

CARAH马铃薯晚疫病监测预警模型在天水的应用初报

王 鹏, 郭天顺, 李芳弟, 何二良, 颀炜清, 齐小东, 杨 晨, 窦俊焕, 赵中梁, 赵文涛, 宋 怡, 吕 汰

(甘肃省天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741001)

摘要: 为及时准确预报马铃薯晚疫病在天水市的发生与流行, 甘肃省天水市农业科学研究所在水市秦州区中梁乡何家湾村马铃薯基地, 运用DAVIS自动气象站收集马铃薯主要生育期内温度、湿度及降水量数据, 运用比利时CARAH马铃薯晚疫病监测预警模型进行分析, 以确定马铃薯主要生育期内, 晚疫病病菌生成潜在侵染的次数和代数, 准确地预报发病期, 确定最佳防治期及防治次数。2013年在马铃薯生长期(5月20日至9月30日), 晚疫病病菌共繁殖15代, 共产生39次侵染, 其中轻度侵染9次, 中度侵染8次, 重度侵染4次, 极重度侵染18次。根据预警系统预测结果, 用70%安泰生可湿性粉剂作为保护性药剂, 用687.5 g/L银法利悬浮剂作为治疗性药剂进行防治, 平均防效达78.4%, 比大田对照提高11.1个百分点, 平均鲜薯产量达27 833.3 kg/hm², 比大田对照增产17.19%。

关键词: 马铃薯晚疫病; CARAH马铃薯晚疫病监测预警模型; DAVIS自动气象站; 天水市

中图分类号: S451.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)09-0008-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.09.004

Application of Monitoring and Early Warning Model for CARAH Potato Late Blight in Tianshui

WANG Peng, GUO Tianshun, LI Fangdi, HE Erliang, XIE Weiqing, QI Xiaodong, YANG Chen, DOU Junhuan, ZHAO Zhongliang, ZHAO Wentao, SONG Yi, LÜ Tai

(Tianshui Institute of Agricultural Sciences, Tianshui Gansu 741001, China)

Abstract: To accurately predict the occurrence and popular of potato late blight timely and accurate in the Tianshui area, the automatic meteorological station is established by Tianshui Institute of Agricultural Sciences. The data of temperature, humidity and rainfall during main potato growth period using DAVIS automatic meteorological station are collected from Hejiawan village, Zhongliang county of Qin Zhou area, and analyzed by Belgium CARAH potato late blight monitoring and warning model. Determining late blight phytophthora infestans number and algebra latent infection in the main potato growing period to forecast late blight period accurately and determining the period and control the best control number. During the growth of potato (from 2013 May 20th to September 30th), late blight has bred 15 generations, a total of 39 times of infection, including lighter infection 9, moderate infection 8 times, 4 times of severe infection, extremely severe infection 18. According to the results of early warning system, with 70% Antaisheng WP as a protective agent and 687.5 g/L Yinfalli DF as a therapeutic agent for prevention and treatment, the average control effect reached 78.4%, increased is 11.1 percentage points higher than that of the control field, the average yield reached 27 833.3 kg/hm², which is 17.19% higher than that of the check in the field.

Key words: Potato late blight; Monitoring and early warning model; DAVIS automatic meteorological stations; Tianshui city

马铃薯晚疫病是世界性的毁灭性病害之一, 对马铃薯生产的危害极大, 一旦大面积流行, 往往造成马铃薯绝产^[1]。天水市地处中国甘肃省东南部, 属温带半湿润气候, 年平均气温 11.5 ℃, 年平均最高气温 17.0 ℃, 年平均最低气温 6.0 ℃, 年平均降水量 518 mm。每年 7 月下旬至 8 月中、下旬, 雨水偏多, 正值马铃薯生育期中、后期, 温度、湿度条件宜于晚疫病的发生与流行。天水

收稿日期: 2015-08-03

基金项目: 国家现代农业产业技术体系专项资金 (CARS-10); 国家农业科技成果转化项目 (2014GB2G100146); 甘肃省农业生物技术研究与应用开发项目 (GNSW-2014-1)

作者简介: 王 鹏 (1980—), 男, 甘肃天水人, 助理研究员, 主要从事马铃薯育种研究工作。联系电话: (0)13893887741。E-mail: ibh203@126.com

通讯作者: 吕 汰 (1971—), 男, 甘肃天水人, 副研究员, 主要从事马铃薯育种与栽培技术研究工作。E-mail: Lvtai163@163.com

执 笔 人: 郭天顺

市是甘肃省马铃薯主产区之一，是甘肃省“十二五”规划中，陇东南早熟马铃薯生产基地的核心地带，2013 年马铃薯种植面积 103 万 hm^2 ，并且发展十分迅速，马铃薯产业已成为天水市农民脱贫致富的支柱产业之一。因此，采取积极有效的马铃薯晚疫病预测预报技术对晚疫病的发生与防治有着极其重要的作用。

马铃薯晚疫病病菌首先由叶片侵染植株，之后在田间通过孢子散播引起病害传播与流行，防止晚疫病病菌孢子进入马铃薯植株体内是预防的最重要的工作。目前，全国各地对马铃薯晚疫病的短期防治主要是通过两种办法：寻找抗病品种和喷洒农药。前者在一定时期内可以达到很好的效果，但随着晚疫病病菌生理小种的不断变更重组，抗病品种抵抗力会减弱，需要寻找新的抗病品种，而药剂防治不可避免的有一定的盲目性。目前世界上关于马铃薯晚疫病的预测预报模型约有 16 种^[2]，如丹麦 NEGFRY 模型、比利时 CARAH 模型等。

中国是世界最大的马铃薯种植国，也是马铃薯晚疫病最严重的国家之一。比利时随着预警系统的应用，几乎没有因晚疫病而给薯农造成损失并且还可以减少农药的用量^[3]。自比利时马铃薯晚疫病监测预警模型引入中国以来，已在不同地区得以广泛应用，并且取得了显著效果^[4-8]。甘肃省天水市农业科学研究所 2013 年引进 DAVIS 自动气象站，在天水市秦州区中梁乡何家湾马铃薯基地收集马铃薯主要生育期内温度、湿度及降水量数据，运用比利时 CARAH 马铃薯晚疫病监测预警模型进行了预测预报。

1 材料与方法

1.1 建立自动气象观察站

2012 年购置美国 DAVIS 自动气象观察仪(深圳市亿杰仪表有限公司 Vantage Pro2) 安装在甘肃省天水市农业科学研究所中梁试验站马铃薯试验基地(何家湾马铃薯基地)。马铃薯出苗后，从 2013 年 5 月 20 日开始启动自动气象观察系统，以小时为单位收集相对湿度、温度、光照和降水量等气象数据，至 9 月底马铃薯收获为止，自动生成 NOAA 气象报告，并通过配置 CDMA 远程控制模块将数据远程传输到电脑，并转换成 Excel 数据进行分析^[9]。

1.2 湿润期及其平均温度统计方法

湿润期是指相对湿度 $\geq 90\%$ 的有效侵染条件。将 2013 年 5 月 20 日至 9 月 30 日相对湿度 $\geq 90\%$

的时间进行标记，再将湿润期间各小时的温度进行平均，即得到湿润期间的平均温度。

1.3 潜在侵染程度预测方法

潜在侵染程度与湿润期长短及此期间的平均温度相关，湿润期持续时间越长，湿润期间平均温度越高，晚疫病潜在侵染的程度就越严重。其具体相关关系采用表 1 判断。

表 1 马铃薯晚疫病潜在侵染严重程度与湿润期持续时间和湿润期间平均温度的关系^①

湿润期间 平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)	湿润期持续时间(h)			
	轻	中等	重	极重
7	16.30	19.30	22.30	25.30
8	16.00	19.00	22.00	25.00
9	15.30	18.30	21.30	24.30
10	15.00	18.00	21.00	24.00
11	14.00	17.30	20.30	23.30
12	13.30	17.00	19.30	22.30
13	13.00	16.00	19.00	21.30
14	11.30	15.00	18.00	21.00
15	10.45	14.00	17.00	20.00
16	10.45	13.00	16.00	19.00
17	10.45	12.00	15.00	18.00
18	10.45	11.00	14.00	17.00

^①如果温度范围为 19~20 $^{\circ}\text{C}$ ，采取与 18 $^{\circ}\text{C}$ 相同的数据；如果平均温度为 23~26 $^{\circ}\text{C}$ ，则只有轻度侵染；如果超过 27 $^{\circ}\text{C}$ ，即使达到了一定的湿润期，也不会发生侵染。如果湿润期被中断的时间不超过 3 h，该湿润期将连续计算，如果中断的时间超过 4 h，则计算为两个不同的湿润期。

1.4 侵染周期计算方法

根据多年的观察经验，每个侵染过程(即孢子侵入—萌发—症状表现)需要获得 7 分才能完成，如果得够 7 分，一次侵染过程结束，此时如果没有采取喷药防治，则田间可以看到侵染叶片上的病斑和病斑上的白色菌丝体。每天的得分根据 Conce 模型方法进行计算(见表 2)^[2]，从侵染过程开始的第 1 天累计积分。依据 CARAH 模型(即晚疫病病菌侵染循环曲线)，基地感病品种从第 3、4 代，抗病品种从第 5、6 代，在第 1 次侵染积分达

表 2 Conce 模型预测马铃薯晚疫病侵染曲线每天得分计算参数^①

温度范围($^{\circ}\text{C}$)	得分
< 8	0
8.1 ~ 12.0	0.75
12.1 ~ 16.5	1.00
16.6 ~ 20.0	1.50
> 20.1	1.00

^①日最低气温 $< 0^{\circ}\text{C}$ ，叶片被冻死，晚疫病病菌不能存活，此侵染循环被中断；日最高气温 $> 30^{\circ}\text{C}$ 时，当天侵染曲线得分为 0 分， $> 35^{\circ}\text{C}$ 时，侵染循环过程被中止。

4~6 分时开始第 1 次喷药防治, 间隔 7~10 d 防治 1 次, 感病品种防治 3~4 次, 抗病品种防治 2~3 次。第 1 次防治用保护性药剂, 以后防治用治疗性药剂。

1.5 马铃薯晚疫病监测点的设立

在甘肃省天水市农业科学研究所中梁试验站马铃薯试验田中建立晚疫病观测圃, 山旱地, 地势平整, 土壤为黄绵土, 肥力中等, 前茬作物冬小麦。观测圃的田间管理同当地大田。选用高抗晚疫病品种陇薯 7 号、中抗晚疫病品种天薯 11 号、感病品种陇薯 3 号作为监测品种, 参试品种统一使用脱毒种薯。于 4 月 21 日播种, 播前严格剔除感病薯块, 种植密度为 49 500 株/hm²。9 月 30 日收获。现蕾后至成熟期间, 每 7 d 调查 1 次晚疫病叶百分比, 监测不同品种晚疫病发展动态, 并与预测模型作比较。

于 7 月 10 日发现中心病株, 喷施保护性药剂 70%安泰生可湿性粉剂 (德国拜耳作物科学有限公司生产) 1.90 kg/hm², 然后配合喷施防治药剂 687.5 g/L 银法利 (德国拜耳作物科学有限公司生产) 悬浮剂 1.11 kg/hm², 每隔 7 d 喷 1 次, 连续防治 3~4 次。收获前 10 d 进行割蔓晒地, 9 月 30 日收获时在示范区及对照大田各随机选 3 样点, 每样点选 4.0 m², 各样点块茎称重, 计算折合产量。收获后晾晒 5~10 d。

晚疫病调查方法及统计标准: 分别于施药前(7 月 10 日)、喷药 4 次后 (8 月 10 日) 采用对角线 5 点取样法进行病情调查, 每点调查 15 株, 记录各级病情, 依据《农药田间药效试验准则》相关计算公

式计算病情指数及防效。叶片病情分级标准: 0 级, 无病斑; 1 级, 病斑面积占整片叶面积的 5% 以下; 3 级, 病斑面积占整片叶面积的 6%~10%; 5 级, 病斑面积占整片叶面积的 11%~25%; 7 级, 病斑面积占整片叶面积的 26%~50%; 9 级, 病斑面积占整片叶面积的 50% 以上^[10-13]。

病情指数=[\sum (各级病株数×相对级数值)/(调查总株数×9)]×100

防治效果(%)=[1-(CK₀×PT₁)/(CK₁×PT₀)]×100

式中 CK₀ 为空白对照区施药前病情指数, CK₁ 为空白对照区施药后病情指数, PT₀ 为示范区施药前病情指数, PT₁ 为示范区施药后病情指数。

2 结果与分析

2.1 马铃薯晚疫病潜在侵染程度

2013 年在马铃薯生长期 (5 月 20 日至 9 月 30 日), 晚疫病菌共繁殖 15 代, 共产生 39 次侵染, 其中轻度侵染 9 次, 中度侵染 8 次, 重度侵染 4 次, 极重度侵染 18 次 (图 1)。7 月份现蕾期、开花期发病严重。9 月份虽然潜在侵染次数多, 但抗病性较差的品种如陇薯 3 号已干枯。

2.2 防治指导

2013 年 7 月 6—8 日, 马铃薯早熟品种叶片发现晚疫病病斑, 达到喷药防治指标, 于 7 月 9 日发布发生与防治信息, 指导马铃薯种植基地在 7 月 10—11 日针对感病品种进行第 1 次喷药防治。7 月 16 日晚熟品种叶片发现晚疫病病斑, 于 7 月 17 日发布发生与防治信息, 指导种植基地在 7 月 18—19 日进行第 1 次喷药防治。

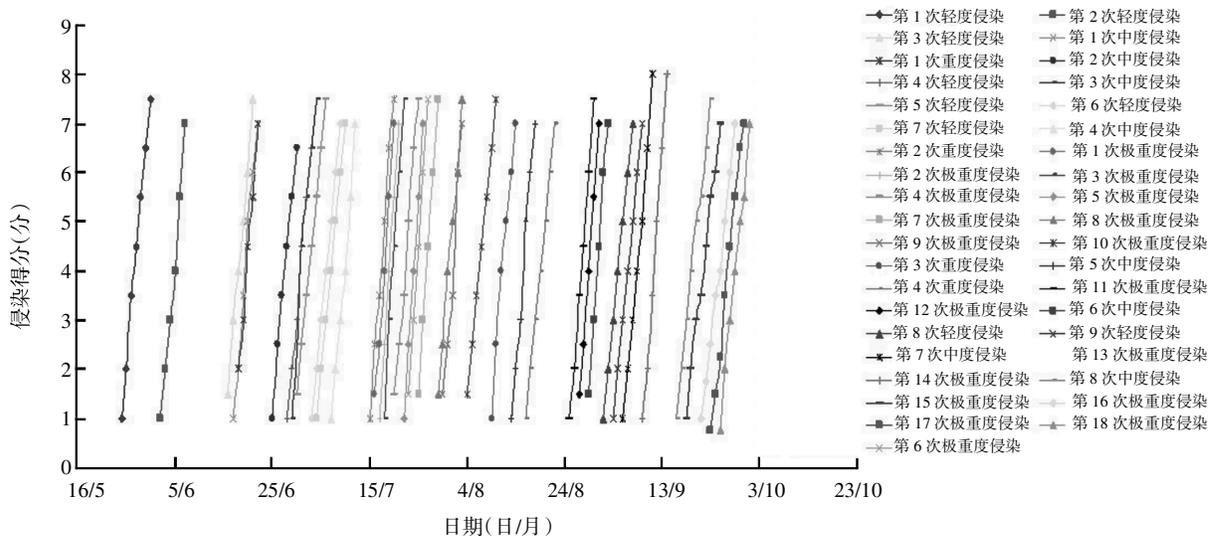


图 1 马铃薯晚疫病侵染曲线

表 4 不同马铃薯产量结果

品种	处理	取样点产量 ^① (kg/4m ²)	折合产量 (kg/hm ²)	较大田对照增产 (%)	平均较大田对照增产 (%)
陇薯7号	示范区	12.7	31 750.0	23.30	17.19
	对照	10.3	25 750.0		
天薯11号	示范区	11.6	29 000.0	14.85	
	对照	10.1	25 250.0		
陇薯3号	示范区	9.1	22 750.0	12.34	
	对照	8.1	20 250.0		

①数据均为 3 个样点平均值。

表 3 对不同马铃薯品种植株晚疫病的防效

品种	处理	调查日期 (日/月)	病指	防效 (%)	平均防效 (%)
陇薯7号	示范区	10/7	1.2	83.7	78.4
	对照	10/7	1.5		
	示范区	10/8	2.7		
	对照	10/8	20.0		
天薯11号	示范区	10/7	2.2	77.2	
	对照	10/7	2.7		
	示范区	10/8	4.2		
	对照	10/8	22.5		
陇薯3号	示范区	10/7	4.8	74.4	
	对照	10/7	3.5		
	示范区	10/8	8.9		
	对照	10/8	24.9		

2.3 预测结果与实况吻合情况

根据马铃薯晚疫病侵染曲线, 预测感病品种中心病株出现时间在 7 月上旬至中旬初, 与田间调查中心病株出现时间在 7 月 10 日相吻合。预测发生程度为偏重, 与实际发生程度偏重相吻合。

2.4 综合应用效果

根据预警模型预测结果, 用 70%安泰生可湿性粉剂作为保护性药剂, 用 687.5 g/L 银法利悬浮剂作为治疗性药剂开展 10 hm² 的连片防治, 对感病品种防治 4 次, 抗病品种防治 3 次。从表 3 可以看出, 陇薯 7 号防治效果为 83.7%, 天薯 11 号防治效果为 77.2%, 陇薯 3 号防治效果为 74.4%, 平均防治效果达 78.4%, 比大田对照提高 11.1 百分点。通过 1 a 的应用实践, 比利时 CARAH 马铃薯晚疫病监测预警模型对天水市马铃薯晚疫病的防治具有积极的指导意义, 通过防治可以有效减轻晚疫病的发生, 大幅度提高马铃薯产量, 经济效益较为明显。

通过对田间试验的结果进行综合评定, 从表 4 可以看出, 使用 70%安泰生可湿性粉剂作为保护性药剂和用 687.5 g/L 银法利悬浮剂作为治疗性药剂防治方案马铃薯折合产量高, 陇薯 7 号为 31 750.0 kg/hm²、天薯 11 号为 29 000.0 kg/hm²、陇薯 3 号为 22 750.0 kg/hm², 分别较大田对照增产 23.30%、

14.85%、12.34%, 平均折合产量达 27 833.3 kg/hm², 较大田对照增产 17.19%。按投入农药费用 1 050 元 /hm²、人工费用 2 700 元 /hm², 马铃薯价格 1.3 元 /kg 计, 较大田对照增收 1 558.3 元 /hm²。

3 小结与讨论

1) 在天水市秦州区中梁乡何家湾马铃薯基地运用 DAVIS 自动气象站收集马铃薯主要生育期内温度、湿度及降水量数据, 运用比利时 CARAH 马铃薯晚疫病预警模型进行分析, 确定马铃薯主要生育期内, 晚疫病病菌生成潜在侵染的次数和代数, 准确地预报晚疫病发病期, 确定最佳防治期及防治次数。2013 年在马铃薯生长期 (5 月 20 日至 9 月 30 日), 晚疫病病菌共繁殖 15 代, 共产生 39 次侵染, 其中轻度侵染 9 次, 中度侵染 8 次, 重度侵染 4 次, 极重度侵染 18 次。根据预警系统预测结果, 用 70%安泰生可湿性粉剂作为保护性药剂, 用 687.5 g/L 银法利悬浮剂作为治疗性药剂进行防治, 平均防效达 78.4%, 比大田对照提高 11.1 百分点; 平均鲜薯产量达 27 833.3 kg/hm², 比大田对照增产 17.19%。

2) 比利时 CARAH 马铃薯晚疫病监测预警模型主要利用马铃薯生产基地的温湿度气象资料进行预测, 由于每个自动气象观察站记录的气象数据一般只能覆盖 1 000 km² 的范围, 因此, 要准确作出预测, 必须根据生产基地规模安装相应数量的气候观察站。同时, 该模型的应用专业性较强, 在生产实践中植保部门要根据各地实际情况对专业技术人员开展技术培训与指导, 提高其应用效果。马铃薯晚疫病始病期、发生程度除与温湿度、降水量等密切相关外, 还与栽培品种的抗性和历年晚疫病发生情况等有关, 在实际应用时, 还要结合全国以及地方颁布的“马铃薯晚疫病测报调查规范”进行。

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: 157.
- [2] 何慧龙. 马铃薯晚疫病预测预警系统[D]. 昆明: 昆

基于模糊数学法的凉州区高原夏菜种植适宜性评价

贾晓娟, 韩梅, 袁政祥, 王吉彪, 苏斌, 张正鹏, 王祎

(甘肃省武威市凉州区农业技术推广中心, 甘肃 武威 733000)

摘要: 将地理信息系统软件与县域耕地资源管理系统(CLRMIS)相结合, 选取8个分区评价因子, 构建了用于评价适宜性的层次模型, 在CLRMIS中进行适宜性级别划分、评价结果分析、面积量算及成果图的输出。评价结果将凉州区高原夏菜种植区划分为4个适宜性区域, 高度适宜性种植面积占耕地面积的51.51%, 适宜性种植面积占23.5%, 勉强适宜性种植面积占14.17%, 不适宜种植区域面积占11.52%。

关键词: 模糊数学法; 层次模型分析; 高原夏菜; 凉州区; 地理信息系统

中图分类号: O159; S63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)09-0012-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.09.005

Suitability Evaluation of Plateau Summer Vegetables in Liangzhou District Based on Fuzzy Mathematics Method

JIA Xiaojuan, HAN Mei, YUAN Zhengxiang, WANG Jibiao, SU Bing, ZHANG Zhengpeng, WANG Yi

(Liangzhou District Agricultural Technology Promotion Center, Wuwei Gansu 733000, China)

Abstract: In this study, the geographic information system software (CLRMIS) with county cultivated land resources management system, the combination of considering influence plateau summer vegetable grown in liangzhou district, selected the eight evaluation factors, constructs the hierarchical model for evaluation of suitability, hierarchies in CLRMIS suitability, the evaluation results analysis, the area measurement and drawing output. The result shows that the liangzhou district plateau summer vegetables planting area is divided into four suitable areas, high suitability planting area accounts for 51.51% of arable land suitability planting area account for 23.5% of the arable land, barely planting area account for 14.17% of the arable land suitability, not suitable planting area account for 11.52% of the arable land.

Key words: Fuzzy mathematics method; The hierarchical model analysis; Plateau summer vegetable; Liangzhou district; Geographic information system

县域耕地资源管理信息系统(CLRMIS)是用于管理耕地资源信息的工具软件, 系统以县级区域

内的耕地资源为管理对象, 以土地利用类型图和土壤图叠加形成管理单元, 为合理安排作物布局

收稿日期: 2015-04-09

作者简介: 贾晓娟(1981—), 女, 甘肃武威人, 助理农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13884599545。E-mail: njzxjxj@163.com

通讯作者: 王祎(1986—), 男, 甘肃会宁人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。E-mail: wangyi860518@qq.com

- 明理工大学, 2003.
- [3] 谢开云, 车兴壁, CHRISTIAN DUCATILLON, 等. 比利时晚疫病预测预警系统及其在我国的应用[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 67-71.
- [4] 谢成君, 刘普明, 王颖, 等. 马铃薯晚疫病预警系统在西吉县的应用[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(4): 106-110.
- [5] 张斌, 耿坤, 余杰颖. 比利时马铃薯晚疫病预警系统的应用[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(1): 42-46.
- [6] 李定莉, 刘祥贵, 车兴壁, 等. 马铃薯晚疫病预警系统在巫溪县马铃薯生产中的应用[J]. 南方农业, 2013, 7(26): 93-96.
- [7] 颜德清, 宁红, 杜中琼, 等. 城口县马铃薯晚疫病预警监测系统的应用效果分析[J]. 现代农业科技, 2013, (19): 152-153.
- [8] 谭晓军, 苏成武, 胡显军. 马铃薯晚疫病预警系统在巴东的应用情况初报[J]. 长江蔬菜, 2013(8): 52-55.
- [9] 宋伯符, 王军, 张志铭, 等. 我国马铃薯晚疫病的研究进展和建议[J]. 马铃薯杂志, 1996, 1(3): 138-141.
- [10] 刘章义, 魏敏. 3种药剂对马铃薯晚疫病的田间防效初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(3): 17-19.
- [11] 李虎林. 5种药剂拌种对马铃薯晚疫病的防效试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(3): 21-23.
- [12] 王爱军, 丁月凡. 4种药剂对马铃薯晚疫病的田间防效初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(7): 35-36.
- [13] 龙小燕. 5种药剂喷雾对马铃薯晚疫病的防效试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(3): 40-41.

(本文责编: 郑立龙)