

长期麦秸还田对暗棕壤土壤肥力和大豆产量的影响

崔喜安¹, 姜宇¹, 米刚¹, 刘晓莉¹, 马星竹², 孙景玲¹

(1. 黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300; 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:以始于1979年的长期定位试验为依据,研究了麦秸长期还田及与化肥配施对暗棕壤肥力及大豆产量的影响。结果表明:随着种植年限的增加(1)土壤有机质和pH值整体呈下降趋势,麦秸与化肥配施比单施化肥更有效减缓土壤有机质和pH的降低;(2)土壤碱解氮整体呈现大幅波动,各处理年均含量表现为麦秸+高量化肥(S+N₂P₂)>高量化肥(N₂P₂)>对照(CK)>麦秸(S)>低量化肥(N₁P₁)>麦秸+低量化肥(S+N₁P₁);(3)土壤速效磷呈逐年上升趋势,不同处理的年均含量整体表现为S+N₂P₂>N₂P₂>S+N₁P₁>N₁P₁>S>CK;(4)大豆产量年际间波动较大,各处理年均产量表现为S+N₂P₂>N₂P₂>S+N₁P₁>S>N₁P₁>CK。因此,长期麦秸还田与化肥配合有助于维持土壤肥力和提高大豆产量。

关键词:麦秸还田;暗棕壤;土壤肥力;大豆产量

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2011)06-0976-03

Effect of Long-term Application of Wheat Straw on Fertility of Dark Brown Soil and Yield of Soybean

CUI Xi-an¹, JIANG Yu¹, MI Gang¹, LIU Xiao-li¹, MA Xing-zhu², SUN Jing-ling¹

(1. Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe 164300; 2. Institute of Soil Fertilizer and Environment Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang, China)

Abstract: In order to find the effect of long-term wheat straw returning combined with chemical fertilizer on soil fertility and soybean yield, we carried out field trial in the dark brown soils of Heihe city in Heilongjiang province, and set six treatments, including control (CK), wheat straw (S), low levels of fertilizer (N₁P₁), wheat straw + low levels of fertilizer (S + N₁P₁), high levels of fertilizer (N₂P₂) and wheat straw + high levels of fertilizer (S + N₂P₂). The results showed that (i) soil organic matter and pH were decreased with the increase of planting years, and the decrease range were slowdown under the condition of combined application of straw and chemical fertilizer; (ii) the fluctuations of the content of soil available N were obvious with the trend of decrease-increase-decrease during the whole experiment, the low valley appeared in 1984, 1987 and 1990, respectively, the peak in 1993, and the content of the inter-annual average of soil available N showed as S + N₂P₂ > N₂P₂ > CK > S > N₁P₁ > S + N₁P₁; (iii) the content of soil available P increased with the increasing of planting years, and the whole trend the inter-annual manifested as S + N₂P₂ > N₂P₂ > S + N₁P₁ > N₁P₁ > S > CK; (iv) soybean yield varied with planting year, the inter-annual yield presented as S + N₂P₂ > N₂P₂ > S + N₁P₁ > S > N₁P₁ > CK. Results suggest wheat straw returning combined with proper chemical fertilizer could maintain soil fertility and improve soybean yield in the dark brown soils area.

Key words: Straw returning; Dark brown soil; Soil fertility; Soybean; Yield

黑龙江北部高寒地区为暗棕壤土壤,比较肥沃。但是,由于长期以来缺少切实可行的培肥措施,土壤肥力逐年下降。一些20世纪50年代开垦的地块,开垦初期土壤耕层有机质含量高达7%~8%,但目前已降至3%~4%。由于土壤有机质含量下降,使得土壤耕性变劣、肥力降低,农作物产量下降^[1]。

秸秆还田在培肥土壤和提高作物产量中的作用一直倍受关注^[2],小麦作为黑龙江省北部地区大豆

倒茬主栽作物,小麦秸秆可以直接还田。麦秆直接还田可明显增加春小麦产区的土壤有机质含量,维持土壤有机质平衡,并使土壤有效氮、磷增加,土壤一些物理性状得以改善,具有良好的培肥作用^[3]。该文对多年麦秸直接还田及麦秸与不同比例化肥配施的长期定位试验进行研究,以期揭示暗棕壤肥力演变规律和大豆产量变化,为指导该区麦秸还田、培肥土壤和提高粮食产量提供科学依据。

收稿日期:2011-09-29

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41171245)。

第一作者简介:崔喜安(1962-),男,高级农艺师,从事土壤肥料研究。E-mail: cxa2010@126.com。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

长期定位试验地位于黑龙江省北部黑河市西郊($47^{\circ}42' \sim 51^{\circ}03'N$, $124^{\circ}45' \sim 129^{\circ}18'E$), 1979 年 5 月建立, 气候类型为寒温带大陆性季风气候, 年均气温为 $-2.0^{\circ}C \sim 1.0^{\circ}C$, 无霜期 110 ~ 120 d, 5 ~ 9 月气温较高, 日照充足, 昼夜温差大, 降雨集中, 降雨量占全年的 75%, 适合大豆、小麦种植。

供试土壤为暗棕壤, 已开垦 40 余年, 1979 年试验前土壤基础肥力为: 有机质 $40.20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、全氮 $2.23 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、全磷 $1.66 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、碱解氮 $55.90 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效磷 $8.10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $56.00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、pH 6.12。

1.2 试验设计

试验共设不施肥对照(CK)、麦秸还田(S)、低量化肥区(N1P1)、麦秸还田 + 低量化肥区(S + N1P1)、高量化肥区(N2P2)和麦秸还田 + 高量化肥区(S + N2P2) 6 个处理。麦秸还田量为 $3000 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 低量化肥区施纯 N $37.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 P_2O_5 $37.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 高量化肥区施纯 N $150.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 P_2O_5 $150.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。麦秆为秋收后取异地秸秆粉碎后施于试验区。氮肥为尿素, 磷肥为磷酸二铵。

种植方式 1979 ~ 2002 年为小麦-小麦-大豆轮作, 小区面积 200 m^2 , 2002 年以后根据当地种植习惯调整为小麦-大豆轮作。小麦及大豆品种均为当地主栽品种。肥料均在大豆播种前一次性施入; 逢小麦种植年份实施麦秸还田。

1.3 测定项目与方法

作物播种前将每一处理所在的小区细划为 3 部分, 耕层土按对角线法取 5 个点组成一个混合样品。每部分多点取 0 ~ 20 cm 土层样品, 经混匀、风干后保留, 供土壤养分测试使用。土壤有机质的测定: 重铬酸钾容量法-外加热法; 土壤碱解氮的测定: 碱解扩散法; 土壤有效磷的测定: 碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法; 其它测试项目均采用常规分析法^[4]。大豆产量为去边行后人工全部实收产量。数据处理及绘图均利用 Excel 2003 软件完成。

2 结果与分析

2.1 长期麦秸还田对土壤肥力的影响

2.1.1 有机质含量 土壤有机质是土壤肥力的重要指标之一, 不同施肥方式对土壤有机质含量产生不同的影响。由图 1 可知, 随着耕作年限的增加, 土壤有机质含量整体呈不同程度的下降趋势, 2008 年与 1979 年相比, 各处理土壤有机质含量下降幅度整体表现为 $S + N1P1 < N1P1 < S + N2P2 < S < CK < N2P2$ 。

在同一化肥施肥水平上, 与麦秸配施处理的有机质含量下降幅度低于单施化肥处理, 即 $S + N1P1 < N1P1 < S + N2P2 < N2P2$ 。说明秸秆还田有助于维持土壤肥力。

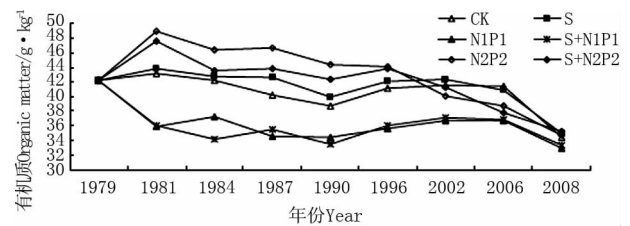


图 1 土壤有机质含量变化

Fig. 1 Changes of soil organic matter under different fertilizer treatments

2.1.2 碱解氮含量 从图 2 可以看出, 试验实施期间土壤碱解氮含量波动较大, 整体呈降-升-降的波动趋势, 低谷出现在 1984、1987、1990 年, 高峰出现在 1993 年。低谷年份 N1P1、S + N1P1、S + N2P2 和 N2P2 的碱解氮与 1981 年相比, 分别下降了 21.0%、27.5%、28.7%、29.2% 和 34.6%, 高峰年份 S、N2P2、S + N1P1、N1P1 和 S + N2P2 与 1981 年相比, 分别上升了 30.1%、32.6%、38.6%、39.0% 和 39.2%。

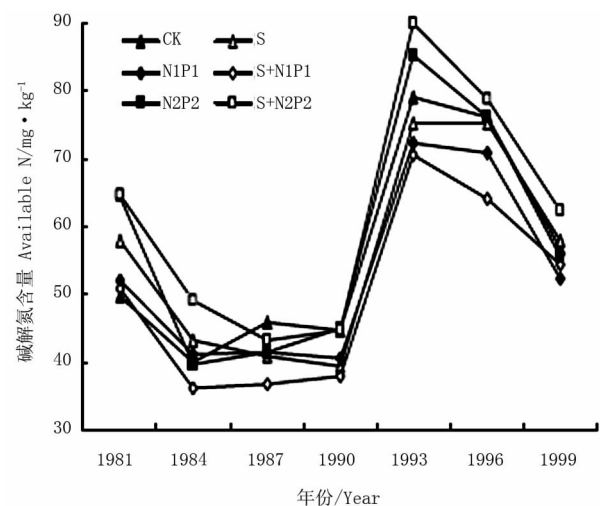


图 2 土壤碱解氮含量变化

Fig. 2 Changes of available N under different fertilizer treatments

在大豆种植年份内, 各处理土壤碱解氮年均含量整体表现为 $S + N1P1 < N1P1 < S < CK < N2P2 < S + N2P2$, 其中麦秸与高量化肥配施处理 S + N2P2 明显高于其它处理, 表现最明显的年份是 1993、1996、1999 年, 为试验实施小麦-小麦-大豆轮作第 5 个周期后, 其碱解氮平均含量比单施化肥 N2P2 处理高出 6.4%。

2.1.3 速效磷含量 由图 3 可知, 长期进行麦秸还田并配施化肥, 能明显增加耕层土壤速效磷含量。随着施肥年限的增长, S + N2P2 和 N2P2 处理速效磷含量的增加最为明显, 分别由 1979 年的 9.4 和

8.6 mg · kg⁻¹ 增加到 2008 年的 88.6 和 116.5 mg · kg⁻¹。单施麦秸 S 及单施氮磷肥的 N1P1、N2P2 处理土壤速效磷差别不大。不同处理的土壤速效磷的年均含量整体表现为 S + N2P2 > N2P2 > S + N1P1 > N1P1 > S > CK, 与 CK 比较分别增加了 481.3%、68.81%、20.3%、19.93% 和 16.79%。经长期麦秸还田并配施化肥后,各处理有效磷含量的年际间变化整体呈上升趋势,尤其是 N2P2 和 S + N2P2 处理上升最为明显。总体来看,长期麦秸与氮磷肥配合施用,能极大地提高土壤的速效磷含量,其效果好于单施化学氮磷肥,是保持土壤肥力的重要措施。

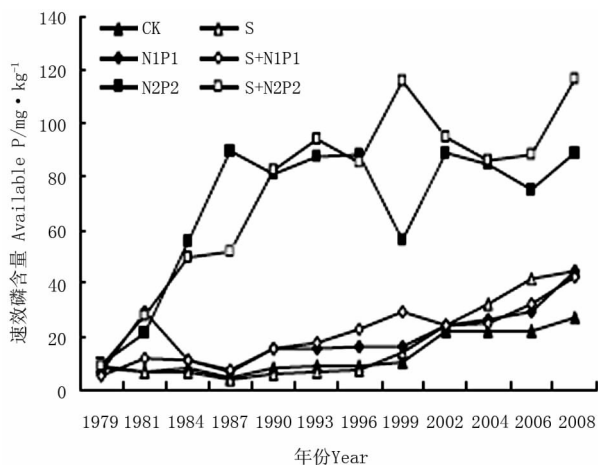


图3 土壤速效磷含量的变化

Fig.3 Changes of available P under different fertilizer treatments

2.1.4 土壤 pH 值 从图 4 可以看出,CK、S、N1P1 和 S + N1P1 处理从 1987 年以后 pH 值呈下降趋势,至 2008 年,分别下降了 5.1%、3.3%、5.2% 和 2.8%。施用高量化肥处理土壤耕层 pH 值下降的程度更加明显,N2P2 处理到 2008 年下降了 11.1%; S + N2P2 处理的下降趋势较 N2P2 处理缓慢,到 2008 年下降了 10.0%。由此可见,长期麦秸还田与化肥配施能比单施秸秆或单施化肥更有效减缓土壤 pH 值的下降。

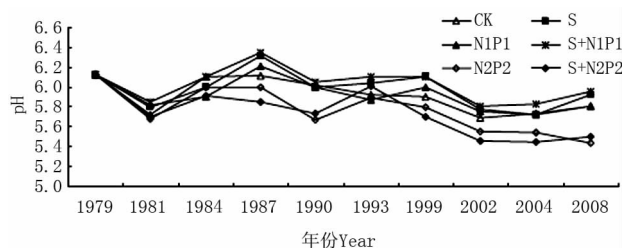


图4 土壤 pH 值变化

Fig.4 Changes of soil pH under different fertilizer treatments

2.2 麦秸还田对大豆产量的影响

由图 5 可知,1981 ~ 2008 年间,处理间产量整体表现为 CK < N1P1 < S < S + N1P1 < N2P2 < S + N2P2,各处理年均产量较对照增加 18.1% ~ 45.1%,化肥与麦秸配施处理 S + N1P1 和 S + N2P2 年均产量比单施化肥处理 N1P1、N2P2 分别高出 5.2% 和 8.1%,高量施肥处理 N2P2、S + N2P2 比低量施肥处理 N1P1、S + N1P1 年均产量分别提高 13.6% 和 16.8%,以麦秸还田配施高量化肥处理 S + N2P2 的增产比例最高。因此,麦秸还田,特别是麦秸与化肥配施还田的增产效果更明显。

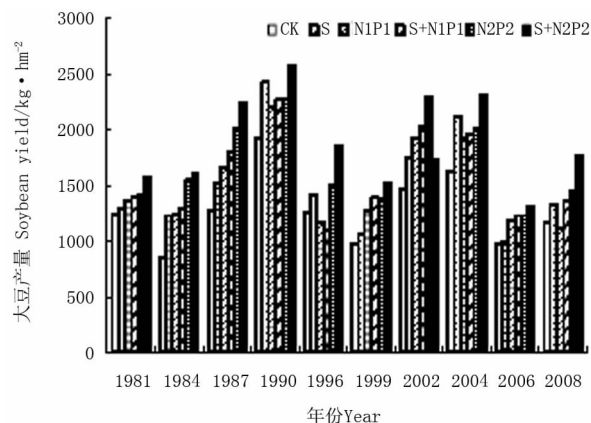


图5 大豆产量变化

Fig.5 Yield of soybean under different fertilizer treatments

3 结 论

在暗棕壤麦秸还田并配施化肥的条件下,随着种植年限的增加,土壤有机质和 pH 值整体呈下降趋势,土壤速效磷呈逐年上升趋势,而土壤碱解氮呈现大幅度波动。长期麦秸与化肥配合施用对保持土壤肥力,提高大豆产量效果明显。

参考文献

- [1] 杨玉爱. 我国有机肥料研究及展望[J]. 土壤学报, 1996, 33 (4): 414-420. (Yang Y A. Research and prospect of organic fertilizers in China [J]. Acta Pedologica Sinica, 1996, 33 (4): 414-420.)
- [2] Tan D S, Jin J Y, Huang S W, et al. Effect of long-term application of K fertilizer and wheat straw to soil on crop yield and soil K under different planting systems[J]. Agricultural Sciences in China, 2007, 6(2): 200-207.
- [3] 张振江. 长期麦秆直接还田对作物产量与土壤肥力的影响[J]. 土壤通报, 1998, 29(4): 154-155. (Zhang Z J. Effect of long-term application of wheat straw on crop yield and soil fertility[J]. Chinese Journal of Soil Science, 1998, 29(4): 154-155.)
- [4] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. (Institute of Soil Science of Chinese Academy of Sciences. Soil physical and chemical analysis [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1978.)