

张 斌,余杰颖,李添群,等. CARAH 模型指导下防控马铃薯晚疫病的效果[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):185-188.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.053

CARAH 模型指导下防控马铃薯晚疫病的效果

张 斌¹, 余杰颖¹, 李添群², 潘世昌³, 任明国⁴, 耿 坤¹

(1. 贵州省贵阳市植保植检站, 贵州贵阳 550081; 2. 贵州省修文县植保植检站, 贵州修文 550025;
3. 贵州省息烽县植保植检站, 贵州息烽 551100; 4. 贵州省开阳县植保植检站, 贵州开阳 550300)

摘要:为了明确在 CARAH 模型指导下施药时间, 分别使用保护性杀菌剂和治疗性杀菌剂比较防治效果, 2013—2014 年在贵州省息烽县、修文县开展试验。结果表明, 2013—2014 年马铃薯晚疫病大发生, 在保护性杀菌剂最佳使用时间内使用保护性杀菌剂, 前期有着较好的防治效果, 后期防效明显下降; 在治疗性杀菌剂最佳使用时间内使用治疗性杀菌剂, 对马铃薯晚疫病的防控效果最好, 能够有效防治马铃薯晚疫病。

关键词: CARAH 模型; 马铃薯晚疫病; 防治效果; 保护性杀菌剂; 治疗性杀菌剂; 使用时间

中图分类号: S435.32 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0185-04

贵州省地处低纬度高海拔山区 148~2 900 m 之间, 属亚热带湿润季风气候^[1], 自然条件十分适宜马铃薯种植, 马铃薯已成为贵州省粮食、饲料、菜用、原料及特色经济作物。由晚疫病菌(*Phytophthora infestans*)引起的马铃薯晚疫病是马铃薯生产上最重要的病害之一^[2-5], 发生范围广, 流行速度快, 危害程度重, 一直是贵州马铃薯低产的最主要制约因素, 严重阻碍贵州省马铃薯产业的健康发展。

马铃薯晚疫病的发生流行与本地温度、湿度等气象因子以及马铃薯品种具有紧密的关联性, 国内外有多种马铃薯晚疫病的预测预报模型, 如“标蒙”气候标准等^[5-7]。CARAH 马铃薯晚疫病预警模型(以下称 CARAH 模型)由比利时埃诺省农业中心研发, 在比利时成功地应用了 10 多年。进入 21 世纪后, 我国重庆、内蒙古、甘肃、宁夏等国内马铃薯主产省份

先后引进运用, 结果表明, 该系统基本符合当地晚疫病发生规律^[8]。该模型在基于病原菌存在的基础上, 采集温湿度数据计算病原菌侵染湿润期, 并划分侵染代次, 以此为基础指导马铃薯晚疫病的防控工作。按照 CARAH 模型防治建议, 从第 3 代第 1 次开始, 每代第 1 次侵染湿润期 conce 分值预计达 3~6 分时为最佳使用保护性杀菌剂时间, conce 分值预计达 6~9 分时为最佳使用治疗性杀菌剂时间, 直至马铃薯收获。为了做好马铃薯晚疫病预警与防控工作, 明确在 CARAH 模型指导施药时间下分别使用保护性杀菌剂和治疗性杀菌剂的防治效果, 为 CARAH 模型在生产上推广应用提供科学依据, 笔者于 2013—2014 年分别在贵州省修文县、息烽县多个马铃薯基地按照 CARAH 模型指导建议开展马铃薯晚疫病防控效果试验。

1 材料与方法

1.1 试验地点

2013 年试验地选择息烽县青山乡青山村(点 1)、修文县扎佐镇大堡村 2 个马铃薯基地进行, 试验品种为中薯 3 号; 2014 年试验地选择在修文县扎佐镇大堡村(点 1)、息烽县小寨坝镇南桥村(点 2)、开阳县双流镇刘育村(点 3)3 个马铃薯基地进行, 试验品种为费乌瑞它, 基地基本情况见表 1。4 个马铃薯基地分别设置 QD-3340MV 无线自动气象站, 从马铃

收稿日期: 2015-07-02

基金项目: 贵州省科技成果转化项目(编号: 黔科合成字[2013]5076)。

作者简介: 张 斌(1979—), 男, 江苏句容人, 硕士, 高级农艺师, 主要从事植物保护技术与推广。E-mail: greenfruitzhang@hotmail.com;

通信作者: 耿 坤, 博士, 农业推广研究员, 主要从事植物保护技术与推广。E-mail: gyszbz0851@126.com。

易产生药害^[8]。石硫合剂有很强的腐蚀作用, 所以喷施药液后, 要及时将手、衣服、药械等用清水冲洗干净, 避免出现腐蚀^[7]。(4)在对枸杞枝干涂抹黏虫胶时, 为防止黏虫胶对植物自身生长产生影响(如叶的萌发), 应选择浓度较低的产品适量、适时涂抹, 并且涂抹过程中应尽量涂抹均匀。

参考文献:

- [1] 时亚琴, 陆 群, 陶波尔. 不同类型农药防治枸杞瘿螨的试验研究[J]. 河北农业科学, 2002(1): 48-50.
- [2] 樊光辉, 王占林. 青海柴达木枸杞产业升级的机遇与挑战[J]. 青海科技, 2011(6): 15-17.

- [3] 王林虎. 青海省德令哈市委书记: 叫响柴达木枸杞品牌[N]. 经济日报, 2014-02-14(8).
- [4] 张 剑. 柴达木地区枸杞种植及主要病虫害防治技术[J]. 青海农技推广, 2013(1): 26-32.
- [5] 安 巍, 章惠霞, 何 军, 等. 枸杞育种研究进展[J]. 北方园艺, 2009(5): 125-128.
- [6] 郭小军, 温秀军, 韩会智, 等. 黏虫胶的应用技术[J]. 林业科学, 2007(9): 31-37.
- [7] 苏勇宏, 高莉丽, 於 丽, 等. 石硫合剂的制作及注意事项[J]. 农村科技, 2009(4): 34.
- [8] 容汉谄, 王华荣. 宁夏枸杞瘿螨的发生规律及新农药防治效果观察[J]. 宁夏农学院学报, 1983(2): 53-55, 112.

表 1 试验基地基本情况

年份	试验号	地点	海拔 (m)	种植面积 (hm ²)	品种	出苗时间 (月-日)	收获时间 (月-日)
2013	点 1	息烽县青山乡青山村	1 240	130	中薯 3 号	03-27	06-20
	点 2	修文县扎佐镇大堡村	1 270	76	中薯 3 号	03-11	06-15
2014	点 1	修文县扎佐镇大堡村	1 270	80	费乌瑞它	03-23	06-10
	点 2	开阳县双流镇刘育村	1 320	15	费乌瑞它	03-30	06-22
	点 3	息烽县小寨坝镇南桥村	1 580	150	费乌瑞它	04-09	06-25

薯第 1 棵出苗开始,以小时为单位,采集温度、湿度、雨量等气象因子数据,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 试验设计

每个基地试验地距离无线自动气象站不超过 100 m,试

验设置 3 个处理(表 2),每个处理重复 3 次,小区面积 120 m²,随机区组排列。

试验药剂为 70% 丙森锌可湿性粉剂,市购,美国陶氏益农公司生产;68.75% 氟吡菌胺·霜霉威悬浮剂,市购,拜耳作物科学公司生产。

表 2 试验设计

处理编号	处理内容	药剂品种	施药剂量 (mg/L)
A	按照 CARAH 模型指导时间施用保护性杀菌剂	70% 丙森锌可湿性粉剂	1 166.67
B	按照 CARAH 模型指导时间施用治疗性杀菌剂	68.75% 氟吡菌胺·霜霉威悬浮剂	1 145.83
CK	清水对照		

1.3 CARAH 模型计算方法

CARAH 马铃薯晚疫病预警模型的参数及计算方法见文献[8-9]。

1.4 基于 CARAH 模型防控指导下施药时间

根据 CARAH 马铃薯晚疫病预警模型的指导防控参数,从第 3 代第 1 次侵染湿润期形成开始,每代第 1 次侵染湿润期曲线形成后,最佳使用保护性杀菌剂时间为第 1 次侵染曲线 conce 分值范围 3~6 分,最佳使用治疗性杀菌剂时间为第 1 次侵染曲线分值范围 6~9 分,直至试验地马铃薯收获。

1.5 调查与计算方法

在每次施治疗性杀菌剂后 5 d 开展调查,采用平行跳跃式取样法,每块田定 10 点,每点定 10 株,共查 100 株,记载发病株数和发病植株严重度级别,计算病株率和病情指数,记录马铃薯晚疫病发生情况,明确病情分级标准和发生程度分级指标参照《马铃薯晚疫病监测技术规范》(DB52/T 568—2009)^[10]执行,计算防效,并运用 DMRT 法进行比较分析。

防效计算方法:

防治效果 = (CK - PT) / CK × 100%。

式中:CK 为空白对照区病情指数;PT 为处理区病情指数。

2 结果与分析

2.1 CARAH 模型指导下施药时间

2013 年,试验期间根据 CARAH 模型统计,点 1 从出苗至收获期间共生成 10 代 40 次侵染,按照 CARAH 模型指导施药 8 次;点 2 从出苗至收获期间共生成 10 代 47 次侵染,按照 CARAH 模型指导施药 8 次。2014 年,试验期间根据 CARAH 模型统计,点 1 从出苗至收获期间共生成 10 代 62 次侵染,按照 CARAH 模型指导施药 8 次,点 2 从出苗至收获期间共生成 9 代 45 次侵染,按照 CARAH 模型指导施药 7 次,点 3 从出苗至收获期间共生成 9 代 52 次侵染,按照 CARAH 模型指导施药 7 次,具体施药时间见表 3。

2.2 防治效果

2.2.1 2013 年防治效果 2 个基地马铃薯晚疫病均呈大发生,点 1 收获时 CK 的病指达 100,点 2 收获时 CK 的病指达 91.78。点 1 调查结果(表 4),处理 A 在 5 月 6—20 日,表现出较好的防效,防效分别为 97.78%、86.76%、77.13%,5 月 26 日至 6 月 17 日防效表现一般,分别为 65.48%、59.59%、57.62%、54.74%。处理 B 防效调查,在整个试验期均有较好防治效果,防效分别为 93.61%、86.89%、88.04%、88.08%、72.96%、77.22%、76.26%。应用 DMRT 法对 5 月 6 日至 6 月 17 日之间调查的防效进行比较分析,5 月 6 日、5 月 14 日处理 A 与处理 B 差异不显著,以后各次调查结果差异显著。

点 2 调查结果(表 4),处理 A 从 4 月 22 日至 5 月 28 日防效较好,防效分别为 82.22%、85.46%、91.96%、81.16%、81.09%、74.41%,6 月 4 日、6 月 12 日防效一般,分别为 67.07%、62.39%。处理 B 防效调查结果,在整个试验期均有较好的防治效果,防效分别为 82.22%、89.91%、93.36%、85.96%、89.97%、82.93%、76.65%、74.40%。应用 DMRT 法对 5 月 6 日至 6 月 17 日调查防效进行比较分析,4 月 22 日、5 月 1 日、5 月 7 日、5 月 15 日处理 A 与处理 B 差异不显著,5 月 20 日、5 月 28 日、6 月 4 日、6 月 12 日差异显著。

2.2.2 2014 年防治效果 3 个试验点对照区病指调查结果,马铃薯晚疫病均呈大发生年份,点 1 在 6 月 10 日病指达 82,点 2 在 6 月 15 日病指达 83.19,点 3 在 6 月 18 日病指达 100。

点 1 调查结果(表 5),处理 A 在 5 月 5—26 日表现出较好的防治效果,防效分别为 78.29%、71.33%、75.16%、80.30%,6 月 3 日、6 月 10 日 2 次防效一般,分别为 61.60%、59.34%;处理 B 防效调查结果分别为 27.78%、97.44%、89.18%、88.06%、87.98%、95.50%、93.38%、83.68%,防治效果良好。应用 DMRT 法对 4 月 26 日至 6 月 10 日调查防效进行比较分析,4 月 26 日、5 月 5 日防效差异不显著,5 月 16 日、6 月 10 日防效差异极显著,5 月 21 日、5 月 26 日、6 月 3

表 3 基于 CARAH 模型防控指导下施药时间

序号	侵染代次	时间	2013 年				2014 年					
			点 1		点 2		点 1		点 2		点 3	
			处理 A	处理 B	处理 A	处理 B	处理 A	处理 B	处理 A	处理 B	处理 A	处理 B
1	3 代 1 次	生成时间(月-日)	04-17		04-05		04-09		04-20		04-22	
		施药时间(月-日)	04-22	04-25	04-14	04-17	04-12	04-15	04-25	04-28	04-27	04-30
		对应分值	4.5	7.5	4.0	8.5	4.0	8.0	4.5	7.0	4.0	6.5
2	4 代 1 次	生成时间(月-日)	04-25		04-17		04-15		04-28		05-03	
		施药时间(月-日)	04-29	05-01	04-22	04-26	04-19	04-21	05-02	05-04	05-09	05-11
		对应分值	5.5	7.5	4.0	8.0	4.0	6.0	4.8	6.5	5.3	7.3
3	5 代 1 次	生成时间(月-日)	05-02		04-25		04-22		05-08		05-11	
		施药时间(月-日)	05-06	05-09	04-29	05-02	04-26	04-30	05-12	05-15	05-15	05-18
		对应分值	5.0	8.5	5.5	8.5	4.0	7.5	4.5	8.5	4.0	6.8
4	6 代 1 次	生成时间(月-日)	05-08		05-03		05-03		05-15		05-19	
		施药时间(月-日)	05-12	05-15	05-07	05-10	05-08	05-11	05-20	05-22	05-23	05-25
		对应分值	4.5	8.0	5.0	8.5	4.5	8.5	6.5	9.5	5.0	8.0
5	7 代 1 次	生成时间(月-日)	05-15		05-09		05-10		05-21		05-25	
		施药时间(月-日)	05-19	05-21	05-12	05-19	05-13	05-16	05-24	05-27	05-29	05-31
		对应分值	5.0	8.0	3.5	8.5	4.0	7.5	4.0	7.5	4.5	7.0
6	8 代 1 次	生成时间(月-日)	05-21		05-16		05-15		05-26		05-31	
		施药时间(月-日)	05-26	05-29	05-19	05-23	05-19	05-21	05-30	06-02	06-04	06-07
		对应分值	5.0	8.5	3.5	8.5	5.0	8.0	4.5	7.5	5.0	9.0
7	9 代 1 次	生成时间(月-日)	05-30		05-22		05-22		06-04		06-07	
		施药时间(月-日)	06-03	06-06	05-27	05-30	05-27	05-29	06-07	06-10	06-10	06-13
		对应分值	5.5	8.5	5.0	8.5	5.0	8.0	4.5	8.5	4.0	7.5
8	10 代 1 次	生成时间(月-日)	06-06		05-30		05-29					
		施药时间(月-日)	06-10	06-12	06-03	06-07	06-02	06-05				
		对应分值	4.5	7.5	5.0	9.0	4.5	8.0				

表 4 2013 年不同处理对马铃薯晚疫病的防治效果

地点	处理	04-30		05-06		05-14		05-20		05-26		06-03		06-11		06-17	
		病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)
点 1	A	0.07		0.04	97.78Aa	0.78	86.76Aa	4.74	77.13Bb	10.78	65.48Bb	20.44	59.59Ab	39.19	57.62Bb	45.26	54.74Bb
	B	0.04		0.07	93.61Aa	0.78	86.89Aa	2.48	88.04Aa	3.70	88.08Aa	13.70	72.96Aa	21.07	77.22Aa	23.74	76.26Aa
	CK	0.04		1.26		5.89		20.74		31.19		50.74		92.44		100.00	
地点	处理	04-22		05-01		05-07		05-15		05-20		05-28		06-04		06-12	
		病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)
点 2	A	0.07	82.22Aa	0.26	85.46Aa	0.44	91.96Aa	2.33	81.16Aa	5.70	81.09Ab	9.30	74.41Ab	19.96	67.07Bb	34.52	62.39Bb
	B	0.07	82.22Aa	0.19	89.91Aa	0.37	93.36Aa	1.74	85.96Aa	3.04	89.97Aa	6.19	82.93Aa	14.15	76.65Aa	23.48	74.40Aa
	CK	0.44		1.81		5.48		12.52		30.33		36.26		60.59		91.78	

注:同列数据后标有不同小写、大写字母者分别表示差异显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。

日防效差异显著。

点 2 调查结果显示(表 5),处理 A 在 5 月 9—27 日防治效果较好,防效分别为 96.97%、82.15%、85.29%,6 月 1—15 日防治效果一般,分别为 73.09%、67.87%、67.85%;处理 B 在整个试验期表现出良好的防治效果,防效分别为 85.86%、87.18%、95.26%、92.62%、90.38%、87.98%。应用 DMRT 法对 5 月 9 日至 6 月 15 日调查防效进行比较分析,5 月 9 日、5 月 20 日、5 月 27 日防效差异不显著,6 月 1 日、6 月 7 日、6 月 15 日防效差异极显著。

点 3 调查结果显示(表 5),处理 A 在 5 月 16—30 日有较好的防治效果,防效分别为 82.50%、81.36%、73.04%,6 月 5 日、6 月 12 日防效一般,分别为 68.24%、62.99%,6 月 18 日

较差,防效为 57.41%;处理 B 在整个试验期表现出良好的防治效果,防效分别为 96.97%、90.48%、88.73%、89.80%、83.89%、80.04%。应用 DMRT 法对 5 月 16 日至 6 月 18 日调查防效进行比较分析,5 月 16 日调查的防效差异不显著,5 月 23 日、5 月 30 日、6 月 5 日、6 月 12 日防效差异显著,6 月 18 日防效差异极显著。

2.3 综合评价

试验结果表明,在 CARAH 模型指导下,在保护性杀菌剂最佳使用时间内使用保护性杀菌剂,在前期有较好的防治效果,但后期雨水较多时,防控效果一般,尤其侵染湿润期较长时,2013 年息烽县青山乡青山村基地,2014 年息烽县小寨坝镇南桥村基地,后期基本上不能有效控制马铃薯晚疫病的发生。

表 5 2014 年不同处理对马铃薯晚疫病的防治效果

地 点	处 理	04-20		04-26		05-05		05-16		05-21		05-26		06-03		06-10	
		病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)
点 1	A	0.07	61.11	0.44	58.55Aa	0.59	78.29Aa	1.44	71.33Bb	2.89	75.16Ab	4.7	80.30Ab	26.85	61.6Ab	33.33	59.34Bb
	B	0.11	27.78	0.04	97.44Aa	0.33	89.18Aa	0.59	88.06Aa	1.41	87.98Aa	1.07	95.50Aa	4.63	93.38Aa	13.44	83.68Aa
	CK	0.30		1.19		2.63		5.15		11.52		24.74		70.15		82	
点 2 处理		05-03		05-09		05-20		05-27		06-01		06-07		06-15			
		病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)		
	A	0.07		0.04	96.97Aa	0.93	82.15Aa	2.33	85.29Aa	10.26	73.09Bb	14.33	67.87Bb	26.74	67.85Bb		
	B	0.04		0.11	85.86Aa	0.67	87.18Aa	0.74	95.26Aa	2.81	92.62Aa	4.3	90.38Aa	10	87.98Aa		
点 3 处理	CK	0.07		0.81		5.3		16.81		38.15		44.52		83.19			
		05-05		05-16		05-23		05-30		06-05		06-12		06-18			
		病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)	病指	防效(%)		
	A	0.04		0.11	82.50Aa	0.81	81.36Ab	5.52	73.04Ab	21.26	68.24Ab	35.78	62.99Ab	42.59	57.41Bb		
	B	0.07		0.04	96.97Aa	0.41	90.48Aa	2.33	88.73Aa	6.89	89.80Aa	15.63	83.89Aa	19.96	80.04Aa		
	CK	0.10		0.89		4.41		20.85		67.26		96.74		100			

注:同列数据后标有不同小写、大写字母不同分别表示差异显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。

在治疗性杀菌剂最佳使用时间内使用治疗性杀菌剂,对马铃薯晚疫病的防控效果良好,该模型具有较强的防控指导意义。

3 讨论

在 CARAH 模型指导下,能否矫正防控参数,可在前期保护性杀菌剂最佳使用时间内使用保护性杀菌剂,到后期在治疗性杀菌剂最佳使用时间内使用治疗性杀菌剂,既可以节约防治成本,又可以有效延缓病原菌对治疗性杀菌剂的抗性增长,同时又能取得较好的防治效果。

2013 年、2014 年马铃薯晚疫病均呈大发生,尤其马铃薯中后期,雨水频繁,有利于马铃薯晚疫病的发生蔓延,试验中后期保护性杀菌剂处理防效一般。如马铃薯晚疫病中等发生年份,在 CARAH 模型指导下,在保护性杀菌剂最佳使用时间内使用保护性杀菌剂能否取得较好防治效果,还需进一步研究。

本试验选用的马铃薯品种为中薯 3 号、费乌瑞它,2 个品种属于马铃薯晚疫病感病品种,如应用抗病品种,在 CARAH 模型防控指导下,在保护性杀菌剂最佳使用时间内使用保护性杀菌剂是否能取得较好的防控效果,也还需进一步研究。

参考文献:

[1]唐建锋,苏 跃,焦明姚,等. 贵州省马铃薯晚疫病数字化监测预

警系统建设与应用[J]. 耕作与栽培,2014(5):47-48,52.
[2]杨 芮,方治国,詹家绥,等. 马铃薯晚疫病病菌在贵州和云南的交配型分布与卵孢子生物学特性分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):122-124.
[3]吴石平,何永福,杨学辉,等. 贵州马铃薯病害调查研究[J]. 农学报,2012,2(6):31-34.
[4]陈春艳,王朝海,白永生,等. 不同稀释倍数代森锰锌防治马铃薯晚疫病的药效试验[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):106-107.
[5]孙茂林,李树莲,赵永昌,等. 马铃薯晚疫病预测模型与预警技术研究进展[J]. 植物保护,2004,30(5):15-19.
[6]曹克强,胡同乐,张风华,等. 中国马铃薯晚疫病预警系统的建立[C]//中国植物保护学会. 面向 21 世纪的植物保护发展战略论文集. 北京:中国科学技术出版社,2001:1166-1169.
[7]张志铭,曹克强,张 红,等. 中国马铃薯晚疫病流行和预测预报的研究进展[M]//陈伊里,屈冬玉. 中国马铃薯研究与产业开发. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2004:31-37.
[8]谢开云,车兴壁,Ducatillon C,等. 比利时马铃薯晚疫病预警系统及其在我国的应用[J]. 中国马铃薯,2001,15(2):67-71.
[9]张 斌,耿 坤,余杰颖,等. 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.
[10]DB52/T 568—2009 马铃薯晚疫病监测技术规范[S]. 2009.