

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2013)02-0162-04

病虫害防治

## 防治马铃薯晚疫病新药剂—丁子香酚

田恒林\*, 沈艳芬, 肖春芳, 高剑华, 张远学

(湖北恩施中国南方马铃薯研究中心; 恩施土家族苗族自治州农业科学院;  
湖北省农业科技创新中心鄂西综合试验站, 湖北 恩施 445000)

**摘要:** 利用比利时 CARAH 预警系统指导分别施药 4 次, 研究了 8 种药剂对马铃薯晚疫病的控制作用以及对马铃薯产量的影响, 为防治马铃薯晚疫病提供科学依据。结果表明: 0.3% 丁子香酚 SL 对晚疫病的防治效果和马铃薯的增产效果最好, 其他依次是 52.5% 恶唑菌酮·霜脲 WDG、60% 锰锌·氟吗啉 WP、64% 恶霜·锰锌 WP、80% 代森锰锌 WP、50% 烯酰吗啉 WP、80% 三乙膦酸铝 WDG、35% 甲霜灵 WP, 其中 0.3% 丁子香酚 SL 处理 4 次后对晚疫病的防效为 80.25%, 比对照增产达 51.09%。0.3% 丁子香酚 SL 作为生物药剂, 兼有安全环保、持效期长等优点, 可在马铃薯产区大面积推广应用。

**关键词:** 丁子香酚; 马铃薯晚疫病; 药剂防治; 比利时 CARAH 预警系统

## A New Fungicide for Potato Late Blight Control—Eugenol

TIAN Henglin\*, SHEN Yanfen, XIAO Chunfang, GAO Jianhua, ZHANG Yuanxue

(Southern Potato Research Center of China; Enshi Academy of Agricultural Sciences; Western Hubei Integrated  
Experimental Station of Hubei Agricultural Innovation Science Center, Enshi, Hubei 445000, China)

**Abstract:** The effects of eight fungicides against potato late blight and on the yield of potato were tested, with four times spraying under the guidance of Belgian CARAH warning system in order to provide an important theoretical base for the control of potato late blight. The results showed that Eugenol 0.3% SL had the best activity with 80.25% control and an increase in yield by 51.09% compared with the control, followed by Famoxadone + Cymoxanil 52.5% WDG, Mancozeb + Flumorph 60% WP, Oxadixyl + Mancozeb 64% WP, Mancozeb 80% WP, Dimethomorph 50% WP, Triethyl aluminum phosphate 80% WDG, and Metalaxyl 35% WP. Eugenol 0.3% SL as the biological agent, with the advantages of safety, environment-friendly character and long duration, could be used extensively to control potato late blight in the field.

**Key Words:** Eugenol; potato late blight; chemical control; Belgian CARAH warning system

恩施州是湖北省马铃薯主产区之一, 2012 年种植面积 12.23 万  $\text{hm}^2$ 。晚疫病是制约马铃薯增产高产的主要限制因素之一, 多雨高湿的恩施地区是马铃薯晚疫病的常发区、重灾区, 一般年份因病造成减产 20% 左右, 暴发年份减产 40% 以上, 有的田块几近绝收<sup>[1, 2]</sup>。目前防治马铃薯晚疫病除了选用抗病品种以外, 主要是依赖药剂防治, 但在实际生产中主要存在两大问题, 一是用于防治

晚疫病的药剂较为单一, 而长期使用易产生抗药性, 导致防效大大下降; 二是薯农对晚疫病防治的重视不够, 在生产中不能准确使用药剂<sup>[3, 4]</sup>。本试验通过新生物药剂丁子香酚和 7 种常用化学药剂防治马铃薯晚疫病的田间药效对比试验, 旨在筛选出经济有效的杀菌剂, 并结合比利时 CARAH 马铃薯晚疫病预警系统, 确定最佳的施药时间和施药次数, 为马铃薯生产应用药剂防治提供科学依据<sup>[5]</sup>。

收稿日期: 2013-01-22

基金项目: 高产优质马铃薯育种技术研究及新品种选育与推广课题(2007-620-001-03)。

作者简介: 田恒林(1955-), 男, 土家族, 研究员, 从事马铃薯遗传育种研究。

\* 通信作者(Corresponding author): 田恒林, E-mail: th4567890@126.com。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试品种：马铃薯‘米拉’(Mira)；供试药剂：0.3%丁子香酚 SL(保定市亚达化工有限公司)，35%甲霜灵 WP(江苏宝灵化工股份有限公司)，60%锰锌·氟吗啉 WP(双工，沈阳科创化学有限公司)，80%三乙膦酸铝 WDG(浙江世佳科技有限公司)，80%代森锰锌 WP(久生，北京燕化永乐农药有限公司)，50%烯酰吗啉 WP(阿克白，德国巴斯夫公司)，52.5%恶唑菌酮·霜脲 WDG(抑快净，美国杜邦公司)，64%恶霜·锰锌 WP(杀毒矾，瑞士先正达公司)。

### 1.2 试验设计

试验地设在恩施市三岔乡鸦沐羽村，海拔 1000 m，黄壤土，肥力中等，前茬马铃薯，所有试验小区的栽培条件一致。播种时间为 2012 年 3 月 5 日，施复合肥 750 kg/hm<sup>2</sup>(N-P-K：15-15-15)作底肥，4 月 21 日追苗肥(尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>)，同时中耕除草。

9 个处理，0.3%丁子香酚 SL 4.5 g ai/hm<sup>2</sup>，35%甲霜灵 WP 420 g ai/hm<sup>2</sup>，60%锰锌·氟吗啉 WP 1080 g ai/hm<sup>2</sup>，80%三乙膦酸铝 WDG 2 160 g ai/hm<sup>2</sup>，80%代森锰锌 WP 2 160 g ai/hm<sup>2</sup>，50%烯酰吗啉 WP 300 g ai/hm<sup>2</sup>，52.5%恶唑菌酮·霜脲 WDG 315 g ai/hm<sup>2</sup>，64%恶霜·锰锌 WP 1 920 g ai/hm<sup>2</sup>，清水处理作对照。每个处理重复 3 次，采用随机区组排列，共 27 个小区。每小区设 4 行，共 40 株，小区长 3.33 m，宽 2 m，面积为 6.66 m<sup>2</sup>。

### 1.3 试验方法

根据比利时 CARAH 预警系统(Conce 模型)确定施药时间，第 1 次喷药时间从晚疫病菌第三代侵染开始，每代初次侵染积分达到 5~7 分时选择晴天进行药剂防治，即 5 月 15 日第 1 次施药，5 月 20 日第 2 次施药，5 月 26 日第 3 次施药，5 月 31 日第 4 次施药<sup>[5]</sup>。

调查各小区马铃薯晚疫病发病情况，药前调查病级，分别于第 1 次施药后 5 d、第 2 次施药后 6 d、第 3 次施药后 5 d、第 4 次施药后 6 d 调查，共 5 次。每个小区 5 点取样法，每个点调查 2 株，计算病情指数和防治效果，并对防效进行新复极差显著性分析。6 月 16 日收获时各小区挖取所有薯块测产，进行产量比较，并计算商品薯率(薯块重量 ≥ 50 g 为商品

薯)。施药后调查马铃薯是否受到所施药剂的药害影响，药害的症状类型以及药害程度等。

病害分级标准采用 GB/T 17980.34-2000，0 级：叶片无病斑；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 50% 以上。

### 1.4 计算方法

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

防治效果(%) =  $[1 - (\text{CK}_0 \times \text{PT}_1) / (\text{CK}_1 \times \text{PT}_0)] \times 100$

式中，CK<sub>0</sub> 为空白对照区施药前病情指数，CK<sub>1</sub> 为空白对照区施药后病情指数，PT<sub>0</sub> 为药剂处理区施药前病情指数，PT<sub>1</sub> 为药剂处理区施药后病情指数。

## 2 结果与分析

### 2.1 喷施药剂对马铃薯植株的直接影响

田间调查结果显示，所有药剂处理区与对照区马铃薯均正常生长，无畸形、黄化、落叶等药害症状出现，说明在试验剂量下所有的供试药剂对马铃薯生长安全，无药害发生。

### 2.2 不同药剂处理对马铃薯晚疫病的防效

试验结果表明，施药前所选田块马铃薯晚疫病病害发生分布均匀，施药后药剂处理区病情指数均低于对照区，且防治效果随着施药次数的增加而增强，但不同药剂处理之间的防效有所不同。第 1 次施药 5 d 后调查结果显示 0.3%丁子香酚 SL 和 52.5%恶唑菌酮·霜脲 WDG 防效最好，分别为 65.46% 和 62.15%；其次是 60%锰锌·氟吗啉 WP 和 64%恶霜·锰锌 WP，防效分别为 55.92% 和 53.68%；再次是 80%代森锰锌 WP、50%烯酰吗啉 WP 和 80%三乙膦酸铝 WDG，防效分别为 47.58%、46.90% 和 43.79%；35%甲霜灵 WP 防效最差仅为 32.00%。第 2 次施药后 6 d、第 3 次施药后 5 d 调查的试验结果与第 1 次施药后 5 d 相比，各药剂处理之间的防效差异基本保持一致。其中 0.3%丁子香酚 SL 防效最好，从 70.03% 上升至 75.54%。4 次施药后 6 d 调查，0.3%丁子香酚 SL 防治效果高达 80.25%，其他 7 种药剂防效均在 76.57% 以下。方差分析结果表明，0.3%丁子香酚 SL 除与 52.5%恶唑菌酮·霜脲 WDG 防效之间差异不显著外，与其他 6 种药剂防效间差异都达到

表 1 不同药剂处理对马铃薯晚疫病的防效  
Table 1 Effects of various fungicides to potato late blight

处理 Treatment	药前病 情指数 Disease index before spraying	1 次药后 5 d Five days after 1st spraying		2 次药后 6 d Six days after 2nd spraying		3 次药后 5 d Five days after 3rd spraying		4 次药后 6 d Six days after 4th spraying	
		病情指数 Disease index	防效(%) Control efficacy	病情指数 Disease index	防效(%) Control efficacy	病情指数 Disease index	防效(%) Control efficacy	病情指数 Disease index	防效(%) Control efficacy
		before spraying	index	index	efficacy	index	efficacy	index	efficacy
0.3%丁香酚 SL Eugenol 0.3% SL	5.01	4.79	65.46 aA	12.38	70.03 aA	15.96	75.54 aA	16.64	80.25 aA
52.5%恶唑菌酮·霜脲 WDG Famoxadone + Cymoxanil 52.5% WDG	5.43	5.67	62.15 abA	14.79	66.84 aA	20.11	71.58 abAB	21.32	76.57 abAB
60%锰锌·氟吗琳 WP Mancozeb + Flumorph 60% WP	5.26	6.44	55.92 bcAB	16.27	61.60 abAB	22.69	67.07 bcAB	25.11	71.88 bcABC
64%恶霜·锰锌 WP Oxadixyl + Mancozeb 64% WP	4.89	6.32	53.68 bcAB	16.72	59.97 abcAB	22.39	65.11 bcABC	24.99	69.71 cdBC
80%代森锰锌 WP Mancozeb 80% WP	4.63	6.71	47.58 cdB	17.52	54.33 bcAB	23.29	61.61 cdBCD	27.51	64.72 deCD
50%烯酰吗琳 WP Dimethomorph 50% WP	4.76	7.01	46.90 cdB	19.55	50.06 bcBC	28.13	55.01 deCD	32.91	59.45 efDE
80%三乙磷酸铝 WDG Triethyl aluminum phosphate 80% WDG	4.60	7.22	43.79 dB	19.48	48.61 cBC	28.80	52.21 eD	35.17	54.51 fE
35%甲霜灵 WP Metalaxyl 35% WP	5.23	9.79	32.00 eC	27.47	35.25 dC	41.50	38.69 fE	51.14	41.35 gF
对照 CK	4.92	13.73	—	40.63	—	63.10	—	82.73	—

注: 平均数比较采用新复极差法。小写字母表示 0.05 显著水平, 大写字母表示 0.01 显著水平。表中数据为 3 次重复的平均值, 下同。

Note: Mean comparison was made using DMRT, with lowercase letters standing for 0.05 significant level, and the capital letters for 0.01 significant level. The data in the table is the average of 3 repeats. The same below.

表 2 不同药剂处理对马铃薯产量的影响  
Table 2 Effects of various fungicides on potato yield

处理 Treatment	小区平均产量(kg) Plot mean yield	比对照增产(±%) Compared with CK	显著性 Significance		商品薯率(%) Marketable tuber percentage
			0.05	0.01	
0.3%丁香酚 SL Eugenol 0.3% SL	12.45	51.09	a	A	66.18
52.5%恶唑菌酮·霜脲 WDG Famoxadone + Cymoxanil 52.5% WDG	11.79	43.04	ab	A	59.13
60%锰锌·氟吗琳 WP Mancozeb + Flumorph 60% WP	11.16	35.48	ab	AB	51.06
64%恶霜·锰锌 WP Oxadixyl + Mancozeb 64% WP	10.98	33.25	ab	AB	48.27
80%代森锰锌 WP Mancozeb 80% WP	10.66	29.41	bc	AB	41.08
50%烯酰吗琳 WP Dimethomorph 50% WP	10.42	26.46	bc	ABC	37.91
80%三乙磷酸铝 WDG Triethyl aluminum phosphate 80% WDG	10.38	25.93	bc	ABC	35.66
35%甲霜灵 WP Metalaxyl 35% WP	9.13	10.84	cd	BC	29.01
对照 CK	8.24	—	d	C	18.20

显著水平。由此可知, 0.3%丁子香酚 SL 对防治马铃薯晚疫病有显著效果, 且持效期长、稳定性好(表 1)。

### 2.3 不同药剂处理对马铃薯产量的影响

测产结果表明, 所有药剂处理对马铃薯产量和商品率的影响显著, 表现为不同程度的增产。其中, 0.3%丁子香酚 SL 处理的小区平均产量最高, 为 12.45 kg, 比对照增产 51.09%; 其次是 52.5%恶唑菌酮·霜脲 WDG, 小区平均产量为 11.79 kg, 比对照增产 43.04%; 再次是 60%锰锌·氟吗啉 WP、64%恶霜·锰锌 WP、80%代森锰锌 WP、50%烯酰吗啉 WP 和 80%三乙膦酸铝 WDG, 小区平均产量为 10.38~11.16 kg, 增产幅度为 25.93%~35.48%; 35%甲霜灵 WP 的小区平均产量为 9.13 kg, 增产 10.84%。在商品薯率方面, 0.3%丁子香酚 SL 处理的商品薯率最高, 为 66.18%, 其他 7 种化学药剂处理的商品薯率为 29.01%~59.13%, 对照处理的商品薯率最低, 仅为 18.20%。由此可知, 0.3%丁子香酚 SL 对马铃薯有显著的增产效果, 且商品薯率较高(表 2)。

## 3 讨 论

### 3.1 药剂防治是有效防治马铃薯晚疫病的重要手段

马铃薯晚疫病的发生、流行与气候条件关系极为密切, 低温高湿、早晚多雾多露的环境条件极易发病<sup>[1, 6]</sup>。2012 年在马铃薯生长季节连续的阴雨天气导致晚疫病发生较严重, 马铃薯产量较 2011 年有所减产, 商品薯率明显下降。本试验选用了 1 种新生物药剂丁子香酚和 7 种当地常用化学药剂, 田间调查结果显示, 药剂处理区的晚疫病病情指数(16.64~51.14)明显低于对照区(82.73), 且增产效果显著, 其中丁子香酚、抑快净、杀毒矾、双工分别处理对马铃薯的增产效果超过 33.25%。因此, 合理使用药剂能有效防治晚疫病, 并提高马铃薯产量。

### 3.2 药剂防治应与马铃薯晚疫病预警系统相结合

利用比利时 CARAH 马铃薯晚疫病预警系统, 能在马铃薯生长期全程实时监测田间温、湿度等气象因子, 分析预测晚疫病田间流行时间, 以便及时组织预防<sup>[5]</sup>。本试验根据预测预报结果选择晴天喷施药剂共 4 次, 分别在病菌第三代首次侵染积分 5~7 分时进行第 1 次施药、在病菌第四代首次侵染积分 5~7 分时进行第 2 次施药、在病菌第五代首次侵染积分 5~7 分时进行第 3 次施药、在病菌第六代首次

侵染积分 5~7 分时进行第 4 次施药, 丁子香酚等 8 种药剂对马铃薯晚疫病的防效为 41.35%~80.25%。因此, 在建立马铃薯晚疫病测报站的地区, 结合预警系统指导施药时间、次数等, 可有效控制病害的发生和流行, 减轻灾害损失。

### 3.3 丁子香酚防治马铃薯晚疫病的应用前景广阔

丁子香酚是一种能有效防治马铃薯晚疫病的生物农药, 其中含有的溶菌酶化合物能溶解霜疫霉菌, 由植物的叶、茎、根部吸收, 并有向上传导功能, 发病的作物喷药后, 病原菌的游动孢子马上变型, 被溶解消失。郭成瑾等<sup>[7]</sup>研究表明, 丁子香酚在晚疫病发生初期喷施 2~3 次防病效果可达 72.17%以上, 比空白对照增产 25.53%。陆立银等<sup>[8]</sup>研究发现, 丁子香酚 1 000 倍和 1 500 倍处理的晚疫病发病率、病情指数均低于甲霜灵锰锌 500 倍处理和空白对照。目前, 丁子香酚防治马铃薯晚疫病在南方马铃薯主产区未见报道。本试验中, 0.3%丁子香酚 SL 作为生物药剂, 对马铃薯晚疫病的防效高达 80.25%, 产量比对照增产 51.09%, 两项指标均明显超过其他 7 种常用化学药剂, 有望在马铃薯生产上大面积推广使用。丁子香酚具有安全、环保、无残留、药效治疗迅速、持效期长等优点, 将愈来愈受到薯农的欢迎, 具有广阔的应用前景<sup>[9]</sup>。

## [参 考 文 献]

- [1] 湖北恩施中国南方马铃薯研究中心. 西南山区马铃薯栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [2] 肖春芳, 田恒林, 沈艳芬, 等. 马铃薯晚疫病生物防治研究进展[M]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与水资源高效利用. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2012.
- [3] 李永国, 王志伟. 马铃薯晚疫病综合防治方法及改进措施[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(9): 1781-1783.
- [4] 李萍. 马铃薯晚疫病发生现状与防治对策[J]. 植物保护, 2011(7): 26-27.
- [5] 谢开云, 车兴壁. 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.
- [6] 池再香, 卢瑶, 肖钧, 等. 气象因子对马铃薯晚疫病发生规律的影响[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(9): 69-71.
- [7] 郭成瑾, 张丽荣, 沈瑞清, 等. 防治马铃薯晚疫病药剂筛选试验[J]. 农药, 2012, 51(2): 151-153.
- [8] 陆立银, 谢奎忠, 罗爱花, 等. 丁子香酚防治马铃薯晚疫病效果研究[M]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与水资源高效利用. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2012.
- [9] Slininger P J, Schisler D A, Ericsson L D, et al. Biological control of post-harvest late blight of potatoes[J]. Biocontrol Science and Technology, 2007, 17(5/6): 647-663.