

利用药剂组合处理防治马铃薯晚疫病

刘林芳¹, 鲁定国¹, 田辉元¹, 姚友胜¹, 杨兰芳^{2*}

¹来凤县植保站, 湖北 恩施

²湖北大学资源环境学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年9月30日; 录用日期: 2022年10月28日; 发布日期: 2022年11月7日

摘要

马铃薯晚疫病严重影响马铃薯生产和危害粮食安全。为了防止马铃薯晚疫病, 设置了以清水为对照, 三种药剂组合处理种植马铃薯的田间试验。结果表明, 对照的最终发病率接近90%, 而药剂组合处理的最终发病率只在11%~20%之间, 证明药剂组合处理能显著降低马铃薯晚疫病的发病率。药剂组合对马铃薯晚疫病最终防治效果在77%~88%之间, 以B处理(双炔酰菌胺 + 唑啉氟唑吡乙酮 + 霜脲锰锌)的防治效果最佳。对照的发病率与生长时间呈极显著的指数相关, 而药剂组合处理的发病率与生长时间的最高相关类型为二次函数, 说明药剂组合不仅对马铃薯晚疫病具有明显的防治效果, 而且也改变了发病率与生长时间的关系。

关键词

药剂组合, 马铃薯, 晚疫病, 发病率

Control of Potato Late Blight by Combination of Different Fungicides

Linfang Liu¹, Dingguo Lu¹, Huiyuan Tian¹, Yousheng Yao¹, Lanfang Yang^{2*}

¹Laifeng Plant Protection Station, Enshi Hubei

²School of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan Hubei

Received: Sep. 30th, 2022; accepted: Oct. 28th, 2022; published: Nov. 7th, 2022

Abstract

Potato late blight seriously affects potato production and endangers food security. In order to prevent potato late blight, a field experiment was conducted to plant potato with water control

*通讯作者。

文章引用: 刘林芳, 鲁定国, 田辉元, 姚友胜, 杨兰芳. 利用药剂组合处理防治马铃薯晚疫病[J]. 农业科学, 2022, 12(11): 1081-1086. DOI: 10.12677/hjas.2022.1211148

and three fungicide combinations. The results showed that the final incidence rate in control was close to 90%, while the final incidence rates in fungicide combination treatments were only between 11% and 20%, and these proved that the fungicide combination treatment could significantly reduce the incidence rate of potato late blight. The final control effects of fungicide combinations on potato late blight were between 77% and 88%, and the control effect of treatment B (mandipropamid + Zodone Fluthiazole Acetylpyrrolidone + frost urea, manganese zinc) was the best. The incidence rate of the control showed a significant exponential correlation with the potato growth time, while the highest correlation between the incidence rate in the combination treatments and the potato growth time were the quadratic function. This indicated that the combination of fungicides not only had significant control effect on potato late blight, but also changed the relationship between the incidence rate and the potato growth time.

Keywords

Combination of Different Fungicides, Potato, Late Blight, Incidence Rate

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

马铃薯是世界上仅次于小麦、水稻、玉米的第四大粮食作物[1], 马铃薯也是我国的第五大粮食作物, 从种植规模和总产量来看, 我国是马铃薯的第一生产大国[2] [3], 由此马铃薯对粮食安全和食品结构具有重要作用。马铃薯由于营养丰富, 含有淀粉、蛋白质、必需氨基酸、矿质元素和维生素[4], 即可做主食, 也可做蔬菜施用, 所以马铃薯的生产对人民饮食结构和身体健康也具有重要影响。但是马铃薯的病害也比较严重, 尤其晚疫病是栽培马铃薯的最严重的病害[5]。晚疫病是由马铃薯晚疫病菌引起的马铃薯及茄科类植物重要病害, 威胁着粮食安全, 自 18 世纪中叶以来就引起了广泛关注[6]。如何有效的防治马铃薯晚疫病, 是马铃薯栽培管理的重要环节。当前国内外对马铃薯晚疫病的防治技术主要有药剂防治[7] [8]、生物控制[9]、基因防治[10]等。国内外防治马铃薯晚疫病的药剂较多, 但大多数采用单一药剂多次喷施, 而利用多种药剂组合防治马铃薯晚疫病研究报道比较少见。为了有效防治马铃薯晚疫病, 本文报道了不同药剂组合防治马铃薯晚疫病的田间试验观察结果, 为马铃薯晚疫病防治和马铃薯栽培管理提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 试验所用防治药剂

所用药剂增威赢绿为科迪华农业科技公司生产, 恶唑菌酮 + 霜脲氰为美国杜邦公司的 52.5%恶唑菌酮 + 霜脲氰, 银发利为拜耳作物科学有限公司生产, 双炔酰菌胺为先正达农业有限公司生产的 23.4%双炔酰菌胺, 唑啉氟噻唑吡乙酮为美国杜邦公司生产的 31%唑啉氟噻唑吡乙酮, 霜脲锰锌由河北贺森化工有限公司生产的 72%霜脲锰锌, 代森锰锌由河北贺森化工有限公司生产的 80%代森锰锌, 烯酰吗啉为江苏云帆化工有限公司生产的 50%烯酰吗啉, 甲霜锰锌为河北贺森化工有限公司生产的 58%甲霜锰锌。

2.2. 试验场地

试验田位于来凤县革勒镇陈家沟村, 地理位置为北纬 29.55388°, 东经 109.26055°, 海拔 569.0 m。该地块地势平坦, 交通便利, 排灌方便, 前茬作物为生姜。表层土壤 pH 为 5.0, 土壤有机质含量为 37.10 g/kg,

土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量分别为 144.0、7.0 和 40.0 mg/kg。

2.3. 田间试验设计

本试验以相同条件下喷施清水为对照, 三种不同的药剂的组合, 共 4 个处理, 每处理设置 3 次重复, 12 个小区, 随机排列。每个小区长 8 m, 宽 3.5 m, 面积为 28 m²。马铃薯采用深沟高垄双行种植, 每个小区施用 16-6-22(N-P₂O₅-K₂O)复合肥 1.75 kg, 一次性基肥施用。2021 年 1 月 19 日播种, 马铃薯品种为米拉。

A 处理: 增威赢绿 + (噁唑菌酮 + 霜脲氰) + 银发利。

B 处理: 双炔酰菌胺 + 唑啉菌酮 + 霜脲锰锌。

C 处理: 代森锰锌 + 烯酰吗啉 + 甲霜锰锌。

CK 对照: 清水 + 清水 + 清水。

将所用药剂用水稀释至一定浓度, 然后按小区喷施, 喷施量为 75 mL/m²。药剂组合处理的药剂及使用稀释浓度如表 1 所示。

Table 1. The diluted concentration of fungicides in the treatment of fungicide combination

表 1. 药剂组合处理的药剂稀释浓度

处理	一次喷药(4月10日)		二次喷药(4月21日)		三次喷药(5月7日)	
	药剂	稀释浓度	药剂	稀释浓度	药剂	稀释浓度
A	增威赢绿	0.04%	噁唑菌酮 + 霜脲氰	0.066%	银发利	0.15%
B	双炔酰菌胺	0.04%	唑啉菌酮 + 霜脲锰锌	0.06%	霜脲锰锌	0.3%
C	代森锰锌	0.2%	烯酰吗啉	0.2%	甲霜锰锌	0.24%
CK	清水		清水		清水	

2.4. 发病率的观察

用发病株数占总调查株数的百分率表示发病率。第一次施药前 1 天调查每个小区的发病率, 施药后第 3 天再调查每个小区的病株率; 第二次施药前 1 天调查每个小区的病株率及病指, 施药后第 3 天再调查每个小区的病株率及病指; 第三次施药前 1 天, 调查每个小区的病株率, 施药后第 3 天再调查每个小区的病株率。

2.5. 方法实施步骤及影响因素

方法实施步骤: 选地整地→划分小区→开垄施底肥→播种→观察发病率→第一种药剂稀释配制和第一次喷药→观察发病率→第二种药剂稀释配制和第二次喷药→观察发病率→第三种药剂稀释配制和第三次喷药→观察发病率。

影响因素分析: 选地整地时选择地势平坦和肥力均匀的地块作为试验地, 以消除地形地势的影响; 划分小区保持各小区长宽和走向一致, 以保持每个小区的自然状况尽量一致; 垄深与垄宽尽量一致, 底肥品种和施用量一致, 以消除垄和底肥的影响; 播种时各小区马铃薯种的大小和个数尽量一致, 以消除薯种差异的影响; 喷药量定量准确, 喷施时尽量保持个小区均匀度一致; 观察发病率采用标准一致。

3. 结果分析

3.1. 药剂组合处理对马铃薯发病率的影响

由表 2 可见, 与对照相比, 药剂处理前, 各小区的马铃薯发病率差异不显著, 药剂处理后, 不同处

理的马铃薯晚疫病发病率差异显著。第一次喷药下,所有处理的发病率均显著低于对照,马铃薯发病率呈 $CK > C > B > A$,说明 A 处理的防治效果最好。在第二次喷药下,所有药剂处理的发病率均显著低于对照,以 A 处理的发病率最低,B 和 C 处理之间差异不显著。在第三次喷药下,也是所有药剂处理的发病率均显著低于对照,各处理之间也差异显著,马铃薯晚疫病发病率呈 $CK > C > A > B$,表明 B 处理的发病率最低。

Table 2. The incidence rates of potato in different treatments (%)

表 2. 各处理下的马铃薯发病率(%)

处理	处理前	第一次	第二次	第三次
CK	4.06 ± 0.96a	12.39 ± 0.52a	43.62 ± 1.71a	89.12 ± 1.34a
A	3.21 ± 0.91a	0.55 ± 0.43d	5.87 ± 0.46c	14.74 ± 0.52c
B	4.79 ± 0.66a	1.55 ± 0.45c	7.51 ± 0.95b	11.50 ± 0.53d
C	3.64 ± 0.94a	3.59 ± 0.33b	7.25 ± 0.82b	19.60 ± 0.69b

注:发病率表示为平均值 ± 标准差,同列数据后的不同字母表示不同处理之间的差异达到 0.05 的显著水平。

3.2. 药剂组合处理对马铃薯防治率的影响

图 1 可见,各处理的防治率在 71%~96%之间,不同处理之间的防治率存在显著差异。在第一次喷药下,防治率呈 $A > B > C$,第二次喷药下,A 的防治率最高,B 和 C 控制率差异不显著,第三次喷药后,防治率则呈 $B > A > C$ 。随喷药次数增加,A 处理的防治率呈下降趋势,B 处理的防治率呈下降后由升高,C 处理的防治率呈升高后由下降的趋势。

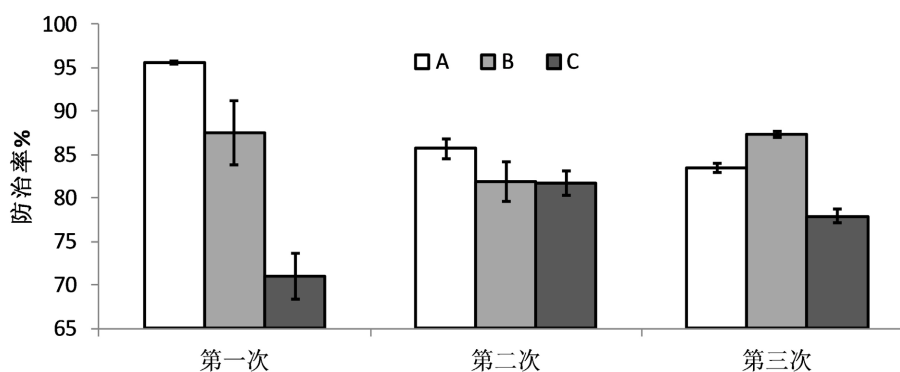


Figure 1. The prevention rate of fungicide combinations to potato late blight

图 1. 药剂组合处理对马铃薯晚疫病的防治率

3.3. 药剂处理对马铃薯发病率与生长时间关系的影响

由表 2 可见,随马铃薯生长时间进程,马铃薯晚疫病发病率呈增加的趋势。为了认识马铃薯晚疫病发病率与生长时间的关系,以发病率为因变量,马铃薯播种天数为自变量进行相关分析,结果如表 3 所示。表 3 可见,药剂处理后马铃薯晚疫病发病率与生长时间的关系不同于对照,不同药剂组合处理,发病率与生长时间的相关程度不同。对照的发病率与生长时间最高相关类型是指数关系,相关关系极显著,而药剂处理下马铃薯的发病率与生长时间的最高相关类型是二次函数,A 处理相关性显著,B 处理相关性极显著,而 C 处理的相关性没有达到显著相关的水平。

Table 3. The correlation analysis between the incidence rate of potato late blight and growing time**表 3.** 马铃薯发病率与生长时间的相关分析

处理	最高类型	相关系数	显著水平	回归方程
CK	指数	0.9942**	<0.01	$y = 0.0372e^{0.0678x}$
A	二次函数	0.9653*	<0.05	$y = 0.0182x^2 - 3.1113x + 132.16$
B	二次函数	1.0000**	<0.01	$y = 0.0134x^2 - 2.3009x + 100.11$
C	二次函数	0.9122	>0.05	$y = 0.0167x^2 - 2.9428x + 124.08$

注: y 表示发病率, x 马铃薯的播种天数; *表示相关性达到 0.05 显著水平, **表示相关性达到 0.01 显著水平。

4. 讨论

有关马铃薯晚疫病的防治多以单一的药剂防治为主, 如刘琼光等[11]运用 10 种药剂分别防治马铃薯晚疫病, 在马铃薯生长期共喷药 5 次, 他们发现有 9 种药剂具有明显的防治效果, 防治率大于 90%, 其中以 72%霜脲锰锌和 50%烯酰吗啉防治效果最好。从本试验的第一次喷药来看, 防治率是 A > B > C, 即增威赢绿 > 双炔酰菌胺 > 代森锰锌, 这与本试验结果一致, 这都说明不同药剂的防治效果不同。用不同药在马铃薯生长期喷药 3 次防治晚疫病的结果发现不同药剂的防治效果在 70%~80% [12], 用 8 种药剂喷施一次来防治马铃薯晚疫病的田间试验发现不同药剂的防治效果在 40%~80%之间[13]。这是说明喷药次数不同, 防治效果也会不同。本试验是用不同药剂喷施三次的组合防治, 最终的防治率在 77%~88%之间, 防治效果优于上述喷施一次[13]和同一药剂喷施三次[12]的效果。有关不同药剂组合防治马铃薯晚疫病研究不多, 韩小女等[14]通过播种期种薯包衣、现蕾期叶面喷施一次保护剂、发病初期和发病中期叶面各喷一次治疗剂的方法防治马铃薯晚疫病发现药剂组合种薯包衣 + 甲霜锰锌 + 氟吡菌胺霜霉威的防治效果最好, 防治效果达到 61%; 设置单独喷施立达霉、单独喷施代森锌和先喷立达霉再喷代森锌等处理来防治马铃薯晚疫病的研究发现防治效果为立达霉 > 立达霉 + 代森锌 > 代森锌[15]。本研究 B 组合即双炔酰菌胺+唑啉氟唑吡乙酮 + 霜脲锰锌的防治效果达到了 87.3%, 说明组合方式不同, 防治效果不同。马铃薯晚疫病会给马铃薯生产带来很大的经济损失[16], 因此研究不同药剂或不同方法的组合防治对于马铃薯晚疫病的防治具有重要的研究和应用前景。

本试验中对照条件下马铃薯晚疫病发病率与生长时间的最高相关关系是指数, 且相关性极显著, 而不同药剂组合处理下马铃薯晚疫病发病率与生长时间的最高相关关系时二次函数, 这说明药剂组合处理改变了晚疫病发病率与马铃薯生长时间的关系。研究药剂防治技术对马铃薯晚疫病发病率与生长时间的关系, 有利于认识晚疫病对马铃薯生长进程的影响, 从而为寻找马铃薯晚疫病的最佳防治时期提供研究方向。有关药剂组合防治的作用机理、药剂组合防治与单一药剂防治对病菌抗药性的影响等方面的研究还有待于深入开展。

5. 结论

对照的最终发病率接近 90%, 不同药剂组合处理的最终发病率 11%~20%之间, 呈 C > A > B, 证明药剂组合处理能显著降低马铃薯晚疫病的发病率, 不同药剂组合的发病率不同。不同药剂组合对马铃薯晚疫病最终防治效果在 77%~88%之间, 以 B 处理的防治效果最佳。对照的发病率与生长呈极显著的指数相关, 而药剂组合处理的发病率与生长时间的最高相关类型为二次函数, B 处理相关性极显著, A 处理的相关性显著, C 处理的相关性不显著, 说明药剂组合不仅显著降低马铃薯晚疫病的发病率, 具有明显的防治效果, 而且改变了发病率与生长时间的关系。本试验结果说明在马铃薯晚疫病防治中开展不同药剂组合防治的研究与应用对于丰富马铃薯晚疫病的防治技术和马铃薯安全生产具有实践价值和应用前景。

参考文献

- [1] 杨小刚, 王艳红, 魏阳, 卫强. 我国马铃薯生产与发达国家对比[J]. 农业工程, 2014, 4(4): 178-181.
- [2] 朱聪. 我国马铃薯产生发展历程及现状研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(27): 11121-11123.
- [3] 刘洋, 高明杰, 何威明, 等. 世界马铃薯生产发展基本态势及特点[J]. 中国农学通报, 2014, 30(20): 78-86.
- [4] 田甲春, 胡新元, 田世龙, 等. 19 个品种马铃薯营养成分分析[J]. 营养学报, 2017, 39(1): 102-104.
- [5] Fry, W. (2008) *Phytophthora infestans*: The Plant (and R Gene) Destroyer. *Molecular Plant Pathology*, **9**, 385-402. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00465.x>
- [6] Yuen, J. (2021) Pathogens Which Threaten Food Security: *Phytophthora infestans*, the Potato Late Blight Pathogen. *Food Security*, **13**, 247-253. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01141-3>
- [7] Xiao, C., Shen, Y., Tian, H., et al. (2014) Control Efficacy of 45% Propamocarb Fenamidone SC against Potato Late Blight. *Plant Diseases and Pests*, **5**, 6-8, 20.
- [8] 金飞跃, 赵振杰, 任乐乐, 等. 十一种杀菌剂防治马铃薯晚疫病的适宜施用时期[J]. 农药学学报, 2016, 18(2): 213-218.
- [9] Fu, X., Liu, S., Ru, J., et al. (2022) Biological Control of Potato Late Blight by *Streptomyces* sp. FXP04 and Potential Role of Secondary Metabolites. *Biological Control*, **169**, 104891-104900. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104891>
- [10] Gebhardt, C. and Valkonen, J.P.T. (2001) Organization of Genes Controlling Disease Resistance in the Potato Genome. *Annual Review of Phytopathology*, **39**, 79-102. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.39.1.79>
- [11] 刘琼光, 陈洪, 罗建军, 等. 10 种杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果与经济效益评价[J]. 中国蔬菜, 2010(20): 62-67.
- [12] 马春晖, 郭满平. 不同杀菌剂对马铃薯晚疫病的防效试验[J]. 现代农业科技, 2020(16): 77-78.
- [13] 陈亚兰, 张健. 不同杀菌剂对马铃薯晚疫病的防治效果[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(6): 359-363.
- [14] 韩小女, 展康, 蔡永占, 等. 不同药剂组合对马铃薯晚疫病的防治效果[J]. 中国马铃薯, 2020(1): 46-52.
- [15] Kankwatsaa, P., Hakizab, J.J. and Olanya, M. (2003) Efficacy of Different Fungicide Spray Schedules for Control of Potato Late Blight in Southwestern Uganda. *Crop Protection*, **22**, 545-552. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00220-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00220-X)
- [16] Guenther, G.F., Michael, K.C. and Nolte, P. (2001) The Economic Impact of Potato Late Blight on US Growers. *Potato Research*, **44**, 121-125. <https://doi.org/10.1007/BF02410098>