

## 有机无机复混肥对大豆根际环境的影响

刘 杰,王大蔚,裴占江,高亚冰,张红骥,吴文龙,孙 彬

(黑龙江省农业科学院 农村能源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘 要:**在典型的酸化黑土上,研究了有机无机复混肥不同施入量对大豆根际土壤 pH 值、细菌、真菌及放线菌含量的影响。结果表明:有机无机复混肥可以大幅增加土壤中细菌、真菌和放线菌的数量,其中细菌数量增加幅度最大,从  $52 \times 10^6 \cdot \text{g}^{-1}$  增加到  $154 \times 10^6 \cdot \text{g}^{-1}$ ;同时施加复混肥还能提高土壤的 pH 值(从 5.84 到 6.25)和大豆固氮菌的活性进而改善土壤的理化性质;此外,施加复混肥还可以增加速效氮和速效钾等营养成分的释放从而使土壤的营养水平得到明显改善,最终导致大豆产量的增加。

**关键词:**有机无机复混肥料;大豆;土壤速效养分;根瘤菌活性

**中图分类号:**S143.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2010)04-0730-03

## Effect of Organic-inorganic Compound Fertilizer on Soybean Rhizosphere

LIU Jie, WANG Da-wei, PEI Zhan-jiang, GAO Ya-bing, ZHANG Hong-ji, WU Wen-long, SUN Bin

(Rural Energy Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang, China)

**Abstract:** We measuring the values of pH, the content of bacteria, fungi and actinomycetes in acidic black soil to explore the effects of organic-inorganic compound fertilizer on soybean rhizosphere. The results showed that the application of organic-inorganic compound fertilizers to the soil increased the number of soil bacteria, fungi and actinomycetes, in which the number of bacteria increased from  $52 \times 10^6$  to  $154 \times 10^6 \cdot \text{g}^{-1}$ , meanwhile the application of compound fertilizers resulted in the increasing of pH values (from 5.84 to 6.25) and activity of rhizobia. Besides, the addition of compound fertilizer enhanced the absorption of N, and K nutrients by soybean plant, which eventually led to the increase of soybean yield. These results indicate that the application of organic-inorganic compound fertilizer could improve the physical, chemical and nutrients conditions of the soil and this will lead to the increase of soybean yield ultimately.

**Key words:** Organic-inorganic compound fertilizer; Soybean; Soil available nutrients; Rhizobium activity

大豆是重要的农作物,可为人类提供丰富的蛋白质、脂肪等营养物质。但在松嫩平原的黑土中,随着连作大豆生产年限的增加,大豆田土壤环境逐渐恶化,限制了大豆生产的发展。近年来随着对植物根系环境及产量关系研究的深入,有机无机营养联合使用在改善大豆根际环境方面的作用受到越来越多的关注。有机养分状况对大豆的根系环境、营养生长、产量和品质有很大的影响<sup>[1-2]</sup>,增施有机无机复混肥可提高大豆产量,改善品质<sup>[3]</sup>。最近几年,已经有越来越多的人认为给土壤施用有机肥是必要的<sup>[4-5]</sup>,特别是在酸性较强的土壤上施用偏碱性的有机无机肥,既可以为土壤补充营养,又可以调节土壤环境<sup>[6]</sup>。该试验是在典型的酸化黑土上,研究了有机无机复混肥对大豆根际土壤环境的影响,旨在为酸化黑土的改良提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 供试材料

大豆品种为北豆 10;试验肥料为有机无机复混

肥(黑龙江省农科院农村能源所农科肥业公司生产)。

#### 1.2 试验设计

试验于 2008 年在嫩江县进行。供试土壤为酸化黑土,土壤全氮 1.84%,全磷 1.45%,全钾 1.23%,碱解氮  $136.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效磷  $22.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效钾  $113.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,有机质 2.2%,pH 5.84。随机区组排列,4 行小区,行长 15 m,行距 70 cm,3 次重复。按照肥料的施用量设置 5 个处理,分别为 0、225、300、450、600  $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,分别用 T1、T2、T3、T4、T5 表示,2008 年 4 月 20 日播种,2008 年 10 月 1 日收获,常规田间管理。

#### 1.3 测定项目与方法

分别在播种前、苗期、始花期、盛花期、鼓粒期和成熟期取样。取根系 1~10 mm 范围内土壤 40~50 g 用易封袋装取,分别测定土壤的容重、总孔隙、毛管孔隙、非毛管孔隙、田间持水量、全量氮磷钾、速效氮磷钾、pH、有机质、细菌、真菌、放线菌。收获期实收测产。分析按照 2002《土壤农化分析标准》进行。

收稿日期:2010-03-01

基金项目:黑龙江省科技计划资助项目(QC07C47);黑龙江省农科院创新工程资助项目。

第一作者简介:刘杰(1972-),男,博士,副研究员,从事可再生资源研究。E-mail: liujie1677@126.com。

通讯作者:孙彬,副研究员。E-mail: sunbina1000@163.com。

## 2 结果与分析

### 2.1 有机无机复混肥的土壤速效养分释放特点

土壤速效养分释放特点见图 1。施用 225 kg·hm<sup>-2</sup>有机无机复混肥后,土壤速效氮的释放随着作物生育期的延长而增加,具体为从 136.6 增加到 322.9 mg·kg<sup>-1</sup>,大豆开花期和成熟期土壤速效氮释放强度都较大;速效钾的释放从苗期开始迅速增加,到大豆开花期达到最高峰,然后呈下降趋势;速效磷的释放在整个生育期内都比较平缓,且释放的强度比氮、钾的释放强度低得多。

### 2.2 有机无机复混肥对耕地土壤理化性状的影响

有机无机复混肥可以明显提高土壤孔隙度,降低土壤容重,有效地调整土壤“三相比”,为微生物活动提供了有利条件,增加了土壤田间持水量。与

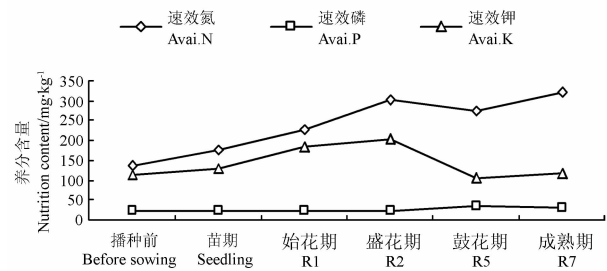


图 1 土壤养分释放

Fig. 1 Release of soil nutrients

对照相比,施入生物有机无机肥后,土壤容重降低了 0.2 g·cm<sup>-3</sup>,总孔隙度提高了 2.1 个百分点,毛管孔隙度提高了 2.8 个百分点,非毛管空隙度提高了 1.9 个百分点,田间持水量提高了 3.1 个百分点,土壤物理性状得到了明显的改善,为作物生育创造了有利的条件(表 1)。

表 1 有机无机复混肥对土壤物理性状的影响

Table 1 Effect of organic-inorganic compound fertilizer on soil physical characteristics

处理 Treatments	深度 Depth/cm	容重 Bulk density /g·cm <sup>-3</sup>	总孔隙 Total porosity/%	毛管孔隙 Capillary pores/%	非毛管孔隙 Non-capillary pores/%	田间持水量 Field moisture capacity/%
复混肥 Compound fertilizer	0~15	1.1	53.4	42.6	13.2	33.2
CK	0~15	1.3	51.3	39.8	11.3	30.1

### 2.3 有机无机复混肥对耕地土壤酸碱度的影响

有机无机复混肥可以改善土壤酸碱度,随着土

壤中有机无机复混肥施用量的增加,土壤 pH 从 5.84 增加到 6.25,酸度有所减弱(表 2)。

表 2 生物有机无机肥对土壤 pH 的影响

Table 2 Effects of organic-inorganic compound fertilizer on the pH of soil

处理 Treatments	苗期 Seedling	花期 Flowering	结荚期 Pod bearing	成熟期 Maturing
CK	5.84	5.94	6.01	5.91
T1	5.87	5.98	6.25	5.93
T2	5.91	6.05	6.21	6.0
T3	5.94	6.15	6.23	5.98
T4	5.93	6.12	6.24	6.08

### 2.4 施肥措施对三大类微生物数量的影响

土壤微生物区系组成和数量变化,对土壤中植物养分的转化和吸收以及各种土传性病虫害的发生都有很大影响<sup>[7-8]</sup>。由表 3 知,土壤中三大类微生物相对数量细菌最多,放线菌次之,真菌最少<sup>[9]</sup>。表明细菌是土壤微生物生命活动的主体,是土壤中物质分解的主要参与者。与对照相比,施用有机无机复混肥使放线菌、真菌和细菌数量增加。放线菌适合在微碱性土壤环境中生长,施有机无机复混肥处理后,由于土壤 pH 值的增高,促进了放线菌的生长,导致土壤中放线菌数量的增加。此外,由于真菌菌丝可促使土壤

颗粒形成团聚体,因此施肥后真菌数量的增加有助于提高土壤团聚体的稳定性。

表 3 有机无机复混肥对土壤微生物数量的影响

Table 3 Effects of organic-inorganic compound fertilizer on the number of soil microbe

处理 Treatments	细菌 Bacteria /10 <sup>6</sup> ·g <sup>-1</sup>	放线菌 Actinomycetes /10 <sup>4</sup> ·g <sup>-1</sup>	真菌 Fungi /10 <sup>4</sup> ·g <sup>-1</sup>
CK	52	21	4
T1	167	14	7
T2	126	21	5
T3	130	25	5
T4	154	37	7

### 2.5 有机无机复混肥对大豆根瘤菌固氮酶活性的影响

有机无机复混肥能提高偏酸性土壤中的大豆固氮菌活性(图2)。在大豆开花期,使用高肥量的T3和T4处理后土壤中大豆根瘤菌固氮酶的活性较高;其次是低肥量T1和T2处理;不施肥处理最低,只有 $0.64 \text{ nmolC}_2\text{H}_4\text{mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

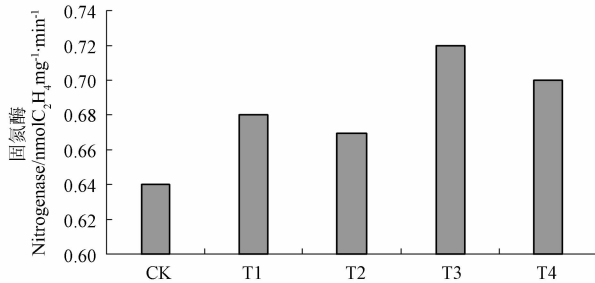


图2 有机无机复混肥对大豆根瘤菌固氮酶活性的影响

Fig. 2 Effects of organic-inorganic fertilizer on the activity of soybean Rhizobium nitrogenase

### 2.6 施用有机无机复混肥对大豆产量的影响

施用有机无机复混肥可以促进大豆的生长发育,提高大豆的产量,与对照区相比,T2和T3处理后大豆产量依次为 $2\ 200$ 和 $2\ 133.3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,分别增产 $69.7\%$ 和 $64.5\%$ ;T1和T4处理后,大豆产量依次为 $1\ 933.3$ 和 $1\ 816.7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,分别增产 $49.1\%$ 和 $40.1\%$ 。方差分析表明T2和T3处理、T4和T1处理间没有达到显著水平,而对照与各处理间均达到显著水平(图3)。

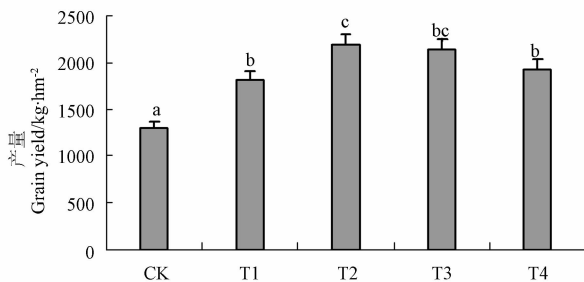


图3 不同施肥对大豆产量的影响

Fig. 3 Effects of fertilizer application on soybean yield

## 3 结论与讨论

有机无机复混肥可以通过提高土壤中细菌、真菌、放线菌的含量和改善土壤酸碱度及土壤养分状况等方式为作物生长发育创造有利的条件。该试验中,施肥后土壤pH值从 $5.84$ 增加到 $6.25$ ,速效氮的释放随着作物生育期的延长而呈增加趋势;速效磷的释放基本不变。

土壤中三大类微生物区系比例是土壤肥力的

一个重要衡量指标,土壤中细菌和放线菌的密度高,表明土壤肥力水平较高<sup>[10]</sup>。随着施入土壤中有机无机复混肥量的增加,土壤中土壤细菌、真菌和放线菌的数量也随着增加。

施用有机无机复混肥可以促进大豆的生长发育,提高大豆的产量。T2和T3处理后大豆产量分别增加 $69.7\%$ 和 $64.5\%$ ;T1和T4处理后大豆产量分别增加 $49.1\%$ 和 $40.1\%$ 。不施肥处理与施用有机无机肥处理间差异达到显著水平。这可能是由于未施肥前土壤酸化程度严重和基础肥力较低的原因所致。

## 参考文献

- [1] 焦晓丹, 吴凤芝. 土壤微生物多样性研究方法的进展[J]. 土壤通报, 2004, 35(6):789-791. (Jiao X D, Wu F Z. Progress of the methods for studying soil microbial diversity[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2004, 35(6):789-791.)
- [2] 金平. 有机无机营养对大豆品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 1997(2):2-7. (Influence of organic manure combination with chemical fertilizers on grain yield and quality of soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 1997(2):2-7.)
- [3] 刘杰, 张颖, 增先锋, 等. 有机-无机复混肥对大豆产量和品质的影响[J]. 大豆通报, 2002(1):10-14. (Influence of organic fertilizers on grain yield and quality of soybean [J]. Soybean Bulletin, 2002(1):10-14.)
- [4] Gu J, Wang E T, Chen W X. Genetic diversity of rhizobia associated with Desmodium species grown in China[J]. Letters in Applied Microbiology, 2007, 44: 286-292.
- [5] Brookes P C, Megrath S P. Effects of metal toxicity on the size of the soil microbial biomass[J]. European Journal of Soil Science, 1984, 35: 341-346.
- [6] Saggiar S, Bettany J R, Stewart J W B. Measurement of microbial sulfure in soil[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1981, 13: 493-498.
- [7] 王金达. 松嫩平原黑土土壤有机碳库的估算及其影响因素[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(4):687-690. (Wang J D. Evaluation on soil organic carbon pool and affecting factors in phaeozem region in songnen plain[J]. Journal of Agro-environmental Science, 2004, 23(4): 687-690.)
- [8] Chapman S J. Microbial sulfur in some Scottish soils[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1987, 19: 301-305.
- [9] 沈平, 范秀容, 李广武. 微生物学实验(第三版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999. (Shen P, Fan X R, Li G W. Microbiological experiment[M]. Beijing: Higher Education Press, 1999.)
- [10] 中国科学院林业土壤研究所(微生物室). 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京: 科学出版社, 1960:21-36. (Forestry Research Institute of Soil of Chinese Academy of Sciences (Microbiology Laboratory). Soil Microbial Analysis Handbook [M]. Beijing: Scientific Press, 1960:21-36.)