

高山马铃薯晚疫病药剂防治试验

徐志勇¹, 牟文平¹, 罗仁革^{1*}, 康超勇¹, 方军¹, 严萍¹, 曾锂¹, 冯忠明¹, 郭昌军²

(1. 广元市农业科学研究院, 四川 广元 628017; 2. 内江市东兴区农业局, 四川 内江 641100)

摘要:近年来, 广元高山地区马铃薯晚疫病多有发生, 危害严重。为探寻有效的高山马铃薯晚疫病药剂防治方法, 以马铃薯品种‘费乌瑞它’为材料, 利用银法利、克露、代森锰锌、百泰和金雷5种药剂, 从6月1日开始, 间隔10 d连续3次进行喷施, 研究化学药剂对马铃薯晚疫病的防治效果。药剂组合为处理1: 代森锰锌+银法利+金雷; 处理2: 代森锰锌+代森锰锌+代森锰锌; 处理3: 百泰+百泰+银法利; 处理4: 百泰+银法利+百泰; 处理5: 银法利+银法利+银法利; 处理6: 金雷+金雷+金雷; 处理7: 克露+克露+克露, 以清水作对照。结果表明, 连续2~3次喷施不同或相同药剂极显著降低晚疫病发病率; 连续3次喷施不同或相同药剂显著降低晚疫病病情指数、显著(处理3、6除外)增加小区产量; 各处理间晚疫病薯率呈极显著差异。3次交替使用代森锰锌、银法利和金雷多米尔3种不同药剂的处理1, 病情指数和晚疫病薯率最低, 分别为0.64和2.30%, 相对防效、小区产量、大中薯率和平均增产率均最高, 分别达到97.1%、21.9 kg/12m²、74.60%和43.1%。相关分析显示, 产量和增产率与6月11日、6月21日相对防效呈显著正相关。研究结果表明, 6月初开始间隔10 d, 3次交替使用代森锰锌、银法利、金雷多米尔的药剂处理适宜广元高山春播马铃薯晚疫病防治。

关键词: 马铃薯; 晚疫病; 药剂防治

Chemical Control of Potato Late Blight in Mountainous Area

XU Zhiyong¹, MOU Wenping¹, LUO Renge^{1*}, KANG Chaoyong¹, FANG Jun¹, YAN Ping¹,

ZENG Li¹, FENG Zhongming¹, GUO Changjun²

(1. Guangyuan Academy of Agricultural Sciences, Guangyuan, Sichuan 628017, China;

2. Neijiang Dongxing Agricultural Bureau, Neijiang, Sichuan 641100, China)

Abstract: In recent years, potato late blight in Guangyuan mountain area is more and more serious. In order to find out an effective method for chemical control of potato late blight in mountain area, Infinito, Curzate, Mancozeb, Bai Tai, and Ridomil Gold MZ were tested in treatment combinations of 1. Mancozeb + Infinito + Ridomil Gold MZ, 2. Mancozeb + Mancozeb + Mancozeb, 3. Bai Tai + Bai Tai + Infinito, 4. Bai Tai + Infinito + Bai Tai, 5. Infinito + Infinito + Infinito, 6. Ridomil Gold MZ + Ridomil Gold MZ + Ridomil Gold MZ, and 7. Curzate + Curzate + Curzate using water as a control. The fungicides and water were sprayed in sequence three times to a variety 'Favorita' at intervals of 10 days beginning on June 1st. Spraying 2-3 times continuously of different or the same fungicide highly significantly decreased the incidence of late blight; spraying three times continuously of different or the same fungicide significantly reduced the late blight disease index, but significantly increased (except for treatment 3 and 6) plot yield. Diseased potato percentage was found highly significant difference among different treatments. For the treatment 1 of Mancozeb + Infinito + Ridomil

收稿日期: 2017-03-09

作者简介: 徐志勇(1970-), 男, 农艺师, 长期从事马铃薯育种和栽培研究工作。

*通信作者(Corresponding author): 罗仁革, 高级农艺师, 长期从事农作物栽培研究工作, E-mail: GYNKS@126.com。

Gold MZ, disease index and diseased potato percentage were the lowest, only 0.64% and 2.30%, respectively, and relative control effect, yield per plot, large- and medium- sized tuber percentage and average yield increase percentage were the highest, reaching 97.1%, 21.9 kg/12m², 74.60%, and 43.1%, respectively. Correlation analysis showed that yield and yield increase percentage were positively correlated with control effect on June 11th and June 21th. These results suggest that alternate use of mancozeb, Infinito, and Ridomil Gold MZ at intervals of 10 days from the beginning of early June is suitable for late blight prevention of spring potatoes in Guangyuan mountain area.

Key Words: potato; late blight; chemical control

晚疫病是马铃薯主要病害之一, 由卵菌门疫霉属致病疫霉(*Phytophthora infestans*)引起^[1]。全世界平均每年由于晚疫病的发生损失高达170亿美元^[2]。马铃薯晚疫病与气候有关, 是单年流行病害, 发生具有偶然性, 马铃薯晚疫病的预防和治理是一个世界性的难题^[3,4]。四川省马铃薯晚疫病菌生理小种由11种类型组成^[5], 其中全毒力小种是当地的优势致病菌^[6], 甲霜灵敏感性菌株只占测定菌株的15%, 晚疫病菌群体组成日趋复杂^[7], 马铃薯晚疫病防控更加艰难。广元市地处秦岭南麓、四川盆地北部, 在中国地理气候南北分界线南边, 小气候多, 加之缺乏完善的种薯质量控制体系, 脱毒种薯利用率低, 马铃薯生产极易出现晚疫病大流行。试验从广元市马铃薯生产实际出发, 选择5种低毒农药进行马铃薯晚疫病预防和治理试验, 以期筛选出马铃薯晚疫病的药剂防治方法用于大田生产。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

试验材料为马铃薯品种‘费乌瑞它’一级种。

所用药剂见表1。

1.2 试验设计

试验共设7个处理和清水对照(表2)。每个处理重复5次, 小区面积12 m²(2.4 m × 5 m), 共40个小区, 完全随机排列, 四周设保护行。试验于2015年3月下旬在广元市农业科学研究院马铃薯试验地(海拔1 200 m)开始实施。试验地土壤、肥力、水分条件一致, 田间管理同当地大田生产一致, 发棵期开始每天14:00记录1次田间温湿度。6月1日第1次喷药, 采用背式电动喷雾器进行茎叶均匀喷雾, 直至轻微滴水。每隔10 d喷施1次, 喷施3次, 每次施药后7 d调查叶片病情指数和相对防效。

1.3 调查方法

田间调查方法采用小区以对角线5点取样, 每点固定调查3株, 调查全部叶片数, 每小区调查15株, 调查病情指数, 计算相对防效, 收获时测定各小区的产量、大中薯(≥50 g)产量、晚疫病薯产量, 计算每公顷产量、大中薯率、晚疫病薯率。

表1 试验药剂

Table 1 Fungicides tested and their descriptions

药剂 Fungicide	生产厂家 Manufacturer	规格 Specification	剂型 Formulation	有效成分 Active ingredient	有效成分含量 Content	用量 Dosage	用药方式 Application method
银法利 Infinito	德国拜耳公司	25 mL/支	悬浮剂	氟菌·霜霉威	687.5 g/L	75 mL/667m ²	喷雾
克露 Curzate	杜邦农化有限公司	100 g/袋	可湿性粉剂	霜脲·锰锌	72%	120 g/667m ²	喷雾
代森锰锌 Mancozeb	印度联合磷化物有限公司	500 g/袋	可湿性粉剂	代森锰锌	80%	180 g/667m ²	喷雾
百泰 Bai Tai	德国巴斯夫公司	20 g/袋	可湿性粉剂	唑醚·代森联	70%	175 g/667m ²	喷雾
金雷 Ridomil Gold MZ	瑞士先正达作物有限公司	100 g/袋	可湿性粉剂	Metalaxyl-M	80%	100 g/667m ²	喷雾

表2 试验处理与应用

Table 2 Treatment and application method

处理 Treatment	第1次喷施药剂(01/06) The first application (June 1st)	第2次喷施药剂(11/06) The second application (June 11th)	第3次喷施药剂(21/06) The third application (June 21st)
1	代森锰锌	银法利	金雷多米尔
2	代森锰锌	代森锰锌	代森锰锌
3	百泰	百泰	银法利
4	百泰	银法利	百泰
5	银法利	银法利	银法利
6	金雷多米尔	金雷多米尔	金雷多米尔
7	克露	克露	克露
8(CK)	清水	清水	清水

1.4 马铃薯晚疫病病情分级标准

0级：无病斑；1级：病斑面积占整个叶片面积5%以下；3级：病斑面积占整个叶片面积6%~10%；5级：病斑面积占整个叶片面积11%~20%；7级：病斑面积占整个叶片面积21%~50%；9级：病斑面积占整个叶片面积51%以上^[8]。

1.5 计算公式

大中薯率(%) = (小区大中薯重量/小区产量) × 100

晚疫病薯率(%) = (小区晚疫病薯重量/小区产量) × 100

病情指数 = [∑(各级病叶数 × 相对级数值) / (9 × 调查总叶数)] × 100

相对防效(%) = [(对照病情指数 - 处理病情指数) / 对照病情指数] × 100

增产率(%) = [(处理产量 - 对照产量) / 对照产量] × 100

2 结果与分析

2.1 晚疫病发病率、病情指数和相对防效

方差分析显示, 6月11日, 6月21日各处理间的晚疫病发病率呈极显著差异, 6月21日各处理间晚疫病病情指数呈显著差异。

从表3可以看出, 6月1日各处理中, 仅有处理4和无处理对照有晚疫病发生, 发病率分别为1.3%和2.7%, 病情指数分别为0.07和0.11, 处理4的相对防效达到了35.2%。其他各处理防效均为100.0%。

6月11日, 各处理中, 处理1、3、4、5、6、

7晚疫病发病率在10.0%以下, 其中处理5、6最低, 均为4.0%, 处理2晚疫病发病率为12.0%, 对照为42.7%。处理1、2、3、4、5、6、7晚疫病的病情指数均在1.00以下, 对照为6.28。处理1、2、3、5、6、7的相对防效均在96.0%以上, 处理4的相对防效最低为86.9%。

6月21日, 处理1、2、4、5、6、7晚疫病发病率在20.0%以下, 其中处理6最低为10.7%, 处理3晚疫病发病率最高为21.3%, 对照为88.0%。处理1、2、3、4、7晚疫病的病情指数在1.00以下, 分别为0.64、0.79、0.69、0.64和0.99, 处理5的病情指数最高为2.13, 处理6的病情指数为1.51。对照为21.65。各处理相对防效均在90.0%以上, 处理1相对防效最高为97.1%。

2.2 产量、大中薯率、晚疫病薯率及平均增产率

方差分析显示, 各处理间块茎产量呈极显著差异。从表4可知, 处理1极显著高于对照, 处理2、4、5、7显著高于对照, 处理3、6与对照差异不显著。方差分析亦显示, 晚疫病薯率性状间呈极显著差异。处理6、7极显著高于处理1、2、3、5, 处理7显著高于处理4和对照。与对照相比, 处理1的增产率最高达到43.1%(表4)。从表4还可以看出, 处理1的小区产量与折合产量最高, 分别达到21.90 kg/12m²和18 250 kg/hm², 大中薯率最高达到74.60%, 晚疫病薯率最低仅2.30%, 平均增产率也最高为43.1%。由于交替使用药剂, 减轻了抗药性的发生, 处理1的效果最好。

表3 各处理晚疫病发病率、病情指数和相对防效
Table 3 Incidence of late blight, disease index and relative control effect

处理 Treatment	发病率(%) Incidence			病情指数 Disease index			相对防效(%) Relative control effect		
	01/06	11/06	21/06	01/06	11/06	21/06	01/06	11/06	21/06
1	0.0	6.7 bB	16.0 bB	0.00	0.13	0.64 b	100.0	98.0	97.1
2	0.0	12.0 bB	17.3 bB	0.00	0.25	0.79 b	100.0	96.0	96.3
3	0.0	8.0 bB	21.3 bB	0.00	0.11	0.69 b	100.0	98.3	96.8
4	1.3	8.0 bB	18.7 bB	0.07	0.82	0.64 b	35.2	86.9	97.0
5	0.0	4.0 bB	16.0 bB	0.00	0.18	2.13 b	100.0	97.1	90.1
6	0.0	4.0 bB	10.7 bB	0.00	0.05	1.51 b	100.0	99.2	93.0
7	0.0	5.3 bB	13.3 bB	0.00	0.06	0.99 b	100.0	99.0	95.4
8(CK)	2.7	42.7 aA	88.0 aA	0.11	6.28	21.65 a	-	-	-

注: 小写字母代表0.05显著水平, 大写字母代表0.01显著水平。采用新复极差法进行差异显著性测验。下同。
Note: Lowercase and capital letters indicate significance at 0.05 and 0.01 levels, respectively according to Duncan's multiple range test. The same below.

表4 不同处理对产量、大中薯率、晚疫病薯率及平均增产率的影响
Table 4 Effects of different treatments on yield, large- and medium- sized tuber percentage, diseased tuber percentage and yield increase percentage

处理 Treatment	小区平均产量(kg/12m ²) Plot yield	折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	大中薯率(%) Large- and medium- sized tuber percentage	晚疫病薯率(%) Diseased tuber percentage	平均增产率(%) Yield increase
1	21.90 aA	18 250	74.60	2.30 bC	43.1
2	19.22 abAB	16 017	68.40	4.20 bC	25.6
3	17.50 bcB	14 583	63.74	3.56 bC	14.4
4	18.40 bAB	15 333	71.52	6.12 bBC	20.3
5	18.92 bAB	15 767	63.82	2.62 bC	23.7
6	17.94 bcB	14 950	68.42	15.88 aA	17.3
7	19.24 abAB	16 033	72.66	13.26 aAB	25.8
8(CK)	15.30 cB	12 750	62.30	7.40 bBC	-

2.3 相关分析

各性状间相关分析(表5)显示, 产量和平均增产率均与6月21日晚疫病发病率呈显著负相关, 均与6月11日、6月21日晚疫病病情指数呈显著负相关, 均与6月11日、6月21日相对防效呈显著正相关。平均增产率与产量和大中薯率呈极显著正相关与显著正相关, 大中薯率与产量呈显著正相关。

3 讨论

交替使用3种不同药剂相对防效最好。6月21日第3次喷施后, 各处理相对防效均在90%以上。连续3次使用同一种药剂的处理2、5、6、7(分别使用代森锰锌、银法利、金雷多米尔、克露), 其病情指数和相对防效均排在7个药剂处理的后4位。2种药剂交替使用的3(百泰+百泰+银法

表5 各性状间相关分析
Table 5 Correlation analysis of different characters

		发病率 Incidence			病情指数 Disease index			相对防效 Control effect			产量 Yield	大中薯率 Large- and medium-sized tuber percentage	晚疫病薯率 Diseased tuber percentage
		01/06	11/06	21/06	01/06	11/06	21/06	01/06	11/06	21/06			
发病率 Incidence	11/06	0.88**											
	21/06	0.89**	0.99**										
病情指数 Disease index	01/06	0.99**	0.82*	0.83*									
	11/06	0.93**	0.98**	0.99**	0.88**								
	21/06	0.87**	0.97**	0.99**	0.80*	0.99**							
相对防效 Control effect	01/06	-0.99**	-0.82*	-0.83*	-1.00**	-0.87**	-0.80*						
	11/06	-0.93**	-0.98**	-0.99**	-0.88**	-1.00**	-0.99**	0.88**					
	21/06	-0.87**	-0.97**	-0.98**	-0.80*	-0.99**	-1.00**	0.80*	0.98**				
产量 Yield		-0.69	-0.68	-0.71*	-0.65	-0.71*	-0.71*	0.65	0.71*	0.71*			
大中薯率 large- and medium-sized tuber percentage		-0.35	-0.50	-0.55	-0.30	-0.50	-0.55	0.30	0.50	0.55	0.78*		
晚疫病薯率 Diseased tuber percentage		0.01	-0.06	-0.06	0	0.01	0.05	0.00	-0.01	-0.05	-0.27	0.18	
平均增产率 Yield increase		-0.68	-0.69	-0.73*	-0.64	-0.72*	-0.74*	0.64	0.72*	0.74*	0.99**	0.82*	-0.25

利)、4(百泰+银法利+百泰)2个处理,其病情指数和相对防效均好于使用同一种药剂的处理。连续3次使用3种不同药剂的处理1(代森锰锌+银法利+金雷多米尔),其病情指数最低和相对防效最高。

6月11日,6月21日各处理间的晚疫病发病率呈极显著差异,6月21日各处理间晚疫病病情指数呈显著差异。药剂使用连续2次才体现出效果,连续3次,效果明显。

许多国家相继报道了马铃薯晚疫病对甲霜灵抗性的发生^[9-11],国内也多有报道^[6,12,13]。在本试验中,连续3次喷施金雷多米尔的相对防效低于代森锰锌、银法利、金雷多米尔3种药剂交替使用的处理,小区产量极显著低于代森锰锌、银法利、金雷多米尔3种药剂交替使用的处理。这可能是交替使用药剂减轻了抗药性的发生,增加了治疗

效果所致。

交替使用3种不同药剂产量性状表现最好。各处理间小区产量和晚疫病薯率差异明显,3次喷施3种不同药剂的处理1的小区产量最高达到21.90 kg/12m²,折合产量18 250 kg/hm²,大中薯率最高达到74.60%,晚疫病薯率最低仅2.30%,平均增产率也最高为43.1%。其他各处理产量均在16 100 kg/hm²以下,平均增产率均在26%以下,与处理1的差距较大。

使用同一药剂的处理2、5、7(分别使用代森锰锌、银法利、克露)的小区平均产量分别为19.22, 18.92和19.24 kg/12m²,平均增产率分别为25.6%、23.7%和25.8%,小区平均产量和平均增产率均排在所有处理的第3、4、2位,均好于交替使用2种药剂的处理3(百泰+百泰+银法利)、4(百泰+银法利+百泰)。代森锰锌、银法利、

克露可以继续作为马铃薯晚疫病防治药剂, 罗彦涛等^[14]也研究认为氟菌·霜霉威和霜脲·锰锌仍可用于晚疫病防治。

产量和平均增产率与6月21日晚疫病发病率及6月11日和6月21日晚疫病病情指数呈显著负相关, 且与6月11日和6月21日相对防效呈显著正相关。平均增产率与产量和大中薯率呈极显著正相关与显著正相关, 大中薯率与产量呈显著正相关。

综上所述, 初步认为, 6月初开始间隔10 d, 3次交替使用代森锰锌、银法利、金雷多米尔的药剂处理适宜广元高山春播马铃薯晚疫病防治。

[参 考 文 献]

[1] 孙慧生. 马铃薯育种学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.

[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] Black W, Mastenbrock C, Mills W R, et al. A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives [J]. Enphytica, 1953, 2(3): 173-179.

[4] Bourke A P M. Emergence of potato blight [J]. Nature, 1964, 203: 805-808.

[5] 刘波微, 彭化贤, 席亚东, 等. 四川马铃薯晚疫病生理小种鉴定及品种抗病评价 [J]. 西南农业学报, 2013, 23(3): 747-751.

[6] 赵青, 郑峥, 李颖, 等. 四川省马铃薯晚疫病菌群体表型和遗传变异的分析 [J]. 菌物学报, 2016, 35(1): 52-62.

[7] 李洪浩, 彭化贤, 席亚东, 等. 四川马铃薯晚疫病菌交配型、生理小种、甲霜灵敏感性及其mtDNA单倍型组成分析 [J]. 中国农业科学, 2013, 46(4): 728-736.

[8] 国家技术监督局. 农药田间药效试验准则(一): 杀菌剂防治马铃薯晚疫病 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2000: 483-486.

[9] Goodwin S B, Sujkowski L S, Fry W E. Widespread distribution and probable origin of resistance to metalaxyl in clonal genotypes of *Phytophthora infestans* in the United States and Western Canada [J]. Phytopathology, 1996, 86: 793-800.

[10] Daayf F, Plat T H. Assessment of mating types and resistance to metalaxyl of Canadian populations of *Phytophthora infestans* in 1997 [J]. America Journal of Potato Research, 1999, 76: 287-295.

[11] Deahl K L, Demuth S P, Sinden S L, et al. Identification of mating types and metalaxyl resistance in North American populations of *Phytophthora infestans* [J]. America Potato Journal, 1995, 72: 35-49.

[12] 曹继芬, 孙道旺, 杨明英, 等. 云南省马铃薯、番茄晚疫病菌对甲霜灵敏感性及其地理分布 [J]. 西南农业学报, 2007, 30(5): 1027-1031.

[13] 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.

[14] 罗彦涛, 孟润杰, 赵建江, 等. 马铃薯晚疫病菌对不同药剂敏感性及其相应药剂田间防效验证 [J]. 农药, 2016, 55(2): 134-137.



现有《中国马铃薯》杂志2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016和2017年精装合订本, 中国马铃薯大会论文集2011年《马铃薯产业与科技扶贫》, 2012年《马铃薯产业与水资源高效利用》, 2013年《马铃薯产业与农村区域发展》, 2014年《马铃薯产业与小康社会建设》, 2015年《马铃薯产业与现代可持续农业》, 2016年《马铃薯产业与中国式主食》和2017年《马铃薯产业与精准扶贫》, 每本定价100元。有需要的读者, 可通过邮局将书款汇至哈尔滨市东北农业大学《中国马铃薯》编辑部, 款到寄书。

联系电话: 0451-55190003