 精甲霜锰锌和 64% 恶霜锰锌交替使用各 2 次) 和处理 7 (68% 精甲霜锰锌、70% 丙森锌、64% 恶霜锰锌交替使用各 1 次) 的产量次之，分别为 31 474.06 kg · hm⁻² 和 30 779.27 kg · hm⁻²，极显著高于对照，分别比对照增产为 52.01% 和 48.66%，商品薯率分别为 84.97% 和 84.35%。而单独使用一种药剂的处理 1 和处理 3 增幅仅为 35.23% 和 29.87%，商品薯率为 79.15% 和 77.84%，效果较差。

表2 不同药剂组合处理对防治马铃薯晚疫病效果的影响

Table 2 Effect of different fungicide combinations on the control of potato late blight

处理	第1次施药后		第2次施药后		第3次施药后		第4次施药后		差异显著性	
	病指	防效/%	病指	防效/%	病指	防效/%	病指	防效/%	0.05	0.01
1	1.67	70.54	5.00	67.38	26.00	54.12	48.00	48.94	e	D
2	2.67	52.91	3.33	78.26	24.67	56.47	42.33	54.96	d	C
3	2.67	52.91	7.33	52.16	29.33	48.24	54.33	42.20	f	E
4	1.30	77.07	3.33	78.26	16.67	70.59	32.00	65.96	a	A
5	1.67	74.96	3.10	79.78	18.67	67.06	36.00	61.70	b	B
6	1.33	76.54	4.67	69.56	20.00	64.71	36.67	60.34	b	B
7	1.67	70.55	3.12	79.63	22.33	60.59	41.00	59.57	c	C
CK	5.67	—	15.33	—	56.67	—	94.00	—		

表3 不同药剂组合处理对马铃薯产量的影响

Table 3 Effect of different fungicide combinations on the yield of potato

处理	小区平均产量/kg	折合产量/(kg·hm ⁻²)	增幅/%	商品率/%	差异显著性	
					0.05	0.01
1	67.17	28000.10	35.23	79.15	d	DE
2	70.83	29528.65	42.62	80.88	c	CD
3	64.50	26888.44	29.87	77.84	d	E
4	80.33	33488.96	61.74	87.05	a	A
5	79.50	33141.56	60.07	86.55	a	AB
6	75.50	31474.06	52.01	84.97	b	BC
7	73.83	30779.27	48.66	84.35	bc	C
CK	49.67	20704.79	—	69.86	e	F

注：折合产量、增幅、商品率为小区平均产量后的折合产量、增幅、商品率。

3 讨论与结论

影响马铃薯晚疫病流行的主要气象因素是温度和湿度，在春旱地区，湿度是限制因素，在潮湿多雨的地区，温度是限制因素^[11]。从田间气象数据可以看出环境湿度是影响马铃薯晚疫病发生的最主要的因素，环境湿度大有利于马铃薯晚疫病的发生和流行。福安市春季多雨，环境湿度较大，且该地点种植品种主要为感病马铃薯品种费乌瑞它，晚疫病发生较为严重。马铃薯晚疫病是限制该地区马铃薯生产的主要因素，在马铃薯生长的3~4月份，应加强马铃薯晚疫病防治工作。

生产上单一使用1种药剂防治马铃薯晚疫病易使致病菌产生抗药性，防治效果不佳，药剂交替使用可以延缓病原菌的抗药性产生，提高防治效果。试验结果表明，单一使用1种药剂时，70%丙森锌杀菌剂的防效最好，防效为54.96%，其次是68%精甲霜锰锌可湿粉剂，防效为48.94%，最差的为

64%恶霜锰锌，防效为42.20%。而交替使用2种或3种药剂时可有效提高防治效果，防治效果达59.57%以上，68%精甲霜锰锌和70%丙森锌交替使用各2次防效最佳，防效为65.96%；其次是70%丙森锌和64%恶霜锰锌交替使用各2次、68%精甲霜锰锌和64%恶霜锰锌交替使用各2次和68%精甲霜锰锌、70%丙森锌、64%恶霜锰锌交替使用各1次，防效分别为61.70%、60.34%和59.57%，均高于单一使用1种药剂时的防治效果。

在马铃薯生产中，根据生态、经济效益，按照“预防为主，综合防治”的原则，在马铃薯生育期内对马铃薯晚疫病进行农业防治、化学防治和生物防治的综合防治。种植抗性较好的品种，利用抗病品种有利于减少马铃薯晚疫病的发生，提高产量和质量。化学药剂防治时要克服连续使用单一药剂防治的不良习惯，选择防治效果较好的药剂，并交替使用，建议使用68%精甲霜锰锌、70%丙森锌、

64%恶霜锰锌交替喷施3~4次在生产中推广应用，做到科学合理搭配，减少致病菌产生抗药性，结合预报预测掌握晚疫病的流行规律，提高晚疫病的防治效果。

致谢：本试验得到了宁德市农业科学研究所卓敏助理研究员协助，在此表示感谢。

参考文献：

- [1] 宋伯符,王军,张志铭,等.我国马铃薯晚疫病研究的进展和建议[J].马铃薯杂志,1996,3(10):138—148.
- [2] 袁宗胜,刘芳,兰成忠.福建省冬种马铃薯晚疫病流行动态及防治药剂筛选研究[J].江西农业学报,2010,22(12):91—93.
- [3] 金光辉,文景芝,丁广洲.我国马铃薯晚疫病的研究现状和建议[J].黑龙江农业科学,2002,(6):28—31.
- [4] 毕士云,毛彦芝,邱广伟,等.4种杀菌剂防治马铃薯晚疫病药效试验[J].中国马铃薯,2006,20(2):90—91.
- [5] 吴新平,顾宝根,刘乃炽,等.农药田间药效试验准则(一)杀菌剂防治马铃薯晚疫病[S].北京:中国标准出版社,2005.
- [6] CAO K Q, RUCKSTUHL M, RORRER H R. Crucial weather condition for *P. infestans*: A reliable tool for improved control of potato late blight [J]. Special PAV-report, 1996, (1): 85—90.
- [7] 曹静,客绍英.马铃薯晚疫病流行学及防治方法研究进展[J].中国马铃薯,2005,19(1):33—36.
- [8] 曹静,罗智敏,胡同乐,等.温室马铃薯晚疫病流行动态初步研究[J].河北农业大学学报,2002,25(S1):190—192.
- [9] 徐明珍,胡群宝.马铃薯晚疫病的繁盛规律与防治方法[J].云南农业科技,1998,(5):44—47.
- [10] HYRE R A. Progress in forecasting late blight of potato and tomato [J]. Plant Disease Reporter, 1954, 38: 245—253.
- [11] 张志铭,王仁贵.中国马铃薯晚疫病的研究进展和建议[J].河北农业大学学报,2001,24(2):4—10.

(责任编辑:林海清)