

中微肥对大豆农艺性状、产量及品质的影响

朱宝国¹,朱凤莉¹,张春峰¹,孟庆英¹,王囡囡¹,贾会彬¹,于忠和¹,匡恩俊²

(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 土壤肥料与环境资源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:以大豆品种黑农 48 为材料,在大田条件下控制中微肥施用量,研究中微肥对大豆农艺性状、产量及品质的影响。结果表明:中微肥施用能够提高大豆不同生育时期的株高、干物质积累量和叶绿素含量(SPAD),显著提高结荚期到鼓粒期大豆叶面积指数(LAI)。中微肥施用大豆产量较不施肥和常规施肥处理,分别增产 10.6%~14.5% ($P < 0.01$) 和 1.2%~4.7% ($P < 0.05$),且以常规施肥 + 80 kg·hm⁻²中微肥产量最高(3 763.6 ± 55.49 kg·hm⁻²)。中微肥能够改善大豆品质,与不施肥和常规施肥处理比较,蛋白质含量分别增加 0.60%~1.10% ($P < 0.01$) 和 0.12%~0.62% ($P < 0.05$);脂肪含量分别降低 0.37%~0.78% ($P < 0.05$) 和 0.08%~0.49%。综合以上分析,常规施肥结合 80 kg·hm⁻²中微肥处理效果最好。

关键词:中微肥;大豆;农艺性状;产量;品质

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2014.04.0550

Effect of Medium and Micro Fertilizers on Soybean's Agronomic Characters, Yield and Quality

ZHU Bao-guo¹, ZHU Feng-li¹, ZHANG Chun-feng¹, MENG Qing-ying¹, WANG Nan-nan¹, JIA Hui-bin¹, YU Zhong-he¹, KUANG En-jun²

(1. Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China; 2. Institute of Soil Fertilizer and Environment Resource, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In this paper, under the condition of field control medium and micro fertilizers application rate, the effect of medium and micro fertilizers on soybean's agronomic characters, yield and quality was studied with soybean Heinong 48 (*Glycine max*) as material. The results showed that the medium and micro fertilizers application could improve the soybean plant height, dry matter accumulation and chlorophyll content (SPAD) at the different development stages, significantly increased drum grain stage leaf area index (LAI) of soybean at the podding stage. The yield of medium and micro fertilizers applied in soybean was higher than that of no fertilizer and conventional fertilizer, the yield increased by 10.6%-14.5% ($P < 0.01$) and 1.2%-4.7% ($P < 0.05$), and conventional fertilization + 80 kg·ha⁻¹ medium and micro fertilizers yield was the highest (3 763.6 ± 55.49 kg·ha⁻¹). The medium and micro fertilizers could improve the quality of soybean, compared with no fertilizer and conventional treatment, protein content increased by 0.60%-1.10% ($P < 0.01$) and 0.12%-0.62% ($P < 0.05$); the fat content was reduced by 0.37%-0.78% ($P < 0.05$) and 0.08%-0.49%, respectively. On the basis of the above analysis, the conventional fertilization combined with 80 kg·ha⁻¹ medium and micro fertilizers effect was the best.

Key words: Medium and micro fertilizers; Soybean; Agronomic characters; Yield; Quality

中国是世界上肥料消费量最大的国家^[1],传统施肥主要注重大量元素的施用,而对中微量元素的施用比较少,但随着人们对作物质量要求的不断提高,中微肥的研究得到重视^[2-3]。中、微量元素在促进光合作用、呼吸作用以及物质转化等方面发挥重要作用,研究表明适量施用中微量肥料能够提高作物的产量和改善品质^[4-8],以往的研究大都是针对单一或几种元素进行,多种元素整合的中微肥对大豆影响的报道较少。本研究考察了作物所需的几种中量元素和微量元素配合对东北地区大豆农艺性状、产量及品质的影响,旨在为当地大豆合理施

肥及高产稳产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 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。土壤类型为草甸黑土,基本养分为:有机质 25.3 g·kg⁻¹、pH6.35、碱解氮 125.60 mg·kg⁻¹、有效磷 96.78 mg·kg⁻¹、速效钾 183.17 mg·kg⁻¹。

大豆品种为合丰 55。供试氮肥为尿素(含 N 46%),磷肥为过磷酸钙(含 P₂O₅ 43%),钾肥为氯

收稿日期:2013-12-04

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划(2012BAD05B01);公益性行业(农业)科研专项(201303126-7);现代农业产业技术体系(CARS-04-09B)。

第一作者简介:朱宝国(1982-),男,硕士,助理研究员,主要从事土壤肥料与作物营养研究。E-mail:zhubaoquo82@163.com。

通讯作者:张春峰(1965-),男,博士,研究员,主要从事低产土壤改良与土壤肥料研究。E-mail:chunfeng-1@163.com。

化钾(含 K_2O 60%)。中微肥(平衡木牌,黑龙江省富民农业科技开发有限公司生产),有效中量元素 $\geq 30\%$ (Ca 、 $Si = 15\%$, Mg 、 $S = 15\%$) 微量元素 $\geq 3.0\%$ ($Zn = 2\%$, Mo 、 Cu 、 Fe 、 Mn 、 $B = 0.2\%$)。

试验采用随机区组排列,5 行区,行长 10 m,垄距 0.7 m,小区面积 $35 m^2$,3 次重复。采用人工点播种植,单行单粒,株距 5 cm。试验设 5 个处理: T_1 : 不施肥(CK_1); T_2 :常规施肥(CK_2); T_3 :常规施肥 + $60 kg \cdot hm^{-2}$ 中微肥; T_4 :常规施肥 + $80 kg \cdot hm^{-2}$ 中微肥; T_5 :常规施肥 + $100 kg \cdot hm^{-2}$ 中微肥。常规施肥用量为:纯氮 $48 kg \cdot hm^{-2}$, P_2O_5 $60 kg \cdot hm^{-2}$ 和 K_2O $36 kg \cdot hm^{-2}$ 。所有肥料作底肥一次施入。

1.2 测定项目与方法

春季取土,常规分析方法测定^[9]土壤基础肥力。分别于 V3、R2、R4、R6 和 R8 期调查株高和地上部生物量,在 R2、R4、R6 期测定叶绿素和叶面积。株高和叶绿素测定连续 20 株,地上部生物量和叶面积每小区取连续 5 株,结果取平均值。叶绿素含量采用 SPAD502 叶绿素仪测定,地上部生物量采用烘

干法测定。叶面积用日本 AAC-400 自动叶面积仪测定。成熟期每小区取 $3 m^2$ 考种测产。秋季收获后利用 PERTEN DA7200 近红外谷物分析仪测定籽蛋白质和脂肪含量。

1.3 数据分析

采用 SPSS 17.0 和 Excel 2003 进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 中微肥对大豆株高和干物质积累的影响

从图 1a 可知, T_1 处理整个生育期株高最低, T_3 、 T_4 、 T_5 优于 T_2 ,且 T_4 处理株高最高。说明中微肥施用促进了大豆植株株高的生长。从图 1b 可知,V3 到 R2 期,各处理干物质积累变化不明显,从 R4 期到 R8 期,各处理干物质积累变化明显。整个生育期 T_1 处理低于各施肥处理,中微肥处理高于常规施肥 T_2 处理。 T_4 处理 R4 到 R8 时期干物质积累高于其他处理。中微量肥料的施用提高了大豆对中微量元素营养物质的吸收,从而提高了大豆的干物质积累量。

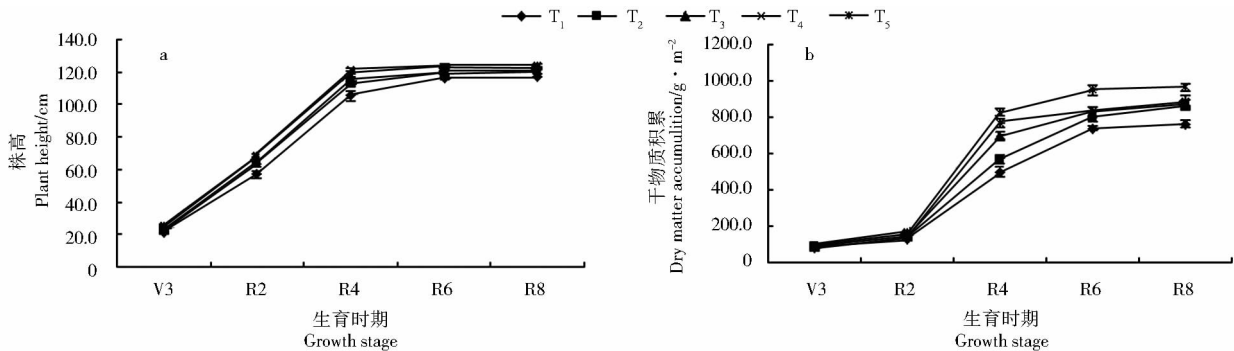


图 1 不同处理对大豆株高和干物质积累的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on plant height and dry matter accumulation in soybean

2.2 中微肥对大豆叶片 SPAD 值及叶面积指数 (LAI) 的影响

如图 2a 所示,大豆叶片 SPAD 值施肥处理各时

期均高于不施肥处理,中微肥处理 R2 ~ R6 期高于常规施肥处理, T_4 处理最高 (51.36 ± 0.94), T_1 处理最低 (48.38 ± 0.94)。大豆叶面积指数 (LAI) (图

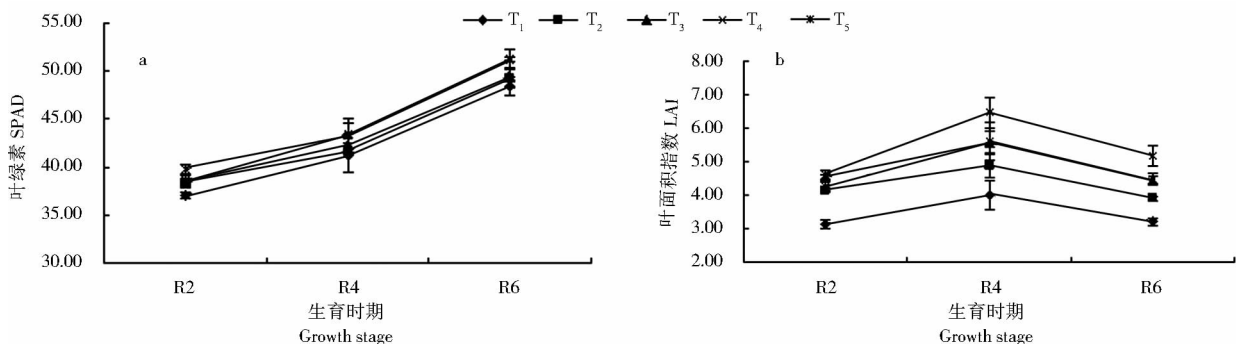


图 2 不同处理对大豆 SPAD 值和 LAI 值影响

Fig. 2 Effect of different treatments on SPAD and LAI in soybean

2b), R4 期最大, T₄ 处理最大(6.47 ± 0.46), T₁ 处理最小(4.00 ± 0.44), R2 ~ R6 期, 整体表现为中微肥处理优于常规施肥及不施肥处理。

2.3 中微肥对大豆产量及其构成因素影响

从表 1 可知, 施肥处理 T₂、T₃、T₄、T₅ 各产量及构成因素均显著高于不施肥处理 ($P < 0.05$), 说明肥料的施用显著提高了大豆产量构成因素。与常规施肥 T₂ 相比, 施用中微肥各处理大豆单株节数、单株无效荚数和百粒重变化不显著, 单株有效荚数 T₃

和 T₄ 处理与 T₂ 差异显著 ($P < 0.05$), 单株粒数 T₄ 与 T₂ 差异显著 ($P < 0.05$)。中微量肥料对大豆产量有显著影响, 随着中微量肥料用量的加大, 产量先增加后降低, 处理 T₄ 产量最高(3 763.6 kg·hm⁻²), 与常规施肥 T₂ 和不施肥相比产量分别提高 1.2% ~ 4.7% ($P < 0.05$) 和 10.6% ~ 14.5% ($P < 0.01$)。因此, 中微肥的施用提高了大豆产量构成因素, 进而显著提高大豆产量。

表 1 不同处理对大豆产量及其构成因素影响

Table 1 Effect of different treatments to yield components in soybean

处理 Treatments	单株节数 Node number per plant	单株有效荚数 Valid pod per plant	单株无效荚数 Invalid pod per plant	单株粒数 Seed number per plant	百粒重 100-seed weight /g	产量 Yield /kg·hm ⁻²	增产 T _x /T ₁ Increasing rate /%	增产 T _x /T ₂ Increasing rate /%
T ₁	21.77 ± 1.27 cB	33.25 ± 4.01 cB	4.24 ± 0.16 bA	62.12 ± 7.68 cC	24.78 ± 0.25 bB	3287.1 ± 58.88 dD	—	—
T ₂	24.30 ± 1.40 aA	36.83 ± 4.33 bAB	3.17 ± 0.12 aA	71.27 ± 7.50 bBC	25.52 ± 0.45 aA	3593.8 ± 49.27 cC	9.3	—
T ₃	23.35 ± 1.38 abA	45.43 ± 4.54 aA	3.15 ± 0.13 aA	75.77 ± 7.10 bAB	25.62 ± 0.27 aA	3658.6 ± 65.51 bBC	11.3	1.8
T ₄	24.36 ± 1.66 aA	44.86 ± 4.06 aA	3.04 ± 0.14 aA	83.08 ± 7.39 aA	25.85 ± 0.22 aA	3763.6 ± 55.49 aA	14.5	4.7
T ₅	22.94 ± 1.51 abB	37.06 ± 1.13 bAB	3.11 ± 0.15 aA	73.58 ± 7.53 bBC	25.66 ± 0.27 aA	3635.7 ± 57.70 bB	10.6	1.2

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

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

2.4 中微肥对大豆品质影响

由表 2 可知, 与不施肥 T₁ 处理相比, 施肥处理 T₂、T₃、T₄、T₅ 蛋白质含量分别提高了 0.48%、0.60%、0.85% 和 1.10%, 差异达到显著或极显著水平; 脂肪含量分别降低 0.29%、0.37%、0.57% 和 0.78%, 差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。中微肥处

理 T₃、T₄、T₅ 与处理 T₂ 相比蛋白质含量分别提高 0.12%、0.37%、0.62%。除 T₃ 外, 差异均达到显著水平; 脂肪含量分别降低 0.08%、0.28%、0.49%, 与处理 T₃ 差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。施肥各处理水溶性蛋白和蛋脂总量相应提高。因此, 中微肥的施用改善了大豆的品质。

表 2 不同处理对大豆品质的影响

Table 2 Effect of different treatments to quality in soybean

处理 Treatment	蛋白质 Protein/%	脂肪 Fat/%	水溶性蛋白 Water soluble protein/%	蛋白 + 脂肪 Protein + fat/%
T ₁	42.70 ± 0.14 cB	20.18 ± 0.10 aA	36.03 ± 0.02 bA	62.88 ± 0.16 bA
T ₂	43.18 ± 0.07 bAB	19.89 ± 0.08 bA	36.38 ± 0.15 aA	63.07 ± 0.10 aA
T ₃	43.30 ± 0.08 abA	19.81 ± 0.06 bcA	36.43 ± 0.08 aA	63.11 ± 0.02 aA
T ₄	43.55 ± 0.07 abA	19.61 ± 0.09 bcB	36.40 ± 0.17 aA	63.17 ± 0.14 aA
T ₅	43.80 ± 0.02 aA	19.40 ± 0.07 cB	36.61 ± 0.03 aA	63.20 ± 0.08 aA

3 结论与讨论

大豆施用多种中微量元素后, 能够提高株高^[10-11]和干物质积累量^[12], 特别对结荚期到鼓粒期影响最大, 可能是这个时期是作物需肥关键期, 土壤中各元素协调作用对作物体内代谢, 物质积累起

到关键作用。与不施肥和常规施肥相比, 施用中微肥提高大豆叶绿素含量 (SPAD) 和叶面积指数 (LAI), 说明中微肥的施用促进了叶片的生长和养分的吸收, 增加光合作用面积, 提高作物光合作用强度^[4], 提高群体质量。且 SPAD 含量在花期到鼓粒期内呈上升趋势。LAI 值呈先上升再下降趋势,

在结荚期达到最大值, LAI 值高于常规施肥处理, 这与朱宝国^[13]等对控释肥研究有相同之处。但本研究得出常规施肥 + 100 kg·hm⁻² 中微肥对大豆农艺性状虽有提高, 但与常规施肥 + 80 kg·hm⁻² 中微肥相比呈下降趋势, 说明高量施用对大豆生长发育反而起到抑制作用。

中微量肥料能够显著增加大豆的有效荚数, 减少无效荚数, 提高结实率, 从而提高大豆产量, 这与刘晶等^[14]的研究一致, 但对百粒重影响不明显。本研究还得出, 合理的肥料用量对产量影响最大, 施用中微肥 80 kg·hm⁻² 效果最好, 与常规施肥和不施肥相比产量分别提高 4.7% ($P < 0.05$) 和 14.5% ($P < 0.01$)。

中微肥的施用提高大豆蛋白质含量, 降低脂肪含量, 增加蛋白质和脂肪总和含量, 但与常规施肥相比常规施肥 + 60 kg·hm⁻² 中微肥和常规施肥 + 80 kg·hm⁻² 中微肥对大豆蛋白质和脂肪影响不显著, 而常规施肥 + 100 kg·hm⁻² 中微肥差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。所以建议育种人员和生产单位根据产量和品质适量施用中微肥。另外本研究只选择高蛋白品种, 高脂肪品种品质是否有这样变化, 还需进一步研究。

参考文献

- [1] 谢建昌. 世界的粮食与肥料问题[J]. 土壤学进展, 1994, 223(3):1-19. (Xie J C. Problem of the world's grain and fertilizer [J]. Progress in Soil Science, 1994, 223(3):1-19.)
- [2] 蓝兰, 喻华, 冯文强, 等. 不同中微量及有益元素对小麦吸收镉的影响[J]. 水土保持学报, 2010, 24(5):54-57. (Lan L, Yu H, Feng W Q, et al. Effects of secondary, micro-and beneficial elements on wheat growth and cadmium uptake [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2010, 24(5):54-57.)
- [3] 张亚莉, 郭玉炜, 周桂荣, 等. 中量元素肥料对黄瓜生长发育的影响[J]. 北方园艺, 2012(11):153-154. (Zhang Y L, Guo Y W, Zhou G R, et al. Effect of medium concentration element fertilizer on growth of cucumber [J]. Northern Horticulture, 2012(11):153-154.)
- [4] 牟英辉, 陈志梁, 程艳波, 等. 硅肥对大豆农艺性状、产量及品质的影响[J]. 大豆科学, 2012, 31(4):625-629. (Mou Y H, Chen Z L, Chen Y B, et al. Effect of silicon fertilization on agronomic traits, yield and quality of soybean [J]. Soybean Science, 2012, 31(4):625-629.)
- [5] 王德民. 小麦-玉米(大豆)复种连作区硅钾肥施用效果研究[J]. 天津农业科学, 2009, 15(3):87-90. (Wang D M. Effects of silicon and potassium fertilization on the area of multiple and continuous cropping for wheat and maize(soybean) [J]. Tianjin Agricultural Science, 2009, 15(3):87-90.)
- [6] 商全玉, 张文忠, 韩亚东, 等. 硅肥对北方粳稻产量和品质的影响[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(6):661-664. (Shang Q Y, Zhang W Z, Han Y D, et al. Effect of silicon fertilizer application on yield and grain quality of japonica rice from Northeast China [J]. Chinese Journal of Rice Science, 2009, 23(6):661-664.)
- [7] 田华, 唐正明, 段美洋, 等. 氮磷钾硅肥对香稻培杂软香产量及品质的影响[J]. 中国农学通报, 2008, (12):499-504. (Tian H, Tang Z M, Duan M Y, et al. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium and silicon on yield and quality of Peizaruanxiang [J]. Chinese agricultural Science Bulletin, 2008, (12):499-504.)
- [8] 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. (Wang J A, Xu J, Ning H L, et al. Effects on soybean protein & oil content and other characteristics by application of major, middle and minor element in soil [J]. Soybean Science, 2003, 22(4):273-277.)
- [9] 中国土壤学会. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版, 2000. (The Chinese Society of Soil. Soil agricultural chemical analysis methods [M]. Beijing: China's Agricultural Science and Technology Press, 2000.)
- [10] 林蔚刚, 吴俊江, 董德建, 等. 施用硅钙肥对大豆生长发育和产量的作用[J]. 作物杂志, 2007(2):37-39. (Lin W G, Wu J J, Dong D J, et al. Effect of applying silicon calcium fertilizer on growth and yield of soybean [J]. Crops, 2007(2):37-39.)
- [11] 杨宏宝, 杨凌舒, 陈青山, 等. 高油大豆施用硅钙多元复合肥试验研究[J]. 大豆通报, 2005(4):9-10. (Yang H B, Yang L S, Chen Q S, et al. Effects of Si-Ca compound fertilizer on high-oil soybean [J]. Soybean Bulletin, 2005(4):9-10.)
- [12] 李双霖. 硅肥的作用及其在生产上的应用前景[J]. 福建农业科技, 1980(6):54-58. (Li S L. A review of silicon fertilizer application in agriculture [J]. Fujian Agriculture Science and Technology, 1980(6):54-58.)
- [13] 朱宝国, 张春峰, 于忠和, 等. 控释尿素与普通尿素混施对大豆农艺性状及产量和品质的影响[J]. 大豆科学, 2012, 31(2):281-283. (Zhu B G, Zhang C F, Yu Z H, et al. Effect of controlled release urea and common urea blending application on agronomic characters, yield and quality of soybean [J]. Soybean Science, 2012, 31(2):281-283.)
- [14] 刘晶, 兰志华, 张文素. 大豆施用硅钙肥试验[J]. 内蒙古农业科技, 2007(S1):300. (Liu J, Lan Z H, Zhang W S. Effects of Si-Ca compound fertilizer on soybean [J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2007(S1):300.)