

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2018)04-0229-06

土壤肥料

生物菌肥对有机种植马铃薯生长和产量的影响

陈丽丽¹, 祁香雪¹, 宫晓晨¹, 李鹏飞², 胡跃高^{1*}

(1. 中国农业大学农学院, 北京 100193; 2. 野菜夫人农场, 河北 张家口 076481)

摘要: 基于10年以上有机种植体系, 以‘青薯9号’为试验材料, 研究了六合和地力旺2种生物菌肥对有机种植马铃薯生长、产量及产量构成因素的影响。结果表明, 与对照相比, 2种生物菌肥能有效促进马铃薯植株生长; 2种菌肥处理分别增产2 898和1 138 kg/hm², 单株结薯数分别增加2和3个, 单株结薯重分别增加269和245 g, 平均单薯重分别降低50和69 g。对照与2种菌肥处理的商品薯产量基本相同。2种菌肥处理均显著降低了马铃薯块茎商品薯率, 其中150 g以上薯块较对照分别降低9.02和10.22个百分点, 30 g以下薯块较对照分别增加11.27和8.70个百分点。研究表明, 生物菌肥应用于马铃薯有机种植具有增产潜力。

关键词: 有机种植; 马铃薯; 长势; 产量; 产量构成; 薯块分级

Effects of Biofertilizer on Potato Growth and Yield Under Organic Cultivation

CHEN Lili¹, QI Xiangxue¹, GONG Xiaochen¹, LI Pengfei², HU Yuegao^{1*}

(1. College of Agronomy, China Agriculture University, Beijing 100193, China;

2. Madam Farm of Wild Vegetables, Zhangjiakou, Hebei 076481, China)

Abstract: Based on more than ten years organic cultivation system, with 'Qingshu 9' as the experimental material, the effects of two biofertilizers of "Liuhe" and "Diliwang" on the plant growth, yield and yield components of organic cultivated potato were studied. Compared with the control, the two biofertilizers effectively promoted the growth of potato plants, increased yield by 2 898 and 1 138 kg/ha, tuber number per plant by two and three, and tuber weight per plant by 269 and 245 g, respectively. However, the average potato tuber weight was decreased by 50 and 69 g, respectively. In terms of marketable organic potato tuber yield, the two biofertilizers were basically the same as control. In addition, marketable tuber percentage of potato in the two treatments of biofertilizer was significantly decreased when compared with the control. In comparison to the control, the percentage of potato tuber (> 150 g) was reduced by 9.02 and 10.22 percentage points, while the percentage of potato tuber (< 30 g) were increased by 11.27 and 8.70 percentage points, respectively, in LH (organic fertilizer + Liuhe) and DLW (organic fertilizer + Diliwang) treatments. In conclusion, the application of biofertilizer under potato organic cultivation system has the potential to increase its production.

Key Words: organic cultivation; potato; growth; yield; yield component; tuber classification

有机种植要求在生产过程中禁止使用任何人
工合成的化学肥料、除草剂、杀虫杀菌剂及植物

生长调节剂类物质, 是一种可持续的农业耕作方式。因其生产过程生态环境友好、其产出品收益

收稿日期: 2017-11-06

基金项目: 国家农业产业体系项目(CARS-08-B-1)。

作者简介: 陈丽丽(1988-), 女, 博士研究生, 从事作物有机栽培研究。

*通信作者(Corresponding author): 胡跃高, 教授, 从事有机农业生产研究和有机社区、有机社会的规划和指导, E-mail: huyuegao@cau.edu.cn。

高^[1]、品质佳、安全性好^[2], 近年来备受社会各界人士青睐。有机种植过程对生产投入品使用限制苛刻、对生产技术要求高且执行严, 造成大多数作物有机生产中存在产量低的突出问题^[3]。

马铃薯营养丰富, 适应性强, 栽培面积广, 被认为是继小麦、水稻、玉米之后的第四大粮食作物, 在保障全球粮食安全中扮演重要角色。2015年, 农业部正式提出“马铃薯主粮化战略”, 有力推动了中国马铃薯产业发展^[4]。与此同时, 马铃薯有机生产亦获得一定程度发展。但是在马铃薯有机种植中也存在产量低的问题^[5]。研究表明, 在常规生产下生物菌肥及其有益菌的代谢产物能有效促进马铃薯的生长、提高其产量^[6]。刘峰等^[7]研究表明, 生物酵素菌肥能明显改善薯块品质, 但对马铃薯增产效果不显著。为了探索生物菌肥在有机种植马铃薯上的应用效果, 本研究基于10年以上有机种植体系, 探究了施用2种生物菌肥对马铃薯生长、产量及产量构成因素的影响, 以期生物菌肥应用于有机马铃薯种植提供数据支撑和理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试马铃薯品种: ‘青薯9号’(高产、晚熟、抗晚疫病)。种薯级别为原种。

供试菌肥: 北京神州六合生物菌肥, 山西地力旺EM菌肥。

1.2 试验地概况

试验地位于河北省张家口市张北县二台镇野菜夫人生态农场, 位于N 41°21′~41°32′, E 114°45′~115°, 海拔1 300~2 128 m。该地处于河北省西北部, 内蒙古高原南部的坝上地区, 为中温带大陆性季风气候。年降雨300 mm左右, 全年无霜期90~110 d, 年均气温3.7℃, 年均日照时数3 000 h, 常年平均风速为6 m/s。种植制度为一年一熟, 马铃薯是主要作物之一。

1.3 试验设计

试验于2017年5月1日播种, 10月3日收获, 栽培管理遵循有机生产原则, 即不施用农药、化肥、人工合成的植物生长调节剂等化学物质。采用

大垄双行, 垄宽120 cm, 垄沟宽40 cm, 上垄面宽60 cm, 下垄面宽80 cm, 株行距为40 cm × 25 cm, 种植密度52 500株/hm², 播种时按80 t/hm²有机肥(腐熟好的羊粪)作为底肥一次性施入, 试验地pH 7.34, 全氮0.98 g/kg, 有机质15.06 g/kg, 有效磷42.96 mg/kg, 速效钾232.56 mg/kg。

试验处理为: CK(仅施腐熟有机肥), LH(有机肥+六合生物菌肥), DLW(有机肥+地力旺生物菌肥), 2种生物菌肥均按照750 kg/hm²与有机肥混施, 2种菌肥处理与对照小区均按照有机生产方式进行管理。小区面积33 m²(6.6 m × 5 m), 每小区6垄, 3次重复, 完全随机排列。

1.4 指标测定及方法

生长指标: 每小区随机选取4株, 分别于苗期、块茎形成期、块茎膨大期、淀粉积累期、成熟期用卷尺、游标卡尺测定马铃薯的株高、茎粗(株高量取从植株基部至顶端位置; 茎粗量取基部第3节间的直径); 用SPAD-502叶绿素仪测定其功能叶(取从上往下数第三、四片完全展开叶片)SPAD值。

产量指标: 收获时, 每小区选10 m²样方测产, 取10株测产量构成, 对各块茎分别称重, 按0~30, 30~75, 75~100, 100~150和>150 g, 对块茎分级, 并计算各级别薯块所占比例。单薯鲜重≥75 g为商品薯。

1.5 数据统计与分析

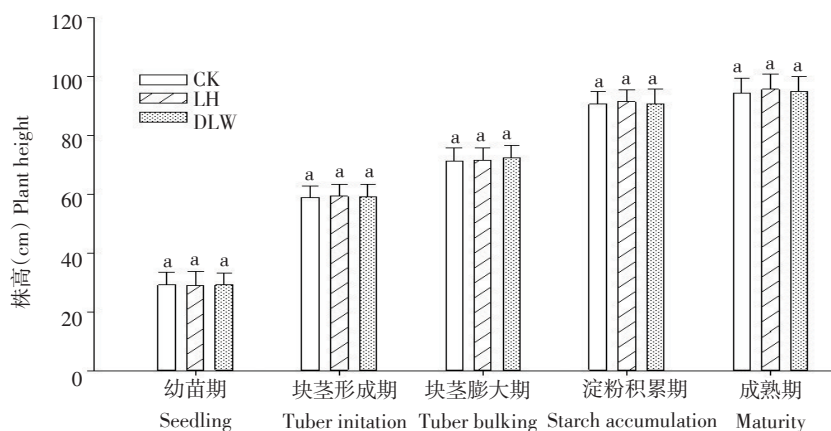
试验数据用IBM SPSS Statistics 23.0统计软件进行方差分析(Tukey's-b, $P < 0.05$), 用SigmaPlot 12.5软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯生长的影响

由图1可知, 各处理马铃薯株高随生育期推进而增高, 成熟期前达到最高值。各取样时期, 不同生物菌肥处理株高与CK差异不显著($P > 0.05$)。

由图2可知, 各处理茎粗在淀粉积累期达到最大, 成熟期略有下降。幼苗期即出苗后30 d(幼苗期), 各处理茎粗差异不显著($P > 0.05$); 块



不同小写字母表示处理间在0.05水平上差异显著。下同。

Treatment means with different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

图1 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯株高的影响

Figure 1 Effects of different biofertilizers on potato plant height under organic cultivation system

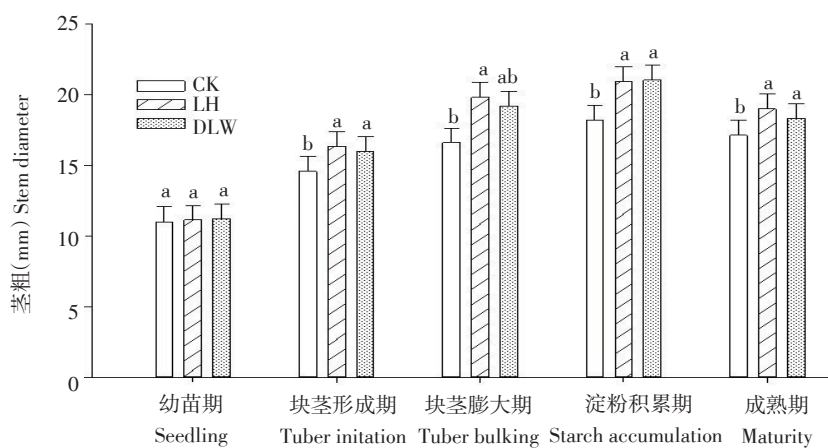


图2 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯茎粗的影响

Figure 2 Effects of different biofertilizers on potato plant stem diameter under organic cultivation system

茎形成期以后,施用生物菌肥处理茎粗(块茎膨大期除外)均显著高于CK($P < 0.05$);各取样时期,2种生物菌肥处理间茎粗差异均不显著($P > 0.05$)。

由图3可知,幼苗期各处理叶片SPAD值差异不显著($P > 0.05$);块茎形成期以后,施用生物菌肥处理的SPAD值显著高于CK($P < 0.05$);各取样时期,2种生物菌肥处理间SPAD值差异均不显著($P > 0.05$)。因地温逐渐升高,微生物活动增强,生物菌肥发挥一定作用,菌肥处理的植株叶片相对叶绿素含量高,光合作用强,叶片制造的碳水

化合物多,使得运输流-茎粗增加。不同生物菌肥处理下SPAD值表现出先升高后保持不变,再降低的趋势。这可能是因出苗后植株生长慢,叶片小且厚,细胞液浓度大,随着植株生长加快,叶片增大,细胞液浓度变小,成熟期时随着植株地上部衰老,SPAD值明显降低。成熟期时,生物菌肥处理的叶片SPAD值下降幅度远低于CK处理。生物菌肥处理可能通过固氮作用提高马铃薯植株对氮素的吸收而促进植株生长及提高叶片SPAD值。到成熟期,叶片衰老,叶绿素开始分

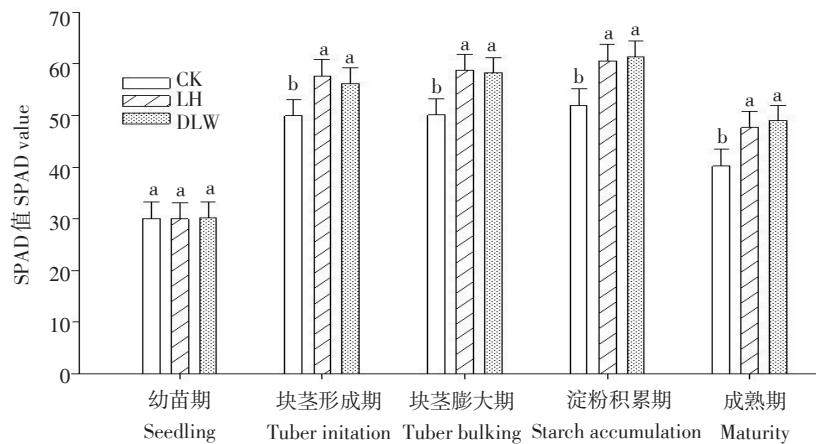


图3 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯SPAD值的影响

Figure 3 Effects of different biofertilizers on potato plant SPAD value under organic cultivation system

解, 对照的SPAD值大幅下降, 此时2种生物菌肥处理的叶片SPAD值下降率较对照低约30%。

2.2 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯产量、产量构成及薯块分级的影响

由表1可以知道, 生物菌肥处理对有机种植马铃薯产量影响显著。在小区产量和总产量上, 2种菌肥处理均显著高于CK ($P < 0.05$), 2种菌肥间

差异不显著 ($P > 0.05$)。在商品薯率上, 2种生物菌肥处理则显著低于CK ($P < 0.05$); DLW菌肥处理的商品薯率显著高于LH菌肥处理 ($P < 0.05$)。各处理商品薯产量无显著差异 ($P > 0.05$)。有机种植下, 生物菌肥显著提高马铃薯的产量 ($P < 0.05$), 但降低了商品薯率, 对商品薯产量无显著影响 ($P > 0.05$)。

表1 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯产量的影响

Table 1 Effects of different biofertilizers on potato yield under organic cultivation system

处理 Treatment	小区产量(kg/33m ²) Yield per plot	折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	商品薯率(%) Marketable tuber percentage	商品薯产量(kg/hm ²) Marketable tuber yield (kg/ha)
CK	92.36 b	28 001 b	48.38 a	13 547 a
LH	101.92 a	30 899 a	43.83 c	13 543 a
DLW	96.12 a	29 139 a	46.45 b	13 536 a

注: 不同小写字母表示处理间在0.05水平上差异显著。下同。

Note: Treatment means in the same column followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

由表2可知, 生物菌肥处理对有机种植马铃薯植株的产量构成因素有显著影响。在单株结薯数上, DLW菌肥处理显著高于LH菌肥处理和CK ($P < 0.05$); LH菌肥处理与CK差异不显著 ($P > 0.05$)。CK的平均单薯重显著高于2种菌肥处理 ($P < 0.05$); LH菌肥处理的平均单薯重显著高于DLW菌肥处理 ($P < 0.05$)。2种菌肥处理在单株结

薯重上差异不显著 ($P > 0.05$), 均显著高于CK ($P < 0.05$), 表明生物菌肥处理能有效提高有机种植马铃薯结薯数和单株结薯重, 降低平均单薯重。

由图4可知, 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯薯块分级有影响。与对照相比, 2种生物菌肥处理均明显降低了商品薯中大于150g以上薯块的比例, 增加了30g以下薯块的比例。就2种

表2 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯产量构成因素的影响

Table 2 Effects of different biofertilizers on potato tuber yield components under organic cultivation system			
处理 Treatment	单株结薯数(个) Tuber number per plant (No.)	单薯重(g) Tuber weight	单株结薯重(g) Tuber weight per plant
CK	9.00 b	153.03 a	773.33 b
LH	10.67 b	103.43 b	1 042.00 a
DLW	12.33 a	84.26 c	1 018.00 a

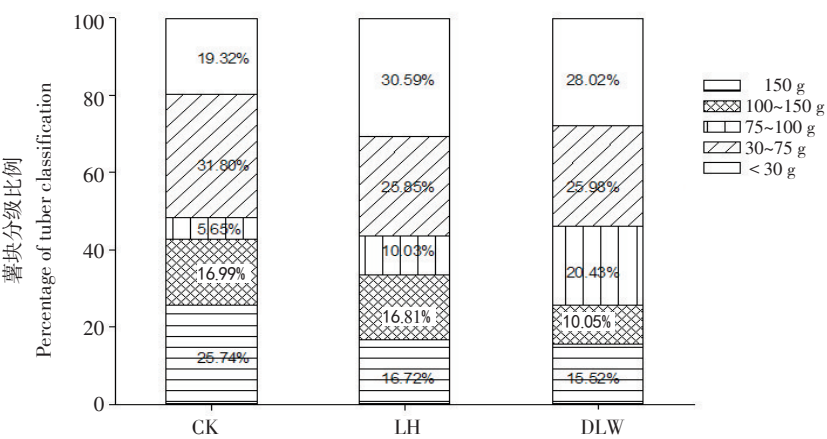


图4 不同生物菌肥处理对有机种植马铃薯薯块分级的影响

Figure 4 Effects of different biofertilizers on potato tuber classification under organic cultivation system

生物菌肥处理而言，除 100~150 g 薯块 LH 菌肥处理较 DLW 菌肥处理高 6.76 个百分点，75~100 g 薯块前者较后者低 10.40 个百分点外，其他级别的薯块比例基本相同。

生物菌肥处理通过提高有机种植马铃薯的单株结薯数、单株薯重实现增产。微生物活动或其分泌物刺激可能会造成匍匐茎数目增加，同时影响地下薯块的生长发育造成 2 种生物菌肥处理下，有机种植马铃薯块茎产量、单株产量和单株结薯数目均显著高于对照。生物菌肥处理降低了有机马铃薯的单薯重量、商品薯率，可能与菌肥处理下马铃薯薯块数目增多，各薯块分配到光合产物减少有关。

3 讨 论

有机肥是有机生产中土壤肥力的重要来源，能为菌肥中的有益微生物提供充足的食物来源与

良好的生长环境。脱毒马铃薯栽培施用生物菌肥增产效果显著^[8]与本研究结果一致。此外，菌肥施用方式，施用浓度对马铃薯产量也有影响^[9]，本试验可进一步设置不同的菌肥用量和施用时期，探究其对马铃薯产量的影响。徐畅等^[10]报道施用菌肥能提高马铃薯薯块的商品性，提高经济效益，这与本研究结论不一致，主要原因在于有机种植系统与常规种植系统在投入、产出上的差异。有机种植下可能因肥力不足或速效肥欠缺，不能提供马铃薯植株足够的肥力，在增加结薯数目和单株结薯重量同时，将薯块重量维持在较高水平，降低商品薯的产出率。

基于 10 年以上有机种植体系，探究了 2 种生物菌肥对有机种植马铃薯生长和产量的影响，研究表明，生物菌肥处理能有效促进有机种植马铃薯植株生长、提高其产量，同时降低了有机马铃薯块茎商品薯率，对商品薯产量无显著影响。

[参 考 文 献]

- [1] 尹世久, 吴林海. 全球有机农业发展对生产者收入的影响研究[J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2008, 8(3): 8-14.
- [2] 周泽江. 发展有机农业与有机食品不仅仅是为了健康[J]. 新农村: 黑龙江, 2015(10): 41-43.
- [3] 陈丽丽, 古燕翔, 谷培云, 等. 植物免疫蛋白对有机栽培番茄生长、产量、品质及抗病性的影响[J]. 中国蔬菜, 2015, 1(9): 44-47.
- [4] 杨雅伦, 郭燕枝, 孙君茂. 我国马铃薯产业发展现状及未来展望[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(1): 29-36.
- [5] 陈明远, 陈怀勳, 兰炎, 等. 北京春保护地有机马铃薯栽培[J]. 中国蔬菜, 2009, 1(21): 47-48.
- [6] 何志刚, 王秀娟, 董环, 等. PGPR 菌肥对马铃薯含量与肥料利用率影响的初步研究[J]. 中国土壤与肥料, 2013(2): 100-103.
- [7] 刘峰, 王凤, 王超, 等. 保罗微生物酵素菌肥在马铃薯上的应用效果[J]. 吉林农业科学, 2011, 36(4): 31-32.
- [8] 陈效杰, 丁俊杰, 邢文, 等. 脱毒马铃薯应用生物菌肥的效果[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(4): 224-225.
- [9] 于爱红. 菌肥在马铃薯增产方面的作用及施用方法[J]. 吉林蔬菜, 2009(6): 28-29.
- [10] 徐畅, 刘景辉, 杨彦明, 等. 菌肥与氮磷肥配施对覆膜马铃薯抗旱生理指标及产量的影响[J]. 作物杂志, 2017(1): 94-99.

2018年中国马铃薯大会突出贡献奖单位

中国马铃薯大会为科研、生产、加工、市场、消费, 即整个马铃薯产业链的信息交流提供了一个很好的平台。大家能够在一起分享取得的科研成果, 提出问题, 应对新的挑战, 极大地促进了马铃薯产业的发展。2018年中国马铃薯大会的召开得到了政府、科研、企业单位的大力支持和帮助。在筹办2018年中国马铃薯大会的过程中, 做出突出贡献的单位有:

1. 保定市亚达益农农业科技有限公司
2. 华颂种业(北京)股份有限公司
3. 内蒙古格瑞得马铃薯种业有限公司
4. 安徽六国化工股份有限公司
5. 大兴安岭兴佳种业有限公司
6. 内蒙古兴佳薯业有限责任公司
7. 黑龙江万田金农业科技发展有限公司
8. 青岛洪珠农业机械有限公司
9. 内蒙古凌志马铃薯科技股份有限公司
10. 中国薯网·内蒙古金豆农业科技有限公司
11. 黑龙江兴佳薯业有限责任公司
12. 北大荒黑土薯业有限公司
13. 中国农业科学院蔬菜花卉研究所
14. 乐陵希森马铃薯产业集团有限公司
15. 世纪五洲(北京)国际商贸有限公司
16. 德强生物股份有限公司
17. 昭阳区人民政府
18. 鲁甸县人民政府
19. 中共昭通市委宣传部
20. 昭通市交通运输局
21. 昭通市商务局
22. 昭通市接待处
23. 云南农垦昭通农业投资发展有限责任公司
24. 云南理世实业(集团)有限责任公司
25. 鲁甸县果康苹果技术服务有限公司
26. 昭通紫光大酒店有限责任公司
27. 昭通市公安局
28. 昭通市农业局
29. 昭通市农业科学院
30. 鲁甸县新兴马铃薯专业合作社

为表彰这些单位在筹办2018年中国马铃薯大会所做出的突出贡献, 中国作物学会马铃薯专业委员会决定向他们颁发奖杯和奖牌, 表示感谢。

中国作物学会马铃薯专业委员会