

旱作区不同生物药剂防治马铃薯土传病害试验

朱亚萍¹, 李继明^{2*}, 武汉军², 赵维涛², 杨莹²

(1. 甘肃省定西市安定区园艺工作站, 甘肃 定西 743000; 2. 甘肃省定西市安定区农业技术推广服务中心, 甘肃 定西 743000)

摘要: 近几年, 以枯萎病、黑胫病、黑痣病、疮痂病等为主的马铃薯土传病害在定西市安定区呈高发态势, 危害大, 防治困难。采用生物防治措施代替化学防治是未来发展趋势。为减少土传病害的危害, 提高马铃薯产量, 建立可持续病害防控技术体系, 试验选择枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、寡糖·链蛋白、赤·吲乙·芸苔、马铃薯种薯处理剂、氟环·咯菌腈种子处理悬浮剂、噻虫嗪种子处理可分散粉剂6种药剂进行种薯拌种和田间喷雾防治, 以种薯不处理为对照, 研究不同处理组合对马铃薯土传病害的防治效果。结果表明, 采用寡糖·链蛋白 225 g/hm² + 马铃薯种薯处理剂 15 kg/hm² 拌种处理防治马铃薯黑胫病、枯萎病较其他处理组合效果好, 防治效果达 44.3%、42.2%; 氟环·咯菌腈种子处理悬浮剂 30 mL/hm² + 噻虫嗪种子处理可分散粉剂 30 mL/hm² 拌种处理防治马铃薯环腐病、黑痣病、疮痂病较其他处理效果好, 防治效果达 34.5%、59.0%、72.7%; 产量最高的是氟环·咯菌腈种子处理悬浮剂 30 mL/hm² + 噻虫嗪种子处理可分散粉剂 30 mL/hm² 拌种处理, 为 40 544 kg/hm², 较种薯不处理(CK)高 11 169 kg/hm², 增产率 38.0%, 其次是寡糖·链蛋白 225 g/hm² + 马铃薯种薯处理剂 15 kg/hm² 拌种处理, 产量为 39 051 kg/hm², 较种薯不处理(CK)高 9 676 kg/hm², 增产率 32.9%。因此, 在生产中, 可选用氟环·咯菌腈种子处理悬浮剂 30 mL/hm² + 噻虫嗪种子处理可分散粉剂 30 mL/hm² 拌种处理, 进行马铃薯土传病害的防治并继续进行其他药剂的防治试验, 总结马铃薯土传病害绿色防控技术模式。

关键词: 马铃薯; 生物药剂; 土传病害; 防效; 产量

Controlling Potato Soil-borne Diseases with Different Biological Agents in Dry Farming Area

ZHU Yaping¹, LI Jiming^{2*}, WU Hanjun², ZHAO Weitao², YANG Ying²

(1. Horticultural workstation of Anding District, Dingxi, Gansu 743000, China;

2. Agricultural Technology Extension and Service Center of Anding District, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: In recent years, potato soil-borne diseases, such as *Fusarium* wilt, black leg, black scurf and scab, have a high incidence in the Anding District, Dingxi City, causing great harm and difficult control. Using biological control measures instead of chemical control is the future development trend. In order to reduce the harm of soil borne-diseases, improve potato yield, and establish a sustainable disease prevention and control technology system, the experiment selected *Bacillus subtilis* WP, oligosaccharide · catenine, gibberellin · indoleacetic acid · brassinolide, potato seed treatment agent, sedaxane · fludioxonil SC for seed treatment, and thiamethoxam ZF for seed treatment, with blank treatment as a control, to study the control effects of different treatment methods on potato soil-borne diseases. The treatment of oligosaccharide · catenine 225 g/ha + potato seed treatment agent 15 kg/ha for seed treatment was better

收稿日期: 2020-03-21

基金项目: 甘肃省主要粮棉油作物抗逆优质高产新品种应用研究及配套技术集成与示范推广课题(17ZD2NA016-1)。

作者简介: 朱亚萍(1973-), 女, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。

*通信作者(Corresponding author): 李继明, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作, E-mail: adqljm666@163.com。

than other treatments in controlling potato black leg and *Fusarium* wilt, and the control effects were 44.3% and 42.2%, respectively. Sedaxane · fludioxonil SC 30 mL/ha + thiamethoxam ZF 30 mL/ha for seed treatment had better effects for controlling potato ring rot, black scurf and scab, with control effect being 34.5%, 59.0% and 72.7%, respectively. Sedaxane · fludioxonil SC 30 mL/ha + thiamethoxam ZF 30 mL/ha for seed treatment gave the highest yield, 40 544 kg/ha, which was 11 169 kg/ha higher than that of the control, and the yield increase rate was 38.0%, followed by oligosaccharide · catenin 225 g/ha + potato seed treatment agent 15 kg/ha for seed treatment, with a yield of 39 051 kg/ha and yield increase rate of 32.9%. Therefore, in production, the treatment of sedaxane · fludioxonil SC 30 mL/ha + thiamethoxam ZF 30 mL/ha for seed treatment should be chosen for soil borne diseases control. Also, other agent experiments are needed to continue in order to establish green control technology model for the control of potato soil-borne diseases.

Key Words: potato; biological agent; soil-borne disease; control effect; yield

马铃薯土传病害是指病原体生活在土壤中, 条件适宜时从作物根部或茎部侵害作物而引起的病害^[1], 重茬连作、施肥不当等是引起马铃薯土传病害的主要原因^[2]。随着中国马铃薯主食化战略的实施, 土传病害呈高发态势, 一般可减产 20%~30%, 严重时减产 50%~60%, 甚至绝收^[3]。定西市安定区是全国最大的马铃薯生产县区之一, 常年种植面积 6.7 万 hm^2 以上, 占耕地总面积的 50% 或更多^[4], 实现轮作倒茬存在较大困难, 许多地块多年种植马铃薯, 而且施用有机肥少, 连作障碍日益严重, 黑痣病、疮痂病、枯萎病等已成为当地马铃薯生产中的主要病害, 为害连年上升, 损失也连年增大, 防治极其困难^[5]。针对当前马铃薯土传病害危害问题, 以提高植物免疫力和改善土壤微生物群落结构为切入点, 本研究选择生物制剂进行种薯拌种和田间喷雾防治, 明确不同处理方法对马铃薯土传病害的防治效果, 构建植物免疫激活和土壤微生态调控为技术核心的土传病害可持续绿色防控技术。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在香泉镇香泉村的旱川地, 试验地为黑麻垆土, 肥力中等。前茬作物马铃薯。试验地海拔 2 016 m, 年平均降雨量 370 mm, 平均气温 6.3°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温 2 239.1 $^{\circ}\text{C}$ 。耕层土壤(0~20 cm)含有机质 12.86 g/kg, 速效氮 182 mg/kg, 速效磷 13.26 mg/kg, 速效钾 332 mg/kg。在播前整地时, 施入腐熟农家肥 30 000 kg/hm^2 , 撒可富马铃薯专用肥(N:P:K = 15:15:10)1 200 kg/hm^2 。

1.2 试验材料

参试马铃薯品种为‘陇薯 10 号’(一级种)由甘肃百泉马铃薯种业公司提供。枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(含菌量 1 000 亿芽孢/g)由河北中保绿农作物科技有限公司生产; 寡糖·链蛋白(6% 可湿性粉剂)由中国农业科学院植保所廊坊农药中试厂生产; 赤·吲乙·芸苔(0.136%)由德国阿格福莱农林环境生物技术股份有限公司生产; 马铃薯种薯处理剂(50 亿/g 有效活菌数)由北京启高生物科技有限公司生产; 氟环·咯菌腈种子处理悬浮剂(16%)由先正达(中国)投资有限公司生产; 噻虫嗪种子处理可分散粉剂(70%)由河北国欣诺农生物技术有限公司生产。

1.3 试验方法

试验采用单因素随机区组设计, 设 8 个处理, 3 次重复。

T1: 枯草芽孢杆菌 750 g/hm^2 + 赤·吲乙·芸苔 30 g/hm^2 拌种处理, 苗期开始用枯草芽孢杆菌 750 g/hm^2 喷雾处理 3 次, 间隔 7~10 d;

T2: 寡糖·链蛋白 750 g/hm^2 拌种处理, 苗期开始用赤·吲乙·芸苔 30 g/hm^2 + 寡糖·链蛋白 750 g/hm^2 喷雾 3 次, 间隔 15 d;

T3: 枯草芽孢杆菌 750 g/hm^2 拌种处理, 苗期开始用赤·吲乙·芸苔 30 g/hm^2 + 寡糖·链蛋白 750 g/hm^2 喷施 3 次, 间隔 15 d;

T4: 枯草芽孢杆菌 750 g/hm^2 拌种处理, 苗期开始用赤·吲乙·芸苔 30 g/hm^2 + 寡糖·链蛋白 750 g/hm^2 + 枯草芽孢杆菌 750 g/hm^2 喷施 3 次, 间隔 7~10 d;

T5: 寡糖·链蛋白 225 g/hm^2 + 马铃薯种薯处理剂 15 kg/hm^2 拌种处理;

T6: 马铃薯种薯处理剂 15 kg/hm^2 拌种处理;

T7: 氟环·咯菌腈种子处理悬浮剂 30 mL/hm² + 噻虫嗪种子处理可分散粉剂 30 mL/hm² 拌种处理;

T8: 种薯不处理对照(CK)。

各处理按 2 250 kg/hm² 用种量进行拌种, 小区面积 48 m² (6 m × 8 m), 每小区种植 5 垄, 每垄种植 2 行, 选取 2 垄进行田间调查, 不计入测产面积, 实际测产面积 28.8 m² (3.6 m × 8 m), 各处理覆膜时间 2019 年 4 月 29 日, 播种时间 5 月 2 日, 收获时间 10 月 12 日, 种植密度 57 000 株/hm², 各处理在播种前, 对种薯进行挑拣晾晒, 按照药剂使用说明进行拌种。其他田间管理措施与当地大田一致。

1.4 调查内容

1.4.1 生育期调查

按播种期、出苗期、现蕾期、开花期、成熟期和收获期随机调查 3 个小区, 取 3 次重复平均值^[6]。

1.4.2 田间性状调查

调查出苗率、单株结薯数、单株块茎重、大中薯率, 每小区随机调查 10 株, 共调查 30 株, 取平均值。大薯为 100 g 以上, 中薯为 50~100 g, 小薯为 50 g 以下^[7]。

1.4.3 主要病害调查

调查马铃薯黑胫病、环腐病、疮痂病、黑痣病和枯萎病土传真菌、细菌病害的发病情况。

马铃薯黑胫病调查^[8]: 在对照齐苗后进行第 1 次调查, 记录出苗数; 在现蕾开花期进行第 2 次调查; 记录病株数, 并计算出病株率(未出苗按病株计算)和防治效果, 计算公式如下:

病株率(%) = (第 1 次未出苗数 + 第 2 次病株数) / 播种数 × 100

防治效果(%) = [(对照区病株数 - 处理区病株数) / 对照区病株数] × 100

马铃薯环腐病调查及分级标准^[9]: 0 级, 植株正常不发病; 1 级, 植株少部分叶片萎蔫或黄化; 3 级, 植株中大部分叶片或部分茎枝萎蔫, 脉间黄化, 叶缘枯焦; 5 级, 全株萎蔫至死亡。

病情指数和防治效果的计算方法:

病情指数 = Σ [(各级病薯数 × 相对级数值) / (调查总株数 × 5)] × 100

防治效果(%) = [(空白对照区病情指数 - 处理区施药后病情指数) / 空白对照区病情指数] × 100

马铃薯枯萎病调查及分级标准^[10]: 施药前调查枯萎病病情基数, 施药后第 15 d 调查发病率和病情指数。各小区对角线 5 点取样, 每点 10 株, 每株调查全部叶片的病情严重程度, 并按下列标准分级: 0 级, 无病; 1 级, 病斑面积占整株叶面积的 5% 以下; 3 级, 病斑面积占整株叶面积的 5%~25%; 5 级, 病斑面积占整株叶面积的 26%~50%; 7 级, 病斑面积占整株叶面积的 51%~75%; 9 级, 病斑面积占整株叶面积的 76% 以上。

马铃薯疮痂病分级标准^[11]: 0 级, 无病斑; 1 级, 病斑面积占薯块总面积的 1%~5%; 2 级, 病斑面积占薯块总面积的 6%~15%; 3 级, 病斑面积占薯块总面积的 16%~30%; 4 级, 病斑面积占薯块总面积的 31%~45%; 5 级, 病斑面积占薯块总面积的 46%~60%; 6 级, 病斑面积占薯块总面积的 61%~75%。7 级, 病斑面积占薯块总面积 75% 以上。

病情指数和防治效果计算方法:

发病率(%) = (发病块茎数 / 调查总块茎数) × 100

病情指数 = Σ (各病级块茎数 × 该病级代表值) / (调查总块茎数 × 最高级代表值) × 100

防治效果(%) = [(对照病情指数 - 处理病情指数) / 对照病情指数] × 100

马铃薯黑痣病调查及分级标准^[12]: 每小区调查 100 个块茎。病情分级标准: 0 级, 薯块表面没有菌核; 1 级, 菌核面积占整个薯块面积的 1%~5%; 2 级, 菌核面积占整个薯块面积的 6%~35%; 3 级, 菌核面积占地中茎总面积的 36%~65%; 4 级, 菌核面积占地中茎总面积的 66%~95%; 5 级, 菌核面积占整个薯块面积的 96% 以上。

病株率(%) = (感病株数 / 调查总株数) × 100

病薯率(%) = (带病块茎数 / 调查总块茎数) × 100

薯块病情指数 = Σ (各级病薯数 × 相对级数值) / (调查总薯块数 × 5) × 100

防治效果(%) = (对照病情指数 - 处理病情指数) / 对照病情指数 × 100

1.5 数据处理

数据采用 Excel 2003 和统计分析软件 SAS 9.2 进行统计和方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯物候期的影响

各处理生育期最长的是T4和T5处理, 是134 d, 较T8(CK)延长2 d成熟, 其次是T6和T7处理, 是132 d, 同T8(CK)一致, 生育期最短的是T1和T3处理, 是129 d, 较T8(CK)提前3 d成熟(表1)。

2.2 不同处理对马铃薯经济性状的影响

出苗率最高的是T7处理, 是98.8%, 较T8(CK)高0.3个百分点, 其次是T5处理, 是98.6%, 较T8(CK)高0.1个百分点, 最低的是T4处理, 是

97.7%, 较T8(CK)低0.8个百分点; 株高最高的是T7处理, 是78.3 cm, 较T8(CK)高6.7 cm, 其次是T6处理, 是77.2 cm, 较T8(CK)高5.6 cm, 最低的是T1处理, 是73.5 cm, 较T8(CK)高1.9 cm; 单株薯块重最重的是T7处理, 是0.71 kg, 较T8(CK)高0.19 kg, 其次是T5处理, 是0.68 kg, 较T8(CK)高0.16 kg, 最低的是T6处理, 是0.61 kg, 较T8(CK)高0.09 kg; 大中薯率最高的是T7处理, 是68.6%, 较T8(CK)高9.4个百分点, 其次是T5处理, 是67.2%, 较T8(CK)高8.0个百分点, 最低的是T6处理, 是64.6%, 较T8(CK)高5.4个百分点(表2)。

表1 不同处理对马铃薯物候期的影响

Table 1 Effects of different treatments on potato phenology

处理 Treatment	播期(D/M) Sowing	出苗期(D/M) Emergence	现蕾期(D/M) Bud flower	开花期(D/M) Flowering	成熟期(D/M) Maturity	收获期(D/M) Harvest	生育期(d) Growth duration
T1	02/05	26/05	18/06	06/07	03/10	12/10	129
T2	02/05	27/05	19/06	07/07	05/10	12/10	130
T3	02/05	27/05	20/06	06/07	04/10	12/10	129
T4	02/05	26/05	17/06	04/07	08/10	12/10	134
T5	02/05	25/05	15/06	03/07	07/10	12/10	134
T6	02/05	27/05	16/06	06/07	07/10	12/10	132
T7	02/05	26/05	18/06	05/07	06/10	12/10	132
T8(CK)	02/05	29/05	22/06	08/07	09/10	12/10	132

表2 不同处理对马铃薯经济性状的影响

Table 2 Effects of different treatments on potato economic traits

处理 Treatment	出苗率(%) Emergence rate	株高(cm) Plant height	单株结薯数(No.) Tuber number per plant	单株薯块重(kg) Tuber yield per plant	大中薯率(%) Large- and middle- sized tuber percentage
T1	98.2	73.5	6.7	0.65	65.2
T2	98.4	76.4	6.8	0.67	67.1
T3	98.3	75.8	6.7	0.63	65.3
T4	97.7	74.4	6.8	0.65	66.8
T5	98.6	75.9	7.1	0.68	67.2
T6	98.1	77.2	6.5	0.61	64.6
T7	98.8	78.3	7.3	0.71	68.6
T8(CK)	98.5	71.6	6.1	0.52	59.2

2.3 不同处理对马铃薯产量的影响

不同处理对马铃薯产量影响差异极显著, 产量最高的T7处理, 是40 544 kg/hm², 较T8(CK)高11 169 kg/hm², 增产率38.0%, 其次是T5处理, 产量是39 051 kg/hm², 较T8(CK)高9 676 kg/hm², 增产率32.9%, 产量最低的是T6处理, 是35 440 kg/hm², 较T8(CK)高6 065 kg/hm², 增产率20.6%。方差分析表明, 处理间 $F = 6.07 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差验证表明, T7与T8(CK)差异极显著, 与T6处理差异显著, T1、T2、T3、T4、T5、T6之间差异不显著(表3)。

2.4 不同处理对马铃薯黑胫病的防效

马铃薯黑胫病发病率最高的是T6处理, 是

5.2%, 但较T8(CK)低2.1个百分点, 其次是T7处理, 是4.8%, 较T8(CK)低2.5个百分点, 最低的是T5处理, 是3.5%, 较T8(CK)低3.8个百分点。防治效果最好的是T5处理, 是44.3%, 其次是T2处理, 是41.5%, 最差的是T6处理, 是20.8%。方差分析表明, 发病率各处理间 $F = 13.97 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T5与T6、T8(CK)处理差异极显著, 与T3、T7处理差异显著, 与T1、T2、T4处理差异不显著。防效各处理间 $F = 25.34 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T5与T6差异极显著, 与T3、T7处理差异显著, 与T1、T2、T4之间差异不显著(表4)。可见, 采用T5方案防治马铃薯黑胫病较其他处理效果好。

表3 不同处理对马铃薯产量的影响

Table 3 Effects of different treatments on potato yields

处理 Treatment	小区产量(kg/28.8m ²) Plot yield				折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	较对照增产(kg/hm ²) Compared to CK (kg/ha)	增产率(%) In- creased rate
	I	II	III	平均 Average			
T1	93.7	107.1	112.3	104.4	36 238 abA	6 863	23.4
T2	109.7	109.4	106.2	108.4	37 650 abA	8 275	28.2
T3	98.3	110.5	107.6	105.5	36 620 abA	7 245	24.7
T4	113.2	98.5	109.7	107.1	37 199 abA	7 824	26.6
T5	121.3	103.4	112.7	112.5	39 051 abA	9 676	32.9
T6	104.9	98.5	102.8	102.1	35 440 bA	6 065	20.6
T7	122.6	108.5	119.2	116.8	40 544 aA	11 169	38.0
T8(CK)	86.1	76.4	91.3	84.6	29 375 cB	—	—

注: 不同小写和大写字母分别表示差异显著($P < 0.05$)和极显著($P < 0.01$)。新复极差法。下同。

Note: Treatment means followed by different small and capital letters indicate significant ($P < 0.05$) and highly significant difference ($P < 0.01$), respectively, as tested using Duncan's multiple range test (DMRT) method. The same below.

表4 不同处理对马铃薯黑胫病田间防效的影响

Table 4 Effects of different treatments on field control effects of black leg

处理 Treatment	发病率(%) Disease incidence	防效(%) Control effect
T1	4.3 bcdeBC	36.8 abcA
T2	3.7 deBC	41.5 abA
T3	4.6 bcdBC	33.0 bcAB
T4	4.1 cdeBC	35.8 abcA
T5	3.5 eC	44.3 aA
T6	5.2 bB	20.8 dB
T7	4.8 bcBC	31.1 cAB
T8(CK)	7.3 aA	0.0

2.5 不同处理对马铃薯环腐病的防效

马铃薯环腐病发病率最高的是T6处理, 是9.2%, 但较T8(CK)低2.3个百分点, 其次是T3处理, 是8.5%, 较T8(CK)低3.0个百分点, 最低的是T7处理, 是6.6%, 较T8(CK)低4.9个百分点。防治效果最好的是T7处理, 是34.5%, 其次是T4处理, 是31.8%, 最差的是T6处理, 是10.8%。方差分析表明, 发病率各处理间 $F = 20.49 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T7、T4、T1处理与T6、

T3、T8(CK)处理差异极显著, 与T5处理差异显著, 与T2处理差异不显著。病情指数各处理间 $F = 18.78 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T7与T3、T5、T6、T8(CK)差异极显著, 与T2处理差异显著, 与T1、T4差异不显著。防效各处理间 $F = 18.78 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T7与T3、T5、T6处理差异极显著, 与T2处理差异显著, 与T1、T4处理之间差异不显著(表5)。可见, 采用T7方案防治马铃薯环腐病较其他处理效果好。

表5 不同处理对马铃薯环腐病田间防效的影响

Table 5 Effects of different treatments on field control effects of potato ring rot

处理 Treatment	发病率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	防效(%) Control effect
T1	6.8 dD	10.3 deCDE	30.4 abABC
T2	7.2 cdCD	11.4 cdBCDE	23.0 bcABC
T3	8.5 bBC	12.1 bcBC	18.2 cdCD
T4	6.7 dD	10.1 eDE	31.8 aAB
T5	8.3 bcBCD	11.8 cBCD	20.3 cBCD
T6	9.2 bB	13.2 bAB	10.8 dDE
T7	6.6 dD	9.7 eE	34.5 aA
T8(CK)	11.5 aA	14.8 aA	0.0

2.6 不同处理对马铃薯枯萎病的防效

马铃薯枯萎病发病率最高的是T3处理, 是6.4%, 但较T8(CK)低1.9个百分点, 其次是T6处理, 是5.8%, 较T8(CK)低2.5个百分点, 最低的是T5处理, 是3.2%, 较T8(CK)低5.1个百分点。防治效果最好的是T5处理, 是42.2%, 其次是T2处理, 是37.9%, 最差的是T3处理, 是15.5%。方差分析表明, 发病率各处理间 $F = 38.77 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T5与T1、T3、T4、T6、T7、T8(CK)处理差异极显著, 与T2处理差异不显著。病情指数各处理间 $F = 24.1 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T5与T1、T3、T4、T6、T7、T8(CK)处理差异极显著, 与T2处理差异不显著。防效各处理间 $F = 24.5 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T5与T1、T3、T6、T7处理差异极显著, 与T4处理差异显著, 与T2处理差异不显著(表6)。可见, 采用T5方案防治马铃薯枯萎病较其他处理效果好。

2.7 不同处理对马铃薯黑痣病的防效

马铃薯黑痣病发病率最高的是T5处理, 是9.2%, 但较T8(CK)低12.2个百分点, 其次是T3处理, 是8.3%, 较T8(CK)低13.1个百分点, 最低的是T6处理, 是6.4%, 较T8(CK)低15.0个百分点。防治效果最好的是T7处理, 是59.0%, 其次是T6处理, 是58.2%, 最差的是T5处理, 是46.6%。方差分析表明, 发病率各处理间 $F = 149.34 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T5与T1、T2、T4、T6、T7、T8(CK)处理差异极显著, 与T3处理差异不显著。病情指数各处理间 $F = 113.54 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T5与T1、T2、T4、T6、T7、T8(CK)处理差异极显著, 与T3处理差异不显著。防效各处理间 $F = 37.18 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T7与T3、T5处理差异极显著, 与T1、T2、T4、T6处理差异不显著(表7)。可见, 采用T6、T7方案防治马铃薯黑痣病较其他处理效果好。

表6 不同处理对马铃薯枯萎病田间防效的影响

Table 6 Effects of different treatments on field control effects of potato *Fusarium* wilt

处理 Treatment	发病率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	防效(%) Control effect
T1	5.3 cdBCD	8.4 cCD	27.6 cBC
T2	3.8 efEF	7.2 deDE	37.9 abAB
T3	6.4 bB	9.8 bB	15.5 dD
T4	4.7 dCDE	8.1 cdCD	30.2 bcABC
T5	3.2 fF	6.7 eE	42.2 aA
T6	5.8 bcBC	9.1 bcBC	21.6 cdCD
T7	4.5 deDE	8.2 cdCD	29.3 cBC
T8(CK)	8.3 aA	11.6 aA	0.0

表7 不同处理对马铃薯黑痣病田间防效的影响

Table 7 Effects of different treatments on field control effects of potato black scurf

处理 Treatment	发病率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	防效(%) Control effect
T1	7.4 cdC	11.3 cdCD	55.0 aAB
T2	7.3 cdC	10.7 dCD	57.4 aAB
T3	8.3 bcBC	12.6 bcBC	49.8 bBC
T4	7.3 cdC	10.7 dCD	57.4 aAB
T5	9.2 bB	13.4 bB	46.6 cC
T6	6.4 dC	10.5 dCD	58.2 aA
T7	7.1 cdC	10.3 dD	59.0 aA
T8(CK)	21.4 aA	25.1 aA	0.0

2.8 不同处理对马铃薯疮痂病的防效

马铃薯疮痂病发病率最高的是T5处理, 是8.1%, 但较T8(CK)低15.6个百分点, 其次是T3处理, 是7.3%, 较T8(CK)低16.4个百分点, 最低的是T7处理, 是4.3%, 较T8(CK)低19.4个百分点。防治效果最好的是T7处理, 是72.7%, 其次是T4处理, 是66.4%, 最差的是T5处理, 是53.9%。方差分析表明, 发病率各处理间 $F = 514.0 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T7与T1、T3、T5、T6、T8(CK)差异极显著。病情指数各处理间 $F = 355.52 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测

验表明, T7与T1、T2、T3、T4、T5、T6、T8(CK)差异极显著。防效各处理间 $F = 427.01 > F_{0.01} = 4.28$, 差异极显著, 新复极差测验表明, T7与T1、T2、T3、T4、T5、T6差异极显著(表8)。可见, 采用T7方案防治马铃薯疮痂病较其他处理效果好。

3 讨论

马铃薯是不宜连作的作物, 但安定区地理环境优越, 新型经营主体多, 土地流转面积大, 以及产业发展需求等, 各方面的因素叠加致使马铃薯的连作障碍问题日趋严重^[13]。目前, 防治措施主要以化

表8 不同处理对马铃薯疮痂病田间防效的影响
Table 8 Effects of different treatments on field control effects of potato scab

处理 Treatment	发病率(%) Disease incidence	病情指数 Disease index	防效(%) Control effect
T1	6.1 cdCD	10.2 dCD	62.4 cdBC
T2	5.3 deDE	9.4 deD	65.3 bcB
T3	7.3 bBC	11.3 cBC	58.3 eCD
T4	5.2 eDE	9.1 eD	66.4 bB
T5	8.1 bB	12.5 bB	53.9 fD
T6	6.2 cCD	10.4 cdCD	61.6 dBC
T7	4.3 eF	7.4 fE	72.7 aA
T8(CK)	23.7 aA	27.1 aA	0.0

学拌种和田间喷施为主,防治效果差,还容易产生抗药性,增加了防治难度。研究应用马铃薯土传病害绿色防控方法,减少化学防治带来的环境污染问题,提高防治效果是促进马铃薯产业可持续发展的重要举措^[14]。安小敏^[15]研究表明,木霉菌(*Trichoderma* spp.)和枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)处理对马铃薯黑痣病菌(*Rhizoctonia solani*)和枯萎病菌(*Fusarium* sp.)均有较好的防效,有增产效果。武建华^[16]指出,生物制剂对马铃薯黑痣病的防效为20%~70%,对黄萎病的防效为10%~40%,增产10%~20%,生物制剂与有机肥混用,防效最好。本试验选用当前生产中主要的几种生物农药和微生物制剂,验证其在安定区对马铃薯土传病害防治效果,形成马铃薯绿色防控技术措施。试验结果表明,采用寡糖·链蛋白225 g/hm²+马铃薯种薯处理剂15 kg/hm²拌种处理防治马铃薯黑胫病、枯萎病较其他处理效果好,防治效果达44.3%、42.2%;氟环·咯菌腈种子处理悬浮剂30 mL/hm²+噻虫嗪种子处理可分散粉剂30 mL/hm²拌种处理防治马铃薯环腐病、黑痣病、疮痂病较其他处理效果好,防治效果达34.5%、59.0%、72.7%;产量最高的是氟环·咯菌腈种子处理悬浮剂30 mL/hm²+噻虫嗪种子处理可分散粉剂30 mL/hm²拌种处理,是40 544 kg/hm²,较T8(CK)高11 169 kg/hm²,增产率38.0%,其次是寡糖·链蛋白225 g/hm²+马铃薯种薯处理剂15 kg/

hm²拌种处理,产量是39 051 kg/hm²,较种薯不处理(CK)高9 676 kg/hm²,增产率32.9%。试验结果与孙静等^[17]、刘小娟等^[18]的研究结果具有相似之处。尽管该试验中生物制剂和微生物制剂的组合防治效果不如化学药剂,但较对照而言,也表现出了积极的防治效果,同时,该试验仅进行了1年,对药剂拌种和喷施的组合、数量等未开展差异化的相关研究。因此,在生产中,应继续开展生物制剂和微生物制剂在防治马铃薯土传病害上的防治效果试验,总结马铃薯土传病害绿色防控技术模式。

[参 考 文 献]

- [1] 王成刚,张文解. 马铃薯病虫害诊断与防治[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2010.
- [2] 汪沛,熊兴耀,雷艳,等. 马铃薯土传病害的研究进展[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(2): 111-116.
- [3] 李世东,缪作清,高卫东. 我国农林园艺作物土传病害发生和防治现状及对策分析[J]. 中国生物防治学报, 2011(4): 433-440.
- [4] 冉平,王成刚. 安定区旱作农业发展的实践与思考[J]. 甘肃农业科技, 2017(5): 59-63.
- [5] 王成刚,刘小平. 陇中旱作农业区马铃薯主要病虫害及防控对策[J]. 现代农业科技, 2014(9): 148-150.
- [6] 周庆玲,李继明. 安定区优质高产马铃薯新品种(系)筛选[J]. 中国马铃薯, 2018, 32(3): 129-136.
- [7] 中华人民共和国农业部. NY/T 1489-2007 农作物品种试验技术规范 马铃薯[S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.

- [8] 李建军, 刘世海, 惠娜娜, 等. 马铃薯黑胫病田间防治药剂筛选 [J]. 植物保护, 2010, 36(4): 181-183.
- [9] 陈能柱. 几种药剂浸种对马铃薯环腐病的防效 [J]. 农业科技与信息, 2016(11): 96.
- [10] 纳添仓. 防治马铃薯枯萎病药效试验 [J]. 长江蔬菜, 2009(20): 60-61.
- [11] 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.
- [12] 陈爱昌, 魏周全, 孙兴明, 等. 8种药剂拌种对马铃薯黑痣病的防效试验 [J]. 甘肃农业科技, 2015(4): 48-50.
- [13] 原霁虹. 马铃薯连作障碍的研究进展 [J]. 中国马铃薯, 2015, 29(1): 46-50.
- [14] 黄新琦, 蔡祖聪. 土壤微生物与作物土传病害控制 [J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(6): 593-600.
- [15] 安小敏. 马铃薯土传病害生物防控技术的研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2017.
- [16] 武建华. 三种生物制剂对马铃薯两种主要土传病害防治及土壤微生物和肥力影响的研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2018.
- [17] 孙静, 金光辉, 刘喜才. 不同药剂及施用方式对马铃薯疮痂病的防效 [J]. 中国马铃薯, 2015, 29(2): 107-111.
- [18] 刘小娟, 安建华, 莫娟, 等. 5种杀菌剂对马铃薯黑痣病的田间防效试验 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(3): 170-174.

格瑞得集团简介

内蒙古格瑞得马铃薯种业(集团)有限公司是股份制民营企业,成立于2003年,注册资金12000万元,固定资产2.57亿元,公司总部设在内蒙古太仆寺旗高新技术园区,下设六个分公司、一个研究所和一所学校。

公司是国家级高新技术企业,内蒙古自治区农牧业产业化重点龙头企业,内蒙古自治区扶贫龙头企业。



年种植马铃薯种薯超过20000亩,年生产脱毒苗超过5000万株,生产微型薯超过10000万粒。年生产优质脱毒种薯超过70000吨,实现马铃薯种薯生产的全产业链。

作为马铃薯种业的专业公司,我们引进欧美种薯生产技术、设备及管理模式,实现了机械化、专业化、程序化、标准化、数字化的生产模式,为客户提供优质、高端的种薯,成为中国马铃薯种薯行业的领导者,市场化的先驱者和行业的标杆。