

# 不同耕作方式下黑土团聚体养分变化

宋秀丽

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为研究不同耕作方式对不同粒级土壤肥力的影响,设置免耕秸秆覆盖、深松秸秆还田、露天免耕、深松秸秆点烧和传统耕作5个处理,测定不同粒级上养分变化。结果表明:保护性耕作在各个粒径上都提高了有机质、全氮、全磷、速效氮、速效磷和速效钾含量。全磷和碱解氮含量在 $>2.00$  mm团聚体上增加幅度较大,速效钾含量在 $<0.25$  mm团聚体上增加幅度较大。随土壤团聚体的减小,保护性耕作各粒级团聚体有机质、全氮、全磷、碱解氮和速效磷有增大的趋势,但幅度各不相同。速效钾变化无明显规律。

**关键词:**黑土;养分;保护性耕作;粒级

**中图分类号:**S158

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)10-0030-04

很多研究表明,随着农业的发展,人类农业活动愈加明显地影响土壤有机碳储量,农业管理措施对土壤有机碳具有一定的影响。土壤团聚体的形成不仅受自然过程影响,也受人类活动影响,如土地利用方式、耕作干扰、有机肥施用以及种植制度和轮作体系等均会对土壤结构体的形成产生深刻影响<sup>[1-3]</sup>。因此,确定不同农业管理措施对土壤有机碳的影响及作用机理有着积极的意义。

在土壤肥力研究中,常采用土壤养分含量、土壤结构、土壤生化过程或土壤某些理化性质等指标,从不同角度反映土壤肥力。该文从不同土壤耕作方式下不同土壤粒级养分变化的研究着手,探索不同耕作方式对不同粒级土壤团聚体养分的影响。试图充分利用保护性耕作来改善土壤肥力,继而维持和提高土壤中碳库储量,对于黑龙江省的土壤保护与提高优质高效农业大省的持续发展目标具有重大的现实意义和长远意义。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验地为九三农场,主要耕作土壤为黑土,气候条件属于寒温带大陆性季风气候,年平均气温 $-0.2^{\circ}\text{C}$ ,降水量约472 mm,无霜期95~115 d。

### 1.2 材料

试验选择成土条件和地形部位等参数基本一致的农田黑土。

### 1.3 方法

试验设免耕秸秆覆盖、深松秸秆还田、露天免

耕、深松秸秆点烧和传统耕作共5个处理,记为处理1~处理5。每个处理选取5个地块,每个样地取土30个点混匀,取样采用混合样品采集的原则,指标检测做3次重复取平均值。

土壤碱解氮含量测定用碱解扩散法;土壤速效磷含量测定用 $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ NaHCO}_3$ 浸提-钼锑抗比色法;土壤速效钾含量测定用 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 醋酸铵浸提-火焰光度计法;土壤有机质含量测定用高温外加热重铬酸钾氧化-容量法;全氮含量测定用开氏消煮法;全磷含量测定用酸容-钼锑抗比色法<sup>[4]</sup>。

不同粒级:干筛法(萨维诺夫法)将土样分成 $>5.00$ 、 $2.00\sim 5.00$ 、 $1.00\sim 2.00$ 、 $0.50\sim 1.00$ 、 $0.25\sim 0.50$ 及 $<0.25$  mm的团聚体。深度为0~20 cm耕层土壤。

利用LSD检验处理间的差异显著性。用Excel和DPS进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同耕作方式下的黑土团聚体有机质含量

由图1可知,保护性耕作方式下各粒级团聚体有机质含量均有所升高。 $>5.00$  mm团聚体有机质含量表现为免耕秸秆覆盖(处理1) $>$ 深松秸秆还田(处理2) $>$ 露天免耕(处理3) $=$ 深松秸秆点烧(处理4) $>$ 传统耕作(处理5)。 $2.00\sim 5.00$  mm团聚体有机质含量以深松秸秆覆盖最高,露天免耕次之。 $0.50\sim 1.00$  mm团聚体有机质含量以深松秸秆覆盖最大,各粒级土壤团聚体均以传统耕作最小。

免耕秸秆覆盖(处理1)和深松秸秆还田(处理2)对有机质含量的影响在 $>0.25$  mm粒级上表现得较好,特别是在 $>5.00$  mm、 $1.00\sim$

收稿日期:2014-05-19

作者简介:宋秀丽(1984-),女,黑龙江省富锦市人,硕士,助理研究员,从事土壤肥力及水土保持研究。E-mail: songxiuli5251@163.com。

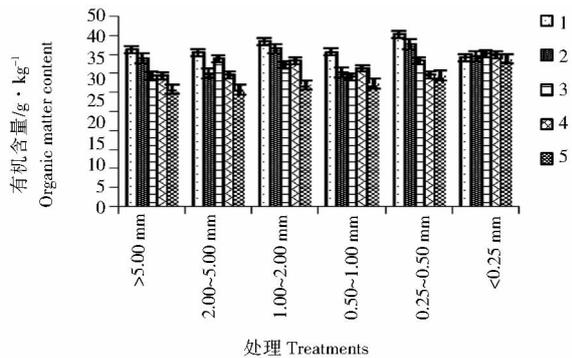


图1 不同耕作方式下的黑土团聚体有机质含量  
Fig. 1 Organic matter content of soil aggregate under different tillage types

2.00 mm和 0.25~0.50 mm 团聚体上提高的最多。露天免耕(处理3)和深松秸秆点烧(处理4)耕作方式下各粒级土壤团聚体有机质含量都有所提高,但效果不明显。在<0.25 mm 粒级团聚体上保护性耕作未达到预期效果。

保护性耕作与传统耕作相比,增高了>1.0 mm团聚体有机质含量,并使其各粒级有机质含量相当。而传统耕作方式下各粒级团聚体有机质含量随着土壤团聚体的减小逐渐增大。

## 2.2 不同耕作方式下的黑土团聚体全氮含量

由图2可知,保护性耕作与传统耕作方式相比各级团聚体全氮含量均高于传统耕作方式下土壤全氮含量。在>2.00 mm 团聚体上保护性耕作全氮含量相当。1.0~2.0 mm 团聚体上深松秸秆还田(处理2)和深松秸秆点烧(处理4)全氮含量较高。0.50~1.00 mm 和 0.25~0.50 mm 团聚体上免耕秸秆覆盖(处理1)和深松秸秆点烧(处理4)全氮含量较高。>0.25 mm 粒级中4种保护性耕作效果相近,未有明显差别;<0.25 mm 团聚体全氮含量表现为免耕秸秆

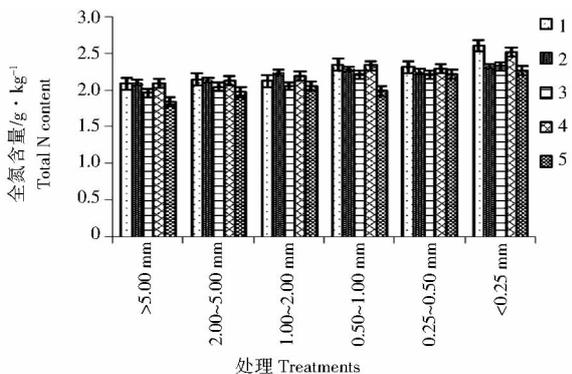


图2 不同耕作方式下的黑土团聚体全氮含量  
Fig. 2 Total nitrogen content of soil aggregate under different tillage types

覆盖(处理1)>深松秸秆点烧(处理4)>深松秸秆还田(处理2),免耕秸秆覆盖和深松秸秆还田全氮含量相差 $0.34 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

## 2.3 不同耕作方式下的黑土团聚体全磷含量

由图3可知,保护性耕作与传统耕作相比,各团聚体全磷含量均有所升高,且在>1.00 mm 粒级上提高的更多。其中免耕秸秆覆盖(处理1)最好,其次是深松秸秆还田(处理2),再次是深松秸秆点烧(处理4),露天免耕(处理3)和传统耕作(处理5)在各粒级团聚体上全磷含量相近,差值较小。在>1.00 mm 团聚体上保护性耕作与传统耕作全磷含量差值大于<1.00 mm 团聚体全磷含量的差值。

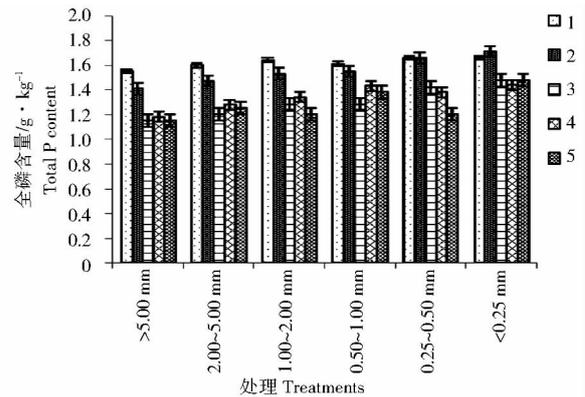


图3 不同耕作方式下的黑土团聚体全磷含量  
Fig. 3 Total phosphorus content of soil aggregate under different tillage types

## 2.4 不同耕作方式下的黑土团聚体速效养分含量

由图4~图6可知,不同团聚体总体表现为露天免耕(处理3)碱解氮含量较高。>5.00 mm 团聚体上免耕秸秆覆盖(处理1)碱解氮含量最大,深松秸秆还田(处理2)碱解氮含量最小。

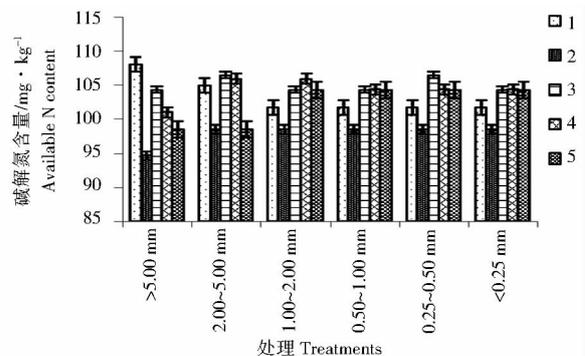


图4 不同耕作方式下的黑土团聚体碱解氮含量  
Fig. 4 Alkali-soluble nitrogen content of soil aggregate under different tillage types

2.00~5.00 mm团聚体上,露天免耕(处理3)碱解氮含量最大,传统耕作(处理5)碱解氮含量最小。0.50~1.00 mm和1.00~2.00 mm团聚体,深松秸秆点烧(处理4)碱解氮含量最大,深松秸秆还田(处理2)碱解氮含量最小。0.25~0.50 mm团聚体上露天免耕(处理3)碱解氮含量最大,深松秸秆还田(处理2)碱解氮含量最小。免耕秸秆覆盖(处理1)随着团聚体的减小碱解氮含量也有减小的趋势,传统耕作(处理5)随着团聚体的减小碱解氮含量有增大趋势,其它处理无明显变化趋势。

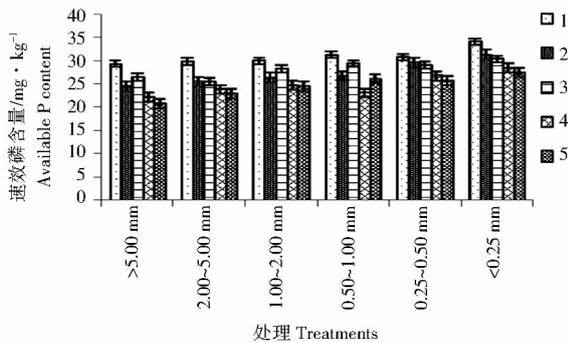


图5 不同耕作方式下的黑土团聚体速效磷含量

Fig. 5 Available phosphorus content of soil aggregate under different tillage types

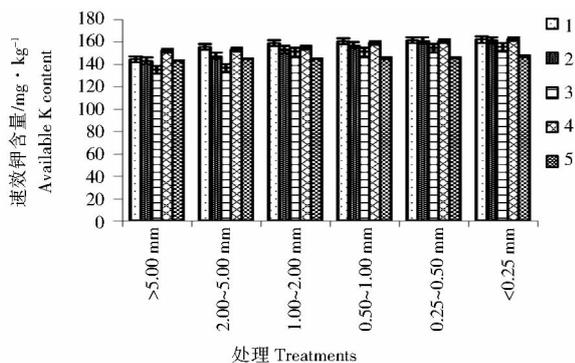


图6 不同耕作方式下的黑土团聚体速效钾含量

Fig. 6 Available potassium content of soil aggregate under different tillage types

>0.50 mm团聚体速效磷含量表现为:免耕秸秆覆盖(处理1)最大,依次为露天免耕(处理3)、深松秸秆还田(处理2),传统耕作(处理5)最小。0.25~0.50 mm和<0.25 mm团聚体速效磷含量表现为:免耕秸秆覆盖(处理1)最大,依次是深松秸秆还田(处理2)、露天免耕(处理3),传统耕作(处理5)最小。不同耕作方式下土壤速效磷含量随着团聚体粒级的减小有增大的趋势。

保护性耕作与传统耕作相比总体上提高了速效钾含量,>5.00 mm团聚体速效钾含量以深松

秸秆点烧(处理4)最大,露天免耕(处理3)最小。<5.00 mm团聚体速效钾含量以免耕秸秆覆盖(处理1)最大,深松秸秆点烧(处理4)次之,传统耕作(处理5)最小。

### 3 结论与讨论

保护性耕作可以增加大土壤团聚体有机质含量,使其有机质含量在各个团聚体上分布较均匀。试验从另一方面验证了王勇等研究结论,即小团聚体上沉积着芳构化度较高的有机质,大团聚体上是芳构化低的易分解的有机质<sup>[4]</sup>。这样土地在开垦后由于人为耕作和植物吸收就会使大团聚体上的养分含量不断贫瘠,保护性耕作可以补充大团聚体上的养分损失量。保护性耕作措施有利于土壤有机质的积累,而传统耕作下的土壤有机质含量水平则较低,这可能是由于传统耕作翻耕引起土壤的扰动,破坏了土壤团聚结构,通气性增加,使作物残体和土壤充分接触,加速了有机质的矿化分解,同时又没有及时补充外源有机物,从而使得传统耕作处理的有机质含量较低。免耕处理由于减少了翻耕作业,降低了对土壤的扰动,创造了良好的土壤环境,降低了土壤中有机质的矿化速度,从而使得土壤中有机质含量较高<sup>[5-10]</sup>。

在不同保护性耕作下团聚体全氮含量随着土壤团聚体粒级的减小而增加。在不同直径团聚体中全氮含量分布以及在不同耕作方式的变化规律与有机质有很大相似性,这种效应是受有机质中有机氮含量的影响。杨小红等研究表明团聚体中有机质与全氮含量呈正相关关系,均符合线性相关,并且有机质与全氮含量相关系数都达到了显著水平。氮素与有机质有着密切的关系。氮素主要以有机态形式存在有机质中<sup>[10-12]</sup>。

保护性耕作措施在各团聚体上磷含量变化相对于传统耕作较小。免耕秸秆覆盖和深松秸秆还田各团聚体上全磷含量相当。露天免耕、深松秸秆点烧和传统耕作各团聚体上全磷含量相近,并且随着团聚体粒级的减小3种处理的全磷含量呈增大的趋势。说明保护性耕作不仅提高了土壤磷含量而且改善了土壤磷素分布。在实施保护性耕作土壤样品中,由于补充了大量碳源,有机质含量有所增加。磷含量也表现出土壤有机质含量较高时各团聚体磷素含量相当,当土壤由于开垦耕作影响有机质含量下降时,磷含量表现为随团聚体直径减小有微弱升高趋势<sup>[13-16]</sup>。

保护性耕作总体在各个团聚体上都提高了土壤速效养分含量。其中保护性耕作与传统耕作相

比,碱解氮含量在大团聚体上增加幅度较大,速效磷各团聚体效果相近,而速效钾含量在 $< 2.00$  mm团聚体上增加幅度较大。不同耕作方式碱解氮、速效磷和速效钾含量的变化在各个团聚体上增长的速度不同,这与有机质含量及类型是不可分割的。保护性耕作在各个粒级团聚体上基本都提高了有机质、全氮、全磷、速效氮、速效磷和速效钾含量。

在有机质指标上表现为免耕秸秆覆盖 $>$ 深松秸秆还田 $>$ 露天免耕 $=$ 深松秸秆点烧 $>$ 传统耕作。说明了保护性耕作在一定程度上可以提高土壤养分。免耕秸秆覆盖和深松秸秆还田对有机质的影响在 $>0.25$  mm粒级上表现得较好,特别是在 $>5.00$ 、 $1.00\sim 2.00$ 、 $0.25\sim 0.50$  mm团聚体上提高的最多。保护性耕作与传统耕作相比使 $>1.00$  mm团聚体上的有机质含量增高了,使其各粒级团聚体有机质含量相当。而传统耕作各个团聚体有机质含量随着土壤团聚体的减小逐渐增大,说明保护性耕作改变土壤质量是从各个粒级上共同提高土壤肥力的。

全磷和碱解氮含量在 $>2.00$  mm团聚体上增加幅度较大,速效钾含量在 $<0.25$  mm团聚体上增加幅度较大。保护性耕作,均出现随土壤团聚体的减小,有机质、全氮、全磷、碱解氮和速效磷含量有增大的趋势。

#### 参考文献:

- [1] 李阳兵,杨霞,宋晓利.岩溶生态系统土壤非保护性有机碳含量研究[J].农业环境科学学报,2006(2):402-406.
- [2] 毛艳玲,杨玉盛,邹双全,等.土地利用变化对亚热带山地红壤团聚体有机碳的影响[J].山地学报,2007,25(6):706-713.

- [3] 吴建国,张小全,王彦辉,等.土地利用变化对土壤物理组分中有机碳分配的影响[J].林业科学,2002,38(4):19-29.
- [4] 王勇,姬强,刘帅,等.耕作措施对水稳性团聚体及有机碳分布影响[J].农业环境科学学报,2012,31(7):1365-1373.
- [5] 樊军,郝明德.黄土高原旱地轮作与施肥长期定位试验研究 I 长期轮作与施肥对土壤酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报,2003,9(1):9-13.
- [6] 史瑞和,鲍士旦,秦怀英,等.土壤农化分析[M].北京:农业出版社,1980.
- [7] 武天云,JEFF J S,李凤民,等.耕作对黄土高原和北美大草原三种典型农业土壤有机碳的影响[J].应用生态学报,2003,14(12):2213-2218.
- [8] 王晓凌,李凤民.苜蓿草地与苜蓿-作物轮作系统土壤微生物量与土壤轻组碳氮研究[J].水土保持学报,2006(4):132-142.
- [9] 王芸,韩宾,史忠强,等.保护性耕作对土壤微生物特性及酶活性的影响[J].水土保持学报,2006,20(4):120-122,142.
- [10] 杨小红,董云社,齐玉春.草地生态系统土壤氮转化过程研究进展[J].中国草地,2004,26(2):54-62.
- [11] 王琳,欧阳华,周才平.贡嘎山东坡土壤有机质及氮素分布特征[J].地理学报,2004,59(6):1012-1019.
- [12] 章明奎,何振立.成土母质对土壤团聚体形成的影响[J].热带亚热带土壤科学,1997,6(3):198-202.
- [13] Albiach R,Canet R,Pomanes F,et al. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to horticultural[J]. Soil. Biore Technol,2000,75(1):43-48.
- [14] Barea J M. Vesicular-arbuscular mycorrhizal as modify of soil fertility[J]. Advance Soil Science,1991,15:1-10.
- [15] Bettina J, Tamon Y, Bernard L, et al. I Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use [J]. Geoderma, 2005, 128: 63-79.
- [16] Birgitte Neergaard, Leif Petersen. Influence of arbuscular mycorrhizal fungions on soil structure and aggregate stability of vertisol[J]. Plant and Soil, 2000, 218: 173-183.

## Nutrient Change of Soil Aggregates Under Different Reclamation

SONG Xiu-li

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161000)

**Abstract:** In order to study the effect of different reclamation on soil fertility, five treatments were set up including no tillage with straw cover, Fukamatsu straw, open no tillage, straw burning Fukamatsu point and conventional tillage. Nutrient change at different particle size was determined. The results showed that conservation tillage in various particle sizes increased organic matter, total nitrogen, total phosphorus, available nitrogen, available phosphorus and available potassium content. Total phosphorus, available nitrogen in aggregates  $> 2.00$  mm increased greatly, available potassium in aggregates  $< 0.25$  mm increased greatly. Conservation tillage appeared increasing tendency with the decreasing of soil aggregates, organic matter, total nitrogen, total phosphorus, available nitrogen, available phosphorus, but the magnitude of each are not identical. available potassium had no obvious change.

**Key words:** black soil; nutrient; conservation tillage; grain size