

# Effects of Phosphorus-Rich Organic Fertilizers on Cotton Yield and Soil Physical and Chemical Properties in Southern Xinjiang, China

Bin Wang<sup>1\*</sup>, Kebo Yuan<sup>2</sup>, Yanfang Wan<sup>1</sup>, Jinxin Wang<sup>1</sup>, Jiusheng Sun<sup>1</sup>, Guolong Huai<sup>1</sup>, Lei Cui<sup>1</sup>, Zhenquan He<sup>3</sup>, Zhenghong Huang<sup>3</sup>, Guosheng Gai<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Soil Fertilizer and Agricultural Water Saving, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi Xinjiang

<sup>2</sup>Shandong Drug and Food Vocational College, Weihai Shandong

<sup>3</sup>School of Materials Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing

Email: \*wbx\_wm@126.com, \*gaigs@tsinghua.edu.cn

Received: Dec. 31<sup>st</sup>, 2018; accepted: Jan. 14<sup>th</sup>, 2019; published: Jan. 21<sup>st</sup>, 2019

---

## Abstract

The effects of phosphorus-rich organic fertilizer application on emergence rate, yield and soil physical and chemical properties of cotton in southern Xinjiang, China were studied by using non-phosphorus-rich organic fertilizer application as control (CK) and taking phosphorus-rich organic fertilizer application amount of 900 kg/hm<sup>2</sup>, 1800 kg/hm<sup>2</sup> and 2700 kg/hm<sup>2</sup> as treatment. The results showed that: 1) Compared with CK, the emergence rate of phosphorus-rich organic fertilizer (900 kg/hm<sup>2</sup>, 1800 kg/hm<sup>2</sup> and 2700 kg/hm<sup>2</sup>) was lower by 7.47%, 8.04% and 10.92%, respectively, but the difference between treatments was not significant. 2) Compared with CK, the plant number, single boll weight and seed cotton yield of the three fertilization treatments all increased to a certain extent, with increases ranging from 7.14% to 30.00%, 0.07% to 5.16% and 3.70% to 19.87%, respectively. Among them, the yield increase of 900 kg/hm<sup>2</sup> treatment was the largest, reaching 814.65 kg/hm<sup>2</sup>, with an increase rate of 19.87% ( $P > 0.05$ ). 3) In the 0 - 20 cm and 20 - 40 cm soil layers, the soil nutrients treated by three phosphorus-rich organic fertilizers in different periods were slightly different from CK, but the differences were not significant between them.

## Keywords

Cotton, Phosphorus-Rich Organic Fertilizer, Production, Physical and Chemical Properties of Soil, Southern Xinjiang

---

\*通讯作者。

# 富磷有机肥对南疆棉花产量和土壤理化性质的影响

王斌<sup>1\*</sup>, 原克波<sup>2</sup>, 万艳芳<sup>1</sup>, 王金鑫<sup>1</sup>, 孙九胜<sup>1</sup>, 槐国龙<sup>1</sup>, 崔磊<sup>1</sup>, 何振全<sup>3</sup>, 黄正宏<sup>3</sup>, 盖国胜<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所, 新疆 乌鲁木齐

<sup>2</sup>山东药品食品职业学院, 山东 威海

<sup>3</sup>清华大学材料学院, 北京

Email: \*wbx\_wm@126.com, \*gaigs@tsinghua.edu.cn

收稿日期: 2018年12月31日; 录用日期: 2019年1月14日; 发布日期: 2019年1月21日

## 摘要

以不施富磷有机肥为对照(CK), 以富磷有机肥施用量900 kg/hm<sup>2</sup>、1800 kg/hm<sup>2</sup>和2700 kg/hm<sup>2</sup>为处理, 研究富磷有机肥施用对南疆棉花出苗率、产量和土壤理化性质的影响。结果表明: 1) 与CK相比, 富磷有机肥用量900 kg/hm<sup>2</sup>、1800 kg/hm<sup>2</sup>和2700 kg/hm<sup>2</sup>处理的出苗率分别低7.47%、8.04%和10.92%, 但处理间差异均不显著。2) 与CK相比, 三个施肥处理的株数、单铃重和籽棉产量均有一定增加, 增幅分别介于7.14%~30.00%、0.07%~5.16%和3.70%~19.87%, 其中, 900 kg/hm<sup>2</sup>处理的增产幅度最大, 达到814.65 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率为19.87% ( $P > 0.05$ )。3) 0~20 cm和20~40 cm土层, 不同时期三个富磷有机肥处理的土壤养分与CK比略有不同, 但差异均不显著。

## 关键词

棉花, 富磷有机肥, 产量, 土壤理化性质, 南疆

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

新疆是我国三大棉区之一, 是最大的商品棉生产基地, 目前棉花种植总面积  $178 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>, 总产保持在  $165 \times 10^4$  t [1]。其中, 南疆是新疆棉区的重要组成部分[2]。磷是棉花生长发育必需的营养元素之一, 施用磷肥能提高土壤速效磷含量[3] [4]、促进棉花根系生长和提高产量[5] [6]。但由于磷在土壤中移动性小, 易被“固定”, 磷肥的当季利用率很低, 一般仅为 10%~25% [7] [8], 已成为制约新疆棉花等作物产量的主要因素之一。

有机肥泛指能用做肥料的各种有机物质, 或称以有机物质为主要成分的肥料, 是含有大量生物物质、动植物残体、排泄物、生物废物等物质的缓效肥料[1]。富磷有机肥是利用现代粉体加工技术与畜禽粪便发酵技术组合制备而成。施用有机肥能够提高土壤中速效磷的含量, 改善作物的磷素营养, 提高磷对作物的有效性, 而且能改善土壤的供磷状况, 提高作物产量和吸磷量[1] [7] [9]。因此, 开展富磷有机肥对棉花产量、土壤理化性质等方面的研究, 将为合理开发利用有机肥和提高棉花产量提供重要的科学依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 研究区概况

试验在新疆喀什地区岳普湖县色也克乡(东经 76.6988 度, 北纬 39.2114 度)进行, 属暖温带大陆性干旱气候。年均降水量 52.8 mm, 年均蒸发量为 2584 mm, 年均温度 11.7℃, 极端最高温度 41.8℃, 极端最低温度-23.4℃, 无霜期 214 d, 日照 2762 小时,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的年有效积温约为 4354.0℃。

试验区 0~20 cm 土层土壤 pH 8.44, 土壤有机质 6.88 g/kg, 速效氮 15.2 mg/kg、速效磷 7.8 mg/kg、速效钾 70 mg/kg, 总盐 2.4 g/kg; 20~40 cm 土层土壤 pH 8.29, 有机质 6.56 g/kg、速效氮 14.5 mg/kg、速效磷 4.8 mg/kg、速效钾 50 mg/kg、总盐 3.0 g/kg。

### 2.2. 试验设计

试验棉花品种为新陆中 66 (生育期 133 天, 属早中熟陆地棉品种)。试验设 3 个处理, T1、T2 和 T3 分别为每公顷基施富磷有机肥 900 kg、1800 kg 和 2700 kg, 以不施富磷有机肥为对照 CK, 各处理重复 3 次。试验小区长、宽分别为 16.8 m 和 16 m, 随机区组排列。

2017 年 4 月 28 日播种, 采用膜下滴灌栽培方式, 膜宽 1.4 m, 一膜两管四行棉花, 株距 10 cm。试验播种方式依照当地习惯种植, 作物种植与管理方式同当地大田一致。

### 2.3. 测定项目与方法

#### 2.3.1. 出苗率

播种后第 10 天调查棉花实际出苗数, 计算出苗率。

#### 2.3.2. 产量

棉花吐絮期, 测定单位面积棉花株数、铃数以及单铃重, 其中单铃重按棉株下、中、上部位分别采 50 朵完全吐絮棉花测定, 按公式“产量 = 公顷株数 × 每株铃数 × 单铃重”计算棉花产量。

#### 2.3.3. 土壤理化性质

在棉花前(3 月 22 日)、龄期(9 月 4 日)和吐絮期(10 月 21 日), 以“S”形取样法在每个试验地用土钻取 0~20 cm 和 20~40 cm 土层土样, 每个处理 3 个重复, 风干、磨细、过筛, 测定土壤 pH、有机质、速效 N、P、K 和总盐。

土壤 pH 用数显酸度计测定, 土壤有机质用重铬酸钾外加热法, 土壤速效氮采用碱解扩散法, 土壤速效磷采用钼锑抗比色法, 土壤速效钾采用火焰光度法, 土壤总盐用烘干质量法测定[10]。

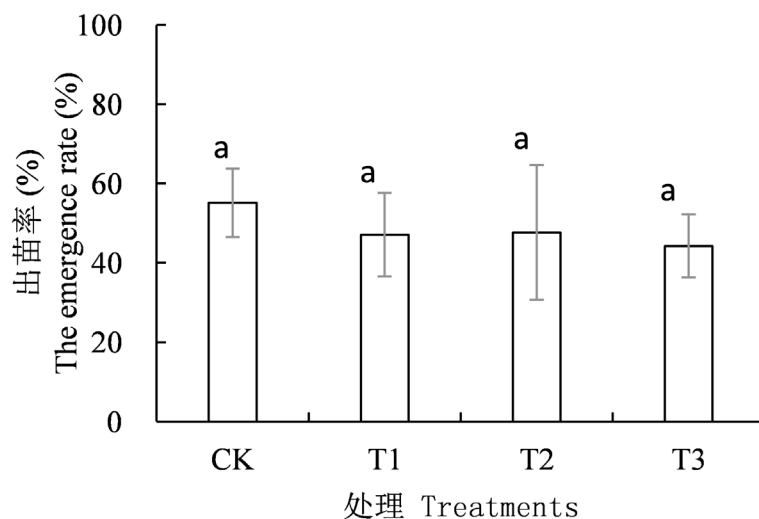
### 2.4. 数据处理

数据利用 Excel 2016 和 Origin 8.0 软件进行初步分析和作图, 采用 SPSS 21.0 软件进行方差分析, 数据间比较采用 Duncan 多重比较分析方法。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 不同施肥水平对棉花出苗率的影响

富磷有机肥不同施肥水平下, 棉花出苗率有所不同(图 1)。其中, CK 的出苗率最高, 为 55.17%, 其次是 T2 (47.70%)和 T1 (47.13%)处理, T3 的出苗率最低, 为 44.25%。与 CK 的出苗率相比, T1、T2 和 T3 处理的出苗率均有所减小, 分别减小了 7.47%、8.04%和 10.92%; 但不同施肥量对棉花出苗率影响不显著( $P > 0.05$ )。



**Figure 1.** Effects of different fertilization levels on the emergence rate of cotton  
**图 1.** 不同施肥水平对棉花出苗率的影响

### 3.2. 不同施肥水平对棉花产量的影响

从棉花产量构成要素来看(表 1), 与 CK 相比, T1 和 T2 处理的棉花结铃数减小, 分别减小了 3.95% 和 0.69%, 而 T3 处理的结铃数增加了 0.08%。株数、单铃重和籽棉产量呈现出不同程度的增加。3 种施肥处理的株数比 CK 的增加 7.14%~30.00%, 增幅最高的是 T1 处理, 达 30%; 单铃重比 CK 的增加 0.07%~5.16%, 增幅最高的是 T3 处理, 达 5.16%; 籽棉产量比 CK 的增加 3.70%~19.87%, 增幅最高的是 T1 处理, 达 19.87%。方差分析得到, 3 种施肥水平的株数、结铃数和籽棉产量与 CK 差异均不显著, 然而, T3 处理的单铃重显著高于 T2 和 CK。

**Table 1.** Effects of different fertilization levels on cotton yield  
**表 1.** 不同施肥水平对棉花产量的影响

处理 Treatments	株数 Tree number		结铃数 Boll number		单铃重 Single boll weight		籽棉产量 Seed cotton yield	
	万株/hm <sup>2</sup> Ten thousands of strains/hm <sup>2</sup>	增幅(%) Increase amplitude (%)	个/株 A/strains	增幅(%) Increase amplitude (%)	克 g	增幅(%) Increase amplitude (%)	kg/hm <sup>2</sup>	增幅(%) Increase amplitude (%)
CK	6.86 ± 0.45a	—	11.73 ± 2.58a	—	5.10 ± 0.12b	—	4100.11 ± 895.74a	—
T1	8.92 ± 2.67a	30.00	11.26 ± 4.29a	-3.95	5.25 ± 0.11ab	3.05	4914.76 ± 599.46a	19.87
T2	7.35 ± 1.53a	7.14	11.65 ± 2.27a	-0.69	5.10 ± 0.12b	0.07	4251.69 ± 156.46a	3.70
T3	7.65 ± 1.18a	11.43	11.75 ± 1.09a	0.20	5.36 ± 0.09a	5.16	4775.24 ± 374.50a	16.46

注: 平均值 ± 标准差; 不同字母间表示差异显著( $P < 0.05$ ), 下同。

### 3.3. 不同施肥水平对土壤养分的影响

#### 3.3.1. 对 0~20 cm 土层土壤养分的影响

0~20 cm 土层, 同一时期 T1、T2、T3 处理和对照 CK 的土壤养分有所不同(表 2)。方差分析得到, 同一时期 T1、T2、T3 处理和 CK 相比土壤养分差异均不显著( $P > 0.05$ ), 但吐絮期 CK 处理的有机质显著高于 T2 处理( $P < 0.05$ )。

**Table 2.** Effects of different fertilization levels on the physical and chemical properties of cotton in 0 - 20 cm soil layer  
**表 2.** 不同施肥水平对棉花 0~20 cm 土层土壤理化性质的影响

采样时期 Sampling stage	处理 Treatments	pH	有机质 (g/kg) Organic matter	速效氮 (mg/kg) Available nitrogen	速效磷 (mg/kg) Available phosphorus	速效钾 (mg/kg) Available potassium	总盐 (g/kg) Total salt
播种前 Pre-sowing	基础值 Basic value	8.44	6.880	15.2	7.8	70	2.4
	CK	8.28a	6.035a	40.6a	14.1a	54a	1.6a
龄期 Age	T1	8.50a	6.833a	34.4a	19.1a	52a	1.4a
	T2	8.44a	6.602a	32.5a	14.8a	55a	1.9a
	T3	8.59a	6.910a	33.8a	14.6a	60a	1.8a
吐絮期 Boll opening stage	CK	8.46a	7.364a	27.9a	16.4a	54a	1.1a
	T1	8.56a	7.022ab	29.3a	17.0a	56a	1.0a
	T2	8.62a	5.934b	26.4a	16.0a	57a	0.9a
	T3	8.63a	6.871ab	34.3a	16.3a	58a	0.9a

### 3.3.2. 对 20~40 cm 土层土壤养分的影响

20~40 cm 土层, 同一时期 T1、T2、T3 处理和对照 CK 的土壤养分也有所不同(表 3)。在棉花龄期和吐絮期 T1、T2、T3 处理和 CK 相比土壤养分差异均不显著( $P > 0.05$ ), 但棉花龄期 T2 和 T3 处理的土壤 pH 显著高于 T1 处理( $P < 0.05$ )。

**Table 3.** Effects of different fertilization levels on the physical and chemical properties of cotton in 20 - 40 cm soil layer  
**表 3.** 不同施肥水平对棉花 20~40 cm 土层土壤理化性质的影响

采样时期 Sampling stage	处理 Treatments	pH 值	有机质 (g/kg) Organic matter	速效氮 (mg/kg) Available nitrogen	速效磷 (mg/kg) Available phosphorus	速效钾 (mg/kg) Available potassium	总盐 (g/kg) Total salt
播种前 Pre-sowing	基础值 Basic value	8.29	6.560	14.5	4.8	50	3.0
	CK	8.55ab	4.672a	20.9a	7.1a	58a	1.4a
龄期 Age	T1	8.24b	4.360a	23.0a	9.4a	58a	1.1a
	T2	8.71a	4.601a	20.8a	7.9a	54a	1.4a
	T3	8.76a	5.530a	19.0a	8.1a	66a	1.5a
吐絮期 Boll opening stage	CK	8.64a	4.937a	15.7a	7.0a	52a	1.0a
	T1	8.62a	4.628a	20.9a	7.6a	49a	0.6a
	T2	8.74a	5.487a	20.8a	9.8a	60a	0.6a
	T3	8.65a	4.893a	19.4a	10.0a	48a	0.6a

## 4. 结论

1) 富磷有机肥不同施肥处理的出苗率均比 CK 的低, 900 kg/hm<sup>2</sup>、1800 kg/hm<sup>2</sup> 和 2700 kg/hm<sup>2</sup> 处理分别较 CK 低 7.47%、8.04% 和 10.92%, 但处理间差异均不显著。

2) 三个施肥处理的株数、单铃重和籽棉产量均比 CK 高, 增幅分别介于 7.14%~30.00%、0.07%~5.16%

和 3.70%~19.87%之间。其中,900 kg/hm<sup>2</sup>处理的棉花产量最高,较CK增产 814.65 kg/hm<sup>2</sup>,增产率为 19.87% ( $P > 0.05$ )。

3) 0~20 cm 和 20~40 cm 土层,不同时期三个富磷有机肥处理的土壤养分与 CK 比略有不同,但差异均不显著。

## 基金项目

自治区科技支疆项目(2016E02020)、国家自然科学基金项目(41661075)、天山青年计划项目(2017Q006)、自治区重点研发项目(2016B02017-4; 2018B01006-1)。

## 参考文献

- [1] 刘耘华, 卢响军, 陈波浪, 等. 施用有机肥对棉田土壤磷素有效性及棉花产量的影响[J]. 新疆农业科学, 2013, 50(4): 667-673.
- [2] 朱友娟, 伍维模, 温善菊, 等. 可降解地膜对新疆南疆棉花生长和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(4): 189-224.
- [3] Wang, B., Sun, J.S., Liu, H., *et al.* (2017) The Characteristics of Phosphorus Adsorption and Desorption in Gray Desert Soil of Xinjiang, China. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 77, 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/77/1/012020>
- [4] 聂广森. 长期定位施肥对潮土磷素组分和含量的影响[D]: [硕士学位论文]. 开封: 河南大学, 2017.
- [5] 王海江, 崔静, 侯振安, 等. 膜下滴灌条件下水磷效应对棉花产量和水分利用率的影响[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2010, 28(5): 551-554.
- [6] 罗佳, 陈波浪, 向光荣, 等. 有机肥对盐渍化耕地棉花干物质积累、养分吸收及产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017(2): 107-113.
- [7] 王斌. 土壤磷素累积、形态演变及阈值研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2014.
- [8] 闫金垚, 鲁君明, 侯文峰, 等. 磷肥用量对不同水稻品种产量和磷肥利用率的影响[J]. 中国农业科技导报, 2018, 20(8): 74-81.
- [9] 王斌, 刘骅, 马义兵, 等. 长期施肥对灰漠土无机磷组分的影响[J]. 土壤通报, 2017, 48(4): 917-921.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)