

根瘤菌与微肥对大豆生理及产量的影响

孟庆英^{1,2}, 韩旭东¹, 张春峰¹, 朱宝国¹, 王囡囡¹, 郭泰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. 沈阳农业大学 土地与环境学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:为促进大豆生产过程中根瘤菌和微肥的合理使用, 采用根瘤菌、微肥、根瘤菌+微肥、对照 4 个处理, 在大豆苗期(V3)、盛花期(R2)、盛荚期(R4)、满粒期(R6)对大豆叶片的叶绿素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量进行测定; 在大豆成熟期对产量及相关农艺性状进行测定。结果表明: 根瘤菌和微肥的使用在大豆不同生育期, 一定程度上增加了大豆叶片叶绿素、可溶性糖及可溶性蛋白含量; 产量结果表明: 无论是单独施用根瘤菌、单独施用微肥或根瘤菌和微肥同时施用均可提高大豆产量, 与对照相比根瘤菌+微肥处理产量为 2 643.07 kg·hm², 在各处理中产量最高, 与对照相比增产 26.02%; 根瘤菌处理增产 18.33%; 微肥处理增产 21.73%。

关键词:大豆; 根瘤菌; 微肥; 生理; 产量

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)02-0051-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.02.0051

根瘤菌与豆科植物的共生体系是生物固氮中固氮能力最强的体系, 占生物固氮量的 65% 以上, 可为豆科作物提供 50%~90% 的氮素营养, 它不但可以为豆科植物提供氮素营养, 还可以培肥地力, 从而增加作物产量、改善作物品质。根瘤菌固氮作用在全球每年所固定的氮素达到 7 000 万 t^[1]。根瘤菌应用于大豆生产中, 不仅可提高大豆固氮能力而且还可减少长期使用化肥带来的环境污染^[2-6]。作物所需的中微量元素是作物生长的必需养分, 中、微量元素大多是植物体内促进光合作用、呼吸作用以及物质转化作用的酶及辅酶的组成部分, 在植物体内非常活跃, 当土壤中某种元素不足时, 植物会出现缺素症状, 造成农作物产量减少, 品质下降, 严重时甚至颗粒无收。有研究表明中微量肥料能够提高作物的产量和品质^[7-10]。本文通过在大豆种植中使用根瘤菌及中、微肥(以下简称微肥)后, 在大豆不同生育期测定大豆叶片生理指标及产量, 旨在为大豆生产过程中根瘤菌和微肥的合理使用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大豆品种为合丰 55; 根瘤菌剂 *Bradyrhizobium japonicum* 5841 来自中国农业科学院, 微肥由黑龙江省富民农业科技开发有限公司(平衡木牌)生产, 有效中量元素≥30% (钙、硅=15%, 镁、硫=15%), 微量元素≥3.0% (锌=2%, 铝铜铁锰硼=0.2%) 80 kg·hm²; 尿素(N 46%) 65 kg·hm²; 磷酸二铵(N 18%, P₂O₅ 46%) 115 kg·hm²; 氯化钾(K₂O 40%) 120 kg·hm²; 供试土壤类型为草甸黑土, 土壤有机质含量为 40.5 g·kg⁻¹、全氮 2.06 g·kg⁻¹、全磷 1.52 g·kg⁻¹、全钾 28.43 g·kg⁻¹、碱解氮 179.62 mg·kg⁻¹、速效磷 69.00 mg·kg⁻¹、速效钾 181.72 mg·kg⁻¹、pH 6.08。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2013 年在黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验地进行。试验共设 5 行小区, 行长 6 m, 行距 0.7 m, 小区面积 21 m²。设 4 个处理: (1) 对照(CK); (2) 施用根瘤菌处理(R); (3) 微肥处理(TF); (4) 根瘤菌+微肥处理(R+TF); 根瘤菌剂 *B. japonicum* 5841 采用拌种的方式, 用量为 20 mL·hm², 将菌剂洒在种子表面, 并充分搅拌, 让根瘤菌剂粘在所有种子表面, 拌匀后在阴凉的地方干燥, 干燥后尽快播种。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。

收稿日期: 2016-11-30

基金项目: 国家“十三五”大豆产业技术体系资助项目(CARS-04-01A-02); 黑龙江省科研机构创新能力提升专项计划资助项目(YC2014D002)

第一作者简介: 孟庆英(1982-), 女, 黑龙江省佳木斯市人, 硕士, 助理研究员, 从事土壤肥料与土壤改良、植物基因工程研究。E-mail: mqy269@126.com。

通讯作者: 张春峰(1965-), 男, 博士, 研究员, 从事土壤改良研究。E-mail: chunfeng-1@163.com。

1.2.2 测定项目与方法 (1)大豆生理指标:大豆叶片叶绿素相对含量(SPAD)按照大豆生育期,分别于大豆苗期(V3)、盛花期(R2)、盛荚期(R4)、满粒期(R6),取大豆主茎上的倒3叶中间小叶片,利用叶绿素含量 SPAD-502 型叶绿素仪测其叶绿素含量值,每个小区测定3株。测量时避开叶脉,取叶片的底部、中部与顶部记录其平均值。按照上述生育期对大豆叶片可溶性蛋白、可溶性糖含量进行测定,采用考马斯亮蓝 G-250 法测定可溶性蛋白;采用蒽酮比色法测定可溶性糖^[11]。(2)产量及农艺性状:于大豆成熟期(R8),每个处理取大豆植株10株进行考种,分别测定株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、取1 m²植株进行测产。

数据分析采用软件 SPSS17.0 进行统计分析。

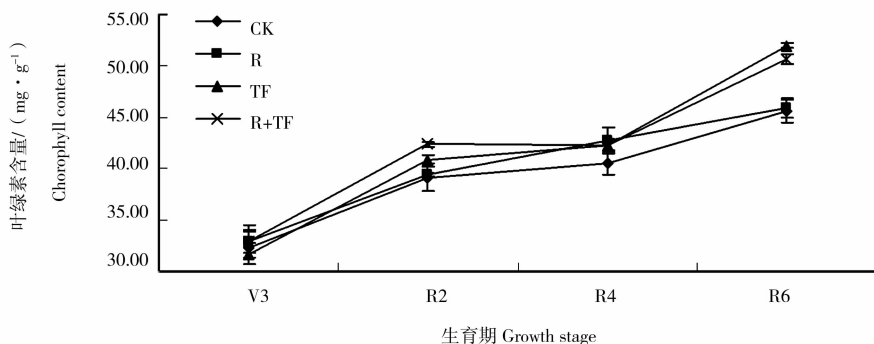


图1 根瘤菌与微肥对大豆 SPAD 的影响

Fig. 1 Effects of rhizobia and trace fertilizer on SPAD of soybean

2.1.2 大豆叶片可溶性糖含量 由图2可知,从V3期到R4期大豆叶片可溶性糖含量显示,CK持续降低,其它处理变化幅度不大;R4期到R6期各处理可溶性糖含量均升高;结果说明,根瘤菌和微肥的使用在一定程度上增加了可溶性糖含量。

2.1.3 大豆叶片可溶性蛋白含量 由图3可知,各处理大豆叶片可溶性蛋白含量V3期最低,R2期最高;由V3期到R2期升高,R2期到R4期下降,R4期到R6期有所升高。各处理在4个生育时期可溶性蛋白含量均高于CK;R2期可溶性蛋白含量R+TF>R>TF>CK;R4期R+TF>TF>R>CK;R6期TF>R+TF>R>CK。结果说明,根瘤菌、微肥的使用可以增加大豆叶片各

2 结果与分析

2.1 根瘤菌与微肥对大豆生理指标的影响

2.1.1 大豆叶片 SPAD 由图1可知,随着大豆生育期推进V3期-R6期,各处理大豆叶片叶绿素值均表现升高趋势,到R6期叶绿素值达到最高,说明营养生长阶段大豆叶片光合能力较弱,随着生殖生长阶段的到来,大豆叶片光合能力增强;V3期大豆叶片叶绿素值各处理差异不明显,R2期、R4期、R6期,3个处理叶绿素值均高于CK;在R6期TF处理、R+TF处理大豆叶片叶绿素值高于对照。说明根瘤菌及微肥均可增加大豆叶片叶绿素值,促进叶片发育,使大豆功能叶片保持较高的叶绿素含量,增强叶片的光合作用,进一步促进大豆干物质积累和籽粒灌浆。

生育期叶片可溶性蛋白含量。

2.2 根瘤菌与微肥对大豆产量及农艺性状的影响

通过对大豆株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数及产量的测定表明,与对照相比处理R、处理TF、处理R+TF均在一定程度上提高大豆农艺性状及产量;与CK相比处理R提高大豆产量18.33%;处理TF提高大豆产量21.79%;处理R+TF提高大豆产量26.02%。结果表明,无论是单独施用根瘤菌、单独施用微肥或根瘤菌和微肥同时施用均可提高大豆产量,与对照相比产量差异显著;根瘤菌+微肥处理产量为2 643.07 kg·hm⁻²,在各处理中产量最高。

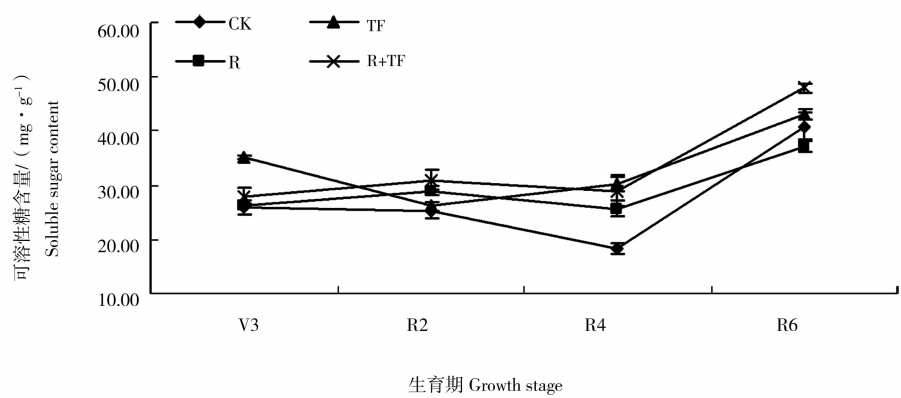


图 2 根瘤菌与微肥对大豆可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effects of rhizobia and trace fertilizer on soluble sugar content of soybean

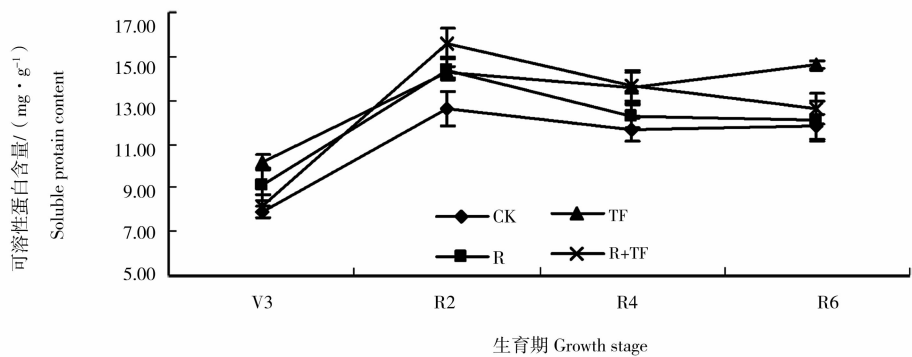


图 3 根瘤菌与微肥对大豆可溶性蛋白含量的影响

Fig. 3 Effects of rhizobia and trace fertilizer on soluble protein content of soybean

表 1 根瘤菌与微肥对大豆产量及农艺性状的影响

Table 1 Effects of rhizobia and trace fertiizer on agronomic characters and yield componets of soybean

处理 Treatments	株高/cm Plant height	主茎节数 Nodes on main stem	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	产量/(kg·hm ⁻²) Yield	增产/% Increasing rate
对照 CK	85.13 bcB	17.93 aA	24.67 bB	50.80 bB	2097.37 cC	-
根瘤菌处理 R	92.27 abA	18.73 aA	32.13 abA	57.80 abAB	2481.87 bB	18.33
微肥处理 TF	82.53 cB	17.60 aA	34.80 aA	61.13 abAB	2554.40 abAB	21.79
根瘤菌+微肥处理 R+TF	92.93 aA	19.40 aA	34.07 abA	69.40 aA	2643.07 aA	26.02

不同大、小写字母表示处理间差异达 1%、5%显著水平。
Different capital letters and lowercases mean significant difference at 0.01 and 0.05 levels.

3 结论与讨论

大豆叶绿素含量的高低表明其光合作用能力的强弱,植物地上部干物质的 90%~95% 来自光合作用^[12],因此光合产物的转运和分配影响着植株的生长发育和产量形成。可溶性糖和蛋白不仅是植物的主要光合产物,而且是植物体内碳水化合物转化、储藏和再利用的主要形式^[13-17]。

本研究通过在大豆种植中使用根瘤菌及微肥后,在大豆不同生育期测定大豆叶片生理指标、产量,结果表明根瘤菌和微肥的使用在大豆不同生育期,一定程度上增加了大豆叶片叶绿素、可溶性糖及可溶性蛋白含量,它们的增加说明大豆光合作用的增强直接影响了大豆产量,产量结果表明无论是单独施用根瘤菌、单独施用微肥或根瘤菌

和微肥同时施用均可提高大豆产量,与对照相比产量差异显著;根瘤菌+微肥处理产量为 $2\,643.07\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,在各处理中产量值最高,与对照相比增产 26.02% ;根瘤菌处理与对照相比增产 18.33% ;微肥处理与对照相比增产 21.79% 。

参考文献:

- [1] 关大伟,李丽,蒋昕,等.长期施肥对黑土大豆根瘤菌群体结构和多样性的影响[J].生物多样性,2015,23(1):68-78.
- [2] 柏宇,关大伟,李力,等.耐高氮优良大豆根瘤菌株的筛选与鉴定[J].大豆科学,2014,33(6):861-864.
- [3] 赵念力,谷维,张俐俐,等.俄罗斯高效大豆根瘤菌肥对大豆主要性状及产量的影响[J].江苏农业科学,2014,42(1):73-73.
- [4] 李继存,赵云,杨旭,等.大豆新品种山宁17根瘤菌剂与氮肥配施技术研究[J].山东农业科学,2014,46(7):94-96.
- [5] 傅波,宋方杰,陈志国.大豆应用根瘤菌减少氮肥施用效果分析[J].现代化农业,2014(11):10-11.
- [6] 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):493-500.
- [7] 邱强,张伟,张明浩,等.中微量元素对优质大豆产量品质的影响[J].大豆科学,2010,29(3):461-465.
- [8] 吴拓,杨刘,降志兵.铝、锌、硼微量元素对大豆产量和品质

的影响[J].南方农业,2015,9(31):6-8.

- [9] 王继安,徐杰,宁海龙,等.施用大、中、微量元素对大豆品质及其它性状的影响[J].大豆科学,2003,22(4):273-277.
- [10] 朱宝国,朱凤莉,张春峰,等.中微肥对大豆农艺性状、产量及品质的影响[J].大豆科学,2014,33(4):550-553.
- [11] 张治安,张美善,蔚荣海.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [12] Mann C C. Genetic engineers aim to soup up crop photosynthesis[J]. Science,1999,283(540):314-316.
- [13] Wilcox J R. Sixty years of improvement in publicly developed elitesoybean lines[J]. Crop Science,2001,41(6):1711-1716.
- [14] 盖玉红,兰兰,董宝池,等.不同生长环境对栽培大豆叶片某些生理指标的影响[J].江苏农业科学,2014,42(5):111-115.
- [15] 彭姜龙,张永强,唐江华,等.株行距配置对夏大豆光合特性及产量的影响[J].大豆科学,2015,34(5):794-807.
- [16] 王晓慧,李大勇,徐克章,等.3种进化类型大豆叶片的某些生理特性比较[J].植物生理通讯,2006,42(2):191-194.
- [17] 唐江华,苏丽丽,李亚杰,等.不同耕作方式对复播大豆光合特性、干物质生产及经济效益的影响[J].应用生态学报,2016,27(1):182-190.

Effect of Rhizobia and Trace Fertilizer on Physiological and Yield of Soybean

MENG Qing-ying^{1,2}, HAN Xu-dong¹, ZHANG Chun-feng¹, ZHU Bao-guo¹, WANG Nan-nan¹, GUO Tai¹, JIA Hui-bin¹

(1. Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154007; 2. College of Land Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: In order to improve the reasonable use of rhizobia and trace fertilizer for soybean, the objective of current study was to investigate the effects of rhizobia and trace fertilizer treatments on SPAD, soluble sugar content, soluble protein content, yield and agronomic characters of soybean. Four fertilizer treatments, including no fertilizer (CK), rhizobia (R), trace fertilizer (TF) and rhizobia + trace fertilizer (R+TF) were adopted. At seedling (V3), flowering (R2), podding (R4), seed filling (R6) of soybean were determined. The yield and agronomic characters of soybean were determined at mature stage of soybean. The results showed that R, TF or R+TF could increased SPAD, soluble sugar content and soluble protein content than CK. The R+TF treatment had the highest yield of soybean and the yield of soybean was $2\,643.07\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, the increased yield by 26.02% , the R increased yield by 18.33% , and the TF increased yield by 21.73% .

Keywords: soybean; rhizobia; trace fertilizer; physiological; yield