

周鑫. 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤腐殖质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2019(12):49-52.

麦秸还田及配施化肥对暗棕壤腐殖质的影响

周鑫

(黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300)

摘要:为研究高纬寒地暗棕壤秸秆还田及配施化肥对腐殖质的影响,对暗棕壤长期定位试验中的无肥(CK)、低量化肥(NP)、中量化肥(2NP)、高量化肥(4NP)、麦秸还田(S)、麦秸还田+低量化肥(S+NP)、麦秸还田+中量化肥(S+2NP)、麦秸还田+高量化肥(S+4NP)的腐殖质进行定量提取,测定其中腐殖质含量及其光学性质。结果表明:与CK相比,施用化肥使土壤有机碳降低12.59%,FA降低12.29%,秸秆还田可使土壤有机碳增加5.32%,FA增加4.84%,HA增加27.22%,Hu增加11.00%。这说明长期施化肥降低了土壤有机碳和土壤腐殖质各组分有机碳含量,麦秸还田能增加土壤有机碳和土壤腐殖质各组分有机碳含量,麦秸还田降低了土壤HA与FA的 $\Delta\lg K$,使土壤腐殖质中的HA和FA结构简单化。

关键词:麦秸还田;胡敏酸;富里酸;胡敏素; $\Delta\lg K$

土壤有机碳(SOC)的数量和化学组成受管理与施肥措施影响,传统土壤耕作下密集的种植引起SOC的矿化和退化,而减少耕作、施有机肥和植物残体还田会提高SOC的数量和质量。施入土壤的有机物料大部分被微生物分解,部分未被彻底分解成 CO_2 的输入C通过腐殖化过程被转化成腐殖质^[1]。腐殖物质(Humic substances, HS)既是天然有机质(Natural organic matter, NOM)的主体,也是土壤有机质(Soil organic matter, SOM)的主体,传统上分为胡敏酸(Humic acid, HA)、富里酸(Fulvic acid, FA)和胡敏素(Humin, Hu)三个组分^[2]。

实践证明,秸秆还田是实现土壤固碳和农田温室气体(CO_2)减排最简单、可行的秸秆利用措施,能有效改善土壤理化性状,提高农田蓄水保墒能力,增加土壤有机质含量和作物产量,对土壤碳库的形成转化产生重要影响^[3-5]。早在化肥发明、生产和使用前,我国勤劳智慧的劳动人民就懂得将农作物秸秆以多种形式还田,秸秆还田在农业生产中发挥着重要的作用^[6-7]。秸秆还田对土壤和农作物产量产生很大的影响^[8-9],可以提高土壤肥力、改善土壤结构、提高微生物活性等^[10]。本研究以1979年建立的暗棕壤长期定位试验为基础,通过研究麦秸还田及配施化肥对土壤腐殖质

的影响,进一步揭示土壤有机质乃至土壤肥力的变化。目前,对高纬寒地暗棕壤腐殖质变化的研究尚属空白,本研究在明确麦秸还田及配施化肥对暗棕壤腐殖质影响规律的基础上,对进一步研究高纬寒地土壤肥力变化有着重要意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

暗棕壤长期定位试验于黑龙江省农业科学院黑河分院土壤肥料基地进行。研究区处于 $50^{\circ}15'N, 127^{\circ}27'E$,无霜期120 d,属高纬寒地。作物生育期5-9月气温较高,昼夜温差大,降雨集中,年降雨量为350~450 mm,占全年降雨总量的75%,全年日照时数2562~2677 h,日照时间充足,有效积温可达 $1950\sim 2300^{\circ}C$,可以满足春小麦和大豆生长发育的要求。土壤类型为暗棕壤,1979年试验开始时0~20 cm土壤有机质 $42.2 g\cdot kg^{-1}$,全氮 $2.23 g\cdot kg^{-1}$,全磷 $1.66 g\cdot kg^{-1}$,水解氮 $55.9 mg\cdot kg^{-1}$,速效磷 $8.10 mg\cdot kg^{-1}$,速效钾 $55.5 mg\cdot kg^{-1}$,pH 6.12,土壤质地为黏壤土。采用小麦-大豆一年一熟轮作制,小麦品种为龙麦35,大豆品种为“黑河43号”,2015年当季作物为小麦,于小麦收获后采土。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验选择其中的8个处理,分别为无肥(CK)、低量化肥(NP)、中量化肥(2NP)、高量化肥(4NP)、麦秸还田(S)、麦秸还田配施低量化肥(S+NP)、麦秸还田配施中量化肥(S+2NP)、麦秸还田配施高量化肥(S+

收稿日期:2019-06-27

基金项目:黑龙江省农业科技创新工程专项(QN006);国家重点研发计划项目(2018YFD020040706)。

作者简介:周鑫(1987-),男,硕士,研究实习员,从事土壤与肥料研究。E-mail:heihezhouxin@163.com。

4MP)。供试肥料:氮肥为尿素(含 N46%),磷肥为重过磷酸钙(含 P_2O_5 46%),麦秸还田量为 $3\ 000\ kg\cdot hm^{-2}$ 。施肥量为 CK:不施肥;N1P1:纯 $N37.5\ kg\cdot hm^{-2} + P_2O_5\ 37.5\ kg\cdot hm^{-2}$;N2P2:纯 $N75\ kg\cdot hm^{-2} + P_2O_5\ 75\ kg\cdot hm^{-2}$;N4P4:纯 $N150\ kg\cdot hm^{-2} + P_2O_5\ 150\ kg\cdot hm^{-2}$ 。由于本地区土壤富钾,于 1979 年设立试验至今一直未向土壤中施用钾肥。小区面积 $212\ m^2$,每区长 20 m,宽 10.6 m,设 3 个裂区,作为 3 次重复。每个重复 5 点采样,混合,采样深度 0~20 cm。

1.2.2 测定项目及方法 腐殖质提取与测定:HA 提取(用于定量):称取土壤,加入蒸馏水(土:水=1:10)70 °C 恒温振荡、离心、过滤,除去水浮物,再加入 $0.1\ mol\cdot L^{-1}$ 的 NaOH+ $Na_4P_2O_7$ (土:液=1:10),70 °C 恒温振荡 1 h,离心、过滤,得到可提取腐殖物质(上清液),用 $0.5\ mol\cdot L^{-1}$ H_2SO_4 调节 pH 为 1.0~1.5,70 °C 下保温 1~2 h,静置 24 h,过滤,沉淀为 HA,用温热的 $0.05\ mol\cdot L^{-1}$ NaOH 溶解 HA 后,HA、FA 和 Hu 含碳量采用重铬酸钾外加热法测定^[11]。

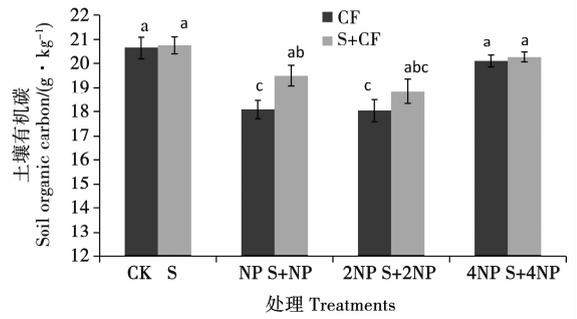
色调系数 ΔlgK 的测定:将 HA 与 FA 稀释到合理的浓度后,用分光光度计分别测量 HA 与 FA 在 400 和 600 nm 的数值,色调系数的计算公式为: $\Delta lgK = lg(400) - lg(600)$ 。

1.2.3 数据分析 数据采用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行数据分析处理,SOC 和腐殖质含量差异显著性分析采用单因素方差分析 LSD 方法进行 5% 水平的差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤有机碳的影响

根据图 1,CF 处理与 CK 处理相比,土壤有机碳减少,有机碳随着化肥施用量增加分别减少了 12.40%,12.59% 和 2.67%。S 处理与 CK 处理相比,土壤有机碳增加了 5.32%。S+CF 处理与 CK 处理相比,土壤有机碳减少,有机碳随着化肥施用量增加分别减少了 5.57%,8.67% 和 1.84%。S+CF 处理与 CF 处理对比(只考虑有化肥施入的处理),有机碳随着化肥施用量的增加分别增加了 7.79%,4.49% 和 0.85%,说明施用化肥使土壤有机碳减少,而秸秆还田使土壤有机碳增加。



不同小写字母差异显著 ($P < 0.05$);CF:化肥;S+CF:麦秸还田配施化肥。下同。

Different lowercase letters indicate significant difference ($P < 0.05$). CF: chemical fertilizer; S + CF: wheat straw with chemical fertilizer. The same below.

图 1 麦秸还田及配施化肥对土壤有机碳的影响
Fig. 1 Effects of straw application and fertilizers application on soil organic carbon

2.2 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤腐殖质含量的影响

2.2.1 HA 含量 由图 2 可知,施用化肥对土壤腐殖质中的 HA 影响不显著;只有 S+4NP 处理中的 HA 含量显著增加,其他处理均不显著。S+4NP 处理中的 HA 比 CK 处理增加了 27.22%,比 4NP 处理增加了 13.56%。

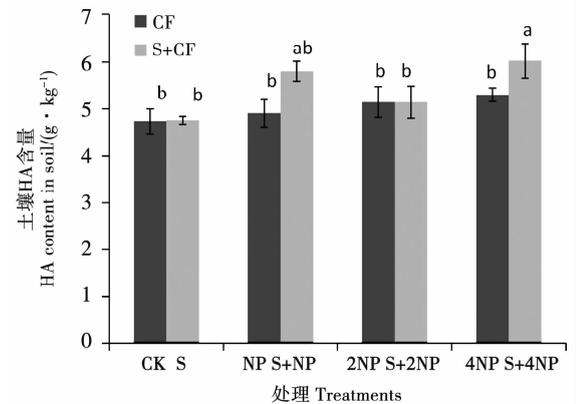


图 2 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤 HA 的影响
Fig. 2 Effects of straw application and fertilizers application on humic acid

2.2.2 FA 含量 由图 3 可知,FA 随着化肥施用量增加分别减少了 4.92%,12.29% 和 3.32%。S 处理与 CK 处理相比,土壤 FA 增加了 4.84%。S+CF 处理与 CK 相比,土壤 FA 随着化肥施用量增加分别减少了 0.42%,8.84% 和增加了 1.47%。S+CF 处理与 CF 处理对比(只考虑有化肥施入的处理),土壤 FA 随着化肥施用量的增加分别增加了 4.75%,3.86% 和 4.95%。根据

FA 变化量可以得出: 施用化肥使土壤 FA 减少, 而秸秆还田使土壤 FA 增加。

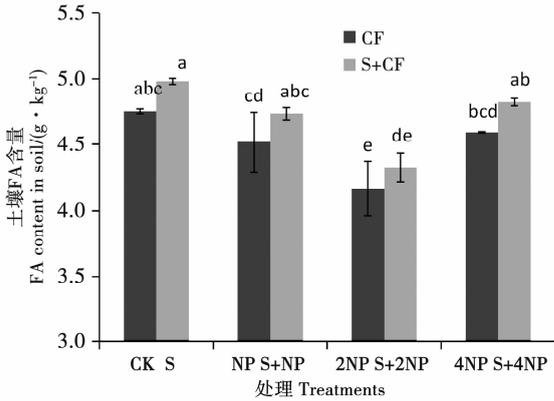


图3 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤 FA 的影响

Fig. 3 Effects of straw application and fertilizers application on fulvic acid

2.2.3 Hu 含量 由图 4 可知, CF 处理与 CK 处理相比, 土壤 Hu 增加, Hu 随着化肥施用量增加分别增加了 0.92%, 4.16% 和 14.99%。S 处理与 CK 处理相比, 土壤 Hu 增加了 7.36%。S+CF 处理与 CK 处理相比, 土壤 Hu 随着化肥施用量增加分别增加了 4.32%, 5.50% 和 8.95%。S+CF 处理与 CF 处理对比(只考虑有化肥施入的处理), 土壤 Hu 随着化肥施用量的增加分别增加了 11.00%, 8.74%, 1.71%。这说明施用化肥和秸秆还田都能使土壤 Hu 增加。

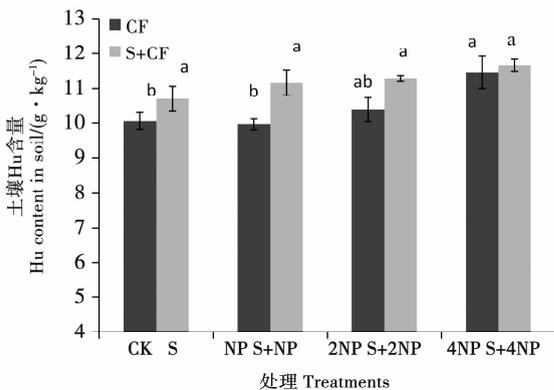


图4 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤 Hu 的影响

Fig. 4 Effects of straw application and fertilizers application on humin

2.3 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤腐殖质 $\Delta\lg K$ 的影响

表 1 是不同处理下 HA 与 FA 的色调系数 $\Delta\lg K$, 色调系数 $\Delta\lg K$ 越大, 腐殖质的结构就越简单, 与 CK 相比, 施用化肥对土壤 HA 的色调系数 $\Delta\lg K$ 影响不显著; 秸秆还田及配施化肥使土壤

HA 的色调系数 $\Delta\lg K$ 增大; 施用化肥对土壤 FA 的色调系数 $\Delta\lg K$ 无影响; 秸秆还田及配施化肥使土壤 FA 的色调系数 $\Delta\lg K$ 增大。

表 1 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤腐殖质 $\Delta\lg K$ 的影响

Table 1 Effects of straw application and fertilizers application on $\Delta\lg K$ of humin

处理 Treatments	HA	FA
CK	0.5704±0.0034 b	1.2041±0.0168 bc
NP	0.5764±0.0013 b	1.1461±0.0518 c
2NP	0.5693±0.0049 b	1.1978±0.0159 bc
4NP	0.5736±0.0039 b	1.2568±0.0179 abc
S	0.5728±0.0001 b	1.3199±0.0081 a
S+NP	0.5939±0.0044 a	1.2040±0.0663 abc
S+2NP	0.5913±0.0052 a	1.2685±0.0376 ab
S+4NP	0.5880±0.0030 a	1.2986±0.0892 ab

注: 不同小写字母差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$).

3 结论与讨论

3.1 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤有机碳的影响

秸秆还田会影响到土壤有机碳的组成与数量^[12], 本研究结果表明施用化肥使土壤有机碳含量下降, 这是由于长期单一施用化肥仅能满足作物生长需要, 而没有对土壤有机碳库进行补充。麦秸的施入使土壤有机碳增加, 在配施化肥的情况下可以缓解土壤有机碳含量的降低, 麦秸还田引入了新的碳源, 使土壤有机碳含量增加, 这与窦森等^[12]研究的结果一致。

3.2 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤腐殖质含量的影响

单施化肥及单一的麦秸还田对暗棕壤 HA 的含量影响不显著, 麦秸还田配施高量化肥时暗棕壤 HA 含量显著增加, 这可能是由于二者的协同作用以及微生物的参与有利于土壤中 HA 的形成或转化。

单施化肥使暗棕壤 FA 的含量降低, 麦秸还田能增加土壤中的 FA; 在相同的化肥施用量下, 麦秸还田可以显著的增加土壤中的 FA。这是由于施入化肥加速了作物的生长活动, 促进了作物对相对活跃的、小分子的 FA 的吸收与利用, 从而使土壤中的 FA 含量下降; 麦秸的施入则可以通

过微生物的活动分解为更多的 FA,使土壤中的 FA 含量增加。

单施化肥对暗棕壤 Hu 影响不大,麦秸还田可使暗棕壤 Hu 显著的增加,麦秸还田处理全部高于未添加麦秸的处理,说明长期的麦秸还田最终使土壤中的腐殖质转变为最为稳定、最惰性的 Hu。

3.3 麦秸还田及配施化肥对暗棕壤腐殖质光学性质的影响

单施化肥对暗棕壤 HA 和 FA 的 $\Delta\lg K$ 影响不显著,麦秸还田使 HA 和 FA 的 $\Delta\lg K$ 显著增加,这说明在麦秸还田之后 HA 与 FA 的结构趋于简单化,长期麦秸还田使土壤 HA 和 FA 趋向结构简单、小分子的方向转化,是 HA 和 FA 更新和活化的表现^[13]。

3.4 结论

与无肥对照相比,长期施化肥降低了土壤有机碳和土壤 FA 有机碳含量,麦秸还田能增加土壤有机碳和土壤腐殖质各组分(HA、FA、Hu)有机碳含量,麦秸还田降低了土壤 HA 与 FA 的 $\Delta\lg K$,使土壤腐殖质中 HA 和 FA 的结构简单化。

参考文献:

- [1] 关松,郭绮雯,刘金华,等.添加玉米秸秆对黑土团聚体胡敏酸数量和质的影响[J].吉林农业大学学报,2017,39(4):437-444.
- [2] 窦森,李艳,关松,等.腐殖物质特异性及其产生机制[J].土壤学报,2016,53(4):821-831.

- [3] 陈亮,赵兰坡,赵兴敏,等.秸秆焚烧对不同耕层土壤酶活性、微生物数量以及土壤理化性状的影响[J].水土保持学报,2012,26(4):118-122.
- [4] 刘定辉,蒲波,陈尚洪,等.秸秆还田循环利用对土壤碳库的影响研究[J].西南农业学报,2008,21(5):1316-1319.
- [5] 窦森.玉米秸秆“富集深还”与土壤亚表层培肥[J].植物营养与肥料学报,2017,23(6):1670-1675.
- [6] 李林,李鹤,秦治家,等.不同施氮水平对草甸黑土有机碳化学稳定性的影响[J].吉林农业大学学报,2014,36(5):595-560.
- [7] 刘书田,窦森,侯彦林,等.中国秸秆还田面积与土壤有机碳含量的关系[J].吉林农业大学学报,2016,38(6):723-732,738.
- [8] Huang Y, Zou J W, Zheng X H, et al. Nitrous oxide emissions as influenced by amendment of plant residues with different C:N ratios[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2004, 36(2):973-981.
- [9] Malhi S S, Lemke R. Tillage, crop residue and N fertilizer effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality and nitrous oxide gas emissions in a second 4-yr rotation cycle[J]. Soil and Tillage Research, 2007, 11(6): 269-283.
- [10] Hong C L, Wei Y Z, Huang J F, et al. Effects of total crop straw return on soil fertility and field ecological environment[J]. Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences), 2003, 29(6):627-633.
- [11] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1981.
- [12] 董珊珊,窦森.玉米秸秆不同还田方式对黑土有机碳组成和结构特征的影响[J].农业环境科学学报,2017,36(2):322-328.
- [13] 窦森,陈恩凤,须湘成,等.施用有机肥料对土壤胡敏酸结构特征的影响——胡敏酸的光学性质[J].土壤学报,1995,32(1):41-49.

Effects of Wheat Straw Application Combined Chemical Fertilizer on Humus in Dark Brown Soil

ZHOU Xin

(Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe 164300, China)

Abstract: In order to study the effect of wheat straw application combined chemical fertilizer on humus in dark brown soil, we have quantitative extraction of humus from long-term fertility experiment of dark brown soil. Includes the following treatment: no fertilizer (CK), fertilizer (NP), double fertilizer (2NP), quadruple fertilizer (4NP), wheat straw application (S), wheat straw application + fertilizer (S+NP), wheat straw application + double fertilizer (S+2NP), wheat straw application + quadruple fertilizer (S+4NP). The results showed that compared with CK, soil organic carbon was decreased by 12.59% with fertilizer, FA was decreased by 12.59% with fertilizer, soil organic carbon was increased by 5.32% with wheat straw application, FA was increased by 4.84% with wheat straw application, HA was increased by 27.22% with wheat straw application, Hu was increased by 11.00% with wheat straw application. This suggested that the long-term fertilizer had reduced soil organic carbon and humus, wheat straw application had increased soil organic carbon and humus. Wheat straw application had reduced $\Delta\lg K$ of HA and FA, it means that the structure of HA and FA becomes simpler.

Keywords: wheat straw application; humic acid; fulvic acid; humin; $\Delta\lg K$