

不同开垦年限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:土壤团聚体养分含量是衡量土壤肥力的重要指标,比较研究了不同开垦年限不同粒级团聚体养分含量。结果表明:除全磷含量和碱解氮含量外,各粒级团聚体土壤养分含量均为未开垦土地最高,表现为随开垦时间的增加,团聚体土壤养分含量下降。 $2.0\sim 5.0\text{ mm}$ 和 $<0.25\text{ mm}$ 团聚体土壤全磷含量以未开垦土地最高,其它粒级团聚体土壤全磷含量以开垦40 a土地最高。各粒级团聚体土壤碱解氮含量以开垦40 a土地最高,未开垦土地碱解氮含量最低。不同开垦年限土壤酸度差异不大。

关键词:不同开垦年限;不同粒级;团聚体;养分含量

中图分类号:S158.2

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)09-0018-05

国内外土壤学者已对土壤团聚体与土壤肥力进行了较多的研究,目前基本上明确了土壤中各级团聚体的作用及其对土壤肥力的影响。周振方等研究了不同翻耕措施和氮肥对土壤团聚体分布及结合态碳、氮的影响,表明被大团聚体保护的不稳定性碳、氮含量大团聚体明显高于微团聚体^[1]。陈恩凤等对我国主要土壤的肥力进行了较为深入的研究,认为土壤微团聚体对土壤理化及生物学性质具有多方面的作用,而不同粒级的微团聚体所起的作用又各不相同,它们密切影响土壤肥力水平的高低^[2]。该研究选取我国东北样带不同开垦年限土壤,比较研究了不同开垦年限土壤不同粒级土壤养分含量,为改善土壤肥力提供理论依据,对治理黑土肥力退化问题产生积极的作用。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2010年在九三农场红丰分场进行,九三农垦区位于松嫩平原过渡的漫岗丘陵地带,属东北高寒纬度黑土带,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°C ,降水量472 mm左右,无霜期95~115 d。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。

共选取5个样地,即未开垦的土样(对照)、开垦2 a、开垦5 a、开垦15 a及开垦40 a。

土样取自0~20 cm耕层土壤。未开垦的土样取自九三农场从未耕作过的边角荒地,取5点土样混匀为未开垦的土样。不同开垦年限土样来自档案调查取自不同开垦年限地块,每地块取5点土样,混匀后备用。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 将不同开垦年限样地风干土样用干筛法(萨维诺夫法)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 $<0.25\text{ mm}$ 的团聚体。

1.2.2 测定项目与方法 土壤碱解氮含量的测定采用碱解扩散法;土壤速效磷含量的测定采用 $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 浸提-钼锑抗比色法;土壤速效钾含量的测定采用 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 醋酸铵浸提-火焰光度计法;土壤pH的测定采用电位计法;土壤有机质含量的测定采用高温外加热重铬酸钾氧化-容量法。全氮含量的测定采用开氏消煮法;全磷含量的测定采用酸溶-钼锑抗比色法。

1.2.3 数据分析 每个处理重复测定3次,通过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 不同开垦年限黑土团聚体有机质含量

从图1可看出,随开垦年限的延长,各粒级土壤团聚体有机质含量总体呈递减趋势,不同团聚体有机质含量均以未开垦土样最大。不同开垦年限 $>5.00\text{ mm}$ 和 $0.25\sim 0.50\text{ mm}$ 土壤团聚体有

收稿日期:2014-05-05

基金项目:寒地黑土保护与利用黑龙江省高校重点实验室开放基金资助项目(ht2012-08)

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。

机质含量差异显著。 >5.00 mm 土壤团聚体在开垦 40 a 时有机质含量下降最多; $2.00 \sim 5.00$ mm 土壤团聚体在开垦 2 a 和开垦 40 a 有机质含量下降最多; $1.00 \sim 2.00$ 、 $0.50 \sim 1.00$ 和 <0.25 mm 土壤团聚体在开垦 15 a 有机质含量下降幅度较大。 $0.50 \sim 1.00$ mm 团聚体在开垦 40 a 时有机质含量相对开垦 15 a 有所增加, 这可能是因为土壤开垦后人为扰动破坏了土壤结构, 使大团聚体减少, 小团聚体增加, 从而影响了小团聚体有机质含量^[3-5]。

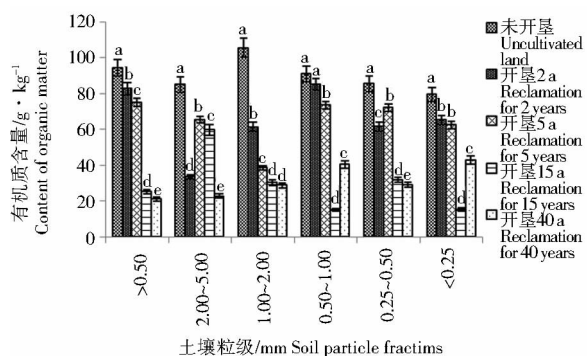


图1 不同开垦年限土壤团聚体有机质含量变化

Fig. 1 Organic matter content of soil aggregate from different reclamation years

未开垦黑土 $1.00 \sim 2.00$ mm 团聚体有机质含量最高, <0.25 mm 团聚体有机质含量最小, 二者相差 $21.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。开垦 2 a 时, 在 $0.50 \sim 1.00$ mm 团聚体有机质含量最高, $2.00 \sim 5.00$ mm 团聚体有机质含量最低, 其它团聚体有机质含量相当; 开垦 5 a 时, 除 $1.00 \sim 2.00$ mm 团聚体外, 各粒级土壤团聚体有机质含量差异较小, >5.00 mm 团聚体上有机质含量最大; 开垦 15 a 时, $2.00 \sim 5.00$ mm 团聚体有机质含量最高, 其它粒级土壤团聚体有机质含量均较低; 开垦 40 a 时, >1.00 mm 粒级土壤团聚体有机质含量小于 $0.25 \sim 1.00$ mm 粒级土壤团聚体, 且最大团聚体与最小团聚体有机质含量相差 $21.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 土壤开垦 40 a 后, 大团聚体有机质含量小于小团聚体有机质含量。可能是小团聚体上沉积着芳构化度较高有机质, 大团聚体上是芳构化低的易分解有机质^[6-8]。

2.2 不同开垦年限黑土团聚体全氮含量

由图 2 可知, 各粒级团聚体全氮含量与有机质含量的变化趋势总体一致, 随开垦年限的增长, 各粒级土壤团聚体全磷含量逐渐减小。 >5.00 、

$2.00 \sim 5.00$ 、 $1.00 \sim 2.00$ 和 $0.25 \sim 0.50$ mm 土壤团聚体在开垦 40 a 时全氮含量下降最多; $0.50 \sim 1.00$ mm 团聚体在开垦 2 a 时全氮含量最高, 开垦 15 a 时全氮含量最低, 为 $1.09 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; <0.25 mm 团聚体在开垦 15 a 年时全氮含量最低。

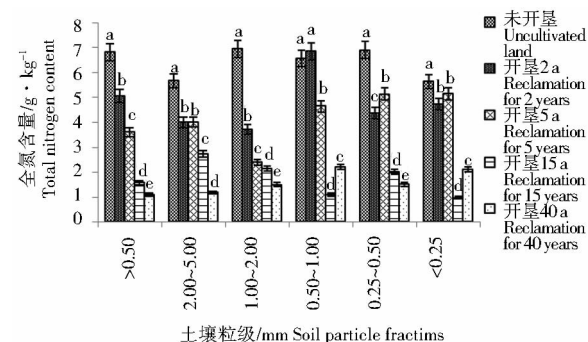


图2 不同开垦年限黑土团聚体全氮含量变化

Fig. 2 Total nitrogen content of soil aggregate from different reclamation years

未开垦、开垦 2 a 和开垦 15 a 各粒级土壤团聚体全氮含量相接近。开垦 2 a 时, $0.50 \sim 1.00$ mm 团聚体全氮含量最高。开垦 15 a 时 $2.00 \sim 5.00$ mm 团聚体全氮含量最大。而在开垦 40 a, 全氮含量随着粒级的减小而增加, 而且在有机质含量较高的土壤团聚体中, 氮含量也相应较高。其原因可能是不同粒级颗粒对 NH_4^+ 的吸附性能有所差异, 粒径小的颗粒比表面积较大, 有较强的吸附和保存氮素养分的能力, 随着团聚体粒径的增大, 对 NH_4^+ 的吸附量也减小; 另外, 土壤中氮主要以有机态存在, 吸附有机质多的团聚体上氮素含量肯定也较高^[9-11]。

2.3 不同开垦年限黑土团聚体全磷含量

由图 3 可知, 不同开垦年限各粒级团聚体全磷含量变化趋势大体相似, 总体表现为先下降而后升高的趋势。未开垦和开垦 40 a 的土壤全磷含量较高, 开垦 2 a、5 a 和 15 a 变化趋势不一致。 >5.00 mm 团聚体开垦 5 年内无明显变化, 在开垦 15 a 时全磷含量显著下降。 $2.00 \sim 5.00$ mm 团聚体未开垦土壤全磷含量最大, 开垦 2 a 后显著下降, 而后变化趋缓。在 $1.00 \sim 2.00$ mm 土壤团聚体全磷含量随开垦年限的增加而增加, 开垦 2 a 时全磷含量最低, 开垦 40 a 时全磷含量最高。 $0.50 \sim 1.00$ 、 $0.25 \sim 0.50$ mm 团聚体开垦 40 a 时土壤全磷含量最高, 其它开垦年限

此团聚体全磷含量相当。 <0.25 mm 团聚体未开垦土壤全磷含量最高,开垦 40 a 次之,开垦 15 a 全磷含量最小。

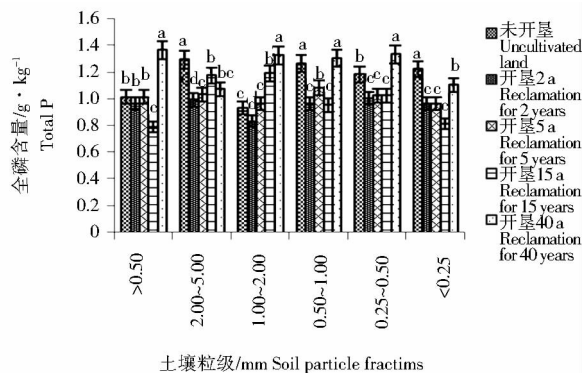


图3 不同开垦年限黑土团聚体全磷含量变化

Fig. 3 Total phosphorus content of soil aggregate from different reclamation years

全磷含量在各团聚体上分布较平均,含量相当。未开垦土壤 2.00~5.00 mm 团聚体上全磷含量最大,为 $1.29 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 1.00~2.00 mm 团聚体全磷含量最小,为 $0.93 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。在开垦 2 a 和 5 a 时,1.00~2.00 mm 团聚体土壤全磷含量最小,其它团聚体含量相当。开垦 15 a 时,1.00~2.00 mm 团聚体土壤全磷含量最大, >5.00 mm 团聚体土壤全磷含量最小。开垦 40 a 时,各级团聚体全磷含量都增加, >5.00 mm 团聚体土壤全磷含量最大,2.00~5.00 mm 团聚体土壤全磷含量最小。

2.4 不同开垦年限黑土团聚体碱解氮含量

由图 4 可知,不同开垦年限对各粒级影响变化趋势一致。随着开垦年限的增加碱解氮含量逐渐增加,均表现为开垦 40 a 土壤碱解氮含量最大,且显著高于其它开垦年限。未开垦土壤碱解氮含量最低。同一开垦年限不同粒级团聚体土壤碱解氮含量相接近,均随团聚体粒级减小而升高,但差异不明显。开垦初期,土壤水、气状况较好,适宜土壤微生物的生存,使微生物代谢加强,促进了有机物的分解,从而导致速效氮含量增加^[12-13]。

2.5 不同开垦年限黑土团聚体速效磷含量

由图 5 可知,不同粒级团聚体土壤速效磷含量变化趋势总体相同,均随开垦年限的增加而减小。开垦 40 a 土壤速效磷含量最低,与其它开垦年限差异显著。在开垦 2 a 时,速效磷含量下降幅度较大。

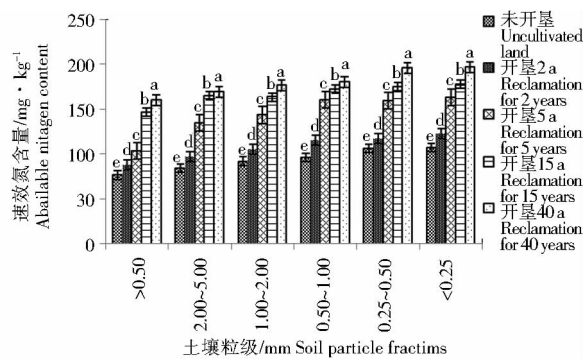


图4 不同开垦年限黑土团聚体碱解氮含量

Fig. 4 Available nitrogen content of soil aggregate from different reclamation years

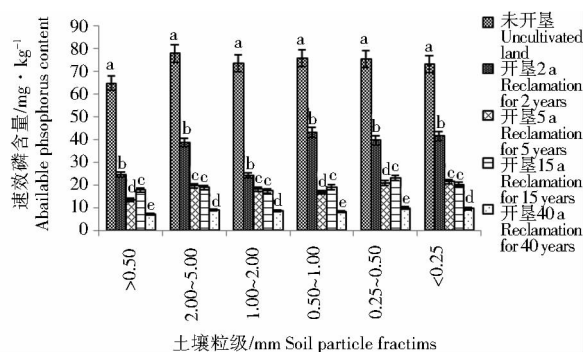


图5 不同开垦年限黑土团聚体速效磷含量

Fig. 5 Available phosphorus content of soil aggregate from different reclamation years

未开垦土壤各粒级团聚体速效磷含量相近,其中 >5.00 mm 团聚体含量最小。在开垦 2 a 时, >1.00 mm 团聚体土壤速效磷下降幅度较 <1.00 mm 团聚体下降幅度大,说明了在农田耕作管理措施下,大团聚体的土壤速效磷能够更充分地被利用,而当大团聚体土壤速效磷贫乏时,可能开始利用小团聚体上的速效磷,也可能是小团聚体上的速效磷被转化到植物更易于利用的团聚体上之后再被利用。开垦 5 a 时,各团聚体上的速效磷含量均随团聚体的减小而增加。试验的供试土样为黑土母质,含磷量比较高。有效磷含量低,可能是因为土壤中施入的磷素经过一系列的化学、物理化学和生物化学反应,形成难溶性的无机磷盐,被土壤固体颗粒吸附或者被土壤微生物固定,从而使磷含量的分配不均^[14-20]。

2.6 不同开垦年限黑土团聚体速效钾含量

从图 6 可以看出,未开垦土壤速效钾含量最高。各粒级团聚体土壤速效钾含量在开垦 2 a 后显著下降。随着开垦年限的增加,各粒级团聚体

土壤速效钾含量变化不大。 >0.25 mm 团聚体土壤速效钾含量以未开垦土壤最大,开垦 40 a 速效钾含量最小。 <0.25 mm 团聚体以未开垦土壤速效钾含量最大,开垦 40 a 次之。

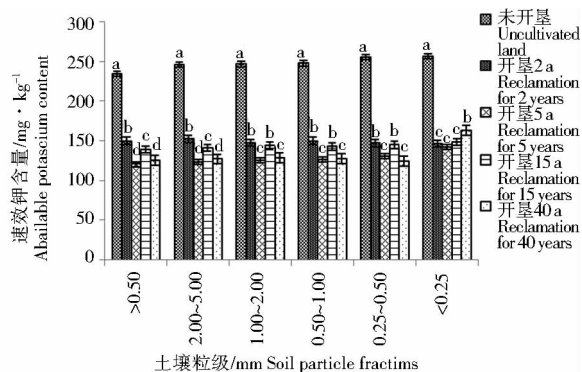


图6 不同开垦年限黑土团聚体速效钾含量
Fig. 6 Available potassium content of soil aggregate from different reclamation years

2.7 不同开垦年限黑土团聚体酸度

由图7可知,开垦后,各粒级团聚体酸度随着开垦年限的增加而下降,但幅度不大。总体表现为未开垦土壤酸度最大,开垦 40 a 土壤酸度最小。

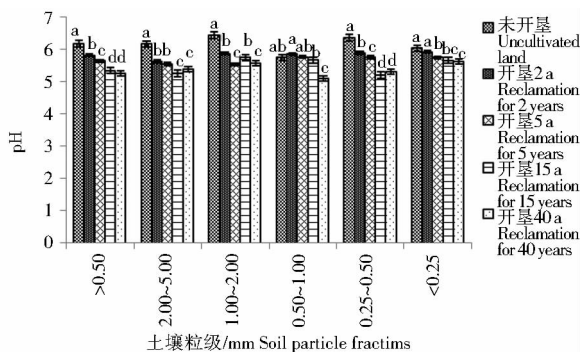


图7 不同开垦年限黑土团聚体酸度
Fig. 7 Soil acidity of soil aggregate from different reclamation years

3 结论与讨论

磷最容易被土壤中粘粒所吸附固定,关于粘粒与磷吸附固定的研究报道很多。李阻荫等^[21]研究表明,石灰性土壤固磷基质主要是粘粒。徐春阳等研究表明,土壤颗粒粒径越小,吸附的磷就越多。土壤中粘粒与磷吸附量成正相关^[22]。该试验在同一开垦年限各级团聚体上全磷变化趋势不明显,这与前人研究有一定出入,可能是受农场耕作措施等因素的影响^[23-27]。

赵纪昌研究表明,碱解氮含量已不能作为当今黑土肥力下降的衡量指标,土壤肥力需要各养分间的协调,而不是某一养分量的积累^[20]。

随开垦年限的延长,各粒级土壤团聚体有机质含量总体呈递减趋势。 $0.50 \sim 1.00$ mm 和 <0.25 mm 土壤团聚体开垦 15 a 时有机质含量下降最多,开垦 40 a 时 $0.50 \sim 1.00$ mm 团聚体有机质含量相对开垦 15 a 时有所增加,开垦 40 a 则表现为 <1.00 mm 含量团聚体有机质含量较高;各级土壤团聚体全氮含量随开垦年限增加总体呈递减趋势,开垦 40 a 后 <1.00 mm 团聚体土壤全氮含量大于 >1.00 mm 团聚体氮含量;不同开垦年限各级团聚体全磷变化趋势大体相似,总体表现为先下降而后升高的趋势,表现为未开垦和开垦 40 a 后土壤全磷含量较高,开垦 2、5 和 15 a 变化趋势不一;各级土壤团聚体碱解氮、速效磷、速效钾在各团聚体上含量大小相当,变化趋势一致,随着开垦年限的增加碱解氮呈增加的趋势,速效磷呈减小的趋势,速效钾在开垦 2 a 时下降较快,后期变化不明显;开垦后各级团聚体酸度随开垦年限的增加而下降,但幅度不大。

参考文献:

- [1] 周振方,胡雅杰,马灿,等.长期传统耕作对土壤团聚体稳定性及有机碳分布的影响[J].干旱地区农业研究,2012,30(6):145-151.
- [2] 陈恩凤,吴连珠,汪景宽,等.土壤特征微团聚体的组成比例及肥力评价[J].土壤学报,2001(1):49-53.
- [3] 傅积平,张敬森.石灰性土壤团聚体的分组分离及其特性的初步研究[J].土壤学报,1963,11(4):382-394.
- [4] 关连珠,张伯泉,颜丽.不同肥力黑土、棕壤微团聚体的组成及其胶结物质的研究[J].土壤学报,1991,28(3):260-268.
- [5] 黑龙江土壤普查办公室.黑龙江土壤[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [6] 何万云.黑龙江土壤[M].北京:农业出版社,1992.
- [7] 郝余祥,程丽娟.不同粒径土壤团聚体的微生物组成[J].土壤,1964(2):31-35.
- [8] 李菊梅,王朝辉,李生秀.有机质、全氮和可矿化氮在反映土壤供氮能力方面的意义[J].土壤学报,2003,40(2):232-238.
- [9] 刘毅,李世清,邵明安,等.黄土高原不同土壤结构体有机碳库的分布[J].应用生态学报,2006,17(6):1003-1008.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 袁可能. 土壤有机矿质复合体研究 II. 土壤各级团聚体中有机无机复合体的组成及其氧化稳定性[J]. 土壤学报, 1981, 18(4): 335-344.
- [13] 赵纪昌. 推行科学耕作拯救黑土地[J]. 农机化研究, 2004(1): 23-24.
- [14] 赵丽娟, 韩晓增, 王守宇, 等. 黑土长期施肥及养分循环再利用的作物产量及土壤肥力变化 IV. 有机碳组分的变化[J]. 应用生态学报, 2006, 17(5): 817-821.
- [15] Boone R D. Light fraction soil organic mater: origin and contribution to net nitrogen mineralization[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1994, 26: 1459-1468.
- [16] Breland T A, Bakken L R. Microbial growth and nitrogen immobilization in the root zone of barley (*Hordeum vulgare* L.), Italian ryegrass (*Lolium multiflorble* Lam.) and white clover (*Trifolium repens* L.) [J]. Biol. Fert. Soils, 1991, 12(2): 154-160.
- [17] Bremner J M, Mulvancy R L. Urea's activity in soils[M]. New York: Soil Enzymes Academic Press, 1978.
- [18] Cambardella C A, Elliotte T. Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivation and native grassland soils[J]. Soil Science Society of America Journal, 1993, 57(4): 1071-1076.
- [19] Chenu C, Guerif J. Mechanical strength of clay mineral as influenced by an alospted poly suchride[J]. SSSAJ 1989, 54: 1076-1080.
- [20] Christensen B T. Straw incorporation and soil organic matter in macro-aggregations and particle size separates[J]. Journal of Soil Science, 1986, 37: 125-135.
- [21] 李祖荫. 石灰性土壤上磷肥的防效[J]. 西北农林科技大学学报, 1988(5): 255-258.
- [22] 徐阳春, 沈其荣, 茆泽圣. 长期施用有机肥对土壤及不同粒级中有机磷含量与分配的影响[J]. 土壤学报, 2003(4): 593-598.
- [23] 史瑞和. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [24] 苏红. 不同开垦年限对土壤有机质数量的影响[J]. 中国农村小康科技, 2007(1): 68.
- [25] 汪景宽, 王铁宇, 张旭东, 等. 不同开垦年限黑土主要质量指标演变规律[J]. 沈阳农业大学学报, 2002, 33(1): 43-47.
- [26] 辛刚, 颜丽, 汪景宽, 等. 不同开垦年限黑土有机质变化的研究[J]. 土壤通报, 2002, 33(5): 332-335.
- [27] 于君宝, 刘景双, 王金达, 等. 不同开垦年限黑土有机碳变化规律[J]. 水土保持学报, 2004(1): 27-30.

Nutrient Changes of Soil Aggregates from Different Reclamation Years

SONG Xiu-li

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

Abstract: Nutrient content of soil aggregate is an important index to measure soil fertility, nutrient content of different size fraction soil aggregate from different reclamation years was studied. The results revealed that; except for total phosphorus and available nitrogen content, the nutrient content of different size fraction soil aggregate from uncultivated land was the highest. With the increasing of reclamation years, nutrient content of soil aggregate was decreasing. Total phosphorus content of 2.00~5.00 mm and <0.25 mm aggregate from uncultivated land was the highest, total phosphorus content of other size fraction aggregate from reclamation for 40 years was the highest. Available nitrogen content of soil aggregate from uncultivated land was the lowest, from reclamation for 40 years was the highest. Soil acidity of soil aggregate from different reclamation years had no difference.

Key words: different reclamation years; different size fraction; aggregate; nutrient content

致 读 者

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊现被《中国学术期刊网出版总库》及 CNKI 等系列数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《黑龙江农业科学》编辑部