

根瘤菌对大豆根际土壤酶活性及大豆产量的影响

孟庆英¹, 张 娣², 张春峰¹, 郭 泰¹, 王囡囡¹, 朱宝国¹, 于忠和¹, 贾会彬¹

(1. 黑龙江省农业科学院 佳木斯分院, 黑龙江 佳木斯 154007; 2. 黑龙江农业经济职业学院, 黑龙江 牡丹江 157000)

摘要:为研究施用根瘤菌对大豆不同生育时期土壤酶活性及产量的影响,于大豆苗期、盛花期、鼓粒期及成熟期对大豆根际土壤过氧化氢酶、脲酶、蔗糖酶活性进行测定,并于大豆成熟期对大豆产量及相关性状进行测定。结果表明:随着大豆生育期进程的推进,3种酶的活性均先升高后降低;与对照相比,施用根瘤菌及促菌剂施用在大豆各生育时期均增加了3种酶的活性;根瘤菌处理有效增加了大豆产量,与对照相比增产30.23%;根瘤菌+促菌剂处理,与对照相比增产11.08%。

关键词:大豆;土壤酶;根瘤菌

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2013)05-0722-03

Effects of Rhizobia on Rhizosphere Soil Enzyme Activity and Yield of Soybean

MENG Qing-ying¹, ZHANG Di², ZHANG Chun-feng¹, GUO Tai¹, WANG Nan-nan¹, ZHU Bao-guo¹, YU Zhong-he¹, JIA Hui-bin¹

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

Abstract: To investigate the effects of rhizobia, the catalase, urease and invertase of rhizosphere soil at seedling, flowering, seed filling, mature stage of soybean, as well as yield and its related characters at mature stage of soybean were determined. The results showed that rhizosphere soil enzyme were increased at first and then decreased with the soybean growth period. The activities of three enzyme were increased by applying rhizobia and promoting bacteria agent. Compared with control, rhizobia and rhizobia plus promoting bacteria agent treatment increased soybean seed yield by 30.23% and 11.08%, respectively.

Key words: Soybean; Enzyme; Rhizobia

土壤酶主要来源于土壤微生物活动分泌、植物根系分泌和植物残体以及土壤动物区系分解,是土壤生态系统的核心^[1]。土壤酶活性是土壤生物学活性的表现和维持土壤肥力的一个潜在指标,其影响因素包括土壤养分、土壤微生物、植物、施肥、耕作方式、农药与重金属等^[2-4]。土壤过氧化氢酶是土壤酶系中的重要组分,广泛存在于土壤中,能够促进对生物体有毒害作用的过氧化物的分解,有效防止土壤及生物体在新陈代谢过程中产生的过氧化氢对生物体的危害^[5]。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^[6-10]。

由于土壤酶参与土壤各种生物化学反应过程,与土壤供应养分能力密切相关,因此本研究分析了施用根瘤菌条件下大豆不同生育时期根际土壤酶活性变化,以期明确施用根瘤菌对大豆的增产效应提供土壤酶学方面的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2012年在黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验地进行。土壤类型为草甸黑土,土壤碱解氮含量121.31 mg·kg⁻¹、速效磷99.25 mg·kg⁻¹、速效钾242.37 mg·kg⁻¹、有机质48.00 g·kg⁻¹、pH6.53。

试验设3个处理:(1)不施氮肥(CK);(2)接种根瘤菌处理(R),不施氮肥;(3)接种根瘤菌处理(R)+促菌剂(PBA)处理,不施氮肥。3个处理施纯磷60 kg·hm⁻²,纯钾30 kg·hm⁻²。

每处理小区30行,行长20 m,行距0.7 m,小区面积420 m²。供试大豆品种为合丰55,采用人工种植点播,双行双粒,株距5 cm。采用常规田间管理方法,人工除草。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 土壤样品采集及土壤酶活性测定 分别在大豆苗期、盛花期、鼓粒期及成熟期采集5~20 cm大豆根际土壤,土壤样品室温下风干,过1 mm筛,进行土壤酶测定。土壤过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定

收稿日期:2013-04-10

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-10B)。

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。

法;土壤蔗糖酶活性采用 3,5 二硝基水杨酸比色法;土壤脲酶活性采用靛酚蓝比色法^[11]测定。

1.2.2 大豆农艺性状及产量测定 于大豆成熟期,每区随机选择 3 点,每点取 1 m²植株进行测产然后折算成公顷产量;同时测定株高、主茎节数、单株荚数和单株粒数。

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 根瘤菌施用对土壤酶活性的影响

2.1.1 土壤过氧化氢酶 由图 1 所示,随大豆生育期进程的推进,土壤过氧化氢酶活性整体表现为先升高后降低,3 个处理土壤过氧化氢酶活性在大豆苗期最低,差异较小,未达到极显著水平,在鼓粒期最高。CK 处理在大豆各生育时期过氧化氢酶活性均低于 R 处理和 R + PBA 处理,在大豆盛花期及鼓粒期 R + PBA 处理过氧化氢酶活性最高,且与对照差异极显著;在大豆成熟期 R 处理过氧化氢酶活性最高,与对照差异达极显著水平。说明接种根瘤菌能提高大豆根际土壤过氧化氢酶的活性,减少过氧化氢对大豆根际的毒害作用。

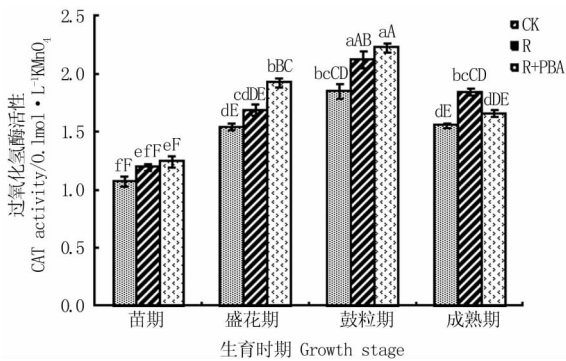


图 1 大豆根际土壤过氧化氢酶活性

Fig.1 Catalase activity in rhizosphere soil of soybean

2.1.2 土壤脲酶 由图 2 所示,随大豆生育期进程的推进,土壤脲酶活性整体表现为先升高后降低,在苗期活性最低,在盛花期活性最高。CK 处理在各时期脲酶含量低于其他处理,在盛花期与其他处理差异达极显著水平。土壤脲酶能够为植物生长提供氮源,

根瘤菌的施用能够增加土壤脲酶的活性,说明根瘤菌在土壤起到增加氮源的作用。在大豆苗期、盛花期 R 处理脲酶活性最高;在大豆鼓粒期及成熟期 R + PBA 处理脲酶活性最高,说明促菌剂在一定程度上有利于土壤中脲酶活性的提高。

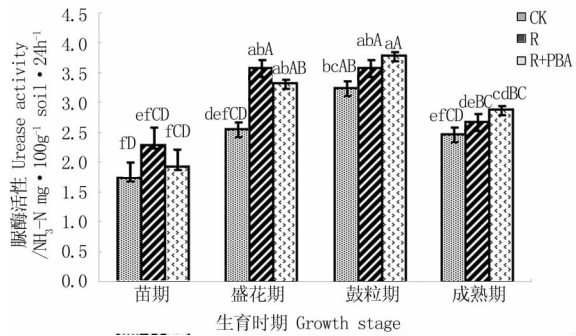


图 2 大豆根际土壤脲酶活性

Fig.2 Urease activity in rhizosphere soil of soybean

2.1.3 土壤蔗糖酶 如图 3 所示,3 个处理在大豆盛花期及鼓粒期根际土壤的蔗糖酶活性较高;CK 处理在大豆整个生育期土壤蔗糖酶活性均低于其他处理,除苗期外,与其他两个处理达到显著差异水平。说明根瘤菌的施用有效提高了土壤蔗糖酶的活性,R 处理在提高土壤蔗糖酶活性上优于 R + PBA 处理。

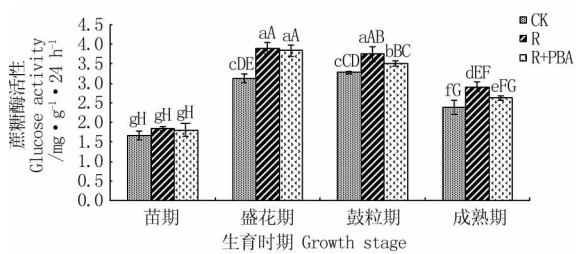


图 3 大豆根际土壤蔗糖酶活性

Fig.3 Invertase activity in rhizosphere soil of soybean

2.2 根瘤菌施用对大豆产量的影响

各处理大豆主茎节数差异不大,R 处理在单株荚数、单株粒数及产量上优于其他两个处理,R + PBA 处理优于对照(表 1)。根瘤菌的施用有效增加了大豆产量,与 CK 相比,R 处理增产 30.23%,显著高于对照;R + PBA 处理增产 11.08%,与对照差异不显著,而 R 与 R + PBA 处理差异不显著。

表 1 根瘤菌对大豆农艺性状及产量的影响

Table 1 Effect of rhizobia on agronomic characters and yield of soybean

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	主茎节数 Nodes number of main stem	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	产量 Yield /kg·hm ⁻²
CK	104 bB	22 aA	34 bB	70 bB	2553 bA
R	111 aA	23 aA	42 aA	92 aA	3325 aA
R + PBA	113 aA	22 aA	38 bAB	78 bAB	2836 abA

不同大小写字母分别表示处理间差异达 1% 和 5% 显著水平。
Different capital and lowercase letters mean significant difference at 1% and 5% level,respectively.

3 结论与讨论

相关研究表明:大豆根瘤菌的施用可以减少氮肥施用量,节约成本,降低污染,并在显著提高大豆产量的同时对土壤微生物、土壤酶及土壤氮素具有促进作用^[13-14],这对提高整个土壤微生物生态系统质量,促进土壤的可持续利用具有重要的经济、社会和生态效益,对绿色农业的发展和绿色食品的生产也有着积极的推动作用。

本文分析了施用根瘤菌条件下大豆不同生育时期根际土壤酶活性及大豆农艺性状和产量变化,结果表明,随着大豆生育期进程的推进,所测定的3种大豆根际土壤酶(过氧化氢酶、脲酶、蔗糖酶)活性均表现为先升高后降低,原因可能随着大豆生长,大豆根系生长旺盛促使大豆根际土壤酶活性增强;根瘤菌处理及根瘤菌+促菌剂处理与对照相比在大豆各生育时期均增加了3种酶的活性;施用根瘤菌增加了大豆产量及产量相关性状,与对照相比,根瘤菌处理增产30.23%,差异达显著水平,根瘤菌+促菌剂处理增产11.08%,与对照差异不显著,且与根瘤菌处理差异不显著。理论上讲,根瘤菌结合促菌剂处理的产量应高于单独施用根瘤菌处理。由于试验年度气候干旱,降雨与历年同期相比大大减少,因而对结果造成影响。

参考文献

- [1] Tabatabai M A, Dick W A. Enzymes in soil. Research and developments in measuring activities [M]// Burns R G, Dick R P. Enzymes in the environment: Activity, ecology, and applications. New York, USA: Marcel Dekker, Inc, 2002: 567-595.
- [2] 解媛媛, 谷洁, 高华, 等. 微生物菌剂酶制剂化肥不同配比对秸秆还田后土壤酶活性的影响[J]. 水土保持研究, 2010, 17(2): 233-238. (Xie Y Y, Gu J, Gao H, et al. Dynamic changes of soil enzyme activities in microorganism inoculants, enzymes and chemical fertilizers in different proportions after straw returning soil [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2010, 17(2): 233-238.)
- [3] 殷博, 於丽华, 康健夫, 等. 甜菜、玉米和大豆根系对土壤酶活性的影响[J]. 中国糖料, 2009(2): 23-26. (Yin B, Yu L H, Kang J F, et al. Effect of sugarbeet, maize and soybean roots on soil enzyme activities [J]. Sugar Crops of China, 2009(2): 23-26.)
- [4] 孙瑞莲, 赵秉强, 朱鲁生, 等. 长期定位施肥对土壤酶活性的影响及其调控土壤肥力的作用[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(4): 406-410. (Sun R L, Zhao B Q, Zhu L S, et al. Dynamic changes of soil enzyme activities in long-term fertilization soil [J]. Plant Nutrition and Fertilizing Science, 2003, 9(4): 406-410.)
- [5] 张冰, 董守坤, 孙聪姝, 等. 不同耕作措施对土壤水解酶活性的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2010(11): 27-29. (Zhang B, Dong S K, Sun C S, et al. Effects of different tillage measures on soil hydrolyase activity [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2010(11): 27-29.)
- [6] 张丽莉, 武志杰, 陈利军, 等. 不同种植制度土壤氧化还原酶活性和动力学特征[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1): 343-347. (Zhang L L, Wu Z J, Chen L J, et al. Soil oxidoreductase activity and its kinetic characteristics under different cropping system [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18(1): 343-347.)
- [7] 刘善江, 夏雪, 陈桂梅, 等. 土壤酶的研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(21): 1-7. (Liu S J, Xia X, Chen G M, et al. Study progress on functions and affecting factors of soil enzymes [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(21): 1-7.)
- [8] 刘磊, 高洁, 高华, 等. 不同施肥水平对小麦生长期土壤氧化还原酶活性的影响[J]. 水土保持通报, 2010, 29(6): 1008-1011. (Liu L, Gao J, Gao H, et al. Effect of different fertilizer levels on soil oxidoreductases activities in wheat growing stage [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2010, 29(6): 1008-1011.)
- [9] 邱莉萍, 刘军, 王益权, 等. 土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 277-280. (Qiu L P, Liu J, Wang Y Q, et al. Research on relationship between soil enzyme activities and soil fertility [J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2004, 10(3): 277-280.)
- [10] 和文祥, 谭向平, 王旭东, 等. 土壤总体酶活性指标的初步研究[J]. 土壤学报, 2010, 47(6): 1232-1236. (He W X, Tan X P, Wang X D, et al. Study on total enzyme activity index in soils [J]. Acta Pedologica Sinica, 2010, 47(6): 1232-1236.)
- [11] 谷岩, 吴春胜, 王振民, 等. 不同施肥处理对大豆根际土壤微生物和酶活性的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(6): 1008-1011. (Gu Y, Wu C S, Wang Z M, et al. Effect of different fertilizer treatment on soil microorganism and enzyme activities in soybean [J]. Soybean Science, 2010, 29(6): 1008-1011.)
- [12] 关松荫. 土壤酶及其研究法 [M]. 北京: 农业出版社, 1986. (Guan S Y. The research method of soil enzyme [M]. Beijing: Agriculture Press, 1986.)
- [13] 孟庆英. 施用根瘤菌对土壤微生物氮素类群数量及土壤氮素的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2012(4): 55-57. (Meng Q Y. Effect of rhizobia application on number of soil ammonifying bacteria, nitrifying bacteria, nitrogen fixation bacteria and soil nitrogen fertility [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2012(4): 55-57.)
- [14] 孟庆英, 张春峰, 于忠和, 等. 根瘤菌对大豆根际土壤微生物及大豆农艺性状的影响[J]. 大豆科学, 2012, 31(3): 498-500. (Meng Q Y, Zhang C F, Yu Z H, et al. Effects of rhizobia on rhizosphere soil microorganisms of soybean and agronomic characters of soybean [J]. Soybean Science, 2012, 31(3): 498-500.)