

# 土壤有机氮矿化的研究进展

王根林<sup>1</sup>, 姬景红<sup>1</sup>, 李玉梅<sup>2</sup>

(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 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院 农村能源研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:** 综述了土壤氮矿化的研究方法, 详述了有机氮矿化的影响因素, 这些影响因素主要包括施肥、耕作、土壤质地、pH、温度、湿度、温度与湿度交互作用等, 并提出了土壤有机氮矿化研究应加强的方面。

**关键词:** 氮矿化; 影响因素; 进展

中图分类号: S143.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)06-0164-02

## Development and Advance of Soil Organic Nitrogen Mineralization

WANG Gen-lin<sup>1</sup>, JI Jing-hong<sup>1</sup>, LI Yu-mei<sup>2</sup>

(1. Soil Fertilizer and Environment Resources Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Rural Energy Sources Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** This paper summarized the research methods, particularly expounds those factors which influence soil organic nitrogen mineralization. These factors including fertilization, cultivation, soil texture, pH, temperature, moisture, the interaction of temperature and moisture etc. This paper also generalized the area of soil organic nitrogen mineralization should be strengthened.

**Key words:** soil organic nitrogen mineralization; influencing factors; development and advance

土壤氮素是农作物氮素营养的主要来源, 是植物吸收量最大的矿质营养元素, 也是农业生产中影响作物产量的最主要限定因子。大多数表层土壤中 90% 以上的氮素是以有机态氮的形态存在, 大部分有机态氮只有在微生物的作用下矿化成无机  $\text{NO}_3\text{-N}$  或  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ , 才能被作物吸收利用。而土壤有机氮矿化的过程受施肥、耕作、土壤质地、pH、温度、湿度及温度、湿度交互作用等因素的影响。

### 1 有机氮矿化的研究方法

土壤有机氮的矿化在一定程度上可以表征土壤的供氮能力。目前, 研究土壤有机氮矿化的方法主要有生物培养法和田间氮素平衡模拟法。生物培养法是通过模拟田间土壤的实际条件, 一般是在好气或嫌气条件下对土壤进行短期或长期培养, 测定土壤中的可矿化氮量。田间氮素平衡模拟法是根据田间无肥区土壤无机氮的变化和植物吸氮量来计算土壤表观矿化氮量。其结果是田间综合因素的反映, 通常被认为是其它方法的检验标准。

### 2 有机氮矿化的影响因素

#### 2.1 不同施肥措施对有机氮矿化的影响

土壤氮素矿化势反映了土壤中易矿化有机氮释放的最大潜力, 是土壤氮肥力在容量方面的重要指标。长期施用氮肥和有机肥可以提高  $\text{N}_0$  (氮矿化势) 值, 从而提高土壤的供氮能力<sup>[1]</sup>。巨晓棠等人<sup>[2]</sup> 研究指出, 经过 15 a 培肥和轮作, 无论单施氮肥还是氮肥与有机肥配合施用,  $\text{N}_0$  均有不同程度的增加, 这标志着土壤活性有机氮库增加。王正银和青长乐<sup>[3]</sup> 采用好气培养法对定位施肥 9 a 的紫色土研究认为, 有机肥提高  $\text{N}_0$  值的作用大于化肥。

#### 2.2 不同耕作方式对有机氮矿化的影响

不同耕作方式对不同类型的土壤及同一类型不同层次土壤的影响程度不同。免耕、少耕等耕作方式均使  $\text{N}_0$  值增加, 但长期的少耕又会造成土壤更紧实, 从而影响植物对氮的吸收。土壤潜在性可矿化氮 (PMN) 的分布随耕作制发生变化。在免耕表土层 0~7.5 cm 内, PMN 水平比犁耕土壤平均高 87%, 且随土层深度的增加而下降。在犁耕土壤中, PMN 含量或在 7.5~15.0 cm 内较高或与表层 (0~7.5 cm) 相等。余晓鹤<sup>[4]</sup> 等人对丘陵地区黄土母质上发育的黄棕壤的研究却证明不同耕作方式对土壤表层  $\text{N}_0$  的影响就其平均值而言是

收稿日期: 2009-04-29

第一作者简介: 王根林 (1971-), 男, 黑龙江省虎林市人, 在读硕士, 高级农艺师, 主要从事土壤肥料、植物营养等方面的研究。

通讯作者: 李玉梅。

不明显的,免耕对水稻收割后表层(0~15 cm)N<sub>0</sub>总体影响不大,只是导致N<sub>0</sub>在土壤不同层次间的差异扩大。高亚军等<sup>[5]</sup>研究指出免耕土壤0~5 cm的N<sub>0</sub>均高于耕翻5~15 cm土层休闲土壤仍高于耕翻的休闲田。在耕翻条件下配施有机肥土壤拥有最大的N<sub>0</sub>。Cater和Rennie<sup>[6]</sup>研究表明,除2 a耕作地块外,4、12和16 a免耕表层中潜在可矿化氮量和潜在微生物氮量明显高于常规耕作土壤。Dalal<sup>[7]</sup>指出有作物残茬处理的免耕土壤上0~10 cm有更多的可矿化氮。

### 2.3 土壤质地对有机氮矿化的影响

土壤质地不同,粘土矿物组成不同。粘粒含量不同,通气状况不同,使得好氧微生物的种类和数量各不相同,进而会影响到土壤中有有机氮的矿化过程。在相同外界条件下,砂土的氮矿化速率高于壤土和粘土。土壤团聚体的大小和稳定性决定着可矿化有机氮库的大小<sup>[8]</sup>。土壤团聚体越小,稳定性越弱,其有机质越易被微生物所降解,可矿化有机氮库越大。

### 2.4 pH对有机氮矿化的影响

土壤pH对有机氮的矿化也具有一定的影响。土壤pH不同,使得微生物的种类和数量不同,由于有机氮的矿化是微生物作用的过程,因此,土壤的矿化速率也不相同。pH升高,硝化作用增强,进而促进了有机氮的矿化。

### 2.5 温度和湿度对有机氮矿化的影响

土壤温度和湿度是影响土壤氮矿化的重要因子<sup>[9-12]</sup>。氮矿化随土壤水分的增加而增加,当土壤水分增加到一定值时,氮矿化迅速下降,且水分波动能增加氮矿化。对6种不同理化性状的土壤进行土壤含水量与氮矿化关系的研究<sup>[13]</sup>表明,土壤含水量与氮矿化量之间存在近似直线的关系。随含水量的增加,土壤氮矿化量增加。Stanford G<sup>[14]</sup>等研究表明,净氮矿化与土壤湿度呈显著正相关,矿化氮随水势升高而显著增加,在1.50~0.03 MPa氮矿化与土壤湿度呈线性相关,直至0.50~0.03 MPa的最大值,而氮矿化的最佳水分含量在0.03~0.01 MPa。在一个生长季里,土壤水分和温度对氮矿化量的影响要大于土壤氮含量对氮矿化量的影响<sup>[9]</sup>。MacDonald等<sup>[10]</sup>研究了温度对土壤微生物呼吸和净氮矿化的影响,由于土壤微生物对温度比较敏感,通过温度的改变可以引起土壤微生物氮库的改变,进而影响土壤中氮含量的多少。另据Jennifer D<sup>[15]</sup>的研究,当温度在25~35℃土壤水分含量接近田间持水量时氮矿化量最大,同时温度的波动也会刺激氮的矿化。

### 2.6 温度与湿度的交互作用对有机氮矿化的影响

Kowalenko and Cameron认为温度和水分对土壤氮矿化有重要的影响,且温度和湿度的交互作用要大于温度对土壤氮矿化影响。Quemada和Cabrera<sup>[16]</sup>研究表明随着温度的增加,湿度对土壤氮矿化的影响增强。Jennifer和Wayne<sup>[15]</sup>建立了森林土壤A层(形成于表层的矿质发生层)的氮矿化方程,其中存在着明显的温度与湿度的交互作用。针对陕西杨陵地区的中壤

红油土,建立二元二次回归方程,可以反映温度和水分对矿化速率的交互作用<sup>[17]</sup>。

## 3 有机氮矿化方面的研究展望

田间条件下,土壤有机氮的矿化是多种因素综合作用的结果。目前,我国关于土壤有机氮矿化影响方面的研究主要集中在单因素的影响或温度与湿度的交互作用方面,而多因素对有机氮矿化的综合影响方面则尚未见报道。因此,一方面今后土壤氮矿化研究应加强各影响因素综合作用及交互作用机理方面的研究,并建立机理模型以更明确土壤氮素矿化过程;另一方面今后应加强作物生育期土壤有机氮矿化方面的研究,在高产的前提下,使得施氮量与作物需氮规律一致,为合理施用氮肥,提高氮肥利用率,保护生态环境提供理论基础。

### 参考文献:

- [1] 朱兆良.关于土壤氮素研究中的几个问题[J].土壤学进展,1989(2):1-9.
- [2] 巨晓棠,边秀举,刘学军等.旱地土壤氮素矿化参数与氮素形态的关系[J].植物营养与肥料学报,2000,6(3):251-259.
- [3] 王正银,青长乐.紫色土氮素矿化与作物效应的研究[J].中国农业科学,1994,27(2):13-23.
- [4] 余晓鹤,阮妙增,朱培立等.土壤表层管理对稻田土壤氮矿化势、固氮强度及铵态氮的影响[J].中国农业科学,1991,24(1):73-79.
- [5] 高亚军,黄东迈,朱培立等.稻麦轮作条件下长期不同土壤管理对氮素肥力影响[J].土壤学报,2000,37(4):456-463.
- [6] Caterand Rennie.Changes in soil quality under zero tillage system; Distribution of microbial biomass and mineralization C and N potential[J].Can. J. Soil Sci., 1982, 62: 587-597.
- [7] Dalal Long-term effects of no-tillage crop residues and nitrogen application on properties of a verticill Soil[J].Sci. Am. J, 1989, 53: 1511-1515.
- [8] Sollins P, Specher G, Glassman C A. Net nitrogen mineralization from light and heavy fraction forest soil organic matter[J]. Soil. Biol. Biochem, 1984, 16: 31-57.
- [9] Goncalves J L M, Carlyle J C. Modeling the influence of moisture and temperature on net nitrogen mineralization in a forested sandy soil[J]. Soil Biology Biochemistry, 1994 26: 1557-1564.
- [10] MacDonald, N W, Zak D R, Pregitzer K S. Temperature effects on kinetics of microbial respiration and net nitrogen and sulfur mineralization[J]. Soil Science Society of America Journal, 1995 59: 233-240.
- [11] 田茂洁.土壤氮素矿化影响因子研究进展[J].西华师范大学学报,2004,25(3):298-303.
- [12] 张金波,宋长春.土壤氮素转化研究进展[J].吉林农业科学,2004,29(1):38-43,46.
- [13] 唐树梅,漆智平.土壤水含量与氮矿化的关系[J].热带作物研究,1997(4):54-60.
- [14] Stanford G, Epstein E. Nitrogen mineralization water relations in soil[J]. soil Sci Soc Am. prog 1974 38: 103-106.
- [15] Jennifer D. Knoepp Wayne T. Swank. Using soil temperature and moisture to predict forest soil nitrogen mineralization[J]. Biol Fertil Soils, 2002 36: 177-182.
- [16] Quemada M, Cabrera M L. Temperature and moisture effects on C and N mineralization from surface applied clover residue[J]. Plant and soil 1997, 189: 127-137.
- [17] 巨晓棠,李生秀.土壤氮素矿化的温度水分效应[J].植物营养与肥料学报,1998,4(1):37-42.