



姬景红,刘双全,李玉影,等. 黑龙江省不同类型旱田土壤有机氮组分含量及分布[J]. 黑龙江农业科学,2020(9):38-41.

# 黑龙江省不同类型旱田土壤有机氮组分含量及分布

姬景红,刘双全,李玉影,郝小雨

(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/黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为建立土壤氮素合理培肥机制,本文分析比较了黑龙江省旱田种植条件下,草甸土、黑土和盐碱土有机氮各组分含量及分布。结果表明:土壤有机氮含量均随着土层深度的增加而降低,黑土 20~40 cm 较 0~20 cm 土层有机氮含量降低不显著,而草甸土和盐碱土则显著降低;在 0~20 cm 和 20~40 cm 土层,酸解有机氮含量及其占全氮的比例表现为草甸土和黑土显著高于盐碱土,非酸解氮含量及其占全氮比例为盐碱土显著高于黑土和草甸土;有机氮组分中酸解氮含量大于非酸解氮含量,酸解氮中未知态氮>氨态氮>氨基酸态氮>氨基糖态氮;盐碱土的氨基酸态氮含量及其占全氮比例高于黑土和草甸土,而氨态氮、氨基糖态氮和未知态氮含量及其占全氮比例则低于黑土和草甸土;草甸土和黑土的供氮能力强于盐碱土供氮能力。

**关键词:**土壤类型;有机氮组分;旱田

土壤全氮包括有机氮和无机氮,一般有机氮占全氮的 90% 以上。按照 Bremner 有机氮分组方法,有机氮包括酸解有机氮和非酸解有机氮,酸解有机氮又包括氨基酸态氮、氨基糖态氮、氨态氮和未知态氮。黑龙江省气候寒冷,土壤有机质分解相对缓慢,但近年来由于种植结构调整,加之气候变暖及不合理的施肥耕作措施导致土壤有机质含量下降,土壤保育及合理培肥势在必行。了解和掌握在这种高强度集约化种植条件下,不同类型土壤有机氮数量、组分,可以有针对性地建立氮素合理培肥机制。

有机态氮含量和分布不同程度受土壤类型、土壤层次、根际环境、施肥和耕作状况等诸多因素影响<sup>[1-3]</sup>。由于不同类型土壤自身理化性质存在较大差异,土壤的有机氮数量及组分必然有所不同。到目前为止,我国关于旱田土壤供氮特点及供氮能力方面的研究主要集中在不同施肥<sup>[4]</sup>、耕作<sup>[5]</sup>、种植年限<sup>[6]</sup>、土地利用方式<sup>[7]</sup>等方面,关于黑龙江省长期耕作的不同类型旱田土壤有机氮含量及组分研究还较少。因此,本研究拟以黑龙江省主要类型旱田土壤为研究对象,重点开展土壤有机氮库的研究,明确土壤有机氮数量及其组分,

为黑龙江省不同类型土壤的合理培肥及利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 土壤样品采集

采样时间为 2018 年秋季,土壤类型为草甸土(桦川)、黑土(绥化)和盐碱土(安达)。为了比较不同类型土壤有机氮的差异,取样时调查种植年限、方式和施肥措施等,选取轮作方式及施肥量基本一致的土壤类型。取样深度为 0~20 cm 和 20~40 cm,每种类型土壤采集 5 点(包括同一类型不同肥力土壤),每个样品用 S 点取样法取 5 点混合而成,供试土壤基本化学性详见表 1。

### 1.2 测定项目及方法

土壤有机碳,用 C、N、S 元素分析仪(Elementar III 型,德国)测定;土壤无机氮(硝态氮、铵态氮)用 1 mol·L<sup>-1</sup> 的 KCl 浸提,AA3 连续流动分析仪测定;土壤全氮、碱解氮、速效磷、速效钾、pH 采用常规方法测定;土壤有机氮各组分采用 Bremner 有机氮分组法测定<sup>[8]</sup>。

### 1.3 数据处理及计算公式

试验所得数据用 Excel 2010 和 SPSS 13.0 进行统计分析,计算公式:

有机氮(g·kg<sup>-1</sup>)=全氮-无机氮;

非酸解氮(mg·kg<sup>-1</sup>)=有机氮-酸解氮;

未知态氮=酸解氮-氨基酸态氮-氨态氮-氨基糖态氮。

收稿日期:2020-07-03

基金项目:黑龙江省自然科学基金(D2017005)。

第一作者:姬景红(1979-),女,博士,研究员,从事土壤肥力与植物营养研究。E-mail: jinghong\_98@163.com。

表 1 供试土壤基本理化性质  
Table 1 Basic properties of tested soil in the experiments

土层 Layers/ cm	土壤类型 Soil types	pH	有机质 Organic matter/ (g•kg <sup>-1</sup> )	全氮 Total N/ (g•kg <sup>-1</sup> )	无机氮 Inorganic N/ (mg•kg <sup>-1</sup> )	碱解氮 Alkali-hydrolyzble N/(mg•kg <sup>-1</sup> )	速效磷 Available P/ (mg•kg <sup>-1</sup> )	速效钾 Available K/ (mg•kg <sup>-1</sup> )
0~20	草甸土	6.76	37.49	1.82	7.57	246.23	15.33	319.80
	黑土	6.12	32.29	1.76	7.45	235.94	77.18	215.00
	盐碱土	8.44	28.55	1.58	9.29	259.46	12.73	228.50
20~40	草甸土	6.95	10.22	0.78	5.00	105.47	8.19	212.65
	黑土	6.62	29.94	1.53	5.75	191.08	42.29	201.70
	盐碱土	8.93	20.06	1.13	7.82	109.42	5.86	166.30

2 结果与分析

2.1 不同类型旱田土壤有机氮含量

由表 2 可以看出,有机氮含量随着土层深度的增加而降低。黑土 20~40 cm 较 0~20 cm 土层有机氮含量降低不显著,而草甸土和盐碱土则

显著降低。从不同类型同一土层比较来看,0~20 cm 土层,草甸土和黑土有机氮含量相差不多,草甸土显著高于盐碱土;20~40 cm 土层,表现为黑土>盐碱土>草甸土,各土壤类型之间差异达显著水平。

表 2 不同类型土壤有机氮及其各组分含量  
Table 2 The content of organic N and its forms under different soil types

土层 Layers/ cm	土壤 Soil types	酸解氮 Acid hydrolyzable N/(mg•kg <sup>-1</sup> )					非酸解氮 Nohydro. N	有机氮 Organic N/ (g•kg <sup>-1</sup> )
		氨基酸态氮 Am. A. N	氨态氮 Am. N	氨基糖态氮 Am. S. N	未知态氮 Unk. N	总和 T. A. h. N		
0~20	草甸土	78.56 d	467.03 a	86.48 b	670.92 a	1302.99 a	504.27 b	1.807 a
	黑土	151.50 b	355.16 b	152.62 a	532.96 b	1192.25 b	548.14 b	1.740 ab
	盐碱土	198.91 ab	189.78 c	46.29 c	271.02 c	706.00 c	850.44 a	1.556 b
	小计	428.97	1011.97	285.39	1474.90			
20~40	草甸土	112.82 c	224.52 c	44.95 c	199.13 d	581.41 d	187.87 d	0.769 d
	黑土	90.85 cd	475.73 a	119.14 ab	511.72 b	1197.44 b	322.21 c	1.520 b
	盐碱土	236.03 a	158.12 d	42.78 c	154.87 d	591.80 d	518.64 b	1.110 c
	小计	439.70	858.37	206.87	865.72			

注:同一列不同小写字母代表 0.05 显著差异水平。下同。  
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

2.1.1 酸解有机氮及非酸解有机氮含量 按 Bremner 有机氮分组法,土壤有机氮可分为酸解有机氮和非酸解有机氮,3 种土壤均表现为酸解氮含量大于非酸解氮含量(表 2)。酸解有机氮含量变化趋势与有机氮一致,非酸解氮含量变化趋势与有机氮不同。除黑土 20~40 cm 与 0~20 cm 土层酸解氮含量相似外,草甸土和盐碱土酸解氮和非酸解氮含量均随着土层深度的增加而降低。从同一土层不同土壤类型比较来看,0~20 cm 土层,酸解氮含量表现为草甸土>黑土>

盐碱土,非酸解氮含量则盐碱土显著高于黑土和草甸土;20~40 cm 土层,酸解氮表现为黑土显著高于盐碱土和草甸土,非酸解氮则以盐碱土含量最高,其次为黑土,草甸土最低。  
2.1.2 酸解有机氮各组分含量 酸解氮中各组分含量的大小排列顺序基本为,未知态氮>氨态氮>氨基酸态氮>氨基糖态氮(表 2)。3 种不同类型土壤相比,黑土和草甸土的氨态氮和未知态氮含量均较高,而盐碱土则较低。盐碱土氨基酸态氮含量较高,尤其是 20~40 cm 土层含量更高,

甚至高于 0~20 cm 土层;黑土 0~20 cm土层,氨基糖态氮含量较高,盐碱土在两个土层氨基糖态氮含量均较低。

2.2 不同旱田土壤有机氮各组分分配比例

2.2.1 酸解有机氮、非酸解有机氮含量 由表 3 可以看出,有机氮各组分占全氮比例的大小排列顺序与其绝对含量的大小排列顺序相一致。相同土层,有机氮组分中一般酸解氮的相对含量大于非酸解氮的相对含量。酸解氮占全氮的比例范围为 44.73%~78.12%,非酸解氮占全氮的比例范围为 21.02%~53.88%。不同土壤相比,无论是 0~20 cm 土层,还是 20~40 cm 土层,草甸

土(71.43%,74.41%)和黑土(67.88%,78.12%)的酸解氮比例均显著高于盐碱土(44.73%,52.37%),非酸解氮恰好相反。

2.2.2 酸解有机氮各组分含量 酸解氮各组分中相对含量的大小排列顺序表现为,未知态氮>氨态氮>氨基酸态氮>氨基糖态氮。不同类型土壤相比,盐碱土的氨基酸态氮占全氮比例高于黑土和草甸土,而氨态氮、氨基糖态氮和未知态氮所占比例则低于黑土和草甸土。黑土与草甸土相比,0~20 cm 土层,黑土氨基酸态氮占全氮比例显著高于草甸土,而 20~40 cm 土层,草甸土氨基酸态氮占全氮比例则显著高于黑土。

表 3 不同土壤有机氮及其各组分占全氮的比例

Table 3 The proportion of organic nitrogen and various forms to soil total N under different soil types (%)							
土层 Layers/ cm	土壤 Soil types	酸解氮 Acidic hydrolysable N					非酸解氮 Nohydroly. N
		氨基酸态氮 Amino. A. N	氨态氮 Ammon. N	氨基糖态氮 Amino. S. N	未知态氮 Unknown. N	总和 T. A. h. N	
0~20	草甸土	4.31 d	25.60 ab	4.74 bc	36.78 a	71.43 a	27.64 b
	黑土	8.63 c	20.22 b	8.69 a	30.34 ab	67.88 a	31.21 b
	盐碱土	12.60 bc	12.02 c	2.93 d	17.17 c	44.73 b	53.88 a
	小计	25.54	57.84	16.36	84.29		
20~40	草甸土	14.44 b	28.73 ab	5.75 b	25.48 b	74.41 a	24.04 b
	黑土	5.93 d	31.04 a	7.77 ab	33.38 a	78.12 a	21.02 b
	盐碱土	20.89 a	13.99 c	3.79 c	13.71 c	52.37 b	45.90 a
	小计	41.26	73.76	17.31	72.57		

3 结论与讨论

罗如熠等<sup>[9]</sup>用 Bremner 法研究了黑河下游湿地泥炭土、沼泽土、草甸土、亚高山草甸土 5 种土壤类型的有机氮组分,结果表明,酸解氨基酸态氮和酸解氨态氮是黑河下游湿地主要土壤类型中最重要的有机氮形态,而王克鹏等<sup>[10]</sup>的研究表明,河西走廊灌漠土的有机氮组分以氨基酸态氮和酸解未知氮占主导地位;本研究结果则表明,草甸土、黑土有机氮组分以未知态氮和氨态氮占主导地位,盐碱土有机氮以氨基酸态氮为主。产生这些差异的原因可能与不同地区,不同土壤类型有关,罗如熠等<sup>[9]</sup>采集的是四川省若尔盖湿地西北部黑河下游湿地土壤,而本研究采集的是多年种植玉米的旱田耕地土壤。

土壤供氮能力是在作物生长期间土壤能为作物提供的可利用的有效氮量,这部分氮主要是起

始矿质氮和可矿化氮,当土壤中初始矿质态氮含量较小时,土壤供氮量大小可以用土壤的氮矿化势来表示<sup>[11]</sup>。本研究中 3 种土壤中起始矿质氮含量极少,仅占全氮量的 0.38%~0.69%,因此,土壤供氮能力可以用土壤可矿化氮来表示。酸解氮中氨态氮和酸解氨基酸态氮是土壤可矿化的氮最主要来源,可作为土壤供氮潜力的表征<sup>[12-15]</sup>,酸解氨基糖氮与土壤微生物代谢紧密相关,酸解未知态氮被认为是土壤活性氮的主要贡献因子<sup>[16-18]</sup>。相关研究表明,土壤酸解有机氮对可矿化氮的贡献较大,而非酸解氮则相对稳定,有利于有机氮的保存<sup>[19]</sup>。张玉树等<sup>[20]</sup>研究表明,非酸解氮分配比例的增加会降低土壤有机氮矿化速率,影响土壤供氮能力。本研究结果表明,无论是 0~20 cm 土层,还是 20~40 cm 土层,草甸土和黑土的酸解氮比例高于盐碱土,非酸解氮比例正好相反。通过以上分析,可以说明黑土和草甸土

供氮能力较强,盐碱土的供氮能力较差,因此生产中盐碱土氮肥施用应注意少量多次。

### 参考文献:

- [1] 张俊清,朱平,张夫道. 有机肥和化肥配施对黑土有机氮形态组成及分布的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3):245-249.
- [2] 谢秋发,刘经荣,石庆华,等. 不同施肥方式对水稻产量、吸氮特性和土壤氮转化的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004,10(5):462-467.
- [3] 查春梅,颜丽,郝长红,等. 不同土地利用方式对棕壤有机氮组分及其剖面分布的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007,13(1):22-26.
- [4] 张电学,韩志卿,吴素霞,等. 不同施肥制度对褐土有机氮及其组分的影响[J]. 华北农学报, 2017,32(3):201-206.
- [5] 姜小凤,张仁陟,王玲英,等. 不同耕作方式对旱地土壤酸解有机总氮的影响[J]. 甘肃农大学学报, 2006,41(1):48-51.
- [6] 王晋,庄舜尧,朱兆良. 不同种植年限水田与旱地土壤有机氮组分变化[J]. 土壤学报, 2014,51(2):286-294.
- [7] 张玉玲,陈温福,虞娜,等. 长期不同土地利用方式对潮棕壤有机氮组分及剖面分布的影响[J]. 土壤学报, 2012,49(4):740-747.
- [8] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [9] 罗如熠,张世熔,徐小逊,等. 黑河下游湿地土壤有机氮组分剖面的分布特征[J]. 生态学报, 2015,35(4):956-964.
- [10] 王克鹏,张仁陟,索东让. 长期施肥对河西灌漠土有机氮组分的影响[J]. 生态环境, 2008,17(2):699-703.

- [11] 李生秀,Smith K A. 关于土壤氮素矿化势作为有效氮指标的研究[J]. 西北农林科技大学(自然科学版) 1988(3):29-35.
- [12] 丛耀辉,张玉玲,张玉龙,等. 黑土区水稻土有机氮组分及其对可矿化氮的贡献[J]. 土壤学报, 2016, 53(2):457-467.
- [13] Lu H,He H,Zhao J,et al. Dynamics of fertilizer-derived organic nitrogen fractions in an arable soil during a growing season[J]. Plant and Soil,2013,373(1):595-607.
- [14] Li L L,Li S T. Nitrogen ineralization from animal manures and its relation to organic N fractions[J]. Journal of Integrative Agriculture,2014,13(9):2040-2048.
- [15] 吴汉卿,杜世宇,高娜,等. 水氮调控对设施土壤有机氮组分、全氮和矿质氮的影响[J]. 水土保持学报, 2017,31(6):212-219.
- [16] Kelley K R,Stevenson F J. Forms and nature of organic soil[J]. Fertilizer Research,1995,42(1-3):1-11.
- [17] 郝小雨,马星竹,高中超,等. 长期施肥下黑土活性氮和有机氮组分变化特征[J]. 中国农业科学, 2015, 48(23):4707-4716.
- [18] 吴汉卿,张玉龙,张玉玲,等. 土壤有机氮组分研究进展[J]. 土壤通报, 2018,49(5):1240-246.
- [19] 李菊梅,李生秀. 可矿化氮与各有机氮组分的关系[J]. 植物营养与肥料学报, 2003,9(2):158-164.
- [20] 张玉树,丁洪,王飞,等. 长期施用不同肥料的土壤有机氮组分变化特征[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(10):1981-1986.

## Content and Distribution of Soil Organic Nitrogen in Different Types of Farmland in Heilongjiang Province

Ji Jing-hong, LIU Shuang-quan, LI Yu-ying, HAO Xiao-yu

(The Key Lab of Soil Environment and Plant Nutrition, Research Center of Fertilizer Engineering and Technology of Heilongjiang Province, Institute of Soil Fertilizer and Environment Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** In order to establish a reasonable fertilization mechanism of soil nitrogen, the content and distribution of organic nitrogen were analyzed and compared in meadow soil, black soil and saline-alkali soil under the condition of field planting in Heilongjiang Province. The results showed that the content of soil organic nitrogen decreased with the increase of soil depth, the content of soil organic nitrogen in 20-40 cm layers of black soil was not significantly lower than that of in 0-20 cm, but significantly lower in meadow soil and saline-alkali soil, and in 0-20 cm and 20-40 cm soil layers, the content of acidolysis organic nitrogen and its proportion to total nitrogen in meadow soil and black soil were significantly higher than that in saline-alkali soil, and the content of non-acidolysis organic nitrogen and its proportion to total nitrogen in saline-alkali soil were significantly higher than that in black soil and meadow soil. The content of acidolysis nitrogen in organic nitrogen was higher than that in non-acidolysis nitrogen, unknown nitrogen > ammonia nitrogen > amino acid nitrogen > amino sugar nitrogen in acidolysis nitrogen, and the content of amino acid nitrogen in saline-alkali soil was higher than that in black soil and meadow soil, the content and proportion of ammonia nitrogen, amino sugar nitrogen and unknown nitrogen were lower than that of black soil and meadow soil, and the nitrogen supply ability of meadow soil and black soil was stronger than that of saline soil.

**Keywords:** soil type; organic nitrogen fraction; farmland