

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2013)01-0038-04

土壤肥料

# 马铃薯地上垄体栽培模式中肥料对比试验

赵海红<sup>1</sup>, 沙广臣<sup>2</sup>, 王士强<sup>3</sup>, 申宏波<sup>4</sup>, 顾鑫<sup>1</sup>, 杨晓贺<sup>1</sup>, 丁俊杰<sup>1\*</sup>

( 1. 农业部佳木斯作物有害生物科学观测实验站 / 黑龙江省农业科学院佳木斯分院, 黑龙江 佳木斯 154007 ;  
2. 青岛绿地生态技术有限公司, 山东 青岛 266071 ; 3. 黑龙江省农垦科学院水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154007 ;  
4. 黑龙江农业职业技术学院, 黑龙江 佳木斯 154007 )

**摘 要:** 大多数农户种植马铃薯, 习惯于施用大量的化肥, 这使土壤养分缺乏, 成分单一, 导致马铃薯品质降低。本试验通过地上垄体栽培模式, 研究不同施肥处理对马铃薯产量、品质及其它相关性状的影响。结果表明, 施用巴斯夫公司生产的恩泰克稳定性长效复合肥的处理表现较好, 马铃薯的主要农艺性状、产量、维生素 C 含量、蛋白质含量和商品薯率都比常规施肥处理有明显提高, 其中产量与商品薯率显著高于其它处理; 施用恩泰克稳定性长效复合肥处理中马铃薯的淀粉含量仅为 15.03%, 但由于其增产效果显著, 所以单位面积淀粉的总产量最高。

**关键词:** 马铃薯; 恩泰克; 产量; 稳定性肥料

## Comparison Test on Fertilization of Potato in Aboveground Ridge Cultivation Model

ZHAO Haihong<sup>1</sup>, SHA Guangchen<sup>2</sup>, WANG Shiqiang<sup>3</sup>, SHEN Hongbo<sup>4</sup>, GU Xin<sup>1</sup>, YANG Xiaohe<sup>1</sup>, DING Junjie<sup>1\*</sup>

( 1. Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests of Jiamusi, Ministry of Agriculture of the People's Republic of China/Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154007, China; 2. Qingdao Greenfield Ecology Technical Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266071, China; 3. Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154007, China; 4. Heilongjiang Agricultural College of Vocational Technology, Jiamusi, Heilongjiang 154007, China )

**Abstract:** Most farmers were used to apply mass fertilizer on potatoes, thus, caused nutrient deficiency and single component in soils, and the quality of potatoes was decreased. The test through the ridge aboveground cultivation model, studied the effects of different fertilization treatments on yield, quality and other related traits. The results showed that the treatment using Stabilized Fertilizer ENTEC had obviously improved agronomic characters, yield, vitamin C content, protein content and commodity rate of potato than other conventional fertilization treatments, and the yield and commodity rate were significantly higher than other treatments. Starch content, though, was only 15.03% in the treatment ENTEC, the starch yield in unit area increased due to the increased yield.

**Key Words:** potato; ENTEC; yield; stabilized fertilizer

随着市场经济的发展, 农业种植结构不断调整, 马铃薯已成为黑龙江省的重要经济作物之一<sup>[1]</sup>。肥料是提高土地肥力、改善作物品质、获得稳产、高产必不可少的物质基础<sup>[2]</sup>。但大多数农户种植马铃薯, 习惯于施用大量的化肥<sup>[3]</sup>。然而, 随着施肥量

的提高, 马铃薯的生产潜力并没有得到真正的发挥。由于化肥的大量施用, 使土壤养分缺乏, 成分单一, 导致马铃薯品质降低<sup>[4]</sup>。本研究对“马铃薯地上垄体栽培模式”进行了最佳肥料对比试验, 为筛选出正确使用肥料的方法、获得优质、高产的施肥

收稿日期: 2012-06-25

基金项目: 农业部“948”项目“马铃薯地上垄体栽培技术引进与示范推广”(2011-Z52)。

作者简介: 赵海红(1981-), 女, 助理研究员, 硕士, 主要从事脱毒马铃薯栽培技术研究。

\* 通信作者(Corresponding author): 丁俊杰, 博士, 副研究员, 主要从事脱毒马铃薯栽培和植物病理研究, E-mail: me999@126.com。

技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试品种

‘克新 13 号’一级种薯，由黑龙江省农业科学院佳木斯分院提供。

1.1.2 供试肥料

恩泰克(22-7-11)稳定性长效肥(德国巴斯夫公司)：总氮含量 $\geq 16\%$ ，有效磷含量 $\geq 16\%$ ，有效钾含量 $\geq 16\%$ ，肥效长达 2~3 个月。

磷酸二铵(黄麦岭)：总氮含量 $\geq 18.0\%$ ，有效磷含量 $\geq 46.0\%$ 。

50%硫酸钾(罗布泊)：氧化钾含量 $\geq 51\%$ ，氯(Cl<sup>-</sup>)离子的质量分数 $\leq 1.5\%$ 。

尿素(大庆石化)：总氮含量 $\geq 46\%$ 。

1.2 试验方法

本试验于 2011 年 5 月 4 日在黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验地进行，前茬作物为大豆，土壤类型为黑壤土，土壤 pH 值为 6.61，有机质 3.29%，碱解氮 110.83 mg/kg，速效磷 65.50 mg/kg，速效钾 117.71 mg/kg。试验设 5 个处理，每处理 3 次重复，共 15 个小区，采用随机区组排列，小区垄宽 80 cm，垄长 25 m，面积 100 m<sup>2</sup>。使用了日本引进的“TOYONOKI 马铃薯培土犁”(型号 TCV-5)进行培土作业。9 月 20 日进行收获考种。

处理 1：公顷用恩泰克 500 kg、磷酸二铵 100 kg、50%硫酸钾 150 kg。

处理 2：公顷用尿素(150 kg 种肥 + 盛花期 45 kg 追肥) + 150 kg 二铵 + 225 kg 硫酸钾。

处理 3：公顷用尿素(225 kg 种肥 + 盛花期 75 kg 追肥) + 180 kg 二铵 + 300 kg 硫酸钾。

处理 4：公顷用尿素(225 kg 种肥 + 现蕾期 75 kg 追肥 + 盛花期 75 kg 二次追肥) + 200 kg 二铵 + 375 kg 硫酸钾。

对照：不施肥。

盛花期<sup>[5]</sup>测量马铃薯株高、茎粗、主茎数。株高是每小区随机选 20 株，测量田间自然株高(从土壤表面到主茎顶端生长点的高度)，取平均值；主茎数是每小区随机选 20 株，测量其主茎数(一级主茎数)<sup>[6]</sup>，最后计平均值；茎粗是每小区随机选 20 株，分别测定各植株第三节茎粗<sup>[6]</sup>，取平均值。可溶性蛋白含量测定参照邹琦<sup>[7]</sup>考马斯亮蓝比色法；马铃薯块茎中淀粉的测定采用硫酸蒽酮法<sup>[8]</sup>；维生素 C 测定方法采用 2, 6-二氯酚酚滴定法<sup>[9]</sup>。

数据应用 DPS 和 Excel 数据软件分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对马铃薯主要农艺性状的影响

由调查结果(表 1)可知，各处理的马铃薯主要农艺性状均有较明显的差异，其中处理 4 植株最高，为 85.79 cm，其次是处理 1，为 82.52 cm，两个处理的株高差异不显著；而处理 1 的主茎数最多，为 3.17 个，与处理 3 的主茎数 2.83 个差异不显著，但显著高于其它处理。处理 3 的主茎最粗，为 1.18 cm，处理 1 的茎粗为 1.16 cm，与处理 3 差异不显著；施肥量较多的处理 4 中的茎粗反而低于施肥较少的处理 2，可能是由于施肥量过大造成植株徒长的原因。

由此可见，适当的施肥对马铃薯地上部主要农

表 1 不同施肥处理对马铃薯主要农艺性状的影响

Table 1 The main agronomic traits of different fertilization treatments

处理 Treatment	株高(cm) Plant height	比对照增加(cm) Increased than CK	主茎数(个) Main stem number	比对照增加(个) Increased than CK	茎粗(cm) Stem diameter	比对照增加(cm) Increased than CK
1	82.52 aA	10.71	3.17 aA	1.24	1.16 aAB	0.24
2	79.83 abAB	8.02	2.49 bcBC	0.56	1.02 bAB	0.09
3	81.32 aA	9.51	2.83 abAB	0.90	1.18 aA	0.26
4	85.79 aA	1.98	2.15 cdC	0.22	0.95 bAB	0.03
CK	71.81 bB		1.93 dC		0.92 bB	

注：各农艺性状为 3 次重复的平均值；使用新复极差法进行多重比较；小写字母代表 0.05 水平显著，大写字母代表 0.01 水平显著。

Note: The agronomic traits are an average over three replicates; Means were separated using DMRT; Small letter and capital letter indicate significance at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

艺性状有较好的影响,随着施肥量的增加,马铃薯株高增高,主茎数增多,茎粗增加。

## 2.2 不同施肥处理对马铃薯产量的影响

试验结果由表 2 可知,4 个施肥处理都有较明显的增产效果,但不同处理产量结果有较大差异。处理 1 的折合产量显著高于其它处理,为 38.078 t/hm<sup>2</sup>,比 CK 增产 10 528 kg,增幅为 38.21%;处理 2、3、4 的折合公顷产量都显著高于对照,增产幅度分别为 19.74%、24.76%和 17.22%。其中处理 1 的产量显著高于当地常规施肥方法处理 3,每公顷增产 3 706 kg,增产幅度为 10.78%。处理 2 和处理 4 的产量都低于处理 3,但未达到显著水平。

表 2 不同施肥处理对马铃薯产量的影响

Table 2 The yield of different fertilization treatments

处理 Treatment	平均产量(kg) Average yield	折合产量(kg/hm <sup>2</sup> ) Equivalent yield	较对照增产 Increased than CK	
			(kg)	(%)
1	380.78	38078 a A	10528	38.21
2	329.87	32987 b ABC	5437	19.74
3	343.72	34372 b AB	6822	24.76
4	322.94	32294 b B C	4744	17.22
CK	275.50	27550 c C		

注:产量为 3 次重复的平均值;使用新复极差法进行多重比较;小写字母代表 0.05 水平显著,大写字母代表 0.01 水平显著。

Note: The yields are an average over three replicates; Means were separated using DMRT; Small letter and capital letter indicate significance at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

这说明,与常规肥比较,施用巴斯夫恩泰克(22-7-11)稳定性长效复合肥,能满足马铃薯生长发育对养分的需要,增加光合积累,对马铃薯的增产效果显著。

## 2.3 不同施肥处理对马铃薯主要经济性状的影响

### 2.3.1 块茎品质分析

对照中的淀粉含量显著高于各施肥处理,为 15.89%,但由于产量较低,导致公顷淀粉收获量也最低,仅为 4 378 kg;处理 4 的淀粉含量最低,为 14.95%,这可能是因为施肥量过多,造成植株徒长,没有足够的养分来完成淀粉的运转和积累。处理 1 中的淀粉含量仅为 15.03%,但由于增产效果显著,所以其单位面积淀粉的总产量仍然最高,为 5 722 kg。

处理 1 中维生素 C 含量最高,为 14.46 mg/100 g,

其次是处理 3,为 14.42 mg/100 g,处理 4 中的维生素 C 含量与处理 2 同,为 14.40 mg/100 g。处理 1 的蛋白质含量最高,为 2.64%,其次是处理 3,为 2.16%,处理 4 中蛋白质的含量低于处理 2,为 2.56%。但是,5 个处理间维生素 C 和蛋白质的含量差异均不显著(表 3)。

由结果分析得出,适量施肥对淀粉含量的提高、维生素 C 含量和蛋白质含量的增加都有一定的影响。随着施肥量的增加,马铃薯块茎淀粉含量逐渐降低,这可能是因为肥料加快了块茎的膨大速度,干物质积累减少,淀粉含量也相应减少。施肥过多,淀粉含量、维生素 C 含量和蛋白质含量的增加趋势有所降低。因此,适当的施肥对马铃薯品质的改善有一定的作用。

表 3 不同施肥处理对马铃薯品质的影响

Table 3 The potato quality of different fertilization treatments

处理 Treatment	淀粉(%) Starch	淀粉收获量 Starch yield (kg/hm <sup>2</sup> )	维生素 C (mg/100 g) Vitamin C	蛋白质 Protein(%)
1	15.03 bA	5 722	14.46 aA	2.64 aA
2	15.21 bA	5 018	14.40 aA	2.59 aA
3	15.10 bA	5 192	14.42 aA	2.61 aA
4	14.95 bA	4 828	14.40 aA	2.56 aA
CK	15.89 aA	4 378	14.38 aA	2.51 aA

注:淀粉、维生素 C、蛋白质含量为 3 次重复的平均值;使用新复极差法进行多重比较;小写字母代表 0.05 水平显著,大写字母代表 0.01 水平显著。

Note: Starch, vitamin C, and protein contents are an average over three replicates; Means were separated using DMRT; Small letter and capital letter indicate significance at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

### 2.3.2 结薯数和商品率的分析

由表 4 可见,各施肥处理均可明显提高薯块商品率,减少结薯总数。随着施肥量的增加,大中薯数逐渐增多,小薯数逐渐减少,但施肥较多的处理 4 的中薯数少于其它处理,小薯数又多于其它处理,虽然结薯总数和大薯数都是最多,分别为 13.6 个和 5.3 个,但其商品薯率仍然显著低于其它施肥处理,仅为 74.60%,这可能是由于其小薯数偏多的原因;处理 1 大中薯数最多,为 11 个,小薯数最少,为 2.3 个,商品薯率显著高于其它处理,为 93.63%。

表 4 不同施肥处理对马铃薯商品薯数量及商品薯率的影响

Table 4 Marketable tuber number and commodity potato rate of different fertilization treatments

处理 Treatment	单株结薯数量(个)Tuber number(piece)				商品薯率 Commodity potato rate(%)
	大薯 Large tuber	中薯 Medium tuber	小薯 Small tuber	合计 Total	
1	5.0	6.0	2.3	13.3	93.63 aA
2	4.7	5.3	3.3	13.3	80.29 cB
3	4.7	4.7	3.7	13.1	88.57 bA
4	5.3	4.0	4.3	13.6	74.60 dBC
CK	3.7	4.0	6.3	14.0	71.05 dC

注：大薯为 150 g 以上，中薯为 75~150 g，小薯为 75 g 以下；使用新复极差法进行多重比较；商品薯率为 3 次重复的平均值；小写字母代表 0.05 水平显著，大写字母代表 0.01 水平显著。

Note: Large tubers were more than 150 g, medium tubers were 75~150 g, small tubers were less than 75 g; The commodity potato rate is an average over three replicates. Means were separated using DMRT. Small letter and capital letter indicate significance at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively.

由此可见，巴斯夫恩泰克(22-7-11)稳定性长效复合肥可以为薯块膨大创造一个稳定的环境体系。通过合理施肥可以促进块茎的膨大速度，大中薯块茎增多，小薯块茎减少，单株块茎数量减少，商品率相应提高。

3 讨 论

根据韩秀峰等<sup>[10]</sup>通过对马铃薯大垄栽培的土壤理化性质分析表明，采用大垄栽培相对于小垄栽培可降低土壤容重，起到了疏松土壤的作用，能调节土壤中的三相比，孔隙度增多，土壤的通气性增大，显著提高结薯区土壤的含水量。大垄的土壤含水量和土壤温度受环境的影响程度小，高温干旱与低温湿寒交替的程度小。大垄栽培改善了土壤的耕层结构和理化性质，促进了土壤中钾、氮和磷等速效养分的释放，明显提高了马铃薯的品质和产量。

“马铃薯地上垄体栽培模式”通过日本马铃薯专用培土犁培土整形，采用 80 cm 拱形大垄栽培，为提高马铃薯块茎品质和产量奠定了基础。为了获得更高的马铃薯产量，“马铃薯地上垄体栽培模式”在肥料对比试验中，施用了恩泰克稳定性长效缓释性肥料，与常规肥比较，对马铃薯的主要农艺性状、产量和品质均有明显改善。施用此肥，能满足马铃薯生长发育对养分的需要，增加光合积累，马铃薯株高、主茎数和茎粗都有明显增加，产量显著高于常规施肥处理；恩泰克稳定性长效复合肥使用了 DMPP 控制氮转化机制，氮素释放缓慢，持效期长，另外该肥除含氮、磷、钾外，还含有镁、硫、硼、

锌等微量元素<sup>[11]</sup>，可以为薯块膨大创造一个稳定的环境体系，促进块茎的膨大速度，增加大中薯块茎，减少小薯块茎，商品薯率极显著高于其它处理，维生素 C 含量和蛋白质含量也都高于其它处理；由于肥料加快了块茎的膨大速度，干物质积累减少，淀粉含量也相应减少，但其产量较高，因此公顷淀粉收获量最多。

[参 考 文 献]

[1] 白艳菊, 李学湛, 于德才, 等. 黑龙江省马铃薯产业发展现状[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(2): 124-127.

[2] 朱洪涛, 马力, 门文革. 追施不同肥料对马铃薯品种抗疫白产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2010, 24(3): 153-155.

[3] 董淑英, 李瑾, 崔潇, 等. 不同肥料对马铃薯增产的影响[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(4): 226-227.

[4] 毛彦芝, 刘卫平, 李玉华, 等. 不同肥料对马铃薯产量及抗病性的影响[J]. 农业科技通讯, 2009(2): 36-38.

[5] 王晓宇, 郭华春. 不同培育温度对马铃薯生长及产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(6): 344-346.

[6] 龙友华, 夏锦慧. 天达-2116 浸种对马铃薯的调节效应[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(5): 1084-1085, 1128.

[7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 26-29.

[8] 王韶唐. 植物生理学实验指导[M]. 科学技术出版社. 1986: 113-116.

[9] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 323-325.

[10] 韩秀峰, 梁春波, 石瑛, 等. 大垄栽培条件下的土壤环境与马铃薯产量[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(3): 135-139.

[11] 肖焱波. 稳定性长效复合肥恩泰克对马铃薯产量的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(2): 246-249.