

不同施肥处理对大豆根际土壤微生物和酶活性的影响

谷岩¹, 吴春胜¹, 王振民¹, 何文安¹, 刘吉利¹, 陈喜凤²

(1. 吉林农业大学 作物研究中心, 吉林 长春 130118; 2. 吉林农业大学 农学院, 吉林 长春 130118)

摘要: 研究不同施肥处理下, 大豆不同生育时期土壤微生物生物量 C、N, 可培养微生物数量及土壤酶活性的动态变化。结果表明: 与对照相比, 各施肥处理均显著增加大豆不同生育期土壤微生物生物量 C、N 含量、细菌数量、土壤脲酶和转化酶活性, 处理间以有机无机肥配施处理最高, 对土壤真菌和放线菌的影响因肥料和生育时期而异; 土壤脲酶活性均为有机肥 + NPK > NPK > 有机肥 > CK; 转化酶活性表现为有机肥 + NPK > 有机肥 > NPK > CK。

关键词: 大豆; 施肥处理; 土壤微生物; 土壤酶

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2010)06-1008-04

Effect of Different Fertilizer Treatment on Soil Microorganism and Enzyme Activities in Soybean

GU Yan¹, WU Chun-sheng¹, WANG Zhen-min¹, HE Wen-an¹, LIU Ji-li¹, CHEN Xi-feng²

(1. Research Center of Crops, Jilin Agricultural University, Changchun 130118; 2. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, Jilin, China)

Abstract: The soybean variety "Jiyu71" was chosen as the test material, the soil was applied with different treatment of nitrogen-phosphorus-potassium (NPK), organic fertilizer (OM), organic and inorganic fertilizer (OM + NPK), with no fertilizer treatment as control. Effects of different fertilizer treatment on soil microbial biomass C, N, soil bacteria quantity and enzyme activities of soybean were studied. The results showed that the quantity of soil bacteria and soil microbial biomass C and N were increased compared with control. The responses of soil fungi and actinomycete to fertilizer were different. The urease activity of soil applied OM + NPK was the highest, the following was NPK, OM and control. The invertase activity was OM + NPK > OM > NPK > CK.

Key words: Soybean; Fertilizer treatment; Soil microorganism; Soil enzyme

土壤是作物生长的载体, 土壤微生物是土壤的重要组成部分, 对土壤肥力的形成和植物营养的转化起着积极的作用^[1-3]。土壤酶活性也是用来评价土壤微生物生态系统质量的重要指标, 反映了土壤生态系统中微生物参与物质转化和循环的能力^[4-5]。目前, 关于不同施肥处理对大豆土壤微生物的影响已有相关报道。李伟群等研究了长期不同施肥处理对大豆生育期内土壤微生物的影响, 发现土壤细菌数量的动态变化决定土壤微生物总数的动态变化^[6]; 芦思佳等通过盆栽培养试验研究长期施肥对大豆土壤微生物量碳、氮的影响, 指出化肥和有机肥配合施用会提高微生物的数量^[7]。该试验在吉林省典型黑土区条件下研究了不同施肥处理对土壤微生物生物量、微生物区系和土壤酶活性的影响, 旨在为生产上大豆的科学合理施肥提供

理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2008 年在吉林农业大学大豆区域技术创新中心试验站进行。供试大豆品种为吉育 71。土壤为典型黑土, 前茬为玉米。土壤有机质含量 2.69%, pH 6.8, 速效氮 133 mg · kg⁻¹, 速效磷 17.5 mg · kg⁻¹, 速效钾 97 mg · kg⁻¹。

采用随机区组设计, 设 4 个肥料组合处理, 分别为: 不施任何肥料 (CK); 单施氮磷钾肥 (NPK); 单施有机肥 (M); 有机肥与氮磷钾混施 (M + NPK)。其中氮肥为尿素, 磷肥为磷酸氢二铵, 钾肥为硫酸钾, 有机肥为腐熟猪粪。各种肥料的用量分别为

收稿日期: 2010-03-22

基金项目: 吉林省农委资助项目。

第一作者简介: 谷岩 (1981-), 女, 博士, 助理研究员, 研究方向为作物栽培生理生态学。E-mail: guyan810831@163.com。

通讯作者: 吴春胜, 教授, 博士生导师。E-mail: wcs8131587@yahoo.com.cn。

N 40 kg · hm⁻², P₂O₅ 60 kg · hm⁻², K₂O 30 kg · hm⁻², M 15 t · hm⁻²。5 行区, 行长 5 m, 行距 65 cm, 小区面积 16.25 m², 6 次重复。整个生育时期内田间管理技术措施完全相同。播种前采集土壤样品, 用于微生物和酶活性基础量的测定。分别在大豆开花期、鼓粒期和成熟期取样, 选取长势均匀一致的大豆植株, 去掉 1~5 cm 的表层土, 抖掉根系外围土壤的土体土, 用毛刷轻轻刷粘附在根系表面的土壤作为根际土, 过 2 mm 筛, 鲜土样进行土壤微生物生物量碳和可培养微生物数量的测定; 其余部分自然风干, 用于土壤酶活性的测定。

1.2 测定项目与方法

土壤微生物生物量碳的测定采用氯仿熏蒸法^[8]。土壤可培养微生物数量的测定采用稀释平板法^[9]。细菌培养采用葡萄糖牛肉膏蛋白胨琼脂培养基; 放线菌采用淀粉硝酸钾培养基(高氏一号); 真菌采用马丁氏孟加拉红培养基。微生物数量以每克干土中的菌落数(cfu g⁻¹ dry soil)表示, 每克样品的菌落数 = 同一个稀释度几次重复的菌落

平均数 × 10 × 稀释倍数。土壤脲酶测定采用尿素残留法^[10]。转化酶测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法(DNS)^[11]。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对土壤微生物生物量碳、氮的影响

土壤微生物生物量碳的消长反映微生物利用土壤碳源进行自身细胞建成而大量繁殖和微生物细胞解体使有机碳矿化的过程。由图 1 可见, 不同施肥处理, 土壤微生物生物量碳含量不同, M + NPK > M > NPK > CK, 其中 M + NPK 处理土壤微生物生物量碳含量极显著高于其它处理; 相同处理以开花期土壤微生物生物量碳最高。土壤微生物生物量氮含量随生育时期的变化与土壤微生物生物量碳基本一致, 均呈先下降后升高的“V”字型变化。处理间以 CK 无肥处理土壤微生物量氮最低, 有机肥无机肥混合施用处理的 N 含量最高, 各取样时期分别是同期对照的 2.11、3.75 和 1.78 倍。

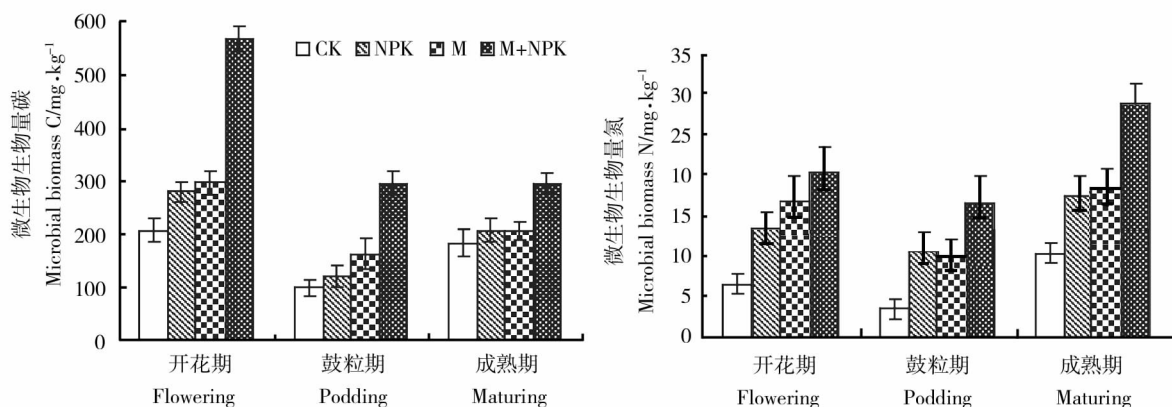


图 1 大豆不同生育时期根际土壤微生物生物量碳、氮含量

Fig. 1 Content of soil microbial biomass C and N during the soybean growth stage

2.2 不同施肥处理对土壤可培养微生物数量的影响

土壤细菌、真菌和放线菌是土壤微生物的主要组成成分, 在土壤中占有极其重要的地位^[12-14]。从图 2 中可以看出, 在大豆整个生育时期内, 各处理土壤细菌数量变化均为 M + NPK > M > NPK > CK; 放线菌和真菌则各时期变化不同。开花期, 土壤真菌数量为 CK > M + NPK > M > NPK; 而鼓粒期, 各施肥处理土壤真菌数量均大于不施肥处理, 但差异并不显著; 成熟期各处理真菌数量有所下降, NPK > M + NPK > M > CK。

细菌/真菌(B/F)反映了土壤细菌、真菌数量的相对比率, B/F 越低, 真菌数量越大, 土壤有机碳的

相对含量越高, 则土壤质量越好, 微生物类群及数量越趋于均衡^[15-16]。在图 2(D)中, 成熟期, 土壤细菌/真菌(B/F)以施入有机肥最高, 化肥处理最低。

2.3 不同施肥处理对土壤酶活性的影响

脲酶是土壤中最活跃的水解酶类之一, 为植物生长提供氮源; 土壤转化酶直接参与土壤有机物质的代谢过程, 可评价土壤的生物学活性强度。从图 3 可以看出, 各生育时期土壤脲酶活性均为 M + NPK > NPK > M > CK, 在开花期, 有机无机肥料配施处理比 CK 增加 99.2%; 转化酶活性 M + NPK > M > NPK > CK, 鼓粒期土壤酶活性最高, M + NPK 比 CK 增加 1 倍以上。

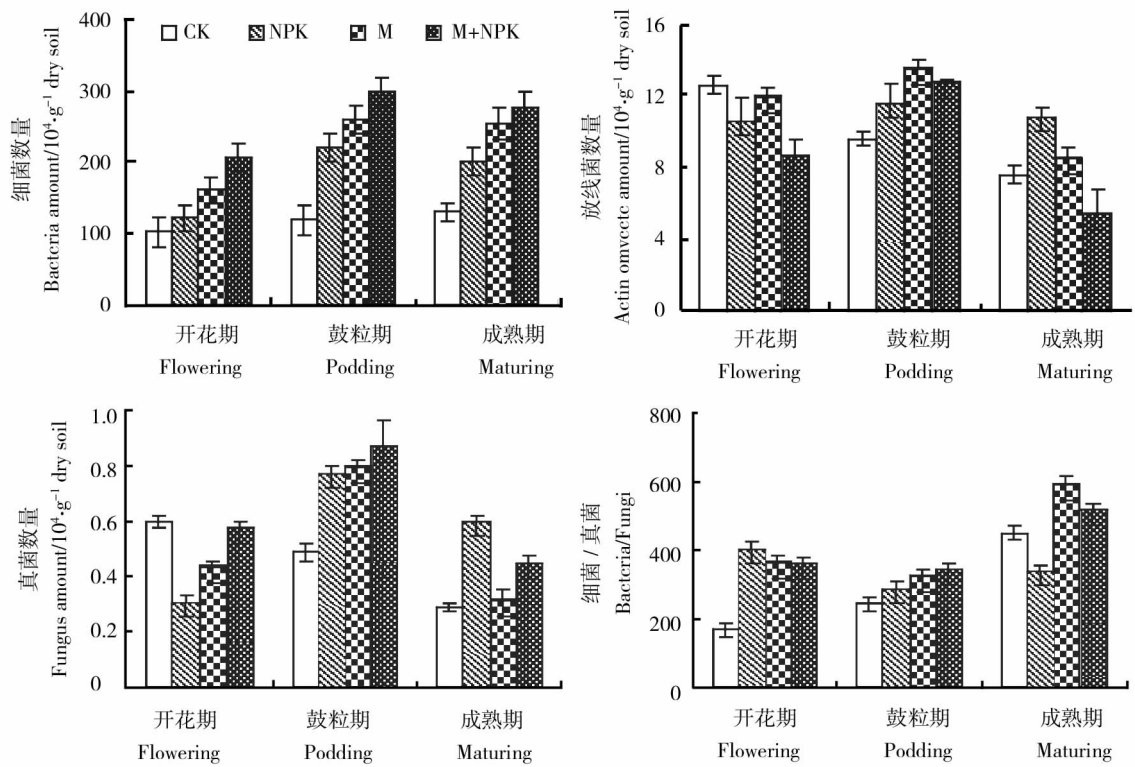


图2 大豆不同生育时期根际土壤微生物数量

Fig.2 Number of soil microbe during the soybean growth stage

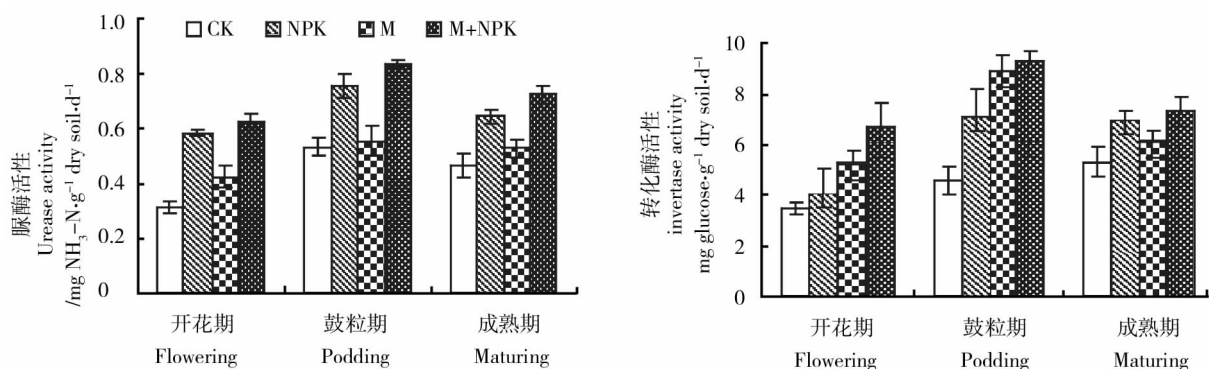


图3 大豆不同生育时期根际土壤酶活性

Fig.3 Soil enzyme activities during the soybean growth stage

3 讨论

土壤微生物生物量是土壤有机质中最活跃的和最易变化的部分,可以体现土壤中微生物的总量,是评价土壤微生物参与土壤中物质转化循环能力的重要指标,可作为评价土壤微生物生态系统质量的重要指标,某种程度上反映了土壤生态系统中微生物参与物质转化和循环的能力^[16-17]。该研究中,有机肥与化肥配施可明显提高大豆土壤微生物生物量碳的含量,这与有机肥料的施用为土壤微生物

物提供了较多的能源和养分,促进了土壤微生物的大量繁殖,改善了土壤中的微生物群落结构有关。在开花期各处理真菌数量均低于对照,可能是由于作物生长旺季肥料对作物生物量的增加使微生物可利用的养料发生数量和质量上的降低,而真菌在肥料的供给上又要比细菌敏感,进而影响真菌的生物量。根际土壤脲酶活性的提高加速了土壤中各类含氮有机中间产物转化为植物可利用的物质,从而提高根系有效态氮的含量;而转化酶活性的增加则加速了土壤中碳的转化^[6]。该试验结果对于进一

步深入研究施用有机肥改变土壤微生物区系进而改变大豆产量及品质的内在机理研究奠定了基础,也为大豆生产合理施肥提供参考依据。

参考文献

- [1] Moscatelli M C, Lagomarsino A, Marinari S, et al. Soil microbial indices as bioindicators of environmental changes in a poplar plantation[J]. *Ecological Indicators*, 2005, 5: 171-179.
- [2] Joergensen R G, Emmerling C. Methods for evaluating human impact on soil microorganisms based on their activity, biomass, and diversity in agricultural soils[J]. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2006, 169(3): 295-309.
- [3] Nsabimana D, Haynes R J, Wallis F M. Size, activity and catabolic diversity of the soil microbial biomass as affected by land use[J]. *Applied Soil Ecology*, 2004, 26(2): 81-92.
- [4] García-Gil J C, Plaza C, Soler-Rovira P, et al. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2000, 32(13): 1907-1913.
- [5] Burger M, Jackson L E. Microbial immobilization of ammonium and nitrate in relation to ammonification and nitrification rates in organic and conventional cropping systems[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2003, 35(1): 29-36.
- [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 Q, Wang S, Wang Y, et al. Effect of different fertilizer treatment on soil microorganism in soybean growth period[J]. *Soybean Science*, 2007, 26(6): 922-925.)
- [7] 芦思佳,韩晓增,张迪,等. 长期施肥对大豆根际微生物量碳、氮的影响[J]. *大豆科学*, 2009, 28(3): 496-498. (Lu S J, Han X Z, Zhang D, et al. Effect of long-term fertilization on microbial biomass C and N in soybean rhizosphere[J]. *Soybean Science*, 2009, 28(3): 496-498.)
- [8] Wang Y P, Shi J Y, Wang H, Qi L, et al. The influence of soil Heavy metals pollution on soil microbial biomass, enzyme activity, and community composition near a copper smelter[J]. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 2007, 67(1): 75-81.
- [9] 赵斌,何绍江. 微生物学实验[M]. 北京:科学出版社, 2003: 69-75. (Zhao B, He S J. *Microbiology Experiment*[M]. Beijing: Science Press, 2003: 69-75.)
- [10] Bhattacharyya P, Chakrabarti K, Chakraborty A. Microbial biomass and enzyme activities in submerged rice soil amended with municipal solid waste compost and decomposed cow manure[J]. *Chemosphere*, 2005, 60(3): 310-318.
- [11] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京:科学出版社, 1987: 117-159. (Zhou L K. *Soil Enzyme*[M]. Beijing: Science Press, 1987: 117-159.)
- [12] 李朝海,王小星,王群,等. 不同质地土壤玉米根际生物活性研究[J]. *中国农业科学*, 2007, 40(2): 412-418. (Li C H, Wang X X, Wang Q, et al. Effect of different textural soils on rhizosphere microorganisms and enzyme activities in maize[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2007, 40(2): 412-418.)
- [13] 许光辉,郑洪元. 微生物学方法分析手册[M]. 北京:中国农业出版社, 1986. (Xu G H, Zheng H Y. *Manual of soil microorganisms analysis method*[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1986.)
- [14] 白清云. 土壤微生物群落结构的化学估价方法[J]. *农业环境保护*, 1997, 16(6): 252-256. (Bai Q Y. Chemical evaluation of soil microorganism communities and structure[J]. *Agro-Environment Protection*, 1997, 16(6): 252-256.)
- [15] 蔡晓布,钱成,张元,等. 西藏中部地区退化土壤秸秆还田的微生物变化特征及其影响[J]. *应用生态学报*, 2004, 15(3): 463-468. (Cai X B, Qian C, Zhang Y, et al. Microorganism characteristics of straw amended degraded soils in central Tibet and its effect on soil fertility[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(3): 463-468.)
- [16] Bailey V L, Smithand J L, Jr Bolton H. Fungal-to-bacterial ratios in soils investigated for enhanced C sequestration[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2002, 34: 997-1007.
- [17] 隋跃宇,焦晓光,张兴义,等. 不同施肥制度对大豆生育期土壤微生物量的影响[J]. *土壤通报*, 2006, 37(5): 894-896. (Sui Y Y, Jiao X G, Zhang X Y, et al. Effect of different fertilizer application strategies on soil microbial biomass during soybean growth periods[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2006, 37(5): 894-896.)