

文章编号:1005-0906(2011)06-0105-03

长期秸秆还田对黑土碳氮及玉米产量变化的影响

高洪军¹, 彭 畅¹, 张秀芝¹, 李 强¹, 朱 平¹, 付菊升²

(1. 吉林省农业科学院农业环境与资源中心, 长春 130033; 2. 柳河县姜家店农业站, 吉林 柳河 135316)

摘 要: 利用黑土长期定位试验, 研究长期秸秆还田对黑土碳氮及玉米产量变化的影响。结果表明: 与 NPK 处理比较, 玉米秸秆还田处理没有显著促进黑土有机碳的积累。与试验初期相比, 3 个处理(CK、NPK 和秸秆还田 + NPK)土壤有机碳均同步增加, 2006 年与试验初比较均呈显著差异。与 CK、NPK 处理相比, 秸秆还田 + NPK 处理能显著提高土壤 N 素的供应水平。各处理 C/N 比值在 10.23~11.26 之间。秸秆还田 + NPK 处理 19 年的玉米平均产量为 8 958 kg/hm², 与 NPK 处理基本一致, 显著高于 CK 处理, 表明施用有机氮(玉米秸秆还田)代替部分无机氮可以达到相同玉米产量水平。

关键词: 玉米; 秸秆还田; 黑土; 碳氮

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

Effect of Long-term Straw Returning Field on the Carbon and Nitrogen in Black Soil and Maize Yield

GAO Hong-jun¹, PENG Chang¹, ZHANG Xiu-zhi¹, LI Qiang¹, ZHU Ping¹, FU Ju-sheng²

(1. *The Center of Agriculture Environment and Resources, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033*; 2. *Jiangjiadian Agricultural Station, Liuhe 135316, China*)

Abstract: Through long-term located experiment, the effect of long-term straw returning field on the carbon and nitrogen in black soil and maize yield were studied. The results showed that maize straw returning field could not promote the accumulation of organic carbon significantly, as compared with NPK treatment. But soil organic carbon increased a lot in three treatments, recent years of soil organic carbon compared with the initial one showed the significant difference. S+NPK treatment could improve the supplying level of soil N, compared to the treatments CK and NPK. The ratio of C and N ranged from 10.23 to 11.26. Maize average yield in 19 years was 8 958 kg/ha with S+NPK treatment, similarly to NPK treatment, significantly higher to CK treatment, which indicated that applying organic N (maize straw) take the place of parts of mineral N can reach the same level of maize yield completely.

Key words: Maize; Straw returning field; Black soil; Carbon and nitrogen

黑土是我国重要的土壤资源,黑土区是我国重要的商品粮生产基地,黑土肥力变化一直受到普遍关注。土壤中有有机碳和氮含量是评价土壤肥力的重

要指标,尽管有机碳和氮占农田黑土总量的很小一部分,但在土壤肥力、环境保护、农业可持续发展等方面有着非常重要的作用。多年来,关于化肥和农家肥单施或配施条件下土壤碳氮方面的研究较多,但长期玉米秸秆还田对农田黑土碳氮的变化特征研究少有报道。本试验利用 20 多年国家黑土长期定位试验,研究农田秸秆还田对黑土碳氮动态变化及玉米产量的影响,为保持和提高土壤质量、保障区域粮食安全、促进区域农业可持续发展提供依据。

收稿日期: 2011-05-20
基金项目: 吉林省科技支撑计划重点项目(20110207)、国家科技支撑计划子专题(2009BADB3B05-3-2)
作者简介: 高洪军(1975-),男,副研究员,在读博士,主要从事土壤培肥与玉米栽培研究。E-mail:ghj-1975@163.com
朱 平为本文通讯作者。

1 材料与方法

1.1 试验地自然条件

国家黑土肥力与肥料效益监测基地坐落于吉林省公主岭市,试验建立于 1990 年。试验地为中层黑土,成土母质为第四纪黄土状沉积物,地势平坦,地形呈漫冈波状起伏。年平均气温 4~5℃,年

最高气温 34℃,最低-35℃,无霜期 110~140 d,年降水量 450~650 mm,有效积温为 2 600~3 000℃·d,年蒸发量 1 200~1 600 mm,年日照时间 2 500~2 700 h^[2]。

1.2 试验设计

试验田土壤基础理化性状见表 1。

表 1 土壤剖面基础理化性质

Table 1 The basic chemical properties of soil profile

深度(cm) Depth	速效养分(mg/kg) Available nutrient							pH 值 pH value
	有机质 OM	全 N Total N	全 P Total P	全 K Total K	有效 N Avai. N	速效 P Avai. P	速效 K Avai. K	
0~20	23.3	1.40	1.39	22.1	114	27.0	190	7.6
21~40	15.2	1.30	1.35	22.3	98	15.5	181	7.5
41~64	7.1	0.57	1.00	22.0	41	7.2	185	7.5
65~89	6.8	0.50	0.98	22.1	39	4.2	189	7.6
90~150	6.3	0.38	0.91	22.2	37	4.1	187	7.6

试验选取 3 个处理,CK(不施肥)、NPK(施纯氮 165 kg/hm²,纯 P₂O₅ 82.5 kg/hm²,纯 K₂O 82.5 kg/hm²)、S+NPK(粉碎秸秆折纯氮 53 kg/hm²,化肥纯氮 112 kg/hm²,与处理 2 等 N 量施肥,磷钾量相同)。

每小区面积为 400 m²,供试作物为玉米。1990~1993 年种植品种为丹玉 13,1994~1996 年为吉单 222,1997~2005 年为吉单 209,2006~2010 年为郑单 958。每年 4 月末播种,9 月末收获,按常规进行统一田间管理。10 月份对耕层 0~20 cm 土壤进行取样分析测定。

1.3 土壤分析测定方法

土壤有机质采用重铬酸钾氧化-外加热法;土壤全氮采用半微量凯氏法(Se-CuSO₄-H₂SO₄ 消煮法)。

1.4 数据处理

采用 DPS 软件对试验数据进行方差分析,并采用新复极差法(SSR)测验处理间差异显著性($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 土壤有机碳的动态变化

土壤有机质的含量是衡量农田土壤潜在肥力的主要指标之一。长期定位试验结果表明,S+NPK、CK 两个处理 2006 年土壤有机碳含量与 1991、1996 年呈显著差异;NPK 处理 2001、2006 年与 1991 年土壤有机碳有显著差异,3 个处理土壤有机碳都没有下降,并有不同程度的增加。这可能是因为种植密植型品种的原因,由最初的种植密度 40 000 株/hm²(丹玉 13)增加到 60 000 株/hm²(郑单 958),大

量的玉米根茬还田弥补了有机碳的矿化消耗,维持或提高了土壤有机碳含量。

经方差分析,在各时间段,S+NPK 和 NPK 两处理间土壤有机碳含量无显著差异,但土壤有机碳含量高于无肥区(CK),1996 年两处理与无肥区(CK)土壤有机碳含量间有显著差异。表明与 NPK 处理比较,玉米秸秆还田配施低量 N 肥没有显著促进黑土有机碳的积累。

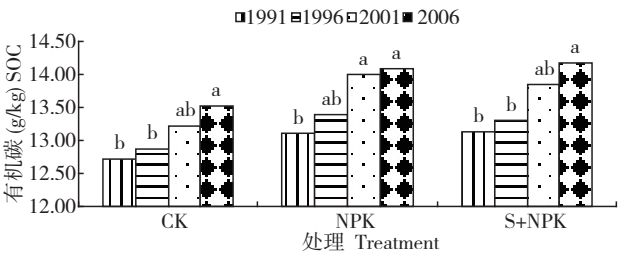


图 1 不同处理条件下黑土有机碳动态变化

Fig. 1 The dynamic changes of black soil organic carbon under different treatments

2.2 土壤全氮的动态变化

土壤中全氮包括可供作物直接吸收利用的矿质氮、易矿化有机氮和不易矿化的有机氮及晶格固定的铵。从图 2 可以看出,1991 年后不同施肥处理黑土总氮下降较快,1996、2001 和 2006 年中,CK 和 NPK 处理黑土全氮变化基本不大,S+NPK 区土壤全氮总体上变化不大,但 2006 年对土壤的供氮强度增加较快,可能的原因是试验开始前黑土比较肥沃,总氮含量比较高,试验开始后由于耕作施肥等农业措施的影响,黑土有机氮矿化分解加快,而施入的肥料在试验

开始的较短时间内仅供作物生长所需养分,土壤中残留量很少,造成总氮下降比较快,但后期由于秸秆或根茬的后效作用,土壤全氮量有所回升。

统计分析表明,无论是无肥区(CK)还是化肥区(NPK),1991 年与后几年土壤全氮变化呈显著差异。S+NPK 区,除 2001 年与各年呈显著差异,其余各年土壤全氮变化无显著差异。各处理间土壤全氮含量无显著差异,但 S+NPK 处理土壤全氮含量高于无肥区(CK)和 NPK 处理,表明无肥区(CK)和化肥 NPK 区土壤氮素流失(氮素气态挥发与降水淋洗)较为严重,促使有机态氮不断矿化,致使全氮含量有所降低,而化肥配施玉米秸秆处理降低了土壤氮素流失。

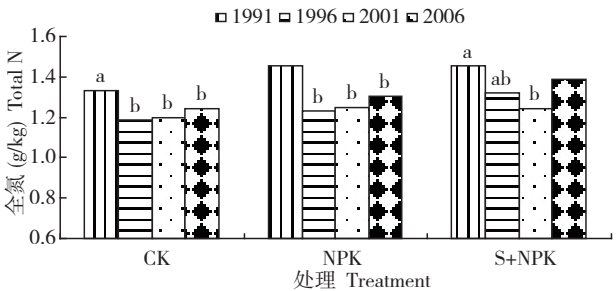


图 2 不同处理条件下黑土全氮的动态变化
Fig. 2 The dynamic changes of black soil total N under different treatments

2.3 土壤碳氮比的动态变化

长期不同施肥方式不但可以影响土壤碳氮含量,而且对于土壤 C/N 有一定的影响。各处理土壤 C/N 变化与试验初期比较差异显著,尤其化肥 NPK 处理差异极显著。无肥区(CK)土壤有机碳略有增加,全氮下降,土壤 C/N 上升,C/N 比维持在 10.9 左右;NPK 处理土壤有机碳比 CK 增加的多,全氮下降,土壤 C/N 上升的快,保持在 11.1 左右;S+NPK 处理土壤有机碳增加,全氮下降的少,土壤 C/N 上升缓慢,有的时期低于 CK,C/N 保持在 10.6 左右。各处理 C/N 比值在 10.23~11.26 之间变动。

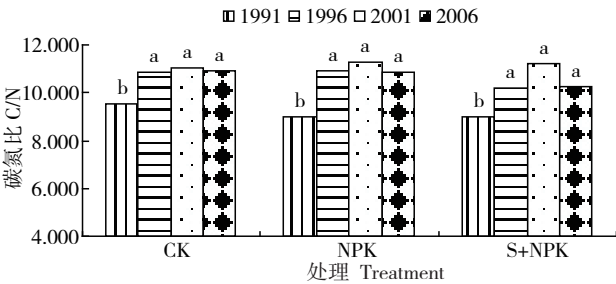


图 3 不同处理条件下黑土 C/N 动态变化
Fig. 3 The dynamic changes of black soil C/N under different treatments

统计分析表明,3 个处理间土壤 C/N 差异不显著。NPK 和 S+NPK 两个处理总碳和总氮均高于对照,而 C/N 比却低于对照,说明施肥有利于总碳和总氮的积累,但总氮的积累速度大于总碳的积累速度,尤其是 S+NPK 处理总氮的积累速度很快,导致 C/N 比的降低。

2.4 玉米产量的动态变化

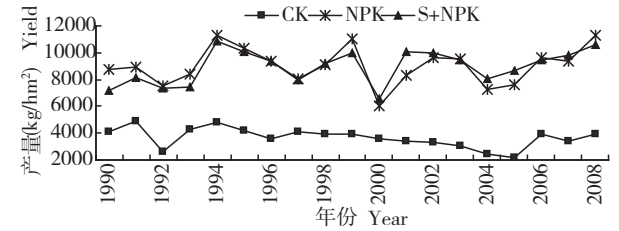


图 4 不同处理条件下玉米产量的动态变化
Fig. 4 The dynamic changes of maize yield under different treatments

从图 4 可以看出,前 10 年 NPK 处理玉米平均产量为 9 284 kg/hm²,高于 S+NPK 处理,分别比 CK 和 S+NPK 处理增产 5 232 kg/hm²和 533 kg/hm²;后 9 年(2000 年后)S+NPK 处理玉米平均产量为 9 187 kg/hm²,高于 NPK 处理,分别比 CK 和 NPK 处理增产 5 941 kg/hm²和 438 kg/hm²。说明施用玉米秸秆具有长期累积效应的作用。

S+NPK 处理 19 年的玉米平均产量为 8 958 kg/hm²,与 NPK 处理产量水平基本一致,比 CK 处理增产 5 288 kg/hm²,表明施用有机氮(玉米秸秆)代替部分无机氮可以达到相同玉米产量水平。

3 结论与讨论

长期定位试验表明,与试验初期比较,3 个处理(CK、NPK 和 S+NPK)的土壤有机碳同步增加。冯君等强调在现代农业中“着重点是放在根茬上,而不在于地上部分的残体”,认为在许多土壤中单靠根茬就足以保持一个满意的土壤有机质水平。玉米是根系庞大的作物,不仅增加土壤中有有机质的数量,而且还会促进土壤结构的团聚化。

与 NPK 处理比较,玉米秸秆还田配施 N 肥没有显著促进黑土有机碳的积累。杨兰芳等研究表明,种植玉米后,在高氮条件下种植玉米的原土壤有机碳分解量较裸土增加了 56%,而在低氮条件下则增加了 102%,表明当土壤氮素供应不足时,玉米根际沉积物能激发原土壤有机质的矿化,以获取土壤有机质中的氮素,从而为土壤提供氮素。
(下转第 111 页)

(上接第 107 页)

这一结论与长期秸秆还田对黑土氮素的影响结果相一致,玉米秸秆还田配施化肥明显抑制了黑土总氮下降的趋势,并具有提高土壤 N 素供应水平的作用。

3 个处理间土壤 C/N 差异不显著,无肥区(CK)、NPK 处理和 S+NPK 处理的 C/N 比分别维持在 10.9、11.1 和 10.6 左右。NPK 和 S+NPK 两个处理总碳和总氮均高于对照,而 C/N 比都低于对照,这说明施肥有利于总碳和总氮的积累,但总氮的积累速度大于总碳的积累速度,尤其是 S+NPK 处理总氮的积累速度很快,导致 C/N 比的降低。

S+NPK 处理 19 年的玉米平均产量为 8 958 kg/hm²,与 NPK 处理基本一致,比 CK 处理增产 5 288 kg/hm²。表明施用有机氮(玉米秸秆)代替部分无机氮可以达到相同玉米产量水平。

参考文献:

[1] 武继红. 土壤氮素的变化特征研究[J]. 土壤肥料, 2001, (2): 14

-17.

- [2] 孙宏德,朱 平,等. 有机无机肥料对黑土肥力和作物产量影响的监测研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2002(8): 110—116.
- [3] 彭 畅,朱 平,高洪军,等. 长期定位监测黑土土壤肥力的研究[J]. 吉林农业科学, 2004, 29(5): 29—33.
- [4] 冯 君,李万辉,姜 岩,等. 作物根茬留田的保土培肥效应[J]. 土壤通报, 2006, 37(5): 890—893.
- [5] 杨兰芳,蔡祖聪. 玉米生长和施氮水平对土壤有机碳更新的影响[J]. 环境科学学报, 2006, 26(2): 280—285.
- [6] 乔云发,苗淑杰,韩晓增. 长期施肥条件下黑土有机碳和氮的动态变化[J]. 土壤通报, 2008, 39(3): 545—547.
- [7] 曹莹菲,刘庆芳,吕家珑,等. 长期不同施肥对土碳氮含量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(2): 187—190.
- [8] 黄 山,刘武仁,张卫建,等. 东北地区玉米田长期免耕土壤碳氮及微生物活性的剖面分布特征[J]. 玉米科学, 2009, 17(3): 103—106.
- [9] 乔云发,韩晓增,等. 长期施用化肥对农田黑土有机碳和氮消长规律的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007(4): 31—33.
- [10] 隋跃宇,张兴义,等. 长期不同施肥制度对农田黑土有机质和氮素的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(6): 190—192.

(责任编辑:李万良)