



李伟群,张久明,迟凤琴,等. 秸秆不同还田方式对土壤团聚体及有机碳含量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2019(5):27-30.

秸秆不同还田方式对土壤团聚体及有机碳含量的影响

李伟群¹,张久明¹,迟凤琴¹,匡恩俊¹,李梓瑄^{1,2},杨忠赞^{1,2},刘宝林³,宿庆瑞¹

(1. 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/黑龙江省肥料工程技术研究中心,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 东北农业大学 资源与环境学院,黑龙江 哈尔滨 150030;3. 嫩江中储粮北方农业开发有限公司,黑龙江 嫩江 161400)

摘要:为提高玉米秸秆综合利用率,本文采用小区试验方法,研究连续5年不同秸秆还田方式对土壤化学性质、土壤团聚体比例及有机碳含量和玉米产量的影响。结果表明:秸秆连续还田后较对照明显增加土壤有机质含量和土壤 pH。秸秆还田处理较对照增加土壤 >2.00 mm 和 $0.25\sim 2.00$ mm 团聚体粒级含量,其中秸秆全量还田处理的 >2.00 mm 粒级团聚体比例较对照提高 38.0%;秸秆全量还田除 <0.053 mm 土壤团聚体有机碳含量均较对照降低,其余均增加;秸秆 1/2 还田可以有效增加土壤大团聚体粒级含量(>0.25 mm),提高 >0.053 mm 粒级团聚体中有机碳含量,明显提高玉米产量。由此可知,秸秆还田后有效改善土壤结构,增强通气与保水能力,提高土壤团聚体的稳定性,并增加土壤有机碳含量和改善土壤团聚体结构,并提高作物产量。

关键词:秸秆还田;土壤团聚体;土壤结构;土壤有机碳

土壤有机碳在土壤团聚体形成过程中起到胶结作用,土壤团聚体稳定性受土壤结构以及有机物的影响,土壤团聚体与土壤有机碳含量具有正相关性^[1]。添加秸秆能够改变土壤团聚体中有机碳的分布,相应增加土壤各级团聚体中有机碳的含量,尤其是大团聚体^[2]。孙汉印等^[3]对不同秸秆还田模式下水稳性团聚体有机碳的分布研究表明,秸秆还田显著增加 >2.000 mm 和 $0.053\sim 0.250$ mm 团聚体含量,而 <0.053 mm 微团聚体含量则明显降低,并且秸秆还田促进了大团聚体中有机碳的增加。增加外源有机物料的投入是维持和提高土壤有机质水平以及改善土壤结构的重要措施。科学的秸秆还田不仅可以缓解我国土壤退化的问题,还能提高我国土壤的固碳潜力,减轻因焚烧产生的环境污染。因此,本研究通过秸秆覆盖和耕层混拌两种还田方式,研究玉米秸秆不同量还田后对黑土团聚体组成及有机碳含量的影响,为提高玉米秸秆综合利用率、建立合理大豆-玉米轮作体系提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试作物为玉米品种德美亚 2 号。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验地点为嫩江中储粮北方公司科技园区,试验开始于 2012 年,土壤样品采集于 2017 年秋季收获后,在调节秸秆 C/N 的基础上施肥量与当地测土施肥一致,玉米秸秆秋季采用机械还田。试验包括玉米秸秆覆盖和秸秆耕层混拌还田两种方式,共设 6 个处理:处理 1 为根茬还田(对照);处理 2 为秸秆全量还田;处理 3 为秸秆半量还田(隔垄还);处理 4 为秸秆量 1/3 还田(3 垄还 1 垄);处理 5 为秸秆全量还田+腐解菌;处理 6 为秸秆覆盖(与耕作技术处理共用)^[4]。试验小区:每个处理 6 条垄,10 m 长,3 次重复,小区面积为 $6\times 10\times 0.65\text{ m}=39\text{ m}^2$ 。土壤基本性状:有机质 $45.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全氮(N) $2.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全磷(P_2O_5) $2.0\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全钾(K_2O) $22.7\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮(N) $211.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效磷(P_2O_5) $78.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾(K_2O) $226.7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH 5.49。

1.2.2 测定项目及方法 土壤养分:土壤养分含量采用常规分析方法测定^[5];土壤有机碳含量采用 TOC 自动分析仪测定;土壤团聚体分级采用干筛法,将采集的新鲜土壤样品风干至含水量

收稿日期:2018-12-07

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0200407,2016YFD0300806);国家自然科学基金(41771284);中央引导地方科技发展专项(ZY18A04)。

第一作者简介:李伟群(1980-),男,硕士,助理研究员,从事土壤肥力研究。E-mail:lwqun@126.com。

8%左右后,过 5 mm 土筛,大土块轻压过筛,同时去除植物碎片,每次称取 100 g 风干土至于套筛中,利用筛分仪进行团聚体分级,在 1.50 mm 振幅下震动 2.00 min,将团聚体分为 4 个粒级,即>2.000 mm,2.000~0.250 mm,0.250~0.053 mm,<0.053 mm^[6]。

1.2.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2007 和 SPSS 20.0 软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田对土壤养分性状的影响

由表 1 可知,秸秆还田不同处理土壤有机质较对照增加,处理 5 最高,较对照提高 3.9%,其次是处理 3,较对照增加 2.5%;各秸秆还田处理全量养分较对照均不同程度增加,全氮含量以处理 5 增加最多;速效养分变化不规律;pH 各处理均较对照提高。说明进行秸秆还田不仅可以增加

土壤有机质含量,还可以调节土壤 pH。

2.2 秸秆还田对土壤团聚体及有机碳含量的影响

由图 1 可知,将秸秆还田的不同处理土壤(0~20 cm)进行团聚体颗粒分级,连续 5 年秸秆还田后,各处理较对照明显增加土壤中>2.000 mm和 0.250~2.000 mm 粒级团聚体相对含量,秸秆全量还田处理的>2.000 mm 团聚体粒级的比例较对照提高 38.0%,其次是秸秆覆盖处理较对照提高 15.1%。土壤 0.250~2.000 mm团聚体粒级为全量还田+腐解剂处理含量最高,为58.8%,较对照提高 27.7%;其次是秸秆 1/2 还田和秸秆覆盖处理,分别较对照提高 18.8%和11.4%。结果表明,逐年秸秆全量还田可以增加土壤大团聚体相对含量(>0.250 mm),其次是秸秆覆盖和 1/2 还田处理。

表 1 秸秆还田措施对土壤化学性质的影响
Table 1 Effect of straw returning on soil chemical properties

处理 Treatments	有机质 Organic matter/ (g·kg ⁻¹)	全氮 Total nitrogen/ (g·kg ⁻¹)	全磷 Total phosphorus/ (g·kg ⁻¹)	全钾 Total potassium/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮 Alkali hydrolysable nitrogen/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷 Effective phosphorus/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾 Quick acting potassium/ (mg·kg ⁻¹)	pH
1 根茬还田(CK)	43.4	2.28	2.08	26.9	223.5	24.1	182.0	5.97
2 秸秆全量还田	44.2	2.32	2.11	27.6	227.1	23.6	201.0	6.01
3 秸秆 1/2 还田	44.5	2.29	2.06	27.3	234.3	22.3	162.0	6.11
4 秸秆 1/3 还田	44.0	2.37	2.20	27.2	254.2	24.8	174.0	6.02
5 秸秆全量还田+腐解剂	45.1	2.40	2.18	25.8	245.1	24.3	167.0	6.03
6 秸秆覆盖	43.5	2.32	2.22	27.1	198.3	24.3	197.0	6.25

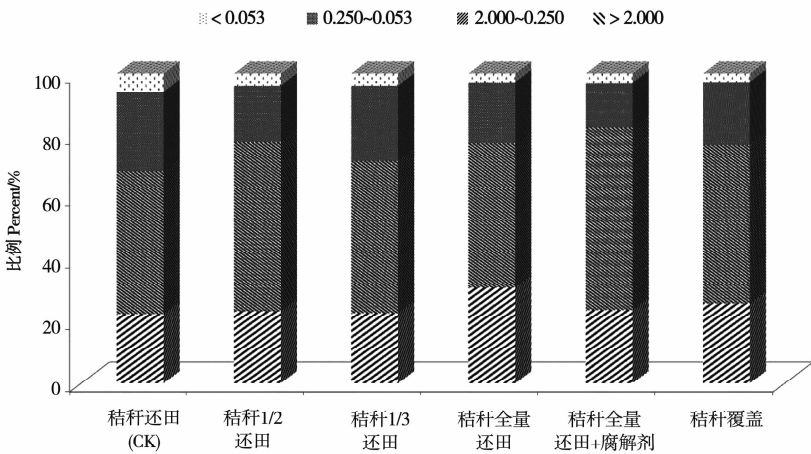


图 1 各粒级团聚体在土壤中的比例
Fig. 1 Percentage of aggregates of various grades in soil

各处理团聚体中有机碳含量因粒级而异。各处理中随土壤团聚体直径增大,有机碳含量呈现出逐渐增加的趋势。秸秆全量还田除<0.053 mm的团聚体粒级含量较对照下降外,各粒级有机碳含量较对照有不同程度增加,提高幅度为3.2%~8.4%,其中在0.053~0.250 mm粒级增加幅度最大。秸秆1/2还田处理较对照在>2.000 mm、0.250~2.000 mm和0.053~0.250 mm粒级有机碳含量增加,提高幅度分别为6.3%,1.9%,27.2%;秸秆1/3还田处理土壤团聚体只有0.053~0.250 mm粒级含量较对照提高25.1%,其余处理较对照降低;秸秆覆盖处理与对照各粒级团聚体中有机碳含量基本相同,秸秆全量还田+腐解剂处理在>2.000 mm和0.053~0.250 mm两个粒级有机碳含量有所增加,但增加较小,其他两个粒级基本相同。

2.3 秸秆还田对玉米产量的影响

由表2可知,秸秆还田不同处理较对照产量增加,综合分析4年的平均产量显示,秸秆1/2还田和1/3还田较对照产量分别提高12.61%

和12.02%,秸秆全量还田较对照增加4.53%,秸秆全量还田添加腐解剂处理和秸秆覆盖处理较对照产量增加7.52%和4.48%。各处理产量综合表现为1/2还田>秸秆1/3还田>秸秆全量还田+腐解剂>秸秆全量还田>秸秆覆盖>根茬还田(对照)。

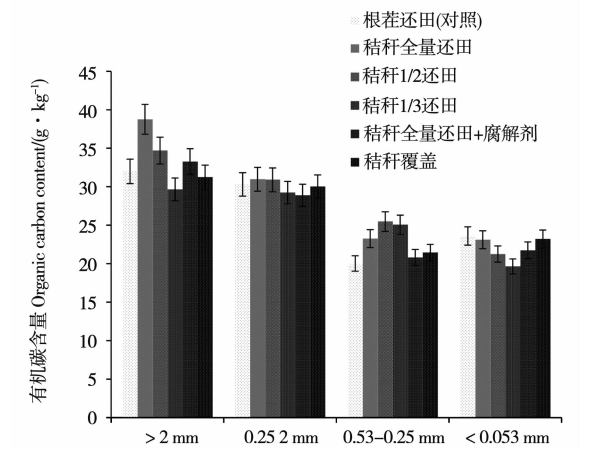


图2 土壤各粒级团聚体中有机碳含量
Fig. 2 Content of organic carbon in soil aggregates

表2 秸秆还田处理对产量影响
Table 2 Effect of straw returning treatments on yield

处理 Treatments	产量 Yield/(kg·hm ²)					增产 Increment/%
	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均 Average	
1 根茬还田(CK)	9628	7154	5594	9944	8080	-
2 秸秆 1/2 还田	11103	8692	6299	10305	9099	12.61
3 秸秆 1/3 还田	11321	8487	6355	10040	9051	12.02
4 秸秆全量还田	9667	7833	6148	10136	8446	4.53
5 秸秆全量还田+腐解剂	10333	7590	6256	10572	8688	7.52
6 秸秆覆盖	10372	7615	5706	10074	8442	4.48

3 结论与讨论

秸秆还田可以改善土壤结构,增加土壤养分,但秸秆还田方式和还田量的不同必然会影响土壤结构以及土壤养分状况。本研究通过连续5年实施玉米秸秆覆盖和不同量耕层混拌还田后调查土壤养分、土壤团聚体含量以及团聚体中各粒级有机碳含量变化,结果表明,进行秸秆还田不仅可以增加土壤中有机质的含量,还可以调节土壤pH,原因是有机质的组成主要是腐殖质等,其成分能有效的吸附土壤中的正负离子,土壤腐殖质可以作为酸碱缓冲剂,从而进行调节土壤酸碱度。汪军等^[7]研究结果表明,稻田连续秸秆还田后提高

土壤有机质含量,可以调节土壤pH,同时增加土壤速效氮、速效磷、速效钾等养分含量。

相关研究结果显示,施用有机肥(栏肥、秸秆)或有机无机配施可以显著提高稻田土壤中>2.00 mm和2.00~0.25 mm水稳定性大团聚体的含量,有效改善土壤结构增强通气与保水能力,提高土壤团聚体的稳定性^[8-9]。本研究结果表明,逐年秸秆全量还田可以增加土壤大团聚体相对含量(>0.25 mm),其次是秸秆覆盖和秸秆1/2还田处理。秸秆1/2还田可以明显提高玉米产量,并增加土壤有机碳含量和改善土壤团聚体结构。

参考文献:

- [1] Barthes B, Roose E. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion validation at several levels[J]. Catena, 2002, 47: 133-149.
- [2] Sun H, Ji Q, Wang Y, et al. The distribution of water-stable aggregate-associated organic carbon and its oxidation stability under different straw returning modes[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2012, 31: 369-376.
- [3] 孙汉印, 姬强, 王勇, 等. 不同秸秆还田模式下水稳性团聚体有机碳的分布及其氧化稳定性研究[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(2): 369-376.
- [4] 张久明, 迟凤琴, 匡恩俊, 等. 秸秆不同方式还田对土壤理化性质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2016(9): 30-34.
- [5] 鲍士旦. 土壤农业化学分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [6] Cambardella C A, Elliott E T. Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated and native grassland soils[J]. Soil Science Society of America Journal, 1993, 57(4): 1071-1076.
- [7] 汪军, 土德建, 张刚, 等. 连续全量秸秆还田与氮肥用量对农田土壤养分的影响[J]. 水土保持学报, 2010, 24(5): 40-44.
- [8] 毛霞丽, 陆扣萍, 何丽芝, 等. 长期施肥对浙江稻田土壤团聚体及其有机碳分布的影响[J]. 土壤学报, 2015, 52(4): 828-838.
- [9] 刘世平, 张洪程, 戴其根, 等. 免耕套种与秸秆还田对农田生态环境和小麦生长的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(2): 393-396.

Effects of Different Straw Returning Methods on Soil Aggregate and Organic Carbon Content

LI Wei-qun¹, ZHANG Jiu-ming¹, CHI Feng-qin¹, KUANG En-jun¹, LI Zi-xuan^{1,2}, YANG Zhong-zan^{1,2}, LIU Bao-lin³, SU Qing-rui¹

(1. Soil Fertilizer and Environment Resources Institute, Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences/Key Laboratory of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province/Heilongjiang Fertilizer Engineering Technology Research Center, Harbin 150086, China; 2. College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 3. Nenjiang North China Grain Storage Development Limited Company, Nenjiang 161400, China)

Abstract: In order to improve the comprehensive utilization rate of corn straw, in this paper, plot experiment method was used to study the effects of different straw returning methods on soil chemical properties, soil aggregate ratio, organic carbon content and maize yield for five consecutive years. The results showed that after continuous straw returning, soil organic matter content and soil pH were significantly increased compared with the control. The straw returning treatment made the soil have higher content of aggregate in grain size of >2.000 mm and $0.250-2.000$ mm of soil compared with the control, and the proportion of aggregate in >2.000 mm with the total straw mulching treatment was increased by 38.0% compared with the control. The organic carbon content of soil aggregates in <0.053 mm was lower than that of the control in total straw mulching, and the rest was higher. Straw 1/2 returning to the field can effectively increase the grain size content of soil large aggregate (>0.250 mm), increase the organic carbon content of aggregate in grain size of >0.053 mm, and significantly increase the yield of corn. Therefore, straw mulching can effectively improve soil structure, enhance ventilation and water retention capacity, improve the stability of soil aggregates, increase soil organic carbon content and improve soil aggregates structure, and improve crop yield.

Keywords: straw returning; soil aggregates; soil structure; soil organic carbon

欢迎关注本刊微信公众号

