

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2016)03-0175-06

几种化学药剂处理对马铃薯粉痂病的防治效果

张智芳¹, 杨海鹰^{1*}, 云庭², 杨丽娜², 昊翔¹

(1. 内蒙古自治区马铃薯繁育中心, 内蒙古 呼和浩特 010031; 2. 内蒙古正丰马铃薯种业股份有限公司, 内蒙古 呼和浩特 010031)

摘要: 近年来, 粉痂病已成为内蒙古自治区马铃薯生产上的主要病害之一, 目前针对该病害没有有效的防治药剂和措施。为筛选出有效的药剂防治马铃薯粉痂病, 于2015年在阴山北麓地区开展马铃薯粉痂病大田防治药剂筛选试验, 并采集带菌土样进行室内盆栽药剂筛选试验。室内试验结果表明, 土壤带菌是主要的初侵染源, 带菌薯次之; 4.5 L/hm²氟啶胺拌土、120倍或150倍液氟啶胺浸种处理对粉痂病的防治有较好效果, 发病率和病情指数显著下降。大田试验结果表明, 120倍液氟啶胺浸种结合3 L/hm²沟施和4.5 L/hm²块茎形成期灌根处理对粉痂病的防治有一定效果, 病指防效为36.4%。

关键词: 化学处理; 马铃薯粉痂病; 防治效果

Control Efficacy of Various Fungicides on Potato Powdery Scab

ZHANG Zhifang¹, YANG Haiying^{1*}, YUN Ting², YANG Lina², HAO Xiang¹

(1. Inner Mongolia Potato Breeding Center, Hohhot, Inner Mongolia 010031, China;

2. Inner Mongolia Zhengfeng Seed Potato Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia 010031, China)

Abstract: In recent years, powdery scab has become one of the important diseases in potato production in Inner Mongolia. Currently, there are no effective measures and fungicides to control the powdery scab. The experiments for controlling the potato powdery scab were conducted in the field and the greenhouse in the northern of Yin Mountains in 2015 for selection of effective fungicide and control of potato powdery scab. The results of greenhouse experiment showed that the powdery scab incidence of the daughter tuber from contaminated soil was higher than that from infected mother tuber, and mixing soils with fluzinam at 4.5 L/ha and soaking seed with 120 or 150 times fluzinam solution had better control efficacy of powdery scab. The result of the field experiment showed that fluzinam, soaking seed with 120 times solution combined with furrow application of 3 L/ha and spraying of 4.5 L/ha at the tuber initiation stage had some control efficiencies of powdery scab, with efficacy being 36.4%.

Key Words: chemical treatment; potato powdery scab; control efficacy

马铃薯粉痂病(Potato powdery scab)是由粉痂菌(*Spongospora subterranea* f. sp. *subterranean*)引起的真菌性土传病害^[1], 主要危害马铃薯的块茎和根部, 在全世界种植马铃薯的温带地区是一种比较流行的病害。如果有充足的水进行灌溉, 即使在干热

的气候条件下, 粉痂病也有可能发生^[2]。国外许多国家和地区, 如以色列^[3]、美国阿拉斯加州^[4]、巴基斯坦^[5]、哥斯达黎加^[6]、韩国^[7]以及意大利^[8]相继报道了该病的发生。国内如云南、甘肃、浙江、广东、贵州、江西和内蒙古等地也均有报道。甚至在

收稿日期: 2016-01-05

作者简介: 张智芳(1977-), 女, 副研究员, 主要从事马铃薯病虫害及栽培技术研究。

*通信作者(Corresponding author): 杨海鹰, 研究员, 主要从事马铃薯栽培技术研究, E-mail: nmzfhyh@163.com。

一些认为环境条件不适宜马铃薯粉痂病发病的地区(如美国北达科他州)也报道了该病的发生^[9]。在一些发现该病较早的国家,如瑞士和德国,粉痂病已成为影响马铃薯产量和品质的首要问题。

内蒙古自治区是中国马铃薯的主产区之一,种植面积约67万hm²,主要的栽培品种为‘费乌瑞它’、‘克新1号’、‘紫花白’、‘夏坡蒂’和‘大西洋’等。近年来,该区马铃薯粉痂病的发病强度和范围逐年加大,已成为马铃薯生产上的重要病害之一。前期的调查研究表明,在四子王旗、包头市固阳县、达茂旗和武川县等地,粉痂病的发病率达30%以上,部分地块的发病率达80%~90%。因此,针对该区目前马铃薯粉痂病的发病情况和严重程度,制定一套切实可行的防治措施以及寻找一种经济有效的防治药剂显得尤为重要,这对于有效控制马铃薯粉痂病的发生进而提高马铃薯的产量和品质具有重要的理论和实际意义。

目前,极其有限的资料报道了安泰生、喹啉铜、倍护和生石灰对马铃薯粉痂病的防治效果,但结果并不一致,而且针对内蒙古马铃薯主产区未见有相关的报道。国外一些研究表明,化学药剂氟啶胺在防治马铃薯粉痂病的发病率和严重程度方面有一定的效果^[10],而且这种药剂在新泽西已被正式登记注册^[11]。国内对氟啶胺的相关研究多集中在对马铃薯晚疫病和疮痂病的防治上^[12,13],而对粉痂病的药效研究未见有资料报道。

鉴于此,本试验结合国内外对粉痂病的防治研究,通过室内盆栽试验和大田试验调查研究了不同化学药剂处理对内蒙古阴山北麓地区马铃薯粉痂病的防治效果,以期筛选出有效的药剂,为大面积控制马铃薯粉痂病的发生提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试马铃薯品种:‘克新1号’,包括原原种健康薯块和带粉痂病菌的原种薯块。

供试药剂:喹啉铜(33.5%悬浮剂,浙江海正化工股份有限公司)、倍护(液体磷钾肥,美国格圃乐股份有限公司)、氟啶胺(50%悬浮剂,日本石原产日株式会社)、安泰生(70%可湿性粉剂,德国拜

耳)、生石灰(呼和浩特金川鑫达珍珠岩白灰厂)。

室内盆栽试验土样:带菌土样采自内蒙古阴山北麓马铃薯粉痂病发病区,采用5点取样法,在耕作层0~30 cm的土层深度采集土样,混合均匀后带回实验室装盆备用。无菌土样为灭菌蛭石。

1.2 试验地概况

大田试验样地设在内蒙古乌兰察布市四子王旗黑沙图村,该地区海拔1 450 m,平均年降雨量110~300 mm,降雨主要集中在8~9月。春季干旱多风,夏季炎热,土壤为栗钙土,平均无霜期108 d。

1.3 田间管理

采用高垄喷管式栽培模式,2015年5月5日播种。施撒可富复合肥(N:P₂O₅:K₂O=12:19:16)900 kg/hm²,磷酸二铵(N 18%, P₂O₅ 46%)150 kg/hm²,第1次中耕追施撒可富复合肥(N:P₂O₅:K₂O=20:0:24)300 kg/hm²,生育期追施尿素(N 47%)180 kg/hm²,硝酸钾(N 13%, K₂O 44%)180 kg/hm²。除试验处理相关设置外,其余均按大田常规栽培方法进行管理。

1.4 试验设计

1.4.1 室内试验设计

试验共设12个处理,每处理20盆,每盆为1个重复,放置于18~20℃的温室中培养,植株在生长过程中土壤始终保持高湿度状态。处理1将原原种健康薯块定植在带菌土样中诱导马铃薯粉痂病发病(病土诱导);处理2将带粉痂病菌的原种薯块定植在无菌土样中诱导马铃薯粉痂病发病(病薯诱导);以上述2种诱导方式作为对照,处理3~8分别将不同药剂均匀拌入盆中上层10 cm的带菌土壤(拌土处理),处理9~12将洗净后的带菌薯块在不同的处理药液中浸泡30 min(浸种处理)。使用的药剂及处理方式见表1。

1.4.2 田间试验设计

试验采用单因子设计方法,各小区完全随机区组排列。试验设8个处理,每个处理5次重复,每小区4行,行距90 cm,行长5 m,小区面积18 m²。田间试验处理药剂及处理方法见表2。

1.5 粉痂病防效调查

粉痂病分级标准采用瑞士联邦理工学院植物学院 Metz 教授^[14]提供的在欧洲广泛采用的6级分级

标准(图1)。

- 1级: 病斑面积占薯块表面积1%~2%;
 - 2级: 病斑面积占薯块表面积2.1%~5%;
 - 3级: 病斑面积占薯块表面积5.1%~10%;
 - 4级: 病斑面积占薯块表面积10.1%~25%;
 - 5级: 病斑面积占薯块表面积25.1%~50%;
 - 6级: 病斑面积占薯块表面积大于50%。
- 待马铃薯自然成熟死亡后, 室内试验每个处理

全部收获, 大田试验每小区调查2行, 每行取3 m。
对收获的薯块进行分级调查, 计算发病率和病情指数。计算公式如下:

$$\text{发病率}(\%) = (\text{发病薯块数} / \text{调查总薯数}) \times 100$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum (\text{各级病薯数} \times \text{各级代表值})}{\text{调查总薯数} \times \text{最高级代表值}} \times 100$$

$$\text{病指防效}(\%) = (\text{处理病情指数} / \text{对照病情指数}) \times 100。$$

表1 室内试验设计方案
Table 1 Design scheme of greenhouse test

处理 Treatment	处理药剂 Fungicide	使用量 Usage	处理方式 Treatment measure
1	无	—	病土诱导
2	无	—	病薯诱导
3	喹啉铜	4.5 L/hm ²	拌土, 定植健康薯块
4	生石灰	750 kg/hm ²	拌土, 定植健康薯块
5	生石灰	1 200 kg/hm ²	拌土, 定植健康薯块
6	氟啶胺	3 L/hm ²	拌土, 定植健康薯块
7	氟啶胺	4.5 L/hm ²	拌土, 定植健康薯块
8	氟啶胺	5.25 L/hm ²	拌土, 定植健康薯块
9	倍护	100倍液	浸种, 定植在灭菌蛭石中
10	氟啶胺	100倍液	浸种, 定植在灭菌蛭石中
11	氟啶胺	120倍液	浸种, 定植在灭菌蛭石中
12	氟啶胺	150倍液	浸种, 定植在灭菌蛭石中

表2 田间试验设计方案
Table 2 Design scheme of field test

处理 Treatment	处理药剂 Fungicide	处理方式 Treatment measure
1	喹啉铜	200倍液浸种 + 3 L/hm ² 沟施
2	倍护	100倍液浸种; 花期用500倍液灌根, 每10 d灌1次, 共3次
3	氟啶胺	120倍液浸种 + 4.5 L/hm ² 沟施
4	氟啶胺	120倍液浸种 + 5.25 L/hm ² 沟施
5	氟啶胺	120倍液浸种 + 3 L/hm ² 沟施 + 4.5 L/hm ² 块茎形成期灌根
6	生石灰	1 200 kg/hm ² 沟施
7	安泰生	4.5 kg/hm ² 沟施
8(CK)	无	清水喷施

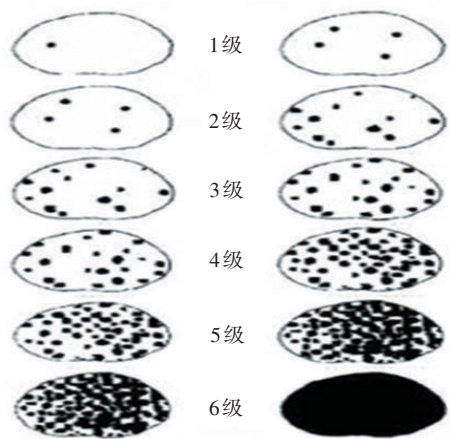


图1 马铃薯粉痂病菌侵染薯块的分级标准
Figure 1 Standard scoring for tuber infection by *S. subterranean* f. sp. *subterranean*

2 结果与分析

2.1 室内试验

2.1.1 不同诱导方式对马铃薯粉痂病发生的影响

由表3可知，病薯诱导和病土诱导2种方式均诱导了马铃薯粉痂病的发病。其中，病土诱导

条件下子代薯块粉痂病的发病率高达88.9%，病情指数26.7，显著高于病薯诱导条件下子代薯块粉痂病的发病率(25.0%)和病情指数(8.3)。2种诱导方式均不影响马铃薯的出苗率。试验结果进一步证明土壤中携带病菌是导致马铃薯粉痂病发病的主要途径。

2.1.2 不同药剂处理对马铃薯植株出苗率及粉痂病发生的影响

由表3可见，4.5和5.25 L/hm²氟啶胺拌土处理时马铃薯出苗率分别为85.0%和75.0%，2种处理间差异显著，且显著低于其他处理，而其他各处理不影响出苗率，但1 200 kg/hm²生石灰拌土处理导致出苗迟缓，幼苗顶端皱缩节间短，叶片皱缩。

不同药剂拌土处理结果显示，各处理子代薯块粉痂病的发病率和病情指数较病土诱导均显著降低。从防治效果来看，4.5 L/hm²氟啶胺拌土处理发病率降到33.3%，病情指数减小到5.6，低于其他各拌土处理，相对病指防效达到79.0%，高于其他各拌土处理；而750 kg/hm²生石灰和4.5 L/hm²喹啉铜拌土处理相对病指防效分别为26.2%和36.0%，防治效果较差。

表3 不同化学药剂处理对温室马铃薯出苗率和粉痂病发病率的影响
Table 3 Effects of various fungicide treatments on greenhouse – grown potato emergence percentage and powdery scab incidence

编号 Code	处理 Treatment	出苗率(%) Emergence percentage	发病率(%) Incidence	病情指数 Disease index	病指防效(%) Control effect
1	病土诱导	100.0 a	88.9 a	26.7 a	—
2	病薯诱导	100.0 a	25.0 e	8.3 e	—
3	喹啉铜(4.5 L/hm ² 拌土)	100.0 a	71.4 b	17.1 c	36.0
4	生石灰(750 kg/hm ² 拌土)	100.0 a	45.5 c	19.7 b	26.2
5	生石灰(1 200 kg/hm ² 拌土)	100.0 a	44.4 c	13.0 d	51.3
6	氟啶胺(3 L/hm ² 拌土)	100.0 a	33.3 d	11.1 d	58.4
7	氟啶胺(4.5 L/hm ² 拌土)	85.0 b	33.3 d	5.6 f	79.0
8	氟啶胺(5.25 L/hm ² 拌土)	75.0 c	50.0 c	8.3 e	68.9
9	倍护(100倍液浸种)	100.0 a	12.5 f	4.2 fg	51.3
10	氟啶胺(100倍液浸种)	100.0 a	23.5 e	6.9 e	16.9
11	氟啶胺(120倍液浸种)	100.0 a	12.0 f	2.7 g	67.5
12	氟啶胺(150倍液浸种)	100.0 a	14.3 f	2.4 g	71.1

注：同列不同字母表示差异显著(P < 0.05)，新复极差法测验。下同。
Note: Different letters within the same column mean significant difference (P < 0.05) using Duncan's method. The same below.

不同药剂浸种处理结果显示, 100 倍液倍护、120 和 150 倍液氟啶胺浸种处理后子代薯块粉痂病的发病率分别为 12.5%、12.0% 和 14.3%, 显著低于病薯诱导处理; 病情指数分别为 4.2、2.7 和 2.4, 也显著低于病薯诱导处理; 相对病指防效分别为 51.3%、67.5% 和 71.1%, 防治效果较好。

上述研究结果表明, 当拌土处理时, 4.5 L/hm² 氟啶胺对粉痂病的防治效果较好; 当浸种处理时, 120 或 150 倍液氟啶胺对粉痂病的防治效果较好。

2.2 田间试验

2.2.1 不同药剂处理对出苗率的影响

调查结果显示, 各试验小区的出苗期均在 5 月 28 日至 29 日, 各处理对出苗率也没有明显影响(数据未显示), 说明各处理田间用药是安全的。

2.2.2 不同药剂处理对粉痂病发生的影响

由表 4 可知, 各药剂除处理 2 外对粉痂病的发病率和病情指数均无显著影响, 结合发病率、病情指数和病指防效 3 个指标, 氟啶胺的 3 种处理对粉痂病发病均有不同程度的防治效果, 均优于其他处理。其中, 处理 5 的病情指数最小, 为 15.0, 病指防效最好, 为 36.4%, 处理 4 的病指防效次之, 为 32.7%, 处理 3 的病指防效为 27.3%。尽管处理 2 的发病率最低, 但病情指数较大, 病指防效

也较低; 处理 1、6、7 的发病率偏高, 均在 50% 以上, 相对病指防效也较差, 分别为 16.0%、16.6% 和 20.0%。

2.2.3 不同药剂处理对马铃薯产量的影响

由表 4 还可知, 各药剂处理后马铃薯产量的增产率为 0.2%~10.0%, 但与对照产量相比差异不显著。处理 5 增产率最高, 处理 1、处理 2 的增产率次之, 其他处理的增产率较低。

综上, 大田试验数据表明, 氟啶胺对粉痂病有一定的防控效果, 但未达到显著水平, 室内盆栽试验中有 3 个处理表现出显著的防效。因此, 对大田施药方法值得进一步探讨。

3 讨 论

马铃薯生产的集约化、易感品种的种植、灌溉频次的增加均是粉痂病发生的主要诱因。马铃薯粉痂病是不病则已, 一病难治, 因此在种植前就要做好防范措施。在马铃薯块茎形成期限制灌溉频次, 避免土壤中含水量过高是防治粉痂病发病的重要措施之一^[2]。

室内试验中, 通过马铃薯带病原种薯块诱导和带粉痂菌的土壤诱导, 确定了种薯传病的可能性以及粉痂菌能在土壤中存活并通过土壤进行传播, 同

表 4 不同化学药剂处理对田间马铃薯粉痂病发病率和产量的影响

Table 4 Effects of various fungicide treatments on field – grown potato yield and powdery scab incidence

处理 Treatment	发病率(%) Incidence	病情指数 Disease index	病指防效(%) Control effect	产量(kg/667m ²) Yield	增产率(%) Increase
1	60.6 a	19.8 a	16.0	2 862 a	9.4
2	30.6 b	18.4 a	21.7	2 866 a	9.6
3	46.8 ab	17.1 a	27.3	2 621 a	0.2
4	46.9 ab	15.8 a	32.7	2 612 a	–
5	47.2 ab	15.0 a	36.4	2 877 a	10.0
6	56.7 a	19.6 a	16.6	2 766 a	5.7
7	60.1 a	18.8 a	20.0	2 729 a	4.3
8(CK)	61.8 a	23.5 a	–	2 616 a	–

时进一步确定土壤中粉痂病菌对子代薯块的侵染率要明显高于种薯带菌的侵染率, 可能是主要的侵染途径。室内试验表明, 当拌土处理时, 4.5 L/hm²氟啶胺对粉痂病的防治效果较好, 但浓度过高会影响出苗率; 当浸种处理时, 120 或 150 倍液氟啶胺对粉痂病的防治效果较好。结果表明, 氟啶胺浸种或拌土处理均显著降低了粉痂病的发病。

在大田试验中, 种薯消毒、药剂拌土、灌根等不同处理对马铃薯粉痂病表现出不同的防治效果。结果表明, 每个处理的病情指数普遍不高, 但发病率偏高。从发病率、病情指数和病指防效综合分析, 氟啶胺的 3 个处理的病指防效均优于其他处理, 其中 120 倍液氟啶胺浸种结合 3 L/hm²沟施和 4.5 L/hm²块茎形成期灌根处理对粉痂病的防治效果最好, 为 36.4%; 其次为 120 倍液氟啶胺浸种结合 5.25 L/hm²沟施处理, 病指防效为 32.7%; 120 倍液氟啶胺浸种结合 4.5 L/hm²沟施处理的病指防效较差, 为 27.3%。尽管倍护处理的发病率最低, 为 30.6%, 但病指防效并不高, 为 21.7%。用喹啉铜、安泰生和生石灰对带菌土壤进行处理对粉痂病的防治效果也较差, 其中生石灰处理的试验结果与杨艳丽等^[15]的研究结果一致。结果表明, 尽管氟啶胺对粉痂病的防治有一定的效果, 但并不明显, 这可能与大田试验条件难以控制有关, 因此需要进一步优化处理以验证其防治效果。

[参 考 文 献]

- [1] Harrison J G, Searle R J, Williams N A. Powdery scab disease of potato – a review [J]. Plant Pathology, 1997, 46(1): 1–25.
- [2] Wale S J. Summary of the session on national potato production and the powdery scab situation [C]//Merz U, Lees A K. Proceedings of the first European powdery scab workshop. Aberdeen Scotland, 2000: 3–9.
- [3] Tsrer L, Aharon M, Ehrlich O. Survey of bacterial and fungal seedborne diseases in imported and domestic potato seed tubers [J]. Phytoparasitica, 1999, 27(3): 215–226.
- [4] Carling D E. First report of powdery scab of potatoes in Alaska [J]. Plant Disease, 1996, 80(10): 1208.
- [5] Ahmad I, Ifikhar S, Soomro M H, et al. First report of *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* on potato in Pakistan [J]. Plant disease, 1996, 80(8): 959.
- [6] Montero–Astúa M, Vásquez V, Rivera C. Occurrence of potato scab caused by *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* in Costa Rica [J]. Plant Disease, 2002, 86(11): 1273.
- [7] Kim J S, Ryu K Y, Kim J T, et al. Occurrence of potato powdery scab caused by *Spongospora subterranea* in Korea [J]. Plant Pathology Journal, 2003, 19(6): 284–287.
- [8] Porta–Puglia A, Milfsud D. First record of powdery scab caused by *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* on potato in Malta [J]. Journal of Plant Pathology, 2006, 88(2): 227.
- [9] Draper M A, Secor G A, Gudmestad N C. First report of potato powdery scab, caused by *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*, in North Dakota [J]. Plant Disease, 1997, 81(6): 693.
- [10] Falloon R E, Wallace A R, Braithwaite M, et al. Assessment of seed tuber, in-furrow, and foliar chemical treatments for control of powdery scab (*Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*) of potato [J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1996, 24(4): 341–353.
- [11] Falloon R E. Control of powdery scab of potato: towards integrated disease management [J]. American Journal of Potato Research, 2008, 85(4): 253–260.
- [12] 张露, 艾玉廷, 马健, 等. 不同比例氟啶胺对马铃薯块茎疮痂病防治效果 [J]. 中国马铃薯, 2013, 27(3): 175–178.
- [13] 龙光泉, 马登慧, 李建华, 等. 6 种杀菌剂对马铃薯晚疫病防治效果 [J]. 植物医生, 2013, 26(4): 39–42.
- [14] Merz U. Infectivity, inoculum density and germination of *Spongospora subterranea* resting spores: a solution– culture test system [J]. Bulletin OEPP, 1989, 19: 585–592.
- [15] 杨艳丽, 王利亚, 罗文富, 等. 马铃薯粉痂病综合防治技术初探 [J]. 植物保护, 2007, 33(3): 118–121.