



闫嘉琦, 金山, 吴京姬, 等. 四种生物制剂对马铃薯安全性及晚疫病防治效果评价[J]. 黑龙江农业科学, 2022(12):44-48.

四种生物制剂对马铃薯安全性及晚疫病防治效果评价

闫嘉琦, 金山, 吴京姬, 郎贤波, 许震宇, 康哲秀

(延边朝鲜族自治州农业科学院(延边特产研究所), 吉林 龙井 133400)

摘要:为了减少马铃薯晚疫病防治中化学农药喷施剂量和次数,降低对马铃薯品质和环境的潜在威胁,本研究选择4种生物药剂在两个地区进行马铃薯晚疫病田间试验。结果表明,1 000亿孢子·g⁻¹枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、0.3%丁子香酚可溶液剂、5%香芹酚水剂、0.5%苦参碱水剂对马铃薯安全,且对马铃薯晚疫病均有防治效果,防效为35.86%~71.41%,商品率比对照增加0.9~5.1百分点;增产幅度2.6%~7.6%;增加产值34.3~2 656.5元·hm⁻²,增效0.1%~6.3%。

关键词:生物制剂;晚疫病;防治效果;安全性

21世纪以来粮食安全一直是我国关注的焦点,第四大主粮马铃薯在我国粮食体系中占据重要地位^[1]。马铃薯营养丰富,含人体必需的多种氨基酸和维生素,既可鲜食又可深加工,有巨大的社会需求^[2]。马铃薯晚疫病作为马铃薯主要病害一直备受关注,一般发病年份造成马铃薯减产20%~30%,发病严重的可减产50%以上^[3-6]。马铃薯种植长期使用常规药剂,药剂作用机制单一,导致有较高的抗性风险^[6-10]。但目前,生产上还是主要依赖化学农药进行防控,化学农药喷施剂量和次数的增加,对马铃薯品质的潜在威胁加大^[11]。随着人们环保意识的增加,环境友好、高效、低毒、低残留的农药剂型备受关注^[12],同时绿色环保、减药减肥的农业研究推广也是现代农业的发展之路。中药类叶面处理剂香芹酚,植物免疫诱抗剂阿泰灵等部分产品均有相关报道^[13],但对马铃薯晚疫病缺乏系统的比较和研究。枯草芽孢杆菌广泛存在于自然界中,无污染而且对人畜无毒无害,具有很强的抗逆性和抗菌活性;香芹酚是绿色的植物源农药,是通过多种中草药提取配制而成,对多种作物病虫害有很好的防治效果^[14-15];丁子香酚是通过丁香中提取的植物杀菌剂,植物通过根、茎、叶吸收向上传导,具有绿色、安全、无残留、药

效好、持效期长等特点。苦参碱是在苦参干燥根茎中提取的一种主要活性成分^[16]。之前国内对苦参碱的报道多是杀虫方面^[17],近年来,对苦参碱植物病原菌抑菌效果的研究也逐渐增多,通过研究苦参碱发现其对许多病原菌都有较强的抑制效果^[18-19]。为了进一步明确4种植物源杀菌剂对马铃薯晚疫病的作用及安全性,在两地通过田间药效试验对马铃薯晚疫病的防效及安全性等方面进行研究,为4种植物源药剂的推广与使用提供科学指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

2021年选取吉林省敦化市和吉林省扶余市两地进行田间试验,敦化市属中温带湿润季风气候中的温凉区,年无霜期120d左右,年平均降雨620mm左右,光能资源丰富,雨量充沛且雨热同季。扶余市属温带季风气候区,年无霜期145d左右。年平均降水1 456mm左右,两地均适宜马铃薯的种植,且马铃薯晚疫病常年发生。试验地土壤、肥力中等,条件一致。

1.2 材料

供试品种为延薯13号,高感晚疫病,由延边州农业科学院选育。

供试药剂:1 000亿孢子·g⁻¹枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(德强生物股份有限公司);0.3%丁子香酚可溶液剂(保定市亚达益农农业科技有限公司);5%香芹酚水剂(华植河北生物科技有限公司);0.5%苦参碱水剂(保定市亚达益农农业科技有限公司)。

收稿日期:2022-09-12

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-09)。

第一作者:闫嘉琦(1989—),男,硕士,助理研究员,从事马铃薯病害研究。E-mail:596997190@qq.com。

通信作者:康哲秀(1980—),男,硕士,研究员,从事马铃薯育种及栽培技术与示范推广。E-mail:1276269690@qq.com。

1.3 试验设计

试验药剂于马铃薯晚疫病发病初期进行喷雾防治,以喷施清水为空白对照,马铃薯晚疫病防控

的化学用药方案见表 1。试验共设 5 个处理,3 次重复,小区面积 40 m²,随机区组分布,施药间隔期 7 d,连续用药 5 次。

表 1 供试药剂

处理	药剂	剂量	厂家	用法
1	1000 亿孢子·克 ⁻¹ 枯草芽孢杆菌	195 g·hm ⁻²	德强生物股份有限公司	喷雾
2	0.3%丁子香酚	1500 mL·hm ⁻²	保定市亚达益农农业科技有限公司	喷雾
3	5%香芹酚	675 mL·hm ⁻²	华植河北生物科技有限公司	喷雾
4	0.5%苦参碱	1200 mL·hm ⁻²	保定市亚达益农农业科技有限公司	喷雾

1.4 测定项目及方法

1.4.1 药害情况 每次用药前及末次药后观察各处理马铃薯有无药害产生,如果有药害记录药害的具体程度及类型,以○、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ记录,○代表无药害;Ⅰ代表轻度药害,不影响正常生长;Ⅱ代表中度药害,可恢复,不影响产量;Ⅲ代表重度药害,对马铃薯生长、产量及品质均有影响并造成一定损失;Ⅳ代表严重药害,对马铃薯生长、产量及品质均有严重影响。同时记录马铃薯的有益影响。

1.4.2 病情指数和防效 在施药前调查病情基数,第一次施药后 7 d 和最后一次施药后 7 d 调查各处理病情指数,五点对角线取样,每点调查 2 株,调查植株全部叶片,病叶分级^[20](表 2)。通过病叶分级计算病情指数和防治效果。

表 2 马铃薯晚疫病分级标准

病情严重度分级	分级标准
0	无病斑
1	病斑面积占整个叶片面积的 5%以下
3	病斑面积占整个叶片面积的 6%~10%
5	病斑面积占整个叶片面积的 11%~25%
7	病斑面积占整个叶片面积的 26%~50%
9	病斑面积占整个叶片面积的 50%以上

病情指数=Σ(各级病叶数×相对级数值)/(调查总叶数×9)×100

防治效果(%)=(对照病情指数-处理病情指数)/对照病情指数×100

1.4.3 产量和效益 在马铃薯收获前,对各处理间进行测产及成本比较分析。为消除边际效应取中间 2 垄 5 点取样,薯块分大薯、小薯(大薯≥100 g,小薯<100 g)和病薯。计算马铃薯产量,大薯增

产率和产值。

增产率(%)=[(处理区产量-对照区产量)/对照区产量]×100

大薯增产率(%)=[(处理区大薯产量-对照区大薯产量)/对照区大薯产量]×100

1.5 数据分析

采用 Excel 2003 和 DPS v7.05 进行数据统计分析,显著性分析利用邓肯氏新复极差法(DM-RT)进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同植物源杀菌剂对马铃薯长势和安全性的影响

调查发现在吉林省 2 个地区喷施 4 种植物源药剂,马铃薯整个生育期内均正常生长,叶片颜色、开花整齐度、植株高度与对照无显著差异。各处理不同浓度药害程度均为○,均未产生药害,未观察到对其他非靶标生物有影响,对马铃薯安全,说明 4 种植物源药剂在试验剂量下对马铃薯安全性良好。

2.2 不同植物源杀菌剂对马铃薯晚疫病防控效果的影响

由表 3 可知,4 个处理在 2 个地区对马铃薯晚疫病均有一定的防治效果,平均防效为 35.86%~71.41%,其中 0.3%丁子香酚可溶液剂在推荐使用剂量范围内防效最好,防效为 70.36%~71.41%,1 000 亿孢子·g⁻¹枯草芽孢杆菌可湿性粉剂的防效为 56.29%~61.49%,5%香芹酚水剂防效为 35.86%~41.41%,0.5%苦参碱水剂防效为 36.12%~39.36%。在两个试验地点均为 0.3%丁子香酚可溶液剂防效最好,防效极显著高于其他处理。

表 3 两个试验点 4 种植物源杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果

地点	药剂	剂量/(g·hm ⁻²)	药前病指	第一次调查		最后一次调查	
				病情指数	防效/%	病情指数	防效/%
敦化	1000 亿孢子·g ⁻¹ 枯草芽孢杆菌	195	0.06	1.59 bB	44.10 bB	2.52 bB	56.29 bB
	0.3%丁子香酚	1500	0.06	1.07 aA	62.33 aA	1.65 aA	71.41 aA
	5%香芹酚	675	0.08	1.76 cC	38.12 cC	3.38 cC	41.41 cC
	0.5%苦参碱	1200	0.09	1.84 cC	35.43 cC	3.68 dD	36.12 dD
	空白对照	-	0.07	2.84 dD	-	5.76 eE	-
扶余	1000 亿孢子·g ⁻¹ 枯草芽孢杆菌	195	0.04	1.11 bA	55.21 bB	2.34 bB	61.49 bB
	0.3%丁子香酚	1500	0.04	0.89 aA	64.28 aA	1.80 aA	70.36 aA
	5%香芹酚	675	0.05	1.57 cB	37.21 cC	3.90 cC	35.86 cC
	0.5%苦参碱	1200	0.05	1.50 cB	39.85 dC	3.68 cC	39.36 cC
	空白对照	-	0.04	2.50 dC	-	6.07 dD	-

注:表中数据为 3 次重复平均值,不同大小写字母分别表示处理间在 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.3 不同植物源杀菌剂对马铃薯产量的影响

由表 4 可知,在 2 个地区 4 种药剂处理马铃薯产量和商品率均较对照有一定程度的增加,4 种药剂处理商品率 72.0%~76.5%,比对照增加 0.9~5.1 百分点。

不同药剂处理在两地马铃薯产量均显著或极显著高于对照。其中施用 0.3%丁子香酚可溶液剂的产量和商品率最高,产量 40 131.0~48 580.5 kg·hm⁻²,商品率 73.5%~76.5%,显著高于其他处理。

表 4 两个试验点 4 种植物源杀菌剂对马铃薯产量的影响

地点	药剂	剂量/(g·hm ⁻²)	商品率/%	产量/(kg·hm ⁻²)	产值/(元·hm ⁻²)
敦化	1000 亿孢子·g ⁻¹ 枯草芽孢杆菌	195	73.9 abcAB	38797.5 bA	41332.5 bB
	0.3%丁子香酚	1500	76.5 aA	40131.0 aAB	43666.5 aA
	5%香芹酚	675	74.1 abAB	38575.5 bcAB	41143.5 bcB
	0.5%苦参碱	1200	72.3 bcB	38130.0 bcAB	40065.0 cBC
	空白对照	-	71.4 cB	37240.5 cC	38808.0 dC
扶余	1000 亿孢子·g ⁻¹ 枯草芽孢杆菌	195	72.6 abAB	46579.5 bBC	49047.0 bB
	0.3%丁子香酚	1500	73.5 aA	48580.5 aA	51547.5 aA
	5%香芹酚	675	72.0 bcAB	46912.5 bB	49180.5 bB
	0.5%苦参碱	1200	72.5 abAB	46467.0 bBC	48901.5 bB
	空白对照	-	71.0 cB	45244.5 cC	47013.0 cC

2.4 成本分析

由表 5 可知,4 种药剂在 2 个地区商品率均高于空白对照,产量和产值均比对照增加,平均增产幅度在 2.6%~7.6%;平均增加产值 34.3~2 656.5 元·hm⁻²;平均增效 0.1%~6.3%。其

中施用 0.3%丁子香酚可溶液剂用药成本最高达 150 元·hm⁻²,但其产量和产值均最高,分别为 44 356.5 kg·hm⁻²和 47 607.0 元·hm⁻²,产量和产值增加最多,明显高于其他处理。

表 5 各药剂处理在两试验点平均增产增效情况

处理	产量/ (kg·hm ⁻²)	产值/ (元·hm ⁻²)	商品率比对照 增加/%	增加产量/ (kg·hm ⁻²)	增产率/%	用药成本/ (元·hm ⁻²)	增加产值/ (元·hm ⁻²)	增效/%
1	42688.5 bB	45190.5 bB	2.1	1446.0	3.6	30	1484.3	3.6
2	44356.5 aA	47607.0 aA	3.8	3114.0	7.6	150	2656.5	6.3
3	42744.0 bB	45162.0 bB	1.9	1501.5	3.7	102	34.3	0.1
4	42298.5 bBC	44484.0 bB	1.2	1056.0	2.6	135	297.8	0.6
5(CK)	41242.5 cC	42910.5 cC	-	-	-	-	-	-

注:商品薯按 1.3 元·kg⁻¹,非商品薯按 0.4 元·kg⁻¹计算。

3 讨论

目前,用于防治马铃薯晚疫病的生物药剂比较少,张瑞萍等^[21]通过试验研究表明 1 000 亿孢子·g⁻¹ 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂对马铃薯晚疫病防效在 75.30%~92.98% 之间,马铃薯的增产率高达 41.14%;魏敏等^[22]通过田间试验测出 5% 香芹酚水剂对马铃薯晚疫病防效高达 83.13%。近年来,有研究发现,丁子香酚能够速治疗多种农作物真菌、细菌性病害^[23-24],苦参碱可应用于烟草、果蔬等作物的病虫害防治,并取得了良好防效^[25],这 4 种药剂作用机理不同,但其低毒、低残留、环境友好等特性有很大开发潜能,目前对于防治马铃薯晚疫病方面的研究还较少。本研究开展了 4 种药剂对马铃薯晚疫病的田间药效试验,结果表明 4 种药剂在 2 个地区对马铃薯晚疫病均有一定的防治效果,防效为 35.86%~71.41%,4 个处理产量和产值在两地均比对照增加,平均增产幅度在 2.6%~7.6%;平均增加产值 34.3~2 656.5 元·hm⁻²;平均增效 0.1%~6.3%。表明这 4 种生物制剂对马铃薯晚疫病均具有一定的防控效果,建议不同地区不同需求的种植者根据实际情况将 4 种生物制剂交替使用,延缓病原抗药性的产生,在生产实践中做到科学合理施药。由于本研究仅在两个地区开展了试验,后期有待于扩大试验范围,同时开展主产区相关试验,针对不同品种、不同地区,不同环境因素等条件下是否对晚疫病依旧有较好的防治效果进行深入研究。同时,关于 4 种生物药剂与其他不同类型的化学药剂的混合施用是否能够起到增效作用,从而达到预防和有效控制病害蔓延的效果还需进一步试验。本试验研究结果可为下一步开展马铃薯晚疫病田间防治研究提供科学指导。

4 结论

本研究结果表明,4 种植物源生物药剂对马铃薯晚疫病均有一定的防治效果,在试验剂量下未见产生药害,对马铃薯安全。其中 5% 香芹酚水剂和 0.5% 苦参碱水剂对马铃薯晚疫病的防治效果一般,1 000 亿孢子·g⁻¹ 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂和 0.3% 丁子香酚可溶液剂对马铃薯晚疫病防治效果较好。建议在马铃薯晚疫病发病初期用 1 000 亿孢子·g⁻¹ 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂和 0.3% 丁子香酚可溶液剂与化学药剂混合施用,有利于减少化学农药残留,降低环境污染。

参考文献:

- [1] 谢从华. 马铃薯产业的现状与发展[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2012(1):28-29.
- [2] 吕巨智, 染和, 姜建初. 马铃薯的营养成分及保健价值[J]. 中国食物与营养,2009(3):51-52.
- [3] 黄冲, 刘万才. 近几年我国马铃薯晚疫病流行特点分析与监测建议[J]. 植物保护,2016,42(5):142-147.
- [4] 陈萌山, 王小虎. 中国马铃薯主食产业化发展与展望[J]. 农业经济问题,2015,26(12):4-11.
- [5] 刘洋, 罗其友, 高明杰. 马铃薯产业及其区域格局研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社,2015.
- [6] 罗其友, 刘洋, 高明杰, 等. 中国马铃薯产业现状与前景[J]. 农业展望,2015,11(3):35-40.
- [7] 刘波微, 李洪浩, 彭化贤, 等. 防治马铃薯晚疫病新农药筛选及经济效益评价[J]. 西南农业学报,2013,26(2):595-600.
- [8] 李洪浩, 雷高, 徐成勇, 等. 9 种杀菌剂对马铃薯晚疫病的田间防效[J]. 中国植保导刊,2013(8):56-58.
- [9] 张欣杰, 宋文睿, 陈汉, 等. 马铃薯晚疫病化学防控现状与展望[J]. 中国植保导刊,2021,41(6):33-39.
- [10] MORTON V, STAUBT. A short history of fungicides[J]. APSnet Feature Articles, 2008 [2022-01-10]. https://www.researchgate.net/publication/270743690_A_Short_History_of_Fungicides. DOI: 10. 1094/APSnetFeature-2008-0308.
- [11] 赵强, 朱杰华, 刘芳明, 等. 河北省马铃薯早疫病和晚疫病农药减施防控技术研究[C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与精准扶贫 2017. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社,2017:449-455.
- [12] 骆世明. 构建我国农业生态转型的政策法规体系[J]. 生态学报,2015,35(6):2020-2027.
- [13] 高玉林, 徐进, 刘宁, 等. 我国马铃薯病虫害发生现状与防控策略[J]. 植物保护,2019,45(5):106-111.
- [14] 安永学, 董芳. 5% 香芹酚对辣椒白粉病的防治效果[J]. 兰州交通大学学报,2016,35(4):162-164.
- [15] 董芳, 沈彤, 何意林, 等. 5% 香芹酚水剂防治葡萄霜霉病的田间药效试验[J]. 兰州交通大学学报,2018,37(4):138-142.
- [16] 苗抗立, 张建中, 董颖, 等. 苦参的化学成分及药理的研究进展[J]. 天然产物研究与开发,2001,13(2):69-73.
- [17] 郑永权, 姚建仁, 邵向东. 苦参化学成分及农业应用研究概况[J]. 农药科学与管理,2000,21(1):24-26,30.
- [18] 韦平英, 梁英, 侯美珍. 苦参生物碱对几种植物病原菌的抑制作用研究初报[J]. 广西植保,2003,16(2):1-2.
- [19] 严清平, 袁奎奎, 姜辉, 等. 苦参生物碱对植物病原菌的离体抗菌活性研究[J]. 农药科学与管理,2007,28(12):46-49.
- [20] 农业部农药检定所. 农药田间药效试验准则(一)[M]. 北京: 中国标准出版社,2000:141-143.
- [21] 张瑞萍, 王家军, 李鹏. 1000 亿活芽孢/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂对马铃薯晚疫病的防效[J]. 江苏农业科学,2012,40(4):131-133.
- [22] 魏敏, 孙婧, 陈婷婷, 等. 5% 香芹酚水剂对马铃薯晚疫病的田间防效[J]. 现代农业,2021,20(3):53-55.
- [23] 林述平, 凌晓曦, 邓召利, 等. 丁子香酚对辣椒疫霉病的毒力测定[J]. 江西农业学报,2011,23(2):102-106.
- [24] 杨勇, 王建华, 吉沐祥, 等. 植物源农药丁子香酚与苦参碱及其混配到葡萄灰霉病的毒力测定及田间防效[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):160-163.
- [25] 章冰川, 徐晖. 苦参碱及其类似物的农用生物活性及结构修饰研究进展[J]. 农药学报,2019,21(5):609-626.

Effects of Field Control and Safety on Potato Late Blight by Four Biological Fungicides

YAN Jia-qi, JIN Shan, WU Jing-ji, LANG Xian-bo, XU Zhen-yu, KANG Zhe-xiu

(Yanbian Korean Autonomous Prefecture Academy of Agricultural Sciences (Yanbian Specialty Products Research INstitute), Longjing 133400, China)

Abstract: In order to reduce the dosage and frequency of chemical pesticide spraying in the prevention and control of potato late blight, and reduce the potential threat to potato quality and environment, four biological agents were selected to conduct field trials of potato late blight in two regions. In this experiment, four biological fungicides were selected to field trials of potato late blight in two areas. The results showed that 100 billion spores \cdot g $^{-1}$ of *Bacillus subtilis* WP, eugenol 0.3% SL, carvacrol 5% AS and matrine 0.5% AS were safety to potato and had effective control to potato late blight. The control effect of potato late blight were 35.86%-71.41%, and the commodity rate increased by 0.9-5.1 percentage points, the yield increased by 2.6%-7.6%, the output value increased by 34.3-2 656.5 yuan \cdot ha $^{-1}$, and the effect increased by 0.1%-6.3%.

Keywords: biological fungicides; potato late blight; control effect; safety

(上接第 43 页)

Effects of BR and DA-6 Compounded with S₃₃₀₇ Seed Dressing on Growth and Yield of Soybean Under Drought Stress at Seedling Stage

GE Xin, REN Hui-lin, CHEN Xun-qi, LIN Nan, WU Tian-yi, JIN Xi-jun

(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: In order to reduce the loss of soybean production caused by drought stress and provide reference for soybean drought resistance production, Heihe 43 was selected as the test variety. And the effects of seed dressing with S₃₃₀₇ combined with BR and DA-6 on soybean seedling morphology, antioxidant enzyme activities, photosynthesis and yield at harvest stage under drought stress were studied in a glass rain shelter by weighing method. The results showed that compared with drought stress, treatments of BR and DA-6 combined with S₃₃₀₇ at different concentrations could improve soybean seedling growth to a certain extent, and T3 (0.28 mg \cdot L $^{-1}$ BR combined with 2.50 mg \cdot L $^{-1}$ S₃₃₀₇) and T7 (30.00 mg \cdot L $^{-1}$ DA-6 combined with 2.50 mg \cdot L $^{-1}$ S₃₃₀₇) had significant effects on improving soybean seedling biomass. The antioxidant enzyme activities of soybean seedlings could be increased by each complex treatment on the 10th and 20th day after water control, and the effect of T3 and T7 treatments were the most significant. T3 and T7 treatments could significantly increase the *Pn* and *Gs* of soybean seedlings on the 10th day after water control, with the increase ranges of 26.04% and 14.59%, 11.96% and 14.71%, respectively, and the improvement effects of other complex treatments were not significant. The yield of T5 (30.00 mg \cdot L $^{-1}$ DA-6), T3 and T7 treatments were significantly higher than that of the control, and increase rate were 14.87%, 18.55% and 27.70% respectively. The effect of each treatment on protein and fat content was not significant, and even individual treatment significantly reduced fat content. Comprehensive analysis showed that T3 and T7 treatments could significantly improve the drought resistance of seedlings improve photosynthesis, promote seedling growth under drought stress, and significantly increase soybean yield, which could further verify the effect of disaster reduction and yield increase in actual production.

Keywords: BR and DA-6; S₃₃₀₇; soybean; drought stress