

# 控释肥对大豆根际土壤微生物数目、肥力及大豆农艺性状的影响

孟庆英,于忠和,贾会彬,张春峰,朱宝国,王囡囡,高雪冬

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院,黑龙江 佳木斯 154007)

**摘要:**采用无肥、常规肥、控释尿素和控释复合肥4种肥料处理,于大豆播种前和成熟期对大豆根际土壤的细菌、真菌、放线菌采用平板计数法进行测定;并对大豆成熟期根际土壤微生物数量变化、土壤养分含量变化及大豆农艺性状及产量相关因素进行分析。结果表明:与无肥和常规肥比较,控释尿素和控释复合肥可明显增加土壤中细菌、真菌及放线菌数目,并且控释复合肥处理的细菌数目、土壤养分含量等项目优于控释尿素处理;在大豆农艺性状及产量相关因素方面,控释尿素及控释复合肥未表现出显著优势。与常规肥相比,施用控释肥可以增加土壤中微生物数量、提高供肥能力,从而提高肥料利用率,减少化肥对环境的污染。

**关键词:**大豆;土壤微生物;土壤肥力;控释肥

**中图分类号:**S565.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-9841(2011)05-0827-03

## Effects of Controlled-release Fertilizer on Rhizosphere Soil Microorganisms, Soil Fertility and Agronomic Characters of Soybean

MENG Qing-ying, YU Zhong-he, JIA Hui-bin, ZHANG Chun-feng, ZHU Bao-guo, WANG Nan-nan, GAO Xue-dong

(Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, Heilongjiang, China)

**Abstract:** The objective of current study was to investigate the effects of controlled-release fertilizer treatments on rhizosphere soil microorganisms, soil fertility and agronomic characters of soybean. Four fertilizer treatments, including no fertilizer (CK), conventional fertilizer (CF), controlled-release urea (CRU) and controlled-release compound fertilizer (CRF) were adopted. The numbers of bacteria, fungi, actinomycetes of rhizosphere soil at pre-sowing and maturity were determined through colony counting method; the change of rhizosphere soil microorganisms, soil nutrient content, soybean agronomic characters as well as yield components were investigated. Compared with CK and CF, the numbers of bacteria, fungi, actinomycetes as well as soil fertility were obviously increased under CRU and CRF. The effect of CRF was better than CRU in terms of soil bacteria number and soil fertility. CRU and CRF didn't show significant advantage for agronomic characters and yield components of soybean. Compared with conventional fertilizer, controlled-release fertilizer could increase the numbers of soil microorganisms, improve soil fertility and fertilizer efficiency, hence reduce fertilizer pollution on the environment.

**Key words:** Soybean; Soil microorganisms; Soil fertility; Controlled-release fertilizer

在现代农业生产中,如何既能保障土壤供肥能力,又能提高肥料利用率、减少肥料残留引起的环境污染、实现均衡施肥,已成为目前研究的热点。控释肥料作为一种新型肥料,具有提高土壤酶活性、增加土壤微生物数量、降低环境污染等优点<sup>[1-4]</sup>。控释肥已经成为21世纪化学肥料工业发展的方向<sup>[5]</sup>。土壤微生物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。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<sup>[6]</sup>。

该文研究了控释肥对大豆根际土壤微生物数

量、土壤肥力及大豆农艺性状的影响,旨在明确施用控释肥条件下大豆稳产高产的土壤生态化学环境,为更好地培肥土壤,科学用肥提供依据。

## 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,土壤有机质含量为 $30.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、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。

供试大豆品种为黑农48,5行小区,行长6 m,行距0.7 m,小区面积 $21 \text{ m}^2$ 。设4个处理:(1)无肥(CK);(2)常规施肥(CF):尿素(N 46%) $65 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;磷酸

收稿日期:2011-05-23

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,从事土壤肥料与植物基因工程研究。E-mail:MQY269@126.com。

二铵(N 18%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%) 115 kg·hm<sup>-2</sup>; 氯化钾(K<sub>2</sub>O 40%) 120 kg·hm<sup>-2</sup>; (3) 控释尿素(CRU): N 46%; (4) 控释复合肥(CRF): N-P-K 为 26%-11%-11%。随机区组排列, 3 次重复。采用人工点播种植, 双行双粒, 株距 10 cm。常规田间管理。

## 1.2 测定项目与方法

1.2.1 土壤微生物及养分含量 分别于大豆播种前、成熟期进行土壤采样。采用五点取样法于根际取 5~20 cm 田间土层土样, 置于无菌袋中, 于室内测定土壤养分含量和土壤微生物数量。应用常规土壤养分分析法测定土壤有机质含量、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾含量。采用平板培养法对采集土样的细菌、真菌、放线菌数量进行测定。细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基; 放线菌采用改良高氏 I 号培养基; 真菌采用孟加拉红培养基<sup>[7]</sup>。

1.2.2 农艺性状 于大豆成熟期, 每个处理取 10 株大豆植株进行考种, 分别测定株高、结荚高度、主茎节数、茎粗、单株粒数和百粒重。同时实收小区中间 1 m<sup>2</sup> 植株进行测产, 然后折算成公顷产量。

## 1.3 数据分析

采用 SPSS 13.0 进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 控释肥对大豆根际土壤微生物数量影响

细菌是土壤微生物的主要组成成分, 能分解各种有机物质。由图 1 可知, CRU 与 CRF 处理在大豆成熟期土壤细菌数量明显高于 CF 和 CK; 大豆成熟期土壤细菌数量均高于播种前。说明肥料的施用可增加土壤中细菌数目, 控释肥营养的释放方式更有利于土壤中细菌数目的增加。

真菌是常见的土壤微生物之一, 从数量上看明

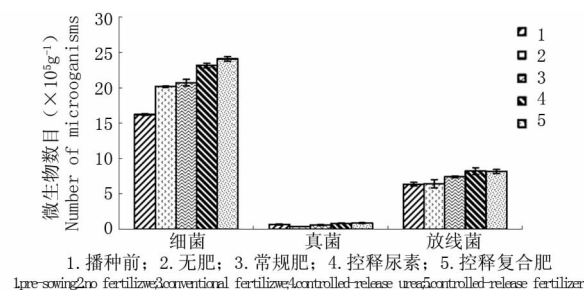


图 1 控释肥对大豆根际土壤微生物数量影响

Fig. 1 Effect of controlled-release fertilizer on the number of rhizosphere soil actinomycetes of soybean

显低于其它种类微生物, 但从生物量上看, 却占有极其重要的地位。由图 1 可知, 土壤中真菌的数目依次为 CRF > CRU > 播种前 > CF > CK; 控释肥可提高土壤中真菌数目。

放线菌在数量方面仅次于细菌, 对土壤中有机化合物的分解及土壤腐殖质合成起着重要作用。放线菌数量表现为 CRU > CRF > CF > CK > 播种前, 说明肥料的施用可增加土壤中放线菌数目, CRU 和 CRF 的施用有利于土壤中放线菌数目的增加。

### 2.2 控释肥对土壤肥力的影响

土壤有机质含量 4 个处理间无差异, 土壤全氮含量 CRF 处理最高, 与其它 3 个处理差异显著, 原因是 CRF 不仅含有控释氮肥而且含有速效氮肥, 能持续提供养分; 土壤全磷及全钾含量 CRF 处理最高且 CRF > CRU > CF > CK; 土壤碱解氮含量 CRF 处理最高, 与其它 3 个处理差异显著, CRF > CF > CK > CRU; 土壤速效磷及速效钾含量 CRF 处理最高且 CRF > CRU > CF > CK, 速效磷含量各处理间差异均显著。试验结果表明肥料的施用有利于土壤肥力的提高, CRF 在提高土壤肥力的效果上优于 CRU, 原因是由于 CRF 与 CRU 的成分及控释特性差异所引起的。

表 1 控释肥处理下土壤养分含量

Table 1 The nutrient content of soil in controlled-release fertilizer

处理 Treatments	有机质 Organic matter/g·kg <sup>-1</sup>	全 N Total nitrogen /g·kg <sup>-1</sup>	全 P Total phosphorus /g·kg <sup>-1</sup>	全 K Total potassium /g·kg <sup>-1</sup>	碱解氮 Available nitrogen /mg·kg <sup>-1</sup>	速效磷 Available phos phorus/mg·kg <sup>-1</sup>	速效钾 Available potas sium/mg·kg <sup>-1</sup>
无肥 CK	27.1aA	0.150bB	0.129cB	1.240bB	132.05bBC	49.28dD	155.91cB
常规肥 CF	28.3aA	0.148bB	0.136bB	1.344cA	139.09bAB	78.84cC	163.52bcB
控释尿素 CRU	28.3aA	0.144bB	0.139bB	1.397aA	119.72cC	86.51bB	172.60bB
控释复合肥 CRF	28.9aA	0.180aA	0.162aA	1.402aA	154.93aA	98.55aA	208.10aA

同列数值后不同大小写字母分别代表在 0.01 和 0.05 水平差异显著, 下表同。

Values within a column followed by different capital and lowercase letters are different at 0.01 and 0.05 probability level, respectively, the same as below.

2.3 控释肥对大豆农艺性状及产量相关因素的影响

控释肥对大豆农艺性状及产量相关因素的影响如表 2 所示。茎粗,单株有效荚数、单株粒数及百粒重 4 个指标,施肥处理与对照间差异达到显著

水平。CRU,CRF 2 个处理茎粗、单株有效荚数、单株粒数、百粒重及公顷产量均高于 CK 与 CF,说明控释肥对于提高大豆农艺性状及产量相关因素具有一定作用。

表 2 控释肥对大豆农艺性状及产量相关因素的影响

Table 2 Effect of controlled-release fertilizer on agronomic characters and yield components of soybean

处理 Treatments	株高 Plant height/cm	结荚高度 Pod-setting height/cm	主茎节数 Node numbers of main stem	茎粗 Stem diameter/cm	单株有效荚数 Effective pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	百粒重 100-seed weight/g	公顷产量 Yield per hectare/kg
不施肥 CK	103.2aA	22.1aA	19.7aA	0.81bB	37.9bB	81.8bB	23.0bA	3547.5aA
常规施肥 CF	104.3aA	20.3aA	20.2aA	0.97aAB	47.4aA	112.7aA	23.2abA	4215.8aA
控释尿素 CRU	105.8aA	19.9aA	20.1aA	1.06aA	50.7aA	120.9aA	23.6abA	4264.8aA
控释复合肥 CRF	103.8aA	19.9aA	20.4aA	1.02aAB	51.7aA	118.2aA	23.3aA	4257.5aA

3 讨 论

土壤微生物是土壤有机体与无机体转化的作用者,土壤营养物质循环的重要参与者和构成土壤肥力的重要因素,其本身也是活性营养库,它们分解有机物质形成腐殖质并释放养分,并且参与土壤碳、氮、磷和硫等元素的循环过程和土壤矿物的矿化过程。在这些过程中有机养分不断分解转化为植物能吸收利用的有效养分,同时释放出的养分被土壤部分固定,形成特定生态系统下的养分循环结构<sup>[8]</sup>。该研究结果表明,大豆成熟期根际土壤微生物组成以细菌为主,放线菌次之,真菌最少,不同施肥处理条件下土壤微生物数量存在明显差异。肥料的施用可增加土壤微生物的数目,其中控释尿素和控释复合肥处理显著增加了土壤中细菌、真菌及放线菌数目。原因是施肥可以增加土壤中营养物质含量,而控释肥的营养元素释放方式更利于提高土壤肥力为微生物创造良好的生存环境,刺激微生物的生长和活动,这与以往的研究结果<sup>[3,4,9]</sup>相一致。此外,控释尿素和控释复合肥可提高大豆农艺性状及产量相关因素,如茎粗、单株有效荚数、单株粒数、百粒重、产量数值均高于对照和常规施肥处理,这与张秋英等<sup>[10]</sup>研究结果一致。由于控释肥的养分释放特性与作物需肥规律可以达成同步,这就使土壤中肥料的养分得到充分利用,单位肥料的增产效应得到提高,环境污染程度降低,同时土壤中的微生物数目也得到提高,有利于作物稳产高产土壤生态化学环境的形成。

参考文献

[1] Meister S S. Controlled release fertilizers-properties and utilization [M]. Sendai; Konno Printing, 1999; 59-104.  
[2] Trenkel M E. Controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture [M]. Pairs; International Ferlizer Industry Association, 1997.

[3] 邱现奎,董元杰,万勇善,等. 不同施肥处理对土壤养分含量及土壤酶活性的影响[J]. 土壤,2010,42(2):249-255. ( Qiu X K, Dong Y J, Wan Y S, et al. Effects of different fertilizing treatments on contents of soil nutrients and soil enzyme activity [J]. Soils, 2010, 42(2): 249-255. )  
[4] 罗兰芳,郑圣先,廖育林,等. 控释氮肥对稻田土壤微生物的影响及其与土壤氮素肥力的关系[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2007,33(5):608-613. ( Luo L F, Zheng S X, Liao Y L, et al. Effect of controlled release nitrogen fertilizer on soil microbe as well as its relation to soil nitrogen fertility [J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences Edition), 2007, 33(5): 608-613. )  
[5] 刘宁,孙振涛,韩晓日,等. 缓/控释肥料的研究进展及存在问题[J]. 土壤通报,2010,41(1):1005-1009. ( Liu N, Sun Z T, Han X R, et al. Research progress and existing problems on slow/controlled release fertilizers [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2010, 41(1): 1005-1009. )  
[6] 李伟群,王爽,王英,等. 不同施肥处理对大豆生育期内土壤微生物的影响[J]. 大豆科学,2007,26(6):922-925. ( Li W, Wang S, Wang Y, et al. Effect of different fertilizer treatment on soil microorganism in soybean [J]. Soybean Science, 2007, 26(6): 922-925. )  
[7] 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 maual of soil microorganism [M]. Beijing: Agricultural Press, 1986. )  
[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] 马松,许自成,苏永士,等. 控释肥对土壤肥力与生物活性的影响[J]. 浙江农业科学,2010(5):1067-1069. ( Ma S, Xu Z C, Su Y S, et al. Effect of controlled-release fertilizer on soil fertility and biological activity [J]. Zhejiang Agricultural Sciences, 2010(5): 1067-1069. )  
[10] 张秋英,刘晓冰,金剑,等. 缓释、控释肥料对大豆植株养分吸收及产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2002,10(4):48-50. ( Zhang Q Y, Liu X B, Jin J, et al. Effect of slow or controlled release fertilizer on nutrients absorb and yield in soybean plant [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2002, 10(4): 48-50. )