

中图分类号: S532; S435.32 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2023)04-0338-09

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2023.04.005

病虫害防治

种薯不同处理方式对马铃薯疮痂病的影响

张 琰, 陈宇飞, 柳迎杰, 刘海旭, 石 瑛*

(东北农业大学农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要: 马铃薯疮痂病是重要土传和种传病害, 严重威胁马铃薯生产。为探究种薯的不同处理方式对马铃薯疮痂病的影响, 以马铃薯品种‘东农310’为试验材料, 分别测量3种杀菌剂(70%代森联水分散粒剂、100亿cfu/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂)和滑石粉的添加顺序对病情指数、畸形、出苗率、株高和产量的影响。70%代森联水分散粒剂单独拌种不加滑石粉出苗率最高, 为84.00%。不添加滑石粉的药剂拌种处理病情指数低于后添加滑石粉的药剂拌种处理以及药剂与滑石粉一起拌种处理。后添加滑石粉的药剂拌种处理中, 70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种后加滑石粉, 畸形数最低, 为166.75个/667m², 显著低于对照处理。3种药剂混合拌种后再加滑石粉拌种处理, 马铃薯产量最高为2 836 kg/667m², 显著高于对照处理。研究结果表明, 先药剂拌种再添加滑石粉能有效防治马铃薯疮痂病且增产作用明显, 研究结果对马铃薯疮痂病防治及科学使用滑石粉拌种具有指导作用。

关键词: 马铃薯疮痂病; 种薯处理; 滑石粉; 病情指数; 产量

Effects of Different Treatments of Seed Potato on Potato Scab

ZHANG Yan, CHEN Yufei, LIU Yingjie, LIU Haixu, SHI Ying*

(College of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: Potato scab is an important soil-borne and seed-borne disease that poses a significant threat to potato production. To investigate the effects of different treatments for seed potatoes on potato scab, potato variety 'Dongnong 310' was selected as the experimental material, and the impact of the order of addition of three fungicides (70% Metiram WG, 10 billion cfu/g *Bacillus subtilis* WP and 70% Thiamethoxam ZF) and talcum powder on disease index, tuber deformity, emergence percentage, plant height, and yield were measured. The emergence percentage was the highest, which was 84.00%, when 70% Metiram WG was dressed without talcum powder. The seed dressing treatment without talcum powder showed a lower disease index compared to the seed dressing treatment with talcum powder added later and the seed dressing treatment with fungicide and talcum powder mixture. In the treatment where talcum powder was added later, the lowest number of tuber deformity (166.75 pieces/667m²) was observed when 70% Thiamethoxam ZF was used, significantly lower than that of the control treatment. When three fungicides were mixed with the seeds and then talcum powder was added, the highest tuber yield of 2 836 kg/667m² was achieved, significantly higher than that of the control treatment. These results demonstrate that the application of fungicide followed by the addition of talcum powder effectively controls potato scab and significantly increases yield, which may provide valuable guidance for the

收稿日期: 2022-07-05

基金项目: 国家现代农业产业技术体系专项(CARS-09)。

作者简介: 张琰(2000-), 女, 硕士研究生, 从事马铃薯遗传育种研究。

*通信作者(Corresponding author): 石瑛, 副研究员, 主要从事马铃薯遗传育种研究, E-mail: yshi@neau.edu.cn。

management of potato scab and the proper use of talcum powder for seed dressing.

Key Words: potato scab; seed potato treatment; talcum powder; disease index; yield

中国是全世界最大的马铃薯生产国, 由于国内农作物产业结构调整以及国内大幅度提高农民收入, 使马铃薯在中国的地位持续大幅度提高。2022年中国马铃薯总种植面积达到 93.85 万 hm², 目前马铃薯种植面积与产量已达到世界首位^[1]。马铃薯营养丰富, 含有大量碳水化合物、优质蛋白以及多种矿物质, 其适应性强、产量高、种植范围广, 是中国重要的粮食作物, 在粮食供给安全和优化作物种植结构中扮演着重要角色^[2]。

在马铃薯生产过程中, 种薯采用马铃薯块茎切块繁殖。研究表明, 种薯切块的大小与马铃薯出苗率、株高和产量呈正相关, 种薯切块越大马铃薯抗逆境能力越强。但切块同时产生的伤口增加了病菌感染风险, 使马铃薯易遭受病害, 导致产量和品质下降^[3]。马铃薯疮痂病是重要土传和种传病害, 由多种致病链霉菌(*Streptomyces* spp.)引起, 主要危害块茎, 病菌从皮孔或伤口侵染, 在块茎表面形成疮痂斑, 病害仅发生在种薯表面, 不深入到种薯内。地下害虫严重时, 也会加重该病害。马铃薯疮痂病在中国各种种植地区均有不同程度发生, 由于马铃薯主产区多年连作种植, 生态环境恶化, 马铃薯疮痂病发病率居高不下^[4]。马铃薯疮痂病除了影响马铃薯形态指标, 还导致马铃薯块茎淀粉含量下降, 小薯比例增加, 降低了马铃薯品质和商品价值。

药剂拌种是防治马铃薯疮痂病最便捷和有效的措施^[5]。在生产上药剂拌种马铃薯一般避免单一使

用一种药剂, 马铃薯切块后用杀菌剂与滑石粉混合拌种是常见的拌种方式, 可以提高马铃薯对病害的防治效果^[6]。滑石粉拌种具有保护薯块伤口、消毒和防止腐烂的作用, 但生产拌种中滑石粉和药剂的添加顺序不一, 一种方式是滑石粉与药剂混匀后再进行拌种, 另一种方式是先用药剂拌种后再加入滑石粉拌种。目前滑石粉的添加顺序对拌种的杀菌剂药效是否有影响暂无报道, 本研究探讨杀菌剂和滑石粉的添加顺序对马铃薯疮痂病的影响, 旨在为马铃薯疮痂病防治和马铃薯健康生产提供科学指导, 为马铃薯规范拌种提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验地概况

试验于2022年, 在东北农业大学向阳试验基地(哈尔滨, N 45°45′31.27", E 126°53′56.37")完成, 该地属于温带大陆性季风气候, 年平均温度 4.25℃, 年均降水量 519 mm, 土壤类型为黑土(速效 N 154.32 mg/kg, 速效 P 69.50 mg/kg, 速效 K 144.56 mg/kg, 有机质 24.60 mg/kg, pH 6.00)。

1.1.2 供试品种

马铃薯‘东农 310’, 种薯级别为原种, 由东北农业大学马铃薯研究所提供。

1.1.3 供试药剂

供试药剂具体见表 1。

表 1 种薯供试药剂
Table 1 Germicide used for seed treatment

序号 No.	药剂名称 Germicide	制剂剂量 Dose	生产厂家 Manufacturer
1	70% 代森联水分散粒剂	106.67~166.67 g/667m ²	巴斯夫欧洲公司
2	100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	50.00~60.00 g/667m ²	德强生物股份有限公司
3	70% 噻虫嗪种子处理可分散粉剂	100.00~40.00 g/100 kg 种薯	瑞士先正达作物保护有限公司

1.2 试验设计

设种薯切块后直接播种和切块后加入滑石粉拌种分别为CK1和CK2, 参试3种药剂是70%代森联水分散粒剂、100亿cfu/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂, 3种药剂和滑石粉根据情况对马铃薯进行浸种和拌种处理, 对照组及药剂处理总计14个处理, 具体处理方法见表2。

表2中所有滑石粉拌种施用量均为3 kg/667m², 所有70%代森联水分散粒剂拌种施用量均为85 g/667m², 所有100亿cfu/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂拌种均为50 g/667m², 所有70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种均为3 g/667m²。以垄宽0.8 m, 垄长5 m, 小区面积12 m²为一次重复, 每个处理3次重复, 采用随机区组试验设计, 2022年5月1日播种, 9月20日收获。

表 2 试验处理
Table 2 Experimental treatment

序号 No.	处理 Treatment
CK1	直接切块
CK2	滑石粉拌种
A	70%代森联水分散粒剂拌种
B	100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂拌种
C	70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种
D	70%代森联水分散粒剂、100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种
A1	先加入 70% 代森联水分散粒剂拌种后再加入滑石粉
B1	先加入 100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂拌种后再加入滑石粉
C1	先加入 70% 噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种后再加入滑石粉
D1	先加入 70% 代森联水分散粒剂、100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70% 噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种后再加入滑石粉
A2	70%代森联水分散粒剂和滑石粉混合后进行拌种
B2	100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂和滑石粉混合后进行拌种
C2	70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂和滑石粉混合后进行拌种
D2	70%代森联水分散粒剂、100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂和滑石粉混合后进行拌种

1.3 调查方法

1.3.1 调查日期

6月21日调查出苗率、株高; 9月20日收获时测定马铃薯产量并对马铃薯疮痂病进行分级调查。

1.3.2 调查方法

马铃薯苗期, 出苗率全田调查; 各处理小区随机调查10株, 测量株高^[7]; 收获时, 各处理小区随机调查15株, 测量薯重, 同时记录马铃薯块茎畸形数、病情指数^[8]。

马铃薯疮痂病分级标准如下:

- 0级: 马铃薯皮完好, 无病斑;
- 1级: 病斑面积占薯皮表面积5.0%以下;
- 2级: 病斑面积占薯皮表面积5.1%~12.5%;
- 3级: 病斑面积占薯皮表面积12.6%~25.0%;

- 4级: 病斑面积占薯皮表面积25.1%~50.0%;
- 5级: 病斑面积占薯皮表面积50.1%以上。

1.3.3 统计方法

产量 = (667 × 小区产量)/12
畸形数 = (667 × 小区畸形数)/12
病情指数 = $\Sigma[(\text{各级病株数} \times \text{相对级数})/(\text{调查总株数} \times \text{最高级数})] \times 100$

试验数据采用Excel 2021 软件进行整理, 采用SPSS 23.0 软件进行单因素方差分析, 绘制图表。

2 结果与分析

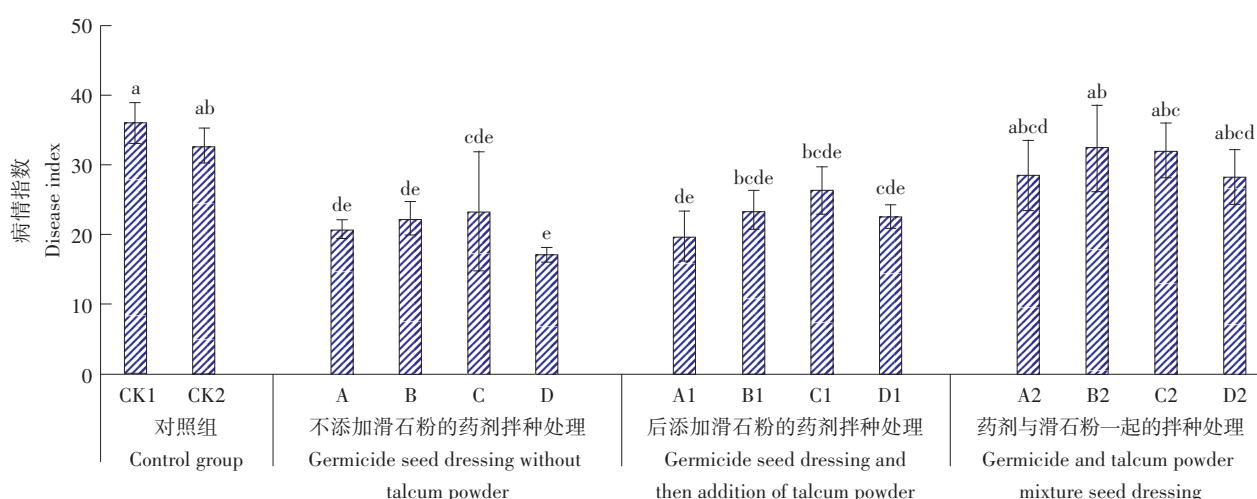
2.1 不同处理对马铃薯疮痂病的影响

2.1.1 不同处理对马铃薯疮痂病病情指数的影响
不添加滑石粉的药剂拌种处理组, 平均病情

指数最低, 仅为 20.85, 显著低于 2 个对照, 其中该组的 3 种药剂混合不加滑石粉的处理 D, 病情指数最低为 17.08。其次是先拌种后添加滑石粉的处理组病情指数较低, 平均病情指数为 23.05, 均显著低于 CK1。该组的 70%代森联水分散粒剂拌种后加滑石粉的处理 A1 和 70%代森联水分散粒剂、100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种后再加入滑石粉处理 D1 显著低于 CK1 和 CK2, A1 病情指数最低为 19.76。与滑石粉一起混合拌种处理组平均病情指数高于前 2 组, 平

均病情指数为 30.37, 低于对照, 但差异不显著, 其中, 100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂加滑石粉混合拌种的处理 B2, 病情指数最高为 32.54(图 1)。

从药剂看, 含 70%代森联水分散粒剂的各处理病情指数低于其他处理, 发病轻; 含 70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂单剂处理病情指数高于其他药剂处理, 发病重, 3 种药剂混合发病轻。从添加滑石粉的方式看, 不添加滑石粉的药剂拌种处理, 马铃薯疮痂病病情最轻, 药剂与滑石粉一同混合处理的发病最重。



注: 误差线代表标准误。标有不同小写字母的处理表示差异在 0.05 水平显著, 采用邓肯氏法进行多重比较。下同。

Note: Error bar represents standard error. Treatments with different lowercase letter(s) indicate significant differences at 0.05 level as tested using Duncan's multiple range test method. The same below.

图 1 不同处理对马铃薯疮痂病的影响
Figure 1 Effects of different treatments on potato scab

2.1.2 不同处理对马铃薯块茎畸形的影响

切块直接播种对照处理 CK1 畸形最多, 畸形数为 778.17 个/667m², 显著高于其他药剂拌种处理。后添加滑石粉的药剂拌种处理组, 平均畸形数最低, 仅为 213.07 个/667m², 显著低于 2 个对照处理, 其中, 该组的 70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种后加滑石粉的处理 C1, 畸形数最低为 166.75 个/667m²。不添加滑石粉的药剂拌种处理组, 平均畸形数较低为 296.44 个/667m², 显著低于 2 个对照处理。滑石粉与药剂混合拌种处理(C2 除外)显著高于

前 2 组处理(A 除外), 平均畸形数为 463.19 个/667m², 显著低于切块直接播种处理 CK1, 与滑石粉对照处理 CK2 有差异但不显著(C2 除外), 其中, 3 种药剂与滑石粉一起混合后拌种的处理 D2, 畸形数最高为 518.78 个/667m²(图 2)。

从药剂看, 杀虫剂 70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂的各处理畸形数最低。从添加滑石粉的方式看, 先拌种后添加滑石粉的处理畸形显著低于药剂与滑石粉一起拌种的处理, 也低于不添加滑石粉的药剂拌种处理。

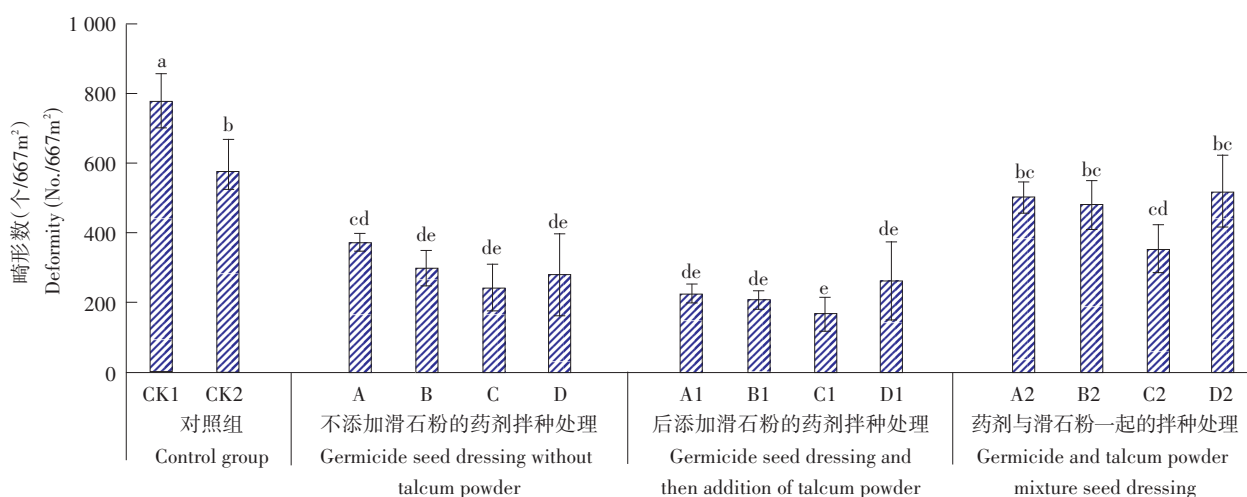


图2 不同处理对马铃薯块茎畸形的影响

Figure 2 Effects of different treatments on potato tuber deformities

2.2 不同处理对马铃薯出苗率、株高及产量的影响

2.2.1 不同处理对马铃薯出苗率的影响

各组处理显著高于直接切块播种处理CK1(C1和D2除外), 与滑石粉处理对照CK2有差异但不显著(D2除外), 其他处理间无显著差异(D2除外)。不加滑石粉各处理出苗率平均为80.92%, 其中, 该组的70%代森联水分散粒剂拌种的处理A, 出苗率最高为84.00%; 该组的70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种的处理C, 出苗率最低为78.33%。其次为后添加滑石粉处理组, 出苗率平均为77.17%,

该组的3种药剂混合后再滑石粉拌种处理D1, 出苗率最高为80.33%; 该组的70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种后加滑石粉的处理C1, 出苗率最低为72.33%。滑石粉与药剂混合一起播种的处理出苗率平均为73.67%, 该组的70%代森联水分散粒剂加滑石粉混合拌种的处理A2, 出苗率最高为81.67%; 该组的3种药剂与滑石粉一起混合后拌种的处理D2, 出苗率最低为60%, 显著低于其他处理。除D2处理外, 不同方式拌种对马铃薯出苗率的影响差异不显著(图3)。

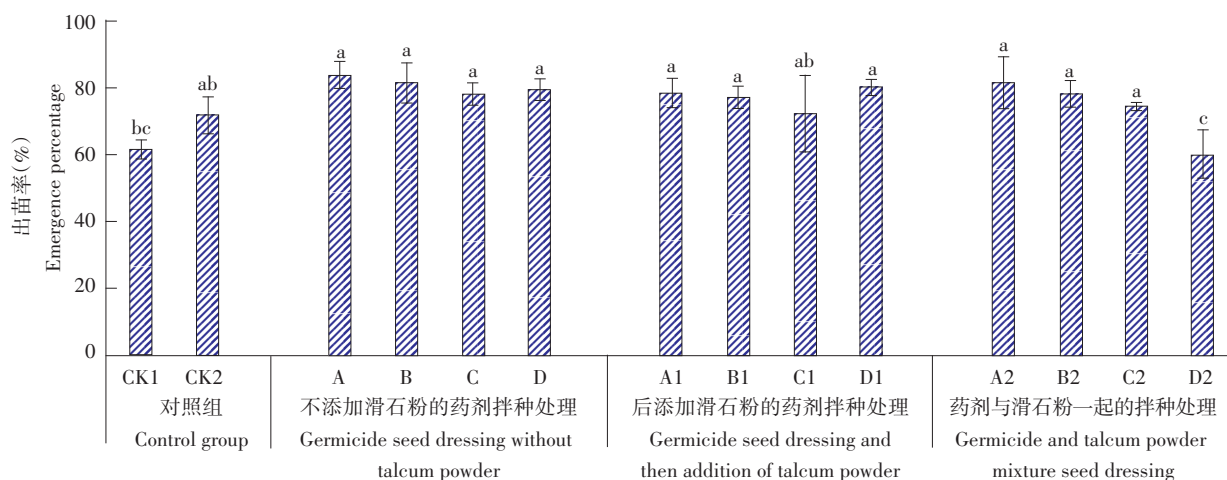


图3 不同处理对马铃薯出苗率的影响

Figure 3 Effects of different treatments on potato emergence percentage

2.2.2 不同处理对马铃薯株高的影响

不加滑石粉各处理株高最高, 平均为 15.52 cm, 其次为滑石粉与药剂混合一起播种的处理株高, 株高平均为 13.81 cm, 后添加滑石粉处理组平均为 13.20 cm。不添加滑石粉的混剂药剂拌种处理 D, 株高最高, 达到 17.50 cm; 对照 CK1 处理及

70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂先拌种后加滑石粉的处理 C1, 其株高显著低于不添加滑石粉的混剂药剂拌种处理 D, 仅为 11.12 和 11.48 cm, 其他处理间差异不显著。总体上看, 添加滑石粉顺序对马铃薯株高无影响, 各处理间差异不显著 (图 4)。

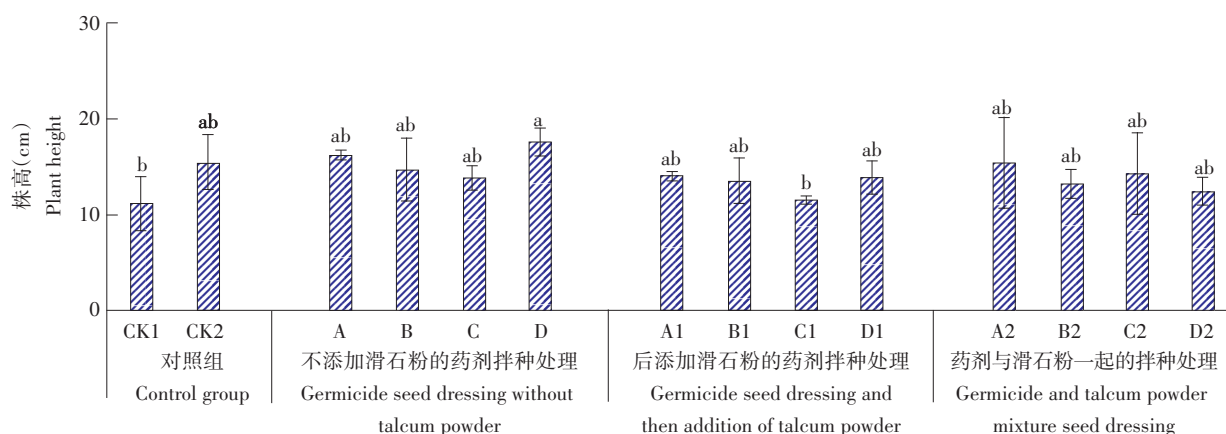


图 4 不同处理对马铃薯株高的影响

Figure 4 Effects of different treatments on potato plant height

2.2.3 不同处理对马铃薯产量的影响

先拌种后添加滑石粉的处理组产量最高, 平均产量为 2 467 kg/667m², 显著高于直接切块播种处理 CK1。其中, 3 种药剂混合后再滑石粉拌种处理 D1 产量最高, 达到 2 836 kg/667m², 其次是 70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种后加滑石粉的处理 C1, 产量为 2 502 kg/667m²。不添加滑石粉的混

剂药剂拌种处理 D, 产量最高为 2 288 kg/667m², 该组的 100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂拌种的处理 B, 产量最低为 1 875 kg/667m²。混合滑石粉处理组平均产量为 2 108 kg/667m², 3 种药剂与滑石粉一起混合后拌种处理 D2 产量最低, 仅为 1 583 kg/667m², 显著低于其他药剂处理 (处理 B 除外, 图 5)。

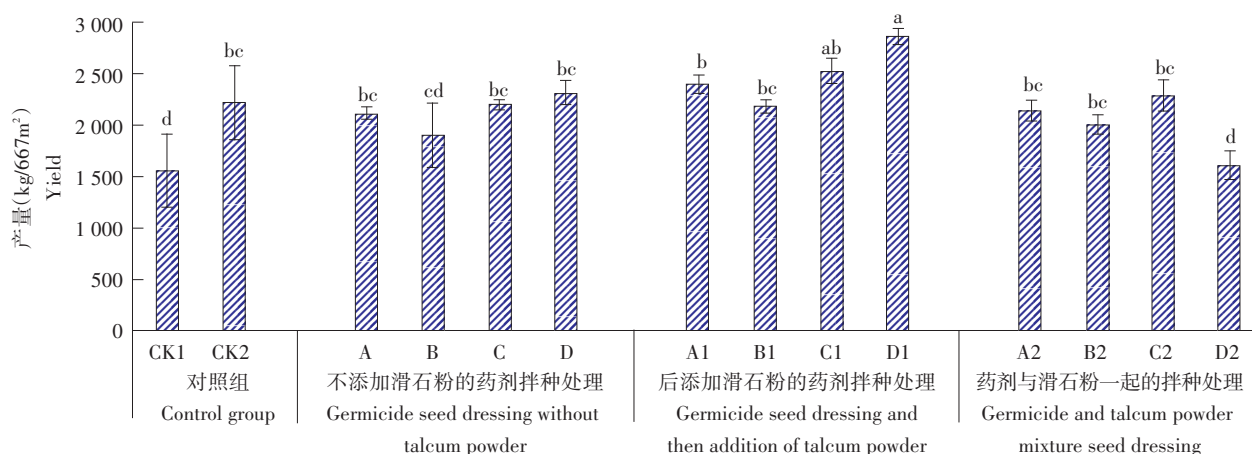


图 5 不同处理对马铃薯产量影响

Figure 5 Effects of different treatments on potato yield

2.3 马铃薯农艺性状双因素分析

为进一步明确药剂和滑石粉对马铃薯疮痂病、畸形、出苗率、株高和产量的影响, 对其进行双因素方差分析。药剂与后添加滑石粉双因素分析表明, 药剂种类对马铃薯疮痂病、畸形、产量和出苗率均有极显著影响; 后添加滑石粉对畸形和产量有极显著影响, 对疮痂病、出苗率及株高没有影响;

药剂种类和后添加滑石粉间无显著交互作用(表 3)。
药剂与滑石粉和药剂混合双因素分析表明, 药剂种类对马铃薯疮痂病、畸形、出苗率有显著或极显著影响; 滑石粉和药剂混合对马铃薯疮痂病、畸形有显著或极显著影响。对马铃薯畸形、出苗率、产量来说, 药剂种类与滑石粉和药剂混合间存在显著或极显著交互作用(表 4)。

表 3 药剂和后添加滑石粉拌种二因素对马铃薯农艺性状影响的方差分析(P 值)
Table 3 Analysis of variance on the effects of two factors, germicide and talcum powder added after seed dressing, on potato agronomic traits (P value)

因素 Factor	疮痂病 Potato scab	畸形 Deformity	出苗率 Emergence percentage	株高 Plant height	产量 Yield
药剂 Germicide (G)	< 0.001	< 0.001	0.007	0.226	0.001
后添加滑石粉 Talcum powder added after seed dressing (T)	0.512	0.004	0.703	0.276	< 0.001
药剂 × 后添加滑石粉 G × T	0.508	0.479	0.215	0.089	0.585

表 4 药剂和滑石粉混合拌种二因素对马铃薯农艺性状影响的方差分析(P 值)
Table 4 Analysis of variance on the effects of two factors, germicide and talcum powder mixed with germicide for seed dressing, on potato agronomic traits (P value)

因素 Factor	疮痂病 Potato scab	畸形 Deformity	出苗率 Emergence percentage	株高 Plant height	产量 Yield
药剂 Germicide (G)	0.016	< 0.001	0.001	0.737	0.145
滑石粉和药剂混合 Talcum powder mixed with germicide (T)	0.002	0.015	0.113	0.681	0.707
药剂 × 滑石粉和药剂混合 G × T	0.180	0.006	0.010	0.247	0.005

3 讨 论

种薯带病是马铃薯疮痂病传播的一个重要因素, 在播种前对马铃薯进行药剂拌种处理, 在一定程度上可以有效防控马铃薯疮痂病的发生^[9]。本试验结果表明, 代森联、枯草芽孢杆菌和噻虫嗪 3 种供试药剂拌种对马铃薯疮痂病都有一定程度的防治效果, 其病情指数均显著低于对照处理(100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种后 + 滑石粉和药剂与滑石粉一起拌

种处理除外)。3 种不同的处理方式中, 不添加滑石粉拌种处理马铃薯疮痂病病情指数最低; 其中不添加滑石粉拌种处理, 70%代森联水分散粒剂、100 亿 cfu/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂 3 种药剂混合拌种对马铃薯疮痂病防治效果最好; 添加滑石粉拌种处理中, 后添加滑石粉比滑石粉和药剂混合一起的处理方式防治效果好, 70%代森联水分散粒剂拌种后 + 滑石粉对马铃薯疮痂病防治效果最好。本试验结果表明, 滑石粉和药剂一起混合后拌种, 病情指数高于其他处

理,可能与滑石粉在薯块周围形成了物理屏障影响了药剂的吸收有关;拌种后再添加滑石粉,马铃薯创口容易愈合,降低马铃薯畸形数量。

药剂拌种处理还可以减少马铃薯畸形。马铃薯畸形是种植过程中较为常见的现象,主要是指马铃薯呈现出肿瘤形、哑铃形等,与正常马铃薯形状存在差异。除选择优良的马铃薯种子来保证其生长形态稳定外,生产上还可以选择通过合理施肥,土壤改良的方法,保证马铃薯正常形态的生长^[10]。本试验结果表明,添加药剂对马铃薯进行拌种处理,马铃薯畸形数明显低于对照处理,并且后添加滑石粉拌种处理马铃薯畸形数低于不添加滑石粉马铃薯畸形数,且不同药剂间无显著差异。其原因可能是添加滑石粉后,滑石粉将原本由于人为切块带来的创口表面干燥,使创口容易愈合,从而保护马铃薯,使马铃薯畸形数降低。然而,枯草芽孢杆菌与滑石粉一起拌种处理,3种药剂与滑石粉一起拌种处理块茎畸形数显著高于对应的不添加滑石粉的药剂拌种处理,猜测可能是滑石粉与生物菌剂混匀后,反而不利于生物菌剂发挥防病促生的作用,这也与该处理的产量结果相符,具体机制有待于下一步研究。

药剂拌种处理马铃薯可达到提高出苗率、提高产量、增加株高的效果,并且拌种处理操作简单、效果稳定,可用于田间生产。柳西玉和王书文^[11]研究发现不同药剂拌种处理对马铃薯出苗率与产量都有影响;宋怡和裴国平^[12]研究发现,不同药剂拌种能显著提高出苗率、促进根系发育、增加株高;李继平和李青青^[13]研究发现,4种药剂复合拌种处理对马铃薯出苗、产量和长势有促进作用;席金凤和李继明^[14]研究发现,2.5%咯菌腈悬浮种衣剂拌种处理对马铃薯有明显的增产作用,增产率达25.7%;吴炳芝等^[15]研究发现,药剂拌种处理区作物产量增加极为显著。本试验结果同样表明,3种药剂混合处理后添加滑石粉拌种与对照组相比能够显著提高马铃薯产量。

代森联是一种优良的保护性非内吸的杀菌剂,喷施后在植物表面形成致密保护药膜,速效性好,持效期较长,使用安全,病菌不易产生抗

药性。通过抑制病菌孢子萌发、干扰芽管的发育伸长而达到防病作用,易分解出二硫化碳,遇碱性物质或铜、汞等物质均易分解放出二硫化碳而减效,常用作由卵菌引起的霜霉病、晚疫病防治^[16-18],而对链霉菌(*Streptomyces* spp.)引起的疮痂病防治鲜有报道。本试验结果表明,代森联对马铃薯疮痂病有一定的防效。枯草芽孢杆菌属于生防菌,通过拌种将枯草芽孢杆菌定殖到马铃薯根际,通过营养竞争和分泌脂肽类抗生素,抑制疮痂病菌生长,诱导防御系统,提高马铃薯抗病能力。噻虫嗪新烟碱类高效低毒杀虫剂,能降低害虫造成的伤口数量,减少疮痂病菌侵染机会,达到防病目的;噻虫嗪能刺激植物抗逆蛋白,使作物根茎强壮,提高作物抗逆性,增加作物产量。本试验噻虫嗪处理产量也较好。

生产上使用单一药剂拌种,容易产生抗药性,选择合适的药剂组合,能降低抗药性风险,提高马铃薯病害的防治效果^[19-21]。王立等^[22]研究发现,选取3种药剂对马铃薯进行复合拌种,对马铃薯疮痂病等病害有很好的防治效果,防效可达到60%以上。张国辉等^[23]研究表明,多种药剂组合后可以降低马铃薯疮痂病发病率。本试验结果表明,不添加滑石粉的药剂拌种处理中,70%代森联水分散粒剂、100亿cfu/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂3种药剂混合拌种对马铃薯疮痂病的防治效果最好;药剂与滑石粉一起的拌种处理中,70%代森联水分散粒剂、100亿cfu/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂+滑石粉混合拌种对马铃薯疮痂病防治效果较好。在生产实践中,要注意药剂混用后不产生化学反应,不影响混用药剂有效成分的稳定性,不破坏混用药剂的理化性质。

本研究表明,药剂拌种处理均能有效防控马铃薯疮痂病、降低块茎畸形、提高马铃薯出苗率和马铃薯产量。不添加滑石粉的药剂拌种处理马铃薯疮痂病病情指数最低,防效最好,其次是先药剂拌种后再添加滑石粉处理,药剂与滑石粉一起混合拌种处理逊于其他处理。先70%代森联水分散粒剂、100亿cfu/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、

70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂3种药剂拌种再添
加滑石粉能降低块茎畸形数, 提高马铃薯产量。

[参 考 文 献]

- [1] 庞泽, 田国奎, 王海艳, 等. 我国马铃薯产业发展现状及展望 [J]. 中国瓜菜, 2023, 36(7): 148–154.
- [2] 杨帅, 闵凡祥, 高云飞, 等. 新世纪中国马铃薯产业发展现状及存在问题 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(5): 311–316.
- [3] 孙莉莉, 陈海生. 甘肃省马铃薯产业高质量发展研究 [J]. 中国马铃薯, 2022, 36(6): 565–572.
- [4] 赵艳群, 武奇伟, 任飞娥, 等. 马铃薯品种对早疫病、晚疫病和疮痂病的田间抗性评价 [J]. 中国马铃薯, 2021, 35(2): 164–169.
- [5] 林婷. 脱毒马铃薯优质高产栽培及病虫害防治研究 [J]. 种子科技, 2023, 41(6): 53–55, 59.
- [6] 覃金鼓, 蒙懿, 王天顺, 等. 不同药剂处理种薯对马铃薯病害防治及产量的影响 [J]. 现代农业科技, 2022, 818(12): 57–59.
- [7] 王鹏程, 金光辉, 张春雨, 等. 不同生防菌剂组合及施用方式对马铃薯疮痂病的防治效果及促生作用 [J]. 西南农业学报, 2022, 35(4): 797–803.
- [8] 陈志垚, 王鹏, 王微, 等. 马铃薯疮痂病菌 *Streptomyces scabies* 拮抗细菌的筛选及 BKS104 鉴定 [J]. 微生物学通报, 2021, 48(11): 4145–4155.
- [9] 张丽莉, 甘珊, 王堡槐, 等. 黑龙江省马铃薯脱毒种薯生产现状、存在问题及对策 [C]//金黎平, 吕文河. 马铃薯产业与绿色发展. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2021.
- [10] 张瑞雪. 良种良法助力马铃薯产业提质增效 [J]. 农业开发与装备, 2022, 251(11): 65–66.
- [11] 柳西玉, 王书文. 不同药剂拌种对马铃薯产量性状的影响 [J]. 现代农业科技, 2019(12): 56.
- [12] 宋怡, 裴国平. 不同生育期的外源水分补给对旱作马铃薯水分利用效率及产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2017, 31(4): 216–220.
- [13] 李继平, 李青青. 5种药剂不同稀释液浇灌防治脱毒马铃薯疮痂病效果初报 [J]. 甘肃农业科技, 2006(8): 31–32.
- [14] 席金凤, 李继明. 新型拌种剂对马铃薯产量表现及病害防治的影响 [J]. 现代农业科技, 2020(21): 87–89.
- [15] 吴炳芝, 段文学, 孙毅民. 马铃薯晚疫病防治方法的研究 [J]. 植物保护, 2000(3): 31–32.
- [16] 李念军. 不同药剂防治黄瓜霜霉病效果试验研究 [J]. 特种经济动植物, 2023, 26(4): 20–22.
- [17] 孙婧. 不同药剂对马铃薯晚疫病的防治效果试验 [J]. 农业科技与信息, 2023, 656(3): 113–115.
- [18] 宋志军, 白雅梅, 张静华, 等. 马铃薯高世代选系疮痂病抗性评价及 SSR 辅助筛选 [J]. 中国蔬菜, 2019, 366(8): 34–41.
- [19] 孙庚, 李志念, 颜克成, 等. 应用于马铃薯疮痂病防治药剂筛选的改良方法研究 [J]. 农药, 2020, 59(4): 303–305.
- [20] 程静, 马恢, 田佳, 等. 8种杀菌剂在冀北地区对马铃薯早疫病的田间防治效果 [J]. 山西农业科学, 2023, 51(3): 319–324.
- [21] 付梅, 林蜀云, 饶永峰, 等. 不同药剂拌种在马铃薯生产上的应用效果研究 [J]. 耕作与栽培, 2023, 43(2): 60–62.
- [22] 王立, 惠娜娜, 李继平, 等. 不同药剂复合拌种对马铃薯黑痣病和疮痂病的田间防效 [J]. 甘肃农业科技, 2022, 53(8): 84–88.
- [23] 张国辉, 王效瑜, 郭志乾, 等. 不同组合的拌种药剂在马铃薯上的应用效果 [J]. 农业科技通讯, 2020(5): 152–154.