



李濛池, 惠霖, 黄修梅, 等. 高寒黑土区不同微生物菌剂对马铃薯产量和疮痂病防治效果的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2023(12):28-33.

# 高寒黑土区不同微生物菌剂对马铃薯产量和疮痂病防治效果的影响

李濛池<sup>1</sup>, 惠霖<sup>2</sup>, 黄修梅<sup>1</sup>, 贺秀芳<sup>3</sup>, 赵玉平<sup>4</sup>, 齐贝<sup>1</sup>, 高世华<sup>1</sup>

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 0141091; 2. 呼伦贝尔农垦谢尔塔拉农牧场有限公司, 内蒙古 呼伦贝尔 021000; 3. 内蒙古科学技术研究院, 内蒙古 呼和浩特 010000; 4. 乌兰察布市种业工作站, 内蒙古 乌兰察布 012000)

**摘要:**为了优化高寒黑土区马铃薯种植管理措施,以刘平1号为试验材料,采用大田试验设计,分析不同微生物菌剂对马铃薯产量、农艺性状以及疮痂病防治效果的影响。结果表明,4号微生物菌剂(T4)产量性状方面表现最好,产量最高,为 $4\,014\text{ kg}\cdot(666.7\text{ m}^2)^{-1}$ ,是CK的1.13倍。且4号微生物菌剂(T4)商品薯率最高,为88%,均显著高于其他处理[3号微生物菌剂(T3)除外],4号微生物菌剂(T4)的平均单株结薯个数高于其余处理;3号微生物菌剂(T3)在马铃薯疮痂病的防治效果上最好,显著高于其余处理,防治效果达到65%,是CK的1.76倍;农艺性状方面,2号微生物菌剂(T2)株高与3号微生物菌剂(T3)茎粗均显著高于CK,分别是CK的1.31倍和1.64倍。综合来看4号微生物菌剂(T4)与3号微生物菌剂(T3)更适用于高寒黑土区马铃薯的高产栽培种植。

**关键词:**高寒黑土区;马铃薯;微生物菌剂;产量;疮痂病

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是世界上重要的农作物之一,被广泛种植并用于食品加工供人类消费,已经成为我国四大主粮作物之一<sup>[1]</sup>,中

国马铃薯的种植面积和总产量均居世界第一<sup>[2]</sup>。然而在高寒黑土区马铃薯种植受到了多种病害和环境限制的威胁,尤其是马铃薯疮痂病,马铃薯疮痂病是由放线菌目链霉菌属疮痂病链霉菌(*Streptomyces* spp.)引起的土传兼种传病害<sup>[3]</sup>,土传病害不仅会影响产量,还直接降低块茎的品质,而重茬连作、施肥不当等是引起马铃薯土传病害的主要原因<sup>[4]</sup>。马铃薯疮痂病在马铃薯种植区域广泛分布,严重影响马铃薯的商品属性,给马铃

收稿日期:2023-06-16

基金项目:内蒙古自治区科技计划项目(2022YFDZ0010);内蒙古自治区科技重大专项(2021GG0011);内蒙古自治区直属高校基本科研业务费项目(BR221048)。

第一作者:李濛池(2000—),女,硕士研究生,从事作物栽培研究。E-mail:2352244690@qq.com。

通信作者:惠霖(1973—),男,学士,高级农艺师,从事作物栽培研究。E-mail:huangxm0404@126.com。

**Abstract:** The effects of seed dressing and foliar spraying with different plant growth regulators on the growth and yield of soybean were studied. The experiment was conducted in the Experimental Base of Heilongjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences from 2019 to 2021, the effects of seed dressing on root morphology, chlorophyll, leaf area index (LAI) and two treatments on aboveground morphology and yield components of soybean were studied by seed dressing Abt rooting powder No. 3, multi-minor cold-resistant and drought-resistant and water-retaining seed coating agent, and foliar spraying with adoxins, brassinolide, uniconazole and amyl ester. The results showed that the length of main root, the length of lateral root and the number of lateral root increased obviously after the seeds were treated with ABT rooting powder No. 3, but the effect on yield was not significant. Application of uniconazole at the beginning of flowering stage reduced plant height by 10.22% as compared with the control, and decreased leaf area index (LAI) significantly at R2 and R4 stages. Aminoacyl esters and Brassino lactone promoted leaf growth in R4 and R6 stages, respectively, but had no significant effect on chlorophyll content. The effect of chemical control agents on biological yield was mainly reflected in increasing pod dry weight. In R6 stage, pod dry weight of each treatment was significantly higher than that of the control. In 2020, the 100-seed weight was 20.6 g, which was 3.5% higher than the control. Compared with the control, the yield of Aminoacyl esters increased by 41.56% in 2019 and 17.73% in 2020.

**Keywords:** soybeans; plant growth regulators; morphological index; chlorophyll content; yield traits

薯产业带来了巨大的经济损失<sup>[6]</sup>。虽然传统的化学农药和肥料使用可以在一定程度上控制病害,但过量施肥等原因,不仅导致资源浪费,也带来了环境污染和农产品安全问题。基于绿色农业的发展理念,微生物肥料是减少作物对化学肥料依赖的有效措施之一<sup>[6]</sup>。

微生物肥料是一种新型的土壤改良剂,可以通过调节土壤微生物群落结构和功能,改良土壤环境,并且能够有效保证经济收益,得到人们的广泛关注<sup>[7-8]</sup>。大量研究表明,微生物菌剂可有效降低化肥的使用量,提升农作物抗性,改善农产品的品质<sup>[9]</sup>。微生物菌剂还可以改善土壤结构<sup>[10]</sup>、提高土壤微生物丰富度<sup>[11]</sup>、减轻病虫害<sup>[12]</sup>等。郭雨鑫<sup>[13]</sup>研究表明施用生物菌肥和黄腐酸会使马铃薯产量显著提高 6.01%~27.3%,商品薯率显著增加 4.1%~8.4%,并且能够显著降低马铃薯疮痂病的发病率。靳海波等<sup>[14]</sup>研究结果表明,使用生物有机肥可以使土壤疮痂病的病原菌数量减少,并且对疮痂病的防效达到 47.2%。张玲等<sup>[15]</sup>研究发现,施加微生物菌剂的处理均可有效促进植株生长,提高出苗率、增加马铃薯产量。然而,对于高寒黑土区马铃薯的微生物菌剂研究相对较少,该地区的气候条件和土壤特性与其他地区有所不同,这可能导致微生物菌剂的效果有所差异。因此,本研究探讨不同微生物菌剂对高寒地区马铃薯产量和防治效果的影响,对于优化高寒黑土区马铃薯种植管理措施具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地点在呼伦贝尔市牙克石(牧原)马铃薯农业科技园区,牙克石市平均气温 $-4.4\sim 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,昼夜温差大,年平均日照时数 $2\,378\sim 2\,720\text{ h}$ ,牙克石市年平均降水量 $388.7\sim 477.9\text{ mm}$ 。供试土壤为黑钙土,黑土层厚度 $57\text{ cm}$ ,土壤 $\text{pH}7.09$ 、有机质 $38.6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、全氮 $2.31\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ 、全磷 $0.65\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、全钾 $15.54\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、碱解氮 $181.54\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、有效磷 $23.33\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $170.08\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

### 1.2 材料

1.2.1 供试品种 刘平 3 号种薯级别原原种,由牙克石兴佳薯业有限公司提供。

1.2.2 供试菌剂 1 号微生物菌剂,主要包含 HTM 硫肥、硅钾钛稀土菌剂、赛土丰、铜锐克、赛土丰+可了贝;2 号微生物菌剂,主要包含黑施丹复合酶菌肥、疫康、菌根生;3 号微生物菌剂,主要包含土豆拌种剂、微生物菌剂(有效活菌数 $\geq 2.0\text{ 亿}\cdot\text{g}^{-1}$ )、枯草芽孢杆菌、根益生、益菌源护、黄金搭档和益滴丰;4 号微生物菌剂,主要包含有机肥(原生态氮磷钾总养分 $>6\%$ 、有机质 $\geq 70\%$ 、有机活性钙 $>5\%$ 、腐植酸 $\geq 10\%$ 、生物菌 $>5\text{ 亿}\cdot\text{g}^{-1}$ )、微生物菌剂(有效活菌数 $\geq 2.0\text{ 亿}\cdot\text{g}^{-1}$ )和枯草芽孢杆菌。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用大田定位试验,试验田共 $3\,333.3\text{ m}^2$ 。试验共设 5 个处理:1 号微生物菌剂(T1)、2 号微生物菌剂(T2)、3 号微生物菌剂(T3)、4 号微生物菌剂(T4)和常规施肥(CK),3 次重复,于 2022 年 5 月 1 日播种马铃薯,行距 $90\text{ cm}$ 、株距 $25\text{ cm}$ 。土壤状况、种植密度、田间管理均一致,除施用不同微生物菌肥外,其余处理均施入相同复合肥料 $50\text{ kg}\cdot(666.7\text{ m}^2)^{-1}$ 。每种微生物菌剂具体的施肥时间与施肥情况详见表 1。

1.3.2 测定项目及方法 土壤有机质:马铃薯收获期采取每处理 $0\sim 20\text{ cm}$ 土层土壤样品,混合均匀后用塑料袋密封。样品自然风干、研磨,过 $0.15\text{ mm}$ 筛后装袋待测,土壤有机质含量用重铬酸钾—硫酸亚铁滴定法测定。

马铃薯产量:在马铃薯收获期,采用随机取样法对马铃薯产量、单株结薯个数、商品薯率、农艺性状进行测定,每个处理 3 次重复。薯块质量大于 $150\text{ g}$ 的为商品薯,计算商品薯率,并统计单株结薯个数(包括单薯质量大于 $150\text{ g}$ 的薯块、 $50\sim 150\text{ g}$ 的薯块和小于 $50\text{ g}$ 的薯块)。

马铃薯疮痂病:通过薯块分级计算病情指数和防治效果,疮痂病的分级标准参照表 2。

表 1 不同微生物菌剂处理具体施肥种类时期和用量

处理	施肥时间	施肥量
T1	底肥	HTM 硫肥(中东进口)20~30 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> +硅钾钛稀土菌剂 40 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
	坐薯前期	滴灌赛土丰(美国酶制剂)150~200 mL·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
	膨大期初期	滴灌铜锐克(70%碱式硫酸铜)300~400 g·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
	铜锐克使用后 3~5 d	滴灌赛土丰+可了贝 150~300 mL·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
T2	播种前	黑施丹 40 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> +疫康原液 1 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> (均匀喷到种薯上)
	出苗后	菌根生灌溉 2 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
	薯块形成期	菌根生灌溉 2 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
T3	播种前	土豆拌种剂 0.75~1.00 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
	底肥	微生物菌剂 40 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
	幼苗期(定植 20~25 d)	根益生 1 L·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> +益菌源护 1 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> (随滴灌冲施)
	发棵期(定植 45 d)	益菌源护 1 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> +黄金搭档 2 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> +益滴丰均衡营养型 2 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> (随滴灌冲施)
	结薯期(定植 50~90 d)	使用益滴丰均衡营养型 2 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ,15 d 1 次共冲施 3 次
T4	播种前	有机肥 40 kg·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
	发棵期(定植 45 d)	微生物菌剂 5 L·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
	结薯前期(定植 50~90 d)	微生物菌剂 5 L·(666.7 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>

表 2 马铃薯疮痂病分级标准

分级	病斑占整个薯块面积	病级
0	没有病斑	1
1	1%以下	2
2	1%~10%	3
3	11%~20%	4
4	21%~50%	5
5	51%以上	6

病情指数=[ $\sum$ (各级病薯数)×各级代表值]/(调查总薯数×最高级别代表值)]×100

防治效果(%)=(对照区病情指数-处理区病情指数)/对照区病情指数×100

1.3.3 数据分析 数据采用 Excel 2019 软件进行整理,并利用 SPSS 20.0 进行统计分析,用单因素方差分析法检验处理间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同微生物菌剂对土壤有机质的影响

由图 1 可知,不同微生物菌剂对土壤有机质影响显著。土壤有机质含量表现为 T4>T2>T1>T3>CK。T1、T2、T3 和 T4 间差异不显著,但均

显著高于 CK,分别是 CK 的 1.43 倍、1.43 倍、1.42 倍和 1.46 倍;各处理土壤有机质含量维持在 40.86~59.48 g·kg<sup>-1</sup>。综合来看,不同微生物菌剂处理均可以提高土壤有机质含量。

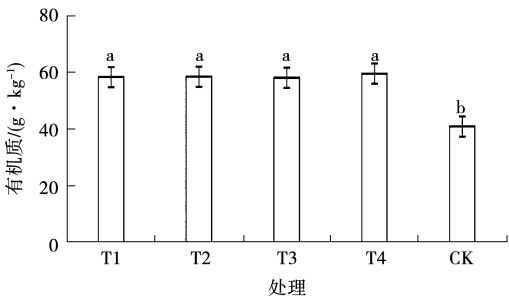


图 1 不同微生物菌剂对土壤有机质的影响  
注:不同字母表示在 P<0.05 水平差异显著。下同。

2.2 不同微生物菌剂对马铃薯产量的影响

由图 2 可知,微生物菌剂对马铃薯产量影响显著,各处理平均产量 2 140~4 014 kg·(666.7 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。T4 处理显著高于其他处理,是 CK 的 1.13 倍;其次是 T3 处理,显著高于 T1、T2 但与 CK 差异不显著,分别是 T1、T2 及 CK 的 1.69 倍、1.50 倍和 1.02 倍。T1、T2 处理产量低于 CK,综上不同微生物菌剂处理下的马铃薯产量以 T4 表现最好。

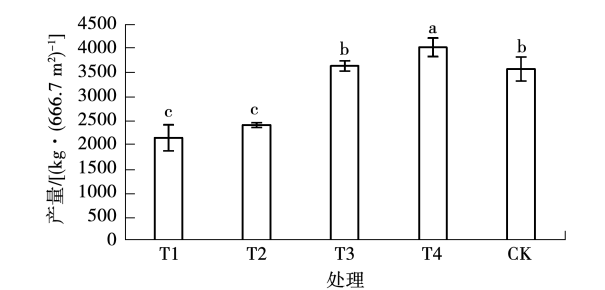


图2 不同微生物菌剂对马铃薯产量的影响

### 2.3 不同微生物菌剂对马铃薯商品薯率的影响

由图3可知,不同微生物菌剂对马铃薯商品薯率影响显著,不同微生物菌剂下的商品薯率为73%~88%,具体表现为T4>T3>CK>T2>T1。T4处理商品薯率最高,与T3处理差异不显著,二者均显著高于T1、T2和CK,T4处理分别是T1、T2及CK的1.20倍、1.15倍和1.11倍;其次为T3处理商品薯率为86%,是CK的1.08倍;T1、T2与CK商品薯率差异不显著。

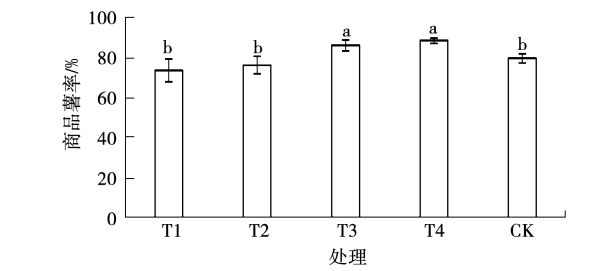


图3 不同微生物菌剂对马铃薯商品薯率的影响

### 2.4 不同微生物菌剂对马铃薯单株结薯个数的影响

由图4可知,不同微生物菌剂对马铃薯单株结薯个数未形成显著差异,不同微生物菌剂下的平均单株结薯个数维持在4~7个。但T4的平均单株结薯个数最高,是CK的1.17倍;T3与CK处于中间水平,平均单株结薯个数为6个;T1、T2最少,平均单株结薯个数为4个。

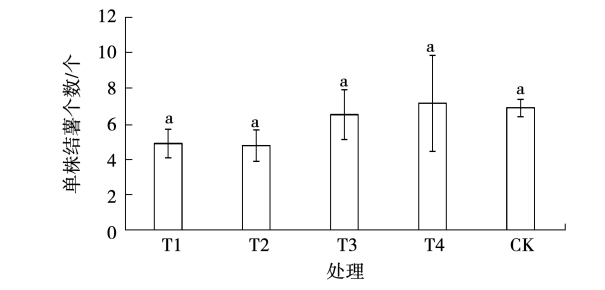


图4 不同微生物菌剂对马铃薯单株结薯个数的影响

### 2.5 不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果的影响

由图5可知,不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果影响显著,T3的防治效果最好,为65%,与其余处理均存在显著差异,是CK的1.76倍;其次是T4,与CK呈显著差异,是CK的1.57倍;CK的防治效果较差,为37%。综上不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果具体表现为T3>T4>T1>T2>CK。

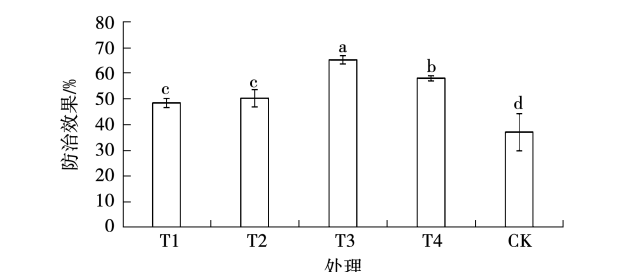


图5 不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果的影响

### 2.6 不同微生物菌剂对马铃薯农艺性状的影响

由图6可知,不同微生物菌剂对马铃薯农艺性状影响显著,各处理株高、茎粗分别维持在81.67~106.67 cm、1.27~2.05 cm。T2处理株高与T3、T4差异不显著,与T1、CK存在显著差异,是CK的1.31倍;T3处理茎粗显著高于T1与CK,是CK的1.64倍。

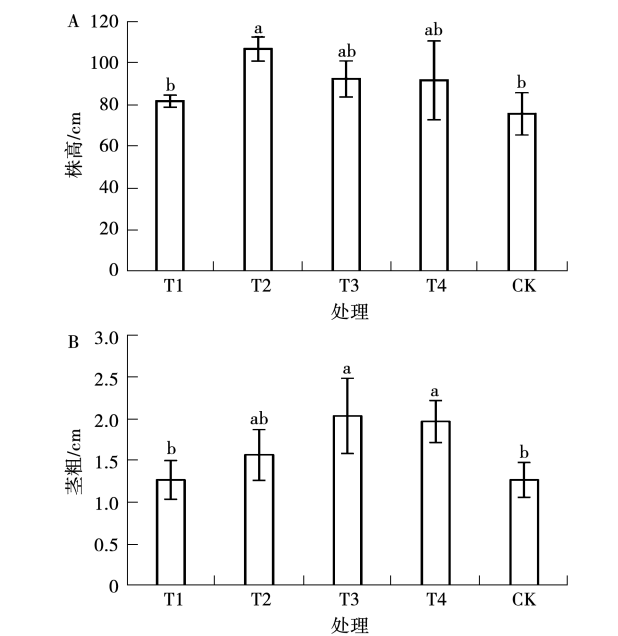


图6 不同微生物菌剂对马铃薯株高(A)和茎粗(B)的影响



### 3 讨论

在微生物菌剂中包含大量的活性微生物,有助于土壤团粒结构的改善<sup>[16]</sup>。包含在微生物菌剂中的微生物能够在土壤中进行代谢繁殖,可促使土壤养分矿化和物质转化,使土壤养分性能增加,更利于植株吸收利用<sup>[17]</sup>。微生物菌剂是含有特定微生物活体、应用于农业生产,可增加植物养分供应量,促进其生长并提高产量<sup>[18]</sup>,大部分研究也表明微生物菌剂对不同作物存在提高产量的作用,罗军<sup>[19]</sup>研究表明,与常规农作物施肥相比,增施微生物菌剂更能促进水稻生长,提高水稻产量。闫锋等<sup>[20]</sup>研究发现,微生物菌剂均能显著改善齐黍的穗长、有效分蘖数、株高、茎粗等农艺性状。陈吉昆等<sup>[21]</sup>研究结果表明,微生物菌剂能够增加马铃薯植株株高、茎粗和主茎数,显著提高马铃薯产量、商品薯率。本研究结果表明在高寒黑土区微生物菌剂能够显著提高马铃薯株高、茎粗和产量。其中 T4 处理效果最好,平均产量为  $4\,014\text{ kg}\cdot(666.7\text{ m}^2)^{-1}$ ,能显著提高马铃薯产量;T4 处理的马铃薯商品薯率、平均结薯个数均为最高。T4 处理主要包含有机肥与微生物菌剂,二者主要含有机质 $\geq 70\%$ 、生物菌 $> 5\text{ 亿}\cdot\text{g}^{-1}$ 和枯草芽孢杆菌,这些有益微生物可以与植物根系形成共生关系,促进植物对养分的吸收,还可以分解土壤中的有机物质,释放出植物所需的营养元素,并转化为可供植物吸收利用的形式,从而促进植物的生长和增加产量。T1 与 T2 处理较 CK 降低了马铃薯产量,可能是该微生物菌剂不适合当地的土壤类型、环境条件,也可能是施用剂量过高或过低导致的。

疮痂病是马铃薯生产中的一大难点问题,目前为止国内还没有防治该病的可登记农药<sup>[22]</sup>。由于气候等原因,我国北方马铃薯疮痂病发病情况要重于南方,年发病面积高达  $40\text{ 万 hm}^2$  以上,平均病株率高达  $30\%$  以上<sup>[23]</sup>。研究人员发现,施用微生物制剂可以防治作物病害的发生<sup>[24]</sup>。微生物菌剂主要通过调节马铃薯根部和体内微生物组成,提高有益微生物含量,抑制有害病菌,提高土壤养分的吸收和利用,增强作物抗病性和抗逆性<sup>[25]</sup>。本试验结果表明在高寒黑土区不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果均高于 CK,

这与郭雨鑫<sup>[13]</sup>、靳海波等<sup>[14]</sup>研究结果一致,T3、T4 防治效果最好达到了  $65\%$  和  $58\%$ ,其次是 T2、T1,防治效果分别为  $50\%$  和  $48\%$ 。T3、T4 处理主要包含枯草芽孢杆菌,近年来,芽孢杆菌类菌剂因其芽孢具有耐热、抗逆性、稳定定殖、抗菌谱广泛、作用多样等,已成为生物防治主力军<sup>[26-27]</sup>,并在生物防治土传病害方面取得了一定进展,一些生防菌剂如芽孢杆菌类对于作物病害防效显著<sup>[28]</sup>。这些有益微生物可以与病原菌竞争养分和生存空间,从而减少病原菌的数量,减缓疾病的发展。综合分析在高寒黑土区 T4、T3 处理的微生物菌剂对马铃薯产量与疮痂病的防治效果最好,但由于试验条件限制,马铃薯试验品种有限,可能会使本试验研究结果具有一定的片面性,具体适合高寒黑土区马铃薯生产施用的微生物菌剂和适宜用量还需要在后续试验中进行深入研究和探讨。

### 4 结论

施用微生物菌剂,在高寒黑土区可提高马铃薯产量、土壤有机质含量和农艺性状,还能够降低疮痂病的发生。其中 T4 处理对马铃薯产量的提高效果最为显著,产量达到  $4\,014\text{ kg}\cdot(666.7\text{ m}^2)^{-1}$ ;T3 处理对马铃薯疮痂病的防治效果最好,防治效果达到了  $65\%$ 。综合产量和对马铃薯疮痂病的防治效果来看,T3、T4 处理均显著高于 CK,适用于高寒黑土区马铃薯栽培。

### 参考文献:

- [1] 梁宏杰,吕和平,高彦萍,等. 98%棉隆在马铃薯原种生产中对疮痂病的防治效果[J]. 农药,2021,60(2):150-153.
- [2] 李含悦,张润清,王哲. 我国马铃薯全要素生产率比较及空间集聚研究[J]. 中国农业资源与区划,2021,42(7):9-18.
- [3] 生兆平,许杰,朱文婷,等. 马铃薯疮痂病防治技术探讨[J]. 中国果菜,2023,43(5):64-67,71.
- [4] 夏善勇,牛志敏,李庆全,等. 马铃薯疮痂病菌及防控手段研究进展[J]. 中国瓜菜,2022,35(8):12-17.
- [5] 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.
- [6] 刘雅娜,袁凯,王金莲,等. 不同微生物菌剂对马铃薯的促生作用研究[J]. 干旱区资源与环境,2023,37(9):136-143.
- [7] 常娜,马璐璐,闫翠梅,等. 微生物菌剂在小麦上的应用效果及用量选择[J]. 江苏农业科学,2018,46(11):51-54.
- [8] HUI C,SUN P F,GUO X X,et al. Shifts in microbial community structure and soil nitrogen mineralization following short-term soil amendment with the ammonifier *Bacillus amyloliquefaciens* DT

[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2018, 132:40-48.

[9] JAMAL Q, LEE Y S, JEON H D, et al. Effect of plant growth-promoting bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* Y1 on soil properties, pepper seedling growth, rhizosphere bacterial flora, and soil enzymes[J]. Plant Protection Science, 2018, 54(3):129-137.

[10] 王国丽, 张晓丽, 张晓霞, 等. 施用功能微生物菌剂对重度盐碱地向日葵生长及土壤微生物的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2021(5):133-139.

[11] 宋健, 刘伟峰, 魏喜喜, 等. 枣专用微生物菌剂对干旱区骏枣园土壤养分及土壤酶活性的影响[J]. 西南农业学报, 2021, 34(7):1472-1479.

[12] 李晶晶, 刘聪, 王鑫鑫, 等. 微生物菌剂对青椒生长、品质和土壤养分状况的影响[J]. 北方园艺, 2021(13):1-10.

[13] 郭雨鑫. 生物源肥料对马铃薯生长、产量及品质的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2018.

[14] 靳海波, 王文丽, 邱慧珍, 等. 生物有机肥 GSJ-1 对马铃薯土壤疮痂病原菌分布影响及生防效果研究[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(2):165-169.

[15] 张玲, 张婷, 林柏松, 等. 微生物菌剂对不同成熟期马铃薯生长发育及产量的影响[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(11):51-53, 56.

[16] 彭喜之, 王涛辉, 马珺怡, 等. 微生物菌剂对土壤酸碱性的改良研究[J]. 天津科技, 2021, 48(1):42-45, 48.

[17] 沙月霞, 王晨曦, 邢敏, 等. 微生物菌剂拌土对玉米农田土壤细菌群落多样性的影响[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(5):138-142, 146.

[18] 冯敬涛, 于天武, 吴晓娴, 等. 微生物菌肥对苹果土壤理化特性及养分吸收的影响[J]. 北方园艺, 2021(2):97-102.

[19] 罗军. 生物菌肥对水稻养分吸收及产量的影响[J]. 现代农村科技, 2021(9):55-56.

[20] 闫锋, 董扬, 赵富阳, 等. 不同微生物菌剂对糜子生长及土壤酶活性的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2023(5):35-38, 51.

[21] 陈吉昆, 钱彩霞, 余丽燕, 等. 微生物菌剂对马铃薯生长发育的影响[J]. 农业工程技术, 2022, 42(14):15, 17.

[22] 王敏, 吕和平, 高彦萍, 等. 微生物菌肥在马铃薯疮痂病防治上的应用效果[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(10):27-31.

[23] 李爽, 杨美军, 张云, 等. 马铃薯疮痂病研究进展[J]. 中国马铃薯, 2018, 32(4):240-248.

[24] 蔚越, 王震铎, 庄路博, 等. 微生物生态制剂对马铃薯疮痂病的防治效果及内生菌群落结构影响的研究[C]//中国植物病理学会、中国植物病理学会 2017 年学术年会论文集. 泰安, 2017:495.

[25] 张冬梅, 高振江, 刘丹, 等. 微生物菌剂在马铃薯上的田间药效试验[J]. 中国农学通报, 2017, 33(26):88-92.

[26] 龚国利, 王亮, 王旭阳, 等. 植物内生芽孢杆菌的研究进展[J]. 生物学杂志, 2020, 37(3):91-95.

[27] 陆景倩, 郎剑锋, 杨秋侠, 等. 解淀粉芽孢杆菌对植物土传病害的作用机制[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(12):5-10.

[28] 徐雪亮, 刘子荣, 曾绍民, 等. 5 种生物药剂防治马铃薯主要病害田间药效试验[J]. 中国农学通报, 2020, 36(9):122-126.

# Effects of Different Microbial Agents on Potato Yield and Control Effect of Scab Disease in High Latitude Cold Black Soil Regions

**LI Mengchi<sup>1</sup>, HUI Lin<sup>2</sup>, HUANG Xiumei<sup>1</sup>, HE Xiufang<sup>3</sup>, ZHAO Yuping<sup>4</sup>, QI Bei<sup>1</sup>, GAO Shihua<sup>1</sup>**  
(1. Vocational and Technical College, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou 014109, China; 2. Hulunbuir Xeltala Farming and Ranching Co., Ltd., Hulunbuir 021000, China; 3. Inner Mongolia Institute of Science and Technology, Hohhot 010000, China; 4. Ulanqab Seed Industry Workstation, Ulanqab 012000, China)

**Abstract:** In order to optimize the management measures for potato cultivation in the high latitude cold black soil area, the effects of different microbial inoculants on potato yield, agronomic traits and scab control effect were analyzed by using Liuping No. 1 as test material and field experiment design. The results showed that, microbial agent No. 4 (T4) showed the best yield, with the highest yield of  $4\,014\text{ kg} \cdot (666.7\text{ m}^2)^{-1}$ , which was 1.13 times that of CK. In addition, the commercial potato rate of microbial agent 4 (T4) was 88%, which was significantly higher than that of other treatments [except microbial agent 3 (T3)], and the average number of potato formation per plant of microbial agent 4 (T4) was higher than that of other treatments. Microbial agent No. 3 (T3) had the best control effect on potato scab, which was 65% higher than that of other treatments and 1.76 times that of CK; In terms of agronomic traits, the plant height of microbial agent No. 2 (T2) and stem diameter of microbial agent No. 3 (T3) were significantly higher than CK, 1.31 times and 1.64 times of CK, respectively. The results showed that microbial inoculant No. 4 (T4) and microbial inoculant No. 3 (T3) could be used for high yield cultivation of potato in high cold black soil area.

**Keywords:** high latitude cold black soil area; potato; microbial agents; yield; scab disease