

# 黑土区大豆植株长势和农田温室气体对不同施肥方式的响应

郭文义<sup>1</sup>, 魏丹<sup>2</sup>, 金梁<sup>2,3</sup>, 李玉梅<sup>2</sup>, 王伟<sup>2</sup>, 徐猛<sup>1</sup>, 张磊<sup>2</sup>, 常本超<sup>2</sup>

(1. 沈空后勤部 克东农副业基地, 黑龙江 克山 161600; 2. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所/黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室/黑龙江省农业科学院博士后科研工作站, 黑龙江 哈尔滨 150086; 3. 东北林业大学 博士后科研流动站, 黑龙江 哈尔滨 150010)

**摘要:**在哈尔滨典型黑土地区, 对不同施肥方式下大豆产量与根重、叶片叶绿素含量、植株 NPK 含量的相关关系及生长期内温室气体(CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub>)排放量的变化进行研究。试验设测土施肥(对照处理)、测土减量施肥 + C 增效剂、缓释肥料、测土施肥 + N 分期调控 4 个处理。结果表明:缓释肥料产量效应最明显, 增产 7.2%, 测土减量施肥 + C 增效剂低碳效应较明显, 减少 30% 氮素同时增产 1.8%。各施肥处理大豆百粒重顺序由高到低为:缓释肥料 > 测土施肥 + N 分期调控 > 测土施肥 > 测土减量 + C 增效剂。各个处理间的 CO<sub>2</sub> 通量平均值差异显著, N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub> 通量平均值差异不显著。与对照相比, 测土减量施肥 + C 增效剂处理中, 碳增效剂在减 30% 氮的背景下提升了叶绿素含量, 促进了植株和根系生长, 小幅度增产同时维持作物在生育期内的 CO<sub>2</sub> 呼吸效应, 可作为低碳农业的推荐措施。

**关键词:**施肥方式; 黑土; 大豆生长指标; 温室气体  
**中图分类号:** S565.1      **文献标识码:** A      **DOI:** 10.11861/j.issn.1000-9841.2017.02.0274

## Response of Soybean Growth Indexes, Soybean Nutrient Content and Greenhouse Gas Emission to Fertilization Modes in Typical Black Soil Area

GUO Wen-yi<sup>1</sup>, WEI Dan<sup>2</sup>, JIN Liang<sup>2,3</sup>, LI Yu-mei<sup>2</sup>, WANG Wei<sup>2</sup>, XU Meng<sup>1</sup>, ZHANG Lei<sup>2</sup>, CHANG Ben-chao<sup>2</sup>

(1. Kedong Base of the Logistics Department of Shenyang Air Force, Keshan 161600, China; 2. Institute of Soil Fertilizer and Environment Resources/The Key Laboratory of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province/Postdoctoral Workstation of Heilongjiang Academy of Agriculture and Science, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 3. Postdoctoral Programme of Northeast Forestry University, Harbin 150010, China)

**Abstract:** Experiment was carried out in typical black soil area of Harbin, and investigated the correlativity of soybean yields, root weight, SPAD value of soybean leaf and NPK contents in soybean plant under different fertilization modes, and the greenhouse gas (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>) emission during growth period. The four treatments contend recommendation fertilization, reducing soil testing fertilization + C synergistic agent, slow release fertilization, recommendation fertilization + N staging regulation, recommendation fertilization was the control. Results showed that the yield was increased highest of 7.2% by low release fertilization, low-carbon effect was obvious with 1.8% yield increased and 30% N addition reduced by reducing soil testing fertilization + C synergistic agent. The 100-seed weight order of four treatments was as followed recommendation fertilization + N stage regulation > slow release fertilization > recommendation fertilization > reduced fertilization. The average CO<sub>2</sub> fluxes of four treatments showed significant difference but the average fluxes of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> showed no significant differences. Compared with CK treatment, reducing soil testing fertilization + C increased the chlorophyll content, promoted the growth of the plants and root, maintained good respiratory CO<sub>2</sub> effect during the crop growth period, with yield increased of small amplitude. The research results can be used as evaluation of soybean production capacity under different fertilization management measures and the theory basis of the correlation of plant growth and the environment.

**Keywords:** Fertilization modes; Black soil; Soybean growth index; Greenhouse gas

近年来, 高效施肥技术已越来越受到科研工作者的重视, 不同施肥措施下土壤 - 大豆系统的培肥增产效应已有大量研究。这些研究多针对于根际土壤微生物<sup>[1]</sup>、根际酶活性<sup>[2]</sup>、植株的养分吸收及利用<sup>[3,4]</sup>、大豆植株光合特征<sup>[5]</sup>、土壤养分流失状况<sup>[6]</sup>、大豆固氮特性及光合生理特性<sup>[7]</sup>、大豆植株的干物质积累与分配<sup>[8]</sup>、大豆产量和品质<sup>[9]</sup>等方面。目前的研究焦点主要集中在土壤性质、作物物化性质<sup>[10-11]</sup>等方面及普通化肥和有机肥的相对独立研究。针对目前减氮固碳、缓释增效及稳产增效方面的肥料模式研究不多, 尤其是针对不同肥料对大豆生长过程的植株形态特征、养分含量、温室气体排放及作物根重、植株株高、叶绿素等指标和产量之间的相关关系的综合研究较少涉及。本试验以黑龙江省农业科学院土肥所民主乡现代化园区作为试验田, 对所设立的不同施肥措施土壤对大豆

产量、根重、根长、叶片叶绿素含量、植株 NPK 含量及生长期内温室气体(CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub>)排放量的影响进行了分析。研究分析了不同施肥方式下,大豆植株指标、养分含量和土壤-大豆系统的温室气体通量变化。其研究结果可用来评价不同施肥措施下大豆产量和生育期生长指标、养分含量变化的相关性以及大豆生长环境污染气体排放,对黑土农田优化施肥和环境友好减排具有十分重要的理论及实际意义。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地点为哈尔滨市道外区民主乡黑龙江农科院现代化园区(E116.3°,N39.95°),年均温度 3.6℃,年降水量为 486.4~543.6 mm,属寒温带大陆季风气候,降雨 80% 以上集中在 6~9 月。土壤类型为黑土。

1.2 试验设计

以大豆品种黑农 63 为试验材料。小区采用随机设计,每小区为 8 m×4.2 m,共 6 垄,垄间距为 0.7 m,整个试验区为 40 m×25.2 m,面积 1 008 m<sup>2</sup>。试验设置 4 个处理,每个处理重复 3 次。

1.2.1 处理设置 试验设 4 个处理:(1)测土施肥:尿素 102 kg·hm<sup>-2</sup>、重过磷酸钙 138 kg·hm<sup>-2</sup>、硫酸钾 61 kg·hm<sup>-2</sup>; (2)测土减量施肥 + C 增效剂处理:氮素减施 30% + 纳米碳增效剂,即尿素 71.4 kg·hm<sup>-2</sup>、重过磷酸钙 138 kg·hm<sup>-2</sup>、硫酸钾 61 kg·hm<sup>-2</sup>,纳米碳增效剂 0.09 kg·hm<sup>-2</sup>; (3)缓释肥料:465 kg·hm<sup>-2</sup>,缓释肥料中 N 69.75 kg·hm<sup>-2</sup>、P 69.75 kg·hm<sup>-2</sup>、K69.75 kg·hm<sup>-2</sup>; (4)测土施肥 + 氮分期调控:尿素 51 kg·hm<sup>-2</sup>,重过磷酸钙 138 kg·hm<sup>-2</sup>、硫酸钾 61 kg·hm<sup>-2</sup>,播种时施入,另外尿素 51 kg·hm<sup>-2</sup>开花期施入。普通化肥、缓释肥料及纳米增效剂均在播种前垄台开沟一次施入。普通化肥尿素(氮 46%)、重过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%)和硫酸钾(K<sub>2</sub>O 45%)在哈尔滨市农化市场购入,纳米碳肥料增效剂由汉枫缓释肥料公司提供,需要加纳米碳的处理,用量为该处理化肥总用量的 0.3%,缓释肥料由魏山东金正大生态工程股份有限公司生产,总养分≥45%(氮、磷、钾含量分别为 15%),用量为 465 kg·hm<sup>-2</sup>。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 关键生育期指标 用盒尺在关键生育期分别测定各处理大豆株高和根长;用精度为 0.01 g 的

天平称量大豆植株和根样品鲜重;氮含量的测定采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮-蒸馏法;磷含量的测定采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮-钒钼黄比色法;钾含量的测定采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮-火焰光度计法。

1.3.2 光合作用特性 采用 SPAD-502 叶绿素仪测定大豆叶片叶绿素含量,分别在大豆分枝期、开花期、结荚期和鼓粒期测定第 4 复叶的中间小叶,每个小区重复测定 5 次。采用静态箱-气象色谱法测定土壤-大豆农田系统温室气体排放。每小区设立一个静态箱,箱体大小为 50 cm×50 cm×100 cm,在箱体侧面设置取气口,安装用于混匀气体的风扇,收取收集的气体前将箱体下部置于注满水的底座上方槽内。在大豆的主要生育时期(分枝、开花、结荚期)内测定温室气体(CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>)排放量。

1.4 数据处理

使用 Excel 2010、MATLAB 7.0、SPSS 2003 数据处理系统对测定数据进行统计分析,采用 LSD 分析差异显著性。

2 不同施肥措施对大豆植株长势的影响

2.1 大豆关键生育期的鲜重、株高

图 1 可以看出,各处理在不同生育期的形态指标如植株鲜重和株高均呈现一定的显著性差异。与测土施肥相比,测土减量施肥 + 碳增效剂处理、测土施肥 + 氮分期处理和缓释肥料开花期大豆植株鲜重差异显著,结荚期各处理植株鲜重差异均显著;而株高测定结果显示,开花期与测土施肥处理相比,测土减量施肥 + 碳增效剂、缓释肥料和测土施肥 + 氮分期处理差异均显著,而在结荚期,测土施肥处理株高达到最大值,为 91 cm,其它 3 个处理均与其有差异均显著。缓释肥料处理株高最低,即以测土施肥为对照,其它 3 个处理不同生育期在两个指标上差异均显著。

2.2 不同施肥方式下大豆根重和根长

开花期和结荚期各处理根重均无显著性差异(图 2A)。如图 2B 结果所示,将开花期的根长与测土施肥相比,测土减量 + 碳增效剂处理差异不显著,其它两处理差异显著;到了结荚期,测土减量 + 碳增效剂处理和缓释肥料与对照处理差异显著,测土施肥 + 氮分期调控与对照处理差异不显著。在结荚期各处理根长与根重明显大于开花期,测土施肥处理结荚期根长与根重数值最大,分别为 25.91 cm 和 11.58 g(图 2A 和 B)。

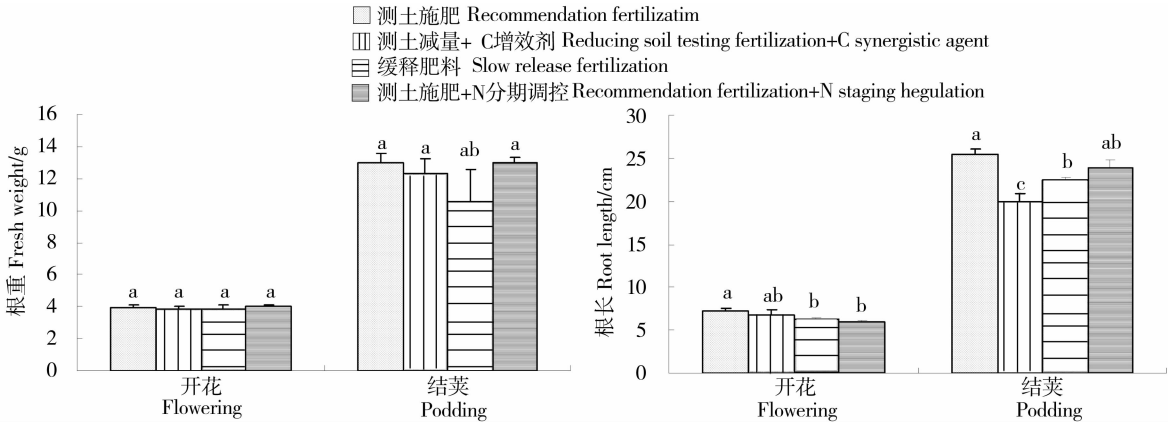
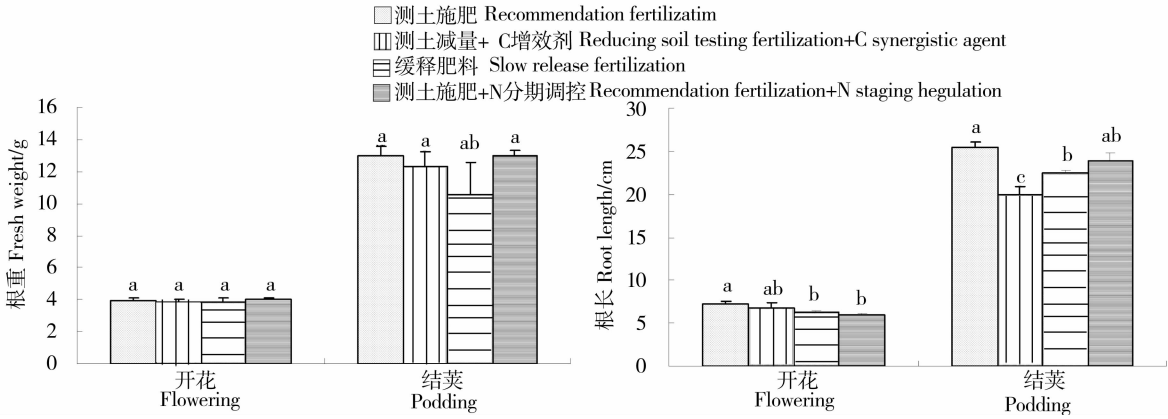


图 1 关键生育期大豆植株鲜重和株高的变化

Fig. 1 The changes of soybean plant fresh weight and plant height during the growth period



不同小写字母代表 0.05 水平差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下同。  
Different lowercase lette indicate significant of efference at 0.05 probability level ( $P < 0.05$ ), the same below.

图 2 关键生育期大豆根重 (A) 和根长 (B) 的变化

Fig. 2 The changes of soybean root weight (A) and length (B) during the growth period

2.3 不同施肥措施下大豆植株的氮、磷、钾含量

由表 1 可知,与测土施肥处理相比较,缓释肥料处理的大豆秸秆氮含量最高,明显高于其它处理,测土减量 + 增效剂处理次之,测土施肥 + 氮分期调控相比于其它处理作用较小。各处理间,大豆秸秆氮含量差异均显著,磷、钾含量差异不显著。与传统测土施肥处理相比较,测土减量 + 碳增效剂施肥处理、缓释肥料处理均可以提高大豆茎秆氮含量,

且茎秆磷、钾含量也有增加的趋势。在收获期,测土减量施肥 + 碳增效剂施肥处理的大豆籽粒氮含量最高,其次是测土施肥,测土施肥 + 氮分期调控与缓释肥料的作用较小。与传统测土施肥处理相比,各施肥方式能提高大豆籽粒磷含量,但大豆籽粒磷、钾含量的差异不显著,测土减量 + 碳增效剂提高了大豆籽粒氮含量。各处理氮含量差异显著。

表 1 大豆茎秆和籽粒收获期氮、磷、钾含量

Table 1 N, P and K content in harvest soybean stem and seed

处理 Treatment	茎秆 Stem			籽粒 Seed		
	氮 N	磷 P	钾 K	氮 N	磷 P	钾 K
测土施肥 Recommendation fertilization	0.97 c	0.89 a	0.80 a	5.93 b	2.13 ab	2.04 a
测土减量 + 碳增效剂 Reducing soil testing fertilization + C synergistic agent	1.09 b	0.90 a	0.79 a	6.00 a	2.17 a	2.06 a
缓释肥料 Slow release fertilization	1.49 a	0.89 a	0.78 a	5.71 c	2.19 a	2.08 a
测土施肥 + 氮分期调控 Recommendation fertilization + N staging regulation	0.86 d	0.91 a	0.76 a	5.68 d	2.06 ab	2.08 a

2.4 不同施肥方式下大豆叶绿素含量

如图 3,由于播种时 3 个处理(测土施肥、测土减量 + 碳增效剂、测土施肥 + 氮分期调控)氮素投入量比分别为 10:7:5,因此在分枝期叶绿素含量体现为测土施肥 > 测土减量 + 碳增效剂 > 测土施肥 + 氮分期调控。但随着生育期的推进,碳增效剂体现出了一定的优势,在开花期和结荚期 SPAD 值反超测土施肥处理,说明增效剂起到了促进氮素吸收的作用。而氮素分期调控(开花期补施 1/2 氮肥)则明显提高叶绿素含量,在结荚期大于测土施肥处理的 4.23(SPAD 值),在结荚期各处理叶绿素含量差异比较显著。

2.5 不同施肥方式下大豆产量和百粒重比较

表 2 可以看出,与测土施肥处理相比,其它 3 个处理均有显著性差异。产量最高的为缓释肥料处理,产量为 2 985 kg·hm<sup>-2</sup>;测土施肥处理的产量最低,为 2 785.5 kg·hm<sup>-2</sup>,各施肥处理有不同幅度的

增产,测土施肥 + 氮分期和缓释肥料增产幅度均在 10% 以上。化肥投入成本最低是减量施肥 + 碳增效剂,且增产幅度为 3.74%,百粒重规律与产量类似。

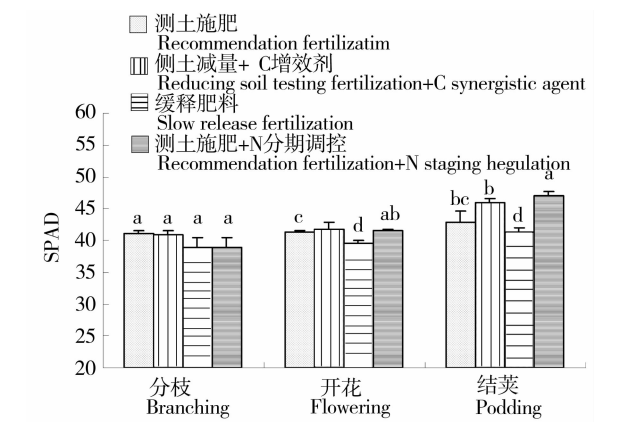


图 3 关键生育期大豆叶绿素含量的变化  
Fig. 3 The changes of soybean plant chlorophyll content during the critical growth period

表 2 各处理大豆产量和百粒重  
Table 2 Soybean yield and 100-seed weight of all treatments

处理 Treatment	测土施肥 Recommendation fertilization	测土减量 + 碳增效剂 Reducing soil testing fertilization + C synergistic agent	缓释肥料 Slow release fertilization	测土施肥 + 氮分期调控 Recommendation fertilization + N staging regulation
产量 Yield/(kg·hm <sup>-2</sup> )	2 785.5 d	2 835.0 c	2 985.0 a	2 979.0 ab
百粒重 100-seed weight/g	26.1 d	26.8 c	27.4 a	27.0 ab

2.6 不同施肥措施下温室气体排放的变化

2.6.1 温室气体排放通量变化 大豆生长期温室气体(CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>)排放通量范围见表 3。结果显示,土壤-植物系统所排放的 N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> 总量均较小,且二者差异不大,CO<sub>2</sub> 排放范围区间在 818 ~

7 783 mg·m<sup>-3</sup>,且各处理差异较明显,排放量最大为测土施肥 + 氮分期调控,可能是因为氮分期施用整体上促进了植物和土壤微生物的呼吸所致,而测土减量 + 碳增效剂排放范围最小,因为施肥量本身较小且碳增效剂起到一定固碳减排的作用。

表 3 生育期内大豆的温室气体排放通量范围  
Table 3 Greenhouse gas emission flux range in soybean growth period (mg·m<sup>-3</sup>)

处理 Treatment	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
测土施肥 Recommendation fertilization	838.25 ~ 5813.97	0.59 ~ 0.71	1.39 ~ 2.48
测土减量 + 碳增效剂 Reducing soil testing fertilization + C synergistic agent	818.79 ~ 4041.30	0.61 ~ 0.74	1.39 ~ 2.91
缓释肥料 Slow release fertilization	848.60 ~ 6416.10	0.61 ~ 0.76	1.38 ~ 1.76
测土施肥 + 氮分期调控 Recommendation fertilization + N staging regulation	842.60 ~ 7783.84	0.61 ~ 0.74	1.31 ~ 2.46

2.6.2 取样期温室气体通量均值变化 表4数据可以看出,大豆生长期内 CO<sub>2</sub>平均通量差异显著, N<sub>2</sub>O和 CH<sub>4</sub>差异不显著。测土施肥 + 氮分期调控的 CO<sub>2</sub>平均通量最大;测土减量施肥 + 碳增效剂施肥的 CO<sub>2</sub>平均通量值最小;测土施肥 + 氮分期调控与

测土施肥的 CO<sub>2</sub>平均排放通量差异较小。从碳排放角度分析,缓释肥料处理效果优于测土施肥处理和测土施肥 + 氮分期调控处理,但低于测土减量施肥 + 碳增效剂施肥处理。综上所述,从碳排放角度出发,测土减量施肥 + 碳增效剂施肥方式的效果最佳。

表4 大豆生育期温室气体平均通量

Table 4 Average flux of greenhouse gases emission in soybean growth period			(mg·m <sup>-3</sup> )
处理	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
测土施肥 Recommendation fertilization	1855.10 b	0.65 a	1.55 a
测土减量 + 碳增效剂 Reducing soil testing fertilization + C synergistic agent	1569.81 d	0.65 a	1.55 a
缓释肥料 Slow release fertilization	1761.11 c	0.65 a	1.53 a
测土施肥 + 氮分期调控 Recommendation fertilization + N staging regulation	1879.42 a	0.65 a	1.53 a

3 讨 论

大豆是重要的油料作物,合理施肥是高产的关键举措,众多学者焦点集中在氮、磷、钾比例调整、重迎茬专用肥和微肥角度,分别探讨了各肥料对大豆产量和主要农艺性状的影响<sup>[7, 9, 12]</sup>。研究多针对各种单一肥料,在土壤 - 作物系统环境下,对土壤物理、化学及生物学性状进行比较,最终通过产量表现分析得到肥料施用推荐比例和方式,但在其环境效应方面,对温室气体的贡献程度涉及不多,且没有在相同雨热条件下同步进行减施增效及长效性肥料田间生产对比试验。

本研究以测土施肥技术为对照,从减量高效施肥技术角度引入碳增效剂,从肥效长短的角度引入缓释肥料,从施肥方式的角度引入氮分期施肥,系统论述了大豆产量的变化及关键生育期内生态指标的相应程度。产量方面,缓释肥料增产最显著,原因在于其养分释放速率最符合植株生长规律,其次是氮素分期处理。研究对比了开花期和结荚期的根长和根重,根重差异不显著,根长由于氮源的影响,结荚期缓释肥料和氮肥减量与测土施肥相比显著。叶绿素方面,在3个关键时期(分枝、开花和结荚)氮素分期调控和碳增效剂对 SPAD 值均有一定的作用,但 SPAD 值和产量的相关性还需要进一步讨论。在温室气体动态观测方面,分别论证了各气体(CO<sub>2</sub>、NH<sub>4</sub>和 N<sub>2</sub>O)通量变化范围及其差异,CO<sub>2</sub>排放范围在 818 ~ 7 783 mg·m<sup>-3</sup>,且排放均值与各处理投入氮素量正相关,可能与氮素增强土壤呼吸作用有关。针对土壤中养分空间分布变异的不

确定性以及大豆温室气体采集样品条件比较严格,数据容易受到天气温度、风速变化干扰等问题,采取增加小区各处理采样数量、集中时间段采集样品等措施减少误差的干扰。鉴于本文的数据为1年数据,另外测土氮分期产量增产效应与减量施肥 + 碳增效剂低碳稳产的可持续效应,部分结论尚需结合今后该试验点不同降雨年型下的数据进一步分析,以验证实验数据的科学性 with 完整性。

4 结 论

与测土施肥相比,测土减量施肥 + 碳增效剂、缓释肥料和氮分期调控处理能显著增加大豆产量,整体上看缓释肥料增产效果最好,增产幅度最大,为 6.9%,测土减量施肥 + 碳增效剂减施 30% 氮素的情况下仍增产 1.8%。收获期各处理大豆植株籽粒百粒重由低到高的顺序为:测土施肥 < 测土减量施肥 + 碳增效剂 < 测土施肥 + 氮分期调控 < 缓释肥料。肥料的投入量特别是氮素的施入量与叶绿素含量呈正比。测土减量 + 碳增效剂处理在一定程度上提高了氮肥的利用率,其表现为施肥提升了叶绿素含量,同时对于植株和根系的生长起到了促进作用;在各施肥处理间,CO<sub>2</sub>排放通量均值差异显著;N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub>排放通量差异不显著。测土减量 + C 增效剂处理 CO<sub>2</sub>排放通量均值和阈值范围在各处理中为最小;从经济效益、施肥成本及环境风险综合的角度,缓释肥料一次性施入土壤,氮素缓释带来增产同时还可以起到一定减排效应,无疑为最佳施肥选择。

参考文献

[1] 孟庆英,于忠和,贾绘彬,等. 不同施肥处理对大豆根际土壤微生物及土壤肥力影响[J]. 大豆科学, 2011, 35(3): 471-474. (Meng Q Y, Yu Z H, Jia H B, et al. Effects of different fertilization treatments on rhizosphere microorganisms and soil fertility of soybean[J]. Soybean Science, 2011, 35(3): 471-474. )

[2] 王孝涛,李淑芹,许景钢,等. 生物肥对大豆根际过氧化氢酶和脲酶活性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2012, 43(5): 96-99. (Wang X T, Li S Q, Xu J G, et al. Effects of biological fertilizer on activities of catalase and urease in Soybean Rhizosphere[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2012, 43(5): 96-99. )

[3] 马兆惠,车仁君,王海英,等. 磷酸二铵对单混种植条件下超高产大豆养分吸收和利用的影响[J]. 中国农业科学, 2014, 47(23): 4606-4617. (Ma Z H, Che R J, Wang H Y, et al. Effects of diammonium phosphate on single and mixed planting conditions of super high yielding soybean nutrient absorption and utilization of[J]. Chinese Agricultural Science, 2014, 47(23): 4606-4617. )

[4] 雍太文,刘小明,刘文钰,等. 减量施氮对玉米-大豆套作系统下作物氮素吸收和利用效率的影响[J]. 生态学报, 2015, 13: 4473-4482. (Yong T W, Liu X M, Liu W Y, et al. The reduction effect of Nitrogen Application on nitrogen uptake and use efficiency of crops of maize and soybean intercropping system [J]. Chinese Journal of Ecology, 2015, 13: 4473-4482. )

[5] 田平,马立婷,逢焕成,等. 硅肥对玉米和大豆光合特性及产量形成的影响[J]. 作物杂志, 2015, 6: 136-140. (Tian P, Ma L T, Pang H C, et al. Silicon crops influence photosynthetic characteristics and yield formation of maize and soybean[J]. Crops, 2015, 6:136-140. )

[6] 丁志磊,李元,蒋翔,等. 不同缓释肥施用比例对桃树-大豆间作农田地表径流氮、磷流失及土壤养分的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(3): 301-305. (Ding Z L, Li Y, Jinag X, et al. Effects of application rate of different slow release fertilizers on runoff, nitrogen and phosphorus loss and soil nutrients in peach soybean intercropping farmland [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2015, 29(3): 301-305. )

[7] 陈忠群. 钼肥对净套作大豆固氮特性、光合生理及产量品质的影响[D]. 雅安: 四川农业大学, 2011. (Chen Z Q. Molybdenum fertilizer on net soybean nitrogen fixation, photosynthetic physiology and yield and quality of[D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2011. )

[8] 张爱媛,李淑敏,韩晓光,等. 根瘤菌与钼肥配施对大豆干物质积累、分配及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 21: 76-81. (Zhang A Y, Li S M, Han X G, et al. Effects of combined application of rhizobium and molybdenum fertilizer on dry matter accumulation, distribution and yield of soybean[J]. Chinese Agronomy Bulletin, 2015, 21: 76-81. )

[9] 张淑香,彭德良,张东升,等. 环保型大豆迎茬专用肥对大豆产量和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2002, 6: 18-23, 28. (Zhang S X, Peng D L, Zhang D L, et al. Effects of environmental protection soybean on crop yield and quality of Soybean under heavy cropping[J]. Soil Fertilizer, 2002, 6:18-23, 28. )

[10] Cook B D, Allan D L. Dissolved organic carbon in old fieldsoils: Compositional changes during the biodegradation of soilorganic matter [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1992, 24(6): 595-600.

[11] Chantigny M H, Angers D A, Prévost D, et al. Dynamics of soluble organic C and C mineralization in cultivated soils with varying N fertilization[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1999, 31(4): 543-550.

[12] 薛占奎,胡谷琅,施凤雪,等. 硼、钼肥配施对菜用大豆鲜荚产量及主要农艺性状的影响[J]. 吉林农业科学, 2016, 41(1): 20-22. (Xue Z K, Hu G L, Shi F X, et al. Effects of boron and molybdenum fertilizer application on fresh pod yield and main agronomic characteristics of vegetable-type soybean[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2016, 41(1): 20-22. )

国家粮食局发布报告显示:国产大豆品种结构持续优化

国家粮食局今天发布《2016 年新收获大豆质量调查报告》。报告指出,从 2011 年至 2016 年的 5 年里,内蒙古、吉林和黑龙江 3 省(区)大豆粗脂肪含量和达标高油大豆比例 2 项指标持续上升,且达标高油大豆比例上升幅度非常大。这说明近年来大豆种植品种调整力度较大,种植品种结构正在持续优化,体现了标准和市场需求的引领作用。

报告指出,东北内蒙古、吉林和黑龙江 3 省(区)大豆整体质量较好。完整粒率、一等品比例、中等以上比例、粗脂肪(干基)平均值、达标高油大豆比例(符合三等标准)均为近年最高,但粗蛋白(干基)平均值和达标高蛋白大豆比例(符合三等标准)较前两年(2015 年只有 2 省参与会检)有所降低。

质量方面,3 省(区)大豆完整粒率平均值 90.5%,为近年最高。损伤粒率平均值 7.2%,略好于上年,符合等内品要求的比例为 60.5%,较上年提高 3.5 个百分点。内在品质方面,粗脂肪含量平均值 20.5%,为近年最高,达标高油大豆比例为 73.7%,为近年最高;粗蛋白含量平均值 38.5%,较上年下降 0.8 个百分点,达标高蛋白大豆比例为 18.4%,较上年下降 19.9 个百分点。

转自《经济日报》