

# 马铃薯渣有机肥对土壤结构及芹菜品质和产量的影响

司海丽<sup>1</sup>, 孙 权<sup>1</sup>, 王 锐<sup>1</sup>, 朱 英<sup>1</sup>, 施 明<sup>1</sup>, 侯振平<sup>2</sup>

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏佳利源薯业有限公司, 宁夏 彭阳 756500)

**摘 要:**以“皇后”芹菜为试材, 采用田间试验法, 以不施肥为对照, 研究了未发酵马铃薯渣、马铃薯渣有机肥、N-P-K 复合肥对土壤结构及芹菜品质和产量的影响。结果表明: 与对照相比, 施用马铃薯渣有机肥可使土壤有机质含量增加 2.58 g/kg、全氮增加 0.06 g/kg、全磷增加 0.03 g/kg、碱解氮增加 2.12 mg/kg、速效磷增加 10.11 mg/kg、速效钾含量增加 42.75 mg/kg, 对土壤全盐和 pH 没有显著影响; 施用马铃薯渣有机肥可使芹菜株高、叶绿素含量、干物质量以及产量均显著高于对照及未发酵的马铃薯渣, 叶绿素含量及干物质量显著高于 N-P-K 复合肥, 说明马铃薯渣有机肥具有良好的肥效, 能够促进芹菜生长。

**关键词:**马铃薯淀粉渣; 有机肥; 土壤; 芹菜

**中图分类号:**S 636.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)19-0168-03

在化肥用量不断提高而收益递减、土壤质量日渐退化的状况下, 土壤有机肥愈来愈受到学者和广大农业经营者的重视。有机肥在我国农业发展过程中一直发挥着重要的作用, 其含有丰富的有机质、氨基酸、蛋白质等有机养分, 同时也含有氮、磷、钾等无机养分<sup>[1-2]</sup>。随着市场经济的发展和绿色食品需求的不断增加, 人们对农产品品质也有了更高的要求。有机肥的施用因此引起了人们的广泛关注。大量的研究证明, 有机肥在培肥土壤, 特别是在改善土壤结构, 调节土壤水、肥、气、热和生物活性以及稳定、持续地供给作物养分方面具有化肥不可替代的作用<sup>[3]</sup>。在马铃薯生产淀粉的过程中, 会产生大量富含淀粉、纤维素、果胶、单宁、树脂和蛋白质的废渣, 资源化利用马铃薯淀粉渣, 应化废为利, 以促进农牧业结合和农业良性循环、促进有机农业和生态农业的健康发展。

现以芹菜为试材, 研究了马铃薯渣有机肥对土壤有机质、全量养分、速效养分、酸碱度以及对芹菜株高、叶绿素含量、干物质量和产量的影响, 以期检验马铃薯渣有机肥的肥效, 旨在为进一步开发马铃薯渣有机肥奠定基础。

**第一作者简介:**司海丽(1988-), 女, 硕士研究生, 现主要从事农业资源利用等研究工作。E-mail: sihaili\_0427@163.com.

**责任作者:**孙权(1965-), 男, 博士, 硕士生导师, 教授, 现主要从事农业资源高效利用等研究工作。E-mail: sqnxu@sina.com.

**基金项目:**宁夏大学校企合作资助项目(20121101); 固原市科技攻关资助项目(201202); 2012 宁夏回族自治区科技攻关资助项目(20120502)。

**收稿日期:**2013-05-20

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试芹菜品种为“皇后”, 于 2013 年 1 月 2 日定植, 3 月 2 日收获。马铃薯渣由宁夏佳利源薯业有限公司提供; 供试土壤为沙土, 土壤基本理化性状为: 有机质含量 18.08 g/kg, 全氮含量 0.1 g/kg, 全磷含量 0.12 g/kg, 全盐含量 0.24 g/kg, 碱解氮含量 29.40 mg/kg, 速效磷含量 23.68 mg/kg, 速效钾含量 35 mg/kg。土样采集后拣去根系、石砾等非土壤成分, 过 2 mm 筛, 部分贮存于 4℃ 冰箱中供土壤生物化学性质的分析, 其余风干后过 1 mm 和 0.25 mm 筛供土壤基本理化性质分析用<sup>[4]</sup>。

### 1.2 试验方法

试验在宁夏大学北校区农科实训基地 3 号棚进行。采用单因素多水平随机区组设计, 小区面积 6 m<sup>2</sup> (2 m × 3 m), 3 次重复, 设置 3 个处理, 处理 1: 未发酵马铃薯渣; 处理 2: 马铃薯渣有机肥; 处理 3: N-P-K 复合肥; 以不施肥为对照(CK)。共 12 个小区, 随机排列见表 1。每个处理定植 10 行, 每行 24 株, 播种量 40 000 株/667m<sup>2</sup>。芹菜在生长期保证田间持水量的 60%~80%, 及时除草并防治病虫害。

表 1 田间试验设计

处理	肥料	667 m <sup>2</sup> 施用量/kg
CK	不施肥	—
1	未发酵马铃薯渣	1 000
2	马铃薯渣有机肥	1 000
3	N-P-K 复合肥	N 44.5; P 15.5; K 44.5

注: N 肥: 尿素分 3 次施入; P 肥: 过磷酸钙全部基施; K 肥: 硫酸钾全部基施。

### 1.3 项目测定

1.3.1 土壤样品的分析 于芹菜采收前, 采集不同处理

0~20 cm 表层土壤样品,分析其基本理化性状。pH 使用 SH-4 精密酸度计测定;全盐用 DDS-11 电导率仪测定;土壤有机质使用重铬酸钾氧化-硫酸亚铁滴定法测定;碱解氮用扩散法测定;速效磷用硫酸钼锑抗法测定;速效钾用火焰光度计法测定;全氮的测定用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  消煮、蒸馏法;全磷的测定用钒钼黄比色法<sup>[5]</sup>。

1.3.2 形态指标测定 株高采用卷尺测量;叶绿素含量采用手持式 502 型 SPAD 计测量;干物质量:先将鲜样由 105℃烘箱内杀青 30 min,再将杀青后的样品在 80℃的烘箱中烘至恒重,再用天平称量。

1.3.3 产量测定 于 2013 年 3 月 2 日,通过调查每处理小区总株数,计算小区平均产量;同时称量每小区实际产量,并折算为公顷产量,用于统计分析。

#### 1.4 数据分析

所有试验数据采用 Microsoft Office Excel 2003 计算处理,方差分析 LSD 多重比较等分析都由 DPS 7.05 软件进行分析。

### 2 结果与分析

#### 2.1 不同施肥处理对土壤有机质及全量养分含量的影响

有机质含量是土壤肥力的重要指标,对改善土壤理化性质、提供营养成分、刺激微生物活性等领域起着重要作用。土壤全量养分决定了土壤养分供应容量,是土壤有效养分的基础<sup>[6]</sup>。由表 2 可知,处理 2 施用马铃薯渣有机肥后土壤有机质含量最高,比对照的高 2.58 g/kg,而 CK、未发酵马铃薯渣和 N-P-K 复合肥之间没有显著性差异,说明马铃薯渣有机肥能够增加土壤的有机质含量,改善土壤质量。在对土壤全氮的影响上,马铃薯渣有机肥和 N-P-K 复合肥的处理与对照相比,均达到极显著水平,比对照的高 0.06 g/kg,说明马铃薯有机肥具有显著的肥效,而未发酵的马铃薯渣全氮含量也显著高于对照。N-P-K 复合肥对土壤全磷和全钾的影响比对照表现显著,其次是马铃薯渣有机肥,但是 N-P-K 复合肥和马铃薯渣有机肥对土壤全磷和全盐含量的变化没有显著的影响,说明 N-P-K 复合肥和马铃薯渣有机肥对土壤全磷和全钾的积累效果明显。

表 2 不同施肥处理对土壤有机质及全量养分含量的影响

处理	有机质含量 /g · kg <sup>-1</sup>	全氮含量 /g · kg <sup>-1</sup>	全磷含量 /g · kg <sup>-1</sup>	全盐含量 /g · kg <sup>-1</sup>
CK	2.51±0.36b	0.05±0.00c	0.19±0.03b	0.31±0.01b
1	2.54±0.42b	0.07±0.06b	0.19±0.01b	0.30±0.02b
2	5.09±0.98a	0.11±0.01a	0.22±0.04ab	0.34±0.01b
3	3.10±0.51b	0.11±0.01a	0.26±0.05a	0.45±0.05a

注:不同字母代表 0.05 水平下差异显著,下同。

#### 2.2 不同施肥处理对土壤速效养分含量和酸碱度的影响

土壤全量养分的含量仅代表了土壤养分的贮存量,

而能为作物当季吸收利用的主要是速效性养分。由表 3 可知,马铃薯渣有机肥和 N-P-K 复合肥与对照相比,土壤碱解氮、速效磷及速效钾含量显著增加,碱解氮含量分别提高了 2.12、2.11 mg/kg,速效磷含量分别提高了 10.11、15.93 mg/kg,而在土壤速效钾的表现上马铃薯渣有机肥比对照提高了 42.75 mg/kg,达到显著差异水平,N-P-K 复合肥比对照提高了 88.75 mg/kg,达到极显著差异水平,N-P-K 复合肥速效磷和速效钾含量也明显高于马铃薯渣有机肥,分别增加了 5.82、46.00 mg/kg。N-P-K 复合肥对土壤 pH 有降低的趋势,比对照低 0.26,其它处理之间无显著差异。

表 3 不同施肥处理对土壤速效养分和酸碱度的影响

处理	碱解氮含量 /mg · kg <sup>-1</sup>	速效磷含量 /mg · kg <sup>-1</sup>	速效钾含量 /mg · kg <sup>-1</sup>	pH
CK	2.46±0.40b	20.71±4.11c	36.50±2.08c	9.18±0.14a
1	1.93±0.35b	19.23±3.24b	54.00±6.68d	9.32±0.02a
2	4.58±0.73a	30.82±2.19b	79.25±13.59b	9.16±0.08a
3	4.57±0.70a	36.64±3.94a	125.25±12.4a	8.92±0.09b

#### 2.3 不同施肥处理对芹菜株高、叶绿素含量及干物质量的影响

由表 4 可知,马铃薯渣有机肥处理的芹菜株高明显高于其它处理,比对照株高了 8.24 cm,比未发酵的马铃薯渣处理的高了 18.07 cm,比 N-P-K 复合肥处理株高高了 6.42 cm,而对照、未发酵马铃薯渣和 N-P-K 复合肥 3 个处理之间没有显著性差异。在叶绿素和干物质积累上,马铃薯渣有机肥处理明显高于对照和未发酵马铃薯渣处理,叶绿素含量比对照多 4.03,比未发酵马铃薯渣多 9.66,干物质质量比对照多 51.6 kg/667m<sup>2</sup>,比未发酵马铃薯渣多了 149.92 kg/667m<sup>2</sup>,并且和 N-P-K 复合肥的肥效相似,说明,马铃薯渣有机肥具有较好的肥效。而未发酵的马铃薯渣的处理对芹菜叶绿素积累有抑制作用,比对照降低了 5.67,并且不利于芹菜的干物质积累,干物质质量比对照降低了 98.32 kg/667m<sup>2</sup>。

表 4 不同施肥处理对芹菜株高、叶绿素含量及干物质量的影响

处理	株高/cm	SPDA	667 m <sup>2</sup> 干物质/kg
CK	35.78±3.21b	37.70±0.47b	163.60±1.24b
1	25.95±5.41b	32.07±0.13c	65.28±4.29c
2	44.02±1.91a	41.73±0.57a	215.20±32.85a
3	37.60±2.29b	41.04±0.27a	229.70±40.70a

#### 2.4 不同施肥处理对芹菜产量的影响

由图 1 可知,马铃薯渣有机肥有明显的增产效果,比对照增加 670 kg/667m<sup>2</sup>,比未发酵的马铃薯渣增产 1 500 kg/667m<sup>2</sup>,比 N-P-K 复合肥增产 300 kg/667m<sup>2</sup>,N-P-K 复合肥也比对照和未发酵的马铃薯渣有明显的增产效果,说明马铃薯渣有机肥富含各种营养成分,有较好的增产作用,并且增产效果大于施用 N-P-K 复合肥。

而未发酵的马铃薯渣的处理比对照减产 800 kg/667m<sup>2</sup>,说明未发酵的马铃薯渣对芹菜的生长具有一定的抑制作用。

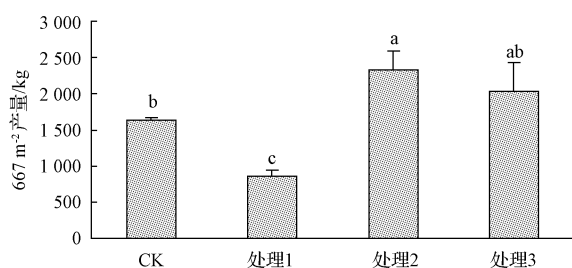


图1 不同施肥处理对芹菜产量的影响

### 3 讨论与结论

有机肥施入土壤后与土壤相互作用影响到其本身的养分释放,如与化肥配合施用,还影响到化肥的养分释放和土壤有机质矿化的养分的释放过程<sup>[7]</sup>。该试验结果表明,不施有机肥的处理,土壤有机质、全氮、全磷含量均下降,这与许多研究结果一致<sup>[8-10]</sup>,并且土壤的速效养分也有下降的趋势。单独施用有机肥可以长期持续的增加土壤肥力,尤其是能够显著提高土壤有机碳含量和质量,改善土壤结构,从根本上为作物高产提供了基质。在马铃薯渣有机肥作为基肥施用后,有效延长了芹菜的营养生长期,田间植株生长整齐,成熟特性良好,生长势较强,多数优于对照以及未发酵的马铃薯渣的处理。而未发酵的马铃薯渣施到地里后,利用土壤里的微生物继续发酵,而微生物发酵需要一定的养分,这样就与芹菜对养分的吸收产生了竞争关系,从而不利于芹菜对养分的吸收而导致产量的下降。

该研究结果表明,单独施用马铃薯渣有机肥能够

使土壤有机质含量增加 2.58 g/kg、全氮含量增加 0.06 g/kg、全磷含量增加 0.03 g/kg、碱解氮含量增加 2.12 mg/kg、速效磷含量增加 10.11 mg/kg、速效钾含量增加 42.75 mg/kg,对土壤和全盐和 pH 没有显著性影响。施用马铃薯渣有机肥使芹菜株高、叶绿素、干物质质量以及产量均显著高于对照与未发酵的马铃薯渣,总产量比对照增加 670 kg/667m<sup>2</sup>,比未发酵的马铃薯渣增产 1500 kg/667m<sup>2</sup>,比 N-P-K 复合肥增产 300 kg/667m<sup>2</sup>,叶绿素含量及干物质质量显著高于 N-P-K 复合肥,说明马铃薯渣有机肥具有良好的肥效,能够促进芹菜生长。

(该文作者还有杨国平,单位:宁夏五丰农业科技有限公司。)

### 参考文献

- [1] 张夫道. 有机-无机肥料配合是现代施肥技术的发展方向[J]. 土壤肥料, 1984(1): 16-19.
- [2] 莫淑勋, 钱菊芬, 钱承梁. 猪粪等有机肥料中磷的养分循环再利用的研究[J]. 土壤学报, 1993(3): 309-315.
- [3] Ni J Z, Xu J M, Xie Z M, et al. Effects of different organic manures on biologically active organic fractions of soil[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2001, 7(4): 374-378.
- [4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [6] 孙权, 陈茹, 宋乃平, 等. 宁南黄土丘陵区马铃薯连作土壤养分、酶活性和微生物区系的演变[J]. 水土保持学报, 2010, 24(6): 209-211.
- [7] 王军, 詹振寿, 谢玉华, 等. 有机物料对植烟土壤速效养分含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2009, 20(2): 31-35.
- [8] 刘恩科, 赵秉强, 胡吕浩, 等. 长期施氮、磷、钾化肥对玉米产量及土壤肥力的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(5): 789-794.
- [9] 邱多生, 李恋卿, 焦少俊, 等. 长期不同施肥下土壤肥力的变化[J]. 土壤肥料, 2005(4): 28-32.
- [10] 兰晓泉, 郭贤仕. 旱地长期施肥对土地生产力和肥力的影响[J]. 土壤通报, 2001, 32(3): 102-105.

## Effect of Potato Waste Organic Fertilizer on Soil Structure and Celery Yield and Quality

SI Hai-li<sup>1</sup>, SUN Quan<sup>1</sup>, WANG Rui<sup>1</sup>, ZHU Ying<sup>1</sup>, SHI Ming<sup>1</sup>, HOU Zhen-ping<sup>2</sup>, YANG Gou-ping<sup>3</sup>

(1. Agriculture College, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Ningxia Jialiyuan Potato Industrial Ltd, Pengyang, Ningxia 756500; 3. Ningxia Wufeng Agricultural Technique LTD, Yinchuan, Ningxia 750001)

**Abstract:** Taking the celery as material, the effect of unfermented potato residue, potato residue organic fertilizer, as well as N-P-K compound fertilizer on soil structure and quality and yield of celery were studied in the open field, with no fertilizer as control. The results showed that the content of potato residue organic fertilizer, application of organic matter in the soil than the control increased 2.58 g/kg, total nitrogen increased 0.06 g/kg, total phosphorus increased 0.03 g/kg, available nitrogen, available phosphorus increased 2.12 mg/kg, 10.11 mg/kg respectively, 42.75 mg/kg of available potassium, soil and total salt and pH had no significant effect. Application of potato residue organic fertilizer make celery plant height, chlorophyll content, dry weight and yield were significantly higher than those of control and unfermented potato residue, chlorophyll content and dry weight were significantly higher than that of N-P-K compound fertilizer, organic fertilizer that potato slag had good effect, and it could promote the growth of celery.

**Key words:** potato starch slag; solid state fermentation; soil; celery