

# 土壤氮素矿化研究进展

张笑千, 陈卓, 常鹏, 曲英华

(中国农业大学 水利与土木工程学院 北京 100083)

**摘要:**总结了土壤中氮素矿化的研究成果,阐述了影响土壤氮矿化作用的因素,其中温度、湿度均对氮矿化量、矿化率有影响,且二者存在明显交互作用,除此之外土壤的理化性质及外来物质如肥料也会影响土壤的氮矿化过程。论述了土壤氮矿化的各种研究方法,并对有关方法和指标的效果进行了比较,以期为选择合适的土壤供氮能力的研究方法提供依据。

**关键词:**土壤;氮素;矿化作用;研究进展

**中图分类号:**S 155.5<sup>+</sup>5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)15-0033-04

我国是世界上化肥氮消费量最多的国家之一<sup>[1]</sup>,并且这种消费量将可能进一步增加。土壤中的氮绝大部分以有机态存在,约占全氮量的92%~98%,有机态氮不能被植物直接吸收利用,必须通过土壤微生物的矿化作用才能转化为可以被植物吸收利用的硝态氮、铵态氮形态。研究土壤氮矿化作用,有利于更深入地了解氮素在土壤及植物体内的循环过程,除此之外,对于提高氮肥利用率,减少化肥对环境的污染,更合理地施用氮肥均有重大意义。

## 1 影响土壤氮矿化作用的因素

土壤N素矿化是微生物驱动的生物化学过程,N素矿化量是土壤有机N的含量、生物分解性、矿化的水热条件和时间等的函数<sup>[2]</sup>,土壤的氮矿化过程受到诸多因素的影响,包括:土壤理化性质、温度、湿度及湿度交互作用、外来物质等。

### 1.1 环境因子

土壤的温度和湿度是影响土壤氮素矿化的重要因子,且一般温度的影响强于湿度<sup>[3]</sup>,Colugh等就提出土壤积温可以作为氮矿化的有效指标<sup>[4]</sup>。关于氮矿化的最佳温度,不同的研究、不同的地区有着不同的结果。Nicolardot等<sup>[5]</sup>发现最大矿化速率发生在20~28℃,而周才平等<sup>[6]</sup>的研究表明,暖温带土壤氮矿化的最佳温度条件为22.4℃。马力等<sup>[7]</sup>选择了10℃和30℃2个温度进行稻田土壤的淹水密闭培养试验,发现在2种温度下土壤矿质氮含量和累计矿化量曲线的差异很明显。在

30℃下,土壤矿化过程达到稳定状态时间较短,且累计矿化量很高;而10℃条件下,矿化过程达到温度需很长时间,且后期速率高于30℃的速率,但累计矿化量较低。不同土壤的质地、理化性质有差异,因此氮矿化的最佳水分含量也不同。唐树梅等<sup>[8]</sup>采用了6种不同理化性状的土壤来研究土壤含水量与氮矿化的关系,结果表明,砂壤土的最适含水量为饱和度的30%左右,粘土最适为60%,壤粘土介于二者之间。

许多培养试验证明温度和含水量对土壤氮的矿化有明显的正交互作用,并建立了它们之间的回归方程。巨晓棠等<sup>[9]</sup>针对陕西杨凌地区的中壤红粘土,建立了二元二次回归方程,反映了温度和水分对矿化速率的交互作用:

$$K = 10^{-3} \times (1.6067 - 0.1221t - 0.0778w + 0.0028t^2 + 0.0012w^2 + 0.0056tw)$$

其中  $t$  为温度,  $w$  为含水量。

土壤深度对氮矿化作用影响很大,Federer<sup>[10]</sup>的研究表明,土壤有机质的老化和抗分解性都随着土壤层次的加深而增加,而微生物活性随土壤层次的加深而减弱,从而导致较低的矿化作用。白优爱等<sup>[11]</sup>采用好气培养法研究表明0~30cm土壤累计矿化量和矿化速率远高于30~60cm,王成等<sup>[12]</sup>在陕西杨凌的试验也得出相同结论。

### 1.2 土壤理化性质

土壤的理化性质对氮矿化有很大影响,包括:土壤质地、土壤团聚体结构、土壤pH值、土壤矿质氮含量等。戴晓艳等<sup>[13]</sup>提出,土壤中可矿化氮主要贮存于粒级小的微团聚体中,不同粒级的微团聚体全氮和有机质含量均随着粒级的减小而增大。土壤的碳氮比(C/N)反映其有机物质的分解程度,有机质的碳氮比是影响有机氮转化和保持的主要因素。当C/N降至25:1以下时,微生物不再利用土壤中的有效氮,而是土壤有机质在微生物作用下分解释放出矿质氮,使土壤中可被作物利用的有效态氮增加<sup>[14]</sup>,从而影响土壤的氮矿化过程。

第一作者简介:张笑千(1987-),女,硕士,现主要从事设施园艺研究工作。E-mail:zhangxq.163@163.com.

通讯作者:曲英华(1957-),女,博士,教授,现主要从事设施园艺研究工作。E-mail:quyinghua@cau.edu.cn.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2008BAD4C4B17)。

收稿日期:2010-06-25

一定范围内,土壤 pH 值的升高会促进氮素的矿化,主要因为 pH 值的升高增加了土壤有机质的可溶性,为微生物的活动提供了大量富含 C 和 N 基团的物质,从而促进氮的矿化作用<sup>[15]</sup>。李辉信等<sup>[16]</sup>通过试验也得出相同结论,它认为,红壤氮素的矿化和硝化速率与土壤 pH 呈显著正相关。

### 1.3 肥料的影响

我国有机肥料资源日益增多,1998 年统计有机肥总资源中 N 约为  $1\ 642 \times 10^4$  t 和  $718 \times 10^4$  t  $P_2O_5$ <sup>[1]</sup>。长期施用有机肥,可增加土壤有机氮含量和土壤微生物量,改善土壤结构,提高土壤的供氮能力。不同有机肥具有不同的组成成分、理化性质等,对土壤氮矿化的影响不同。

一般来说土壤氮矿化与有机物料的碳氮比呈负相关<sup>[17]</sup>。卢萍等<sup>[18]</sup>的研究也支持这一观点,在缺乏外源无机氮时,C/N 高的有机物更能激发土壤氮的矿化,土壤速效氮含量增加。Whitmore<sup>[19]</sup>指出有机物料的 C/N 与氮矿化有密切的关系,氮发生矿化或固持的临界点 C/N 为 20~40 之间,而不是一个固定值。C/N 不是唯一判别有机物料影响土壤氮矿化的因素,因为 C/N 不能反映正在分解部分的有机物料的特征,因此仅仅用 C/N 不能解释氮矿化的差异,必须对有机物料含碳化合物种类进行分析<sup>[20]</sup>。已有研究发现了有机物料中其它影响土壤氮矿化作用的因素。Douglas M, et al<sup>[21]</sup>通过室内培养试验,研究不同植物残体发现,残体净矿化速率可通过残体有机氮含量和酚氮含量来预测,但是模型不能应用到田间。Qofoku, et al<sup>[22]</sup>提出可矿化氮量与水溶性氮含量的相关性( $r=0.93$ )高于与 C/N ( $r=-0.76$ )的。

有机肥对  $NO_3^-$ -N 有一定固持作用<sup>[23]</sup>,但有机肥的施用效果仍有许多有待探索的问题,如不同堆肥、有机质肥料由于个别养分、养分不均衡等引起的生理障碍,以及个别养分流失造成环境负荷等。范成五<sup>[24]</sup>对不同有机质肥料的有机氮矿化进行室内培养试验,结果表明,在 3 个培养温度水平下,除牛粪堆肥外,30℃ 条件培养的矿化率最高,矿化速度最快,矿化率和矿化速度随温度降低而减缓。在不同有机质肥料中,鱼抽出液的矿化率最高,矿化速度也最快,矿化速度顺序是:鱼抽出液> 肉骨粉> 油菜饼> 鱼粕> 牛粪堆肥。

采用<sup>15</sup>N 示踪法可以研究不同有机肥品种在土壤中的氮素矿化释放规律及对化肥氮固定的影响。在室内控制培养的条件下,叶静等<sup>[25]</sup>将有机肥加入到土壤后,在培养开始后第 7 天,4 种有机肥的氮素净矿化均为负值,说明有机肥施入土壤后促进了微生物的大量繁殖,氮素养分的生物固定作用大于矿化作用,其中鸡粪处理的氮固定量最大,达到 38.7 mg/kg 土。随后各处理的有机肥氮的净矿化量逐渐增加,到了施肥后第 90 天,鸡粪的氮净矿化量达到 95.6 mg/kg 土。

许多土壤和环境因子影响着土壤或添加到土壤中的有机物料的氮矿化作用,各种因素对土壤氮矿化的影响非常复杂,有些因子之间还有交互作用,应针对特定的条件来探讨各影响因素对土壤氮素矿化量、矿化率的影响。

## 2 测定土壤供氮能力的方法

长久以来,大量学者在研究土壤供氮能力的领域做了很多的令人瞩目的工作。由于研究目的和试验条件不同,又有很多影响土壤氮素矿化的因素,在研究过程中出现了许多方法。目前对土壤氮素矿化的常用研究方法可以分成 3 类:生物学方法、化学方法和数学方法。

### 2.1 生物学方法

生物学方法主要有以植物吸 N 量为基础的植物吸收法和以土壤微生物对有机质利用为基础的室内培养法、田间原位培养法的测定等。

植物吸收法出现的最早,目前常用的方法是无 N 区全生长期吸氮量法<sup>[26]</sup>,该方法是在没有外源氮素供应的自然条件下,作物吸收氮量等于土壤矿化氮量。植物吸收法确定的土壤矿化氮量能反映当季作物生长条件下的土壤供氮量,但对下季作物只能给出一个大概估计,而且将作物吸氮量作为土壤矿化氮量并不准确,它没有考虑到通过淋洗和反硝化而损失的氮、植物分泌物对微生物数量和活性的影响等。同位素氮肥是无 N 区全生长期吸氮量法的改进,但可行性较差。

室内培养法一般是在实验室内将一定量的土壤样品调节到一定湿度后,在一定温度下进行一段时间的培养,之后测定土壤所释放出的矿质 N 量。这类方法有合理的基础,因为在培养期间使氮素矿化的微生物,正是在作物生长期使土壤有机氮转变成对作物生长的有效氮的微生物<sup>[27]</sup>。室内培养法分为好气培养法和淹水培养法,好气培养法又包括通气非淋洗培养法和间歇淋洗通气培养法。通气非淋洗培养法由于没有进行间歇淋洗模拟植物对氮的吸收,可能会减缓或阻碍所培养土壤的后期矿化过程,而 1972 年 Stanford, et al<sup>[28]</sup>提出的间歇淋洗通气培养法,适用于大批样品的培养测定,快速、简便,并可用于连续培养测定<sup>[29]</sup>,应用更为广泛。间歇淋洗通气培养法的一般步骤是在土壤中加入石英砂或蛭石,改善土壤通气状况,并用加压抽气控制含水量<sup>[28]</sup>,但加砂培养,加速了有机氮的矿化<sup>[30]</sup>,徐阳春等<sup>[31]</sup>的试验结果就表明,加砂培养过程释放的总氮明显高于同期盆栽试验土壤的供氮量。这种方法在经过修改后成为现在广泛应用的 0.01 mol/L  $CaCl_2$  间歇淋洗通气培养法。

1964 年 Waring 与 Bremner 提出了淹水培养法,在研究土壤氮矿化时被广泛应用,并被美国土壤学会推荐在旱地和水地上应用<sup>[27]</sup>。Waring, et al<sup>[32]</sup>提出在 30℃ 下,进行 2 周的淹水培养。后来 Keeny 和 Bremner<sup>[33]</sup>的

试验表明 40℃下, 进行 7 d 培养比 30℃进行 2 周淹水培养矿化的铵态氮与盆栽黑麦草吸氮量关系更密切。

淹水培养法与通气培养法相比, 培养条件较易掌握, 不需考虑通气条件和严格的水分控制, 只需测定铵态氮, 测定方法较简单, 结果更加稳定, 而且也适用于水稻土以外的土壤。但也有一些土壤科学工作者得出了不同的结论。李生秀等<sup>[30]</sup>用陕西的 20 种不同肥力土壤淹水培养矿化的铵态氮与大田试验作物吸氮量之间相关系数 ( $r=0.558$ ) 远低于通气培养矿化的硝态氮 ( $r=0.90\sim 0.942$ )。有学者指出淹水培养没有通气培养结果好的原因是, 在淹水条件下, 分解有机物质是氮素矿化的微生物是厌气微生物。而盆栽或田间试验不是在淹水条件下进行的, 分解有机物质的微生物类型与此不同。因此, 淹水条件下释放的氮素难以代表盆栽或田间条件下释放的氮素, 也就难于反映作物的吸氮状况<sup>[27]</sup>。

## 2.2 化学方法

化学方法和生物培养法相比具有快速、准确、方便等优点。它基于以下原理: 土壤有效氮主要是指有机氮中易分解的部分氮, 用适当的化学试验作用于土壤有机质以提取这部分易分解的有机氮, 实际上也就是促其矿化<sup>[34]</sup>。

1960 年 Cornfield<sup>[35]</sup>提出的 NaOH 扩散法, 也叫碱解扩散法被广泛采用, 研究表明, 测定结果与培养后的矿化氮量或作物从土壤中吸收氮量相关性较显著<sup>[36,37]</sup>。张仁陟等<sup>[38]</sup>的研究认为, 碱解氮与好气培养法测定矿化氮具有极显著的正相关 ( $r$  分别为 0.7887 和 0.8016), 在实践中可以用碱解扩散法代替短期好气培养法, 以确定土壤氮肥力指标。

1981 年 Whitehead<sup>[39]</sup>提出 1 mol/L KCl 在 100℃下煮沸浸提土壤 1 h, 1986 年 Gianello 和 Bremner<sup>[40]</sup>又提出了 2 mol/L KCl 在 100℃下煮沸浸提土壤 4 h 的方法, KCl 浸提法由于不会引起土壤性质的巨大变化, 能较好地反映土壤原来的情况而广泛应用。

Stanford 于 1968 年提出 0.01 mol/L CaCl<sub>2</sub> 加热提取法以及高温高压提取法<sup>[41]</sup>, 发现提取液的“葡萄糖”和蒸馏铵态氮相关性显著 ( $r=0.98$ ), 和矿化氮亦高度相关 ( $r=0.85$ )。荷兰的 Houba 等人<sup>[42]</sup>在常温 20℃下用 0.01 mol/L CaCl<sub>2</sub> 提取作为土壤有效性氮素的浸提剂, 取得了显著的成果, 该法所提取的氮素和荷兰作为推荐施肥的标准方法及 EUF 提取的氮素具有良好可比性, 与盆栽试验的植物吸收氮素量也密切相关。0.01 mol/L CaCl<sub>2</sub> 所提取的有效氮包括二部分: 无机态氮和可溶性有机态氮, 而作物从土壤中吸收的氮素也是这两部分。有学者认为, 用 0.01 mol/L CaCl<sub>2</sub> 作为土壤有效氮素的浸提剂评价土壤氮素供应状况从而合理推荐施肥, 防止氮素环境污染的前景是诱人的<sup>[34]</sup>。

电超滤 (Electro-ultrafiltration) 方法, 即 EUF 法, 是

在古典电渗析基础上发展起来的, 通过揭示作物生长季节中易矿化的土壤活性有机态氮, 从而提高了土壤氮素有效性的预测程度。李生秀等<sup>[43]</sup>通过试验发现, EUF 法与用 KCl 直接浸取的矿质氮有同样的价值, 但 EUF 的缺点是重复性不好、费时且仪器昂贵。

## 2.3 数学方法

氮素矿化模型分类并无统一标准, 从不同角度建立的矿化模型各式各样, 从建模的方法可分为: 经验模型、功能模型、机理模型, 每个矿化模型都有其一定的适用条件。目前在研究中常用的是功能模型, 其中, 基于矿化势的矿化模型由于原理清晰, 模型简单, 参数较少, 易于应用, 尤其受到研究者的青睐<sup>[44]</sup>。由于矿化过程较为复杂, 影响因子也较多, 有必要研究包含尽可能多的因素的复合模型, 以及模拟矿化过程的机理模型<sup>[45]</sup>。

## 3 结论与展望

基于氮素在植物生长中的重要性, 土壤中氮的矿化作用一直是土壤科学和植物营养学工作者研究的热点。根据土壤供氮能力确定合理施肥量, 是保证作物高产、提高氮肥利用率、减少环境污染的基本途径。我国农业正从数量型向质量和效益型转变, 工作者应围绕优质、高产与环境保护相协调这一目标, 建立与环境关系良好的肥料管理体系。

研究氮矿化作用有许多种研究方法, 各种方法都有其应用领域, 在进行土壤试验时必须根据试验目的、试验材料进行选择, 目前还没有一种研究方法适用于各种土壤。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方面的研究, 建立复合模型及机理模型以更明确土壤氮素矿化过程。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。总之, 欲彻底弄清土壤氮矿化过程, 尚需进一步深入研究。

### 参考文献

- [1] 朱兆良. 农田中氮肥的损失与对策[J]. 土壤与环境, 2000, 9(1): 1-6.
- [2] 金雪霞, 范晓晖, 蔡贵信等. 菜地土壤氮素矿化和硝化作用的特征[J]. 土壤, 2004, 36(4): 382-386.
- [3] Puri G, Ashman M R. Relationship between soil microbial biomass and gross N mineralization [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1998, 30(2): 251-256.
- [4] Clough T J, Jarvis S C, Hatch D J. Relationships between soil thermal units, nitrogen mineralization and dry matter production in pastures [J]. Soil Use Manage, 1998, 14: 65-69.
- [5] Nicolardot B, Fauvet G, Cheneby D. Carbon and nitrogen cycling through soil microbial biomass at various temperatures [J]. Soil Biol Biochem, 1994, 26: 253-261.
- [6] 周才平, 欧阳华. 温度和湿度对暖温带落叶阔叶林土壤氮矿化的影响[J]. 植物生态学报, 2001, 25(2): 204-209.
- [7] 马力, 杨林章, 颜廷梅等. 长期施肥水稻土壤氮素剖面分布及温度对土壤氮素矿化特性的影响[J]. 土壤学报, 2010, 47(2): 286-294.
- [8] 唐树梅, 漆智平. 土壤水含量与氮矿化的关系[J]. 热带农业科学, 1997(4): 53-59.

- [9] 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.
- [10] Federer C A. Nitrogen mineralization and nitrification; depth variation in four New England forest soils [J]. Soil Sci. Soc. Am., 1983, 47: 1008-1014.
- [11] 白优爱, 巨晓棠, 陈清. 商品有机肥及蔬菜残体在菜地土壤中的氮素矿化研究[J]. 土壤与植物营养 2003, 5(2): 45-49.
- [12] 王成, 王钊英, 李世清. 作物生长期土壤可矿化氮的变化规律研究[J]. 新疆农业科学, 2003, 40(5): 320-323.
- [13] 戴晓艳, 须湘成, 陈恩凤. 不同肥力棕壤和黑土给粒级微团聚体氮素矿化势[J]. 沈阳农业大学学报 1990, 21(4): 327-330.
- [14] 鲁彩艳, 陈欣. 不同施肥处理土壤及不同碳氮比有机物料中有机氮的矿化进程[J]. 土壤通报 2003, 34(4): 267-270.
- [15] Curtin D G, Campbell A, Jall A. Effects of acidity on mineralization: pH-dependence of organic matter mineralization in weakly acidic soil [J]. Soil Biology & Biochemistry, 1998, 30: 57-64.
- [16] 李辉信, 胡锋, 刘满强. 红壤氮素的矿化和硝化作用特征[J]. 土壤, 2000(4): 194-198.
- [17] 王志明, 朱培立, 黄东迈. 淹水土壤中秸秆氮素的转化[J]. 江苏农业学报, 2001, 17(4): 236-240.
- [18] 卢萍, 杨林章, 韩勇, 等. 绿肥和秸秆还田对稻田土壤供氮能力及产量的影响[J]. 土壤通报, 2007, 38(1): 39-42.
- [19] Whitmore A P. Modeling the release and loss of nitrogen after vegetable crops [J]. Neth. J. Agric. Sci. 1996(4): 73-86.
- [20] 蔡道基. 紫云英对土壤有机分解和积累的影响[J]. 土壤通报, 1980(2): 17-24.
- [21] Douglas M R, Cindy E P, Caroline M P. Decompositions and nitrogen from bios lids and other organic materials; relationship with initial chemistry [J]. Environ. Qual., 2001(30): 1401-1410.
- [22] Qofoku O S, Cabrera M L, Windham W R. Rapid methods to determine potentially mineralizable nitrogen in broiler litter [J]. Environ. Qual., 2001(30): 217-221.
- [23] 谢红梅, 朱波, 朱钟麟. 无机与有机肥配施麦田(紫色土)铵态氮及硝态氮的时空变异[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(1): 118-121.
- [24] 范成五. 不同有机质肥料的有机氮矿化研究[J]. 贵州农业科学, 2006, 34(增刊): 57-58.
- [25] 叶静, 安藤丰, 符建荣, 等. 不同有机肥对土壤中的氮素矿化及对化肥氮固持的影响[J]. 浙江农业学报, 2008, 20(3): 176-180.
- [26] 周鸣铮. 土壤肥力测定与测土施肥[M]. 北京: 农业出版社, 1988: 96-106.
- [27] 李生秀. 关于土壤供氮指标的研究: 对几种测定土壤供氮能力方法的评价[J]. 土壤学报 1990, 27(3): 233-240.
- [28] Stanford G, Legg O, Smith S J. Soil nitrogen availability evaluations based on nitrogen mineralization potentials of soils and uptake of labeled and

- unlabeled nitrogen by plants [J]. Plant and Soil 1973, 39: 113-123.
- [29] Sierra J. Relationship between mineral N content and N mineralization rate in disturbed and undisturbed soil samples incubated under field and laboratory conditions [J]. Soil Fertility and Plant Nutrition, 1992, 30: 477-492.
- [30] 李生秀, 付会芳, 袁虎林, 等. 几种测定氮方法在反映土壤供氮能力方面的效果[J]. 干旱地区农业研究 1992, 10(2): 72-81.
- [31] 徐阳春, 沈其荣. 有机肥和化肥长期配合施用对土壤及不同粒级供氮特性的影响[J]. 土壤学报, 2004, 41(1): 87-92.
- [32] Waring S A, Bremner J M. Ammonium production in soil under water-logged condition as an index of nitrogen availability [J]. Nature 1964, 201: 951.
- [33] Keeny D R, Bremner J M. A chemical index of soil nitrogen availability [J]. Nature 1996, 211: 892-893.
- [34] 邵孝侯. 土壤有效氮测定方法的研究进展[J]. 国外农业环境保护 1991(3): 17-20.
- [35] Cornfield A H. Ammonia released on treating soils with nitrogen sodium hydroxide as a possible means of predicting the nitrogen supplying power of soils [J]. Nature 1960, 187: 260-261.
- [36] 朱兆良. 我国土壤供氮和化肥去向研究的进展[J]. 土壤, 1985, 17(1): 1-9.
- [37] 周鸣铮. 土壤速效氮测定的化学方法[J]. 土壤农化参考资料, 1978(6): 32-44.
- [38] 张仁陔, 李增凤, 陶永红. 河西灌漠土壤氮素矿化势的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 1993, 28(3): 261-264.
- [39] Young R A, Ozbun J I, Bauer A, et al. Yield response of spring wheat and barley to nitrogen fertilizer in relation to soil and climate factors [J]. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1967, 31: 407-410.
- [40] Gianello G, Bremner J M. A simple method of assessing potentially available organic nitrogen in soils [J]. Commn. In Soil Sci. Plant Anal., 1986, 17(2): 195-214.
- [41] Stanford G. Extractable organic nitrogen and nitrogen mineralization in soils [J]. Soil Sci., 1968, 106(5): 345.
- [42] Houba V J G, Novozamsky I, Huybregat A W N. Comparison of soil extractions by CaCl<sub>2</sub>, by EUF and by some conventional extraction procedures [J]. Plant and Soil 1986, 96: 433-437.
- [43] 李生秀, 贺海香, 李和生, 等. 关于供氮指标的研究: 评价 EUF 析滤出的矿质氮在反映土壤供氮能力方面的效果[J]. 土壤学报 1993, 30(4): 447-452.
- [44] 杨路华, 沈荣开, 覃奇志. 土壤氮素矿化数学模型研究进展[J]. 土壤通报 2003, 34(6): 78-80.
- [45] 谷海红, 李岩, 刘宏斌, 等. 土壤氮素矿化及其对烤烟品质的影响研究进展[J]. 中国农学通报, 2008, 24(10): 327-332.

## Research Progress of Soil Nitrogen Mineralization

ZHANG Xiao-qian, CHEN Zhuo, CHANG Peng, QU Ying-hua

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

**Abstract:** This paper summarized research results of the soil nitrogen mineralization and expounds the factors which influence soil nitrogen mineralization, including temperature and humidity influence on nitrogen mineralization content and rate, and the interaction between the two was obvious. Besides, physical and chemical properties of soil and foreign substances, such as fertilizer, will also affect the soil nitrogen mineralization processes. It discussed various methods of the soil nitrogen mineralization, and compared the involved methods and indexes in order to provide evidence when choose the suitable study method of soil nitrogen supply capacity. At the end of the article, the author put forward the prospect of research on soil nitrogen mineralization.

**Key words:** soil; nitrogen; mineralization; reaserch progress