

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2019)02-0101-09

病虫害防治

枯草芽孢杆菌对马铃薯黑痣病和黄萎病的防效及对土壤酶活性的影响

武建华¹, 吕文霞², 刘广晶², 胡俊^{1*}, 孙彦敏¹, 刘智慧¹

(1. 内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古中加农业生物科技有限公司, 内蒙古 四子王旗 011800)

摘要: 随着马铃薯主粮化战略的实施, 重茬种植现象普遍, 黑痣病与黄萎病危害严重。目前主要应用化学药剂进行防治, 造成环境污染与食品安全问题。枯草芽孢杆菌菌剂对一些作物土传病害防治效果较好, 为明确其对马铃薯黑痣病和黄萎病的田间防治效果与应用方法, 在重茬地进行了田间防治和马铃薯根围土壤酶活性的研究。结果表明, 枯草芽孢杆菌对马铃薯黑痣病、黄萎病均有较好的防治效果。枯草芽孢杆菌与有机肥混合沟施(每667 m²沟施枯草芽孢杆菌颗粒剂10 kg + 有机肥500 kg)对马铃薯块茎黑痣病防治效果最佳, 达到了63.65%, 枯草芽孢杆菌与化学药剂混合拌种(每667 m²种薯用枯草芽孢杆菌粉剂500 g + 3%中生菌素43 g + 70%甲基硫菌灵107 g拌种)对马铃薯黄萎病的防效达到了38.72%。这2种处理对马铃薯的增产效果也最为明显, 分别增产20.00%和22.66%。对不同生育期马铃薯根围土壤酶活性的分析得知, 枯草芽孢杆菌能够提高土壤脲酶、蔗糖酶和磷酸酶的活性, 但对过氧化氢酶活性的增加没有显著效果。化学药剂拌种对土壤蔗糖酶活性有抑制作用。

关键词: 枯草芽孢杆菌; 马铃薯黑痣病; 马铃薯黄萎病; 防效; 土壤酶活性

Effects of *Bacillus subtilis* on Potato Black Scurf and *Verticillium* Wilt of Potato and on Soil Enzyme Activity

WU Jianhua¹, LU Wenxia², LIU Guangjing², HU Jun^{1*}, SUN Yanmin¹, LIU Zhihui¹

(1. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China;

2. Inner Mongolia Zhongjia Agricultural Biological Technology Co., Ltd., Siziwangqi, Inner Mongolia 011800, China)

Abstract: Continuous cropping phenomenon is common, and potato black scurf and *Verticillium* wilt are very serious as the strategy of potato staple food is implemented. At present, chemical agents are usually used to prevent and control these diseases, but give rise to environmental pollution and food safety problems. The effect of *Bacillus subtilis* on soil borne diseases of some crops is recognized. In this research, field control for potato black scurf and *Verticillium* wilt and soil enzyme activity of potato rhizosphere soil were investigated in order to understand the field control effect and application method of *B. subtilis* agent. *B. subtilis* had good control effect on both diseases. Applying *B. subtilis* granules mixed with organic fertilizer in the soil (10 kg *B. subtilis* granules + 500 kg organic fertilizer per 667m²) showed 63.65% control effect against potato black scurf. Using seed dressing treatment, *B. subtilis* mixed with chemical agents (500 g *B. subtilis* powder + 43 g 3% zhongshengmycin + 107 g 70% thiophonate-methyl per 667m²) displayed 38.72% control effect against *Verticillium* wilt of potato. The two treatments mentioned above also increased potato yield to 20.00%

收稿日期: 2018-03-06

基金项目: 国家现代马铃薯产业技术体系建设岗位专家专项(nycyt-15, gwzj-20)。

作者简介: 武建华(1990-), 男, 硕士研究生, 主要从事马铃薯病害研究。

*通信作者(Corresponding author): 胡俊, 教授, 主要从事植物病害综合治理研究, E-mail: hujun6202@126.com。

and 22.66%, respectively. The analysis of enzyme activity in potato rhizosphere soil at different growth stages showed that *B. subtilis* increased the activity of urease, sucrase and phosphatase in soil. However, there was no change in catalase activity with the treatment of *B. subtilis*. It was also found that seed dressing with the chemical reagents inhibited the activity of soil saccharase.

Key Words: *Bacillus subtilis*; potato black scurf; *Verticillium* wilt; control efficiency; soil enzyme activity

近些年, 随着国家对马铃薯主粮化程度不断推进, 种植马铃薯的效益逐年递增, 极大地激发了农民种植马铃薯的积极性, 促使马铃薯的种植规模不断扩大, 致使连作年限加长^[1], 土壤化感作用日趋明显。马铃薯连作使得土壤根际微生物发生定向变化, 马铃薯根系分泌物对病原菌产生刺激作用和对有益微生物产生抑制, 致使根际微生态系统失衡, 土传病害日趋严重, 从而导致马铃薯的品质和产量下降^[2]。对连作4年马铃薯的土壤分析发现, 马铃薯病株根围土壤中放线菌含量少于健株土壤中放线菌数量, 镰刀菌数量显著提高^[3]。刘建国等^[4]研究发现, 连作5~10年的棉花, 土壤酶活性显著降低。土壤微生物是土壤生态系统中重要的组成部分, 对土壤中有有机物的分解和合成、营养元素的循环、固氮作用等土壤生理生化反应起到极其重要的作用^[5]。

枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)作为一种生防菌剂, 不仅能够对病原菌产生抑制作用, 同时也能够促进马铃薯生长, 提高马铃薯自身抗性, 有效防治马铃薯黑痣病^[6]、枯萎病^[7]等病害。本试验研究枯草芽孢杆菌菌剂的应用方法和对马铃薯黑痣病和黄萎病的防治效果及对土壤酶活性的影响, 为生产中合理应用枯草芽孢杆菌菌剂提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试种薯

马铃薯种薯为‘费乌瑞它’原种。

1.2 供试病原菌

立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)、大丽轮枝菌(*Verticillium dahliae*), 由内蒙古农业大学植物病理学实验室分离、鉴定、保存。

1.3 供试药剂与肥料

枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(有效菌10亿/g, 德强生物股份有限公司)、纯羊粪有机肥、尿素

(N ≥ 46.4%)、马铃薯专用复合肥(N + P₂O₅ + K₂O ≥ 48%)、硫酸钾型马铃薯专用复合肥(N:P:K = 20:0:24 ≥ 44%)、3%中生菌素可湿性粉剂(福建省福建凯立生物制品有限公司)、70%甲基硫菌灵可湿性粉剂(江苏蓝丰生物化工股份有限公司)。

1.4 试验设计与方法

试验2017年实施, 试验地位于乌兰察布市四子王旗, 为马铃薯种植重茬地。每小区30 m²(长10 m, 宽3 m), 共设7个处理, 每处理设3次重复, 随机区组排列。每小区施马铃薯专用复合肥2.3 kg。株距20 cm, 行距70 cm, 高垄栽培。于5月20日种植, 6月10日进行培土, 培土时每小区施1.2 kg的硫酸钾型马铃薯专用复合肥, 7月20日, 于马铃薯发棵期时每小区施0.45 kg尿素。常规管理。

病菌采用土壤接种法。将立枯丝核菌、大丽轮枝菌在麦麸培养基上25℃下扩大培养28 d后, 掏出、晾干, 测得大丽轮枝菌孢子量为2.4 × 10⁸个/g, 立枯丝核菌产生菌核。2种菌剂混匀等量接种于种薯周围。

试验共设7个处理, 如表1。

1.5 调查及采样

采用对角线5点取样法, 在马铃薯苗期、发棵期调查株高; 苗期、发棵期和成熟期调查黑痣病病情; 块茎膨大期调查黄萎病病情。分别在苗期、发棵期、块茎膨大期和成熟期根围0~5 cm取土样, 过孔径2 mm筛, 自然风干后存放于4℃冰箱中待用。马铃薯病害病情分级标准见表2。

1.6 计算公式

病情指数 = [Σ(各级病株(块茎)数 × 代表值) / (调查总株(块茎)数 × 最高级代表值)] × 100

防效(%) = (对照的病情指数 - 处理的病情指数) / 对照的病情指数 × 100

1.7 土壤酶活性测定方法

土壤脲酶测定采用苯酚钠-次氯酸钠比色

表1 试验处理及方法

Table 1 Experimental treatment and methods

处理 Treatment	处理方法 Treatment method
CK	不进行任何处理
HB	每 667 m ² 种薯用 3% 中生菌素 43 g + 70% 甲基硫菌灵 107 g 拌种
YG	每 667 m ² 沟施有机肥 500 kg
KG	每 667 m ² 沟施枯草芽孢杆菌颗粒剂 10 kg
KYG	每 667 m ² 沟施枯草芽孢杆菌颗粒剂 10 kg + 有机肥 500 kg
KB	每 667 m ² 种薯用枯草芽孢杆菌粉剂 500 g 拌种
KHB	每 667 m ² 种薯用枯草芽孢杆菌粉剂 500 g + 3% 中生菌素 43 g + 70% 甲基硫菌灵 107 g 拌种

表2 马铃薯病害病情分级标准

Table 2 Classification standard of soil borne diseases of potato

等级 Grade	代表值 Representative value	黑痣病病情分级标准 ^[8] Classification standard for potato black scurf			马铃薯黄萎病分级标准 ^[9] Classification standard for potato
		地下茎 Underground stem	匍匐茎 Stolon	块茎 Tuber	Verticillium wilt
1	0	无病斑, 植株正常生长	无病斑, 植株正常生长	块茎无菌核	叶片没有明显枯黄萎蔫症状, 植株正常生长
2	1	病斑为地下茎总面积的 0%~5%	病斑为匍匐茎总面积的 0%~5%	菌核面积占块茎总面积的 0%~5%	25% 以下的叶片有枯黄萎蔫症状
3	2	病斑为地下茎总面积的 6%~35%	病斑为匍匐茎总面积的 6%~35%	菌核面积占块茎总面积的 6%~35%	26%~50% 的叶片有枯黄萎蔫症状
4	3	病斑为地下茎总面积的 36%~65%	病斑为匍匐茎总面积的 36%~65%	菌核面积占块茎总面积的 36%~65%	51%~75% 的叶片有枯黄萎蔫症状
5	4	病斑为地下茎总面积的 66%~95%	病斑为匍匐茎总面积的 66%~95%	菌核面积占块茎总面积的 66%~95%	76% 以上的叶片有枯黄萎蔫症状
6	5	病斑为地下茎总面积的 96% 以上	病斑为匍匐茎总面积的 96% 以上	菌核面积占块茎总面积的 96% 以上	—

法; 土壤蔗糖酶采用 3,5-二硝基水杨酸比色法; 土壤过氧化氢酶采用高锰酸钾滴定法; 土壤磷酸酶使用土壤磷酸酶试剂盒^[10]。

1.8 统计分析

使用 Microsoft Excel 2007 软件作图, SPSS 17.0 软件进行单因素随机区组方差分析, 显著水平 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

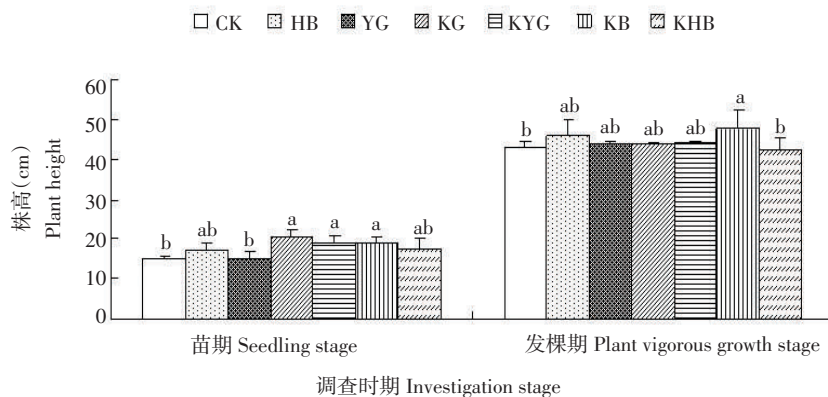
2.1 枯草芽孢杆菌对马铃薯株高的影响

由图 1 可知, 枯草芽孢杆菌各处理对马铃薯植株生长有明显的促进作用。KG、KYG、KB 3 个

处理马铃薯苗期的株高均显著高于 CK, 其余处理与对照差异不显著。KB 处理的马铃薯发棵期株高与 CK 有显著差异, 其余处理的株高除 KHB 外均高于对照, 但无显著差异。

2.2 枯草芽孢杆菌对马铃薯黑痣病的防治效果

苗期调查结果表明, 枯草芽孢杆菌各处理对马铃薯地下茎黑痣病的防效为 38.73%~57.36%。KYG 处理的防效最高, 达到 57.36%。发棵期对马铃薯匍匐茎黑痣病的调查结果表明, KHB 和 KYG 处理的防效最好, 分别为 45.44% 和 40.00%, 其次 YG 处理的防效为 36.11%, 与 CK 差异显著。成熟



不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 最小显著差数法检测。误差线为样本标准差。下同。

Different small letter(s) above treatment means indicate significant difference ($P < 0.05$) as tested by using least significant difference method. Error bar is standard deviation. The same below.

图1 枯草芽孢杆菌处理对马铃薯株高的影响

Figure 1 Effect of *B. subtilis* on potato plant height

表3 枯草芽孢杆菌对马铃薯黑痣病的防治效果

Table 3 Control of potato black scurf by *B. subtilis*

处理 Treatment	地下茎 Underground stem		匍匐茎 Stolon		块茎 Tuber	
	病情指数 Disease index	防效 (%) Efficiency	病情指数 Disease index	防效 (%) Efficiency	病情指数 Disease index	防效 (%) Efficiency
CK	34.31 a	—	30.00 a	—	17.21 a	—
HB	29.16 a	15.02	25.89 ab	13.71	7.92 b	53.97
YG	29.68 a	13.50	19.17 bc	36.11	7.15 b	58.48
KG	20.07 bc	41.51	27.11 a	9.63	6.64 b	61.44
KYG	14.63 c	57.36	18.00 c	40.00	6.26 b	63.65
KB	19.62 bc	42.83	22.98 abc	23.41	6.41 b	62.74
KHB	21.02 b	38.73	16.37 c	45.44	9.26 b	44.22

表4 枯草芽孢杆菌对马铃薯黄萎病的防效及产量的影响

Table 4 Effects of *B. subtilis* on *Verticillium* wilt and yield of potato

处理 Treatment	病情指数 Disease index	防效 (%) Efficiency	折合产量(kg/667m ²) Equivalent yield	增产率 (%) Increased
CK	43.33 a	—	1 949 d	—
HB	32.78 bc	23.67	2 249 ab	15.39
YG	35.56 b	17.93	1 989 cd	2.05
KG	33.33 b	22.16	2 222 abc	14.02
KYG	29.44 bc	31.90	2 338 a	20.00
KB	32.22 bc	25.49	2 046 bcd	4.99
KHB	26.67 c	38.72	2 390 a	22.66

期对马铃薯块茎黑痣病的调查结果表明, 所有处理对马铃薯块茎黑痣病均有较好的防效, 与对照差异显著, 但各处理间差异不显著, 其中 KYG 处理的防效最高, 为 63.65%(表 3)。

2.3 枯草芽孢杆菌对马铃薯黄萎病的防效及产量的影响

由表 4 可知, 各处理对马铃薯黄萎病防治效果显著。其中 KHB 处理的防效最高, 为 38.72%。KYG、KB、HB 处理间防效差异不显著, 分别为 31.90%、25.49%和 23.67%。

所有处理产量均高于对照。其中 KHB、KYG 处理的产量分别为 2 390 和 2 338 kg/667m², 增产 20.00%以上。但 KB 和 YG 处理的产量与 CK 差异不显著。

2.4 枯草芽孢杆菌对马铃薯根围土壤酶活性的影响

2.4.1 枯草芽孢杆菌对马铃薯根围土壤脲酶活性的影响

由图 2 可知, 各种处理的土壤脲酶活性随马铃薯生育期的变化幅度不大。总体上先升高后降低, 呈抛物线型。土壤脲酶在发棵期和块茎膨大期达到最大值, 在成熟期最低。其中 KYG 处理的土壤脲酶活性增速最快。

由图 3 可看出, 马铃薯苗期, 各处理间土壤脲酶活性与 CK 无显著差异。发棵期和块茎膨大期, YG、KYG、KB 处理的土壤脲酶活性均高于 CK 且差异显著, 其中 KYG 处理的土壤脲酶活性最高。成熟期各处理的土壤脲酶活性均高于对照, 但只有 KYG、KB 处理的土壤脲酶活性与 CK 有显著差异。

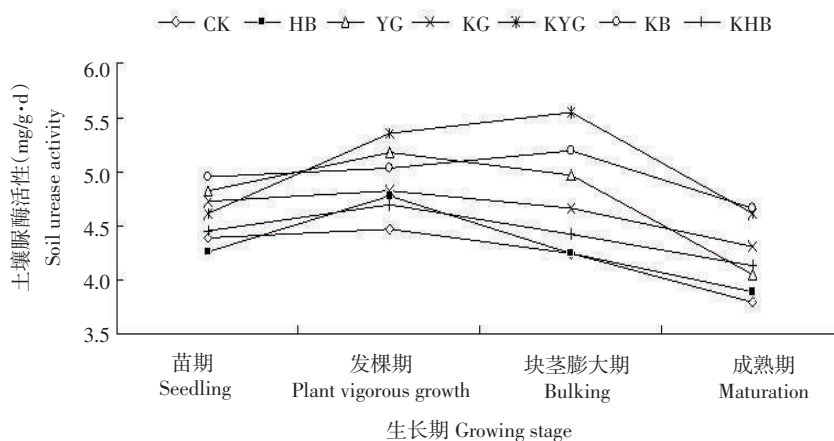


图 2 各处理土壤脲酶活性在马铃薯生长期的变化

Figure 2 Changes in soil urease activity under various treatments at different potato growth stages

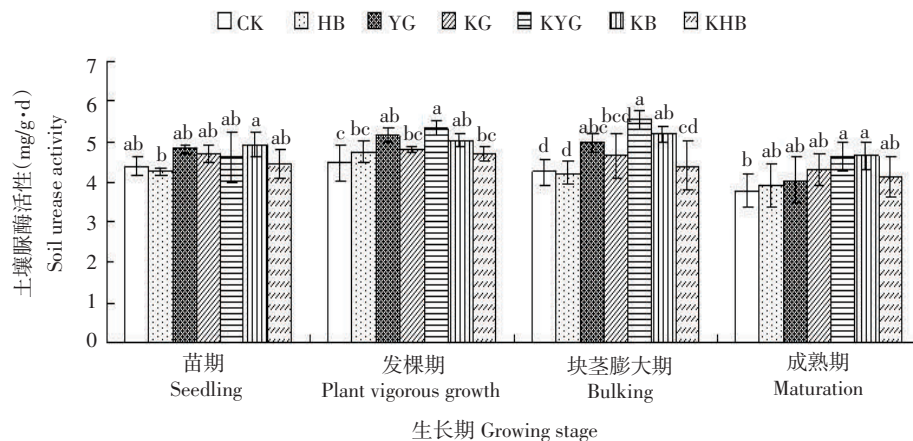


图 3 枯草芽孢杆菌各处理对土壤脲酶活性影响的比较

Figure 3 Comparison of effects of *B. subtilis* on soil urease activity

2.4.2 枯草芽孢杆菌对马铃薯根围土壤蔗糖酶活性的影响

由图4看出,在马铃薯整个生长期,各处理的土壤蔗糖酶活性大体上呈先升高后降低的趋势。土壤蔗糖酶活性从苗期到发棵期增长缓慢。发棵期到块茎膨大期增加较快,其中HB、KB、KHB处理增加的速率最大。块茎膨大期到成熟期,土壤蔗糖酶活性开始递减。

由图5看出,马铃薯苗期,YG、KYG、KB处理的土壤蔗糖酶活性最高,但与CK无显著差异。

在发棵期,除KYG处理的土壤蔗糖酶活性与CK有显著差异外,其余处理均与CK无显著差异。在块茎膨大期,只有KB处理的土壤蔗糖酶活性与CK有显著差异。在马铃薯成熟期,枯草芽孢杆菌处理的土壤蔗糖酶活性均与CK有显著差异。HB处理的土壤蔗糖酶活性在马铃薯整个生长期均最低,与CK相比差异不显著。KHB处理的土壤蔗糖酶活性均低于KB处理,但二者差异不显著。由此可知,化学药剂对土壤蔗糖酶活性有抑制作用。

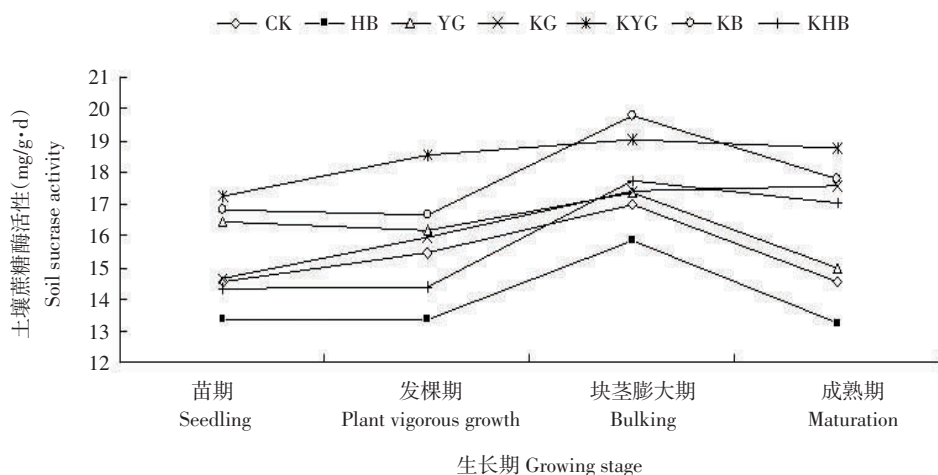


图4 各处理土壤蔗糖酶活性在马铃薯生长期的变化

Figure 4 Changes in soil sucrase activity under various treatments at different potato growth stages

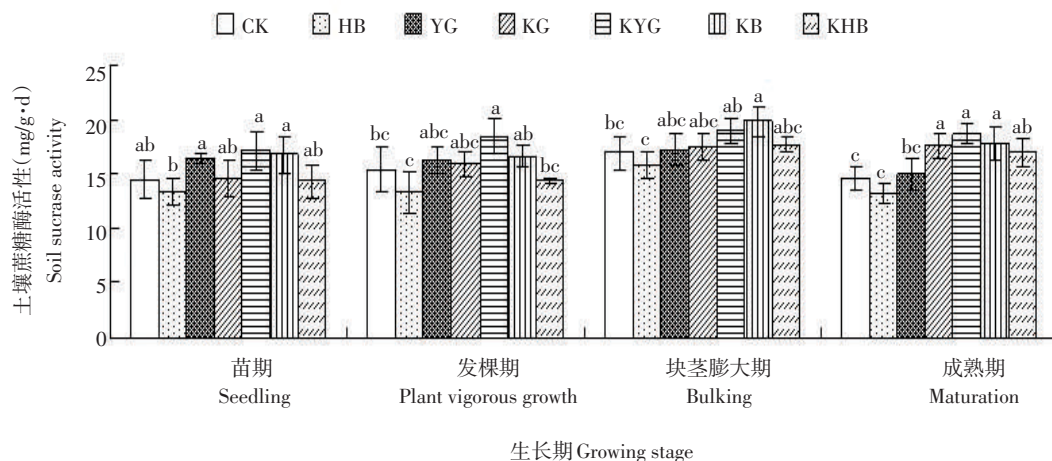


图5 枯草芽孢杆菌各处理对土壤蔗糖酶活性影响的比较

Figure 5 Comparison of effects of *B. subtilis* on soil sucrase activity

2.4.3 枯草芽孢杆菌对马铃薯根围土壤过氧化氢酶活性的影响

由图6可看出, 土壤过氧化氢酶活性随马铃薯生长呈抛物线型变化。过氧化氢酶活性在苗期至发棵期显著增加, 从发棵期至块茎膨大期变化不大, 保持平稳, 从膨大期至成熟期呈下降趋势。

由图7可知, 在马铃薯整个生育期, YG、KYG处理的土壤过氧化氢酶活性最高, 除块茎膨大期KYG处理外与CK均有显著差异。其余处理的过氧化氢酶活性与CK相比没有显著差异。因此, 有机肥是土壤过氧化氢酶升高的关键因素, 而枯草芽孢杆菌的作用不大。

2.4.4 枯草芽孢杆菌对马铃薯根围土壤磷酸酶活性的影响

由图8可看出, YG、KG、KYG处理的土壤磷酸酶活性在马铃薯苗期到发棵期增加速度最快, 在发棵期至块茎膨大期开始缓慢降低, 到成熟期土壤磷酸酶活性下降速度加快。CK、HB、KHB处理的土壤磷酸酶活性在整个马铃薯生长期变化不大, 但总体呈先升高后降低的变化趋势。

由图9可知, 在马铃薯苗期和块茎膨大期, 各处理的土壤磷酸酶活性与对照无显著差异。在发棵期, KG、KYG处理的土壤磷酸酶活性均与CK有显著差异, 但其二者之间没有显著差异。在

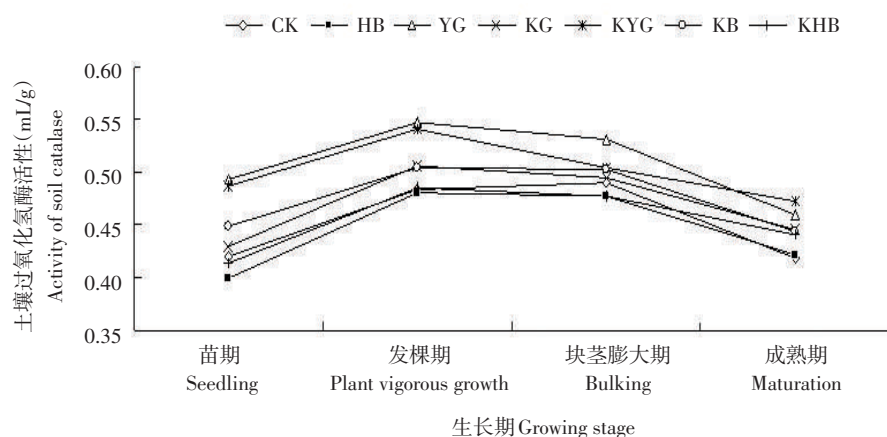


图6 各处理土壤过氧化氢酶活性在马铃薯生长期的变化

Figure 6 Changes in soil catalase activity under various treatments at different potato growth stages

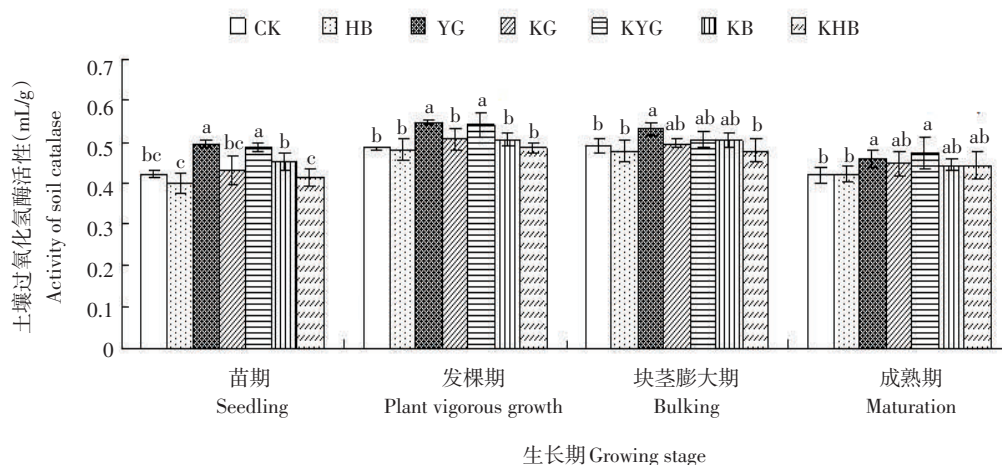


图7 枯草芽孢杆菌各处理对土壤过氧化氢酶活性影响的比较

Figure 7 Comparison of effects of *B. subtilis* on soil catalase activity

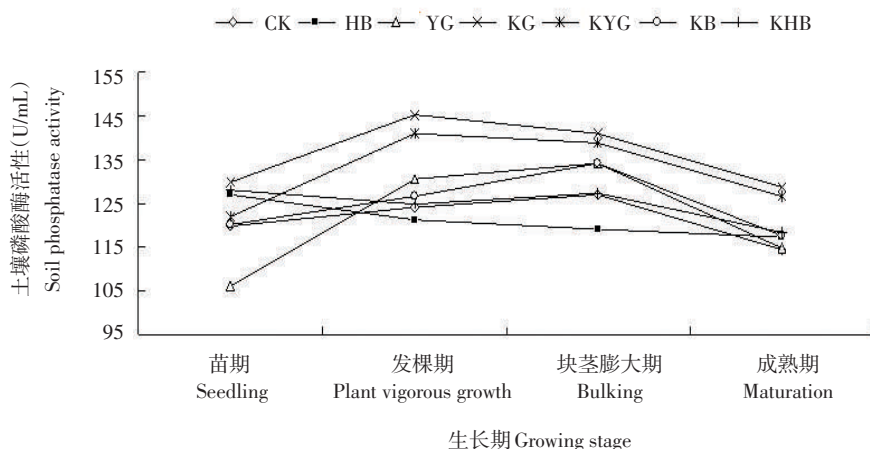


图8 各处理土壤磷酸酶活性在马铃薯生长期的变化

Figure 8 Change in soil phosphatase activity under various treatments at different potato growth stages

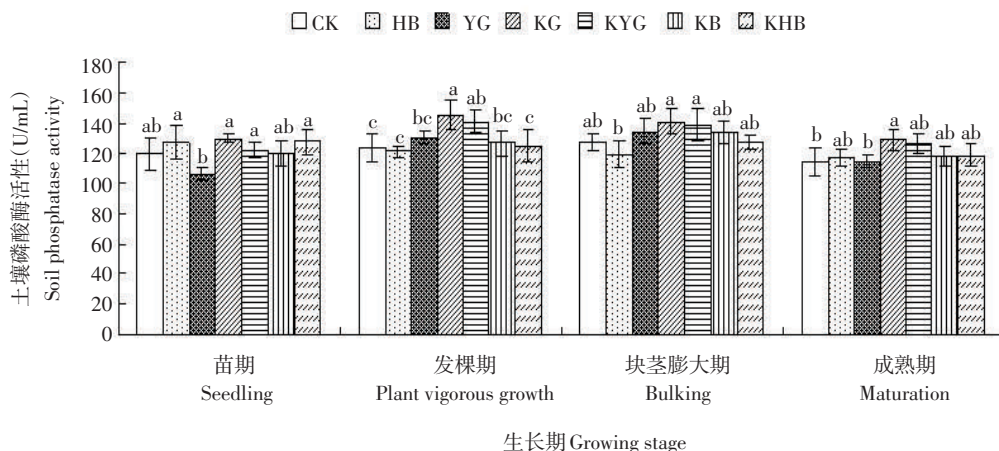


图9 枯草芽孢杆菌各处理对土壤磷酸酶活性影响的比较

Figure 9 Comparison of effects of *B. subtilis* on soil phosphatase activity

成熟期, 只有 KG 处理的土壤磷酸酶活性与 CK 有显著差异, 其余处理均没有显著差异。

3 讨论

枯草芽孢杆菌对马铃薯苗期植株生长具有促进作用, 并且能够有效防治马铃薯黑痣病和黄萎病, 对马铃薯块茎黑痣病的防效为 44.22%~63.65%, 对黄萎病的防效为 22.16%~38.72%。其中枯草芽孢杆菌与有机肥混合沟施处理效果最佳, 对马铃薯植株生长的促进作用最为明显, 对马铃薯黑痣病和黄萎病防效分别达到了 63.65%和

31.90%, 增产 20.00%。有机肥能够提高土壤中有机的含量, 为枯草芽孢杆菌繁殖和代谢提供场所与营养物质。枯草芽孢杆菌数量与菌活力的增加, 产生抗菌活性物质, 如脂肽类抗生素、蛋白类抗菌物质等^[11], 对病原菌产生抑制作用, 并诱导植株产生防卫反应^[12], 增强马铃薯的抗病性。

试验结果表明, 土壤脲酶、蔗糖酶、过氧化氢酶和磷酸酶的活性变化趋势均呈抛物线型, 在马铃薯发棵期或块茎膨大期达到最大值。与对照和化学药剂拌种处理相比, 枯草芽孢杆菌能够显著增加马铃薯根围土壤脲酶、蔗糖酶和磷酸酶的

活性, 化学药剂对土壤蔗糖酶活性有抑制作用, 而有机肥可以明显提高土壤过氧化氢酶活性。也有研究表明, 土壤过氧化氢酶活性与土壤有机质有显著相关性^[13]。所有处理中, 枯草芽孢杆菌与有机肥混合沟施处理的土壤酶活性整体最高。可能是枯草芽孢杆菌的代谢、促进马铃薯根系生长和有机质提升、土壤结构改善相互作用的结果。许多专家指出, 土壤酶活性作为土壤肥力的评价指标是完全可能和可行的^[14]。陈恩凤等^[15]认为, 土壤酶活性可以作为土壤肥力的辅助指标。

综上所述, 建议在生产实践中, 将枯草芽孢杆菌与有机肥混合施用, 不仅能促进马铃薯生长, 增加土壤酶活性, 增加产量, 同时对马铃薯黑痣病、黄萎病有较好的防效。

[参 考 文 献]

- [1] 孟品品, 刘星, 邱慧珍, 等. 连作马铃薯根际土壤真菌种群结构及其生物效应 [J]. 应用生态学报, 2012, 23(11): 3079-3086.
- [2] Naseby D C, pascual J A, Lynch J M. Effect of biocontrol strains of *Trichoderma* on plant growth, *Pythium ultimum* populations, soil microbial communities and soil enzyme activities [J]. Journal of Applied Microbiology, 2000, 88(1): 161-169.
- [3] 陈杰. 连作马铃薯健康生长的微生态机制及土传真菌病害生防菌研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [4] 刘建国, 张伟, 李彦斌, 等. 新疆绿洲棉花长期连作对土壤理化性状与土壤酶活性的影响 [J]. 中国农业科学, 2009, 42(2): 725-733.
- [5] 荆海波. 生物有机肥料 GSJ-1 对连作马铃薯抗病增产效果研究 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2014.
- [6] 彭振红. 马铃薯黑痣病生防菌的筛选及抑菌机理的初步研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012.
- [7] 刘智慧, 陈慧, 包美丽, 等. 生防菌与有机肥联用防治马铃薯枯萎病及对土壤微生态的影响 [J]. 中国马铃薯, 2017, 31(1): 30-37.
- [8] 陈雯廷. 马铃薯黑痣病综合防控技术的研究与集成 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2014.
- [9] 曲延军, 蒙美莲, 张笑宇, 等. 马铃薯品种对枯萎病菌的抗性鉴定 [J]. 植物保护, 2015, 41(3): 149-153.
- [10] 关松荫. 土壤酶及其研究法 [M]. 北京: 农业出版社, 1986: 274-323.
- [11] 李晶, 杨谦. 生防枯草芽孢杆菌的研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(1): 106-111, 132.
- [12] Ongena M, Giger A, Jacques P, et al. Study of bacterial determinants involved in the induction of systemic resistance in bean by *Pseudomonas putida* BTP1 [J]. European Journal of Plant Pathology, 2002, 108(3): 187-196.
- [13] 黄巧云, 林启美, 徐建明. 土壤生物化学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [14] 周礼恺. 土壤酶学 [M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [15] 陈恩凤, 周礼恺, 邱凤琼, 等. 土壤肥力实质研究 [J]. 土壤学报, 1985, 22(2): 113-119.



辰翔矿业有限公司

专业生产马铃薯育种——膨胀蛭石

河北灵寿县辰翔矿业有限公司位于河北省石家庄市灵寿县, 是一家专业生产蛭石片、膨胀蛭石、珍珠岩的企业, 已有30多年的发展历史。辰翔公司根据马铃薯育种特点, 研发了育种专用膨胀蛭石。本公司生产的马铃薯专用膨胀蛭石性价比高, 已在国内十几家马铃薯育种公司应用, 并得到一致好评。本公司蛭石产品型号齐全, 也可根据客户需求订制生产。

如果您对我们的产品感兴趣, 欢迎致电联系, 索要资料、样品。

联系人: 薛刚 15613123526、15833992815

地址: 河北省石家庄市灵寿县燕川工业区

电话: 0311-82616100(传真)