

不同肥料组合对大豆产量、品质的影响及其经济效益分析

孙 壮, 张兴梅, 何淑平, 朱洪德, 焦 峰

(黑龙江八一农垦大学农学院, 大庆 163319)

摘 要: 通过大田试验研究了8种不同肥料组合对大豆的产量性状及其产量、品质的效应。结果表明:90%常规施肥+低浓度生物菌剂+两次叶面肥处理的大豆产量性状最好,产量最高,达3 574.95 kg/hm²,经济效益分析结果表明,该组合肥料净收益最高,为1 578.15元/hm²;大豆籽粒的蛋白质含量和蛋脂总量也高于其他处理,蛋白质、蛋脂总量分别为40.20%和62.43%;脂肪含量在所有处理中处于中等水平,与对照差异达显著水平。处理4肥料组合是当地较为科学的施肥方式。

关键词: 不同肥料组合;大豆;产量;品质

中图分类号: S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)01-0122-04

大豆是世界上五大经济作物之一,是人类优质蛋白质和食用油脂的重要来源^[1]。黑龙江省是我国重要的大豆生产基地,种植面积占全国的三分之一,总产量占全国大豆总量的五分之二^[2]。近年来,虽然当地的大豆生产有了长足进步,但与世界发达国家相比,仍存在着产量低而不稳、含油量低、成本高及效益低等问题。施肥是提高大豆产量和品质的一项重要措施。科学施肥能够保持和改善土壤的生物学特性,提高土壤肥力,促进作物生长,提高作物产量和品质^[3],增加农田生产力。随着施肥量的增加,大豆产量有所提高,但过量施肥带来的农产品安全和环境问题也引起了社会的极大关注。不合理施肥不仅影响农产品的产量,造成了严重的浪费,还对大气、水造成不同程度的污染^[4]。因此既能提高大豆的产量和品质,又能保护环境,是当前需要解决的重大问题^[5]。本研究采用地下与地上立体施肥的模式,研究化肥、生物菌剂和叶面肥配合施用对大豆产量性状、产量、品质 and 经济效益的影响,以期获得较为科学、安全、高效的施肥模式,为大豆优质高产高效栽培提供技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验设在黑龙江省850农场。供试土壤为草甸土,前茬为甜菜。土壤有机质:35.6 g/kg;速效氮

(N):210.6 mg/kg;有效磷(P₂O₅):23.46 mg/kg;速效钾(K₂O):185.2 mg/kg;土壤水浸pH为6.8。

1.2 试验材料及处理

试验设8个处理,3次重复,随机区组排列。每小区5垄,垄距65 cm,垄长5 m。大豆品种为绥农14,播种密度为28万株/hm²,株距5 cm。2008年5月15日播种,大豆拌种衣剂,封杀一号封闭灭草。大豆施肥采用化肥、生物菌剂、叶面肥配合。试验处理见表1。

表1中UF为常规施肥用量,90%UF和70%UF分别为节肥10%和30%后的化肥用量。BOM为生物菌剂,所含菌种主要为芽孢杆菌和木霉,有效活菌数 $\geq 2.0 \times 10^9$ /g;设高(H-BOM)和低(L-BOM)两个用量。SF为叶面肥,该产品由黑龙江八一农垦大学植物营养研究中心研发,黑龙江省牡丹江农垦世绿肥业有限公司生产,稀释倍数为300~500,其有效成分为氨基酸 $\geq 10\%$ 、微量元素 $\geq 2\%$;分别设不施叶面肥、大豆初花期喷施叶面肥一次(1-SF)和大豆初花期和盛花期喷施叶面肥两次(2-SF)等处理。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 大豆产量性状及其产量的测定 大豆成熟后,从各处理中随机取样15株,重复3次,测定单株荚数、单株粒数、百粒重和产量,计算其平均值。

1.3.2 大豆品质指标测定 大豆蛋白质、脂肪含量采用瑞典Foss公司生产的1241型近红外谷物品质

收稿日期:2010-06-12

基金项目:黑龙江省农垦总局攻关项目(HNKXIV-02-03-01)

作者简介:孙 壮(1984—),男,黑龙江大庆市人,硕士研究生,从事植物营养方向研究。

通讯作者:张兴梅(1963—),女,黑龙江大庆市人,教授,硕士研究生导师,主要从事植物营养、土壤肥力等方面的教学与研究。E-mail:zxmd@163.com。

分析仪进行测定,将大豆籽粒 500 g 放置分析仪漏斗中,即可自动快速测定样品中蛋白质和脂肪含量,3次重复,计算其平均值。

测定数据均采用 DPS (Data Processing System, 7.05 version) 和 Excel 2003 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同肥料组合对大豆产量构成因素及产量的影响

株荚数、粒数、单位面积株数、百粒重是大豆产量的主要构成因素。测定结果见表 2。

由表 2 可以看出,不同施肥处理的大豆单株荚

数均高于 CK,以处理 4 最高,为 31.02 荚/株,其次为处理 1,为 30.15 荚/株,不同施肥处理中,只有处理 4 单株荚数高于常规施肥处理 1,其余处理均低于处理 1。不同施肥处理的大豆单株粒数也均高于 CK,增幅在 11.10% ~ 72.25%,其中处理 4 的单株粒数比 CK 高 72.25%,比处理 1 高 27.73%,通过方差分析可知,处理 4 与 CK 和处理 1 的差异均达到了显著水平。由此可见,处理 4(90% UF + L - BOM + 2 - SF)与其他处理相比,更有利于大豆单株粒数的增加。单株粒数是大豆产量构成的重要因素之一,有研究表明,单株粒数与产量相关达到显著水平^[7]。因此,提高单株粒数对大豆增产有着重要的意义。

表 1 大豆肥料试验处理
Table 1 Fertilizer experiment treatments

处理 Treatments	化肥(kg/hm ²) Chemical fertilizer			BOM (kg/hm ²)	SF (kg/hm ²)
	尿素(kg/hm ²) Urea	磷酸二铵(kg/hm ²) DAP	硫酸钾(kg/hm ²) K ₂ SO ₄		
	1 UF	45	150		
2 90% UF + L - BOM	40.5	135	54	30	0
3 90% UF + L - BOM + 1 - SF	40.5	135	54	30	1500
4 90% UF + L - BOM + 2 - SF	40.5	135	54	30	1500
5 70% UF + H - BOM	31.5	105	42	45	0
6 70% UF + H - BOM + 1 - SF	31.5	105	42	45	1500
7 70% UF + H - BOM + 2 - SF	31.5	105	42	45	1500
8 CK	0	0	0	0	0

表 2 不同肥料组合对大豆产量性状及产量的影响
Table 2 Effect of different fertilizer combinations on yield traits and yield

处理 Treatments	单株荚数 Pods (Num/plant)	单株粒数 Grains (Num/plant)	百粒重 100-grain weight (g)	产量 Yield (kg/hm ²)	增产率 Yield increasing rate (%)
8	22.97d	55.06e	18.1 b	2725 .05 c	—
1	30.15ab	74.25b	19.5 ab	3250.05 abc	19.27
2	27.58bc	66.85c	19.4 ab	3124.95 abc	14.68
3	27.53bc	64.49c	20.0 ab	3375.00 ab	23.85
4	31.02a	94.84a	20.2 a	3574.95 a	31.19
5	27.06c	65.38d	19.3 ab	3000.00 bc	10.09
6	28.02abc	65.92c	19.6 ab	3175.05 abc	16.51
7	25.48cd	61.17d	19.8 ab	3375.00 ab	23.85

百粒重是大豆饱满度的重要指标,对大豆产量具有重大意义^[6]。本试验结果表明(表 2),施肥处理的大豆百粒重均高于 CK 处理,化肥配合生物菌剂和叶面肥大豆百粒重均高于常规施肥,同时施两次叶面肥者高于施一次,节肥 10% 的处理高于节肥 30% 的处理,而化肥只配合生物菌剂的处理大豆百粒重则低于常规施肥。各处理百粒重表现为:处理

4 > 处理 3 > 处理 7 > 处理 6 > 处理 1 > 处理 2 > 处理 5 > 处理 8。

由此可见,节肥条件下,化肥仅配合生物菌剂,养分略显不足,特别是在大豆鼓粒期养分供应不及时,将导致百粒重的下降,而在大豆开花期再配合叶面肥,可以补充营养,有利于百粒重的提高。

各处理的大豆产量以处理 4 最高,为 3 574.95

kg/hm², 比 CK 增产 31.19%, 比常规施肥增产 10.00%。处理 3 和处理 7 的产量也高于常规施肥, 增产率均为 3.85%。其余各处理均低于常规施肥。节肥 10% 的各处理大豆产量表现为处理 4 > 处理 3 > 处理 2, 与常规施肥相比, 处理 3、4 高于处理 1, 处理 2 低于处理 1。处理 2、3、4 分别为未施叶面肥、施一次叶面肥和施两次叶面肥。由此可见, 在节肥 10% 时, 施叶面肥比不施增产, 施两次比施一次效果好, 增产显著。节肥 30% 的各处理大豆产量表现为处理 7 > 处理 6 > 处理 5, 与常规施肥相比, 除处理 7 高于处理 1 外, 处理 5、6 均低于处理 1。处理 5、6、7 分别为未施叶面肥、施一次叶面肥和施两次叶面肥。由此表明, 在节肥 30% 时, 也表现为施叶面肥比不

施增产, 施两次比施一次效果好, 但由于减肥过多, 生物菌剂和叶面肥的效果不明显, 甚至减产。

对产量数据进行方差分析, 结果表明, 处理 3、4、7 与 CK 产量差异显著, 与处理 1 差异不显著。处理 4(90% UF + L - BOM + 2 - SF) 对提高大豆的产量作用效果最好。

2.2 不同肥料组合的经济效益分析

不同肥料组合的经济效益分析结果见表 3。由表 3 可以看出, 除处理 5 外, 其他处理经济效益较 CK 均有不同程度的增加, 其中处理 3、4、7 所带来的收益高于常规施肥处理(处理 1), 特别是处理 4, 较常规施肥处理高出 832.65 元/hm²。由此可见, 处理 4 是当地大豆生产较为经济科学的施肥组合。

表 3 不同肥料组合的经济效益分析

Table 3 Analysis of different fertilizer combinations on economic benefit

处理 Treatments	产量 Yield (kg/hm ²)	产值(元/hm ²) Output value (Yuan/hm ²)	肥料投入(元/hm ²) Fertilizer input (Yuan/hm ²)	增产值(元/hm ²) Increase with the control (Yuan/hm ²)	肥料收益(元/hm ²) Net income of fertilizer (Yuan/hm ²)
1	3250.05	9750.15	829.50	1575.00	745.50
2	3124.95	9374.85	911.55	1199.70	288.15
3	3375.00	10125.00	941.55	1949.85	1008.30
4	3574.95	10724.85	971.55	2549.70	1578.15
5	3000.00	9000.00	828.15	824.85	-3.30
6	3175.05	9525.15	858.15	1350.00	491.85
7	3375.00	10125.00	888.15	1949.85	1061.70
8	2725.05	8175.15	0	0	0

注: 大豆 3.0 元/kg, 尿素 2.3 元/kg, 磷酸二铵 4.5 元/kg, 硫酸钾 0.85 元/kg, 生物菌剂 5.5 元/kg, 叶面肥 20 元/L。

Note: Soybean 3.0 yuan/kg, Urea 2.3 yuan/kg, DAP 4.5 yuan/kg, K₂SO₄ 0.85 yuan/kg, BOM 5.5 yuan/kg, SF 20 yuan/L.

试验结果表明, 与常规施肥相比, 节肥 10% 时, 化肥配合生物菌剂和一次或两次叶面肥(处理 3 和处理 4)均能提高经济效益; 节肥 30% 时, 化肥配合生物菌剂同时必须配合两次叶面肥(处理 7)才能增加收益。

2.3 不同肥料组合对大豆品质的影响

由表 4 可见, 不同肥料组合提高了大豆籽粒中脂肪含量。与 CK 相比, 施肥处理提高脂肪含量 0.44% ~ 1.07%, 而节肥处理均低于常规施肥, 脂肪含量基本上表现为产量高者脂肪含量有所降低, 产

表 4 不同肥料组合对大豆品质的影响

Table 4 Effect of different fertilizer combinations on quality

处理 Treatments	脂肪 Oil		蛋白质 Protein		蛋脂总量(%) Total content of oil and protein
	含量(%) Content	与 CK 比增加值(%) Increase over CK	含量(%) Content	与 CK 比增加值(%) Increase over CK	
8	21.66 b	0	39.30 bc	0	60.96 d
1	22.73 a	1.07	38.56 d	-0.74	61.29 cd
2	22.70 a	1.04	38.86 cd	-0.44	61.56 bed
3	22.13 ab	0.47	40.00 ab	0.70	62.06 ab
4	22.23 ab	0.57	40.20 a	0.90	62.43 a
5	22.26 ab	0.60	39.40 bc	0.10	61.66 bed
6	22.26 ab	0.60	39.73 ab	0.43	61.99 abc
7	22.10 ab	0.44	39.93 ab	0.63	62.03 bc

量低者脂肪含量较高,如产量较高的处理4、3、7脂肪含量相对偏低,产量较低的处理2、1、5、6脂肪含量相对较高,施肥各处理脂肪含量顺序为处理2>处理1>处理5、处理6>处理4>处理3>处理7;蛋白质含量变化基本上与脂肪相反,产量较高的处理4、3、7蛋白质含量相对较高,产量较低的处理1、2、5、6脂肪含量相对偏低,施肥各处理蛋白质含量顺序为处理4>处理3>处理7>处理6>处理5>处理2>处理1。蛋白质与脂肪含量基本呈互补趋势。

从大豆的蛋脂总量来看,处理3、4、6、7的蛋脂总量高于处理8,其余低于处理8。节肥10%的处理2、3、4中,处理4蛋脂总量最高,节肥30%的处理5、6、7中,处理7蛋脂总量最高,且处理4蛋脂总量较处理7高。由此可见,节肥10%,配合生物菌剂和两次叶面肥对增加大豆蛋脂总量效果最好。这与李春杰等^[8]所研究的结果相一致。随着大豆蛋白质含量的增加脂肪含量有降低的趋势,这反映了蛋白质含量与脂肪含量呈负相关关系。

3 结 论

氮磷钾肥配合施用能显著提高大豆的产量,而施肥量的高低、肥料的组合不同对大豆的产量、品质影响不同。本试验中不同的施肥组合均能提高大豆的产量,但增产幅度不同。其中处理4(90%常规施肥配合生物菌剂和两次叶面肥)增产效果最显著,与对照相比增产率最高,达31.19%。增产的主要原因是增加了大豆的单株荚数、单株粒数及百粒重,从而提高了产量。这与王家军等^[9]研究所指出的肥料对大豆增产作用主要是增加了植株的荚数和粒数的结论相一致。通过对不同肥料组合的大豆品质结果进行方差分析可见,处理4、3、7、6蛋脂总量与对照相比均达到显著水平,且处理4中的蛋脂总量最高。因此处理4可以作为本地区大豆生产肥料配合施用的参考依据。

对于大豆施肥,适量减少化肥用量,可以减少土壤中养分的损失,提高肥料利用率;配合生物菌剂,可以活化土壤养分,利于养分的有效化,促进大豆对土壤养分的有效利用;大豆生长期喷施叶面肥,可以促进大豆对养分的吸收利用,利于大豆的生长发育。本试验中的8个处理,综合各项指标,处理4、3、7优于常规施肥,其余各处理均低于常规施肥。试验结果表明,在常规施肥的基础上,适当减少化肥的用量,配合适量的生物菌剂和叶面肥可以有效提

高大豆产量,降低成本,但生物菌剂及叶面肥的作用是有限的,化肥减量过大,大豆所需的氮、磷、钾养分供给不足,将导致大豆一定程度的减产;而生物菌剂用量的高低、叶面肥施用的次数对产量也有较大的影响,在化肥、生物菌剂用量相同的情况下,施两次叶面肥比施一次增产效果明显,进行两次叶面施肥,养分持续供应时间长,可加强根部营养,充分发挥根部与叶部营养的促进作用。

本试验化肥用量为常规用量的90%时,配合生物菌剂和叶面肥,大豆增产效果明显;当化肥用量为常规用量的70%时,较常规施肥处理大豆增产不明显,甚至减产。由此可见,合理配合施用化肥、生物菌剂和叶面肥,能有效地提高和改善大豆的产量及品质,如果盲目大量减少化肥的投入,满足不了作物对养分的需求,将会导致作物产量的明显下降。

在大豆生产中,施肥是提高大豆产量的重要措施,也是影响大豆品质的重要因素,盲目施肥,不仅增加生产成本,投入大,产出低,而且降低产品质量,影响食品安全,还将造成环境污染。采用科学的施肥技术,利用化肥、生物菌剂和叶面肥配合的施肥方法,相对减少化肥用量,充分利用土壤养分,适时补充作物营养,提高肥料利用率,从而充分发挥各种肥料的提质增效作用。

参 考 文 献:

- [1] 黄茂林,梁银丽,韦泽秀,等.水土保持耕作及施肥对盛花期大豆光合生理的影响[J].中国生态农业学报,2009,17(3):448—453.
- [2] 黑龙江省统计局.黑龙江统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2006:256—259.
- [3] Li F S, Liang J H, Kang S Z, et al. Benefits of alternate partial root-zone irrigation on growth, water and nitrogen use efficiencies modified by fertilization and soil water status in maize[J]. Plant and Soil, 2007, 295: 279—291.
- [4] 朱金兰,王华为.合理使用化肥与防治污染[J].安徽农业通报,2005,11(3):45—46.
- [5] 朱宝国,于忠和,王因园,等.有机肥和化肥不同比例配施对大豆产量和品质的影响[J].大豆科学,2010,29(1):97—100.
- [6] 齐照明,孙亚男,陈立君,等.基于Meta分析的大豆百粒重的QTLs定位[J].中国农业科学,2009,42(11):3795—3803.
- [7] 雷全奎,杨小兰,郭建秋,等.夏大豆主要经济性状与产量的相关及通径分析[J].现代农业科技,2006,(4):57—62.
- [8] 李春杰,许艳丽,谭国忠,等.肥料组合对大豆产量和化学品质影响[J].大豆科技,2009,2:30—33.
- [9] 王家军,于佰双,李进荣,等.寒地不同肥料对大豆产量影响的研究[J].大豆科学,2007,26(4):637—640.

Study on dynamics variation of phosphorus enrichment in greenhouse agricultural soil

WEI Yu-kui¹, LI Xin-ping², LIU Rui-feng², ZHANG Ya-lin², HUANG Yu-xia², MAO Wen-juan²

(1. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to find out the dynamics law of agricultural greenhouse soil's phosphorus enrichment, study was made on dynamics variation of phosphorus content in agricultural greenhouse soil at different cultivation ages from 0 ~ 40 cm in Northern Shaanxi. The results showed that there was a significant difference in the content of total phosphorus, available phosphorus, inorganic phosphorus and organic phosphorus in agricultural greenhouse soil between different cultivation ages and different soil layers under the greenhouse agricultural circumstances. In greenhouse agriculture, a large amount of long-term application of phosphate fertilizer not only made the phosphorus in the topsoil from 0 ~ 20 cm enrich significantly, but also made the soil phosphorus increase at different degrees in the soil layer from 20 ~ 40 cm. With the prolongation of cultivation ages in greenhouse agriculture, total phosphorus, available phosphorus and organic phosphorus increased in different amount and extent year by year, but decreased with the increment of the soil depth. Among all types of phosphorus, Ca₂-P, Ca₈-P, AL-P, Fe-P, O-P and Ca₁₀-P occupied 9.74%, 22.18%, 6.54%, 5.86%, 18.02% and 37.66% of the total amount of inorganic phosphorus, respectively. Moreover, with the prolongation of cultivation ages, the content of Ca₂-P, Ca₈-P, AL-P, Fe-P, O-P and Ca₁₀-P enriched at different degrees, and accumulated in the form of calcium phosphate (including Ca₈-P, Ca₁₀-P and Ca₂-P) at different layers of soil. In conclusion, we find the dynamics law of agricultural greenhouse soil's phosphorus enrichment and its relationship with the planting ages, which provides an important basis for the effective utilization of the accumulative phosphorus in agricultural greenhouse soil and reasonable application of phosphate fertilizer.

Keywords: greenhouse agricultural soil; phosphorus enrichment; dynamics variation

(上接第 125 页)

Analysis of different fertilizer modes on biological characters, yield and quality of soybean and their economic efficiency

SUN Zhuang, ZHANG Xing-mei, HE Shu-ping, ZHU Hong-de, JIAO Feng

(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China).

Abstract: Field experiment was conducted to analyze effects of eight fertilizer combinations on yield characters and quality, as well as yield of soybean. The results show that different fertilizer combinations had different effects on yield and quality. Compared with CK, treatment 4 (90% UF + L - BOM + 2 - SF) was the best in yield characters, and the highest yield came to 3 574.95 kg/hm². Analysis of comprehensive economic benefit showed that treatment 4 was the best which net profit was 1 578.15 yuan/hm². The protein content and the total content of oil and protein of soybean in this treatment were 40.20% and 62.43%, higher than in other treatments, while the oil content was at middle level among all the treatments, reaching significant difference compared with CK. The treatment 4 was a scientific fertilizing mode in the region, which might provide a basis for rational fertilization in the local soybean production.

Keywords: different fertilizer combinations; soybean; yield; quality