

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2022)05-0423-06

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.05.005

病虫害防治

盈江县冬季马铃薯晚疫病防控药剂筛选

金发安^{1,2}, 沈秋吉³, 字雨欣², 许庆凡², 王文康⁴, 闫瑞华⁵, 杨艳丽^{1*}

(1. 云南农业大学, 云南 昆明 650201; 2. 盈江县农业农村局植保植检站, 云南 盈江 679300;

3. 蒙自市农业环保农村人居环境工作站, 云南 蒙自 661199; 4. 盈江县农业农村局土肥站, 云南 盈江 679300;

5. 盈江县农业农村局种子管理站, 云南 盈江 679300)

摘要: 盈江县是云南省重要的马铃薯冬作区, 马铃薯晚疫病成为产业提质增效过程中的一大阻碍。生态环境保护压力不断加大, 对科学用药提出更为严格的要求。为科学指导盈江县马铃薯晚疫病防控, 采用小区试验, 以清水为对照, 比较6种杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果。结果表明, 处理组病斑面积百分比图曲线下平均面积极显著小于但小区平均产量却极显著高于对照。其中, 500 g/L 氟啶胺悬浮剂、60%霜脲·嘧菌酯水分散粒剂和10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂处理组的病斑面积百分比图曲线下平均面积均为12.50, 小区平均产量121.60~126.33 kg/22.5 m², 大薯率71.57~75.01%, 折合产量3 605~3 745 kg/667m², 较对照增产595~735 kg/667m²。选用的6种杀菌剂均对马铃薯晚疫病有良好的防治效果, 其中, 500 g/L 氟啶胺悬浮剂、60%霜脲·嘧菌酯水分散粒剂和10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂防治效果较好, 在盈江县马铃薯种植区可以交替使用这3种药剂来防治晚疫病。

关键词: 马铃薯; 晚疫病; 杀菌剂; 病程曲线下面积; 防控效果

Screening of Fungicides for Prevention and Control of Potato Late Blight in Winter in Yingjiang County

JIN Faan^{1,2}, SHEN Qiuji³, ZI Yuxin², XU Qingfan², WANG Wenkang⁴, YAN Ruihua⁵, YANG Yanli^{1*}

(1. Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China; 2. Plant Protection Station, Yingjiang Agricultural and Rural Bureau, Yingjiang, Yunnan 679300, China; 3. Mengzi Agricultural Environmental Protection and Rural Residential Environment Workstation, Mengzi, Yunnan 661199, China; 4. Soil and Fertilizer Station, Yingjiang Agricultural and Rural Bureau, Yingjiang, Yunnan 679300, China; 5. Seed Management Station, Yingjiang Agricultural and Rural Bureau, Yingjiang, Yunnan 679300, China)

Abstract: Yingjiang County is an important winter potato cropping area in Yunnan Province. Potato late blight is one of the main diseases, which has become a major obstacle in the process of improving potato industry quality and efficiency. As the pressure of ecological environment protection is increasing, more strict requirements are put forward for scientific fungicide application. To scientifically guide the prevention and control of potato late blight in Yingjiang County, plot experiments were carried out to compare the control effect of six fungicides on potato late blight using water as a control. For treatments, the average areas under the curves were highly significantly less than but the average yields were highly significantly higher than that of the control. In the fungicides tested, the area under the disease progress curve of 500 g/L Fluazinam SC, 60% Cymoxanil·Azoxystrobin WG and 10% Oxathiapiprolin OD was all 12.50.

收稿日期: 2022-09-08

作者简介: 金发安(1988-), 男, 硕士, 农艺师, 从事植物保护技术推广工作。

*通信作者(Corresponding author): 杨艳丽, 教授, 从事马铃薯病害研究及抗病品种选育工作, E-mail: 843151872@qq.com。

For these three fungicides, large-sized tuber percentage was 71.57%-75.01%, and plot yield was 121.60-126.33 kg/22.5 m², equivalent to 3 605-3 745 kg/667m², increased by 595-735 kg/667m² compared with control. All the six fungicides tested have good control effect on potato late blight, among which, 500 g/L Fluazinam SC, 60% Cymoxanil·Azoxystrobin WG and 10% Oxathiapiprolin OD show better control effect. These three fungicides could be used alternately to control potato late blight in the potato planting area of Yingjiang County.

Key Words: potato; late blight; fungicide; area under disease progress curve; control effect

马铃薯晚疫病是马铃薯生产中为害较严重的病害之一, 严重制约马铃薯的生产。马铃薯晚疫病是由卵菌致病疫霉(*Phytophthora infestans*)引起的, 能使地上部分植株死亡, 进而块茎受到危害后腐烂。该病害具有发生普遍、传播流行快^[1]、危害损失大等特点^[2]。

盈江县全年基本无霜, 冬季热量资源丰富^[3], 属马铃薯冬作区, 近年来种植面积均在1万hm²以上。随着种植面积的持续增长及种植区域的相对固定, 病菌常年积累, 晚疫病已成为盈江县马铃薯主要病害之一, 在种植区域普遍发生, 成为当地马铃薯提质增效过程中的一大限制因子。同时, 生态环境保护压力不断加大, 对科学用药提出更为严格的要求^[4], 高效低毒药剂的筛选非常必要。本研究选用500 g/L氟啶胺悬浮剂、23.4%双炔酰菌胺悬浮剂、60%霜脲·啉菌酯水分散粒剂、10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂、68%精甲霜·锰锌水分散粒剂和687.5 g/L氟菌·霜霉威悬浮剂6种杀菌剂在大田进行小区试验, 比较对马铃薯晚疫病的防控效果, 探索科学的用药方案, 为盈江县冬马铃薯的生产提供有力支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种: ‘丽薯6号’, 种薯由试验地农户自行购买, 种薯产地为云南省丽江市。

供试杀菌剂: 处理1, 500 g/L氟啶胺悬浮剂; 处理2, 23.4%双炔酰菌胺悬浮剂; 处理3, 60%霜脲·啉菌酯水分散粒剂; 处理4, 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂; 处理5, 68%精甲霜·锰锌水分散粒剂; 处理6, 687.5 g/L氟菌·霜霉威悬浮剂; 对照区为喷施清水^[5]。

1.2 试验地概况

试验地位于盈江县旧城镇喊撒村委会, 海拔820 m, 试验地前作为水稻, 沙壤土, pH 5.3, 土壤肥力中等, 有机质18 g/kg、全氮1.02 g/kg、水溶性氮78.4 mg/kg、有效磷14.7 mg/kg、速效钾48 mg/kg。土壤肥力信息由盈江县土壤肥料工作站提供。

1.3 试验设计

1.3.1 种植规格

马铃薯统一种植‘丽薯6号’。于2016年11月27日种植, 种植方式为高垄双行, 大行距80 cm, 小行距40 cm, 株距25 cm。施肥管理水平与常规一致, 其中尿素(N≥46%)300 kg/hm²、复合肥(N:P₂O₅:K₂O = 15:15:15)1 500 kg/hm²、钾肥(K₂O≥25%)225 kg/hm²混合均匀后作基肥条施。在苗期、现蕾期各灌水一次。

1.3.2 小区排列

采用完全随机区组设计。小区长7.5 m, 宽3 m, 小区间隔0.8 m, 每小区种植马铃薯150株, 设置6组处理和1个对照, 3次重复, 共21个小区。保护行种植‘丽薯6号’。

1.3.3 药剂使用浓度及施药时间

各杀菌剂按推荐使用浓度进行喷施(表1)。喷药时期为田间马铃薯晚疫病出现第1个病斑时使用杀菌剂进行第1次喷雾, 共4次喷雾, 具体用药时间见表2。

1.3.4 数据调查与分析

(1)药害调查

观察药剂对马铃薯有无药害, 记录药害的类型和程度。

药害记录方法^[6]:

- : 无药害。

+ : 轻度药害, 不影响作物增产生长。

表1 供试药剂使用浓度及用药量
Table1 Fungicide concentration and its application rate

处理 Treatment	药剂 Fungicide	用药量 Application rate	稀释倍数 Dilution multiple	每个处理(3个小区)单次喷药量 Application rate per treatment (including three plots) each time	
				药剂 Fungicide	溶液 Volume
1	500 g/L 氟啶胺悬浮剂	25 mL/667m ²	1 200	2.6 mL	3.2 L
2	23.4% 双炔酰菌胺悬浮剂	30 mL/667m ²	1 000	3.1 mL	3.2 L
3	60% 霜脲·嘧菌酯水分散粒剂	50 g/667m ²	600	5.2 g	3.2 L
4	10% 氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂	15 mL/667m ²	2 000	1.6 mL	3.2 L
5	68% 精甲霜·锰锌水分散粒剂	100 g/667m ²	300	10.3 g	3.2 L
6	687.5 g/L 氟菌·霜霉威悬浮剂	65 mL/667m ²	500	6.7 mL	3.2 L
CK	清水	—	—	—	3.2 L

表2 田间药剂筛选试验用药时间
Table 2 Spraying times of fungicide in field screening assay

喷药次数 Spraying times	时间(D/M/Y) Time
第1次 First time	06/01/2017
第2次 Second time	20/01/2017
第3次 Third time	06/02/2017
第4次 Fourth time	17/02/2017

++: 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。

(2) 晚疫病发病情况调查

调查时间: 在用药当天, 对各小区晚疫病发生情况总体进行调查, 末次调查时间为最后1次用药后20 d。

调查方法: 按照国际马铃薯中心(CIP)九级分级标准^[7](表3), 综合评判各小区发病级别。

表3 国际马铃薯中心(CIP)马铃薯晚疫病田间发病分级标准
Table 3 Severity scoring standard of International Potato Center (CIP) for potato later blight survey in field

CIP 分级 CIP classification	病斑面积百分比(%) Percentage of disease area			症状 Symptom
	平均值 Average	上限 Upper limit	下限 Lower limit	
1	0			没有晚疫病症状
2	2.5	微	<5	植株初次感病, 每株最多10个病斑
3	10.0	5	<15	植株外观健康, 但靠近可见病斑, 最大病斑面积不超过20片小叶面积
4	25.0	15	<35	多数植株发病, 25%的叶片上带病斑
5	50.0	35	<65	小区植株呈绿色, 全部植株发病, 植株下部叶片枯死, 病斑面积占50%
6	75.0	65	<85	小区植株呈绿色, 但有褐色斑块, 每株病斑面积占75%, 植株下半部叶片枯死
7	90.0	85	<95	小区植株呈褐绿色, 仅顶叶呈绿色, 很多茎上带有大病斑
8	97.5	95	<100	小区植株呈褐色, 仅几片顶叶呈绿色, 多数茎有病斑或死亡
9	100			全部植株枯死

(3)病斑面积百分比图与曲线下面积

用马铃薯晚疫病发病病级所对应的病斑面积百分比平均值为纵坐标、发病时间为横坐标, 做出曲线图, 计算曲线下面积。作图采用 Excel Office 2007, 曲线下面积计算采用分割法, 分割成多个三角形(梯形), 按照三角形(梯形)面积计算公式计算。

(4)产量测定

2017年3月14日按小区收获马铃薯并测产, 按照大薯(大于150 g)、中薯(50~150 g)、小薯(小于50 g)分级后称取重量(小于50 g的不计入商品薯)。分别计算大薯率、商品薯率, 计算公式为:

大薯率(%) = (大薯重量/总重量) × 100

商品薯率(%) = [(大薯重量 + 中薯重量)/总重量] × 100

2 结果与分析

2.1 不同处理药害情况

最后1次施药20 d后进行药害调查。结果显

示, 供试药剂在推荐使用浓度下对马铃薯植株都不产生药害, 均为安全药剂。

2.2 不同处理马铃薯晚疫病发生程度

在施药当天和末次施药20 d后进行病害调查和数据分析, 计算3次重复不同处理病级平均值(表4)。

结果显示, 在第1次施药当天, 6组处理和对照的晚疫病发生级别几乎处于同等水平, 而之后的同一时间点, 6组处理晚疫病发生级别均低于对照组; 最终晚疫病发生级值, 6组处理介于3级或4级, 而对照组发生级别则为7级, 对照组远高于处理组。说明测试药剂对晚疫病均具有一定效果。

2.3 不同处理马铃薯晚疫病病斑面积百分比

根据表4晚疫病发病级别, 对照CIP分级标准可得到晚疫病病斑面积百分比平均值, 以病斑面积百分比平均值和发病时间作图, 得到病斑面积百分比图(图1)。

表4 不同药剂处理马铃薯晚疫病发病病级

Table 4 Disease severity of potato late blight under different fungicide treatments

日期(D/M) Date	病级 Disease severity						
	处理1	处理2	处理3	处理4	处理5	处理6	对照
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	Treatment 5	Treatment 6	Control
06/01	1	1	1	1	2	2	1
20/01	2	2	2	2	2	2	3
06/02	2	3	2	2	3	3	4
17/02	2	3	2	2	3	3	5
10/03	3	3	3	3	3	4	7

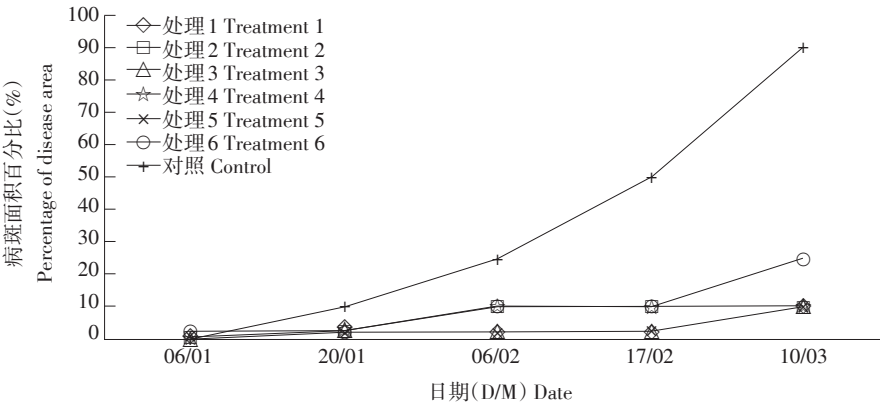


图1 不同药剂处理马铃薯晚疫病病斑面积百分比

Figure 1 Disease area percentage of potato late blight under different fungicide treatments

从图1可看出, 对照组病斑面积百分比从1月20日后明显高于处理组, 且差别随时间延长越来越大, 说明对照的病害传播速度明显比处理组要快; 各处理的6条曲线非常接近, 有的曲线部分重合, 说明各处理之下病害流行程度比较相似。

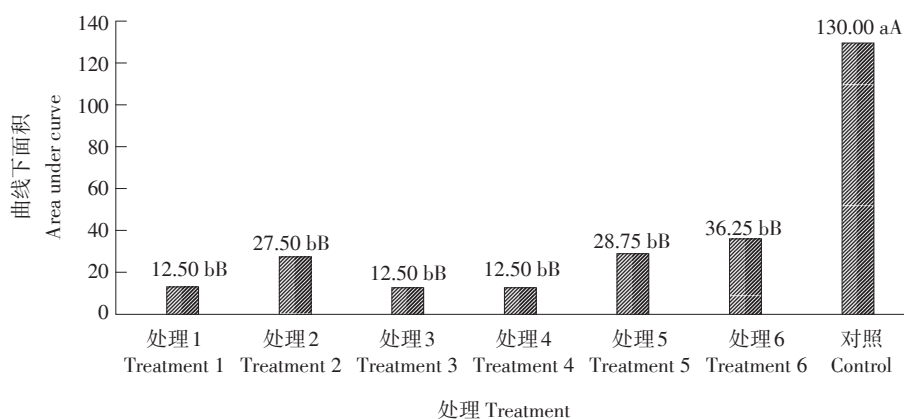
2.4 不同处理马铃薯晚疫病病斑面积百分比图曲线下面积及防治效果

通过曲线图计算出各条曲线下面积(图2), 根据曲线下面积大小比较不同药剂的防治效果, 面积越大防治效果越差, 反之, 则效果越好。

由图2可得, 处理与对照相比差异均达到极显著水平, 各处理均具有较好的防治效果。从曲线下面积数值来看, 处理1、处理3和处理4曲线下面积均为12.50, 且小于处理2、处理5和处理6曲线下面积。这表明处理1、处理3和处理4防治效果好于处理2、处理5和处理6, 但差异不显著。

2.5 不同药剂防治对马铃薯产量影响

对不同药剂防治处理的马铃薯产量进行测产(表5)。结果显示, 各处理小区平均产量极显著高于对照组, 其中, 处理1、处理3、处理4小区平均产量在121.60~126.33 kg/22.5 m²; 处理2、处理5、处理6小区平均产量在116.15~120.10 kg/22.5 m²。处理组大薯率极显著高于对照组大薯率, 其中, 处理1、处理3、处理4大薯率在71.57%~75.01%; 处理2、处理5、处理6大薯率在62.45%~69.87%。除处理1、处理2、处理4外, 处理组与对照组间商品薯率差异不显著, 这可能与‘丽薯6号’品种单个块茎重量较高、商品性较好特性有关。处理1、处理3和处理4的产量表现较好, 折合产量3 605~3 745 kg/667m², 较对照增产595~735 kg/667m²; 处理2、处理5、处理6折合产量3 443~3 560 kg/667m², 较对照增产433~550 kg/667m²。



注: 数字后不同小写字母表示在0.05水平差异显著, 不同大写字母表示在0.01水平差异显著。最小显著差数(Least significant difference, LSD)法。下同。

Note: Lowercase letter indicate significant difference at 0.05 level and uppercase letter indicate highly significant difference at 0.01 level as tested using least significant difference (LSD) method. The same below.

图2 不同药剂处理马铃薯晚疫病病斑面积百分比图曲线下面积

Figure 2 Area under curve of disease area percentage of potato late blight under different fungicide treatments

3 讨论

生产实践中, 应用于控制马铃薯晚疫病化学药剂有很多, 尤其是瑞毒霉系列的杀菌剂应用较广泛, 对马铃薯晚疫病取得较好防治效果。宋伯符等^[8]用25%瑞毒霉可湿性粉剂和58%瑞毒霉锰锌

对马铃薯晚疫病防治效果进行了研究, 研究结果显示, 25%瑞毒霉可湿性粉剂防病效果达60%~90%, 增产效果为10%~52%; 58%瑞毒霉锰锌的防病效果为52%~92%, 增产效果为15%~37%。但是, 随着瑞毒霉使用次数和年代的增多, 其防病效果将逐渐降低, 因为病原菌在不断演化, 抗药

表5 不同药剂处理马铃薯产量表现

Table 5 Tuber yield of potato under different fungicide treatments

处理 Treatment	级别 Tuber size	总产量 (kg/67.5 m ²) Total yield	小区平均产量 (kg/22.5 m ²) Plot average yield	大薯率(%) Large-sized tuber percentage	商品薯率(%) Marketable tuber percentage	折合产量 (kg/667m ²) Equivalent yield	较CK增产(kg/667m ²) Increased compared to control
处理1 Treatment 1	大薯	261.10	121.60 abA	71.57 abA	88.27 abABC	3 605	595
	中薯	60.90					
	小薯	42.80					
处理2 Treatment 2	大薯	250.50	120.10 abA	69.53 bA	88.84 abAB	3 560	550
	中薯	69.60					
	小薯	40.20					
处理3 Treatment 3	大薯	284.26	126.33 aA	75.01 aA	87.55 bcdBC	3 745	735
	中薯	47.52					
	小薯	47.20					
处理4 Treatment 4	大薯	281.60	125.27 aA	74.93 aA	89.89 aA	3 713	703
	中薯	56.20					
	小薯	38.00					
处理5 Treatment 5	大薯	248.20	118.41 abA	69.87 bA	88.09 bcABC	3 510	500
	中薯	64.72					
	小薯	42.30					
处理6 Treatment 6	大薯	217.60	116.15 bA	62.45 cB	86.32 dC	3 443	433
	中薯	83.24					
	小薯	47.60					
对照 Control	大薯	106.70	101.55 cB	35.02 dC	86.49 cdC	3 010	—
	中薯	156.80					
	小薯	41.15					

性在增强。李炜等^[9]分离出66个菌株,在实验室条件下,测定病原菌对瑞毒霉的抗药性,结果表明对瑞毒霉有高度抗性的占33.3%,中度抗性占43.9%。综合2项研究结果可得出,用1种杀菌剂防治马铃薯晚疫病,效果是不会持久的,病原菌能很快产生抗药性。

本试验选用6种杀菌剂,比较对马铃薯晚疫病的防效。马铃薯晚疫病调查采取小区综合评判法,采用CIP马铃薯晚疫病田间发病分级标准,应用Excel作图,通过病情发展曲线下面积比较防效。病害调查方法有别于病情指数法调查^[7],需客观的综合评价小区发病情况,要固定调查者,要求调查者具有良好的专业素养,尽可能降低评判结果差异。

试验中选用的6种杀菌剂,从病情来看,对照组最高病级为7级,而处理组为3级或4级;从病

斑面积百分比图曲线下面积来看,处理与对照相比差异均达到极显著水平。3次重复的处理1、处理3和处理4曲线下平均面积均为12.5,处理2、处理5和处理6曲线下面积为27.5~36.25;从产量与商品性状来看,各处理小区平均产量、大薯率均极显著高于对照组,处理1、处理3和处理4小区平均产量、大薯率表现都优于处理2、处理5和处理6。综合结果表明,选用的6种杀菌剂对马铃薯晚疫病均具有明显的防治效果,且500 g/L氟啶胺悬浮剂、60%霜脲·嘧菌酯水分散粒剂和10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂的防治效果优于23.4%双炔酰菌胺悬浮剂、68%精甲霜·锰锌水分散粒剂和687.5 g/L氟菌·霜霉威悬浮剂。该药剂防治方案可用于指导盈江县冬马铃薯晚疫病的防治。

(下转第472页)

的建设, 在人员充实、工作专职化方面进一步落实政策措施, 使乡镇一级能真正参与到马铃薯产业发展的技术服务中来, 不光是开展一些中心工作。要培育壮大农业科技示范户建设, 通过高素质农民培育、农业实用技术培训, 让他们积极带头落实和示范新品种、新技术、新材料, 让组装配套技术通过他们进入千家万户。要加大市场化服务体系的培育, 组建专业化服务组织, 如农机合作社、机防队等, 或者动员有能力的农业新型经营组织, 开展土地托管有偿服务、机械化耕种收一体有偿服务, 为马铃薯生产提供补充服务保障。要针对干旱、霜冻、冰雹等自然灾害频发的实际, 把农业保险作为稳定马铃薯产业效益和薯农收入的重要政策保障, 坚持马铃薯种植大户、新型经营主体和大棚温室等生产设施全覆盖的原则, 构建自然风险防控保障机制, 给马铃薯生产提供安全托底服务。

[参 考 文 献]

- [1] 王富胜, 潘晓春, 张明, 等. 定西市马铃薯产业可持续发展途径及建议[J]. 中国马铃薯, 2008, 22(1): 59-60.
- [2] 白贺兰, 乔德华. 甘肃省马铃薯产业发展现状及持续健康发展对策[J]. 中国马铃薯, 2018, 32(2): 118-123.
- [3] 姚乔花, 李学文. 定西市马铃薯产业发展的优势现状及对策[J]. 甘肃科技, 2007, 23(4): 11-14.
- [4] 赵永萍, 潘丽娟. 甘肃省定西市安定区马铃薯产业发展现状及对策[J]. 中国马铃薯, 2019, 33(3): 189-192.
- [5] 王建强, 王强, 赵清. 病虫害专业化统防统治发展现状及对策建议[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(8): 76-80.
- [6] 朱景全, 汤金仪, 朱叶芹, 等. 江苏省农作物病虫害专业化统防统治概况及发展建议[J]. 中国植保导刊, 2010, 30(9): 44-46.
- [7] 赵清, 邵振润. 我国农作物病虫害专业化统防统治发展现状与思考[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(2): 72-75.

(上接第428页)

[参 考 文 献]

- [1] 陈亚兰, 张健. 不同杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(6): 359-363.
- [2] 赵中华, 朱杰华, 朱晓明. 马铃薯晚疫病发生特点与防治对策[J]. 中国植保导刊, 2012, 32(4): 16-17.
- [3] 高朝派, 杨恩学, 杨荣凯, 等. 盈江县冬马铃薯产业发展的思考[J]. 农家参谋, 2021(20): 97-98.
- [4] 冉平, 王玉娟, 李继明, 等. 生物源农药对马铃薯产量及病害防

效的影响[J]. 中国马铃薯, 2020, 34(2): 114-120.

- [5] 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.
- [6] 王容燕, 马娟, 高波, 等. 土壤中烟嘧磺隆和莠去津残留对甘薯的药害评价[J]. 农药学报, 2021, 23(5): 915-921.
- [7] 李文娟, Forbes Gregory A, 谢开云. 马铃薯晚疫病发病程度田间观察记录标准的探讨[J]. 中国马铃薯, 2012, 26(4): 238-246.
- [8] 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]. 中国马铃薯, 1996, 10(3): 138-142.
- [9] 李炜, 张志铭, 樊慕贞. 马铃薯晚疫病菌对瑞毒霉抗性的测定[J]. 河北农业大学学报, 1998(2): 63-65.