

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2018)01-0041-07

病虫害防治

云南主栽品种‘合作88’大春晚疫病药剂防治效果评价

徐宁生^{1,2}, 张磊^{1,2}, 王颖^{1,2}, 李先平^{1,2}, 潘哲超^{1,2*}

(1. 云南省农业科学院经济作物研究所, 云南 昆明 650205; 2. 农业部云贵高原马铃薯与油菜科学观测实验站, 云南 昆明 650200)

摘要: 云南省主栽品种‘合作88’近年来晚疫病抗性丧失, 导致其大春(2~4月播种, 8~10月收获)产量出现大幅度的下降。药剂防治是目前‘合作88’大春马铃薯实现稳产高产的有效手段。为防治晚疫病, 提高该品种的产量, 延长该品种的使用年限, 利用80%代森锰锌、500 g/L氟啶胺、10%氟吗啉+50%代森锰锌、10%甲霜灵+60%代森锰锌、4%精甲霜灵+64%代森锰锌、8%霜脲+64%代森锰锌、25%双炔酰菌胺、8%恶霜+56%代森锰锌、96%烯酰吗啉9种药剂进行‘合作88’的田间晚疫病防治试验。结果表明, 9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, 防效均达80%以上, 增产91.3%~180.5%, 最高产量达4 191 kg/667m², 净收入增加1 785.6~3 629.5元/667m²。云南省大春马铃薯‘合作88’晚疫病防治的首选参考药剂为500 g/L氟啶胺、10%氟吗啉+50%代森锰锌、8%霜脲+64%代森锰锌、80%代森锰锌。

关键词: 马铃薯; 晚疫病; 化学药剂; 防治效果

Control Efficiency of Fungicides on Late Blight Disease of Main Potato Variety 'Hezuo 88' in Yunnan Province

XU Ningsheng^{1,2}, ZHANG Lei^{1,2}, WANG Ying^{1,2}, LI Xianping^{1,2}, PAN Zhechao^{1,2*}

(1. Industrial Crop Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China;

2. Yunnan-Guizhou Plateau Potato and Rape Scientific Observation Experiment Station,

Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, Kunming, Yunnan 650200, China)

Abstract: The yield of 'Hezuo 88', a main variety planted in February to April and harvested in August to October in Yunnan Province, declines rapidly as late blight resistance of this variety decreases these years. The fungicide control for late blight is used to increase its yield and prolong its service life. Nine treatments, 80% mancozeb, 500 g/L fluazinam, 10% flumorph + 50% mancozeb, 10% metalaxyl + 60% mancozeb, 4% metalaxyl mefenoxam + 64% mancozeb, 8% cymoxanil + 64% mancozeb, 25% mandipropamid, 8% oxadixyl + 56% mancozeb and 96% dimethomorph, were evaluated on 'Hezuo 88' for control of potato late blight disease in Yunnan Province. The results showed that they all had obvious control effects (over 80%) on potato late blight disease, and the yield was increased by 91.3%-180.5%, with the highest yield being up to 4 191 kg/667m², and the net income reached 1 785.6-3 629.5 Yuan/667m². According to the disease control and yield increasing effects, the fungicide or fungicide combination, 500 g/L fluazinam, 10% flumorph + 50% mancozeb, 8% cymoxanil + 64% mancozeb, and 80% mancozeb, are recommended for control of potato late blight on the variety 'Hezuo 88'.

Key Words: potato; late blight; chemical agent; control effect

收稿日期: 2016-04-10

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项(201303018); 国家自然科学基金(31460368); 云南省应用基础研究计划项目(No.2013FB091, No.2013FZ152)。

作者简介: 徐宁生(1965-), 男, 硕士, 研究员, 从事马铃薯栽培研究。

*通信作者(Corresponding author): 潘哲超, 博士, 副研究员, 主要从事植物保护研究, E-mail: zhechaopan@163.com。

大春马铃薯(2~4月播种, 8~10月收获)是云南省的主要种植模式。2012年大春马铃薯种植面积与2011年基本持平, 约为40万hm²。大春种植地区多气候冷凉, 是传统的马铃薯种植区域, 可选择种植的其他作物较少, 整个大春种植因后期雨水多且集中, 晚疫病发生严重, 造成大量减产, 平均产量0.8 t/667m²左右, 总产量约为540万t。‘合作88’是云南省大春马铃薯重要的主栽品种之一。近几年, 因晚疫病大爆发, ‘合作88’盛花期死亡, 该品种的晚疫病抗性减弱, 造成严重减产, 有时产量仅为晚疫病发病较年轻年份的一半^[1]。

用多种杀菌剂进行田间晚疫病防治试验是近年来常见的研究工作^[2~11]。针对生产中出现的严重问题, 本研究用代森锰锌、氟啶胺、氟吗啉锰锌、甲霜灵·锰锌、精甲霜灵·锰锌、霜脲·锰锌、双炔酰菌胺、恶霜·锰锌、烯酰吗啉9种药剂进行云南主栽品种‘合作88’的田间晚疫病防治试验, 为该品种生产上的晚疫病防治提供参考意见。

1 材料与方法

1.1 供试材料

当地主栽品种‘合作88’, 种薯来源为会泽县农业技术推广中心。

1.2 试验区概况

田间试验设在会泽县待补镇野马村的云南省农业科学院经济作物研究所的繁种基地(N 26°6′44.86″, E 103°21′8.98″), 海拔2 654 m。所在的会泽县为云南省大春马铃薯生产典型生产区, 种植面积达5.3万hm²。前茬作物为萝卜, 地势平坦整齐且土壤肥力均匀。供试土壤为棕壤, pH 5.38(在水土比5:1(质量比)条件下测定), 有机质55.08 g/kg, 水解性氮192.49 mg/kg, 有效磷24.36 mg/kg, 速效钾124.00 mg/kg, 交换性钙2 410.33 mg/kg, 交换性镁230.11 mg/kg, 有效硼0.59 mg/kg。

1.3 试验设计与方法

共设9个处理和1个空白对照, 每处理4次重复, 小区为4行区, 小区面积13.3 m²(4.75 m × 2.8 m), 随机区组排列, 共40个小区。采用当地的马铃薯栽培种植模式, 单行平播后起垄。在播种前10 d切

种薯, 切后摊开晾干装袋备用。垄宽0.70 m, 株距0.25 m, 种植密度4 000株/667m²。底肥施复合肥(N 15%, P₂O₅ 15%, K₂O 15%)100 kg/667m², 不施农家肥。2015年3月13日播种, 播种采用人工进行, 6月2日中耕追肥: 追施尿素(N 46%)20 kg/667m², 氯化钾(K₂O 60%)12.5 kg/667m²。晚疫病防控6月30日开始, 9月17日结束, 药剂为9种(表1), 处理时间分别为6月30日、7月11日、7月17日、7月24日、7月31日、8月7日、8月14日、8月21日、8月28日、9月8日、9月25日。10月16日收获。

1.4 数据采集及分析

气象资料来自云南省农业科学院经济作物研究所设置在试验地的气象记录仪(系马铃薯晚疫病监测预警系统, 由北京汇思君达科技有限公司提供)。

在生长期统计发病率, 并用病情发展曲线下面积(Area under disease progress curve, AUDPC)^[12]来评估植株的晚疫病发病严重程度, 计算公式:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

其中 t : 指接种后每次调查的天数; y : 指每次调查时感病叶面积的比例; n : 指调查的次数。

防治效果的计算公式:

$$\text{防治效果}(\%) = [1 - (T - T_0 / CK - CK_0)] \times 100$$

式中: T_0 为防治区初始AUDPC, T 为防治区终期AUDPC, CK_0 为对照区初始AUDPC, CK 为对照区终期AUDPC。

8月21日每处理小区随机采集健壮和长势一致的马铃薯植株6株, 调查株高等农艺性状。在收获期实测产量和大薯率。

1.5 数据处理

数据用DPS 16.05高级版数据分析系统分析, 采用新复极差法检测差异, 采用Microsoft Excel 2007绘制图表。

2 结果与分析

2.1 试验地气象

从气象情况可知(表2), 试验地3~9月最高气温高于21℃, 6~10月的平均湿度都高于80%, 均

适宜晚疫病发生和蔓延。从不施药剂处理的对照重，8月底全部死亡，说明当地晚疫病发病比较看(图1)，6月底发病，8月初发病程度比较严重。

表1 处理药剂及用量
Table 1 Fungicide name, active ingredient, and dosage

商品名 Trade name	药剂 Fungicide	生产厂家 Manufacturer	用量 Dosage	使用类型 Type
大生 Dithane M-45	80%代森锰锌	美国陶氏益农公司	25 g/16 L	保护
福帅得 Fluazinam	500 g/L 氟啶胺	日本石原产业株式会社	12 mL/16 L	治疗
双工福玛 Shuangong Fuma	10%氟吗啉 + 50%代森锰锌	沈阳科创化学品有限公司	25 g/16 L	保护和治疗
赛深 Saishen	10%甲霜灵 + 60%代森锰锌	美国陶氏益农公司	25 g/16 L	保护和治疗
金雷 Ridomil Gold MZ	4%精甲霜灵 + 64%代森锰锌	先正达公司	25 g/16 L	保护和治疗
克露 Curzate	8%霜脲 + 64%代森锰锌	杜邦农化有限公司	25 g/16 L	保护和治疗
瑞凡 Revus	25%双炔酰菌胺	先正达公司	10 mL/16 L	治疗
杀毒矾 Sandofan	8%恶霜 + 56%代森锰锌	先正达公司	25 g/16 L	保护和治疗
西马原粉 Xima yuanfen	96%烯酰吗啉	山东先达农化股份有限公司	8 g/16 L	治疗
对照 Control	清水		48 L/667m ²	

表2 试验地气象资料
Table 2 Climate information for experimental field

月份 Month	平均气温(℃) Average temperature	平均湿度(%) Average humidity	降雨量(mm) Rainfall	最高气温(℃) Max temperature
3	12.12	47.58	16.2	22.3
4	11.23	69.53	82.4	24.1
5	15.30	71.58	66.2	24.8
6	16.77	81.93	122.4	25.8
7	13.88	86.29	189.2	23.1
8	14.17	89.74	306.0	23.8
9	14.81	88.07	59.6	24.2
10	10.34	82.32	104.4	20.5

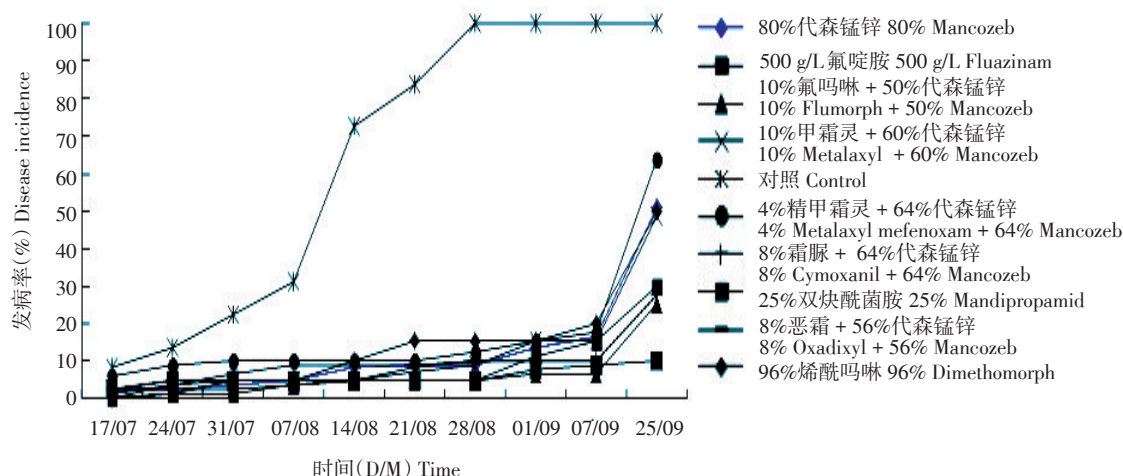


图1 不同处理发病率变化

Figure 1 Disease development curves of various treatments

2.2 发病情况

对照7月下旬即开始发病,8月上旬发病率达40%,中旬达80%,下旬达100%,而其他药剂处理,则发病率长期保持低水平(图1)。9月7日各药剂处理AUDPC值均未超过20%,说明打药处理较好地保护了植株的生长,9月中下旬,各药剂处理表现出一定的防效差异,其中25%双炔酰菌胺、10%氟吗啉+50%代森锰锌、8%霜脲+64%代森锰锌、500 g/L氟啶胺药剂处理发病率在9月25日也均未超过40%,植株获得了较好的保护。并且所有的药剂与对照相比,其AUDPC值差异极显著。在9个药剂中,4%精甲霜灵+64%代森锰锌效果较差一些,与除8%恶霜+56%代森锰锌、96%烯酰吗啉外的6种药剂的AUDPC值差异显著。

2.3 产量情况

病情发展曲线下面积(AUDPC),对照显著高于药剂处理。而药剂处理之间,差别不是很大(表3)。防效最高是500 g/L氟啶胺,为93.2%,最低是4%精甲霜灵+64%代森锰锌,为81.0%。

对照(清水),株高明显降低,显示其未生长完全即死亡,产量也比较低,为1 494 kg/667m²。

相较对照,各打药处理,产量和商品薯率明显提高,表现较好的药剂是500 g/L氟啶胺、10%氟吗啉+50%代森锰锌、8%霜脲+64%代森锰锌、25%双炔酰菌胺、80%代森锰锌药剂。药剂防治,增产幅度比较大,增幅在91.3%~180.5%,主要原因是对照死亡后1个月,药剂防治植株发病率仍然不是很高,结薯期较长,10月16日才收获,此时部分植株死亡的原因是霜冻,而非病害或营养缺乏,这样药剂防治的植株就较对照的生育期要长40 d左右。较轻的发病率成就了较高的产量(图2)。

2.4 经济效益

对不同药剂防治‘合作88’晚疫病进行经济效益评价。增加的经济效益最高达3 629.5元/667m²。其中500 g/L氟啶胺、8%霜脲+64%代森锰锌、10%氟吗啉+50%代森锰锌纯收益在3 000元/667m²以上,25%双炔酰菌胺、80%代森锰锌、10%甲霜灵+60%代森锰锌、8%恶霜+56%代森锰锌纯收益在2 000元/667m²以上,其他2种药剂的纯收益也接近2 000元/667m²。这明显高于不打药对照的收益,结果显示,‘合作88’药剂防治,经济效益十分可观(表4)。

表3 ‘合作88’药剂处理结果

Table 3 Yield statistics of different fungicide treatments on 'Hezuo 88'

处理 Treatment	株高(cm) Plant height	AUDPC	防效(%) Control efficacy	小区产量 (kg/13.3m ²) Plot yield	产量 (kg/667m ²) Equivalent yield	增产率 (%) Increase percentage	商品薯率(%) Marktable tuber percentage
80%代森锰锌 80% Mancozeb	160.7 aA	250.3 cdCD	88.0	67.4 bcdABC	3 379	126.2	81.8 aAB
500 g/L 氟啶胺 500 g/L Fluazinam	160.0 aA	131.3 dD	93.2	83.6 aA	4 191	180.5	88.2 aA
10%氟吗啉 + 50%代森锰锌 10% Flumorph + 50% Mancozeb	159.3 aA	157.5 dCD	92.5	74.9 abcABC	3 755	151.3	88.3 aA
10%甲霜灵 + 60%代森锰锌 10% Metalaxyl + 60% Mancozeb	169.7 aA	231.0 cdCD	89.0	63.2 cdBC	3 168	112.1	80.1 abAB
对照 Control	103.0 bB	1 945.1 aA	0.0	29.8 eD	1 494	0	72.6 bB
4%精甲霜灵 + 64%代森锰锌 4% Metalaxyl mefenoxam + 64% Mancozeb	159.7 aA	405.1 bB	81.0	57.0 dC	2 857	91.3	80.4 abAB
8%霜脲 + 64%代森锰锌 8% Cymoxanil + 64% Mancozeb	173.7 aA	222.3 cdCD	88.8	79.9 abAB	4 005	168.1	84.3 aA
25%双炔酰菌胺 25% Mandipropamid	168.3 aA	201.3 cdCD	90.6	70.2 bcdABC	3 519	135.6	81.2 aAB
8%恶霜 + 56%代森锰锌 8% Oxadixyl + 56% Mancozeb	166.3 aA	293.1 bcBC	85.3	60.8 dC	3 048	104.0	86.3 aA
96%烯酰吗啉 96% Dimethomorph	166.3 aA	306.3 bcBC	83.8	57.8 dC	2 897	94.0	87.96 aA

注：表中同列不同小写字母表示差异达0.05显著水平，同列不同大写字母表示差异达0.01显著水平。

Note: Data in the same column followed by different small letters are significantly different at 0.05 probability level, and followed by different capital letters are significantly different at 0.01 probability level.

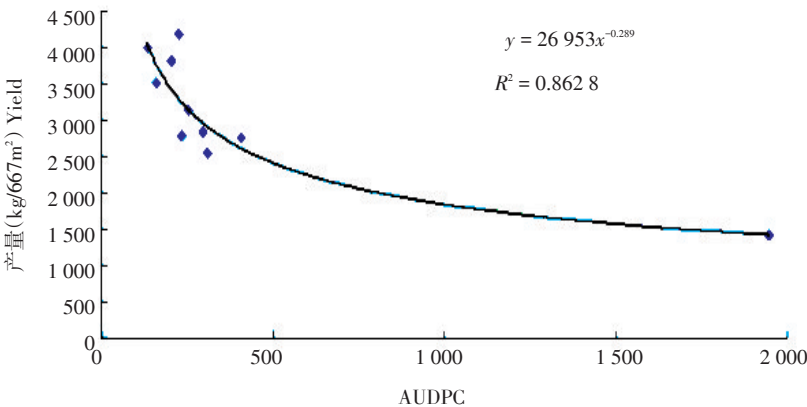


图2 AUDPC与产量关系

Figure 2 Relation between AUDPC and yield

表4 药剂处理经济效益
Table 4 Economic benefit of different fungicide treatments on control of potato late blight

处理 Treatment	折合产量 (kg/667m ²) Equivalent yield	药剂成本 (元/667m ²) Cost for fungicide (Yuan/667m ²)	总成本 (药剂 + 打药人工费) (元/667m ²) Cost for fungicides + spraying labor (Yuan/667m ²)	增产 (kg/667m ²) Yield increase	增收额 (元/667m ²) Income increase (Yuan/667m ²)	纯收益 (元/667m ²) Net benefit (Yuan/667m ²)
500 g/L 氟啶胺 500 g/L Fluazinam	4 191	338.8	415.8	2 697	4 045.3	3 629.5
8%霜脲 + 64%代森锰锌 8% Cymoxanil + 64% Mancozeb	4 005	145.2	222.2	2 511	3 767.1	3 544.9
10%氟吗啉 + 50%代森锰锌 10% Flumorph + 50% Mancozeb	3 755	151.8	228.8	2 261	3 391.2	3 162.4
25%双炔酰菌胺 25% Mandipropamid	3 519	290.4	367.4	2 025	3 037.8	2 670.4
80%代森锰锌 80% Mancozeb	3 379	81.4	158.4	1 885	2 827.2	2 688.8
10%甲霜灵 + 60%代森锰锌 10% Metalaxyl + 60% Mancozeb	3 168	66.0	143.0	1 674	2 511.4	2 368.4
8%恶霜 + 56%代森锰锌 8% Oxadixyl + 56% Mancozeb	3 048	169.95	246.95	1 554	2 331.0	2 084.0
96%烯酰吗啉 96% Dimethomorph	2 897	96.8	173.8	1 403	2 105.4	1 931.6
4%精甲霜灵 + 64%代森锰锌 4% Metalaxyl mefenoxam + 64% Mancozeb	2 857	182.6	259.6	1 363	2 045.2	1 785.6
对照 Control	1 494	0	0	0	0	0

注: 马铃薯按 1.5 元/kg, 打药工按 80 元/d, 药剂量按实际喷药量计。

Note: Tuber price is 1.5 Yuan/kg, and cost for spraying is 80 Yuan/d. Fungicide usage is based on actual application.

3 讨 论

药剂防治与否, 防治效果差别较大。在施肥较好的情况下, 无药剂防治, 产量仅能达到 1 494 kg/667m², 而一旦施药, 则产量基本翻一番以上。原因是打药防治, 生育期延长了 40 d 左右。根据门福义^[13]的研究, 在块茎增长期, 在适

宜的条件下, 一株植株块茎每天可增鲜重 10~50 g 以上, 本试验的种植密度为 4 000 株/667m², 则每天可增加的块茎产量为 40~200 kg/667m², 40 d 则可增加 1 600~8 000 kg/667m², 所以, 是较长的生长期成就了较高的产量。在本实验中, 施肥采用测土配方, 采用较高的肥料量, 目标产量为 3 000 kg/667m²。因此, ‘合作 88’ 获得高产的原因是: 由

于充足的养分和晚疫病防治而获得的较长的生育期。实验结果表明在‘合作88’的大春种植中, 要注意药物防治。晚疫病防治是大春马铃薯生产的重要技术手段, 这一结果与之前的研究意见是一致的^[14]。必须指出, 在本试验中, 株高较高, 最高达173.7 cm, 有徒长的迹象, 如果控制徒长, 产量还能进一步增加。

本试验是一种药剂用到底, 中间没有换药剂, 显示病菌的抗药性, 尚不是问题的主要方面。药剂轮换使用, 可能效果更好, 这需要在今后的试验中使用。

有几种药剂有必要加以说明。代森锰锌, 在中国马铃薯产区广泛用于晚疫病的防治, 而且成本低, 效果也较好^[4,10,11], 与本试验的结果一致。除此之外, 作为广谱性的杀菌剂, 且有的剂型耐雨水冲刷, 药剂残留也较小^[15], 值得充分重视, 在生产中充分利用。

氟啶胺不但防治效果好, 而且对马铃薯的增产效果比较明显, 各药剂在生长后期表现出的防治效果的差异性, 也值得进一步研究。

双炔酰菌胺, 在河北防治晚疫病效果达82.7%^[4]。本试验结果也显示其作用比较好。

烯酰吗啉属于烯酰吗啉类化学药剂, 在贵州、河北等地对马铃薯晚疫病也有一定的防治效果, 但均低于70%^[4,7]。这与本试验结果类似, 该药剂的优点是价格比较便宜, 容易被农民接受。恶霜·锰锌是代森锰锌和噁霜灵的复配剂, 在甘肃报道对马铃薯晚疫病具有较好的防治效果和增产效果^[10], 但本试验结果显示其效果一般。

值得一提的是甲霜灵·锰锌也有一定防治效果, 其效果也不比精甲霜灵·锰锌, 恶霜·锰锌、烯酰吗啉等药剂差, 提示在‘合作88’的生产中, 甲霜灵·锰锌可以与烯酰吗啉轮换使用(因两者使用成本都低, 农民更易接受)。

作为黄皮红肉的品种, ‘合作88’在市场上欢迎度较高, 在目前尚无其他晚疫病抗性较好的此类品种之前, 为保证生产, 进行药剂防治是保障高产稳产的有效手段。由于云南大春雨水较多, 在选择

药剂时还需要考虑耐雨水冲刷问题, 目前一些药剂的新剂型如代森锰锌的新剂型、氟啶胺等都耐雨水冲刷, 能解决在雨季施药的有效性问题的。

[参 考 文 献]

- [1] 隋启君, 包丽仙, 白建明, 等. 2012年云南省马铃薯产业发展状况分析[M]/陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与农村区域发展. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2013.
- [2] 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.
- [3] 李晓敏. 几种杀菌剂防治马铃薯晚疫病田间药效试验[J]. 南方农业, 2010(3): 68-69.
- [4] 王丽, 王文桥, 孟润杰, 等. 几种新杀菌剂对马铃薯晚疫病的控制作用[J]. 农药, 2010, 49(4): 300-302, 305.
- [5] 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.
- [6] 胡尊艳. 几种新杀菌剂对马铃薯晚疫病的防效筛选试验[J]. 作物杂志, 2010(3): 85-86.
- [7] 彭丽娟, 马永操. 5种药剂防治马铃薯晚疫病田间药效试验[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(12): 115-117.
- [8] 彭晓明, 张志东, 黄芝栋, 等. 几种药剂对马铃薯原种晚疫病的控制及对产量影响的研究[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2010, 35(3): 250-253.
- [9] 孙秀梅, 马颜亮, 白雅梅, 等. 黑龙江省马铃薯晚疫病菌对甲霜灵药剂的敏感性测定[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(2): 72-74.
- [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(5): 290-292.
- [11] 赵多长, 鲁爱军, 卢凯洁, 等. 天水市马铃薯晚疫病的发生和综合防治措施[J]. 中国蔬菜, 2009(15): 24-26.
- [12] 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.
- [13] 门福义. 马铃薯的生育时期与产量形成[J]. 宁夏农业科技, 1985(6): 41-45.
- [14] 田应金, 徐宁生, 桑月秋, 等. 云南省地方马铃薯品种‘伽马2号’的肥料需求[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(5): 295-300.
- [15] 秦冬梅, 徐应明, 黄永春, 等. 代森锰锌及其代谢物乙撑硫脲在马铃薯和土壤中的残留动态[J]. 环境化学, 2008, 27(3): 305-309.