

下辽河平原两种类型水稻土有机氮组分的研究^①

张玉玲, 顾婉宣, 丛耀辉, 虞娜, 邹洪涛, 范庆锋, 张玉龙*

(沈阳农业大学土地与环境学院, 农业部东北耕地保育重点实验室, 沈阳 110866)

摘要: 结合野外调查取样, 采用 Bremner 法测定下辽河平原两种类型(草甸土型和滨海盐渍土型)水稻土有机氮组分含量。结果表明: 两种类型水稻土均以酸解氮为主体。草甸土型水稻土酸解氮含量显著高于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$), 其分配比例则显著低于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$)。两种类型水稻土酸解各组分氮含量及其分配比例的分布规律不同, 其差异因酸解氮组分的不同而异。草甸土型水稻土表现为未知态氮 > 氨态氮 > 氨基酸态氮 > 氨基糖态氮, 滨海盐渍土型水稻土则表现为氨基酸态氮 > 未知态氮 > 氨态氮 > 氨基糖态氮; 草甸土型水稻土酸解氨态氮与氨基酸态氮总量及其分配比例显著低于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$), 酸解未知态氮含量及其分配比例则显著高于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$)。两种类型水稻土酸解氮含量均与其土壤有机碳、全氮含量呈显著正相关($P < 0.01$)。因此, 该地区两种类型水稻土有机氮组分含量及其分配比例的显著差异是影响土壤氮素有效性的重要因素。

关键词: 水稻土; 有机氮; 酸解各组分氮; 下辽河平原

中图分类号: S155.2+92; S153.6+2

土壤耕层中 90% 以上的氮素为有机态氮, 其化学形态及含量直接影响土壤氮素的矿化量和矿化速率, 特别是易矿化有机氮组分含量决定着土壤的供氮能力^[1]。因此, 土壤有机态氮是矿质态氮的源和汇^[2], 其存在形态也是影响土壤氮素有效性的重要因子^[3], 在土壤肥力、氮素循环和环境保护等方面占有重要地位, 一直以来都受到研究者的关注。关于长期施肥、灌溉方法、土地利用方式、轮作等对土壤有机氮组分含量、形态及其分配比例已有许多报道^[3–15]。已有研究表明: 酸解有机氮是稻田土壤全氮的主体, 长期施肥处理对土壤酸解氮及其组分有显著影响^[7–10]; 但也有研究表明不同种稻年限的稻田土壤以非酸解氮含量为主体、不同种稻年限对酸解各组分氮的影响不同^[15]。目前为止, 关于水稻土有机氮组分的研究相对较少, 多数集中在长期不同施肥措施的影响研究^[7–10], 在不同类型水稻土上开展有机氮组分的研究较少^[16]。东北地区水稻土为人为水耕性土壤, 由于水稻种植历史较短, 水稻土发育形成特征较弱; 另外, 该地区气候寒冷, 淹水时间短, 每年淹水时间为 4~5 个月。因此, 起源土壤的类型及其环境条件可直接或间接影响水稻土有机氮的形态、含量及其氮素的有效

性, 但关于类似的研究还鲜见报道。为此, 本文以东北下辽河平原主要的两种类型水稻土为研究对象, 研究两种类型水稻土有机氮各组分含量及其分配比例的差异, 明确两种类型水稻土有机氮组分的变化规律, 为评价该地区不同类型水稻土的供氮能力及其合理培育土壤肥力提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试水稻土样本

下辽河平原水稻土主要以淹育型和盐渍型水稻土为主, 淹育型水稻土主要由草甸土演变而成, 盐渍型水稻土主要由滨海盐渍土演变而成。本研究以第二次全国土壤普查辽宁省土壤类型分布图为基础, 用 ArcGIS 软件提取并确定下辽河平原的沈阳新民市和辽中县为草甸土型水稻土的主要分布区域, 盘锦市大洼县为滨海盐渍土型水稻土的主要分布区域, 结合野外实地调查, 分别采集草甸土型和滨海盐渍型水稻土样品, 水稻种植年限均大于 30 年。

于 2011 年 10 月进行供试土壤样品采集, 样品采集时先选择一代表性样点为中心点, 并用 GPS 记录这一中心点的位置, 再以这一中心点放射性向四周 500 m

基金项目: 国家自然科学基金项目(41101276、41571280)和国家“973”子课题项目(2011CB100500)资助。

* 通讯作者(yylzsau@163.com)

作者简介: 张玉玲(1972—), 女, 内蒙通辽人, 博士, 副教授, 主要从事土壤改良与土壤肥力方面的研究。E-mail: yuling_zhang@163.com

左右的距离随机确定 4 点,5 点的采集量和采集深度均相同,5 点均匀混合后作为一个供试土壤样品,采样深度为 0~20 cm。样品经过风干后分别过 2 mm 筛

和 0.15 mm 筛备用。每一类型水稻土分别选取 5 个具有代表性的土壤样品进行土壤有机氮组分测定。10 个供试土壤的基本理化性质如表 1 所示。

表 1 供试土壤基本理化性质
Table 1 Physicochemical properties of tested soils

水稻土类型	样号	有机碳 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	pH	土壤体积质量 (g/cm ³)
草甸土型	Ms-1	21.2	1.60	93.6	70.6	24.2	7.59	1.18
	Ms-2	16.5	1.28	73.2	82.4	23.8	6.60	1.19
	Ms-3	16.2	1.22	68.5	104.8	20.9	6.60	1.19
	Ms-4	12.4	1.01	64.4	66.8	10.2	6.30	1.39
	Ms-5	7.2	0.64	41.7	35.3	7.4	6.38	1.45
滨海盐渍土型	Css-1	12.7	1.07	52.4	200.0	15.4	7.97	1.10
	Css-2	12.4	0.95	50.1	226.5	40.6	7.85	1.17
	Css-3	11.1	0.77	41.3	175.1	23.8	7.66	1.37
	Css-4	9.1	0.76	43.4	248.6	18.8	8.27	1.24
	Css-5	7.4	0.63	37.3	127.7	19.2	7.69	1.31

1.2 测定项目及方法

土壤有机氮素组分:采用 Bremner 法。将待测土样用 6 mol/L 的 HCl 水解 12 h,酸解液中总氮、氨态氮、氨基酸态氮、氨基糖态氮均采用半自动凯氏定氮仪(FOSS KjeltecTM 8100,丹麦)测定。其中,酸解总氮用 10 mol/L NaOH 蒸馏法测定;氨态氮用 3.5% MgO 蒸馏法测定;氨态氮+氨基糖态氮用磷酸-硼砂缓冲液(pH 11.2)蒸馏法测定;氨基酸态氮用茚三酮氧化,磷酸-硼砂缓冲液(pH 11.2)蒸馏法测定。非酸解态氮、氨基糖态氮和未知态氮用差减法求得。

土壤全氮:采用半自动凯氏定氮仪(FOSS Kjeltec TM 8100,丹麦)测定。

土壤有机碳:采用重铬酸钾容量法测定。

其他理化性质:均采用常规方法测定。

1.3 数据处理

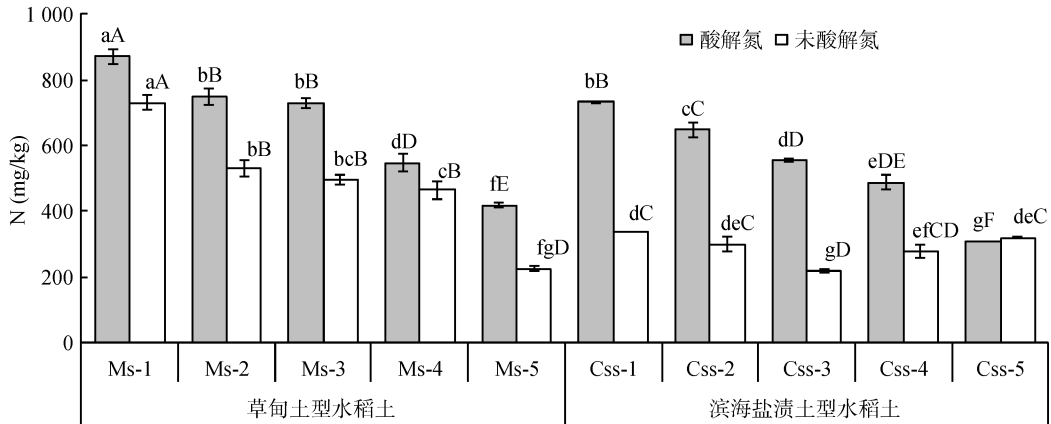
数据处理采用 Excel 2007 软件和 DPS v6.50 专业版统计软件,LSD 法多重比较。数据均为 3 次重复的平均值。

2 结果与分析

2.1 土壤有机氮组分含量

2.1.1 酸解氮和非酸解氮含量 根据 Bremner 法可以将土壤有机氮分为酸解氮和非酸解氮两部分,其中在加热回流条件下能够被 6 mol/L HCl 水解的有机氮称为酸解氮,而另一部分在加热回流条件下不能被 6 mol/L HCl 水解的有机氮则被称为非酸解氮。

由图 1 可以看出,两种类型水稻土不同土样的酸解氮含量均大于其非酸解氮含量;草甸土型水稻土酸



(图中小写字母不同表示相同组分不同土样间差异达 $P < 0.05$ 显著水平,大写字母不同表示相同组分不同土样间差异达 $P < 0.01$ 显著水平,下图同)

图 1 土壤酸解氮和非酸解氮含量

Fig. 1 Contents of acid-hydrolyzable N and non-acid-hydrolyzable N in paddy soils

解氮和非酸解氮含量的变化范围分别为 418.3 ~ 871.7 mg/kg 和 224.6 ~ 729.7 mg/kg, 滨海盐渍土型水稻土酸解氮和非酸解氮含量的变化范围分别为 308.0 ~ 731.4 mg/kg 和 217.3 ~ 335.6 mg/kg。方差分析结果表明, 不同类型和不同土样均对土壤酸解氮和非酸解氮含量有显著影响($P<0.01$); 土壤酸解氮含量受不同土样的影响较大, 而土壤非酸解氮含量则受不同类型的影响较大。草甸土型水稻土酸解氮和非酸解氮含量均大于滨海盐渍土型水稻土, 两种类型水稻土间酸解氮、非酸解氮含量差异均达显著水平($P<0.01$)。

2.1.2 酸解各组分氮含量 土壤酸解氮可分为氨

态氮、氨基酸态氮、氨基糖态氮和未知态氮。由图 2 可以看出, 两种类型水稻土酸解各组分氮含量的分布规律不同, 草甸土型水稻土不同土样酸解各组分氮含量的大小顺序基本表现为未知态氮 > 氨态氮 > 氨基酸态氮 > 氨基糖态氮, 而滨海盐渍土型水稻土不同土样酸解各组分氮含量的大小顺序则基本表现为氨基酸态氮 > 未知态氮 > 氨态氮 > 氨基糖态氮。方差分析结果表明, 不同类型和不同土样均对土壤酸解氨基酸态氮、氨基糖态氮和未知态氮含量有显著影响($P<0.01$), 且其组分含量受不同类型的影响较大; 不同土样对土壤酸解氨态氮含量有显著影响($P<0.01$)。

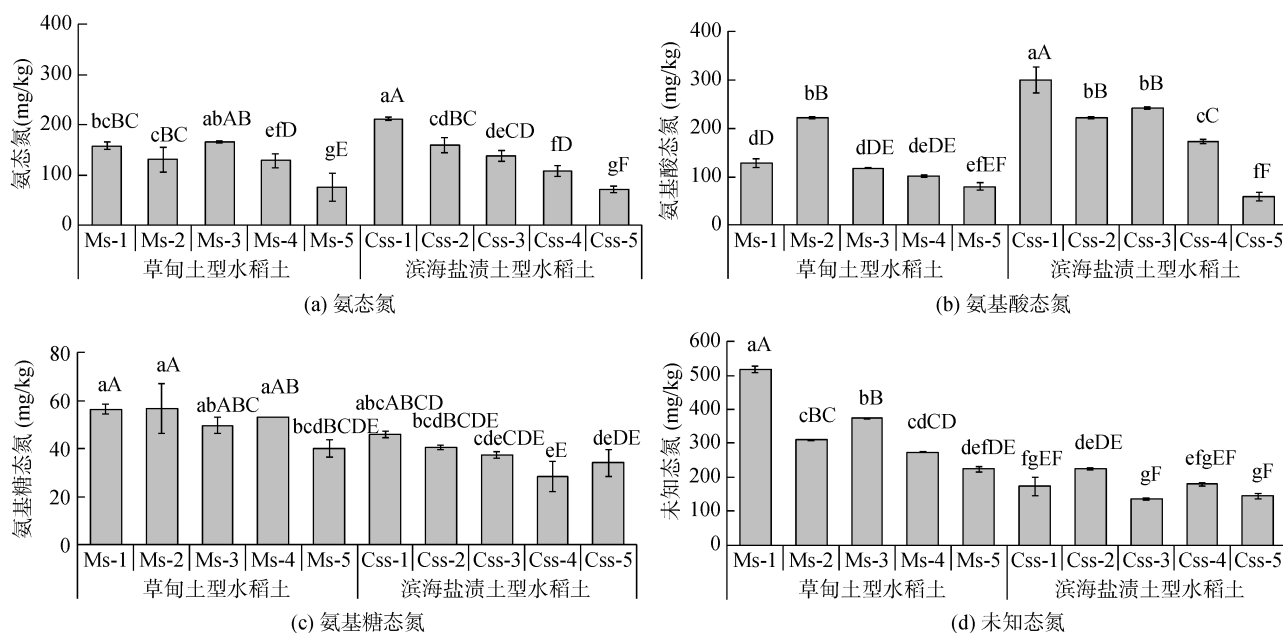


图 2 土壤酸解各组分氮含量

Fig. 2 Contents of fractions of acid-hydrolyzable N in paddy soils

态氮：由图 2a 可知, 草甸土型和滨海盐渍土型水稻土酸解氨态氮含量的范围分别为 75.4 ~ 165.7 mg/kg 和 70.5 ~ 212.1 mg/kg, 两种类型水稻土间土壤酸解氨态氮含量差异不显著, 但相同类型不同土样间土壤酸解氨态氮含量则差异明显。

氨基酸态氮：由图 2b 可知, 草甸土型和滨海盐渍土型水稻土酸解氨基酸态氮含量的范围分别为 79.5 ~ 221.5 mg/kg 和 59.5 ~ 299.8 mg/kg, 两种类型水稻土间氨基酸态氮含量差异达显著水平($P<0.01$), 且滨海盐渍土型水稻土酸解氨基酸态氮含量显著高于草甸土型水稻土。

氨基糖态氮：由图 2c 可知, 草甸土型和滨海盐渍土型水稻土酸解氨基糖态氮含量的范围分别为 40.1 ~ 56.8 mg/kg 和 28.4 ~ 46.0 mg/kg, 两种类型水稻土间氨基糖态氮含量差异也达显著水平($P<0.01$),

且草甸土型水稻土酸解氨基糖态氮含量显著高于滨海盐渍土型水稻土。

未知态氮：由图 2d 可知, 草甸土型和滨海盐渍土型水稻土酸解未知态氮的含量范围分别为 223.5 ~ 518.3 mg/kg 和 135.6 ~ 225.2 mg/kg, 两种类型水稻土间酸解未知态氮含量差异也达显著水平($P<0.01$), 且草甸土型水稻土酸解未知态氮含量显著高于滨海盐渍土型水稻土。

2.2 土壤有机氮组分的分配比例

两种类型水稻土酸解氮和非酸解氮的分配比例与其含量的分布规律基本相同, 即酸解氮的分配比例大于非酸解氮的分配比例(图 3); 两种类型水稻土间酸解氮、非酸解氮的分配比例具有显著差异($P<0.01$), 草甸土型水稻土酸解氮的分配比例显著低于滨海盐渍土型水稻土, 而非酸解氮的分配比例则显著高于滨

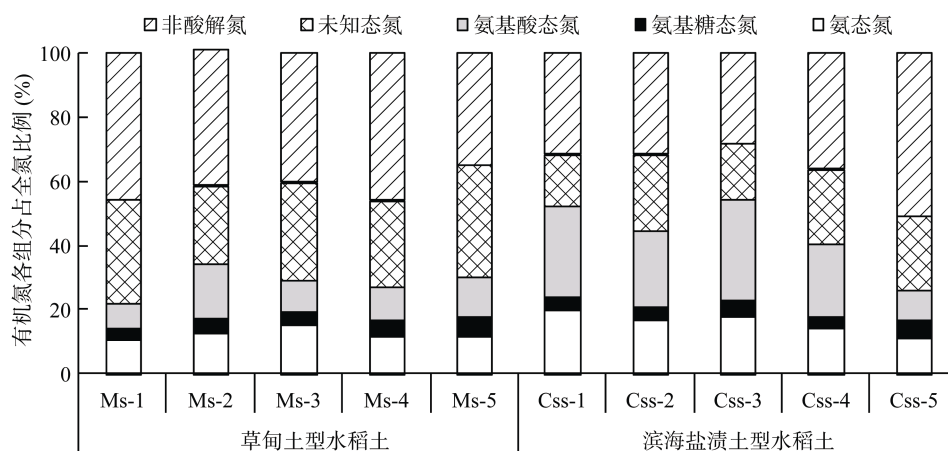


图 3 土壤有机氮各组分的分配比例

Fig. 3 Proportions of various fractions of organic N to total N in paddy soils

海盐渍土型水稻土。

两种类型水稻土酸解各组分氮的分配比例与其含量的分布规律也大致相同,即草甸土型水稻土酸解各组分氮的分配比例表现为未知态氮 > 氨态氮 > 氨基酸态氮 > 氨基糖态氮,滨海盐渍土型水稻土酸解各组分氮的分配比例则表现为氨基酸态氮 > 未知态氮 > 氨态氮 > 氨基糖态氮。方差分析结果表明,不同类型和不同土样均对土壤酸解氨态氮、氨基酸态氮和未知态氮的分配比例有显著影响($P < 0.01$),且不同类型对其分配比例的影响较大;不同土样对土壤酸解氨基糖态氮的分配比例有显著影响($P < 0.01$)。

草甸土型水稻土酸解氨态氮、氨基酸态氮、氨基糖态氮和未知态氮的分配比例分别为 9.5%~15.5%、6.1%~10.0%、3.0%~6.2% 和 27.0%~38.5%,滨海盐渍土型水稻土酸解氨态氮、氨基酸态氮、氨基糖态氮和未知态氮的分配比例分别为 11.2%~19.9%、9.5%~31.4%、3.7%~5.4% 和 16.3%~23.8%。草甸土型水稻土酸解氨态氮、氨基酸态氮的分配比例显著低于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$)、未知态氮的分配比例则显著高于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$),但两种类型水稻土间的氨基糖态氮的分配比例则无明显差异。

3 讨论

本研究中,草甸土型水稻土有机碳、全氮和碱解氮含量均显著高于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.05$),速效钾含量和 pH 均显著低于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.05$),这一研究表明两种类型水稻土由于起源土壤性质、成土条件的差异,即使长期进行人为水耕管理,两种类型水稻土的基本性质仍存在着显著性差异,这一差异必然会影响到土壤有机氮素的含量及其

组成的变化。彭银燕^[17]对长沙县 3 种母质类型水稻土有机氮组分的研究发现,母质类型对土壤氨基酸态氮含量的影响显著。本研究中不同母质类型对水稻土酸解氮、非酸解氮、酸解氨基酸态氮、酸解未知态氮含量及其分配比例均影响显著,对氨基糖态氮含量、氨态氮的分配比例也影响显著。

相关分析表明,草甸土型水稻土酸解氮、非酸解氮含量与其有机碳含量之间均具有极显著正相关,相关系数分别为 0.990**、0.977**($n = 5$, $r_{0.01} = 0.959$),与全氮含量之间也均具有极显著正相关,相关系数分别为 0.985**、0.985**($n = 5$, $r_{0.01} = 0.959$),酸解未知态氮含量与有机碳、全氮、酸解氮、非酸解氮含量之间均具有显著正相关,相关系数分别为 0.917*、0.913*、0.904*、0.893*($n = 5$, $r_{0.05} = 0.878$);滨海盐渍土型水稻土酸解氮含量与其有机碳、全氮含量之间均具有极显著正相关,相关系数分别为 0.975**、0.964**($n = 5$, $r_{0.01} = 0.959$),酸解氨态氮含量与有机碳、全氮、酸解氮含量之间均具有显著正相关,相关系数分别为 0.945*、0.972**、0.976**($n = 5$, $r_{0.05} = 0.878$; $n = 5$, $r_{0.01} = 0.959$),酸解氨基酸态氮含量与有机碳、酸解氮含量之间具有显著正相关,相关系数为 0.933*、0.958*($n = 5$, $r_{0.05} = 0.878$)。由此可见,两种类型水稻土间虽然土壤基本性状存在显著性差异,但其土壤有机碳、全氮含量的差异是致使土壤有机氮各组分含量差异的主要原因。本研究中两种类型水稻土均以酸解氮为主体,这一研究结果与多数研究结果相一致^[2,10,12-13,18-19],且酸解氮均与有机碳、全氮呈高度正相关,这一结果与王瑞军等^[18]、张玉玲等^[13]的研究相一致。说明这两种类型水稻土酸解氮组分存在着共性,其数量多少主要取决于其有机碳、全氮的数量;但不同类型水稻土的酸解氮组分则存在着明显

不同,草甸土型水稻土主要以酸解未知态氮为主,其数量多少与其有机碳、全氮、酸解氮、非酸解氮的数量直接相关,而滨海盐渍土型水稻土主要以酸解氨基酸态氮和氨态氮为主,氨基酸态氮数量多少与其有机碳、酸解氮的数量直接相关,氨态氮数量与其有机碳、全氮、酸解氮数量直接相关。

土壤有机氮的化学形态及其存在状况是影响土壤氮素有效性的重要因素^[3]。酸解氮对可矿化氮的贡献较大^[18-19],土壤可矿化氮主要来源于酸解氮^[20],尤其是酸解氨态氮和氨基酸态氮^[2,21],但也有研究表明,氨基酸态氮是土壤可矿化氮的主要贡献者^[22-23],酸解未知态氮是土壤可矿化氮的主要贡献者^[10]。本研究中两种类型水稻土酸解各组分氮含量的分布规律不同,草甸土型水稻土以酸解未知态氮含量为最高,滨海盐渍土型水稻土则以氨基酸态氮含量为最高,总体来说,草甸土型水稻土未知态氮含量及其分配比例显著高于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$),氨基酸态氮与氨态氮总量及其分配比例则显著低于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$)。因此,不同类型水稻土酸解各组分氮含量及其分配比例的显著差异也必然会影响到土壤氮素的有效性,这还需要深入研究和探讨。

4 结论

1) 两种类型水稻土均以酸解氮为主体,酸解氮均与其有机碳、全氮呈高度正相关。

2) 两种类型水稻土酸解各组分氮含量及其分配比例的分布规律不同。草甸土型水稻土酸解各组分氮含量及其分配比例表现为未知态氮 > 氨态氮 > 氨基酸态氮 > 氨基糖态氮,滨海盐渍土型水稻土酸解各组分氮含量及其分配比例则表现为氨基酸态氮 > 未知态氮 > 氨态氮 > 氨基糖态氮。

3) 两种类型水稻土酸解氮及其组分存在显著差异。草甸土型水稻土酸解氮含量显著高于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$),但其分配比例则显著低于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$);草甸土型水稻土酸解氨态氮和氨基酸态氮总量及其分配比例显著低于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$),酸解未知态氮含量及其分配比例则显著高于滨海盐渍土型水稻土($P < 0.01$)。

参考文献:

[1] 彭令发,郝明德,来璐.长期施肥对土壤有机氮影响研究.氮肥及其配施下土壤有机氮组分变化[J].水土保持研究,2003,10(1):53-54

[2] 李世清,李生秀,邵明安,郭大勇.半干旱农田生态系统长期施肥对土壤有机氮组分和微生物体氮的影响[J].中国农业科学,2004,37(6):859-864

[3] 巨晓棠,刘学军,张福锁.长期施肥对土壤有机氮组成的影响[J].中国农业科学,2004,37(1):87-91

[4] 高晓宁,韩晓日,刘宁,左仁辉,吴正超,杨劲峰.长期定位施肥对棕壤有机氮组分及剖面分布的影响[J].中国农业科学,2009,42(8):2820-2827

[5] 王克鹏,张仁陟,索东让.长期施肥对河西灌漠土有机氮组分及剖面分布的影响[J].土壤通报,2009,40(5):1092-1097

[6] 肖伟伟,范晓晖,杨林章,孙波.长期定位施肥对潮土有机氮组分和有机碳的影响[J].土壤学报,2009,46(2):274-280

[7] 彭佩钦,仇少君,童成立.长期施肥对水稻土耕层微生物生物量氮和有机氮组分的影响[J].环境科学,2007,28(8):1816-1821

[8] 郝晓晖,刘守龙,童成立,苏以荣,吴金水,胡荣桂.长期施肥对两种稻田土壤微生物量氮及有机氮组分的影响[J].中国农业科学,2007,40(4):757-764

[9] 宗海英,王凯荣,谢小立.长期施肥对红壤性水稻土有机氮组分的影响[J].应用生态学报,2008,19(8):1721-1726

[10] 彭银燕,黄运湘,孙梅.长期施肥条件下水稻土有机氮组分及矿化特性研究[J].水土保持学报,2012,26(5):173-176

[11] 姬景红,张玉龙,黄毅,虞娜,张玉玲.灌溉方法对保护地土壤有机氮组分及剖面分布的影响[J].水土保持学报,2007,21(6):99-104

[12] 查春梅,颜丽,郝长红,关连珠.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

[13] 张玉玲,陈温福,虞娜,张玉龙,邹洪涛,党秀丽.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):124-131

[14] 肖巧林,罗建新,杨琼.烟稻轮作中稻草还田对土壤有机氮各组分的影响[J].土壤,2011,43(2):167-173

[15] 张玉玲,陈温福,虞娜,张玉龙,邹洪涛.东北地区滨海盐渍土型稻田土壤有机氮组分的研究[J].土壤通报,2012,43(5):1167-1172

[16] 王琛,胡玉福,邓良基,吴棋予,魏晋,胡燕.不同类型水稻土氮素组成含量及分布特征[J].中国农学通报,2010,26(22):87-90

[17] 彭银燕.长沙县3种母质类型水稻土有机氮组分及矿化特征的研究[D].长沙:湖南农业大学,2013:17-18

[18] 王瑞军,李世清,张兴昌,李生秀,邵明安.西北地区不同生态系统几种土壤中有机氮组分和微生物体氮的差异[J].干旱地区农业研究,2004,22(4):21-27

[19] 胡晓航,陈立新,周建朝,王秋红,王孝纯.黑土有机氮组分在甜菜生长季矿化特征的研究[J].水土保持学报,2014,28(2):189-194

[20] 沈其荣,史瑞和.不同土壤有机氮的化学组分及其有效性的研究[J].土壤通报,1990,21(2):54-57

[21] 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

[22] 富东英, 田秀平, 薛菁芳, 韩晓日. 长期施肥与耕作对白浆土有机态氮组分的影响[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(6): 1 127–1 131

[23] 王媛, 周建斌, 杨学云. 长期不同培肥处理对土壤有机氮组分及氮素矿化特性的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(6): 1 173–1 180

Research on the Fractions of Soil Organic Nitrogen in Two Types of Paddy Soils in Lower Liaohe Plain

ZHANG Yu-ling, GU Wan-xuan, CONG Yao-hui, YU Na, ZOU Hong-tao,
FAN Qing-feng, ZHANG Yu-long*

(College of Land and Environmental Science, Shenyang Agricultural University, Key Laboratory of Preservation of Northeast Cultivated Land, Ministry of Agriculture, Shenyang 110866, China)

Abstract: Contents of fractions of organic nitrogen (N) in two types of paddy soils (meadow soil and coastal saline soil) were measured with the Bremner method. Results showed that: 1) acid hydrolysis N was the dominant fraction of organic nitrogen in two paddy soils. The content of acid-hydrolyzable N in meadow paddy soil was significantly higher than coastal saline paddy soil ($P < 0.01$), while the distribution proportion of acid-hydrolyzable N in meadow paddy soil was significantly lower than that in coastal saline paddy soil ($P < 0.01$). 2) The contents and distribution proportion of the fractions of acid-hydrolyzable N were different in two paddy soils. In meadow paddy soil, the organic N followed the order: unknown N > ammonia N > amino acid N > amino sugar N, while in coastal saline soil that was amino acid N > unknown N > ammonia N > amino sugar N. The total contents and distribution proportion of acid-hydrolyzable N and amino acid N in meadow paddy soil were significantly lower than those in coastal saline paddy soil ($P < 0.01$), while the content and distribution proportion of acid-hydrolyzable unknown N in meadow paddy soil were significantly higher than these in coastal saline paddy soil ($P < 0.01$). 3) The acid-hydrolyzable N in two types of paddy soils was positively correlated with soil organic C and total N significantly ($P < 0.01$). Therefore, the significant differences in the contents and distribution proportion of the fractions of organic N were the main factors that affected the availability of soil N in two types of paddy soils in this region.

Key words: Paddy soil; Organic nitrogen; Fractions of acidolysable nitrogen; Lower Liaohe Plain