

沼渣与化肥配合施用对大豆生长发育、产量和品质的影响

王家军¹, 刘杰², 张瑞萍¹, 于佰双¹, 李进荣¹, 王粟², 孙彬^{1,2}

(1. 黑龙江省农业科学院 大豆研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院 农村与能源研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要: 采用随机区组设计, 研究了沼渣与化肥配合施用对大豆生长发育、产量和品质, 以及耕层土壤理化性质的影响。结果表明: 与常规施肥相比, 沼渣与化肥配合施用后, 茎粗、根容和根瘤数均有所增加, 植株生长表现较好; 常规施肥 + 沼渣 $30.0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 产量显著高于其它处理, 粗蛋白含量较常规施肥处理提高 1.12%, 含油量提高 0.04%, 是大豆较优的施肥配比组合。

关键词: 沼渣; 化肥; 生长发育; 产量; 品质; 土壤特性

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2012)01-0096-03

Effect of Matching Application of Biogas Residues and Chemical Fertilizers on Development, Yield and Quality of Soybean

WANG Jia-jun¹, LIU Jie², ZHANG Rui-ping¹, YU Bai-shuang¹, LI Jin-rong¹, WANG Su², SUN Bin^{1,2}

(1. Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086; 2. Rural Energy Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang, China)

Abstract: The effect of matching application of biogas residues and chemical fertilizers on soybean development, yield, quality, and physical and chemical properties of plough layers in soybean field were studied by randomized block design. Compared with the conventional fertilization, pods per plant increased by 4.4-9.9; the average grain number per plant increased by 22.0-29.6; 100-seed weight increased 0.79-1.20 g; and the yield increased by 6.3%. The same trend appeared in crude protein content, which increased by 1.12%. Among all the treatments, matching application of conventional fertilizers and biogas residues ($30.0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) is the optimum treatment for soybean.

Key words: Biogas residues; Chemical fertilizer; Development; Yield; Quality; Soil property

沼肥作为一种优质的有机肥料^[1-3], 不仅能显著改良土壤, 确保果蔬、农作物生长所需的良好环境, 还有利于增强作物抗冻、抗旱能力, 减少病虫害, 提高作物产量^[4-6]。沼渣与化肥配施在果蔬生产上的应用取得了良好的效果^[7-9]。在农作物生产上, 沼渣与化肥配施能明显增加玉米产量^[10], 还可以明显增加玉米秸秆的氮素含量, 降低 C/N^[11]。田间浇灌沼液不仅可提高夏玉米地上部干物质质量、叶面积指数和叶绿素含量, 而且还可提高叶片中一些生物酶活性, 增产效果显著^[12]。总之, 沼渣含有较全面的养分含量和丰富的有机质, 具有速缓兼备的肥效特点^[13]。然而, 沼渣与化肥配施在大豆生产上应用还鲜有报道。该试验研究了沼渣与化肥配合施用对大豆生长发育、产量与品质, 以及对土壤理化性质的影响, 以期寻求沼渣与化肥配合施用的适宜比例, 为大豆生产和沼渣综合利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

大豆品种为北豆 1 号, 由北安农业科学研究所提供。

沼渣来源于黑龙江省农科院农村能源研究所, 以牛粪为发酵原料, 正常产气 3 个月以上的沼气池, 理化性状为全 N $4.38 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全 P $2.24 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全 K $3.24 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 碱解 N $175.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效 P $138.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效 K $263.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有机质 $400.26 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, pH 7.11。

供试化肥有尿素 (N 含量 46.3%, 鲁西化工公司生产)、磷酸二铵 (N 含量 18%、 P_2O_5 含量 46%, 四川瓮福集团公司生产)、氯化钾 (K_2O 含量 60%, 俄罗斯生产)。

1.2 试验设计

试验于 2009 年在嫩江县中储粮四分厂进行, 供

收稿日期: 2011-07-27

基金项目: 黑龙江省农业科学院创新工程资助项目 (404017)。

第一作者简介: 王家军 (1973 -), 男, 副研究员, 主要从事大豆病虫害研究工作。E-mail: junjiawang@163.com。

通讯作者: 孙彬 (1972 -), 男, 副研究员, 主要从事农业固体废弃物综合利用研究工作。E-mail: sunbina1000@163.com。

试土壤类型为黑土,理化性状为全 N $1.65 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 全 P $35.2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 全 K $26.4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 碱解 N $207.4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效 P $86.3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效 K $187.6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 有机质 $39.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, pH 6.51。采用随机区组设计,共设 5 个处理:不施肥 (C1)、常规施肥 (C2, 磷酸二铵 $200.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ + 尿素 $50.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ + 氯化钾 $75.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)、常规施肥 + 沼渣 $15.0 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (C3)、常规施肥 + 沼渣 $22.5 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (C4)、常规施肥 + 沼渣 $30.0 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (C5)。其中, C2 ~ C5 处理,沼渣作基肥施于上年垄沟,然后破茬起垄,将其埋于垄内,化肥作种肥施入。每处理 10 垄,垄长 10 m,小区面积 66.7 m^2 。垄上双行精量点播,密度 35 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。每处理设 3 次重复。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 土壤和沼渣基本理化性状测定 在大豆种植前后测定土壤的理化性状。总氮、总磷用流动注射分析仪测定;速效磷采用 NaHCO_3 浸提-钼锑抗比色法测定;全钾、速效钾采用火焰光度计法测

定^[14-15];pH 值采用便携式 pH 计测定;EC 值用电导率仪法测定。有机质采用重铬酸钾容量法-稀释热法测定。

1.3.2 大豆生长发育指标的测定 于大豆开花期,每个小区以 S 型随机定 3 点,每点连续取 10 株调查大豆的株高、茎粗、叶面积(叶面积仪)、根容(排水法)、根瘤数。

1.3.3 大豆产量因子及品质的测定 在大豆成熟期,分别测定不同处理下的 10 株大豆的株荚数、株粒数、株粒重和百粒重,测算小区产量。粗蛋白和油分采用近红外谷物分析仪直接测量。

2 结果与分析

2.1 沼渣与化肥配施对大豆生长发育影响

对大豆开花期的生物性状调查表明(表 1),常规施肥和沼渣与化肥配施处理各项指标均优于空白处理;与常规施肥相比,沼渣和化肥配合施用处理的株高、茎粗、叶面积、根容和根瘤数均有所增加。因此,沼渣与化肥配施能够促进大豆生长发育,形成优势群体,为大豆增产创造有利条件。

表 1 沼渣与化肥配施对大豆生长发育的影响

Table 1 Effect of different treatments on soybean growth and development

处理 Treatments	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	叶面积 Leaf area/cm ²	根容 Root capacity/mL	根瘤数 Nodule number
C1	70.2	0.76	780.3	37.5	99.5
C2	75.5	0.84	826.0	45.6	106.2
C3	75.1	0.86	820.8	49.5	116.8
C4	75.3	0.87	826.4	51.0	124.6
C5	76.4	0.87	836.1	56.1	115.4

2.2 沼渣与化肥配施对大豆产量的影响

配合施肥可以提高大豆的产量因子。与不施肥对照处理相比,施用沼渣处理每株荚数增加 50.2 ~ 9.9 个;平均每株粒数增加 20.5 ~ 29.6 粒;百粒重增加 1.16 ~ 1.32 g(表 2)。与 C2 相比,C5

处理大豆产量最高为 $2200.0 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,增产 6.3%;其次是 C4 处理和 C3 处理,大豆产量分别为 2140.0 和 $2133.3 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。方差分析表明,各施肥处理的籽粒产量均明显高于不施肥对照(表 2),并且 C5 处理产量显著高于其它处理。

表 2 沼渣与化肥配施对大豆产量构成因子的影响

Table 2 Effect of different treatments on soybean yield components

处理 Treatments	籽粒产量 Yield/kg $\cdot\text{hm}^{-2}$	单株荚数 Pods No. per plant	单株粒数 Seeds No. per plant	单株粒重 Seed weight per plant/g	百粒重 100-seed weight/g	秸秆产量 Stem yield/kg $\cdot\text{hm}^{-2}$
C1	1296.7 ^a	23.6	47.6	21.1	18.85	3713.0
C2	1816.7 ^b	27.5	69.6	24.6	19.64	4317.7
C3	2133.3 ^b	28.8	68.1	26.3	20.01	5497.3
C4	2140.0 ^b	30.4	71.2	26.8	20.17	5452.7
C5	2200.0 ^c	33.5	77.2	28.5	20.05	5897.0

籽粒产量上角标字母表示多重比较结果(Turkey 法, $P=0.05$),不同字母表示差异显著。

Superscript letters are the result of multi comparison(Turkey method, $P=0.05$), different letter represent significant difference.

2.3 沼渣与化肥配施对大豆品质影响

试验结果表明,配合施肥可以明显提高蛋白质的含量,与常规施肥 C2 处理相比,C3、C4 和 C5 处理蛋白含量分别提高了 0.29%、0.31% 和 1.16% (表 3)。但在含油量方面,C3 和 C4 处理表现较差,只有 C5 处理的含油量略有增加。因此,C5 处理能够在保证大豆增产的同时,保证大豆的品质,是沼渣与化肥配施的最佳组合。

表 3 沼渣和化肥配施对大豆籽实品质的影响

Table 3 Effect of different treatments on soybean quality

处理 Treatments	蛋白含量 Protein content/%	含油量 Oil content/%
C1	39.49	19.58
C2	39.51	20.85
C3	39.80	20.45
C4	39.82	20.40
C5	40.67	20.89

3 结论

沼渣与化肥配合施用后,大豆开花期表现出良好的生长趋势,这表明沼渣作为一种特殊的有机肥料能够为大豆生产创造有利条件。成熟期的产量因子测定数据也证实,沼渣与化学肥料的配合施用具有显著的增产效果,常规施肥 + 沼渣 $30.0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理增产效果显著,蛋白质和含油量均提高,是大豆较优的施肥配比组合。

参考文献

[1] Qin W, Egolopoulos F N, Tsotsis T T. Fundamental and environmental aspects of landfill gas utilization for power generation[J]. Chemical Engineering Journal, 2001, 82(1): 157-172.

[2] 赵丽, 周林爱, 邱江平. 沼渣基质理化性质及对无公害蔬菜营养成分的影响[J]. 浙江农业科学, 2005(2): 103-105. (Zhao L, Zhou L A, Qiu J P. Effects of on physical and chemical properties of biogas residues substrates and nutrient composition of pollution-free vegetable[J]. Journal of Agricultural Science, 2005(2): 103-105.)

[3] 袁巧霞, 王秀娟, 艾平. 沼渣有机栽培基质理化特性及栽培效果试验研究[J]. 农机化研究, 2008(3): 157-161. (Yuan Q X, Wang X J, Ai P. Research on physic-chemical properties of biogas residue organic substrate and culture test[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008(3): 157-161.)

[4] Krylova N I, Khabibouline R E, Naumova R P, et al. Influence of ammonium and methods for removal during the anaerobic treatment

of poultry manure[J]. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 1997, 70: 99-105.

[5] Iniyar S, Sumathy K. The application of a Delphi technique in the linear programming optimization of future renewable energy options for India[J]. Biomass and Bioenergy, 2003, 24: 39-50.

[6] 黄勤楼, 翁伯奇, 汤祖华, 等. 水稻应用沼肥效果研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 108-110. (Huang Q L, Weng B Q, Tang Z H, et al. Effect of using biogas manures on rice cultivation [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2004, 12(2): 108-110.)

[7] 陈道华, 刘庆玉, 艾天, 等. 施用沼肥对温室内草莓产量及品质的影响[J]. 北方园艺, 2007(9): 75-77. (Chen D H, Liu Q Y, Ai T, et al. Effect of anaerobic fermentation residues on yield and quality of strawberry in solar greenhouse [J]. Northern Horticulture, 2007(9): 75-77.)

[8] 郝鲜俊, 洪坚平, 高文俊, 等. 沼液沼渣对温室迷你黄瓜品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007(5): 40-43. (Hao X J, Hong J P, Gao W J, et al. Effect of biogas slurry and biogas residues on quality of greenhouse mini cucumber [J]. Soil and Fertilizer Sciences in China, 2007(5): 40-43.)

[9] 黄东风, 王果, 李卫华, 等. 不同施肥模式对蔬菜生长、氮肥利用及菜地氮流失的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3): 631-638. (Huang D F, Wang G, Li W H, et al. Effects of different fertilization modes on vegetable growth, fertilizer nitrogen utilization and nitrogen loss from vegetable field [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(3): 631-638.)

[10] 祝延立, 那伟, 庞凤仙, 等. 沼渣与化肥配施对玉米生长及产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(12): 6407-6408. (Zhu Y L, Na W, Pang F X, et al. Influence of residue and fertilizer matching application on maize growth and yield [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(12): 6407-6408.)

[11] 陈兴丽, 周建斌, 刘建亮, 等. 不同施肥处理对玉米秸秆碳氮比及其矿化特性的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(2): 314-319. (Chen X L, Zhou J B, Liu J L, et al. Effects of fertilization on carbon/nitrogen ratio of maize straw and its mineralization in soil [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(2): 314-319.)

[12] 周孟津, 张榕林, 蔺金印. 沼气实用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004. (Zhou M J, Zhang R L, Lin J Y. The practical technology of biogas [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.)

[13] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. (Institute of Soil Chinese Academy of Sciences. Soil analysis [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1978.)

[14] 鲍士旦. 土壤与农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. (Bao S D. Soil and agricultural chemistry analysis [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000.)