

## 不同施肥处理对大豆根际土壤微生物及土壤肥力影响

孟庆英<sup>1</sup>, 于忠和<sup>1</sup>, 贾绘彬<sup>1</sup>, 朱宝国<sup>1</sup>, 王囡囡<sup>1</sup>, 张必弦<sup>2</sup>, 张 娣<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 佳木斯分院, 黑龙江 佳木斯 154007; 2. 黑龙江省农业科学院 博士后工作站, 黑龙江 哈尔滨 150086; 3. 黑龙江农业经济职业学院, 黑龙江 牡丹江 157000)

**摘 要:**为研究不同施肥方式对大豆根际土壤微生物数量及土壤肥力影响, 采用无肥、常规肥、有机肥、常规施肥 + 生物肥 4 种肥料处理, 分别于大豆播种前、苗期、花期、鼓粒期和成熟期对大豆根际土壤的细菌、真菌、放线菌进行测定。结果表明: 肥料的施用可提高土壤微生物的数目及土壤肥力, 其中有机肥处理与常规肥 + 生物肥处理在大豆各生育时期可明显增加土壤中细菌、真菌及放线菌数目; 与无肥处理相比, 常规肥、有机肥及常规肥 + 生物肥处理提高了土壤肥力。

**关键词:**大豆; 肥料; 土壤微生物; 土壤肥力

**中图分类号:** S565. 1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-9841(2011)03-0471-04

## Effects of Different Fertilizer Treatment on Rhizosphere Soil Microorganisms and Fertility of Soybean

MENG Qing-ying<sup>1</sup>, YU Zhong-he<sup>1</sup>, JIA Hui-bin<sup>1</sup>, ZHU Bao-guo<sup>1</sup>, WANG Nan-nan<sup>1</sup>, ZHANG Bi-xian<sup>2</sup>, ZHANG Di<sup>3</sup>

(1. Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007; 2. Postdoctoral Station, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 154006; 3. Heilongjiang Agricultural Economy Vocational College, Mudanjiang 157000, Heilongjiang, China)

**Abstract:** The objective of current study was to investigate the effects of different fertilizer treatments on rhizosphere soil microorganisms and fertility of soybean. Four fertilizer treatments including no fertilizer, conventional fertilizer, organic fertilizer and conventional fertilizer + bio-fertilizer were adopted. The numbers of bacteria, fungi, actinomycetes of rhizosphere soil at different growth stages were determined through colony counting method. The results showed that application of fertilizer could increase microorganisms and improve fertility of soil, both organic fertilizer and conventional fertilizer + bio-fertilizer could significantly increase the number of bacteria, fungi and actinomycetes in each growth stage of soybean, meanwhile, the treatments of conventional fertilizer, organic fertilizer and conventional fertilizer + bio-fertilizer improved the fertility of soil compared with no fertilizer.

**Key words:** Soybean; Fertilizer; Soil microorganisms; Soil fertility

土壤中生存着大量微生物, 主要分为土壤细菌、土壤放线菌和土壤真菌 3 大类群。它们进行着一系列复杂的生物化学反应, 是土壤有机质和土壤养分转化、循环的动力, 是构成土壤肥力的重要因素, 对土壤肥力的作用举足轻重。土壤微生物一方面分解有机物质形成腐殖质并释放养分, 另一方面又同化土壤碳素和固定无机营养形成其生物量。此外, 微生物还对土壤结构, 尤其是团聚体的形成及其稳定性起着决定作用<sup>[1-3]</sup>。影响土壤微生物活性的因素有秸秆还田、施肥方式和土壤类型及不同的土壤管理方式等<sup>[4-7]</sup>, 施肥方式是影响土壤微生物生态的主要措施之一, 施用肥料不仅直接影响土壤化学成分, 引起土壤微生物数量、活性和群落结

构改变, 还能改变土壤的物理性状, 影响地上植被的生长<sup>[8]</sup>。该研究针对不同施肥处理方式下大豆根际土壤微生物数量及土壤肥力变化进行研究, 旨在寻求作物稳产高产的土壤生态化学环境, 更好地培肥土壤提供科学依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验设计

试验于 2010 年在黑龙江省农科院佳木斯分院试验地进行, 土壤类型为草甸黑土, 土壤有机质含量  $3.06 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、碱解氮  $98.60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效磷  $86.78 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效钾  $163.17 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、pH 6.15。

收稿日期: 2011-01-05

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2009BAD3B07)。

第一作者简介: 孟庆英(1982-), 女, 硕士, 研究实习员, 主要从事土壤肥料与植物基因工程研究。E-mail: MQY269@126.com。

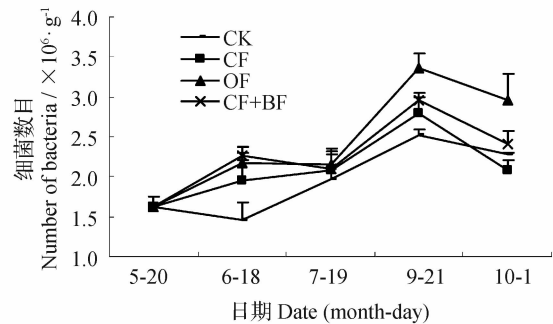
Y' & ' g h Q Å, æäç• ñ è á é è á  
 • f æ%ä ã è Ô Õ ää ä è j k • M å ^ " } á  
 ää < Ç è Á æ%BC j k óääÁ C áóúâôääæ  
 ~ B C áòðäá p áý æÛ äêç è ßä ã " M %  
 áý æÛ äý ã p ç æÛ äääç è ßä ã Á Y € áú ã p  
 æÛ ääää è ßä óääá ^ C á p õ áó é ç ä  
 è ßä óääæ ~ C Þ 0 C áòð Þñõäæ ~ C #  
 á è ßä 0 C á 0 C z ~ 1 æ% ^ ää è ßä äê  
 ääää\$ ç% ääú § h è • - < = j § h ö á •  
 r ^ á f ää è E ~ 6 . 1 k è  
 äää, > i 5 6 - Q R  
 æ%ä, K 1 3 4 , Ü & ' ~ é # ã á Á ç% ää  
 ú æ § h K áêé% äêú á # áêé% äêú á # áêé  
 % ääú ã H ^ # áêää% äú á ! # æ• çä •  
 ä è • - Á & ç j M ä — M ç † ää ž Y 6 . Ç  
 + Ç ä ä Ç ä ¾ ú Á > : á - Á Ç Î 5 ~ 0 ~ .  
 " W ù ° ! # Ç Î € • ¶ f ž . " W è  
 æ%ä, K L t ' 2 — » = > , d çä • f Ç ä q  
 „ > é > T ç † ~ . € • " W á - Ø Á ' ¶  
 — ó > • - ' § " • Ž « ' ¶ 5 æ † > • - :  
 ; » Ä Å Ö ' ¶ 5 ä > • - Ö # ½ - ' ¶ 5 è è  
 æ%ä K L a ? ä » = > , d ° ! # ¥ j k Ç ä á  
 • - E ~ Ç Î ¶ f f „ — " W Ç Î ^ † ž . è  
 „ è « è € æ H „ ß O « T 3 O € ž . è  
 æ%ä, ä ä . /

• - ý ääæ€ • ~ • ! Á f „ è

ä, W X - . /

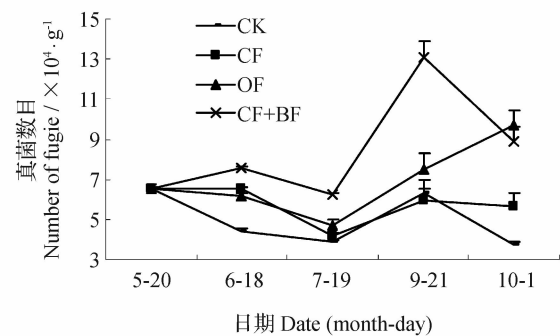
äää, \ ] z Ä Š j © ! " ¨ \* + , à § ^ á X È É  
 æ%ä, K L u C — » , ç ® B C O ... d Ç Î \* „  
 > ~ . q = > ± ² Ñ í äê þõ9 òð Þñõj k „  
 > ~ . K & ' ¥ ~ & ± # z † 9 » áóú j k } ä è  
 K & ' ¥ ~ & ± # ç ® j k „ > ~ . z † Þ v •  
 } q u Ý > ý ä z † Q ñ " # ä H ^ # { á }  
 & ä ä H ^ # á ° ! # ~ F ' 3 5 8 q > ý è 2  
 È 6 Q á æ & ' ~ é • a À ½ ó ä ÷ 3 4 Õ Ò „  
 > ~ é ä á & ' H ^ # ... x 1 a À ç Õ Ò „ > ~  
 é ä ñ ' ± & ' ~ ³ ~ é , j æ ` Ç Î \* Ä M  
 & • ¶ f ñ ^ ž ý 7 f ' > f ' ; 0 † ä „ > 7  
 < z S o ä ä > ~ . 8 ä òþõj k T òð Þñõj  
 k K & ' ¥ ~ & # „ > ~ F 9 » ä > ^ C • ~  
 0 C q B - 8 Ç Î è ú v > f „ > è  
 æ%ä, K L T M C — » , ç ® B C j k d Ç Î \* -  
 > ~ . q = > ± ² Ñ í äê þõj k T òð Þñõj k  
 z † Þ v 9 • } q u Ý > ý ä § K Ö • # ä >  
 ~ . ä Ü " # ä Ö ^ # ? ' 8 ä ä Ö H ^ # & ç Ä

" # ä H ^ # á ° ! # E ~ C Þ 0 C j k ~ > ~  
 . ' 3 8 ä è òð9 òú j k ~ > ~ . u Ý ç > ³ è  
 á æ & ' ~ é ž ý f ' 0 • a À q " # ä # Ö H  
 ^ # ~ > ~ . ý 3 " # æ ú ° ! # ä À é f T  
 ¶ f 3 4 , ' 3 8 ä ä ý f ' 1 ; 0 † " o ä  
 1 ^ C j k x ä ¥ j k ~ > ~ . ô 1 w W ç Ä q  
 o C è



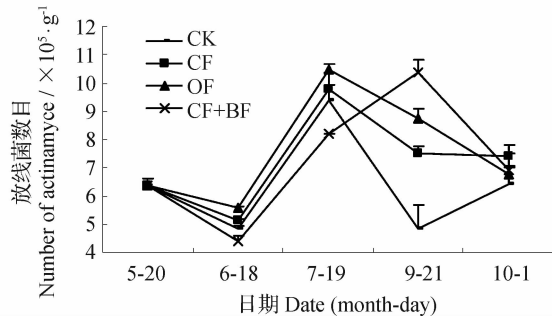
, , óúÁ C òððæ ~ C òþõä ^ C òðð Þñõäæ ~ C Þ 0  
 C ä í © è

, , óúä ! ' òððä # ! ! ' òþõä ! ' Š  
 òðð Þñõä ! ' Þ Š ! ' á! \$à  
 E ä, \ ] z Ä Š j m ! " ¨ \* + , K ' ä 6 \* = x  
 ò %ä, ô ! ! ! ' ! ! !  
 ! " ' !



E ä, \ ] z Ä Š j m ! " ¨ \* + , - ' ä 6 \* = x  
 ò %ä, ô ! ! ! ' ! ! !  
 " " ' ,

æ%ä, K L v , C — » , ç ® B C j k d Ç Î \*  
 ç † > ~ . q = > Ñ í äê ¥ j k ç † > ~ . u Ý  
 > ý Q § K # Ö ^ # o C ä ÷ òð Þñõj k x æ j  
 k K ^ # { á } & ä ää ... > ³ 8 ä ä ÷ ° ! # òú  
 9 òõj k , z † Q Ó ó è 2 Ä V È ò Á ä æ / 0  
 ž ý U V q l ° ä ý Ç Î q V • È Ö T 0 † ç Ý  
 ? Q è Á ä u ç † > ~ . ` • # á ^ # ý 3 "  
 # ää ... ä Ä é Ä ý Ö x 6 p = > Ç Î \* ç † >  
 ~ é 5 † ä 0 z òð Þñõj k x ç † > ~ . ' 3  
 Ó Ú ä H ^ # ~ 0 C j k q ç † > ~ . , » Ä ^  
 m j k ä 6 Ä V È ~ 0 C è ú w W • ç † > K H  
 ^ # P ³ • { á } & è



E â, \ ] z Ä Š j m! " ¨ \* + , á s ' â 6 \* = x  
 õ %â, ô ! ! ! ' ! ! !  
 ! & ! " ,

âàâ, \ ] z Ä Š j © + , Ä Ä \* È É  
 ç ® B C O ... 5 & ' ž Y Ç Î j k . â ^  
 † é „ é « é € €EH „ é O « é O € ž .  
 n y , ³ Á á âââðð Þñõj k z ¹ ^ † é „ ž  
 · x q ^ m - ç , Q æ%oj k \* q } » ä ñ 9 ^  
 m j k n y ³ Á ä 6 È ~ 0 C \* ž ¹ A „ › é  
 « › € € › â ? Q ¹ O È \$ – Ý C \* q „ « € á  
 " # Ç Î \* „ « € q ž · ôpõj k q ¹ ^ † ž ·  
 } » ñ 9 ^ m j k n y ³ Á ä › ¹ ^ C q B – Ä  
 ° » Ç Î ¹ ^ † ž · ä w W > Ä ½ ° » v Ç Î C  
 O ê õõj k z ° „ ž · x ä m ä , » Ä Ä C j  
 k ä › C / q B – Ä ° » Ç Î ¶ f ž · é

u â, \ ] z Ä Š j m + , ¶ . x X  
 â, " ! ! ! ! " ! ! ' ! ! !

j k	¹ ^ †	° ý	° ÿ	° ú	ÆH „	3 O «	3 O €
! !	p !!	! !	! "	! ! "	ð	ð	ð
	á ë ßā	á ë ßā	á ë ßā	á ë ßā	á ë ßā	á ë ßā	á ë ßā
Á C	ä%äâ ñ	â%äçâ ñò	â%äâë ò	ä%äâä ñ	äâä%äç ñ	æ%äë ó	äçç%äâ ò
ý ! '							
E ~ C	ä%äâ õñ	â%äæ ò	â%äâè ñ	ä%äææ ð	äâè%äë õñ	éé%äæ ñ	äèä%äâ õñ
ò # ! ! '							
¹ ^ C	ä%äë õñ	â%äëâ ð	â%äææ ñ	ä%äâë ð	äâä%äë ñ	èè%äâ ò	äçæ%äâ ò
p ! '							
E ~ C Þ 0 C	ä%äâ ð	â%äçê õñ	â%äçç ð	ä%äëâ ð	äçè%æ ð	äâä%äç ð	äëä%äæ ð
õ ! ' Þ Š ! '							

â, € •

ÇÎ 5 ~ 0 È Ç Î ¹ ^ x 9 Á ^ x ç Ý q /  
 – S Ç Î µ ¶ 0 † È Õ q < \_ ½ 9 S T [ ° Ç Î  
 C { q < \_ 6 Þ ä † ‡ - È z ~ q µ ¶ p å n  
 f H ¹ ^ 0 † & ° . ³ † " Ä ç ¶ f ä ñ ½ 9 Ç  
 Î òéýÿT ý , Þ q È Õ c > T Ç Î G 0 q G  
 Ý c > ê K 2 x c > \* ¹ ^ ¶ f ç ä f H ç Ý Q  
 õ 0 V » Ô \$ – q ¹ O ¶ f æ ± Ä ç Þ q ¶ f ÷  
 Ç Î › f A W æ ° i W ~ x ÿ ! 5 q ¶ f È Õ ±  
 [ ê È C / d Ç Î 5 ~ 0 q = > , 9 Ç Q æ C /  
 q h Ĩ é · ç ® C / q C f O ... ð y äâææ ê  
 æ 1 2 ± ² z › æ C / q B – Ä " # Ç Î 5 ~  
 0 q ~ F ä \* ¹ ^ C 9 E ~ C Þ 0 C j k K &  
 ' ¥ % ~ & ± # Ä › ³ " # Ç Î \* „ › é › • ç  
 ‡ › ~ F ê ¹ ^ C • ~ 0 C Q Ç Î 5 ~ 0 ° Y µ  
 ¶ ä € v Ç Î 5 ~ 0 ~ é q ® ± ä † ‡ 3 ž ¹  
 q 5 ~ 0 K B Û Ç Î ... 7 ÿ 3 P ³ ä ° » Ç Î ¶  
 f q ç Ý V { ä ç Þ õ 0 ç V ° Õ » Ô \$ – q ¶

f ä » v Ç Î C { ê 6 ' ± f ç ® B C m Ä 5 Ç  
 Î 5 ~ 0 u Ý " • ± ¾ B C O ... d : ¬ Ç Î 5  
 ~ 0 ~ x Õ x ä » Ç Î ~ 0 C { T Ç Î ~ 6 { Ä  
 ¹ < \_ I J ê

, f H I

â , ù ó á û ù ý à ü ó ü " Š  
 ! ! " # ù à ñ ! & äëëää ç õ ää  
 ä , ó ù ä ò ó à ! \$ ! ñ ð á ó " ! &  
 " ! # ! ü à ! & ð ä  
 ä ð ! & ð & äëëää  
 á , ð !! ú ú ü " & ó à ! ! & ü à ý ! Š  
 ó ú " \$ ð ÿ " ä äääää  
 æ , t H æ æ æ æ ç ç ç ç ç ® B C j k d &' ~ & # á Ç Î 5  
 ~ 0 q = > ù æ ' ( ) ä äääää äèääð äääŠäç à áúð ä  
 ä ä ! à ô ! ! ! ' ! ! !  
 & ù à & ä äääääè  
 äèääð äääŠäçää  
 ç , x " M ä " æ ç ) \$ ä ç - h B d &' ž Y Ç Î 5 ~ 0  
 é ý q = > ù à \* + , ) b Û ä äääää ää äää ääääèä  
 áó " á ú ò ä ù ÷ ä ! à ô ! ! " ! "

- practices on rhizosphere soil microbe floras in soybean field[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(10): 234-237. )
- [6] 李升东,王法宏,司纪升,等. 耕作方式对土壤微生物和土壤肥力的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(5): 1961-1964. (Li S D, Wang F, Si J S, et al. Effect of different farming methods on soil microbial biomass and soil fertility[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18(5): 1961-1964. )
- [7] 胡亚林,汪思龙,颜绍馥. 影响土壤微生物活性与群落结构因素进展[J]. 土壤通报, 2006, 37(1): 170-176. (Hu Y L, Wang S L, Yan S K. Research advances on the factors influencing the activity and community structure of soil microorganism[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2006, 37(1): 170-176. )
- [8] 徐永刚,宇万太,马强,等. 不同施肥制度对土壤微生物生态影响的评价[J]. 土壤通报, 2010, 41(5): 1262-1269. (Xu Y G, Yu W T, Ma Q, et al. Assessment of the impact of different fertilization systems on soil microbial ecology[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2010, 41(5): 1262-1269. )
- [9] 许光辉. 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京: 农业出版社, 1986. (Xu L H. Analyzing methods manual of soil microorganism [M]. Beijing: Agricultural Press, 1986. )
- [10] Krishnamoorthy K K. Review of soil research in India[M]. New Delhi: Indian Council Agricultural Research, 1982.
- [11] 孙瑞莲,朱鲁生,赵秉强,等. 长期施肥对土壤微生物的影响及其在养分调控中的作用[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1907-1910. (Sun R L, Zhu L S, Zhao B Q, et al. Effects of long-term fertilization on soil microorganism and its role in adjusting and controlling soil fertility[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(10): 1907-1910. )
- [12] 许仁良,王建峰,张国良,等. 秸秆、有机肥及氮肥配合使用对水稻土微生物和有机质含量的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(13): 3584-3590. (Xu R L, Wang J F, Zhang G L, et al. Changes of microbe and organic matter content in paddy soil applied with straw manure and nitrogen fertilizer[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(13): 3584-3590. )
- [13] 胡可,李华兴,卢维盛,等. 生物有机肥对土壤微生物活性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(2): 303-306. (Hu K, Li H X, Lu W S, et al. Effect of microbial organic fertilizer application on soil microbial activity[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2010, 18(2): 303-306. )
- [14] 徐晶,陈婉华,孙瑞莲,等. 不同施肥处理对湖南红壤中土壤微生物数量及酶活性的影响[J]. 土壤肥料, 2003(5): 8-11. (Xu J, Chen W H, Sun R L, et al. Effects of different fertilization systems on amount of soil microorganism and enzyme activity in red soil of Hunan[J]. Soil Fertilizer, 2003(5): 8-11. )

(上接第 470 页)

- [6] 王拱辰,郑重,叶琪明,等. 常见镰刀菌鉴定指南[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996. (Wang G C, Zheng Z, Ye Q M, et al. Common *Fusarium* identification guide[M]. Beijing: Chinese Agricultural Science and Technology Press, 1996. )
- [7] Hartwig E E. Breeding productive soybean cultivars resistant to the soybean cyst nematode for the southern United States[J]. Plant Disease, 1981, 65(4): 303-305.
- [8] 严琰. 古巴尖镰孢及其发酵滤液对香蕉的致病性及病理学观察[D]. 福建: 福建农林大学, 2009: 24. (Yan Y. Pathological observation and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and its fermented filtrate on banana[D]. Fujian: Fujian Agriculture and Forestry University, 2009: 24. )
- [9] Chen S Y, Dickson D W. A technique for determining live second stage-juveniles of *Heterodera glycines* [J]. Journal of Nematology, 2000, 32(1): 117-121.
- [10] 刘国坤,肖顺,洪彩凤,等. 镰刀菌对南方根结线虫卵的寄生特性[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2006, 35(5): 459-462. (Liu G K, Xiao S, Hong C F, et al. Parasitism of isolates of *Fusarium* spp. to *Meloidogyne incognita* eggs[J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition), 2006, 35(5): 459-462. )
- [11] 韩新华,许艳丽. 线虫对环境胁迫适应机制[J]. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24(2): 205-207. (Han X H, Xu Y L. Adaptation strategies of nematodes to environmental stresses[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 2008, 24(2): 205-207. )
- [12] 钱洪利,许艳丽,孙玉秋,等. 明尼苏达被毛孢代谢物对大豆胞囊线虫二龄幼虫的影响[J]. 大豆科学, 2009, 28(1): 118-121. (Qian H L, Xu Y L, Sun Y Q, et al. Effects of *Hirsutella Minnesotensis* metabolites on soybean cyst nematode juvenile [J]. Soybean Science, 2009, 28(1): 118-121. )
- [13] Chen S Y, Dickson D W, Mitchell D J. Viability of *Heterodera glycines* exposed to fungal filtrates [J]. Journal of Nematology, 2000, 32(2): 190-197.
- [14] 肖顺. 根结线虫寄生真菌资源与淡紫拟青霉 PL89 的研究[D]. 福建: 福建农林大学, 2006: 37-40. (Xiao S. Resource of fungal parasites of root-knot nematode and study on *Paecilomyces lilacinus* strain PL89[D]. Fujian: Fujian Agriculture and Forestry University, 2006: 37-40. )