

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2023)03-0245-07

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2023.03.006

病虫害防治

## 4种杀菌剂在秋季马铃薯晚疫病防治中的效果

丰加文<sup>1</sup>, 林知许<sup>1</sup>, 邓琳梅<sup>2</sup>, 陈晨<sup>3</sup>, 王兴国<sup>2</sup>, 刘霞<sup>2\*</sup>

(1. 曲靖市马龙区农业技术推广中心, 云南 曲靖 655400;

2. 云南农业大学植物保护学院/云南省植物病理重点实验室, 云南 昆明 650201;

3. 曲靖市马龙区经济作物技术推广站, 云南 曲靖 655400)

**摘要:** 马铃薯晚疫病危害严重, 可侵染不同生育阶段马铃薯, 对产量有较大影响。因此, 选用高效低毒的杀菌剂对马铃薯晚疫病防治, 对马铃薯安全生产、增加农民收入具有重要意义。为筛选对秋季马铃薯晚疫病防控效果较好的杀菌剂, 该研究对目前常用于马铃薯晚疫病防控的4种药剂进行田间药效对比试验, 全程施药5次。调查各处理的发病情况, 计算发病率、病情指数和防效。4种杀菌剂均有较好的防效, 平均防效排序为: 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威SC>10% 氟噻唑吡乙酮OD>100 g/L 氟霜唑SC>50% 烯酰吗啉WP。其中, 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威SC总平均防效最好, 为70.90%; 10% 氟噻唑吡乙酮OD总平均防效次之, 为66.53%。因此, 在秋季马铃薯种植过程中, 可结合实际选用687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威SC和10% 氟噻唑吡乙酮OD交替进行防控。

**关键词:** 秋季; 马铃薯; 晚疫病; 防治效果; 杀菌剂

## Control Effect of Four Fungicides on Late Blight of Autumn Potato

FENG Jiawen<sup>1</sup>, LIN Zhixu<sup>1</sup>, DENG Linmei<sup>2</sup>, CHEN Chen<sup>3</sup>, WANG Xingguo<sup>2</sup>, LIU Xia<sup>2\*</sup>

(1. Malong Agricultural Technology Extension Center, Qujing, Yunnan 655400, China; 2. College of Plant Protection,

Yunnan Agricultural University/Key laboratory of Plant Pathology of Yunnan, Kunming, Yunnan 650201, China;

3. Malong Economic Crop Technology Extension Station, Qujing, Yunnan 655400, China)

**Abstract:** Potato late blight is a major disease affecting potato yield and can infect potato at different growth stages. The selection of appropriate fungicides to effectively control potato late blight is of great significance to potato production safety and increase of farmer's income. To select better fungicides for the prevention and control of autumn potato late blight, the field efficacy of four fungicides commonly used in potato late blight prevention and control were compared. The fungicides were applied five times during potato growth period. The incidence of each treatment was investigated, and the incidence, disease index and control effect were calculated. All four fungicides had good control effect, and the ranking of average control effect was 687.5 g/L Fluopicolide propamocarb SC > 10% Oxathiapiprolin OD > 100 g/L Cyazofamid SC > 50% Dimethomorph WP. Among them, the total average control effect of 687.5 g/L Fluopicolide

收稿日期: 2023-05-09

基金项目: 云南省科技厅重大科技专项计划(202102AE090018); 云南省现代农业马铃薯产业技术体系(2019KJTX003)。

作者简介: 丰加文(1976-), 男, 高级农艺师, 主要从事植物病虫害防治工作。

\*通信作者(Corresponding author): 刘霞, 副教授, 主要从事马铃薯病害研究, E-mail: 254393235@qq.com。

propamocarb SC was the best, which was 70.90%, followed by 10% Oxathiapiprolin OD, which was 66.53%. In potato autumn planting season, 687.5 g/L Fluopicolide propamocarb SC and 10% Oxathiapiprolin OD could be used alternately for prevention and control of potato late blight.

**Key Words:** autumn; potato; late blight; control effect; fungicide

马铃薯晚疫病由卵菌门致病疫霉(*Phytophthora infestans*)引起,是影响马铃薯生产的重要病害,可侵染马铃薯叶片、茎秆和块茎,对产量造成严重威胁<sup>[1]</sup>,有研究表明晚疫病每年造成的马铃薯产量损失约6 t/hm<sup>2</sup>[2]。该病害在中国马铃薯主要种植区常年发生,每年发生面积约200万hm<sup>2</sup>,一般年份减产10%~30%,严重时可达50%,个别地块甚至绝收<sup>[3,4]</sup>。尤其是湿度大,气候冷凉的地区,当田间出现阴凉湿润的小气候时极易爆发流行晚疫病<sup>[5-7]</sup>。据FAO数据显示,中国2019年的种植面积及总产量均居世界第一位,但平均单产仅为1 246.33 kg/667m<sup>2</sup>,低于世界平均水平<sup>[8]</sup>,马铃薯病虫害成为制约中国马铃薯单产提高的关键因素之一<sup>[7]</sup>。由于中国不是马铃薯及其野生种质资源原产地,可利用的抗病种质资源受限,加之多数产区气候条件适宜,加重了晚疫病的发生与流行<sup>[3]</sup>。目前,化学防治仍是马铃薯晚疫病防控中最主要的手段<sup>[9]</sup>。中国登记为防治马铃薯晚疫病的农药产品约有190个,占登记的马铃薯杀菌剂总数的74.6%<sup>[10]</sup>。针对如此众多的晚疫病防治杀菌剂,如果药剂选择不合理极易产生药害或者抗药性等问题。西南混作区是中国马铃薯主要产区之一,包括贵州省、四川省、云南省和重庆市,马铃薯种植总面积约占全国40%<sup>[11]</sup>。云南省作为西南马铃薯产区重要的区域之一,其独特的地形和气候可四季生产马铃薯,具有周年生产的优势。2019年云南省马铃薯产量168.3万t,占全国马铃薯产量的5.83%<sup>[12]</sup>,但随着种植面积的增加、品种的引入以及全球气候变化的加剧,病害问题也日趋严重。云南省马铃薯可全年播种,品种多样,种植方式较多,导致种植水平参差不齐,而不同种植季节晚疫病的发生和为害特点不同,其防治适期及药剂种类也有所差异。因此,

对不同季节的马铃薯晚疫病防控需按照种植季节及品种等进行相应的调整和改进。本试验选用4种目前市场上使用较多的杀菌剂对秋季马铃薯晚疫病的防控进行探究,明确其在秋季马铃薯种植过程中对晚疫病防控的效果,以期获得适用于秋季马铃薯晚疫病防控的药剂,为高效绿色防控晚疫病提供支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试品种

马铃薯品种为‘青薯9号’,由青海省农林科学院选育,晚熟鲜食品种,植株耐旱、耐寒,但在云南省种植区易感晚疫病。

### 1.2 试验地概况

试验安排在云南省曲靖市马龙区纳章镇龙洞村(海拔2 130 m、E 103°40′43″、N 25°14′55″,前作为马铃薯,红壤土),播种时施用马铃薯专用肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 12:8:12)80 kg/667m<sup>2</sup>,播种时间为2021年7月21日,收获时间为11月19日。其他管理措施与当地大田一致。

### 1.3 供试药剂及使用浓度

供试药剂及使用浓度等信息见表1。

### 1.4 试验设计

试验共计4个处理,1个清水对照,每个处理重复3次,共计15个小区,小区采用随机区组排列。每小区长5.6 m,宽3.6 m,面积20 m<sup>2</sup>,3个双行,重复间距为70 cm,小区间距60 cm,四周设保护行。全程施药5次,采用二次稀释法稀释药液至试验浓度,对马铃薯叶片正反面充分均匀喷雾,每小区用水2 kg,折合用水量66 kg/667m<sup>2</sup>。

### 1.5 调查方法、时间和次数

于2021年9月17日进行了第一次施药,并在第一次施药前进行病情基数调查,出现零星病株

(每个小区固定取10株调查,以后每次都固定调查这10株),之后于10月1日、10月8日、10月14日、10月20日分别施药,每次施药后6~7d进行调查,最后一次施药后增加一次施药后14d的调查,记录调查数据并计算发病率和病情指数。

每小区对角线5点取样,每点固定调查2株,对标记植株全部叶片进行调查,分级记载发病情况。记录调查总叶数、各级病叶数,计算发病率、病害严重度和防治效果。如果第1次施药前已发病,需调查各处理病情基数。

表1 参试药剂信息

Table 1 Information of fungicides tested

制剂名称 Name	有效浓度(mg/L) Effective concentration	稀释倍数 Dilution factor	制剂用量/15 L水 Fungicide quantity/15 L water	生产商 Producer
10%氟噻唑吡乙酮OD 10% Oxathiapiprolin OD	25	4 000	3.75 mL	科迪华农业科技
100 g/L 氟霜唑 SC 100 g/L Cyazofamid SC	100	1 000	15 mL	日本石原产业株式会社
687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 687.5 g/L Fluopicolide propanoic acid SC	1 500	458	32.75 mL	拜耳作物科学(中国)有限公司
50%烯酰吗啉 WP 50% Dimethomorph WP	500	1 000	15 g	巴斯夫(中国)有限公司
清水(对照) Water (CK)	-	-	-	

分级标准<sup>[13]</sup>:

1级:病斑面积占整个叶片面积的5%以下;

3级:病斑面积占整个叶片面积的6%~10%;

5级:病斑面积占整个叶片面积的11%~20%;

7级:病斑面积占整个叶片面积的21%~50%;

9级:病斑面积占整个叶片面积的51%以上。

病情指数 =  $\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相对级数值}) / (\text{调查总叶数} \times 9) \times 100$

施药前有病情基数,防效计算公式为:

防效(%) =  $[1 - (\text{空白对照区施药前病情指数} \times \text{药剂处理区施药后病情指数}) / (\text{空白对照区施药后病情指数} \times \text{药剂处理区施药前病情指数})] \times 100$

施药前无病情基数,防效计算公式为:

防效(%) =  $[(\text{空白对照区施药后病情指数} - \text{药剂处理区施药后病情指数}) / \text{空白对照区施药后病情指数}] \times 100$

## 1.6 数据处理

数据统计分析采用DPS V18.10和Excel 2007,

采用邓肯氏新复极差法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 马铃薯晚疫病发病情况

首次施药前,4种杀菌剂及清水对照间的发病率和病情指数均没有显著差异,第一次施药后7d,4种杀菌剂的发病率和病情指数均与对照有显著差异;第二次施药后7d,除50%烯酰吗啉WP发病率与对照差异不显著,其他处理的发病率及病情指数均与对照差异显著;第三次施药后6d,10%氟噻唑吡乙酮OD和687.5 g/L氟吡菌胺·霜霉威SC处理的发病率与对照差异显著,100 g/L氟霜唑SC和50%烯酰吗啉WP处理的发病率与对照差异不显著,但4种杀菌剂处理的病情指数均与对照差异显著;第四次施药后6d,4种杀菌剂处理后的发病率与对照均无显著差异,但病情指数均与对照差异显著;第五次施药后7d,687.5 g/L氟吡菌胺·霜霉威SC处理后的发病率和病情指数与其他3种杀菌剂处理及对照均差异显著,10%氟噻唑吡乙酮OD和100 g/L氟霜唑SC处理的发病

率和病情指数均与对照差异显著, 50%烯酰吗啉 WP 处理的发病率与对照无显著差异, 但病情指数差异显著; 第五次施药后 14 d, 100 g/L 氟霜唑 SC 和 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 处理后的发病率与对照差异显著, 与另外两种杀菌剂差异不显著, 但 4 种杀菌剂处理的病情指数与对照差异均显著(表 2)。

## 2.2 4 种杀菌剂对马铃薯晚疫病的防效

第一次施药后 7 d, 防效为 10%氟噻唑吡乙酮 OD>687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC>100 g/L 氟霜唑 SC>50%烯酰吗啉 WP。其中 10%氟噻唑吡乙酮 OD 防效最好, 平均防效达 75.46%; 但方差分析显示, 4 个处理间没有显著差异。第二次施药后 7 d, 防效为 10%氟噻唑吡乙酮 OD>100 g/L 氟霜唑 SC>687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC>50%烯酰吗啉 WP, 平均防效分别为 68.88%、67.41%、66.75%、51.87%, 其中 10%氟噻唑吡乙酮 OD 防效最好; 但方差分析显示 4 个药剂间的防效亦没有显著差异。第三次施药后 6 d, 防效为 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC>10%氟噻唑吡乙酮 OD>100 g/L 氟霜唑 SC>50%烯酰吗啉 WP。其中 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 防效最好, 平均防效达 73.97%; 方差分析结果显示, 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 与 50%烯酰吗啉 WP 防效差异显著。第四次施药后 6 d, 防效顺序为 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC>10%氟噻唑吡乙酮 OD>100 g/L 氟霜唑 SC>50%烯酰吗啉 WP。其中 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 防效最好, 平均防效达 69.91%; 方差分析显示, 10%氟噻唑吡乙酮 OD 防治效果与 100 g/L 氟霜唑 SC 和 50%烯酰吗啉 WP 差异显著, 与 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 的防效差异不显著。第五次施药后 7 d, 防治效果为 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC>10%氟噻唑吡乙酮 OD>100 g/L 氟霜唑 SC>50%烯酰吗啉 WP, 其中 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 防治效果最好, 平均防效达 77.04%; 第五次施药后 14 d, 防效顺序为 100 g/L 氟霜唑 SC>687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC>10%氟噻唑吡乙酮 OD>50%烯酰吗啉 WP。其中 100 g/L 氟霜唑 SC 防效最好, 平均防效达 66.64%, 与 50%烯酰吗啉 WP 差异显著, 但

与其他两个药剂差异不显著(表 3)。

经过 6 次调查结果显示, 4 种杀菌剂总平均防效顺序为: 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC>10%氟噻唑吡乙酮 OD>100 g/L 氟霜唑 SC>50%烯酰吗啉 WP, 分别为 70.90%、66.53%、57.95% 和 48.01%, 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 总平均防效最好。

## 3 讨论

马铃薯单一品种的大面积重茬连作、种植规模化程度越来越高、跨区域间的远距离种薯调运以及栽培方式的改变, 都影响中国马铃薯病虫害发生与流行的多样化、严重化和复杂化<sup>[1]</sup>。马铃薯晚疫病防治主要依靠抗病品种种植和化学防治<sup>[14]</sup>, 但目前育成的品种中抗马铃薯晚疫病的相对较少, 因此国内外控制马铃薯晚疫病依然主要采用化学药剂进行防治<sup>[15]</sup>。晚疫病化学药剂防治的研究较多。本研究中发现 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 防效最好, 防效为 70.90%, 而 100 g/L 氟霜唑 SC 和 50%烯酰吗啉 WP 防效一般, 这与王姝玮等<sup>[16]</sup>开展的 7 种杀菌剂防治晚疫病的田间试验结果一致, 其试验表明 68.5%氟吡菌胺·霜霉威悬浮剂和 50%氟啶胺悬浮剂防效最好, 分别达到 81.02% 和 80.24%, 80%烯酰吗啉水分散粒剂、10%氟霜唑悬浮剂防效在 60%~70%。李明聪等<sup>[17]</sup>在巫溪县开展马铃薯晚疫病防控药剂筛选试验, 结果发现氟噻唑吡乙酮的防治效果最好, 总的平均防效为 92.8%, 而本研究中氟噻唑吡乙酮的防治效果仅为 66.53%, 存在较大差异, 这可能与病原菌生理小种及气候有关; 但烯酰吗啉防治效果一般与本研究一致。杨兰芳等<sup>[18]</sup>对 4 种杀菌剂在马铃薯晚疫病上的防效进行了研究, 发现 68.75%氟吡菌胺和霜霉威悬浮剂 1 000 倍液的防效最好, 可达 77.97%, 而本研究中 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 防效为 70.90%, 两者比较接近。张建平<sup>[19]</sup>研究了氟噻唑吡乙酮对马铃薯晚疫病最低有效防控剂量, 发现 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂按有效成分 9.75~14.6 g/hm<sup>2</sup> 处理, 于第二次施药后 14 d 防效达到 80% 以上, 此剂量比农药登记推荐剂量少用药 25.0%~50.0%。

表2 4种杀菌剂处理马铃薯晚疫病发生情况  
Table 2 Late blight occurrence of potato under four fungicide treatments

处理 Treatment	首次施药前 Before the first application		第一次施药后7 d Seven days after the first application		第二次施药后7 d Seven days after the second application		第三次施药后6 d Six days after the third application		第四次施药后6 d Six days after the fourth application		第五次施药后7 d Seven days after the fifth application		第五次施药后14 d Fourteen days after the fifth application		
	发病率 (%)	病情指数 Disease index	发病率 (%)	病情指数 Disease index	发病率 (%)	病情指数 Disease index	发病率 (%)	病情指数 Disease index	发病率 (%)	病情指数 Disease index	发病率 (%)	病情指数 Disease index	发病率 (%)	病情指数 Disease index	发病率 (%)
10%氟唑 唑吡乙酮OD 10%	8.33 ± 3.38 a	1.96 ± 0.94 a	6.67 ± 0.89 ± 0.88 b	0.89 ± 0.11 b	46.00 ± 7.51 b	8.37 ± 2.55 b	60.33 ± 7.51 b	15.96 ± 1.73 b	71.33 ± 4.33 a	21.89 ± 3.61 b	79.33 ± 1.76 b	39.63 ± 1.83 c	84.33 ± 2.03 ab	58.78 ± 9.11 b	
Oxathiapiprolin OD	12.67 ± 0.88 a	2.59 ± 0.39 a	11.00 ± 2.00 b	1.74 ± 0.54 b	39.67 ± 5.04 b	8.85 ± 1.34 b	66.67 ± 4.91 ab	20.67 ± 1.57 b	76.33 ± 8.21 a	32.74 ± 7.05 b	82.33 ± 4.91 b	46.19 ± 3.71 c	80.33 ± 6.06 b	41.07 ± 11.29 b	
100 g/L氟霜唑 SC	9.33 ± 0.67 a	2.30 ± 0.27 a	7.67 ± 0.33 b	0.10 b	42.00 ± 6.43 b	8.96 ± 2.31 b	53.00 ± 1.00 b	14.19 ± 1.38 b	72.33 ± 6.84 a	18.40 ± 2.06 b	52.67 ± 6.36 c	22.96 ± 2.60 d	78.33 ± 5.36 b	37.37 ± 8.18 b	
687.5 g/L氟 吡菌胺·霜 霉威SC	13.67 ± 3.37 ± 1.16 a	3.37 ± 1.16 a	11.33 ± 1.85 ± 0.47 b	1.85 ± 0.47 b	54.67 ± 5.36 ab	13.19 ± 1.80 b	75.67 ± 10.65 ab	23.96 ± 4.24 b	84.33 ± 5.84 a	34.92 ± 1.80 b	93.33 ± 1.76 ab	58.45 ± 3.02 b	93.67 ± 1.86 ab	61.15 ± 2.95 b	
50%烯酰吗啉WP 50% Dimethomorph WP	16.00 ± 3.21 a	4.67 ± 0.95 a	22 ± 1.73 a	0.16 a	73.67 ± 3.84 a	27.59 ± 1.18 a	95.00 ± 1.53 a	55.22 ± 4.23 a	91.33 ± 4.67 a	61.41 ± 0.91 a	100 ± 0.00 a	100 ± 0.00 a	100 ± 0.00 a	100 ± 0.00 a	
清水(对照) Water(CK)															

注: 数据为平均值 ± 标准误差。同列数据后不同小写字母表示处理0.05水平上差异显著, 采用Duncan氏新复极差法。下同。

Note: Data is presented as average ± standard error. Different lowercase letters after data in the same column indicate significant differences between treatments at the 0.05 level as tested using Duncan's multiple range method. The same below.

表3 4种杀菌剂处理对秋季马铃薯晚疫病的防治效果  
Table 3 Control effect of four fungicide treatments on late blight of autumn potato

处理 Treatment	第一次施药后 7 d(%) Seven days after the first application	第二次施药后 7 d(%) Seven days after the second application	第三次施药后 6 d(%) Six days after the third application	第四次施药后 6 d(%) Six days after the fourth application	第五次施药后 7 d(%) Seven days after the fifth application	第五次施药后 14 d(%) Fourteen days after the fifth application	平均防效(%) Average control effects
10%氟噻唑吡乙酮 OD 10% Oxathiapiprolin OD	75.46 ± 5.24 a	68.88 ± 18.12 a	71.07 ± 4.07 ab	64.20 ± 10.78 a	60.37 ± 1.52 b	59.22 ± 12.16 ab	66.53
100 g/L 氰霜唑 SC 100 g/L Cyazofamid SC	51.74 ± 23.35 a	67.41 ± 10.44 a	61.74 ± 9.66 ab	46.33 ± 20.99 b	53.81 ± 3.88 b	66.64 ± 9.12 a	57.95
687.5 g/L 氟吡菌 胺·霜霉威 SC 687.5 g/L Fluopicolide propamocarb SC	74.14 ± 6.84 a	66.75 ± 16.69 a	73.97 ± 6.12 a	69.91 ± 6.51 a	77.04 ± 2.15 a	63.56 ± 12.43 ab	70.90
50%烯酰吗啉 WP 50% Dimethomorph WP	48.89 ± 21.76 a	51.87 ± 12.83 a	56.76 ± 12.25 b	43.05 ± 6.06 b	41.56 ± 4.09 c	45.94 ± 9.04 b	48.01

由于云南省属于亚热带湿润温和型气候, 温湿度及降雨量等十分有利于马铃薯晚疫病的发生与流行, 加之云南省秋季马铃薯播种面积日益增多, 品种相对单一, 因此, 马铃薯晚疫病是造成云南省秋季马铃薯损失最大的病害, 但目前针对秋季马铃薯晚疫病防控技术的研究较少。本研究选用目前晚疫病防控当中应用较广泛的4种杀菌剂, 对秋季马铃薯晚疫病进行田间防治试验。本试验全程施药5次, 首次施药时间为2021年9月17日, 施药前调查发现出现零星发病植株。由于2021年马龙区秋季降雨偏多, 导致当地晚疫病发生较为严重, 对药剂试验结果有一定影响, 但采用的4种药剂对晚疫病的防效均较为明显。

本试验结果表明, 4种杀菌剂施用对秋季马铃薯未产生药害, 平均防效顺序为: 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC > 10% 氟噻唑吡乙酮 OD > 100 g/L 氰霜唑 SC > 50% 烯酰吗啉 WP。其中, 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 效果最好, 平均防效为 70.90%, 其次为 10% 氟噻唑吡乙酮 OD 和 100 g/L 氰霜唑

SC, 平均防效为 66.53% 和 57.95%, 50% 烯酰吗啉 WP 防治效果最差, 为 48.01%。生产实践中, 应用于控制马铃薯晚疫病的化学药剂很多, 尤其是烯酰吗啉、氟菌·霜霉威、氟噻唑吡乙酮、氰霜唑等杀菌剂应用广泛, 对马铃薯晚疫病防治效果较好。在本试验当中, 687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威 SC 和 10% 氟噻唑吡乙酮 OD 防治晚疫病效果较好, 后续可结合实际, 在秋季马铃薯晚疫病防治中选用。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 高玉林, 徐进, 刘宁, 等. 我国马铃薯病虫害发生现状与防控策略[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 106-111.
- [2] Fuglie K. Research priority assessment for the CIP 2005-2015 strategic plan: projecting impacts on poverty, employment, health and environment [M]. Lima: International Potato Center, 2007.
- [3] 黄冲, 刘万才. 近几年我国马铃薯晚疫病流行特点分析与监测建议[J]. 植物保护, 2016, 42(5): 142-147.

- [4] 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.
- [5] Yuen J. Pathogens which threaten food security: *Phytophthora infestans*, the potato late blight pathogen [J]. Food Security, 2021, 13(2): 247-253.
- [6] Vleeshouwers V G A A, Raffaele S, Vossen J H, et al. Understanding and exploiting late blight resistance in the age of effectors [J]. Annual Review of Phytopathology, 2011, 49(1): 507-531.
- [7] Haverkort A J, Struik P C, Visser R G F, et al. Applied biotechnology to combat late blight in potato caused by *Phytophthora infestans* [J]. Potato Research, 2009, 52(3): 249-264.
- [8] FAO. FAOSTAT [DB/OL]. [2021-02-18]. <http://www.fao.org/faostat/en/>.
- [9] 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.
- [10] 徐进, 朱杰华, 杨艳丽, 等. 中国马铃薯病虫害发生情况与农药使用现状 [J]. 中国农业科学, 2019, 52(16): 2800-2808.
- [11] 李辉尚, 乐姣. 2017年中国马铃薯市场形势回顾与2018年市场前景展望 [J]. 蔬菜, 2018(6): 61-67.
- [12] 金璟, 张涛. 云南马铃薯产业区域竞争力比较分析 [J]. 云南农业大学学报: 社会科学版, 2022, 16(1): 98-107.
- [13] 肖庆红, 陈学明, 蔡冬清, 等. 施用新型农药控失剂对马铃薯晚疫病的防治效果和产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2017, 31(3): 160-164.
- [14] 金光辉, 吕文河, 白雅梅, 等. 我国马铃薯抗晚疫病育种的研究进展及存在的问题 [C]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业—更快更高更强. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2008.
- [15] 韩小女, 展康, 蔡永占, 等. 不同药剂组合对马铃薯晚疫病的防治效果 [J]. 中国马铃薯, 2020, 34(1): 46-52.
- [16] 王姝玮, 任明国, 刘启英, 等. 7种杀菌剂防治马铃薯晚疫病田间试验初报 [J]. 农药科学与管理, 2020, 41(6): 33-36.
- [17] 李明聪, 金良, 詹亚军, 等. 巫溪县马铃薯晚疫病防治药剂筛选试验 [J]. 南方农业, 2021, 15(13): 16-20.
- [18] 杨兰芳, 吴德喜, 赵剑锋, 等. 不同杀菌剂对马铃薯晚疫病的田间防效试验 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(3): 172-174.
- [19] 张建平, 张福金, 王振, 等. 氟噻唑吡乙酮对马铃薯晚疫病最低有效防控剂量的研究 [J]. 农药学报, 2020, 22(3): 556-560.