



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.

# 六种生物药剂防治马铃薯晚疫病的筛选试验

张茂明,顾鑫,杨晓贺,姚亮亮,高雪冬,刘伟,邱磊,丁俊杰

(黑龙江省农业科学院佳木斯分院,黑龙江佳木斯 154007)

**摘要:**为了研究生物药剂对马铃薯晚疫病的防治效果,本试验选择了6种生物药剂,在大田常规栽培模式下进行马铃薯晚疫病防治的药效比较试验。结果表明:不同处理对马铃薯晚疫病均具有防治和增产的效果。其中,0.3%的丁子香酚防治和增产效果最好,防效达82.58%,增产20.97%,净增加效益3 472.30元·hm<sup>-2</sup>;其次是3%多抗霉素,防效达81.44%,增产20.54%,净增加效益3 064.40元·hm<sup>-2</sup>。

**关键词:**生物药剂;马铃薯;防治;晚疫病;产量;效益

我国是马铃薯生产大国,马铃薯播种面积和总产量均居世界第一位<sup>[1]</sup>。马铃薯也是黑龙江省四大主要农作物之一,在粮食结构与农业种植结构调整中发挥重要作用<sup>[2-3]</sup>。马铃薯晚疫病是由致病疫霉(*Phytophthora infestans*)引起的,该病又称疫病、马铃薯瘟,是一种导致马铃薯茎叶死亡和块茎腐烂的毁灭性病害<sup>[4]</sup>。马铃薯晚疫病作为马铃薯生产中的主要病害之一,在黑龙江省每年都有不同程度的发生和流行,在多雨、冷凉、利于晚疫病流行的地区和年份,它不仅能够侵染植株的营养组织,还能够导致植株提前枯死,产量损失20%~50%,给马铃薯生产带来巨大的经济损失,晚疫病已成为近年来黑龙江省马铃薯产业发展的制约因素<sup>[5]</sup>。

现阶段农民对马铃薯晚疫病重视不足,在生产中不能准确使用药剂<sup>[6-7]</sup>,或者在病害发生时大量使用化学药剂。近些年科研人员虽然已经选育并推广了许多抗耐晚疫病的马铃薯品种,但当前化学防治仍然是减轻马铃薯晚疫病危害的重要措施<sup>[8]</sup>。化学药剂的施用会导致土壤和地下水污染,威胁农业生产和粮食安全,造成农业生态环境破坏,不利于农业可持续发展。

近些年随着生物药剂的关注度不断提高,利用生物药剂防治马铃薯主要病害的研究也不断增加。苟先涛等<sup>[9]</sup>利用枯草芽孢杆菌、10%多抗霉素进行马铃薯晚疫病的防治试验,得出枯草芽孢

杆菌、10%多抗霉素对马铃薯晚疫病防效分别达85.12%和76.83%。田恒林等<sup>[10]</sup>利用生物药剂0.3%丁子香酚与7种化学药剂进行马铃薯晚疫病防治的对比试验,研究表明0.3%丁子香酚对马铃薯晚疫病防效达72.17%以上,比对照增产25.53%。徐雪亮等<sup>[11]</sup>利用播期土壤处理法研究得出3%多抗霉素对马铃薯晚疫病防效达51%。本研究选取生产中应用较广泛的6种生物药剂,在马铃薯大田常规种植模式下,利用喷雾处理在生物药剂之间对防治马铃薯晚疫病进行田间药效对比试验,旨在筛选对马铃薯晚疫病具有较好防治效果的生物药剂,为马铃薯的安全生产提供技术支撑和科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

参试马铃薯品种为克新13,由黑龙江省农业科学院克山分院选育并提供。供试药剂及相关信息详见表1。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2021年在黑龙江省农业科学院佳木斯分院10号地块马铃薯试验地内进行。重茬种植马铃薯。5月9日播种,垄宽65 cm,株距25 cm。底肥深施磷酸二铵(225.00 kg·hm<sup>-2</sup>)、硫酸钾(225.00 kg·hm<sup>-2</sup>)和马铃薯专用复合肥(300.00 kg·hm<sup>-2</sup>)。试验采用随机区组设计,设6个处理和1个清水对照,3次重复,小区面积30 m<sup>2</sup>。田间管理同普通马铃薯田。试验药剂分别于7月21日、7月28日、8月4日喷施,均使用3WBD-20A型背负式电动喷雾器人工叶面均匀喷雾,于药剂喷施后7 d进行病害调查。调查取样为小区5点取样法,每点取3株,调查全部叶片<sup>[8]</sup>。9月20日收获,秋季小区全部收获测产。

收稿日期:2021-09-23

基金项目:黑龙江省应用技术与开发计划项目(GA20 B104);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX07-12, HNK2019CX14)。

第一作者:张茂明(1975—),男,硕士,副研究员,从事植物保护研究。E-mail:zkzzmm@163.com。

通信作者:丁俊杰(1974—),男,博士,研究员,从事植物保护研究。E-mail:me999@126.com。

表 1 供试药剂明细表

处理	药剂	含量(剂型)	每次使用量	生产商
A	木霉菌	2 亿活孢子·g <sup>-1</sup> (可湿性粉剂)	3.00 kg·hm <sup>-2</sup>	山东诺泰药业
B	寡雄腐霉菌	100 万孢子·g <sup>-1</sup> (可湿性粉剂)	0.30 kg·hm <sup>-2</sup>	捷克生物制剂
C	多抗霉素	3%(可湿性粉剂)	3.00 kg·hm <sup>-2</sup>	延边春雷生物药业
D	丁子香酚	0.3%(可溶液剂)	1.50 L·hm <sup>-2</sup>	南通神雨绿色药业
E	苦参碱	0.5%(可溶液剂)	1.50 kg·hm <sup>-2</sup>	保定市亚达化工
F	大黄素甲醚	0.5%(可溶液剂)	1.80 L·hm <sup>-2</sup>	内蒙古清源保生物科技
G(CK)	清水			

1.2.2 测定项目及方法 分别于7月28日、8月4日、8月11日药前调查各小区马铃薯晚疫病病级,观察马铃薯植株有无矮化、畸形、皱缩现象。使用便携式叶面图像分析仪 CI-420 仪器测量叶面积与病斑面积<sup>[12]</sup>,确定马铃薯晚疫病叶片病级,计算病情指数<sup>[13]</sup>和防治效果<sup>[14]</sup>。

马铃薯晚疫病分级标准采用 GB/T 17980.34—2000<sup>[14]</sup>,0 级: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。

病情指数 =  $\frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相对数值})}{\text{调查总叶数} \times 9} \times 100$

防治效果(%) =  $(1 - \frac{CK_0 \times PT_1}{CK_1 \times PT_0}) \times 100$

式中:CK<sub>0</sub>为对照施药前病情指数,CK<sub>1</sub>为对照施药后病情指数,PT<sub>0</sub>为处理区施药前病情指

数,PT<sub>1</sub>为处理区施药后病情指数。

9月20日收获时各小区挖取所有薯块进行测产,并进行产量比较,同时计算出商品薯率(薯块重量≥50 g 为商品薯)并进行效益比较分析。

1.2.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2010 计算,采用 DPS 7.05 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同药剂处理对马铃薯植株的直接影响

试验期间田间调查显示,各处理在施药后马铃薯均正常生长,无茎叶黄化、卷曲、植株畸形等药害症状出现,说明在试验剂量下供试的生物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治效果

由表 2 可以看出,施药前试验田所选田块马铃薯晚疫病病害发生分布均匀无差异,试验结果表明,施药后药剂处理区病情指数均低于对照区,并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。

表 2 不同生物药剂喷施后马铃薯晚疫病病情指数和防治效果

处理	施药前病情指数	第一次施药 7 d 后		第二次施药 7 d 后		第三次施药 7 d 后	
		病情指数	防效/%	病情指数	防效/%	病情指数	防效/%
A	3.85	6.93	50.44 cC	17.55	56.57 cC	27.50	60.90 cC
B	3.34	4.47	63.17 bB	8.56	73.56 bB	13.12	78.51 bB
C	4.01	4.77	67.26 aA	8.73	77.55 aA	13.60	81.44 aA
D	3.69	4.17	68.88 aA	7.82	79.80 aA	11.74	82.58 aA
E	4.13	5.74	61.70 bB	12.32	71.56 bB	17.54	76.75 bB
F	3.56	7.01	45.86 dD	16.51	55.81 cC	26.78	58.82 dD
G(CK)	3.75	13.63		39.36		68.52	

注:采用新复极差法进行多重比较,不同大小写字母表示在 P≤0.01 水平和 P≤0.05 水平差异显著。下同。

6 种生物药剂处理对马铃薯晚疫病防效在 3 次施药 7 d 后均达到 58.82%以上。其中寡雄腐霉菌、3%多抗霉素、0.3%丁子香酚、0.5%苦参碱 4 个处理在 3 次施药 7 d 后病情指数≤17.54,

防效≥76.75%;0.3%丁子香酚和 3%多抗霉素处理对马铃薯晚疫病的防效最好,均达到 80%以上,与其他处理差异达到极显著。各处理对马铃薯晚疫病防效从高到低依次为 0.3%丁子香酚>

3%多抗霉素>寡雄腐霉菌>0.5%苦参碱>木霉菌>0.5%大黄素甲醚>对照。

2.3 不同处理对马铃薯商品薯率及产量的影响

由表3可以看出,6种生物药剂处理中,控制病情指数较低、防效较高的处理商品薯率、产量、增产率也较高。0.3%丁子香酚和3%多抗霉素处理的马铃薯产量与商品薯率最高,增产率均达到20%以上,产量极显著高于其他处理。6个处理的马铃薯商品薯率从高到低依次为3%多抗霉素>0.3%丁子香酚>0.5%苦参碱>寡雄腐霉菌>木霉菌>0.5%大黄素甲醚>对照。6个处理的马铃薯产量从高到低依次为0.3%丁子香酚>3%多抗霉素>寡雄腐霉菌>0.5%苦参碱>木霉菌>0.5%大黄素甲醚>对照。

表 3 不同处理对马铃薯商品薯率与产量的影响

处理	商品薯率/%	产量/(kg·hm <sup>2</sup> )	增产率/%
A	76.25 cC	26842.00 cC	14.14
B	81.63 bB	27621.00 bB	17.46
C	86.36 aA	28269.00 aA	20.54
D	85.87 aA	28447.00 aA	20.97
E	81.96 bB	27128.00 bcB	15.36
F	75.68 cC	26254.00 dD	11.64
G(CK)	60.44 dD	23516.00 eE	-

2.4 不同药剂处理对马铃薯效益的影响

0.3%丁子香酚和3%多抗霉素处理的马铃薯净增加效益均较高,分别为3 472.30和3 064.40元·hm<sup>2</sup>,且显著高于其他药剂处理。6个处理的马铃薯净增加效益从高到低依次为0.3%丁子香酚>3%多抗霉素>0.5%苦参碱>木霉菌>寡雄腐霉菌>0.5%大黄素甲醚(表4)。

表 4 不同药剂处理对马铃薯效益的影响

处理	增加产量/ (kg·hm <sup>2</sup> )	增加效益/ (元·hm <sup>2</sup> )	用药成本/ (元·hm <sup>2</sup> )	净增加效益/ (元·hm <sup>2</sup> )
A	3326.00	2660.80	855.00	1805.80 D
B	4105.00	3284.00	1620.00	1664.00 E
C	4753.00	3802.40	738.00	3064.40 B
D	4931.00	3944.80	472.50	3472.30 A
E	3612.00	2889.60	405.00	2484.60 C
F	2738.00	2190.40	528.00	1662.40 E
G(CK)	-	0	0	0

注:马铃薯按照市场价格0.8元·kg<sup>-1</sup>计算。

3 讨论

本研究对6种生物药剂防治马铃薯晚疫病进行了对比试验,结果表明,6种生物药剂对防治马铃薯晚疫病均具有一定的效果,第三次喷药7 d后防效均在50%以上,产量均较对照增加10%以上。说明生物药剂能够很好地防治马铃薯晚疫病。一般情况下,马铃薯晚疫病的防治适期为行内封垄期,整个生育期内用药数次才能达到较好的防效<sup>[15]</sup>。本试验的6种生物药剂处理在马铃薯晚疫病发病初期喷施,对马铃薯晚疫病的整体防治效果较好,可能与生物药剂的施用时间准确并连续3次喷施有关。

试验首次引入木霉菌、0.5%苦参碱、0.5%大黄素甲醚用于马铃薯晚疫病的防治,其防治与增产效果低于0.3%丁子香酚、3%多抗霉素、寡雄腐霉菌。其中,0.3%丁子香酚和3%多抗霉素防治效果最佳,商品薯率均达到85%以上,增产效果均达到20%以上,防效均达到80%以上,净增加收益最高。寡雄腐霉菌、木霉菌对防治马铃薯晚疫病也达到一定的防效和增产效果,但用药成本较高,净增加效益不及0.3%丁子香酚和3%多抗霉素。

本试验中,0.3%丁子香酚的处理与对照相比增产20.97%,对马铃薯晚疫病防效达到82.58%,效果最佳。与赵常安等<sup>[16]</sup>研究表明丁子香酚能有效防治马铃薯晚疫病,并起到增产的效果相一致,具有安全、环保的特点。徐雪亮等<sup>[11]</sup>对3%多抗霉素防治马铃薯晚疫病的试验中采用的是播种前种植沟内进行土壤一次浇灌的处理方式。本试验中采用的是分期3次喷雾的处理方式。虽然处理方式不同,但2种处理方式均取得了较理想的防效。下一步将继续试验研究0.3%丁子香酚和3%多抗霉素混合配比后对马铃薯晚疫病的防治效果。

本试验中0.3%丁子香酚、0.5%苦参碱、0.5%大黄素甲醚均为提取于丁香、苦豆子、苦楝、大黄等植物源的生物型杀菌剂。寡雄腐霉菌、木霉菌、3%多抗霉素亦属于生物型杀菌抗菌剂,均具有低毒的特点,使用中对环境污染小,生态效益好,具有广泛的应用前景。如丁子香酚含有的溶菌霉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<sup>[10]</sup>。

马铃薯晚疫病的流行程度取决于品种的抗病性及大气温湿度适宜性与持续时间。试验中 6 种生物药剂都取得了较好的防效,这与马铃薯晚疫病发病初期适时用药,并连续 3 次用药密切相关,说明适时、多次用药是防治马铃薯晚疫病的关键。另外,改变农民轻防重治的思想,实施茄科以外的作物轮作、选择无病种薯播种、销毁中心病株都是切实有效地防治马铃薯晚疫病的措施<sup>[17-18]</sup>。

## 4 结论

目前,市面上用于专业防治马铃薯晚疫病的生物药剂较少。本试验采用了生产中应用较广泛的 6 种生物药剂进行马铃薯晚疫病田间药效对比试验,结果表明 0.3% 丁子香酚和 3% 多抗霉素第三次喷雾 7 d 后防效均达到 80% 以上,商品薯率均达到 85% 以上,增产效果均达到 20% 以上,净增加效益最高。说明 0.3% 丁子香酚和 3% 多抗霉素是防治马铃薯晚疫病效果比较理想的生物药剂。

## 参考文献:

[1] 罗其友,高明杰,张烁,等. 中国马铃薯产业国际比较分析[J]. 中国农业资源与区划,2021,42(7):1-8.

[2] 盛万民,李庆全,王绍鹏,等. 2020 年黑龙江省马铃薯产业发展现状、存在问题及“十四五”建议[C]//金黎平,吕文河. 马铃薯产业与绿色发展(2021). 哈尔滨:黑龙江技术出版社,2021:34-35.

[3] 贺加永. 中国马铃薯产业发展现状及建议[J]. 农业展望,2020,16(9):34-39.

[4] 祝菊澧,梁静思,王伟伟,等. 马铃薯致病疫霉研究进展[J]. 微生物学通报,2020,47(3):952-966.

[5] 吕文河,敖翔,吕典秋,等. 2013—2015 年黑龙江省马铃薯

晚疫病菌群体结构研究[J]. 东北农业大学学报,2018,49(1):19-26.

[6] 李萍. 马铃薯晚疫病发生现状与防治对策[J]. 农业科技与信息,2011(7):26-27.

[7] 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.

[8] 杨晓贺,丁俊杰,顾鑫,等. 8 种药剂对马铃薯晚疫病的防治效果试验[J]. 中国马铃薯,2012,26(6):367-370.

[9] 苟先涛,陈晓,苏远帮,等. 枯草芽孢杆菌、多抗霉素对马铃薯晚疫病防治效果初探[J]. 耕作与栽培,2015(2):34-35.

[10] 田恒林,沈艳芬,肖春芳,等. 防治马铃薯晚疫病新药剂——丁子香酚[J]. 中国马铃薯,2013,27(3):162-165.

[11] 徐雪亮,刘子荣,曾绍民,等. 5 种生物药剂防治马铃薯主要病害田间药效试验[J]. 中国农学通报,2020,36(9):122-126.

[12] 祁漫宇,朱维斌. 叶面积指数主要测定方法和设备[J]. 安徽农业科学,2012,40(31):15097-15099.

[13] 向礼波,龚双军,汪华,等. 三种化学药剂对马铃薯晚疫病的防效评价[J]. 湖北农业科学,2017,56(24):4774-4776.

[14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 农药、田间药效试验准则 1: 杀菌剂防治马铃薯晚疫病:GB/T 17980. 34—2000[S]. 北京:中国标准出版社,2005.

[15] 赵滨. 氟啶胺和氟霜唑对马铃薯晚疫病防治效果及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2018(4):48-50.

[16] 赵常安,田建新,赵东雷. 植物源农药丁子香酚对马铃薯晚疫病的防治效果[C]//屈冬玉,陈伊里. 马铃薯产业与现代可持续农业(2015). 哈尔滨:哈尔滨地图出版社,2015:446-448.

[17] 张小燕,马玉林,孙全花. 马铃薯晚疫病综合防治技术研究[J]. 甘肃科技纵横,2021,50(7):17-20.

[18] 陈万利. 黑龙江省马铃薯晚疫病的发生与防治对策[C]//陈伊里,屈冬玉. 马铃薯产业与科技扶贫(2011). 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2011:423-424.

# Screening Test of Six Biological Agents Against Potato Late Blight

ZHANG Mao-ming, GU Xin, YANG Xiao-he, YAO Liang-liang, GAO Xue-dong, LIU Wei, QIU Lei, DING Jun-jie

(Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** In order to study the control effect of biological agents on potato late blight, six biological agents were selected to carry out a comparative test on the control effect of potato late blight under the field conventional cultivation mode. The results showed that different treatments had the effects of controlling and increasing production of potato late blight. Among them, 0.3% eugenol had the best control effect and yield increase, with control effect of 82.58%, yield increase of 20.97%, and net increase benefit was 3 472.30 yuan·hm<sup>-2</sup>; Followed by 3% polyantimycin, the control effect was 81.44%, the yield increased by 20.54%, and the net benefit increased by 3 064.40 yuan·hm<sup>-2</sup>.

**Keywords:** biological agents; potatoes; prevention and control; late epidemic; yield; benefit